C 21738 F

# RUNDFUNK-TECHNISCHE MITTEILUNGEN

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

INSTITUT FÜR RUNDFUNKTECHNIK GMBH

## AUS DEM INHALT:

*Karlheinz Müller und Joachim Nutsch* — Schalltechnische Planung des SDR-Funkhauses in Stuttgart

*Horst Neuhäußer und Klaus Voigt* — Simulation von Betriebsabläufen im Rundfunk am Beispiel eines rationalisierten Hörfunkbetriebes mit rechnergesteuerten Teilabläufen

*Gerhard Stump und Hans Flug* — Ein neuer Reportage-Übertragungswagen des Norddeutschen Rundfunks

*Walter Flor* — Fernsehqualitätskontrolle durch Referenzortmessungen

*Günther Gröschel* — Ein mathematisches Modell zur Berechnung der Nachbarkanalstörung in Einseitenband- und Zweiseitenbandsystemen des AM-Tonrundfunks

*Hermann Eden* — Ein Filter zur Bandbreitenbegrenzung von audiofrequenten Modulationssignalen im Lang- und Mittelwellenrundfunk

*Herbert Fix und Peter Wolf* — 30. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER

*Rolf Süverkrübbe* — Die 9. Tagung der UER-Arbeitsgruppe N (Eurovisionssatelliten)

*Gerd Petke* — Erste und zweite Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R 1 (Terrestrischer Hörrundfunk)

*Bernd Raufmann* — Erstes Treffen der UER-Unterarbeitsgruppe R 4 (Ausbreitung)

*Werner Habermann* — Kurzbericht über die Sitzung des IEC-SC60B „Videorecording" in Budapest

*Christoph Dosch* — NTG-Fachtagung „Neue Entwicklungen in der Nachrichtenübertragung"

Ankündigungen von Veranstaltungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

3
1978

VERLAGSORT HAMBURG HEFT 3 JUNI 1978 SEITEN 109–164 ZWEIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG

MENSING & CO. VERLAG HAMBURG ISSN 0035-9890

# RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 22 | 1978 | Heft 3

INHALTSVERZEICHNIS:

Schalltechnische Planung des SDR-Funkhauses in Stuttgart 109
Karlheinz Müller und Joachim Nutsch

Simulation von Betriebsabläufen im Rundfunk am Beispiel eines rationalisierten Hörfunkbetriebes mit rechnergesteuerten Teilabläufen ..... 115
Horst Neuhäußer und Klaus Voigt

Ein neuer Reportage-Übertragungswagen des Norddeutschen Rundfunks ..... 124
Gerhard Stump und Hans Flug

Fernsehqualitätskontrolle durch Referenzortmessungen ..... 128
Walter Flor

Ein mathematisches Modell zur Berechnung der Nachbarkanalstörung in Einseitenband- und Zweiseitenbandsystemen des AM-Tonrundfunks ..... 131
Günther Gröschel

Ein Filter zur Bandbreitenbegrenzung von audiofrequenten Modulationssignalen im Lang- und Mittelwellenrundfunk 146
Hermann Eden

30. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER .... 148
Herbert Fix und Peter Wolf

Die 9. Tagung der UER-Arbeitsgruppe N (Eurovisionssatelliten) ..... 153
Rolf Süverkrübbe

Erste und zweite Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörrundfunk) ..... 154
Gerd Petke

Erstes Treffen der UER-Unterarbeitsgruppe R4 (Ausbreitung) ..... 156
Bernd Raufmann

Kurzbericht über die Sitzung des IEC-SC60B „Videorecording" in Budapest ..... 157
Werner Habermann

NTG-Fachtagung „Neue Entwicklungen in der Nachrichtenübertragung" ..... 157
Christoph Dosch

Ankündigung von Veranstaltungen ..... 158

Buchbesprechungen ..... 158

Nachrichten ..... 161

Persönliches ..... 163

# SCHALLTECHNISCHE PLANUNG DES SDR-FUNKHAUSES IN STUTTGART[1]

VON KARLHEINZ MÜLLER UND JOACHIM NUTSCH[2]

Manuskript eingegangen am 7. Dezember 1976

Raum- und Bauakustik

## Zusammenfassung

Die Planung und Bauausführung des Funkhauses des SDR wurde begleitet durch eine raum- und bauakustische Planung. An einigen Beispielen werden die schalltechnischen Maßnahmen erläutert, die durchgeführt werden mußten, um gebrauchsfähige Studios zu schaffen. Die verkehrstechnisch exponierte Lage des Funkhauses und die komplizierte Grundriß-Situation, bei der Studios zwischen zum Teil sehr laute Raumbereiche des Funkhauses gelegt sind, erforderte einen sehr hohen Aufwand für die Luftschallisolation. Die Lösung raumakustischer Probleme in reflexionsarmen Räumen, in Sprecherstudios und im Studiosaal wird dargestellt.

## Summary **Planning the studio-acoustics of the S.D.R.'s Stuttgart Broadcasting House**

The space- and building-acoustics of the S.D.R.'s Broadcasting House were planned in parallel with the planning and construction of the building itself. The acoustical solutions, which had to be adopted for the purpose of creating satisfactory studios, are explained by means of several examples. The location of the Broadcasting House, the site of which is very exposed to traffic noise, and its complicated layout, wherein studios are located between areas of the Broadcasting House, some of which are very noisy, made necessary a very large outlay for the air-borne sound insulation. The solution of the acoustical problems of rooms with inadequate reverberation, in presentation studios and in the big studio are discussed.

## Sommaire **Étude de l'acoustique des studios dans la Maison de la radio du S.D.R. à Stuttgart**

L'étude de l'acoustique spatiale et architecturale des studios de la Maison de la radio du S.D.R. a été conduite en parallèle avec celle de la construction elle-même. Les solutions adoptées pour obtenir des studios satisfaisants du point de vue acoustique sont décrits au moyen de plusieurs exemples. La Maison de la radio est implantée en un lieu où les bruits de circulation sont très intenses, ce qui a obligé à apporter beaucoup de soin à l'isolation acoustique, d'autant plus que le bâtiment a une structure complexe et que les studios sont au voisinage de locaux très bruyants. On examine les solutions choisies dans les locaux où la réverbération était défavorable, dans les studios de parole et dans le grand studio.

## 1. Städtebauliche Situation

Zu Anfang des Jahres 1969 begannen die Entwurfsarbeiten für den Funkhausneubau des Süddeutschen Rundfunks. Das Architekturbüro Prof. Gutbrod-Kies war aus dem Wettbewerb als Sieger hervorgegangen und wurde mit der Planung und Baudurchführung beauftragt. Bereits zu diesem Zeitpunkt wurden wir mit der Planung der schalltechnischen Maßnahmen betraut, so daß diese zu einem frühen Zeitpunkt in die Pläne mit einbezogen wurden.

Für den Bau des Funkhauses stand dem Süddeutschen Rundfunk ein Grundstück am Fuße des Parks der Villa Berg, Ecke Neckarstraße/ Werderstraße, zur Verfügung. Die Neckarstraße ist eine der Ausfallstraßen Stuttgarts nach dem östlichen Industriege-

[1] Vortrag, gehalten auf der Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Düsseldorf, 1976.

[2] Karlheinz Müller ist Ing. (grad.), Joachim Nutsch Dipl.-Ing. beim Schalltechnischen Beratungsbüro Müller-BBM GmbH in Planegg bei München.

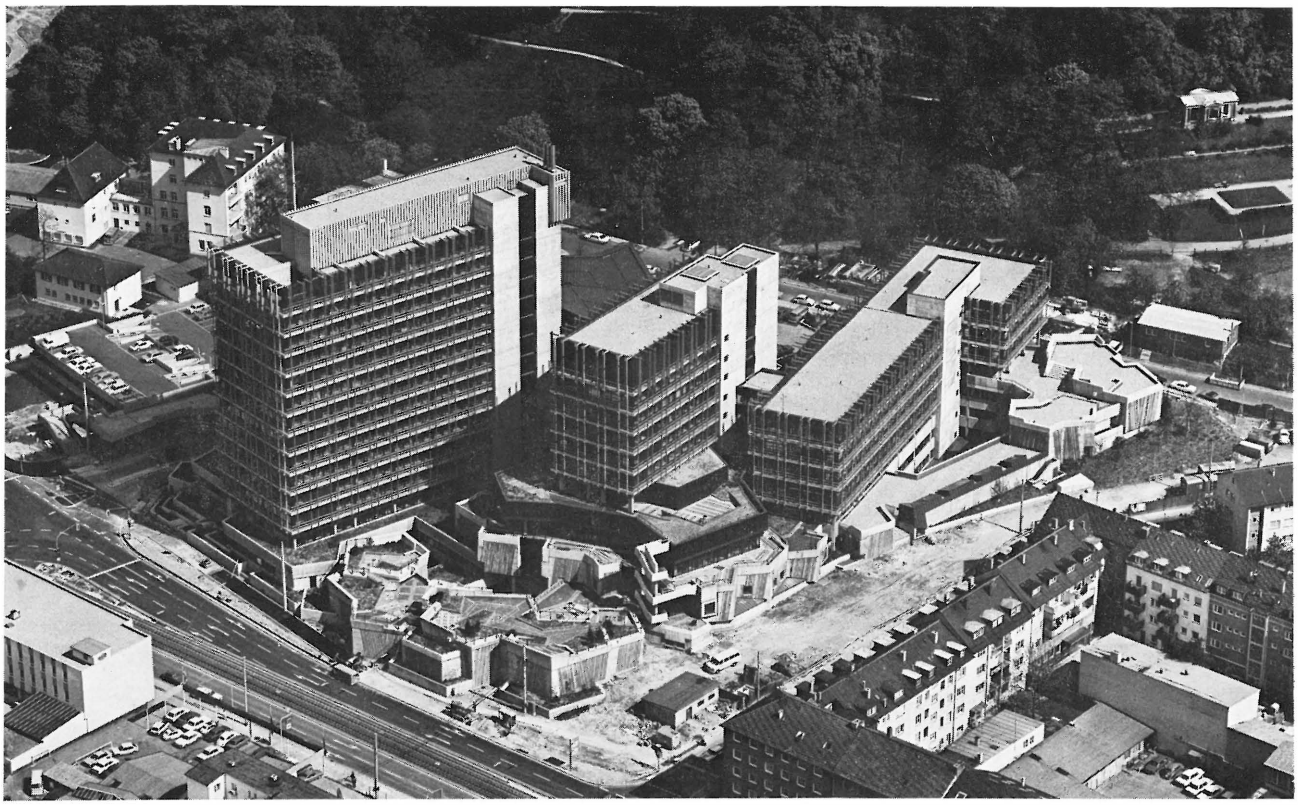


**Bild 1**
**Gesamtansicht des SDR-Funkhauses in Stuttgart**

biet. Durch sie werden drei Straßenbahnlinien, der Pkw- und der Lkw-Verkehr geleitet.

Dieser städtebaulichen Situation haben die Architekten bereits bei ihrem Vorentwurf Rechnung getragen. Die Studios, die lärmempfindlichsten Räume eines Funkhauses, sind in den vier Untergeschossen untergebracht und ragen nur teilweise über das Straßenniveau hinaus. Die Büros von Verwaltung, Technik und Redaktionen sind auf drei unterschiedlich hohe Baukörper verteilt (**Bild 1**).

In den Untergeschossen ist der Architekt von rechtwinkligen Grundrißlösungen abgewichen und zu fünfeckigen Studios übergegangen. Daraus ergaben sich Geschoßgrundrisse, in denen Studios und Technikräume sowohl horizontal wie vertikal ineinander verschachtelt sind.

## 2. Studios

### 2.1. Wandkonstruktion

Mit Rücksicht auf die nahe Neckarstraße, unter der später sogar eine U-Bahnlinie entlang geführt werden soll und mit Rücksicht auf die unmittelbare Nähe zu den Technikzentralen des Hauses wurden alle Studios als zweischalige schwere Konstruktionen geplant. Vor die im Regelfall etwa 25 cm dicke Stahlbetonkonstruktion des Hauses wurde in 6 cm bis 10 cm Abstand eine 11,5 cm dicke schalldämmende Innenschale aus Kalksandstein gestellt. Die Schale ist in einem Stahlfachwerk aufgemauert, das die notwendige Stabilität gibt. Die Grundrahmen dieses Fachwerks stehen auf omegaförmigen Stahlfederisolatoren. Die Resonanzfrequenz der Konstruktion liegt zwischen 7 Hz und 15 Hz. Zwischen diesen beiden Schalen ist eine 5 cm dicke Mineralfaserplatte mit einem Raumgewicht von etwa 100 kg/m³ auf die Rohbaukonstruktion aufgeklebt und mit einer schweren unporigen Folie abgedeckt. Diese Folie verhindert einmal die Schallbrückenbildung zwischen Vorsatzschale und Rohbaukonstruktion. Sie dient gleichzeitig auch als Dampfsperre an den Außenwänden.

### 2.2. Fußboden

Der Fußboden des Studios ist als schwimmender Estrich verlegt. Eine elastische Zwischenschicht, bestehend aus Trittschalldämmplatten und Holzwolle-Leichtbauplatten von 10 cm Dicke, trägt einen 10 cm dicken Rohestrich. Durch den Belag erhöht sich die Dicke des Estrichs auf etwa 14 cm. Der Estrich ist von der Innenschale durch einen körperschallisolierenden Randstreifen getrennt.

Sicherlich ist diese konventionelle Estrichkonstruktion kostengünstiger als etwa ein aufgeständerter Boden. Das Problem der Zuführung der Elektroinstallation zu den Betriebseinrichtungen im Studio wurde durch estrichbündige Kabelkanäle gelöst. Diese sind mit einer entdröhnten Stahlplatte abgedeckt und für Nachinstallationen von oben her zugänglich.

### 2.3. Decke

Ebenso wie Wände und Boden sollte die Studiodecke eine frei vor der Rohbaudecke angebrachte schalldämmende Vorsatzschale sein. Es wurden mehrere Lösungen untersucht, wobei im Vordergrund

der Betrachtungen die Forderung stand, zwischen innerer und äußerer Decke konstruktive Verbindungen zu vermeiden. In enger Zusammenarbeit der Beteiligten, insbesondere mit der Abteilung Zentraltechnik, wurde eine Leichtdeckenkonstruktion entwickelt, bestehend aus einem profilierten Stahlblech, Materialdicke 1,4 mm, mit einem unterseitigen schweren Belag von etwa 30 mm Dicke. Dieser Belag ist ein Mörtel im Mischungsverhältnis 1/3,5 mit Zusatz der Kunststoffdispersion Acronal. An Musterblechen wurde der Verlustfaktor bestimmt. Er liegt bei etwa 0,09 und damit in einer Größenordnung, wie man sie bei Blechen erhält, die durch eine Sandauflage entdröhnt sind.

Der dynamische Elastizitätsmodul der Konstruktion beträgt etwa $9{,}3 \cdot 10^9$ N/m². Insgesamt nähert sich die Dämmkurve dieser Vorsatzschale der idealen Kurve, die sich aus dem Bergerschen Massengesetz ergibt. Die bei homogenen Betonplatten normalerweise auftretenden Einbrüche in der Dämmkurve im Bereich der Koinzidenzfrequenz deuten sich bei dem vorliegenden Material nur leicht an. Mit einem Flächengewicht von etwa 60 kg/m² ist die Vorsatzschale sehr viel leichter als eine 10 cm dicke Betonplatte. Der Abstand zwischen Rohbaukonstruktion und Vorsatzschale mußte, um die Resonanzfrequenz tiefzulegen, selbstverständlich entsprechend vergrößert werden. Dies war insofern leicht möglich, als das tragende Stahlfachwerk ohnehin eine bestimmte Konstruktionshöhe benötigt.

Welche Pegeldifferenz zwischen einem Studio und einem allgemeinen Betriebsraum, in diesem Fall der Küche des Hauses, mit der vorbeschriebenen Konstruktion zu erreichen ist, zeigt **Bild 2**. Die mittlere Pegeldifferenz beträgt ca. 77 dB. Das Schalldämmmaß wurde nicht berechnet, da unter anderem die Trennfläche zwischen beiden Räumen nicht eindeutig definierbar ist. Die Dämmkurve zeigt den erwarteten Anstieg im unteren Frequenzbereich. Hier entspricht die Dämmkurve etwa denjenigen Kurven, die in der Literatur für vergleichbare Konstruktionen angegeben werden. Der Kurvenverlauf oberhalb 500 Hz ist darauf zurückzuführen, daß nicht genügend Sendeenergie für einen ausreichenden Störabstand zum Grundpegel zur Verfügung stand. Dies gilt auch für alle im folgenden gezeigten Kurven.

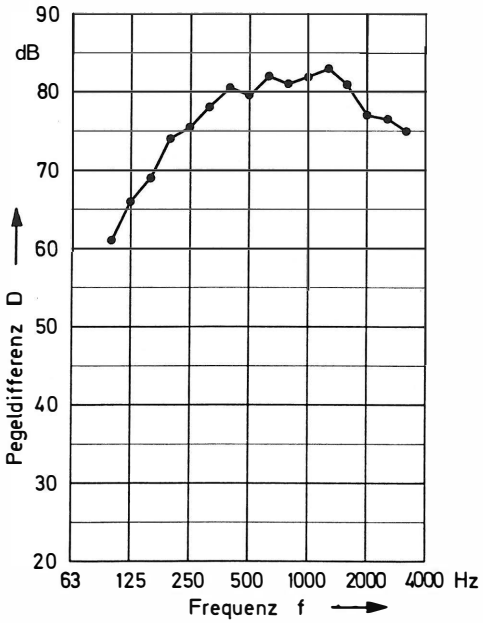



**Bild 2**

**Pegeldifferenz zwischen dem zum Studios 10 gehörenden Tonträgerraum und der darüber liegenden Küche**

### 2.4. Kabeldurchbrüche im Studiobereich

In der Praxis ist die konsequente Haus-in-Haus-Konstruktion nicht durchführbar. Eine große Zahl von Durchbrüchen für Kabeleinführungen, Lüftungsdurchführungen, aber auch Türen und Regiefenster mindern das Schalldämmaß der Konstruktion. Hauptaufgabe ist es, diese Durchbrüche so abzudichten, daß das mittlere Schalldämmaß der Wand bzw. Decke nicht wesentlich gemindert wird.

Dies soll an 2 Beispielen für die Elektroinstallation dargestellt werden.

Für die Durchführungen der Starkstrominstallation waren ursprünglich gelochte Betonfertigteile entworfen worden. Wegen der zum Teil erheblichen Biegeradien der Kabel wurden später gelochte Stahlplatten mit angeschweißten Rohren verwendet. Die Rohre erhöhen den Massenwiderstand der mitschwingenden Luft in den Öffnungen der Blechplatte. Deshalb beträgt das mittlere Schalldämmaß der Wand bereits bei offenen Rohren 55 dB und erhöht sich auf

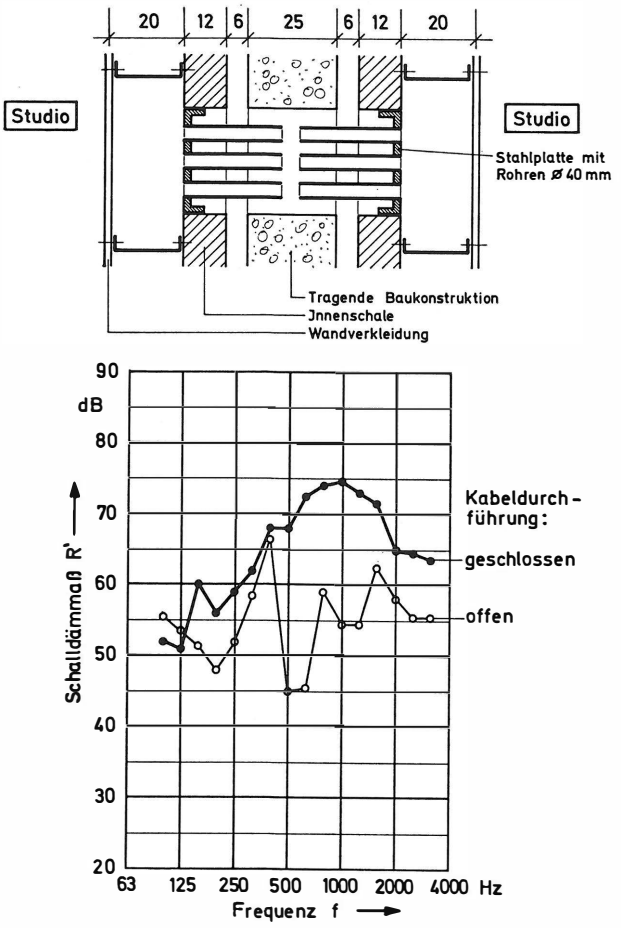



**Bild 3**

**Kabelführung durch Stahlrohre**

65 dB bei Rohren, die mit dauerelastischer Dichtungsmasse geschlossen sind (**Bild 3**).

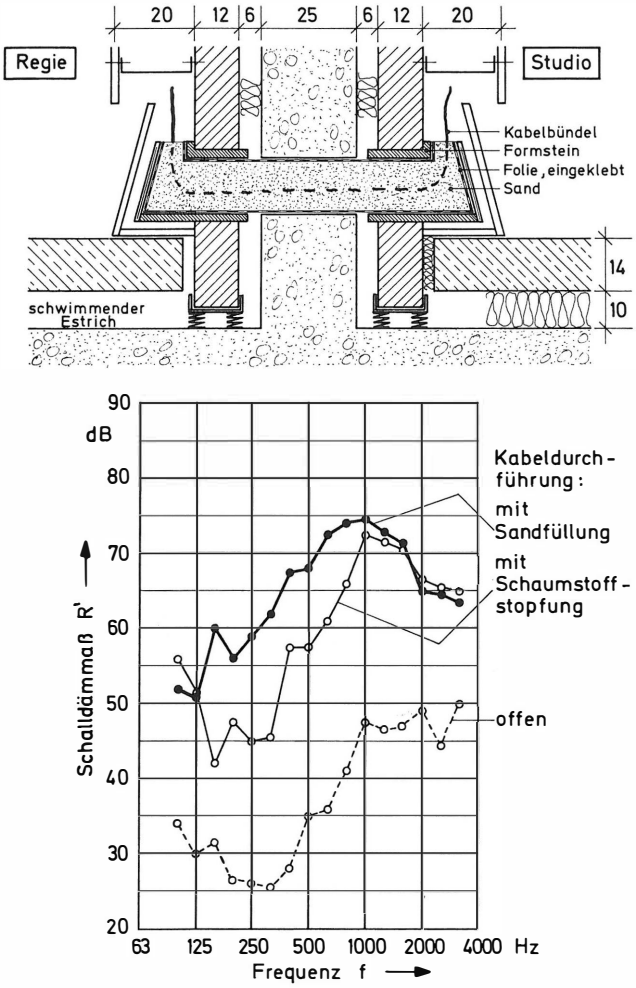



**Bild 4**
**Durchführung für Niederfrequenzleitungen**

Für die Niederfrequenzleitungen wurde eine Kabelwanne aus Betonformsteinen entwickelt, die in die Studioinnenschalen fest eingesetzt ist. Die Wanne wurde mit einer Folie ausgeklebt. Bei völlig offener Wanne, jedoch mit Kabelinstallation, beträgt das mittlere Schalldämmaß nur 37 dB. Verstopft man die Wanne mit Schaumstoff, so erhält man, wie das Diagramm zeigt, bereits ein Schalldämmaß von 59 dB. Verschließt man die Wanne mit geglühtem Quarzsand, so erreicht die Studiowand ihr volles Schalldämmaß von 65 dB (**Bild 4**). Man hat damit die Möglichkeit, in Wänden mit geringeren Anforderungen, jedoch häufigem Bedarf für Nachinstallationen, z. B. zwischen Tonträger und Regie, mit einfachen Mitteln die Wanne abzudichten und in anderen Fällen, z. B. zwischen Regie und Sprecherraum, die maximal mögliche Dämmung zu erreichen.

In einigen Sprecherräumen, die an der Außenwand und über dem Straßenniveau liegen, war vom SDR gefordert worden, Fenster einzubauen. Diese Fenster sollten übliche Abmessungen besitzen.

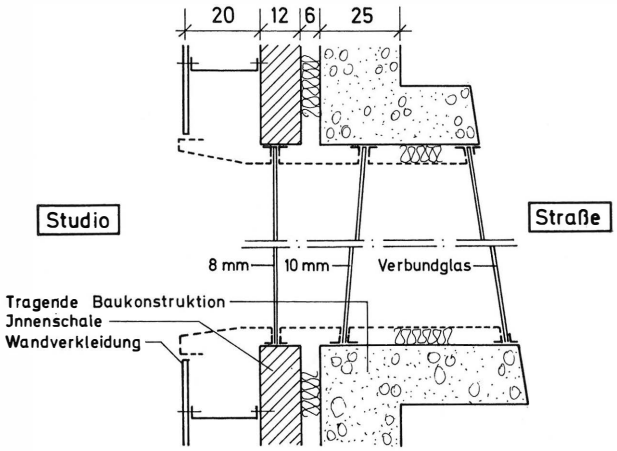
In **Bild 5** ist der konstruktive Aufbau des Fensters gezeichnet. Die gemessene Pegeldifferenz beträgt 72 dB. Zum Vergleich erreicht ein Normalfenster im Wohnungsbau etwa 25 dB, in Ausnahmefällen bei sogenannten Schallschutzfenstern etwa 40 dB.

### 2.5. Klimatisierung des Studios

Für die Studios wurde aus Platzgründen eine Zweikanal-Hochdruckanlage gewählt. Kalte und warme Luft wird in getrennten Kanälen mit geringen Querschnitten, also hohen Strömungsgeschwindigkeiten, bis vor das Studio geführt, in einem Kasten gemischt und in das Studio geleitet.

In den Hochdruckkanälen treten Strömungsgeschwindigkeiten von 10 m/s bis 15 m/s, in den Regeleinrichtungen der Mischkästen zum Teil Strömungsgeschwindigkeiten von 25 m/s auf.

Es war in diesem Fall also nicht so sehr die Aufgabe, das Ventilatorengeräusch vom Studio fernzuhalten, als die Ausbreitung von Sekundärgeräuschen zu verhindern, die im Kanalnetz und in den Regeleinrichtungen der Lüftungsanlage unmittelbar vor den Studios entstehen. Durch Einschaltung eines dämmend gekapselten Schalldämpfers zwischen Mischkasten und Luftverteilungssystem Studio sowie durch körperschallisolierende Auftrennung der Ka-



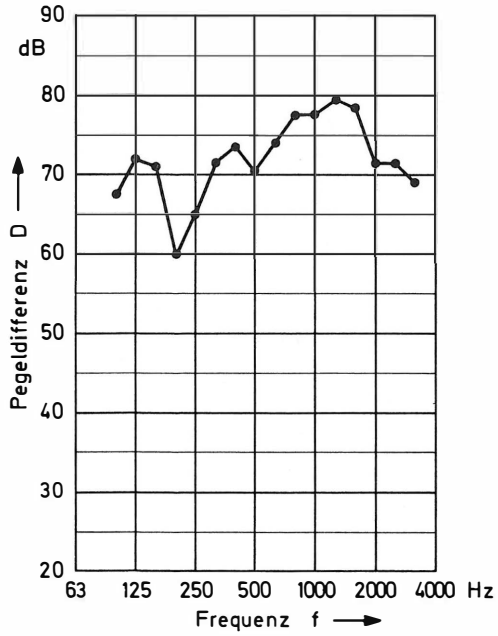




**Bild 5**
**Schalldämmende Fenster**

näle gelang es, diese Sekundärgeräusche auf das gewünschte Maß herabzusetzen.

Innerhalb der Studioinnenschale wird die Luft in eine nahezu über die ganze Studiodecke reichende Druckglocke geleitet und durch Schlitzschienen zwischen den Lamellen mit 2 m/s bis 3,3 m/s ins Studio geblasen.

Für die Sprecherräume und die Aufnahmestudios war die von der ARD empfohlene Grenzkurve Grundlage der Planung. Die Kurve für Rundfunkstudios entspricht einem Gesamtpegel von ca. 14 dB(A). Bei Kontrollmessungen in Studios und bei Vollastbetrieb der Anlage wurden Störpegel von 12 dB(A) bis 14 dB(A), in wenigen Ausnahmefällen von 16 dB(A) gemessen.

## 3. Netzersatzanlage

Aus den verschiedensten Gründen wurde die Netzersatzanlage zentral in die Mitte des Gebäudes gelegt. Es sind drei Notstromdiesel mit einer Leistung von je etwa 800 kVA eingebaut. Verbrennungsluft und Kühlluft für den Raum werden aus einem Innenhof angesaugt, an dem Büroräume gelegen sind. Die Abgase werden über Rauchgas-Schalldämpfer in einen separaten Schacht über das Dach des Hochhauses, Bauteil Axel, geführt.

Wie in **Bild 6** dargestellt, erzeugen die drei Aggregate im Teillastbetrieb in der Notstromzentrale einen Pegel von 102 dB(A). Im darüberliegenden Büro der Hausdruckerei ist das Dieselgeräusch nicht mehr vom Störpegel zu trennen; es wurden 26 dB(A) gemessen. Der geknickte Schalldämpfer in der Ansaugöffnung reduziert den Störpegel des Dieselraumes von 102 dB(A) auf 55 dB(A) im Innenhof, das heißt, auf einen Wert, der tagsüber vom Straßenverkehrslärm ohnehin erreicht wird.

Das Diagramm zeigt die Pegeldifferenz zwischen Notstromzentrale und Büro, gemessen mit den laufenden Aggregaten. Die tatsächliche Pegeldifferenz ist mit Sicherheit größer. Erreicht wurde diese Luftschallisolation durch eine Vorsatzschalenkonstruktion, wie sie in den Rundfunkstudios angewandt wurde.

Die Schallübertragung erfolgt im Falle des Diesels nicht nur über den Luftschallweg, sondern solche Maschinen erzeugen auch beträchtliche Körperschallpegel in der Konstruktion. Daher sind die Diesel körperschallisoliert aufgestellt worden.

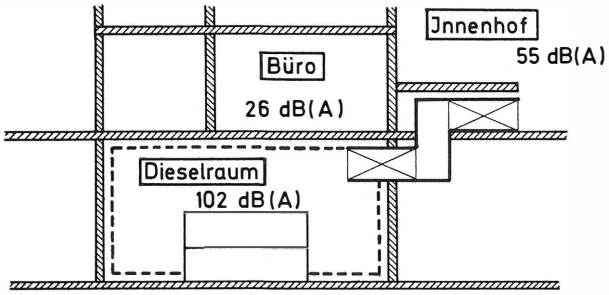
Das etwa 7000 kg schwere Aggregat ist starr auf einem gleichschweren Stahlbetonfundament befestigt. Darunter befindet sich eine doppeltelastische Lagerung aus Stahlfederisolatoren, einem Zwischenfundament mit einem Gewicht von 12 000 kg und Stahlfederkörpern mit Viskosedämpfung.

## 4. Raumakustische Maßnahmen

### 4.1. Sprecherstudios

Wichtiger als die Fragen der Schallisolation waren die Probleme der Raumakustik bei Entwurf und Bauausführung.

Bereits der Vorentwurf zeigte Studios mit fünfeckigen Grundrissen. Der Vorteil ist, daß ein Fünfecksystem erlaubt, um einen zentralen Regieraum viele Studioräume anzuordnen, die von dem ebenfalls zentralliegenden Regietisch überblickt werden können. Akustisch ist diese Anordnung ebenfalls außerordentlich günstig, weil parallele Wände vermieden werden und bereits ohne studiotypische Einbauten wie schallzerstreuende Körper an den Wänden ein diffuseres Schallfeld als in einem rechteckigen Raum erzeugt werden kann.



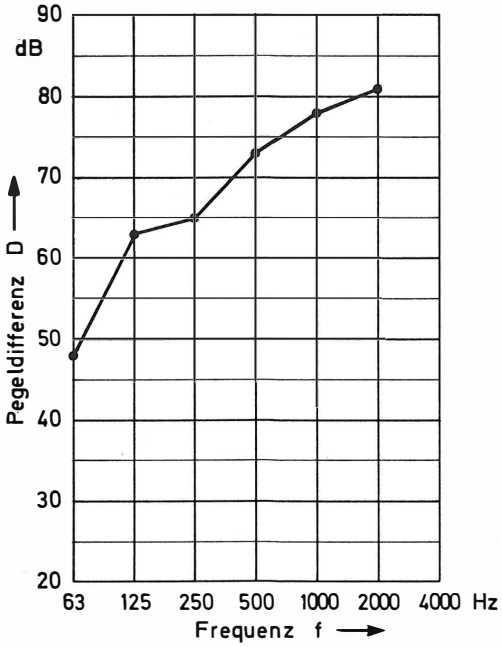




**Bild 6**
**Pegeldifferenz zwischen Dieselraum und darüber liegendem Büro**

Eine gewisse Schwierigkeit bei der Planung ergab sich daraus, daß die Anforderungen an die gleichmäßige Verteilung der Luft und die Einführung der Luft tief in den Raum hinein die Freiheit der raumakustischen Gestaltung der Decke erheblich einschränkte. Weitere konstruktive Vorgaben waren der hohe Sockel für die Abluft und die Kabelinstallation sowie die unmittelbar unter der Decke angeordnete lichtreflektierende Blende der indirekten Beleuchtung.

Für raumakustische Maßnahmen standen nur die Wandflächen zwischen Sockel und Lichtblende zur Verfügung. Diese Flächen wurden mit einer schalltransparenten Abdeckung (ca. 20 %) aus geschlitzten Sperrholzplatten des Typs Esomodulator abgedeckt. Die Abdeckung befindet sich wegen der indirekten Beleuchtung in einem Abstand von 10 cm bis stellen-

weise 30 cm vor der Innenschale. Kontrollmessungen während der Bauausführung haben gezeigt, daß durch die Decke und durch die Abdeckung der Wand mit diesem Strömungswiderstand in einem großen Abstand die Nachhallzeit bereits in einem Bereich liegt, der für Sprecherstudios angemessen ist. Bei der Konstruktion der Wandverkleidung wurde darauf Wert gelegt, daß die Schlitzplatten leicht aushängbar sind. Es ist also möglich, Feinjustierung der Nachhallzeit ohne einen aufwendigen Abbau der Plattenkonstruktion vorzunehmen. Solche Feinjustierungen wurden in kleinen Sprecherstudios durchgeführt, und zwar dadurch, daß in den Raumecken Mineralfasermaterial von 5 cm bis 10 cm Dicke und zum Teil mit Abstand vor der harten schallreflektierenden Innenschale angebracht wurde.

In mittelgroßen Studios wurden bei mittleren Frequenzen Nachhallzeiten von etwa 0,3 s, in kleinen Sprecherstudios bei mittleren Frequenzen solche von 0,25 s und in großen Hörspielstudios Nachhallzeiten zwischen 0,5 s und 0,6 s gemessen.

Es ist bekannt, daß Nachhallzeitangaben in stark bedämpften Räumen sehr problematisch sind. Die Nachhallzeit ist jedoch mit geringem Aufwand meßbar.

#### 4.2. Reflexionsarme Räume, Hörspielproduktion

In den Produktionsstudios ist neben dem Sprecherstudio und einem Hörspielstudio jeweils ein reflexionsarmer Raum für Aufnahmen unter Freifeldbedingungen vorgesehen. Die schallabsorbierende Auskleidung eines solchen Raumes muß nicht die Anforderungen erfüllen, die an einen Raum für Meßzwecke gestellt werden. Die Grenzfrequenz des Raumes liegt bei etwa 200 Hz bis 300 Hz. Sie ist als diejenige Frequenz definiert, bei der der Reflexionsfaktor kleiner als 0,1 ist, das heißt bei der 99 % der auf die Wand auftreffenden Energie absorbiert wird. Zum Vergleich liegt die Grenzfrequenz in reflexionsarmen Meßräumen bei etwa 50 Hz bis 70 Hz.

Da Grenzfrequenz und Dicke der Auskleidung in einer direkten Beziehung stehen, kann dadurch, daß die Grenzfrequenz heraufgesetzt wird, die Verkleidungstiefe vermindert werden, was eine beträchtliche Kosteneinsparung bewirkt. Im vorliegenden Falle war es möglich, eine Gesamtkonstruktionstiefe von etwa 50 cm zu erreichen. Unmittelbar auf der schallharten Innenschale sind keilförmig Mineralfaserplatten unter einem Winkel von etwa 45° angeordnet. Durch Verwendung von Platten unterschiedlichen Strömungswiderstandes wurde die notwendige allmähliche Anpassung erreicht. Die „Keile" sind mit abnehmbaren Rahmen abgedeckt, die mit Glasseidengewebe bespannt und mit einem Drahtgeflecht (Maschenweite 1 cm x 1 cm) gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind.

#### 4.3. Studiosaal (Großer Sitzungssaal)

In einem freistehenden Baukörper ist ein etwa 200 Personen fassender Saal errichtet worden, der vornehmlich für Konferenzen genutzt werden soll, jedoch können nach Aufbau einer kleinen Bühne auch öffentliche Veranstaltungen stattfinden. Die Wände sind mit Holzspanplatten verkleidet und erbringen bereits ohne schallabsorbierende Hinterlegung die erforderliche Absorptionsfläche im tiefen Frequenzbereich bis etwa 160 Hz. An der Decke sind unter den Klimarohren reflektierende Elemente aus Holzplatten aufgehängt, in denen die Beleuchtungskörper und die Zuluftauslässe untergebracht sind. In der ersten Planungsphase, in der der Saal ausschließlich auf die Bühne orientiert war, waren die Elemente gegen die Rückwand fallend geneigt. Sie wurden später in horizontale Position gebracht, als sich abzeichnete, daß die Nutzung dieses Raumes als Konferenzsaal im Vordergrund steht. Über dem Eingang sind Kabinen für Bild- und Filmprojektion, ein kleiner Regieraum sowie drei Dolmetscherkabinen für eine Simultandolmetscheranlage untergebracht.

Der Grundriß des Raumes ist im Untergeschoß fünfeckig, so daß zusammen mit der durch die Technikräume stark aufgelösten Rückwand ein sehr diffuses Schallfeld entstehen kann. Schallabsorbierende Flächen für mittlere und hohe Frequenzen sind in den Deckenrandbereichen vorhanden. Nachhallzeitmessungen im unbesetzten Raum ergaben bei mittleren Frequenzen eine nahezu frequenzunabhängige Nachhallzeit von etwa 0,9 s bis 0,95 s, die bei tiefen Frequenzen auf 0,7 s bis 0,8 s absinkt.

Je nachdem wie stark der Saal besetzt ist, wird die Nachhallzeit im mittleren Frequenzbereich ähnliche Werte annehmen. Damit ist der Saal sowohl für Konferenzen als auch für Kammermusikveranstaltungen geeignet.

# SIMULATION VON BETRIEBSABLÄUFEN IM RUNDFUNK AM BEISPIEL EINES RATIONALISIERTEN HÖRFUNKBETRIEBES MIT RECHNERGESTEUERTEN TEILABLÄUFEN

VON HORST NEUHÄUSSER UND KLAUS VOIGT[1]

Manuskript eingegangen am 25. April 1978

Automation

## Zusammenfassung

Durch Erweiterung der Sendezeit, Einführung von Regionalprogrammen und steigendes Angebot der Schallplattenindustrie sind in den Hörfunkbetrieben in den letzten Jahren Mehrbelastungen angefallen. Beim Süddeutschen Rundfunk wurde deshalb ein System entworfen, das verschiedene Betriebsabläufe wie Programmplanung, Vorbereitung, Durchführung und nachgelagerte notwendige Arbeiten einfacher und rationeller gestalten soll.

Es wird der Aufbau eines Computer-Simulationsmodells beschrieben. Aus einer ereignisorientierten und einer kostenorientierten Simulation werden Vergleiche mit dem IST-Zustand gezogen.

## Summary **Simulation of routine operations in broadcasting, using the example of a rationalised sound-broadcasting service with computer-control of some of the operations**

The prolongation of transmission schedules, the introduction of regional programmes and the increasing contribution of the record manufacturers have in recent years placed increasing loads on the sound-broadcasting services. The Süddeutscher Rundfunk has, therefore, developed a system intended to simplify and, to some extent, rationalise the various routine operations, such as programme planning, preparation and transmission, as well as the work necessary afterwards.

The paper describes the development of a computer simulation model. Event-orientated and cost-orientated simulations are compared with the existing situation.

## Sommaire **Simulation de l'exploitation en radiodiffusion, en prenant l'exemple d'une chaîne de radio rationalisée avec commande de certaines fonctions par un ordinateur**

L'augmentation de la durée d'émission, l'introduction de programmes régionaux et l'importance croissante du disque ont augmenté au cours des quelques années écoulées le volume du travail auquel doivent faire face les organismes de radio. Le Süddeutscher Rundfunk a donc mis au point un système destiné à simplifier et à rationaliser dans une certaine mesure les différentes opérations courantes telles que l'établissement des grilles de programmes, le préparation et l'émission, ainsi que les travaux qui ont lieu après l'émission.

L'article décrit l'étude d'un modèle de simulation sur ordinateur. Des simulations orientées vers l'exploitation et vers l'examen des coûts sont comparées avec la situation actuelle.

## 0. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten ist durch die Ausweitung der Programme und Sendezeiten der hierfür notwendige Mitarbeiterstab im Hörfunk ständig gewachsen. Daher mußten ursprünglich zusammengefaßte Tätigkeiten auf mehrere Personen und Gruppen aufgeteilt werden, wobei die organisatorischen Voraussetzungen im Betriebsablauf jedoch in ihrer ursprünglichen Form erhalten blieben.

Vergegenwärtigen wir uns am Beispiel des Süddeutschen Rundfunks, wie sich die Leistungen des Hörfunks gesteigert haben: In den letzten 12 Jahren wurde die Sendezeit um 39,5 % erweitert. 1969 sendete der SDR 14 941 Stunden, 20 843 Stunden im Jahre 1977. Dies bedeutet, daß sich die durchschnittliche tägliche Sendezeit in diesem Zeitraum von 40,9 auf 57 Stunden erhöht hat. Diese quantitative Steigerung ist um so beachtlicher, da sie mit einer für alle Hörer erkennbaren inhaltlichen Erweiterung des Programms einherging. So ist heute das Angebot in vielen Programmbereichen wesentlich größer als je zuvor, die Bedeutung des Hörfunks gegenüber dem Fernsehen wurde gefestigt, Regionalprogramme wurden eingeführt, die Zeit für die Informationsverarbeitung hat sich im Interesse der Aktualität verkürzt.

Für die Hörer nicht erkennbar, haben sich für die Mitarbeiter des Archivs wesentlich höhere Anforderungen ergeben, was durch einige Zahlen eindringlich verdeutlicht wird. 1971 wurden im Schallarchiv des SDR 10 812 Titel der Unterhaltungsmusik als Neuzugänge archiviert und katalogisiert. 1972 waren es 21 545, also fast die doppelte Anzahl. 1973 stieg die Zahl mit 29 730 Musiktiteln auf das 2,75fache. Zur Zeit werden die jährlich von der Schallplattenindustrie angebotenen Titel auf ca. 50 000 geschätzt. Das bedeutet, daß das Angebot in den letzten 7 Jahren auf das 4,6fache angestiegen ist und die Mitarbeiter des Archivs zusätzlich belastet. Zu diesen quantitativen Mehrbelastungen kommen noch durch das Regelwerk bedingte höhere Anforderungen an qualitativen Mehrleistungen.

Wohin diese Entwicklung schließlich führt, ist noch nicht abzuschätzen. Fest steht, daß der Rundfunk in diesem Bereich von der Produktion der Schallplattenindustrie beeinflußt wird.

In gleichem Maße wie die Archivmitarbeiter werden auch die Musikredakteure, besonders die der leichten Musik, mehr beansprucht; denn um das Material zu sichten und abzuhören, wird zunehmend mehr Zeit benötigt. Eine weitere Regionalisierung wird mit Sicherheit die Belastungen gleichfalls erhöhen. Inwieweit in naher Zukunft die Möglichkeiten der Programmverteilung durch zusätzliche Satellitenkanäle die Rundfunkanstalten außerdem beanspruchen werden, läßt sich noch nicht abschätzen.

Mit dieser Aufzählung der Mehrbelastungen des Hörfunkbetriebes soll verdeutlicht werden, wie notwendig es ist, darüber nachzudenken, wie Betriebs-

[1] Horst Neuhäußer ist Leiter der Abteilung Zentraltechnik beim Süddeutschen Rundfunk, Stuttgart; Dipl.-Ing. Klaus Voigt ist Leiter des Arbeitsbereiches Automationstechnik Hörfunkstudio im Institut für Rundfunktechnik, München.

abläufe, z. B. Programmplanung, Vorbereitung, Durchführung und nachgelagerte notwendige Arbeiten, wie Abrechnung, durch besondere Hilfsmittel einfacher und rationeller gestaltet werden können.

Deshalb geht es also nicht, wie oft angenommen, nur um die Einsparung von Betriebskosten, sondern vor allem darum, mit den steigenden Anforderungen fertig zu werden.

## 1. Systemplanung

Unter diesen Aspekten wurde beim SDR ein System entworfen, das die Bereiche Datenerfassung, Sendelaufplanschreibung, Tonträgerbereitstellung, Sendeabwicklung sowie Honorar- und Lizenzabrechnung umfaßt. Voraussetzung war dabei, daß Teillösungen nur als Bausteine einer Gesamtplanung des ganzen Systems Hörfunk begonnen werden dürfen, um zu einer optimalen Lösung für den Gesamtbereich zu kommen. Eine sinnvolle Planung, die Rundfunkbereiche unter Berücksichtigung der neuesten technologischen Komponenten und Automationshilfen umzugestalten, ist sehr komplex und oft nicht ohne weiteres überschaubar. Deshalb ist es notwendig und Aufgabe der Planungstechnik, sich Simulationsmodelle zu schaffen, an denen die Auswirkungen bestimmter Planungsideen durchgespielt und bemessen werden können, bevor viel Geld in eine Detailplanung gesteckt wird, bei der unter Umständen erst ganz zum Schluß die Erkenntnis gewonnen wird, daß dieser geplante Arbeitsablauf in der Praxis nicht durchführbar ist. Dafür gibt es auch innerhalb des Rundfunks Negativbeispiele.

### 1.1. Simulationsmodelle

Der Aufbau von Computer-Simulationsmodellen und die Durchführung von Experimenten auf dem Rechner sind aus den dargelegten Gründen außerhalb des Rundfunks schon weitverbreitete Techniken [3], die es erlauben, Problemstellungen zu bearbeiten, die wegen ihrer Komplexität oder wegen anderer Gründe einer analytischen Behandlung nicht zugängig sind. Hier zeichnet sich die Simulation durch die Einfachheit ihrer Anwendung aus. Sie muß jedoch unbedingt auf drei Pfeilern stehen:

- klare Modellbildung,
- statistische Grundlagen,
- Modellimplementation auf dem Computer.

Allen drei Komponenten muß die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden, wenn letztlich aussagekräftige Resultate erwartet werden sollen. Am Beispiel der Simulation eines zukünftigen, vom Süddeutschen Rundfunk konzipierten Hörfunkbetriebes, soll nachfolgend dargestellt werden, auf welche Art sie durchgeführt worden ist. Dabei werden zugleich Erfahrungen über den Einsatz automatischer Kassettenarchive vermittelt.

### 1.2. Modellbildung

Die Modellbildung beginnt damit, die zu betrachtenden Bereiche gegenüber der Umwelt abzugrenzen. Das heißt, man muß sich darüber klar werden, welche Bereiche im Modell abgebildet werden sollen und welche noch verbleibenden Einflußgrößen zur Umwelt bestehen.

Abgebildet werden in diesem Beispiel:

- die Musikredaktionen mit ihren Aktivitäten zur Erstellung eines Sendelaufplans;
- das Schallarchiv mit seinen Aktivitäten zur Bereitstellung der Tonträger (Platten, Bänder) für die Sendung und den Aktivitäten zur Unterstützung der Redaktionen in Form der Anlage von Katalogen, Neuheitenlisten und deren Weitergabe;
- die eigentliche Sendeabwicklung mit ihren Aktivitäten zur Abspielung der Tonträger und zur Programmgestaltung durch den Sprecher bzw. den Redakteur in der Sendung;
- die Honorar- und Lizenzabrechnung mit ihren nachgelagerten Aktivitäten zur Abrechnung der GEMA- und GVL-Gebühren.

Alle anderen Bereiche im Hörfunk (z. B. Produktionen, Redaktionssitzungen, Außenübertragungen usw.) gelten in unserem Beispiel als Umwelt und liefern höchstens Eingangsgrößen. Zusätzlich soll aber als technologische Neuheit untersucht werden, welchen Einfluß der Einsatz eines automatischen Kassettenspeichers zur Sendung von immer wiederkehrenden Titeln der leichten Unterhaltungsmusik auf den Gesamtbetrieb haben würde.

### 1.3. Aktivitäten in einem zukünftigen Hörfunkbetrieb

Die chronologische Beschreibung der Arbeitsabläufe ist eine bewährte Methode, dem zunächst unbefangenen Leser ein Planungsmodell vorzustellen. Was ist notwendig, damit z. B. eine Schallplatte zur Sendung gelangt? Zunächst soll angenommen werden, daß die Platte bereits im Haus lagert und ihre Daten über eine Datenbank im schnellen Zugriff abrufbar sind.

#### 1.3.1. Redaktion

Die Musikredaktion ist der Ausgangspunkt, die nun zu betrachtenden Aktivitäten zu veranlassen. Sie benutzt z. B. die Musikdatenbank, um eine Sendung zu gestalten. Der Redakteur oder sein Mitarbeiter wählt auf dem Terminal, das ihm den Dialog mit der Musikdatenbank und eine automatische Sendelaufplanerstellung erlaubt, Tageszeit, Tag und Monat für die zu erstellende Sendung. Die elektronische Datenverarbeitung übernimmt vollautomatisch und maschinenlesbar das Schreiben des Sendelaufplankopfes. Durch Eingabe der Archivnummer oder auch der Musikverlagsnummer von Titeln, die zur Sendung gelangen sollen, wird bei minimalem Arbeitsaufwand für die Redaktion der Sendelaufplan erstellt, wobei hier vom prozeßorientierten Dialogverkehr Mensch–Rechner unter Berücksichtigung aller eventuell schon bekannten Daten eines Musiktitels Gebrauch gemacht wird. Ein Beispiel dafür wird in **Bild 1** gezeigt. Ähnliches ist z. B. bereits als Teilproblem im System SELAP [1, 2] realisiert. Ist der für die Sendung vorgegebene Zeitraum (Sendeblock) mit den vom Redakteur ausgewählten Titeln gefüllt und eventuell noch mit Ansagetexten und Informationen zur Sendungsgestaltung ergänzt, so wird dieser Sendelaufplan im Rechnersystem der EDV abgelegt. Dem Redakteur wird ein maschinengeschriebenes Protokoll für diesen Sendeblock übergeben, wobei bereits während der Füllung des Sen-

```
Sendelaufplan : Sueddeutscher Rundfunk Programm : 3;

Wochentag der Sendung : Montag;

Datum der Sendung : 17. April 78;

Uhrzeit der Sendung von : 8:05 bis : 9:00;

Titel des Sendeblocks : Mit Musik geht alles besser
Typ:NU      Betriebsart : Stereo

verantwortlicher Redakteur : Mueller Klaus;
                Sprecher : Meier H;
                Kostenstelle : 377 A;


1.Beitrag : Mikrofon / Tontraeger : Jo;

Archiv Nr.: /;
Verlags Nr.: PS 4771/A;

Titel : Es geht ein Zug nach Nirgendwo;
Komponist : Kurt Edel;
Interpret : Udo Kleinschmidt;
Spieldauer : 3:25;                    Restzeit : 51:35

weiterer Beitrag ? ja/ nein : ja;

2.Beitrag : Mikrofon / Tontraeger : Jo;

Archiv Nr.: PL 5871/8/5;

Titel : River Kwai Marsch
Komponist : M.Arnold
Interpret : Mitch Miller Orchester
Spieldauer : 3:25                     Restzeit : 48:10

weiterer Beitrag ? ja / nein : ja;
        :
```

**Bild 1**
**Prozeßrechnergesteuerte automatische Sendelaufplanerstellung**
(Redaktionseingaben „handschriftlich")

deblocks angezeigt wird, ob die ausgewählten Titel sich schon in einem noch näher zu beschreibenden Musikspeicher (automatisches Kassettenarchiv) befinden ober ob sie sich zum Zeitpunkt der vorgesehenen Sendung gerade in einem anderen Programm befinden werden. Der Redakteur kann dann wählen, ob er

a) auf einen anderen Titel ausweichen,
b) seine eigene Platte mit in die Sendung geben oder
c) nichts unternehmen will.

Im Fall c) dupliziert das System automatisch diesen Titel auf eine freie Kassette und löscht ihn nach der Sendung wieder.

#### 1.3.2. Schallarchiv

Eine Folgeaktivität löst der erstellte Sendelaufplan im Schallarchiv unter dem Begriff „Tonträgerbereitstellung" aus. Hier wird im Dialog mit der elektronischen Datenverarbeitung festgestellt, ob die zur Sendung vorgesehenen Titel schon im Musikspeicher sind; wenn nicht, werden die noch fehlenden Tonträger aus dem Archiv hinzugefügt. An einem automatisiert betriebenen Überspielplatz werden alle Titel aus dem Bereich der leichten Musik mit einer Laufzeit kleiner als 7 Minuten auf Kassette überspielt und im Musikspeicher abgelegt. Gleichzeitig werden ein eventueller Pegelkorrekturwert [4] und die genaue Laufzeit erfaßt und dem Datensatz dieses Titels angehängt. Beide Werte sind später für eine automatische Sendeabwicklung unerläßlich, wenn die Qualität handgesteuerter Sendeabläufe erreicht werden soll. Nicht einzuspeichernde Titel, Wortbänder, ernste Musik und übriges werden wie bisher für die Sendung bereitgestellt.

#### 1.3.3. Sendung

Die nächste Folgeaktivität wird die eigentliche Sendung unter dem Begriff „Sendeabwicklung" sein. Von den Technikern im Abspielraum werden die noch manuell abzuspielenden Tonträger auf die dafür bereitstehenden Maschinen aufgelegt, wobei durch den Musikspeicher – in dem alle Titel unter 7 Minuten Dauer eingespeichert und durch den Prozeßrechner der automatischen Sendeabwicklung abrufbar sind – eine große Entlastung erreicht wird. So ist damit die Möglichkeit gegeben, den Technikern auch Kontrollaufgaben für die drei laufenden Programme zu übertragen. Der Start der Titel zum gewünschten Zeitpunkt erfolgt durch den Prozeßrechner der automatischen Sendeabwicklung, mit dem der Programmführer (Sprecher) über ein prozeßorientiertes „intelligentes Tastenfeld" in Verbindung steht. Alle bisher bekannten Übergangsformen zwischen Wortbeiträgen und Musiktiteln in einer Sendung lassen sich hierbei unkompliziert darstellen.

#### 1.3.4. Abrechnung

Die letzte zu betrachtende Folgeaktivität wird in der Honorar- und Lizenzabteilung bei der GEMA- und GVL-Abrechnung ausgelöst. Durch die automatisierte Datenerfassung bei Sendelaufplanschreibung, Tonträgerbereitstellung und automatischer Sendeabwicklung sind alle zur Abrechnung notwendigen Daten in der EDV abgelegt. In einem Rechenvorgang werden die für die GEMA- und GVL-Meldung relevanten Daten, wie z. B. Sendetag, Abspieldauer, Titelkennzeichnung und angeschlossene Sender vollautomatisch auf dem Meldeband zusammengestellt.

### 1.4. Systemkomponenten

In den einzelnen Bereichen wurden bei der Behandlung der auszuführenden Aktivitäten technische Einrichtungen zugrunde gelegt, die im einzelnen beschrieben werden müssen, damit eine Abschätzung der für ihren Aufbau notwendigen finanziellen Aufwendungen möglich ist.

#### 1.4.1. Musikspeicher

Eine Analyse der Nutzung des Musikbestands beim Süddeutschen Rundfunk hatte ergeben, daß eine vollständige Kassettierung aller Musiktitel eines Rundfunkschallarchivs nicht kostengünstig sein kann. Davon ausgehend, daß der Arbeitsaufwand für das Umspielen eines Titels von Platte oder Band auf Kassette erst dann positiv genutzt werden kann, wenn dieser Titel in der Folgezeit mehrfach zur Sendung kommt, wurde damals untersucht, wie oft Titel in einem bestimmten Zeitraum abgespielt wurden.

Durch die angegebene Untersuchung konnte nachgewiesen werden:

1. Bei ca. 72 000 Abspielungen im untersuchten Zeitraum lag bei 90 % der Titel die Spieldauer unter 7 Minuten.
2. Bei ca. 144 000 Abspielungen im genannten Zeitraum mit 12 600 ausgewählten Titeln – nämlich denen, die drei- und mehrfach abgespielt wurden – können bereits 50 % dieser Abspielungen bestritten werden.

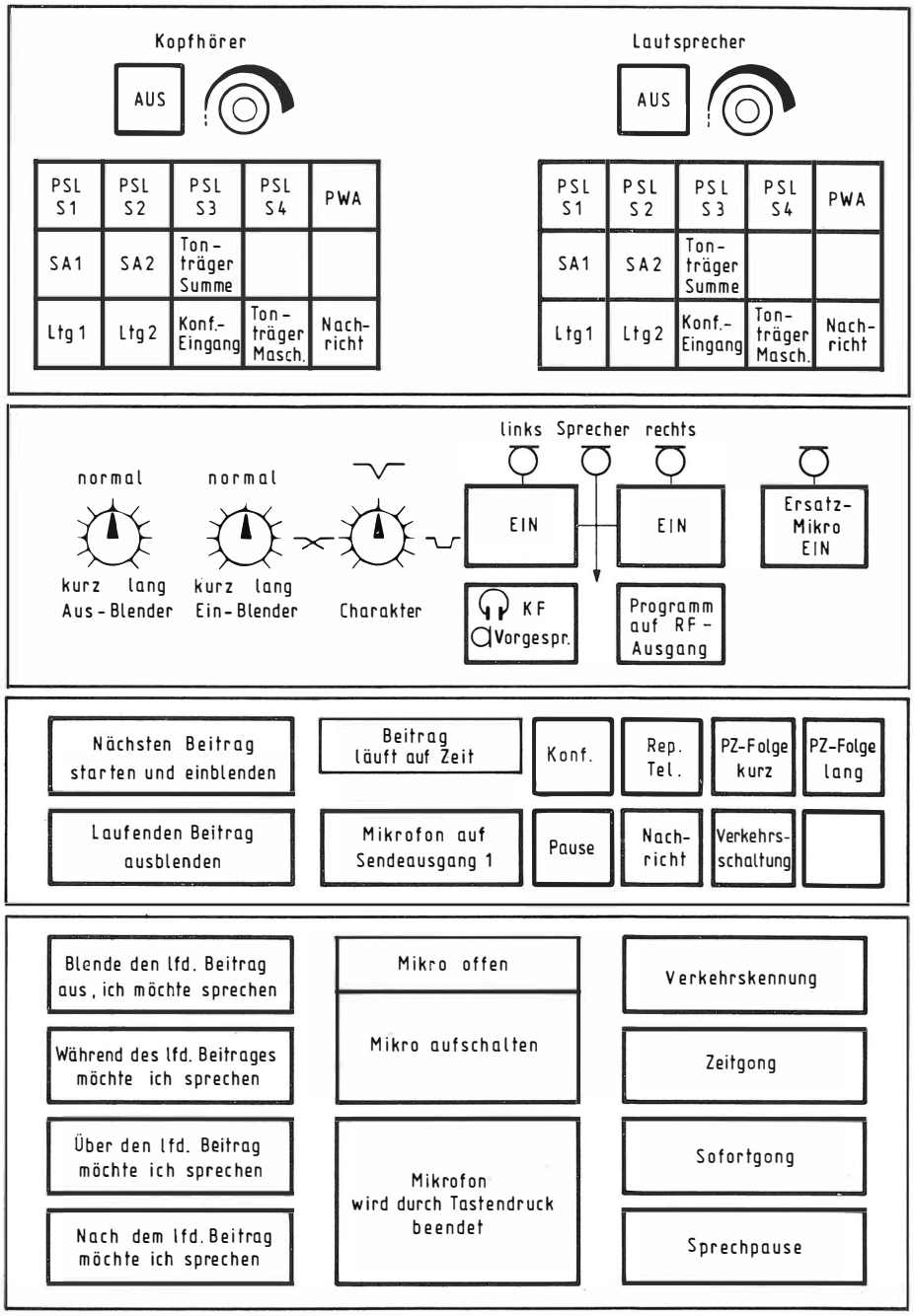



**Bild 2**

**Prozeßorientiertes Sprecherpult für eine automatisierte Sendeabwicklung**

Es lag somit der Schluß auf der Hand, daß mit einem automatischen Musikspeicher, der eine Kapazität von etwa 20 000 Titeln besitzt, schon respektable Entlastungen des Betriebspersonals bei der Tonträgerbereitstellung und der Sendeabwicklung erreicht werden können. So wurde der Einsatz des automatischen Musikspeichers auf Kassettenbasis in das Konzept eines rationalisierten und automatisierten Hörfunkbetriebs als wichtige Systemkomponente mit aufgenommen.

#### 1.4.2. Zentraler Abspielraum

Das Betriebspersonal von den ständig wiederkehrenden Handgriffen zu entlasten und statt dessen mit Überwachungsaufgaben zu betrauen, führt zwangsläufig dazu, daß man diese Aufgaben für alle Hörfunkprogramme zentralisiert. So entsteht als weitere wichtige Systemkomponente der zentrale Abspielraum, in dem die für noch wenige verbleibende Band- und Plattenabspielungen benötigten Maschinen gemeinsam angeordnet sind (zusätzlich mit den entsprechenden Überwachungseinrichtungen für den teilautomatisierten Betrieb). Ob in diesem Raum eine oder mehrere Personen arbeiten, kann zunächst noch offen bleiben und in der Simulation untersucht werden.

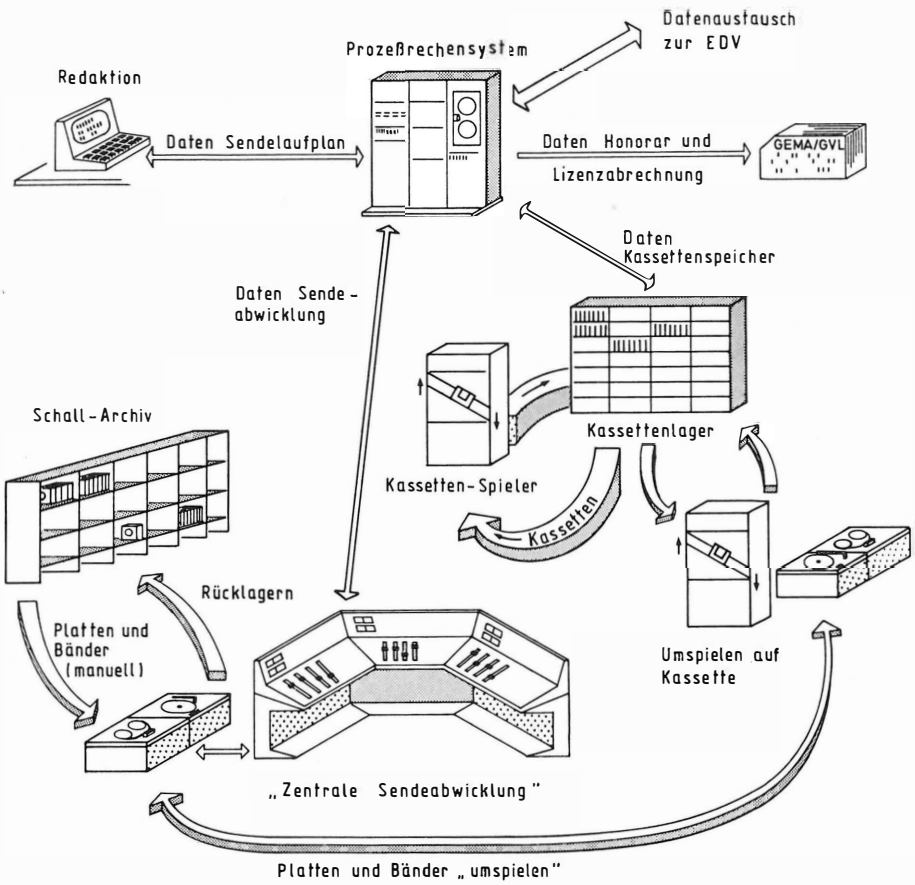



**Bild 3**

**Gesamtsystem eines rationalisierten Hörfunkbetriebs mit rechnergesteuerten Teilabläufen**

#### 1.4.3. Sprecherplatz

Unter dem Punkt 1.3.3. wurde bereits angedeutet, daß in einem automatisierten Betrieb der Sendeabwicklung dem Programmsprecher der Dialog mit den prozeßsteuernden Elementen ermöglicht werden muß. Das geschieht zweckmäßigerweise mit einem klar gegliederten Tastenfeld (**Bild 2**), mit dem alle Formen einer heute praktizierten Sendeabwicklung auch vollzogen werden können. Im unteren Bereich werden bestimmte Möglichkeiten des Übergangs von einem Beitrag zum nächsten zur Auswahl angeboten. Die vom Sprecher gewählte Art wird zum gewünschten Zeitpunkt automatisch abgewickelt. Im oberen Bereich des Bedienfeldes sind die Anwahlmöglichkeiten angeordnet, die längerfristig die Sendung prägen.

#### 1.4.4. Automatischer Überspielplatz

Im Bereich der Tonträgerbereitstellung werden Titel in den Musikspeicher eingebracht, die zur Sendung vorgesehen und zur Kassettierung geeignet sind. Dazu werden die Bänder oder Platten, die bei der Zusammenstellung der noch bereitzustellenden Tonträger anhand des maschinenlesbaren Sendelaufplans identifiziert und als kassettierungswürdig erkannt werden, auf eine Abspielmaschine aufgelegt und anschließend über Tastendruck bereit gemeldet. Der Prozeßrechner wählt aus dem Bestand des Musikspeichers einen zu löschenden Titel aus, der z. B. länger als 180 Tage nicht mehr gespielt worden ist, legt diese Kassette auf das Aufnahmegerät und startet den Überspielvorgang automatisch. Hierbei werden die genaue Spieldauer und eventuelle Pegelkorrekturwerte [4] festgehalten und dem nun neuen Datensatz, der diesen Titel auf der bespielten Kassette kennzeichnet, mitgegeben. Auf diese Weise werden alle neu zur Sendung angeforderten und geeigneten Titel vor der eigentlichen Sendung in den Musikspeicher aufgenommen und dieser damit auf dem neuesten Stand gehalten, um einen hohen Automationsgrad[2] zu garantieren.

Damit sind die wichtigsten neuen Systemkomponenten beschrieben und die Modellbildung kann abgeschlossen werden. Einen Überblick über das Gesamtsystem und seine Materialflüsse sowie über die datenmäßigen Verknüpfungen gibt **Bild 3.**

### 1.5. Statistische Grundlagen

Die statistischen Grundlagen für eine Simulation sind von außerordentlicher Wichtigkeit, wenn das Modell eine verläßliche Aussagekraft erhalten soll. Zu diesen Grundlagen zählen unter anderem:

- Mengengerüste aller Material- und Datenflüsse;
- zeitliche Verteilungen von Material- und Datenflüssen;
- Einzelarbeitszeiten aller auch noch so kleinen Aktivitäten;

[2] Der Automationsgrad eines Musikspeichers in Form eines automatischen Kassettenarchivs ist gekennzeichnet durch die Zahl der Abspielungen, die, ohne neu einzuspeichern, aus dem Speicher gedeckt werden können, bezogen auf die Zahl der Gesamtabspielungen.

- Kennzeichnung, welche Personen mit welchen Aktivitäten befaßt werden können (Ausbildungsfach);
- Preise von Hard- und Softwarekomponenten;
- Löhne, Gehälter und Soziallasten;
- Arbeits- und Rüstzeiten sowie Ausfallzeiten;
- jährliche Steigerungsraten bei den Einzelkosten;
- Investitionsfolgekosten (Verschleiß, Wartung und Betriebsmittel).

Sie alle sind sorgfältig zu erarbeiten. In manchen Fällen lassen sich Einzelwerte nur schätzen, doch sollte die Abschätzung möglichst durch Ähnlichkeitsbetrachtungen abgestützt werden und mit Fachleuten aus dem betroffenen Bereich erfolgen.

#### 1.5.1. Mengengerüste

Das Mengengerüst für den Hörfunkbetrieb wurde aus den 3 Hörfunkprogrammen der 20. Woche 1975 des SDR ermittelt. Es ist wichtig, hierfür eine Woche zu wählen, in der Sendestruktur und Häufigkeitsverteilung in keiner Weise durch Besonderheiten wie Feiertage, Urlaubszeit oder andere Ereignisse verzerrt werden. Von der gesamten Sendezeit (504 Stunden für 3 Hörfunkprogramme) entfallen 258 Stunden auf Sendeblöcke, in denen 3 300 Titel gesendet wurden, die aus einem Musikspeicher kommen könnten. 61 Stunden bestehen aus Wortbeiträgen von Band, 43 Stunden werden über Mikrofon oder ankommende Reportageleitung gesendet.

Für die Häufigkeitsverteilung der Abspielungen bei Titeln unterschiedlicher Länge wurde auf der Basis von 1,5 Jahren die Struktur ermittelt. Für die durchschnittliche Zusammensetzung der in einer Woche gesendeten Beiträge wurde folgendes gefunden:

1 528 Musiktitel von Band, davon:
148 mit einer Spieldauer über 7 Minuten,
1 368 mit einer Archivnummer gekennzeichnet,
12 nur mit einer Musikverlagsnummer bekannt.

963 Musiktitel von Langspielplatte, davon:
15 mit einer Spieldauer über 7 Minuten,
387 mit einer Archivnummer gekennzeichnet,
554 mit einer Musikverlagsnummer bekannt.

697 Musiktitel von Singleplatten, davon:
1 mit einer Spieldauer über 7 Minuten,
307 mit einer Archivnummer gekennzeichnet,
382 mit einer Musikverlagsnummer bekannt.

395 Wortbeiträge vom Band,

616 Beiträge über Mikrofon- bzw. Reportageleitung.

Hinzu kommen noch ein paar Sonderfälle wie Tonträger ohne kennzeichnende Nummer, Übernahmen und Pausen.

#### 1.5.2. Einzelarbeitszeiten

Jeder der zu sendenden Einzelbeiträge erfordert unterschiedliche Einzelarbeitszeiten in den untersuchten Bereichen der Sendelaufplanschreibung, Tonträgerbereitstellung, Sendeabwicklung und GEMA-, GVL-Abrechnung. Diese Arbeitszeiten wurden vor Ort ermittelt, mit Zuschlägen versehen und durch Hochrechnung über ihre Häufigkeit mit der Anzahl der dafür beschäftigten Personen im heutigen Betrieb verglichen.

#### 1.5.3. Kosten

Die Kostenermittlung gestaltet sich bei der Konzeption neuartiger Systeme zuweilen recht schwierig, da für neue Hardwarekomponenten die Gestehungskosten nur geschätzt werden können. Jedoch werden zum Teil im untersuchten Modell auch oft handelsübliche Einzelgeräte verwendet, so daß insgesamt die Situation überschaubar erscheint. Bei den Personalkosten darf nicht vergessen werden, daß zu den reinen Gehaltskosten die Soziallasten von derzeit 64 % hinzugenommen werden müssen. Insgesamt muß somit ein Mitarbeiter in den untersuchten Bereichen mit rund 50 bis 60 Tausend DM pro Jahr bewertet werden.

#### 1.5.4. Zeitliche Abhängigkeiten

Zweifellos gibt es beim Einsatz eines neuen Systems zeitlich veränderliche Größen, die sich allein schon aus der Tatsache ableiten, daß die damit arbeitenden Menschen erst mit den Neuheiten vertraut werden müssen. Das sind jedoch Unwägbarkeiten, die im allgemeinen nicht zur Beurteilung eines geplanten Systems herangezogen werden können; man geht daher zwangsläufig einfach davon aus, daß der Einschwingvorgang der Gewöhnung durch rechtzeitige Schulung abgekürzt werden kann und zum Zeitpunkt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bereits abgeklungen ist.

Trotzdem gibt es noch eine Reihe weiterer zeitlich abhängiger Größen, die aus der Vergangenheit extrapoliert für die Zukunft geschätzt werden müssen. Darunter fallen

- Steigerungsraten für Personalkosten, Mietkosten, Betriebsmittelkosten und Ersatzinvestitionen;
- Verschleiß an Maschinen und Geräten;
- Änderungen der Programmstruktur einer Rundfunkanstalt, z. B. ein weiteres Programm, Verlängerung der Sendezeit.

Diese Größen in die Betrachtung mit einzubeziehen, weist die „Zukunftssicherheit" der Planung aus, wenn davon ausgegangen wird, daß das geplante System für längere Zeit in Betrieb sein soll.

## 2. Systemsimulationsprogramme

Der Planer von neuen Systemen ist in gewisser Weise darauf angewiesen in die Zukunft zu schauen, die Erstellung, die Funktionsfähigkeit und den Nutzen des zu planenden Objekts seinem geistigen Auge vorzuführen und daraus die richtigen Planungsentscheidungen zu treffen. Die richtige Entscheidung im Sinne einer Wahl unter verschiedenen Möglichkeiten, die innerhalb einer Zielsetzung existieren, macht schließlich die Qualifikation des Planers aus.

Durch die Komplexität mancher Planungsaufgaben, wie beispielsweise das oben beschriebene System eines rationalisierten und automatisierten Hörfunkbetriebs, benötigt der Planer manchmal Entscheidungshilfen, um entweder bestimmte Systemvarian-

Das Modell wurde in GPSS (General Purpose System Simulator), einer speziell für solche Anwendungen entwickelten problemorientierten Sprache programmiert, und es wurden an entsprechenden Programmstellen die notwendigen Zähler eingebaut. Das Flußdiagramm zeigt in vereinfachter Form **Bild 4**. Einspeichervorgang und Sendeabwicklung sind zusammengefaßt, da beide den Musikspeicher gleichartig beanspruchen. Die Sendeblöcke werden somit in zweifacher Hinsicht abgearbeitet, wobei die möglichen Zwischenzustände gezählt und über Statistikprogramme abgespeichert werden.

#### 2.2. Kostenbewertungsorientierte Simulation (Kostensimulation)

In der Kostensimulation wird untersucht, in welcher Weise die Realisierung des geplanten Systems im Vergleich zur Weiterführung des IST-Zustands kostenmäßig zu bewerten ist. Verglichen werden hier die jeweils anfallenden diskontierten Gesamtkosten, die sich von Jahr zu Jahr aufsummieren. Dieser Vergleich ist anschaulich, da er es gestattet, sowohl laufende Kosten als auch Investitionen mit einzubeziehen. Durch die Diskontierung können nämlich die zum Zeitpunkt der Errichtung eines neuen Systems anfallenden Kosten mit den Folgekosten zusammengefaßt und mit den Kosten für andere Systemlösungen verglichen werden.

PAGE 1

| TIME | ASL | PERSSL | PK | PKESL | IK | VORKAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ASLSU | PERSAR | PKALT | PKEARC | LK | BMDAT |
| | ASLVOR | PERSAA | PKE | PKETB | LKY | VORAUS |
| | ATB | PERSTB | PKY | PKESA | KIY | A |
| | ASA | PERSSA | PKALTY | PKEHOL | GKD | AG1 |
| | AKASU | PERGES | PKD | | GKDALT | |
| E-00 | E-00 | E-00 | E 03 | E-00 | E 03 | E-00 |
| | E-00 | E-00 | E 03 | E 03 | E 03 | E-00 |
| | E-00 | E-00 | E 03 | E-00 | E 03 | E-00 |
| | E-00 | E-00 | E 03 | E 03 | E 03 | E-00 |
| | E-00 | E-00 | E 03 | E-00 | E 03 | E-03 |
| | E-00 | E-00 | E 03 | | E 03 | |
| .000 | 81.671 | 4.0000 | 664.90 | 0. | 1370.0 | 1.0000 |
| | 121.54 | 2.0000 | 1609.5 | 147.00 | 746.35 | 1.0000 |
| | 81.671 | 5.0000 | 944.60 | 49000. | 746.3 | 1.0000 |
| | 53.118 | 3.0000 | 664.9 | 699.60 | 106.33 | 1.0000 |
| | 8.6528 | 1.0000 | 1609.5 | 49000. | 1370.0 | 500.00 |
| | 19.316 | 13.000 | 664.90 | | 0. | |
| 1.000 | 81.671 | 4.0000 | 664.90 | 0. | 1370.0 | 1.0000 |
| | 121.54 | 2.0000 | 1609.5 | 147.00 | 746.35 | 1.0000 |
| | 81.671 | 5.0000 | 944.60 | 49000. | 803.6 | 1.0000 |
| | 53.118 | 3.0000 | 718.1 | 699.60 | 111.65 | 1.0000 |
| | 8.6528 | 1.0000 | 1738.3 | 49000. | 2116.3 | 500.00 |
| | 19.316 | 13.000 | 664.90 | | 1610. | |
| 2.000 | 81.671 | 4.0000 | 664.90 | 0. | 1370.0 | 1.0000 |
| | 121.54 | 2.0000 | 1609.5 | 147.00 | 746.35 | 1.0000 |
| | 81.671 | 5.0000 | 944.60 | 49000. | 865.3 | 1.0000 |
| | 53.118 | 3.0000 | 775.5 | 699.60 | 117.23 | 1.0000 |
| | 8.6528 | 1.0000 | 1877.3 | 49000. | 2860.4 | 500.00 |
| | 19.316 | 13.000 | 664.90 | | 3219. | |
| 10.000 | 81.671 | 4.0000 | 664.90 | 0. | 1370.0 | 1.0000 |
| | 121.54 | 2.0000 | 1609.5 | 147.00 | 746.35 | 1.0000 |
| | 81.671 | 5.0000 | 944.60 | 49000. | 1440.6 | 1.0000 |
| | 53.118 | 3.0000 | 1308.0 | 699.60 | 173.21 | 1.0000 |
| | 8.6528 | 1.0000 | 3166.1 | 49000. | 8505.3 | 500.00 |
| | 19.316 | 13.000 | 605.84 | | 15530. | |

**Bild 7**

**Rechnerausgabe nach einer Kostensimulation in Kolonnenform**

**Dabei sind:**

**IK = Investitionskosten**
**LKY = laufende Kosten**
**GKD = Gesamtkosten des SOLL-Zustands diskontiert**
**GKDALT = Gesamtkosten des IST-Zustands diskontiert**

### 3. Ergebnisse der Simulation zum gewählten Beispiel

**Bild 5** zeigt einen typischen Rechnerausdruck nach Ende eines Simulationslaufs. Die ereignisorientierte Simulation ergibt neben vielen weiteren Auskünften auf diesem Rechnerausdruck z. B. folgende Werte:

Zahl A: Automationsgrad über die Simulation (1,5 Jahre) gemittelt.

Zahl B: Anzahl der gleichzeitig zu irgendeinem Zeitpunkt benötigten Kassettenabspielmaschinen, Bandmaschinen und Plattenspieler.

Zahl C: Anzahl der Fälle, in denen für die Sendung eine Doublette erstellt werden müßte.

Die aus der ereignisorientierten Simulation gewonnenen Werte bilden zum Teil Eingabegrößen für das Kostensimulationsprogramm.

Nach dem Durchlauf der Kostensimulation ergibt sich ein Rechnerausdruck nach **Bild 6.** Man erkennt, daß sich im simulierten Zeitraum von 10 Jahren das untersuchte System bereits nach 2 Jahren amortisiert hätte. (Schnittpunkt der Kurven zwischen IST- und SOLL-Zustand.) **Bild 7** weist in Kolonne 5 neben anderen interessanten Zahlen die Finanzsituation für einen Zeitraum von 10 Jahren aus (vom heutigen Zeitpunkt an gerechnet). Die Entscheidung für das neue System zum jetzigen Zeitpunkt, vorausgesetzt es wäre fertig installiert und eingeführt, würde in den folgenden 10 Jahren ca. 8 Millionen DM einsparen (Differenz zwischen Kurve ✳ und A im elften Jahr in **Bild 6**).

Diese dargestellten Simulationsläufe können nun mit veränderten Parametern (z. B. Größe des Kassettenspeichers 40 000, 35 000, 30 000 und 25 000 Titel oder anderen Varianten im Bereich der Investitionskosten) durchgeführt werden bis der Planer davon überzeugt ist, das optimale System gefunden zu haben. Auf diese Weise kann, wie das Beispiel zeigt, durch die Simulationstechnik eine Entscheidung großer Tragweite im Detail abgesichert werden, was einerseits für den Planer und andererseits auch für die Personen, die die Entscheidung zu fällen haben, eine große Hilfe darstellt. Ändern sich während der Realisierung des Systems einzelne Komponenten, so kann jederzeit durch eine weitere Simulation der neueste Stand bewertet werden, womit in jeder Phase des Projekts eine Simulationsbegleitung erreicht wird, die auch dem Systembauer eine gewisse Sicherheit vermittelt.

SCHRIFTTUM

[1] Bayerischer Rundfunk: Sendelaufpläne über Bildschirm. IBM-Magazin für Datenverarbeitung, Jan. 1975.

[2] Waldschmidt, H.: Der Computer als Helfer der Radioprogrammgestaltung. Neue Züricher Zeitung, 4. Juli 1975.

[3] Forrester, J. W.: Industrial Dynamics. M.I.T. Press, Cambridge 1961.

[4] Dittel, V.: Programmierte Aussteuerung im automatisierten Sendebetrieb. Rundfunktechn. Mitt. **19** (1975), H. 1, S. 1—8.

# EIN NEUER REPORTAGE-ÜBERTRAGUNGSWAGEN DES NORDDEUTSCHEN RUNDFUNKS

VON GERHARD STUMP UND HANS FLUG[1]

Manuskript eingegangen am 3. April 1978

Fernseh-Übertragungswagen

Zusammenfassung

Es wird über die Technik eines kleinen Fernseh-Übertragungswagens berichtet. Der Wagen soll Reportagen, Sport und Features im NDR-Sendegebiet übertragen bzw. aufzeichnen. 2 tragbare Kameras, 2 Aufzeichnungsgeräte in 1-Zoll-Technik, 1 Bild-Trickmischer und 1 kleines Tonmischpult sind die wesentlichen Produktionsmittel.

Summary **The Norddeutscher Rundfunk's new OB vehicle**

The article describes the technical equipment of a light television OB vehicle, used for the transmission and recording of interviews, sports events and features in the service area of the N.D.R. The essential production facilities of the vehicle are two portable cameras, two 1-inch television tape-machines, a vision effects mixer and a small sound-mixing unit.

Sommaire **Nouveau car de reportage du Norddeutscher Rundfunk**

L'article décrit l'équipement technique d'un car de reportage léger pour la télévision, destiné à la transmission et à l'enregistrement d'interviews, de reportages sportifs et de faits divers dans la région couverte par le N.D.R. Ce car est équipé de deux caméras portatives, de deux magnétoscopes à bande de 25,4 mm, d'un mélangeur avec effets spéciaux et d'une petite console de prise de son.

## 1. Einleitung

Der Norddeutsche Rundfunk hat im November 1977 seinen ersten 2-Kamera-Reportagewagen in Betrieb genommen. Er enthält außer den Kameras KCK-R noch 2 magnetische Aufzeichnungsgeräte vom Typ BCN 40 und BCN 50. Der Wagen wurde für die Aktuelle Berichterstattung und die Produktion von Features geplant. Der neue Wagen, zu dem noch ein Rüstwagen gehört, entstand in Zusammenarbeit der Firmen Bosch Fernseh und Telefunken mit dem NDR (**Bild 1**).

## 2. Das Fahrzeug und seine räumliche Gestaltung

Als Fahrzeug für den Reportagewagen wird ein VW-Kastenwagen LT 35 in Hochraumausführung verwandt. Man erhält damit im Wagen eine lichte Höhe von 182 cm. Das Hauptaugenmerk wurde bei der Gestaltung des Wageninneren darauf gelegt, für die darin Beschäftigten ein Optimum an Platz zu schaffen, bei gleichzeitig zweckmäßiger Plazierung der technischen Geräte (**Bild 2**). Im Fahrzeug müssen 3 bis 4 Personen arbeiten können (**Bild 3**). Damit sowohl der Bildingenieur als auch der Toningenieur leichter ein- und aussteigen können, wurde der Regietisch am Bildmischplatz mit einer Einbuchtung versehen.

Um einen optimalen Innenraum zu gewinnen, wurden 2 MAZ-Laufwerke und 2 Recorder-Elektroniken übereinander angeordnet. Über der verbleibenden Prozessor-Elektronik und dem Gehäuse für die geplante Zeitlupeneinrichtung befindet sich der Platz des Toningenieurs (**Bild 4**). Diese Maßnahmen und die Hochraumausführung verhindern, daß ein Gefühl von räumlicher Beengtheit entsteht.

Der Wagen wurde mit einer kleinen Klimaanlage, einer Fußbodenheizung und einer Webasto-Warmwasserheizung ausgestattet.

Die Netzzuführung erfolgt über drei 2-kVA-Einzeltrafos (**Bild 5**). Dadurch ist es möglich, über einen 10-A-Wechselstromanschluß die Hälfte der Technik zu versorgen. Mit 16 A können 2 Phasen eingespeist und der gesamte Wagen ohne Klimaanlage betrieben werden. Dreiphasig kann der Wagen mit Drehstrom oder 3mal Wechselstrom versorgt werden.

**Bild 1**
**Reportagewagen und Rüstwagen im Betrieb**

Als Rüstwagen wird der LT 35 in Normalausführung verwandt. Hier findet das gesamte Zubehör für Bild und Ton, die Meßgeräte und Ersatzteile sowie eine kleine Lichtausrüstung Platz. Außerdem enthält der Rüstwagen ein 5,5-kVA-Drehstromaggregat der Firma Onan, mit dem der gesamte Wagen einschließlich Reportagelicht versorgt werden kann (**Bild 6**).

[1] Gerhard Stump ist Oberingenieur Bildtechnik, Hans Flug Betriebsingenieur Außenübertragung beim NDR-Fernsehen, Hamburg.

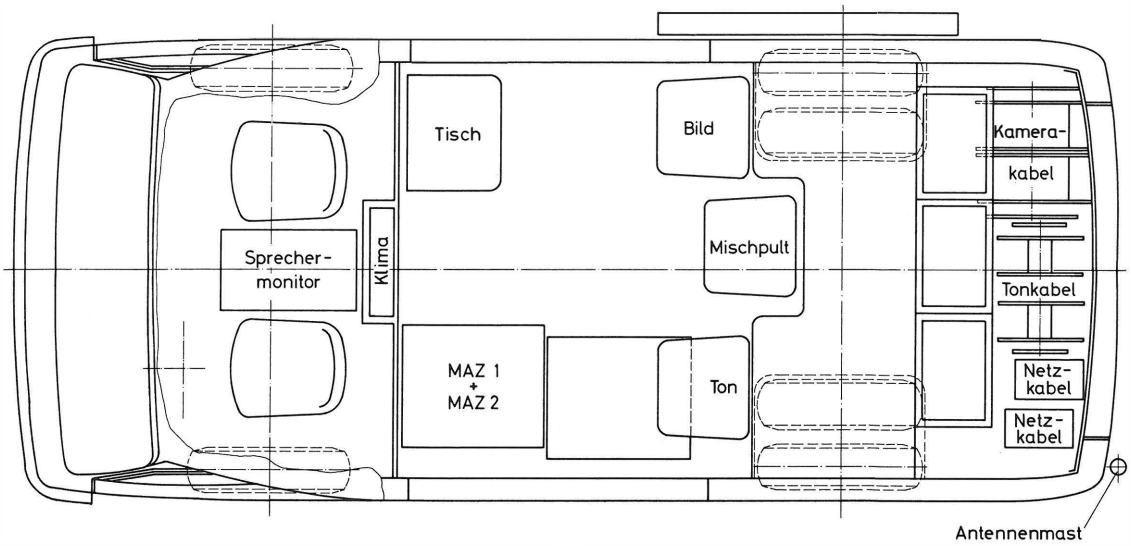



**Bild 2**
**Anordnung der Geräte im Raum des Ü-Wagens**

### 3. Bildtechnik

Um der Aufgabenstellung zu entsprechen, erhielt der Reportagewagen tragbare Kameras vom Typ KCK-R. Sie haben 1″-Plumbikons mit Auflicht ohne ACT. Zusätzlich zu den Canon-Handoptiken (12 mm bis 120 mm) wurden auch 2 Schneider-Objektive mit größerem Brennweitenbereich (16 mm bis 480 mm und 17 mm bis 170 mm), dazu Stative und Stativwagen, vorgesehen. Die KCK-Hauptverstärker mit Monoknöpfen und Matching-Bediengeräten erlauben eine optimale Aussteuerung der Bilder.

Die beiden MAZ-Maschinen sind vom Platz des Bildingenieurs aus fernbedienbar, d. h. Aufzeichnung, Schnittbearbeitung und Einspielung in Sendungen erfolgen von diesem Bedienplatz aus. Aus Platzgründen wurde nur 1 BCN mit Prozessor vorgesehen (BCN 50). Ein Prozessor-Umschalter erweist sich daher als notwendig und wird nachgerüstet. Eine einfache Blue-screen-Einrichtung ermöglicht kleine Tricks. Nach einem Zweifach-Überblender und dem Schwarzweißschriftzusetzer gelangt das Videosignal über einen Prüfzeileneinmischer zur Sendung.

Die Vorschau besteht aus je einem Farbmonitor für die Bildkontrolle und das Ausgangsbild sowie 3 Schwarzweißmonitoren, die jeweils auf verschiedene Bildquellen geschaltet werden können.

Der Taktgeber ist ein Genlok-synchronisierbarer Tektronix-Takt. Ihm folgt ein FASK-Mischer, ein Verzögerer und ein FASK-Sieb. Diese Zusatzgeräte sind notwendig, da beim NDR bei Zusammenschaltung von Ü-Wagen untereinander oder mit Studios die Synchronisierung über den Unipuls erfolgt.

Ein HF-Empfänger sowie Videoverteiler ergänzen die Ausrüstung. Ein vierzeiliges Steckfeld ermöglicht eine Vielzahl von Schaltungskombinationen für Sonderfälle (**Bild 7**).

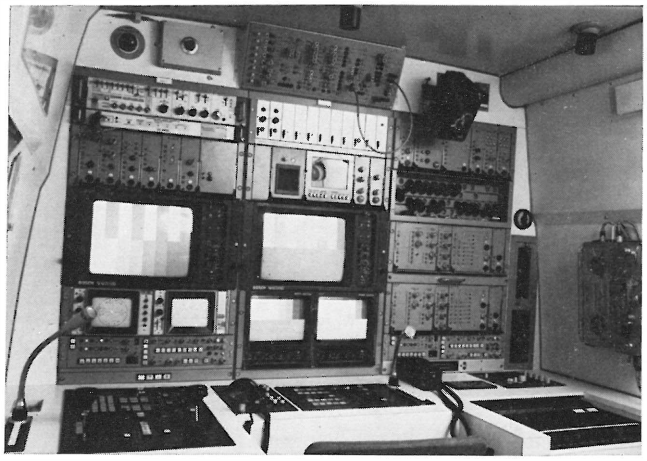


**Bild 3**
**Arbeitsplätze**

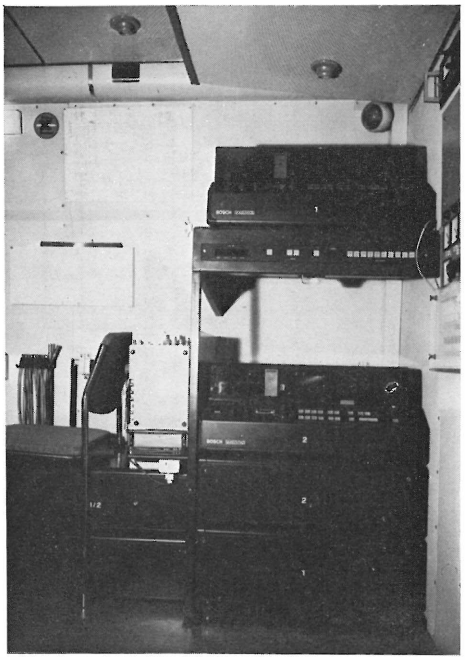


**Bild 4**
**Platz des Toningenieurs**

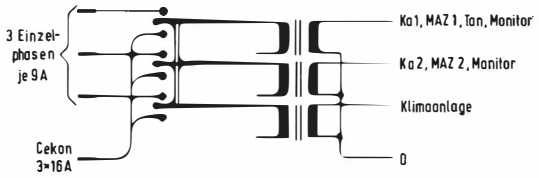



**Bild 5**
**Stromversorgung über Netztrafo**

**Bild 6**
**Rückseite des Rüstwagens mit Aggregat**

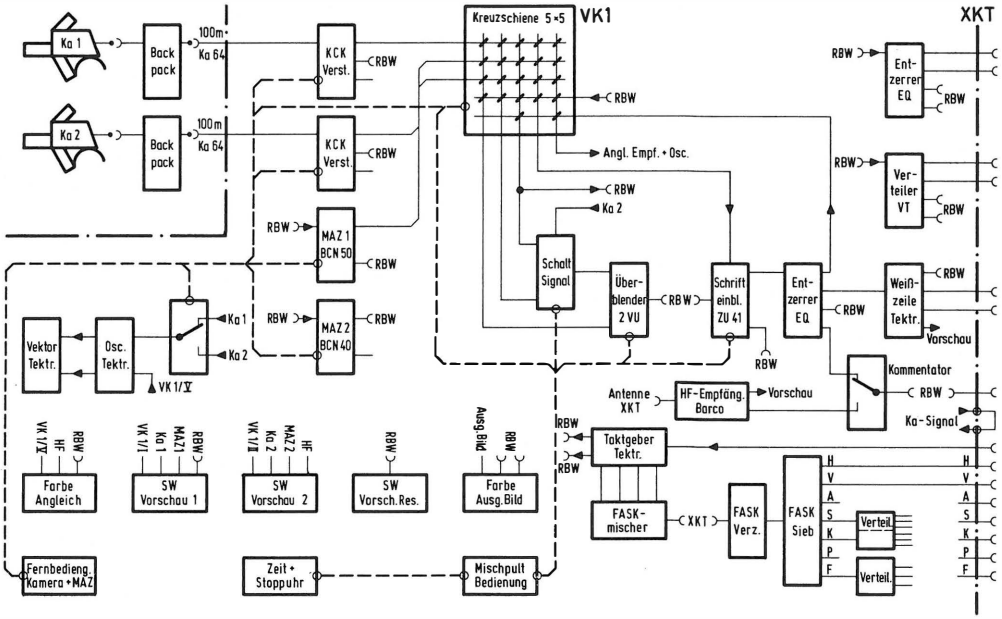



**Bild 7**
**Übersichtsschaltplan der Bildtechnik**

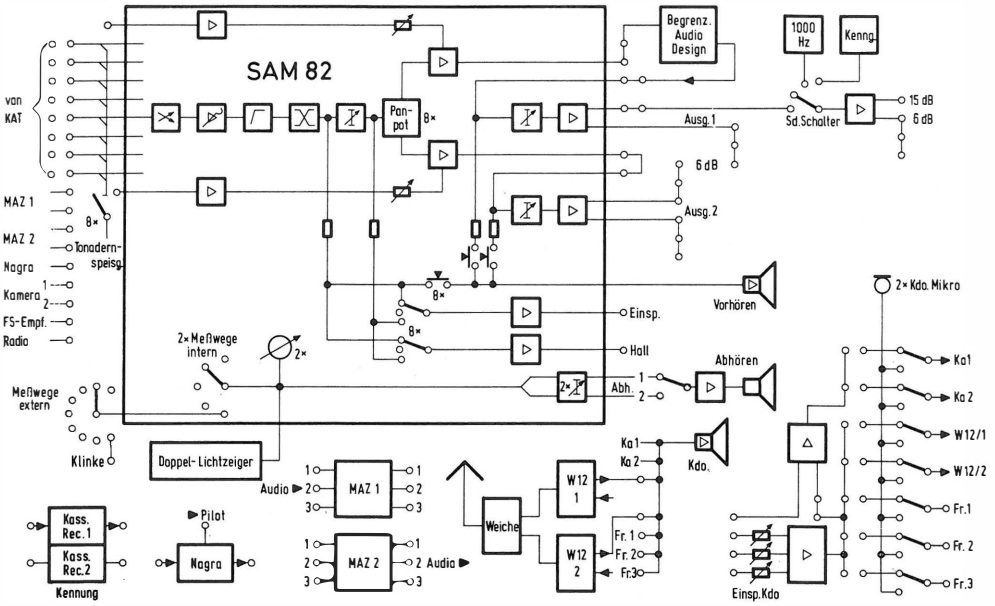



**Bild 8**
**Übersichtsschaltplan der Tontechnik**

## 4. Tontechnik

Die tontechnische Ausrüstung basiert auf dem sehr kompakten Telefunken-Mischpult SAM 82. Es enthält auf engstem Raum 8 Eingänge mit den notwendigen Entzerr- und Regelmöglichkeiten. Die Eingänge sind auf 2 Summen mit Einspielmöglichkeit in den Knotenpunkten wählbar. 2 Einspiel- bzw. Hallsummen können vor oder hinter den Reglern abgegriffen werden. Für die Kontrolle des Ausgangssignals und diverser Meßpunkte gibt es 2 Abhörwege mit Aussteuerungsmessern sowie Vorhörtasten. Das Tonmischpult ermöglicht die Verwendung phantomgespeister Mikrofone. Eine Tonadernspeisung kann durch externe Schalter im Tonsteckfeld vorgenommen werden. Ergänzt wird das Mischpult durch einen frei einsetzbaren Audio-Design-Begrenzer. 2 Sony-Kassettenrecorder dienen als Kennungsgeber für die Ü- und Kommandoleitung. Als Tonbandgerät wurde ein fernbedienbares Nagra IV vorgesehen. Zur besseren Kontrolle der Aussteuerung erwies es sich als notwendig, parallel zu den kleinen Instrumenten einen Doppel-Lichtpunkt-Aussteuerungsmesser in der Vorschaufront anzuordnen.

Besonderer Wert wurde auf eine große und flexible Kommandoanlage gelegt, damit eine optimale Kommunikation für alle Produktionsvorhaben gewährleistet ist. 2 nöbL[2]-Anlagen auf 160 MHz und 164 MHz dienen der Verständigung mit dem Aufnahmeleiter und der Zentrale. Für die abgehenden Kommandos sind Einspielungen unterschiedlichster Signale möglich. In einem großen Tonsteckfeld mit Siemens-Buchsen kann wegen der besonderen Anordnung ein Großteil aller Schaltungen durch Bügelstecker realisiert werden. Über eine Telefonanlage mit 2 OB-Anschlüssen und 1 ZB-Anschluß sowie ein öbL[3]-Funktelefon wird der Kontakt nach außen gewährleistet (**Bild 8**).

## 5. Schlußbemerkung

Nach der Erprobungszeit und den bisherigen Einsätzen hat sich das gewählte Konzept sehr bewährt. Dieser neue Reportagewagen hat bereits nach kurzer Zeit einen erheblichen Anteil an den Außeneinsätzen des NDR-Fernsehens.

[2] nicht öffentlicher beweglicher Landfunkdienst
[3] öffentlicher beweglicher Landfunkdienst

# FERNSEHQUALITÄTSKONTROLLE DURCH REFERENZORTMESSUNGEN

VON WALTER FLOR[1]

Manuskript eingegangen am 3. April 1978 Sendermeßtechnik

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Bestimmung des zu erwartenden Meßfehlers bei der Ermittlung der Ausgangsqualität von Fernsehsendeanlagen an Referenzorten im Versorgungsbereich.

Die ermittelten Meßfehler ergaben sich für nichtlineare Verzerrungen als vernachlässigbar und für lineare Verzerrungen als tolerierbar.

Summary **Verification of television quality by means of measurements at reference-points**

The article discusses the determination of the systematic errors to be expected in the measurement of the output quality of television transmitting stations at reference points in the service area.

The systematic errors found proved to be negligible in the case of non-linearity distortion and tolerable in that of linear distortion.

Sommaire **Contrôle de la qualité des signaux de télévision au moyen de mesures en des points de référence**

L'article étudie la détermination des erreurs systématiques auxquelles il faut s'attendre quand on mesure la qualité du signal de télévision émis sur antenne et reçu en certains points de référence choisis dans la zone de service.

Ces erreurs se sont révélées négligeables pour les distorsions de nonlinéarité et tolérables pour les distorsions linéaires.

## 1. Einleitung

Normalerweise wird die technische Qualität ausgesendeter Fernsehsignale durch Messung geeignet gewählter Qualitätsparameter am Senderausgang festgestellt. Bei schlecht zugänglichen Sendeanlagen wäre es von Vorteil, wenn die Qualitätskontrollmessungen mittels eines Meßfahrzeuges im Versorgungsbereich der Sendeanlage durchgeführt werden könnten. Inwieweit solche Kontrollmessungen an einem entsprechend gewählten sogenannten Referenzort für die Ausgangsqualität einer Sendeanlage repräsentativ sind, wurde beim Österreichischen Rundfunk eingehend meßtechnisch untersucht. Die Durchführung und Auswertung dieser Messungen wird im folgenden beschrieben.

## 2. Qualitätsparameter

Aus Gründen der wirtschaftlichen Durchführung von Qualitätskontrollen kommen als Qualitätsparameter nur Meßgrößen in Frage, die sich während des Programmbetriebes messen lassen. Im wesentlichen sind dies Prüfzeilen-Qualitätsparameter. Aus der Vielzahl der Parameter sind einige wenige auszuwählen, die eine möglichst vollständige Beschreibung der Qualität des Fernsehsignals erlauben und die häufigsten Geräte- und Antennenfehler erkennen lassen.

Für die Kontrolle von Sendeanlagen mit getrenntem Bild- und Tonsender werden im allgemeinen folgende Qualitätsparameter ausreichen:

- Bild/Ton-Verhältnis,
- Restträgeranteil,
- Synchronimpulsanteil,
- Chrominanz/Luminanz-Verhältnis,
- Chrominanz/Luminanz-Laufzeitfehler,
- differentielle Verstärkung,
- Luminanz-Nichtlinearität,
- 2 T k-Faktor,
- Brumm- und Rauschanteil (fallweise).

Bei Umsetzeranlagen liegen die Verhältnisse etwas anders. Die Linearitätsparameter Synchronimpulsanteil, differentielle Verstärkung, Luminanz-Nichtlinearität und Intermodulationsanteil sind miteinander verknüpft [1, 2]. Sofern vom Muttersender ein weitgehend normgerechtes Signal abgestrahlt wird, genügt es, einen dieser Linearitätsparameter zu überprüfen. Da die Intermodulation die auffälligste Bildstörung verursacht, ist es demnach ausreichend, den Intermodulationsanteil zu überprüfen. Fallweise auftretende Echo- und Interferenzstörungen müssen ebenfalls beachtet werden.

Für die Kontrolle von Umsetzeranlagen werden im allgemeinen folgende Qualitätsparameter ausreichen:

- Bild/Ton-Verhältnis,
- Chrominanz/Luminanz-Verhältnis,
- Chrominanz/Luminanz-Laufzeitfehler,
- 2 T k-Faktor,
- Intermodulationsanteil,
- Brumm- und Rauschanteil, Echo- und Interferenzstörabstand (fallweise).

Folgende Parameterdefinitionen erweisen sich bei Messungen in Senderketten als vorteilhaft:

Bild/Ton-Verhältnis

$$= 20 \log \left( \frac{\text{Amplitude des Bildsignales während des Synchronimpulses}}{\text{Amplitude des Tonsignales}} \right) ;$$

Restträger- und Synchronimpulsanteil als Anteil am demodulierten BASØ-Signal;

[1] Dr. Walter Flor ist Systemplaner Meßtechnik in der Abteilung Sendernetzplanung des Österreichischen Rundfunks, Wien.

Chrominanz/Luminanz-Verhältnis

$$= 20 \log \left( \frac{\text{Amplitude des maximalen 4,43-MHz-Signales in Zeile 331}}{\text{Amplitude des Schwarzweißsprunges in Zeile 17}} \right);$$

differentielle Verstärkung und Luminanz-Nichtlinearität nach CCIR [3];

2 T k-Faktor nach CCIR [4];

Intermodulationsanteil

$$= \left( \frac{\text{Amplitude des 1,07-MHz-Intermodulationssignales}}{\text{Amplitude des Schwarzweißsprunges in Zeile 17}} \right)$$

[2].

### 3. Meßgeräte- und Referenzortwahl

Die Messungen wurden mit einem Fahrzeug mit eingebautem 9-m-Teleskopmast und folgenden Meßgeräten durchgeführt:

- Meßempfänger ESU (R & S),
- Schreiber ZSG (R & S),
- Kontrollempfänger 310 (Heucke),
- Kontrolloszillograf 1481 (Tektronix) mit eingebautem Intermodulationsfilter [5],
- Prüfzeilenanalysator TF 2914 (Marconi), nur bei erster Meßreihe.

Als Referenzorte wurden Stellen mit weitgehend freiem unmittelbarem Vorgelände in einigen Kilometern Entfernung von der Sendeanlage und in einer Hauptstrahlrichtung liegend ausgewählt. Die Höhenfunktion der Empfangsfeldstärke sollte regelmäßig periodisch verlaufen und die Messungen wurden im obersten Höhenfunktionsmaximum durchgeführt. Die Empfangsspannung sollte im Regelfall mindestens 70 dB$\mu$ betragen.

Die Referenzortwahl wurde demnach ohne allzu große Sorgfalt durchgeführt um Ergebnisse zu erhalten, die für routinemäßige Vorgangsweise repräsentativ sind.

### 4. Meßwerte und Auswertung

Es wurden zwei Meßreihen durchgeführt. Die erste Meßreihe besteht aus 12 Messungen, wobei die Qualitätsparameter jeweils zuerst am Senderausgang und dann am Referenzort mit der gleichen – aus Meßempfänger, Kontrollempfänger, Kontrolloszillografen und Prüfzeilenauswertegerät bestehenden – Meßanordnung ermittelt wurden. Aus den gemessenen Parameterwerten wurde die Differenz zwischen den Meßwerten am Referenzort und jenen am Senderausgang errechnet, und zu den je 12 Differenzwerten jedes Qualitätsparameters Mittelwert und Standardabweichung errechnet. Die so erhaltenen statistischen Parameter sind **Tabelle 1** zu entnehmen.

Die zweite Meßreihe besteht aus 75 Messungen, die Parameterwerte wurden aber am Kontrolloszillografen (im Falle des Chrominanz/Luminanz-Laufzeitfehlers unter Zuhilfenahme eines Auswertediagrammes aus den Bodenverzerrungen des 20T-Impulses) ermittelt. Auch für die so erhaltenen 75 Differenzwerte jedes Qualitätsparameters wurde Mittelwert und Standardabweichung errechnet. Diese statistischen Parameter sind **Tabelle 2** zu entnehmen.

Aufgrund der erhaltenen statistischen Parameter für das Chrominanz/Luminanz-Verhältnis und das Bild/Ton-Verhältnis kann angenommen werden, daß für die Standardabweichung von Amplitudenfehlern bei Referenzortmessungen mit etwa 1,5 dB zu rechnen sein wird. Die stark unterschiedlichen Standardabweichungen der Chrominanz/Luminanz-Laufzeitfehlerauswertung der beiden Meßreihen erklären sich aus den unterschiedlichen Methoden der Meßwertermittlung. Bei der Berechnung des Chrominanz/Luminanz-Laufzeitfehlers aus den Bodenver-

| Parameter | Chrominanz/ Luminanz-Verhältnis dB | Chrominanz/ Luminanz-Laufzeitfehler ns | Differentielle Verstärkung % | Luminanz-Nichtlinearität % |
|---|---|---|---|---|
| Mittel | 0,2 | – 10 | 0,0 | 0,2 |
| Standardabweichung | 1,4 | 15 | 2,6 | 1,5 |

**Tabelle 1**

**Statistische Parameter der 12 Meßwertdifferenzen der ersten Meßreihe**

| Parameter | Bild/Ton-Verhältnis dB | Chrominanz/ Luminanz-Verhältnis dB | Chrominanz/ Luminanz-Laufzeitfehler ns | Intermodulationsanteil % | Synchronimpulsanteil % |
|---|---|---|---|---|---|
| Mittel | 0,0 | – 0,5 | – 2 | 0,0 | 0,1 |
| Standardabweichung | 1,4 | 1,8 | 62 | 0,2 | 1,3 |

**Tabelle 2**

**Statistische Parameter der 75 Meßwertdifferenzen der zweiten Meßreihe**

| Parameter | Amplituden-fehler dB | Laufzeitfehler ns | Intermodu-lationsanteil % | Differentielle Verstärkung % | Luminanz-Nichtlinearität % |
|---|---|---|---|---|---|
| Maximaler Fehler | 2,5 | 25<br>100 [2] | 0,3 | 4,5 | 2,5 |

**Tabelle 3**

**90%-Werte des Referenzortmeßfehlers**

[2] inklusive des Auswertefehlers bei 20T-Impulsauswertung

| Parameter | Chrominanz/ Luminanz-Verhältnis dB | Chrominanz/ Luminanz-Laufzeitfehler ns | Differentielle Verstärkung % | Intermodu-lationsanteil % | Rauschanteil[3] % | 2 T k-Faktor % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Grenzwerte | + 3,9<br>− 7,2 | ± 350 | ± 44 | 8 | 3,2 | 11,4 |

**Tabelle 4**

**Teilnehmerorientierte Qualitätsparameterwerte**

[3] weißes Rauschen, videomäßig und unbewertet gemessen

zerrungen des 20T-Impulses ergeben sich Auswertefehler, die je nach Art der Auswertemethode mit einer Standardabweichung von 40 ns bis 70 ns streuen. Die in **Tabelle 2** enthaltene Standardabweichung von 62 ns setzt sich demnach quadratisch aus der Standardabweichung des eigentlichen Referenzortfehlers (ca. 15 ns nach **Tabelle 1**) und jener des Auswertefehlers zusammen.

Die Meßwerte der Qualitätsparameter für nichtlineare Verzerrungen werden im allgemeinen durch die Messung am Referenzort nur unwesentlich verändert.

## 5. Kommentierung der Ergebnisse

Mit Hilfe der Standardabweichungen aus **Tabelle 1** und **Tabelle 2** kann unter der Annahme, daß die Meßfehler normalverteilt sind, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu erwartende maximale Referenzortmeßfehler für jeden der untersuchten Qualitätsparameter errechnet werden. **Tabelle 3** enthält den 90-%-Wert des Betrags des Meßfehlers, d. h. den bei 90 % der Messungen möglichen maximalen Referenzortmeßfehlerbetrag.

Um schließlich die Bedeutung dieses Meßfehlers für die Aussagekraft von Referenzortmessungen abschätzen zu können, sind in **Tabelle 4** teilnehmerorientierte Brauchbarkeitsgrenzwerte für einige Qualitätsparameter angegeben. Diese Grenzwerte sind Untersuchungen über die Beurteilung gestörter Fernsehbilder durch Nichtexperten-Betrachter entnommen [6] bis [9]. Als Grenzwert wurde dabei jeweils jener Parameterwert angenommen, bei dem die Hälfte der Betrachter das gestörte Bild als brauchbar bezeichnete. Ein so gestörtes Bild wird nicht nur bei den labormäßigen Untersuchungen, sondern auch im Sendernetz akzeptiert.

Aus dem Vergleich der Werte in **Tabelle 3** mit jenen in **Tabelle 4** folgt schließlich, daß Referenzortmessungen mit hoher Wahrscheinlichkeit richtige Aussagen über die Brauchbarkeit des von einer Sendeanlage abgestrahlten Fernsehsignals ergeben.

SCHRIFTTUM


[1] D'Amato, P.; Giorgi, C.: Ripetitori Televisivi: „Il Prodotto d'Intermodulazione Audio-Video." Elettronica e Telecomunicazioni 25 (1976), S. 35—41.

[2] Flor, W.: „Das Intermodulationsverhalten von Sender- und Verstärkerketten." Fernseh- und Kinotechnik 31 (1977), S. 358—362.

[3] CCIR: Transmission Performance of Television Circuits Designed for Use in International Connections. Rep. 486—1, XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. XII, pp. 63—99, hrsg. v. d. UIT, Geneva 1975.

[4] CCIR: Requirements for the Transmission of Television Signals over long Distances (System I only). Rec. 451—2, XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. XII, pp. 41—49, hrsg. v. d. UIT, Geneva 1975.

[5] Flor, W.: „Intermodulationsmessung mit Hilfe der Prüfzeilentechnik." Fernseh- und Kinotechnik 30 (1976), S. 353—354.

[6] Lewis, N. W.; Allnatt, J. W.: „Subjective and Objective Impairments in Television Pictures." IEE Conf. Publication 46 Part 1, 2.1.1.—2.1.5. (1968).

[7] Allnatt, J. W.; Prosser, R. D.: „Subjective Quality of Colour-Television Pictures Impaired by Random Noise." Proc. IEE, Vol. 113 (1966), S. .551—554.

[8] Allnatt, J. W.: „Subjective Quality of Television Pictures Impaired by Linear Waveform Distortion." Electronic Letters, Vol. 13 (1977), No. 18, pp. 546—548.

[9] Flor, W.: „Beurteilung intermodulationsgestörter Fernsehbilder durch Nichtexperten." Fernseh- und Kinotechnik 31 (1977), S. 46—48.

# EIN MATHEMATISCHES MODELL ZUR BERECHNUNG DER NACHBARKANALSTÖRUNG IN EINSEITENBAND- UND ZWEISEITENBANDSYSTEMEN DES AM-TONRUNDFUNKS[1]

VON GÜNTHER GRÖSCHEL[2]

Manuskript eingegangen am 25. April 1978

AM-Tonrundfunk

## Zusammenfassung

Es wird ein mathematisches Modell beschrieben, mit dem die Nachbarkanalstörung in amplitudenmodulierten Tonrundfunksystemen bei Einseitenband- und Zweiseitenbandmodulation in Abhängigkeit von den Systemparametern berechnet werden kann. Der die Nachbarkanalstörung charakterisierende Begriff des relativen HF-Schutzabstandes und das der Rechnung zugrunde liegende objektive Meßverfahren werden kurz erläutert. Die Rechnung bildet den bei der Messung ablaufenden Vorgang nach, erlaubt jedoch die Untersuchung des relativen HF-Schutzabstandes bei beliebiger Variation der Parameter, ohne das Übertragungssystem realisieren zu müssen.

Das Prinzip der Rechenmethode wird erläutert und es werden die für Einseitenband- und Zweiseitenbandmodulation erforderlichen mathematischen Funktionen zur Nachbildung der Senderspektren, der Empfängereigenschaften und der Bewertungskurve des Psophometers abgeleitet. Die erzielbare Genauigkeit im Vergleich zur Messung und die Grenzen der Anwendbarkeit des Verfahrens werden untersucht.

Als Anwendungsbeispiel ist für ein SSB-System mit idealer Bandbegrenzung beim Sender der Einfluß

— der Randaussendung,
— des Dämpfungsanstiegs der Empfängerfilter,
— der Trägerreduktion,
— der Bandbreite,
— eines Kerbfilters zur Unterdrückung der Trägerstörung

auf den relativen HF-Schutzabstand als Funktion des Kanalabstandes untersucht worden.

Das Rechenprogramm (in BASIC) ist für einen Tischrechner HP 9830 mit 16 K-Byte Speicherkapazität entwickelt worden. Die Berechnung eines Schutzabstandswertes erfordert etwa 45 Sekunden Rechenzeit.

## Summary **A mathematical model for the calculation of the adjacent-channel interference in single-sideband and double-sideband AM sound-broadcasting systems**

This article describes a mathematical model applicable to AM sound-broadcasting systems, by means of which it is possible to calculate, as a function of the transmission system characteristics, the relative RF protection ratio that represents the effect of adjacent-channel interference. The calculation simulates the C.C.I.R. objective measurement method and has the advantage that the influence of various parameters in the transmission system can easily be investigated without having real equipment available for testing.

After a discussion of the principal method of calculation the necessary mathematical functions for simulating the radiated spectra, the receiver characteristics and the weighting curve for the psophometer are derived, both for single-sideband and double-sideband amplitude modulation.

The attainable accuracy in comparison to the measurement and the limits of the applicability of the procedure are investigated.

Assuming an SSB-system with ideal band limitation at the transmitter output an example has been calculated for the influence of

— the out-of-band emission
— the attenuation increase of the receiver filters
— the carrier reduction
— the bandwidth
— a notch filter for the suppression of the carrier interference

on the relative RF protection ratio as a function of the channel spacing.

The computer program (in BASIC) has been developed for the 16-k-byte HP 9830 desk calculator. The calculation of a single protection ratio value requires approximately 45 seconds.

## Sommaire **Modèle mathématique pour le calcul des brouillages par canal adjacent en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude à une ou à deux bandes latérales**

L'article décrit un modèle mathématique applicable aux systèmes de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude, par lequel on peut calculer, en fonction des caractéristiques du système de transmission, le rapport de protection RF relative représentant l'effet des brouillages dans le canal adjacent. Le calcul simule la méthode de mesure objective du C.C.I.R. et présente l'avantage que l'influence des divers paramètres du système de transmission peut être aisément examinée sans qu'on doive disposer d'un équipement pour des essais.

Après avoir décrit le principe de calculation, les fonctions mathématiques nécessaires représentant les spectres émis, les caractéristiques du récepteur et la courbe d'évaluation du psophomètre en sont dérivées. Les fonctions sont également déduites pour les deux cas de la modulation d'amplitude à bande latérale unique et à double bande latérale.

La précision qu'on peut atteindre en comparaison avec la mesure ainsi que les limites pour l'application de ce procédé sont examinées.

Etant donné un système à BLU avec une limitation ideale de bande à la sortie d'émetteur on a calculé, comme exemple, l'inluence

— de l'émission hors de la bande
— de l'augmentation de l'atténuation du filtre de récepteur
— de la réduction de la porteuse
— de la largeur de bande
— d'un filtre de réjection à flancs raides pour la suppression de l'interférence de la porteuse

sur le rapport de protection HF en fonction de l'écartement entre canaux.

Un programme en langages BASIC a été développé pour l'ordinateur et table HP 9830 (capacité de mémoire 16 k-byte). La calculation d'une valeur du rapport de protection demande environ 45 secondes.

[1] Dieser Aufsatz erscheint zugleich in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev. Tech./Rev. de l'U.E.R. Tech. Nr. 169 (Juni 1978). This article is published simultaneously in English in the E.B.U. Rev. Tech. No. 169 (June 1978). Cet article est publié simultanément en français dans la Rev. de l'U.E.R. Tech. N° 169 (juin 1978).

[2] Dipl.-Ing. Günther Gröschel ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) der Deutschen Bundespost in Darmstadt.

## 1. Einleitung

Zur Vorbereitung der LW/MW-Rundfunkkonferenz 1974/75 war ein Verfahren zur Berechnung der Nachbarkanalstörung in AM-Tonrundfunksystemen mit Zweiseitenbandmodulation (DSB) in Abhängigkeit von den Systemparametern entwickelt [1] und zu einem mathematischen Modell ausgebaut worden, das mit kleinen Modifikationen entsprechende Untersuchungen auch an Systemen mit bandbreitesparenden Modulationsverfahren, z. B. Aussendungen mit einem Seitenband (SSB) oder zwei voneinander unabhängigen Seitenbändern (ISB), erlaubt. Das CCIR ist aufgefordert worden, derartige Systeme mit dem Ziel einer späteren Einführung zu untersuchen [2, 3].

Das im folgenden beschriebene mathematische Modell hat mittlerweile neben einem grafischen Verfahren [4] und einem Rechenverfahren mit polygonartigen Näherungen [5] Eingang in die CCIR-Dokumentation gefunden [6].

Die zwischen zwei frequenzbenachbarten Kanälen eines mit AM arbeitenden Tonrundfunksendernetzes in den Bereichen 5 (LW), 6 (MW) und 7 (KW) zu erwartenden gegenseitigen Störungen (Nachbarkanalstörungen) sind unter anderen Parametern bestimmend für die Gestaltung der Sendernetze und die Qualität der empfangenen Signale.

Die Wirkung der Nachbarkanalstörung wird beim AM-Tonrundfunk durch den relativen HF-Schutzabstand $A_{rel}$ charakterisiert [7, 8], der außer von der spektralen Energiedichteverteilung des Programmsignals und der physiologischen Ohrempfindlichkeit in komplizierter Weise von den technischen Parametern des Senders und des Empfängers abhängt. Die wichtigsten Kenngrößen des Senders und des Empfängers, deren Einflüsse hier betrachtet werden sollen, sind:

- der Kanalabstand $\Delta F$,
- die Bandbreite des Senders und des Empfängers $B_N$ und $B_R$,
- der Dämpfungsanstieg der bandbegrenzenden Filter beim Sender und beim Empfänger $\alpha_S$ und $\alpha_R$,
- die Trägerreduktion T,
- der Modulationsgrad $m_{eff}$,
- die spektrale Energieverteilung des Modulationssignals,
- die Randaussendung des Senders (charakterisiert durch die Differenztondämpfung $D_3$ des Senders bei Aussteuerung mit zwei Tönen gleicher Amplitude),
- Höhenanhebung oder -absenkungen, denen das zu übertragende Signal beim Sender oder beim Empfänger unterworfen wird,
- die Dynamikkompression,
- ein Kerbfilter zur Unterdrückung der Trägerstörung im Empfänger.

Zur Messung des HF-Schutzabstandes standen bisher, wenn man von den aufwendigen und stark streuende Ergebnisse liefernden subjektiven Meßverfahren absieht, nur die objektive Meßmethode nach [6] zur Verfügung. Diese Methode erlaubt Messungen an bereits entwickelten und aufgebauten Systemen und ist deshalb zur vorausschauenden Optimierung der Systemparameter, z. B. hinsichtlich bester Nutzung der zur Verfügung stehenden Frequenzbereiche bei möglichst guter Übertragungsqualität, nicht geeignet. Die eingangs erwähnten numerischen Methoden ermöglichen dagegen bei Benutzung elektronischer Rechner eine schnelle Berechnung des relativen HF-Schutzabstandes mit beliebigen Parametern des Senders und des Empfängers und damit die Optimierung zukünftiger Übertragungssysteme.

## 2. Objektive Meßmethode

Um den Aufwand und die durch die Art der Bewertung bedingten starken Streuungen der Ergebnisse subjektiver Hörtests zur Ermittlung des relativen HF-Schutzabstandes zu verringern, ist das objektive Meßverfahren entwickelt worden [6], bei dem die störende Aussendung und die Nutzaussendung durch einen mit bandbegrenztem bewerteten Rauschen modulierten Meßsender (m = 50 %), abgestimmt auf die Frequenz $f_1$, und der Nutzempfangskanal durch einen Normempfänger, abgestimmt auf die Frequenz $f_2$, nachgebildet werden. Abhängig von der Verstimmung $\Delta F = f_2 - f_1$ des Empfängers wird an dessen Ausgang die psophometrisch bewertete Störleistung gemessen und ins Verhältns gesetzt zur Nutzempfangsleistung, die bei $\Delta F = 0$ am Empfängerausgang auftritt. Dieser Quotient ist der relative HF-Schutzabstand $A_{rel}$. Er wird in dB ausgedrückt und gibt an, wie groß das Feldstärkeverhältnis von Nutz- und Störsender bei ungleichen Trägerfrequenzen sein darf, damit ein vereinbarter Störabstand am Ausgang des Empfängers (Gleichkanalschutzabstand) nicht unterschritten wird.

Hierbei wird angenommen, daß der subjektive Störeindruck beim Empfang im Nachbarkanal dem Verhältnis der bewerteten Nutzleistung zu der bewerteten Störleistung proportional ist. Diese Annahme ist bei Amplitudenmodulation erfüllt.

## 3. Prinzip der Rechenmethode

Zur Berechnung des relativen HF-Schutzabstandes wird der der objektiven Meßmethode zugrunde liegende physikalische Vorgang (Bestimmung der Nutzleistung und der bewerteten Störleistung im Nachbarkanal und des Quotienten daraus) durch ein mathematisches Modell nachgebildet. Es werden zwei benachbarte Kanäle mit den Trägerfrequenzen $f_S$ und $f_R$ angenommen, deren Frequenzdifferenz $\Delta F$ gleich dem betrachteten Kanalabstand ist. Das auf die Teilbandbreite $B_{eff}$ bezogene Spektrum des Senders wird durch eine von der relativen Frequenz $|f|$ abhängige Funktion $F_S$ nachgebildet. Diese Funktion ist aus multiplikativen Teilfunktionen (z. B. Dämpfung der bandbegrenzenden Filter, spektrale Energieverteilung im Seitenband, Höhenanhebung) und additiven Teilfunktionen (z. B. Randaussendung, Trägerwert, Störrauschspektrum) zusammengesetzt. In ähnlicher Weise wird die Über-alles-Dämpfung des Empfängers einschließlich der Bewertung der Störleistung mit dem Psyphometerfilter durch eine von der relativen Frequenz $f^* = |(\Delta F - f)|$ abhängige Funktion $F_R$ dargestellt. Auch diese Funktion setzt sich aus multiplikativen Teilfunktionen (z. B. Bandbe-

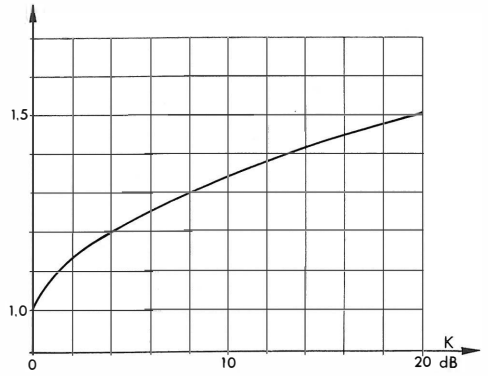



**Bild 2**

**Anstieg des Modulationsgrades bei Kompression**

Abszisse: Kompressionsgrad K

Ordinate: Anstieg des Modulationsgrades (Faktor)

**Bild 2** zeigt den im Modell angenommenen empirischen Zusammenhang zwischen dem Kompressionsgrad K und der dadurch hervorgerufenen Erhöhung des Modulationsgrades $m_{eff}$ bzw. des Aussteuergrades $p_{eff}$. In **Bild 3** ist dargestellt, wie bei DSB-Modulation die Größe $a_M$ von der Bandbreite $B_N$ des Senders abhängt. Zweckmäßigerweise wird hier die Hilfsgröße $B_E$ (Ersatzbandbreite) eingeführt. $B_E$ ist die bei Modulation mit weißem Rauschen (konstante Leistungsdichte im Seitenband) erforderliche Bandbreite, die die gleiche Seitenbandleistung erzeugt, wie eine Modulation mit bewertetem Rauschen und der Senderbandbreite $B_N$ [10]. $B_E$ ist folgendermaßen definiert:

$$B_E = \int_0^\infty F_1^2(f) \cdot F_2^2(f) \cdot F_3^2(f)\, df \quad . \tag{9}$$

Dadurch ist sichergestellt, daß der gewünschte Modulations- bzw. Aussteuergrad des Senders auch bei Anwendung einer Höhenanhebung oder bei unterschiedlicher Bandbegrenzung den für die Rechnung angenommenen Wert beibehält. Der grundsätzliche Zusammenhang zwischen $B_E$ und $B_N$ ist in **Bild 4** dargestellt. Er gilt für bewertetes Rauschen nach [6].

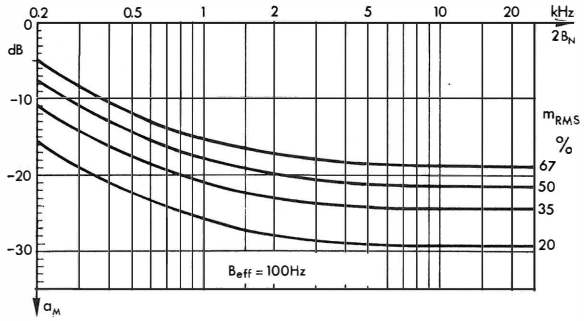



**Bild 3**

**Lage des Maximums des Leistungsdichtespektrums im Seitenband bei DSB-Modulation**

Abszisse: erforderliche HF-Bandbreite $2B_N$

Ordinate: Maximalpegel $a_M$ des Seitenbandspektrums relativ zum Trägerpegel

Parameter: effektiver Modulationsgrad $m_{eff}$ (= $m_{RMS}$), effektive Rauschbandbreite $B_{eff}$ des Analysiergerätes

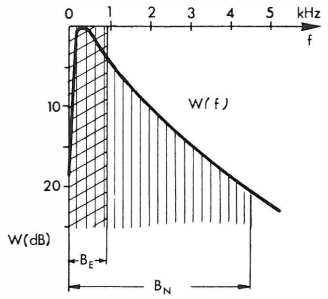



**Bild 4**

**Zusammenhang zwischen Ersatzbandbreite $B_E$ und erforderlicher Bandbreite $B_N$**

Abszisse: relative Frequenz f

Ordinate: spektrale Leistungsdichte W des Modulationssignals relativ zum Maximum bei 210 Hz

#### 4.4. Bandbegrenzung des Senders

Die Dämpfung eines die Breite des Durchlaßbandes des Senders begrenzenden Filters wird durch die Funktion $F_2(f)$, einen multiplikativen Term, nachgebildet. Beliebige Dämpfungsfunktionen können hier eingesetzt werden. Für die in Abschnitt **8.** beschriebenen Untersuchungen an Einseitenband-Übertragungssystemen sind Filter mit Butterworth-Charakteristik angenommen worden, deren Dämpfung dargestellt werden kann [11] durch den Ausdruck:

$$F_2(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{|f|}{B_N}\right)^{N_S}}} \quad . \tag{10}$$

Die Variable f ist hier die Frequenzabweichung vom Träger. Die Größe $B_N$, die notwendige niederfrequente Bandbreite des Senders, bestimmt den 3-dB-Punkt der Dämpfung. Mit dem Exponenten $N_S$

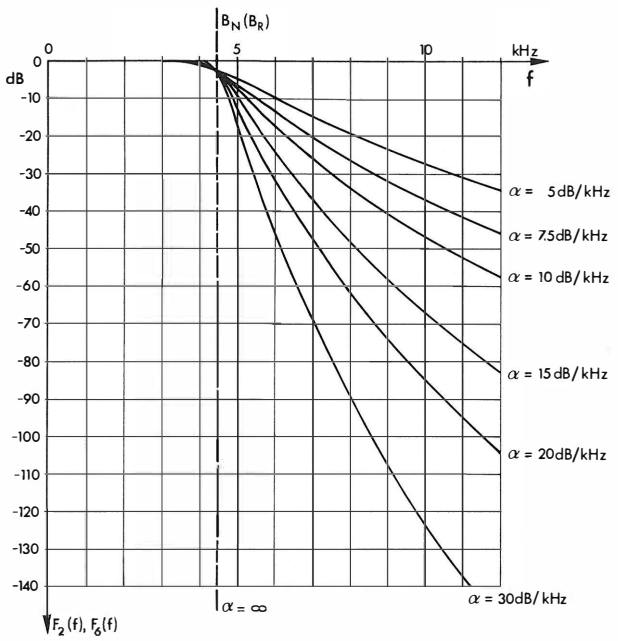



**Bild 5**

**Dämpfung der bandbegrenzenden Filter**

Abszisse: relative Frequenz f

Ordinate: Dämpfung

Parameter: Dämpfungsanstieg im Wendepunkt α

wird die Steilheit $\alpha_S$ des Dämpfungsanstieges des Senderfilters, gemessen im Wendepunkt, der steilsten Stelle der Dämpfungsfunktion, festgelegt. **Bild 5** zeigt ein Beispiel derartiger Dämpfungskurven mit der konstanten 3-dB-Bandbreite $B_N = 4500$ Hz bei unterschiedlich steilem Dämpfungsanstieg $\alpha_S$.

In der gewählten Dämpfungscharakteristik tritt der steilste Anstieg bei der auf den Träger bezogenen Frequenz $f_m$ (Wendepunkt) auf:

$$f_m = B_N \cdot (N-1)^{1/N} \quad . \tag{11}$$

Bei gegebener Bandbreite $B_N$ kann zur Berechnung des maximalen Dämpfungsanstiegs $\alpha$ (in dB/kHz) aus dem Exponenten N und umgekehrt die allgemein (auch für das Empfangsfilter) geltende Beziehung

$$|\alpha| = (4343/B_N) \cdot (N-1)^{[(N-1)/N]} \tag{12}$$

herangezogen werden. Der Zusammenhang $\alpha = f(N)$ mit der Bandbreite $B_N$ als Parameter ist in **Bild 6** dargestellt.

In vielen Fällen gegenseitiger Störungen zwischen benachbarten Kanälen sind während der LW/MW-Rundfunkkonferenz, Genf 1975, Begrenzungen der Senderbandbreite auf systemgerechte Werte ($\approx$ 4500 Hz) vereinbart und im Plan festgehalten worden. Der Dämpfungsverlauf eines von den Sendern der Bundesrepublik schon seit längerer Zeit zur Bandbegrenzung benutzten Filters (AK-5 Filter) mit 4500 Hz 3-dB-Bandbreite und etwa 60 dB Dämpfungsanstieg pro Oktave wird durch die folgende Dämpfungsfunktion angenähert:

$$F_2(f) = \frac{\sqrt{1+\left(\frac{|f|}{5150}\right)^{15}}}{\sqrt[3]{1+\left(\frac{|f|}{4280}\right)^{49}}} \quad . \tag{13}$$

Der zugehörige Dämpfungsverlauf ist in [12] zu finden.

#### 4.5. Höhenanhebung des Senders

Um den Einfluß einer Abweichung der spektralen Energiedichte des Modulationssignals von der des genormten bewerteten Rauschens [6] untersuchen zu können, wurde die Funktion $F_3(f)$, ein weiterer multiplikativer Term, eingeführt, mit dem eine Höhenanhebung ähnlich der zur Vorentzerrung (Preemphase) bei FM nachgebildet werden kann:

$$F_3(f) = \sqrt{1 + (2 \cdot \pi \cdot \tau_S \cdot f)^2 \cdot 10^{-12}} \quad . \tag{14}$$

$\tau_S$ ist die Zeitkonstante (in $\mu$s) des in Bezug auf Dämpfung äquivalenten RC-Gliedes. Mit der Zeitkonstanten kann der Grad der Höhenanhebung verändert werden. **Bild 7** zeigt den Verlauf von $F_3(f)$ mit $\tau_S$ als Parameter.

#### 4.6. Randaussendung

Die unmittelbar außerhalb der erforderlichen Bandbreite $2 \cdot B_N$ des Senders auftretenden Komponenten des Leistungsdichtespektrums werden Randaussendung genannt [13]. Sie entstehen durch die nichtlineare Verzerrung des Modulationssignals im Sender. Die Auswirkung dieser Verzerrung auf die Randaussendung wird durch die Differenztonfaktoren dritter und fünfter Ordnung $D_3$ und $D_5$ [14] gekennzeichnet, die bei Modulation des Senders mit zwei Tönen gleicher Amplitude (Doppelton) gemessen werden.

Die Randaussendung ist stark abhängig von den Differenztonfaktoren, dem Modulations- bzw. Aussteuerungsgrad des Senders und von einer Preemphase des Modulationssignals. Messungen an Sendern großer Leistung bei DSB-Modulation mit bewertetem Rauschen [10] haben gezeigt, daß:

- die Pegel der Randaussendung an den Bandgrenzen $f_1 \pm B_N$ etwa um den Betrag des Differenzton-

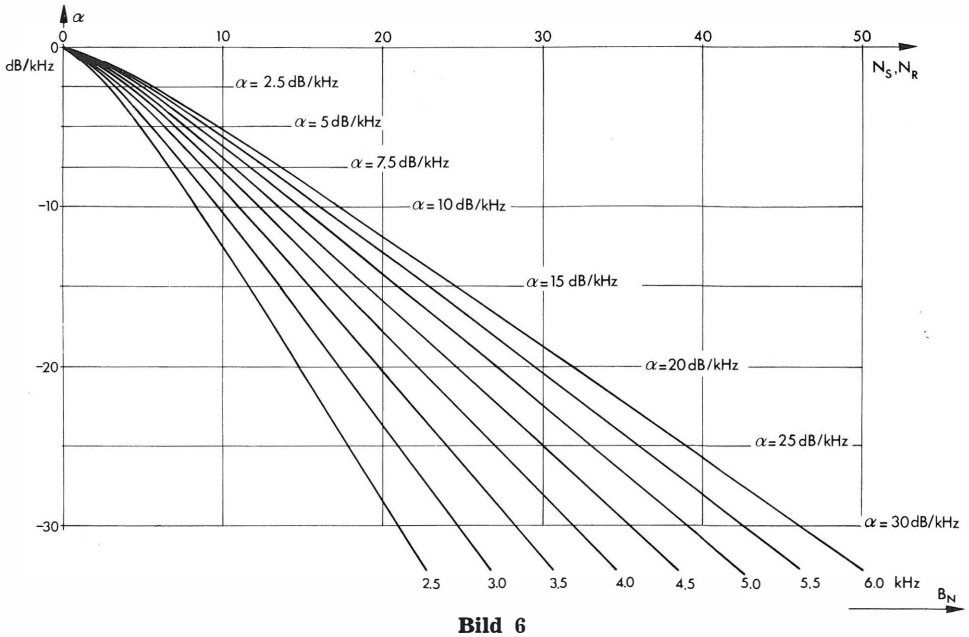



**Bild 6**

**Abhängigkeit des Exponenten der Dämpfungsfunktionen von der Bandbreite und dem Dämpfungsanstieg**

Abszisse: Exponent der Dämpfungsfunktion
Ordinate: Steilheit des Dämpfungsanstieges im Wendepunkt α
Parameter: erforderliche Bandbreite $B_N$

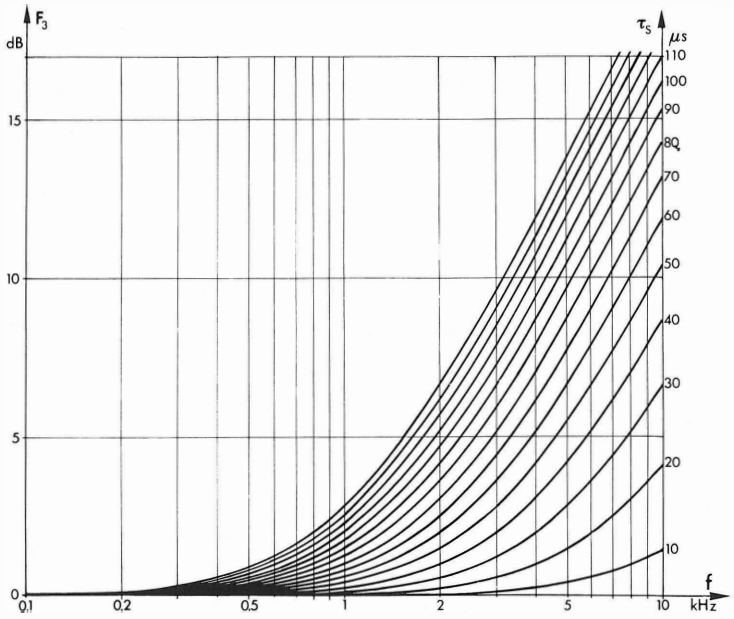



**Bild 7**

**Höhenanhebung**

Abszisse: relative Frequenz f
Ordinate: Höhenanhebung $F_3$
Parameter: Zeitkonstante $\tau_S$

faktors dritter Ordnung $D_3$ tiefer liegen als die Nutzpegel am Rande des Durchlaßbandes;

- die Randaussendung bei DSB-Modulation außerhalb der erforderlichen Bandbreite $2 \cdot B_N$ symmetrisch zum Träger nach beiden Seiten hin mit etwa 15 dB/Oktave abfällt. Bei SSB-Modulation ist die Randaussendung unsymmetrisch zum Träger;
- der Pegelabstand $\Delta a$ der Randaussendung in erster Näherung auch bei Änderung des Modulationsgrades und der Bandbreite erhalten bleibt.

Zur mathematischen Nachbildung der Randaussendung dient der additive Term $F_4^*(f)$ der Form

$$F_4^*(f) = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{|f|}{3000}\right)^{5,8}}}\,, \tag{15}$$

der in seiner relativen Lage zu den Pegeln im Nutzband an der Stelle $f_1 \pm B_N$ abhängig von $\tau_S$ und $m_{eff}$ so verschoben wird, daß die empirisch gefundene Bedingung

$$\Delta a \approx D_3 \tag{16}$$

eingehalten wird. Die additive Teilfunktion $F_4(f)$ nimmt damit folgende Form an:

$$F_4(f) = F_4^*(f) \cdot Q^* \tag{17}$$

mit

$$Q^* = \sqrt{1+\left(\frac{B_N}{3000}\right)^{5,8}} \cdot \sqrt{a_M} \cdot F_1(B_N) \cdot F_2(B_N) \cdot \sqrt{\frac{100}{B_{eff}}} \cdot 10^{-(0,95 \cdot D_3/20)}\,. \tag{18}$$

Die Zusammenhänge zur Bildung von $Q^*$ sind in **Bild 8** (logarithmischer Maßstab) näher erläutert.

#### 4.7. Sender-Störrauschspektrum

Ein zusätzliches Störrauschspektrum des Senders, hervorgerufen z. B. durch einen dekadischen Steueroszillator, läßt sich durch einen weiteren additiven Term $F_5(f)$ nachbilden. Im vorliegenden Fall ist, stark vereinfacht, ein konstanter Störrauschpegel $S_0 = -100$ dB (relativ zum Trägerpegel) angenommen worden. Es ist daher

$$F_5(f) = 10^{(S_0/20)} \cdot \sqrt{\frac{100}{B_{eff}}}\,. \tag{19}$$

Randaussendung und Störrauschspektrum werden quadratisch addiert.

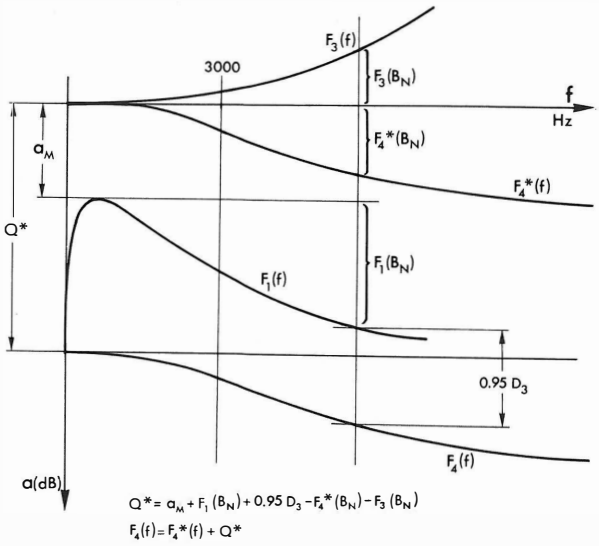



**Bild 8**

**Pegelbeziehungen der Randaussendung**

Abszisse: relative Frequenz f
Ordinate: Dämpfung a

## 5. Nachbildung der Empfängereigenschaften und der Bewertung durch das Psophometer

Der Einfluß der bandbegrenzenden Filter, der Höhenabsenkung (Deemphase) und die Bewertung der Störleistung im Empfänger werden in der Funktion $F_R(f^*)$ zusammengefaßt. Sie setzt sich aus folgenden multiplikativen und additiven Termen zusammen:

$$F_R(f^*) = F_6(f^*) \cdot F_7(f^*) \cdot F_8(f^*) \cdot F_9(f^*) + F_{10}(f^*) \quad , \tag{20}$$

wobei die relative Frequenz $f^*$ in folgender Weise vom Kanalabstand $\Delta F$ und der relativen Frequenz f (auf den Träger des Senders bezogen) abhängt:

$$f^* = |(\Delta F - f)| \quad . \tag{21}$$

### 5.1. Dämpfung der bandbegrenzenden Filter des Empfängers

Die gesamten auf die HF-Stufen und die NF-Stufen verteilten frequenzabhängigen Dämpfungen des Empfängers werden in dem multiplikativen Term $F_6(f^*)$ zusammengefaßt, der ähnlich aufgebaut ist wie der entsprechende Term $F_2(f)$ des Senders:

$$F_6(f^*) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{|f^*|}{B_R}\right)^{N_R}}} \quad . \tag{22}$$

Ganz analog wird auch für den Empfänger mit $B_R$ (in Hz) der 3-dB-Punkt der Dämpfung und mit $\alpha_R$ die Steilheit des Dämpfungsanstiegs (in dB/kHz) der bandbegrenzenden Filter festgelegt. Gleichung (12) und die **Bilder 5** und **6** gelten hier entsprechend.

Für viele Untersuchungen ist es günstig, mittlere Selektionseigenschaften eines Bezugsempfängers anzunehmen. Als solcher kann der Bezugsempfänger MBF der UER angesehen werden. Er hat eine 3-dB-Bandbreite von 2 kHz und einen maximalen Dämpfungsanstieg seiner Filter von etwa 8 dB/kHz. Die Dämpfungskurve läßt sich annähern durch den Ausdruck:

$$F_{6a}(f^*) = \frac{1}{\sqrt{[1+(f^*/2300)^4] \cdot [1+(f^*/3300)^4] \cdot [1+(f^*/4100)^4]}} \quad . \tag{23}$$

Die Dämpfung nach Gl. (23) und einige an verschiedenen Empfängern gemessene Dämpfungskurven sind in **Bild 9** dargestellt. Man erkennt, daß die Selektivität des MBF bereits deutlich besser ist als die der einfachen oder sogar der Mittelklasseempfänger.

### 5.2. Bewertung mit dem Psophometerfilter

Damit der durch die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Ohres bedingte subjektive Störeindruck im gestörten Nachbarkanal richtig erfaßt wird, muß die innerhalb des Empfängerdurchlaßbandes auftretende Störleistung $\Delta P_S$ mit der frequenzabhängigen Dämpfung des Psophometerfilters bewertet werden. Hierzu ist ein weiterer multiplikativer Term $F_7(f^*)$ erforderlich. Die Dämpfung des zur Zeit verwendeten und genormten Psophometerfilters [15] läßt sich darstellen durch

$$F_7(f^*) = \frac{4 \cdot |f^*|}{\sqrt{[A^2(f^*) + B^2(f^*)]}} \tag{24}$$

mit

$$A(f^*) = -(f^*)^6 \cdot K_6 + (f^*)^4 \cdot K_4 - (f^*)^2 \cdot K_2 + K_0 \tag{25}$$

und

$$B(f^*) = (|f^*|^5) \cdot K_5 - (|f^*|^3) \cdot K_3 + (|f^*| \cdot K_1) \tag{26}$$

sowie den Konstanten:

$K_0 = 0{,}4010 \cdot 10^4$ $\quad K_4 = 8{,}1023 \cdot 10^{-12}$

$K_1 = 2{,}2124$ $\quad K_5 = 5{,}1866 \cdot 10^{-16}$

$K_2 = 5{,}3848 \cdot 10^{-4}$ $\quad K_6 = 1{,}9000 \cdot 10^{-20}$

$K_3 = 8{,}3417 \cdot 10^{-8}$

Die Näherung nach den Gleichungen (24), (25) und (26) weicht bis zu der Frequenz $f^* = 20$ kHz um nicht mehr als $\pm 0{,}2$ dB von den in [14] aufgeführten Sollwerten ab.

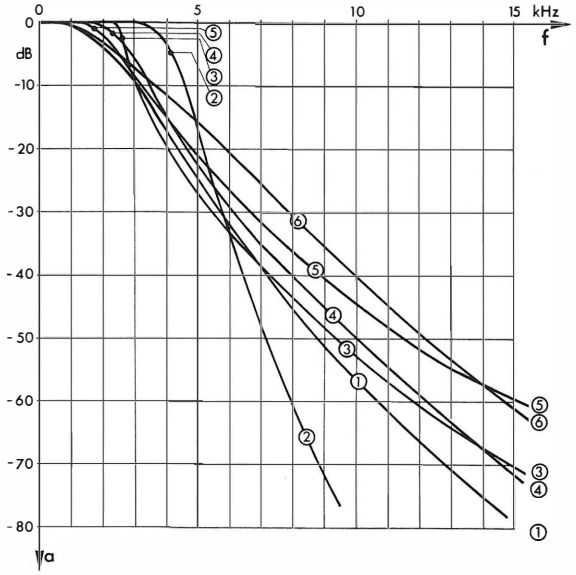



**Bild 9**

**Empfänger-Dämpfungskurven**

Abszisse: relative Frequenz f

Ordinate: Dämpfung a

(1) EBU-Bezugsempfänger MBF: $\alpha_R \approx$ 7,5 dB/kHz
(2) IRT-Empfänger mit mechanischem ZF-Filter: $\alpha_R \approx$ 16 dB/kHz
(3) Vierkreis-Hybrid ZF-Filter: $\alpha_R \approx$ 20,0 dB/kHz
(4) Hybrid ZF-Filter: $\alpha_R \approx$ 12,0 dB/kHz
(5) Industriegerät, obere Mittelklasse $\alpha_R \approx$ 6,5 dB/kHz
(6) Industriegerät, obere Mittelklasse: $\alpha_R \approx$ 5,0 dB/kHz

Zum Vergleich soll auch eine Näherung für die früher benutzte Psophometerdämpfung [16] angegeben werden. Es ist

$$F_{7a}(f^*) = \frac{7{,}08 \cdot 10^{-5} \cdot |f^*|^{1{,}425} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{f^*}{11400}\right)^{14}}}{\sqrt{\left[1 + \left(\frac{f^*}{1200}\right)^2\right] \cdot \left[1 + \left(\frac{f^*}{6300}\right)^4\right] \cdot \left[1 + \left(\frac{f^*}{8600}\right)^{22}\right]}} \tag{27}$$

### 5.3. Höhenabsenkung im Empfänger

Ein weiterer multiplikativer Term $F_8(f^*)$ erlaubt es, die Wirkung einer Höhenabsenkung beim Empfänger auf die Nachbarkanalstörung zu untersuchen:

$$F_8(f^*) = \frac{1}{\sqrt{1 + (2 \cdot \pi \cdot \tau_R \cdot f^*)^2 \cdot 10^{-12}}} \quad . \tag{28}$$

Mit der Zeitkonstanten $\tau_R$ des äquivalenten RC-Gliedes wird die gewünschte Höhenabsenkung gewählt.

#### 5.4. Unterdrückung der Trägerstörung durch ein Kerbfilter

Insbesondere beim KW-Rundfunk hat sich die Anordnung eines Kerbfilters mit schmalem Dämpfungsbereich in dem auf die Demodulationsstufe im Empfänger folgenden niederfrequenten Verstärker zur selektiven Unterdrückung des durch den Träger hervorgerufenen Störanteils sehr bewährt. Die Mittenfrequenz des Kerbfilters entspricht dem Kanalabstand, damit der Trägerpfiff bei optimaler Abstimmung auf das Nutzsignal unterdrückt wird. In der Rechnung wird dieses am einfachsten dadurch bewirkt, daß nur der getrennt erfaßte Störanteil des Trägers nicht berücksichtigt wird. Dieser Maßnahme im Rechenprogramm entspricht die Zuschaltung eines extrem schmalen Kerbfilters, welches nur den Träger allein unendlich stark dämpft.

Soll erfaßt werden, daß ein reales Kerbfilter neben dem Träger auch einen Teil des Nutzspektrums unterdrückt, so kann z. B. die Dämpfungsfunktion eines einzelnen Reihenschwingkreises mit der Güte Q und der Resonanzfrequenz $f_r$, dem zur Spannungsteilung ein Widerstand R vorgeschaltet ist, eingesetzt werden:

$$F_9(f^*) = \frac{\sqrt{R_r^2 + (L/C) \cdot \left(\frac{f^*}{f_r} - \frac{f_r}{f^*}\right)^2}}{\sqrt{(R_r + R)^2 + (L/C) \cdot \left(\frac{f^*}{f_r} - \frac{f_r}{f^*}\right)^2}} \quad . \tag{29}$$

Der Dämpfungswiderstand $R_r$ hängt von der Güte Q und dem L/C-Verhältnis des Reihenschwingkreises ab:

$$R_r = \frac{1}{Q} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} \quad . \tag{30}$$

#### 5.5. Weitabselektion des Empfängers

Der additive Term $F_{10}(f^*)$ gestattet es, einen von unendlich abweichenden Wert der Weitabselektion des Empfängers zu simulieren. Hier ist als einfachster Fall eine konstante Weitabselektion $R_0$ (in dB) angenommen worden, die sich folgendermaßen darstellen läßt:

$$F_{10}(f) = 10^{(R_0/20)} \quad . \tag{31}$$

**Bild 10** zeigt abschließend ein Beispiel des typischen Verlaufs der Über-alles-Dämpfung des Empfägers $F_R(f)$ mit Kerbfilter bei SSB-Modulation und das zugehörige Leistungsdichtespektrum des Senders $F_S(f)$.

## 6. Grenzen des Rechenverfahrens

Das beschriebene Rechenverfahren ermittelt den relativen HF-Schutzabstand aus dem Verhältnis der empfangenen Nutz- und Störleistung. Hierbei ist zu beachten, daß die Nutzemfangsleistung ($\Delta F = 0$) mit dem kohärenten eigenen Träger demoduliert wird. Die Störleistung entsteht jedoch durch Demodulation der Seitenbandschwingungen (bzw. der Teilrauschbänder) des störenden Senders mit dem Träger des Nutzsignals. Dabei treten statistisch verteilte Phasendifferenzen $\Delta\varphi$ auf. Die gemessene Störleistung ist deshalb im Fall der Gleichkanalstörung ($\Delta F = 0$) infolge der nichtkohärenten Demodulation mit dem Nutzträger [17] um 3 dB kleiner als das Ergebnis der Rechnung. Dieser Unterschied verschwindet bei Einseitenbandsystemen. Beim Vergleich

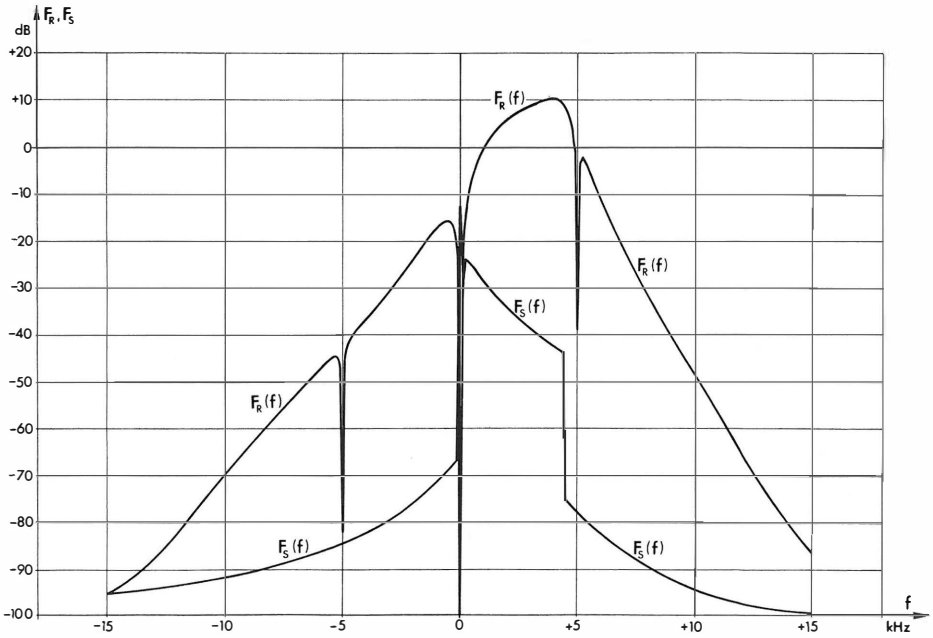



**Bild 10**

**Beispiel der Funktionen $F_S(f)$ und $F_R(f)$ für ein SSB-System**

Abszisse: relative Frequenz f

Ordinate: Pegel bzw. Dämpfung

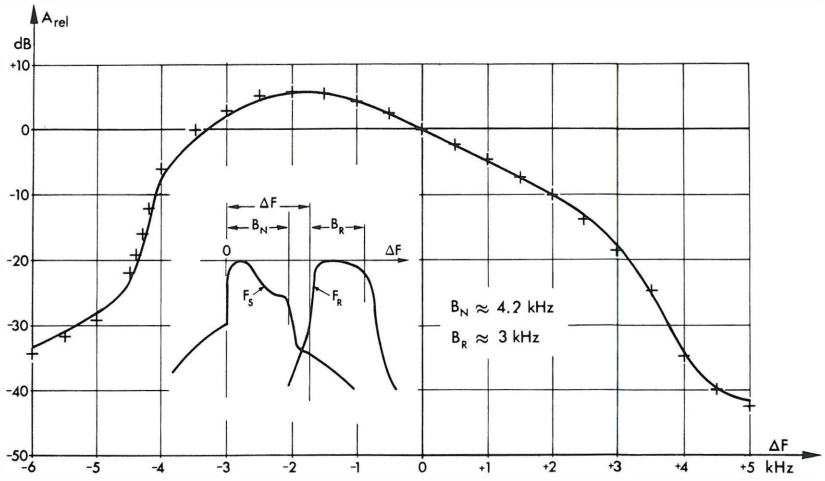



**Bild 11**

**Vergleich zwischen Rechnung und Messung (SSB-System)**

Abszisse: Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$

zwischen Rechnung und Messung müssen diese Unterschiede beachtet werden.

Mit dem beschriebenen mathematischen Modell können der durch den Träger im Nachbarkanal hervorgerufene Störanteil (Schwebungston) und die Störung durch die Seitenbänder getrennt erfaßt werden. Die Trägerstörung ist gegeben durch

$$\Delta P_T = K \cdot F_S^2(0) \cdot F_R^2(\Delta F) \qquad (32)$$

und die von den Seitenbändern hervorgerufene Störleistung

$$\Delta P_{SB} = \Delta P_S - \Delta P_T = \int_{f_1}^{f_2} F_S^2(f) \cdot F_R^2(f^*)\, df - K \cdot F_S^2(0) \cdot F_R^2(\Delta F) \quad . \qquad (33)$$

Bei Annahme einer anderen spektralen Energieverteilung (z. B. konventionelles Sprachsignal nach CCITT-Empfehlung G227, Genf 1976, Vol. III, pp. 145–147) und der entsprechenden Psophometerkurve kann das beschriebene Verfahren auch auf andere AM-Systeme (z. B. Telefonie) angewandt werden.

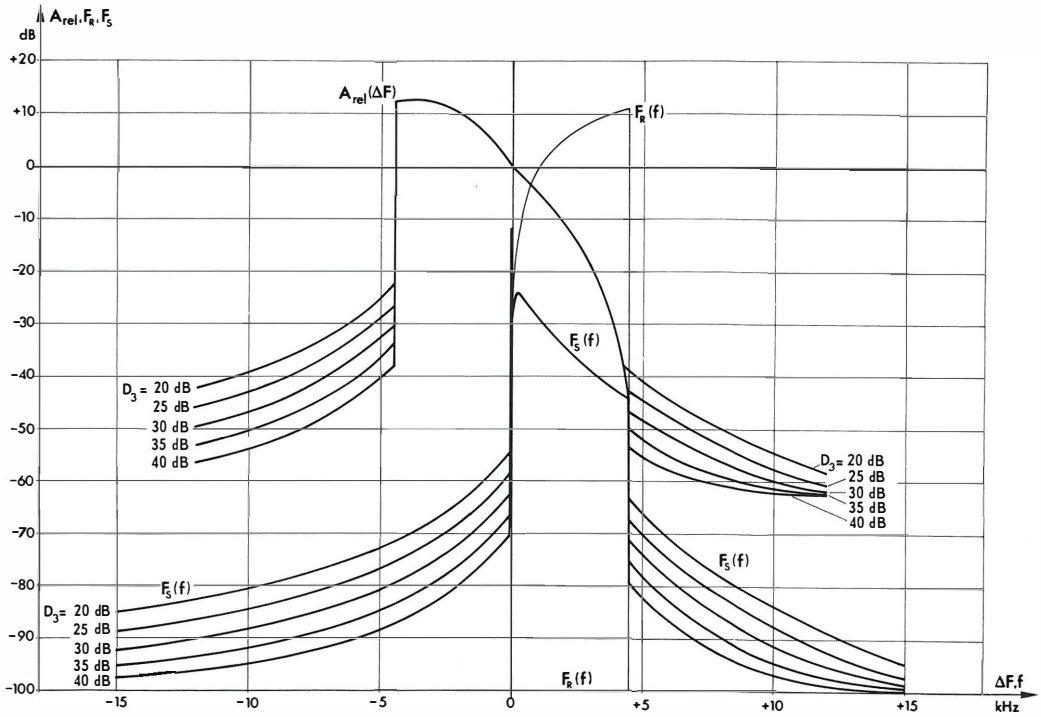



**Bild 12**

**Einfluß der Randaussendung**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S(f)$, bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R(f)$

Parameter: Differenztondämpfung $D_3$ des Senders

## 7. Vergleich zwischen Rechnung und Messung

An einem SSB-System kleiner Leistung (SSB-Empfänger und SSB-Steuersender) wurden die Systemparameter gemessen und daraus mit Hilfe des mathematischen Modells der relative HF-Schutzabstand in Abhängigkeit vom Kanalabstand $\Delta F$ berechnet. Die berechneten Werte wurden mit den direkt gemessenen Werten verglichen. Das Ergebnis ist in **Bild 11** dargestellt.

Bis zu relativen HF-Schutzabständen von etwa −40 dB weichen die gemessenen Werte um nicht mehr als ±1 dB von den berechneten Werten ab. Erst im Bereich unterhalb −40 dB wird die Messung zunehmend durch die Geräuschspannungen der Geräte und die nicht mehr zu vernachlässigenden Intermodulationsverzerrungen des Empfängers beeinflußt. Nichtlineare Effekte im Empfänger sind in der Rechnung nicht berücksichtigt.

## 8. Anwendung des mathematischen Modells

Im folgenden wird an einem SSB-Tonrundfunksystem mit idealer, unendlich steiler Bandbegrenzung beim Sender bei Aussendung des oberen Seitenbandes mit Hilfe des beschriebenen Rechenverfahrens untersucht, wie der relative HF-Schutzabstand abhängt von den Parametern:

- Randaussendung,
- Steilheit der Bandbegrenzung beim Empfänger,
- Trägerreduktion,
- Empfängerbandbreite,
- Einfügung eines Kerbfilters zur Unterdrückung des durch den Träger hervorgerufenen Störanteils.

Angenommen werden weiterhin:

- konstanter effektiver Aussteuergrad $p_{eff} = 35\ \%$,
- frequenzunabhängiger Träger-Störrauschpegel $S_0 = -100$ dB (bezogen auf die Spitzenleistung),
- frequenzunabhängige Weitabselektion des Empfängers $R_0 = -100$ dB,
- Trägerreduktion $T = 12$ dB.

Die für dieses Anwendungsbeispiel gewählten Parameter lehnen sich an die für ein zukünftiges SSB-System im Band 7 (KW-Rundfunk) möglichen Werte (Raster 5 kHz, Bandbreite 4,5 kHz, Restträger −12 dB) an.

### 8.1. Einfluß der Randaussendung

Für ideale (rechteckförmige) Bandbegrenzung des Senders und des Empfängers mit der Bandbreite $B_N = B_R = 4{,}5$ kHz und mit den oben genannten übrigen Parametern ist der relative HF-Schutzabstand $A_{rel} = f(\Delta F)$, mit dem Differenztonfaktor $D_3$ als Parameter, aus **Bild 12** zu ersehen.

Auffällig ist die starke Unsymmetrie des Verlaufs $A_{rel} = f(\Delta F)$ in Bezug auf den Träger, die typisch für SSB-Systeme ist. Während z. B. für den oberen Nachbarkanal mit 5 kHz Kanalabstand der Schutzabstand $A_{rel}$ bereits −41 dB erreicht, ist der Wert für den unteren Nachbarkanal bei gleichem Kanalabstand mit $A_{rel} = -25$ dB um 16 dB ungünstiger.

Bereits mit sehr mäßiger Senderlinearität ($D_3 = 20$ dB) erlaubt die Randaussendung selbst im ungünstigsten Fall des unteren Nachbarkanals bei 5 kHz Kanalabstand Schutzabstände besser als −25 dB. Ohne allzu großen Aufwand sind bei SSB-Tonrundfunksendern großer Leistung Differenztonfaktoren $D_3$

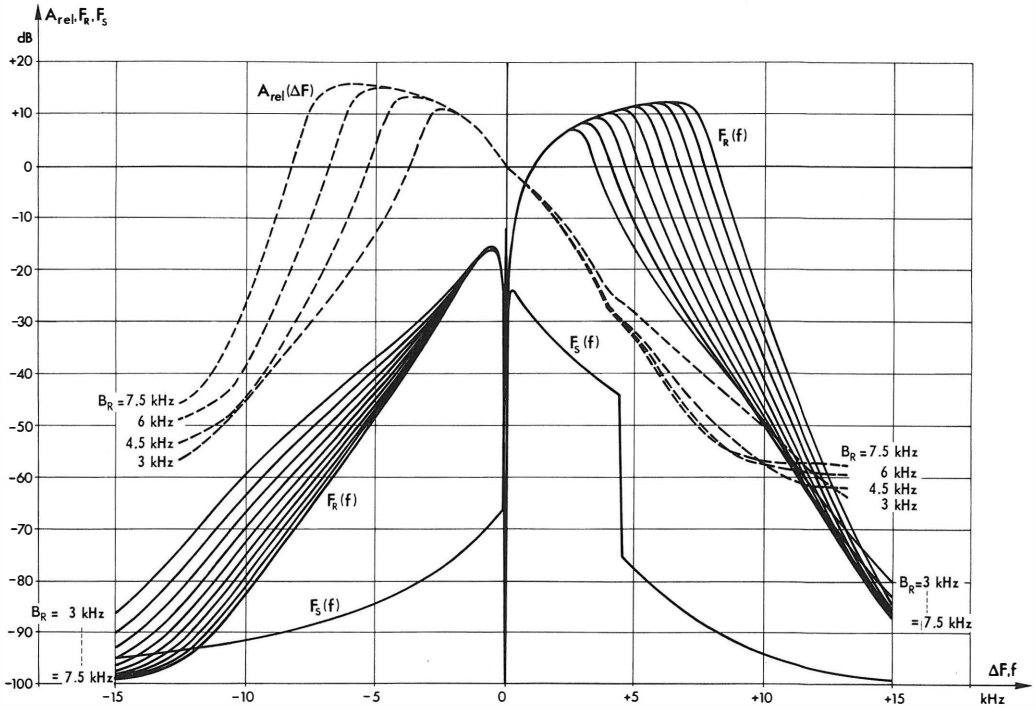



**Bild 13**
**Einfluß der Empfängerbandbreite**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$
Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S(f)$, bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R(f)$
Parameter: Bandbreite $B_R$ des Empfängers

von 30 dB bis 40 dB zu erreichen, die HF-Schutzabstände besser – 30 dB ergeben. In Bezug auf den HF-Schutzabstand stellt deshalb die Randaussendung kein allzu ernstes Problem dar.

Die starke Unsymmetrie des Schutzabstandes für den oberen und den unteren Nachbarkanal bei SSB-Systemen könnte Einfluß auf die Gestaltung dafür geeigneter optimaler Sendernetze haben. Diese Frage sollte untersucht werden.

#### 8.2. Einfluß der Empfängerbandbreite

Behält man die ideale Bandbegrenzung des Senders mit 4,5 kHz Bandbreite bei, verändert jedoch die Bandbreite des Empfängers zwischen 3 kHz und 7,5 kHz mit 15 dB/kHz Dämpfungsanstieg, so erhält man die in **Bild 13** dargestellten Ergebnisse.

Die Empfängerbandbreite $B_R$ hat bei konstanter Senderbandbreite $B_N$ nur im unteren Nachbarkanal einen stärkeren Einfluß auf den relativen HF-Schutzabstand. Im oberen Nachbarkanal ist sie fast ohne Einfluß, da der HF-Schutzabstand dort fast nur noch von der Leistungsdichte im Seitenband und der Dämpfung des Psophometerfilters bestimmt wird.

Verändert man die Empfängerbandbreite (bei 15 dB/kHz Dämpfungsanstieg) in gleicher Weise wie die Senderbandbreite (bei idealer rechteckförmiger Bandbegrenzung), so verändert sich der relative HF-Schutzabstand im unteren Nachbarkanal nur unwesentlich (max. 1 dB), und im oberen Nachbarkanal wird er nur im Bereich $\Delta F = 3$ kHz bis 7 kHz um maximal 7,5 dB angehoben. Dieses Ergebnis, dargestellt in **Bild 14**, läßt den Schluß zu, daß der Zuwachs an Seitenbandleistung bei größerer Senderbandbreite (schraffierte Fläche in **Bild 14**) sich nur im oberen Nachbarkanal auswirkt.

#### 8.3. Einfluß unterschiedlich steiler Bandbegrenzung beim Empfänger

Die Abhängigkeit des relativen HF-Schutzabstandes von der Steilheit der Bandbegrenzung durch die Filter im Empfänger mit 4,5 kHz Bandbreite bei sonst gegenüber dem vorhergehenden Beispiel gleichbleibenden Parametern kann aus **Bild 15** entnommen werden. Bei 4,5 kHz Empfängerbandbreite und 5 kHz Kanalabstand wäre selbst bei idealer Bandbegrenzung des Senders ein Dämpfungsanstieg der Empfängerfilter um mehr als 60 dB/kHz erforderlich, um für den unteren Nachbarkanal – 20 dB relativen HF-Schutzabstand zu erreichen. $A_{rel} = -20$ dB ist ein Wert, der in DSB-Tonrundfunksendernetzen zu günstigen Versorgungsgraden führt [18]. Ein ähnlich steiler Anstieg wäre z. B. auch bei Umstellung des DSB-Systems im MW-Bereich auf SSB-Modulation mit Halbierung des Kanalabstandes auf 4,5 kHz und 4 kHz Systembandbreite erforderlich, um den Wert $A_{rel} = -20$ dB zu erreichen.

#### 8.4. Einfluß der Trägerreduktion

Erwartungsgemäß haben unterschiedliche Restträger einen stärkeren Einfluß auf den relativen HF-Schutzabstand, weil ein Anstieg des Pegels des Restträgers wegen der konstant gehaltenen Spitzenleistung des Senders nicht nur die Seitenbandleistung verringert, sondern auch die insbesondere im unteren Nachbarkanal stärker auftretende Trägerstörung dem Trägerpegel direkt proportional ist. Höherer Trägerpegel bedeutet kleinere Seitenbandleistung (siehe

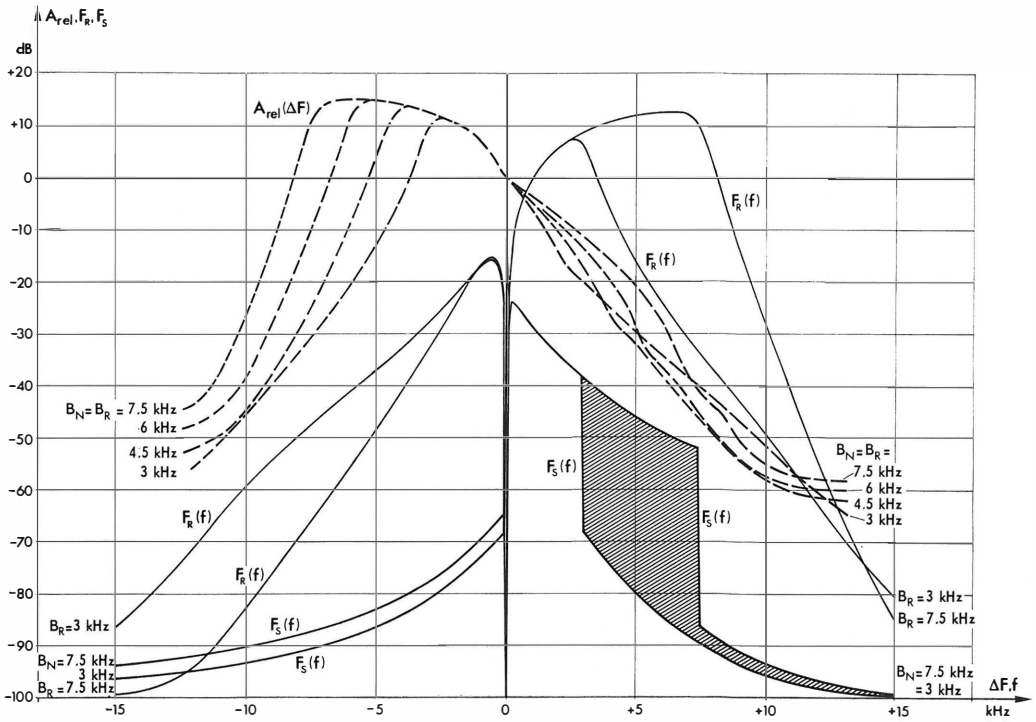



**Bild 14**

**Einfluß der Systembandbreite**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S$ (f), bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R$ (f)

Parameter: Systembandbreite $B_N = B_R$

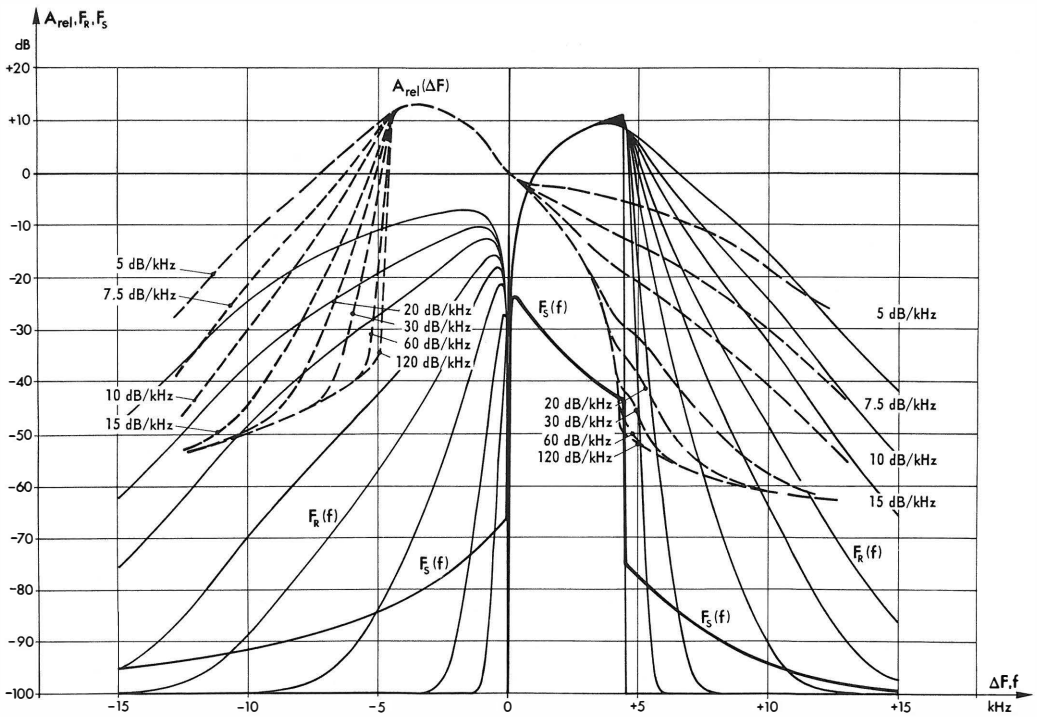



**Bild 15**

**Einfluß der unterschiedlich steilen Bandbegrenzung beim Empfänger**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S(f)$, bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R(f)$

Parameter: Dämpfungsanstieg $\alpha_R$ der Empfängerfilter

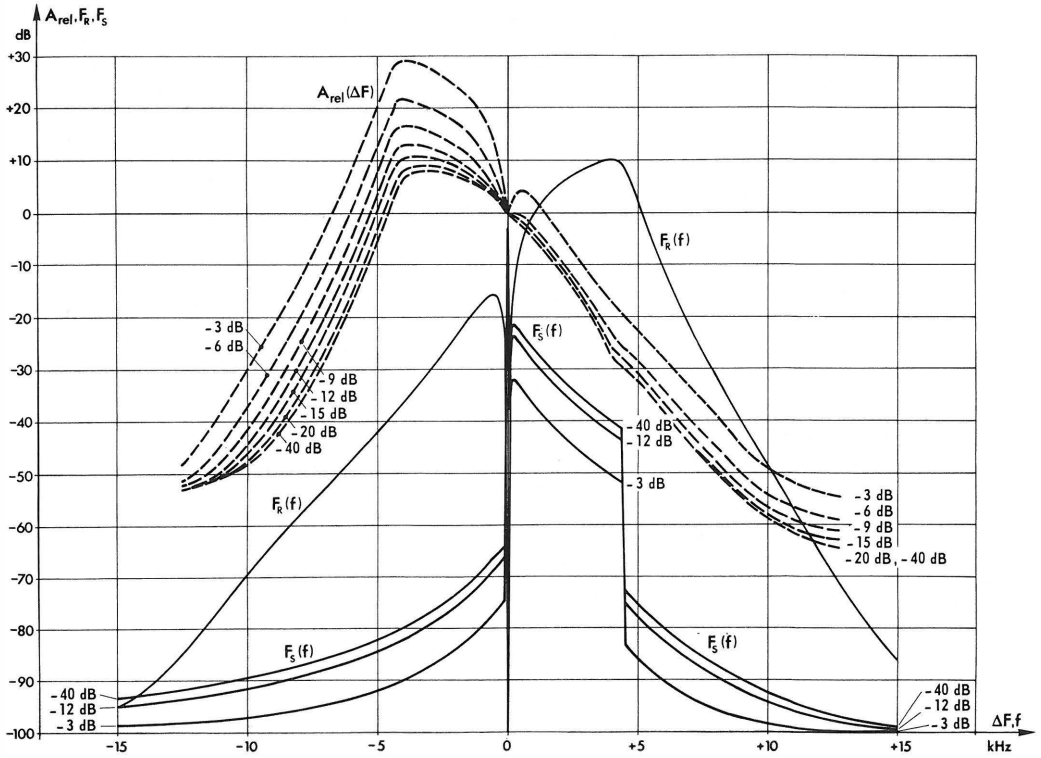



**Bild 16**

**Einfluß der Trägerreduktion**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S(f)$, bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R(f)$

Parameter: Trägerreduktion T

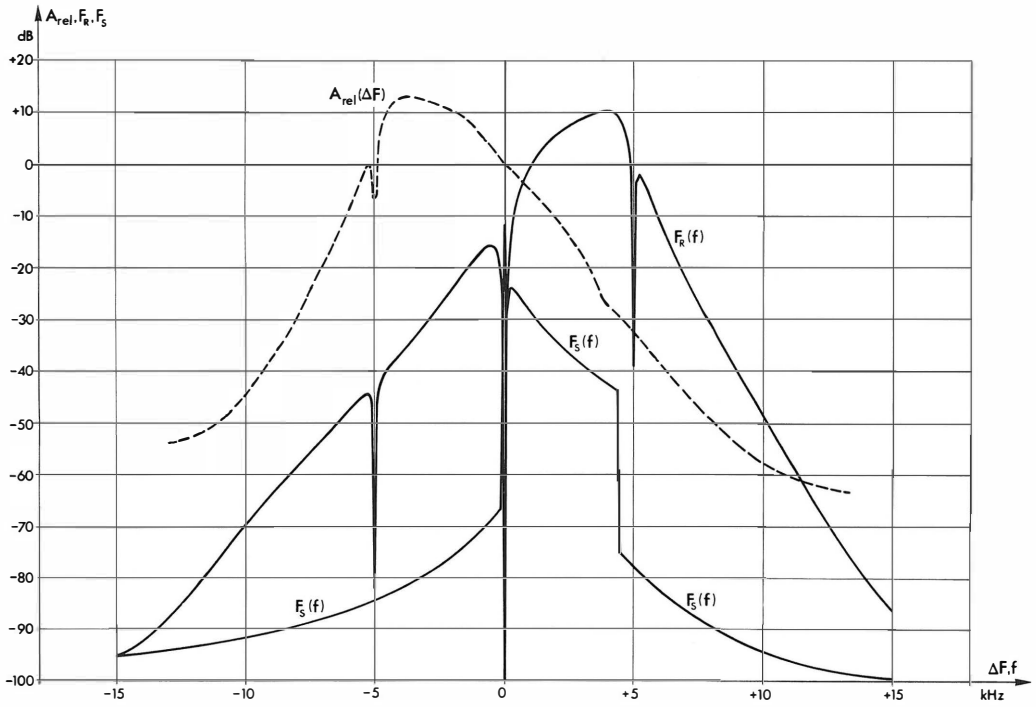



**Bild 17**

**Einfluß eines Kerbfilters**

Abszisse: relative Frequenz f bzw. Kanalabstand $\Delta F$

Ordinate: relativer HF-Schutzabstand $A_{rel}$, Senderspektrum $F_S$ (f), bewertete Über-alles-Dämpfung des Empfängers $F_R$ (f)

Resonanzfrequenz des Kerbfilters: 5 kHz
Güte Q des Kerbfilters: 50
L/C-Verhältnis des Kerbfilters: 2000
Vorwiderstand des Spannungsteilers: 100 Ohm

Abschnitte 4.1. und 4.3.). Bei T = 3 dB z. B. stehen für die Seitenbandschwingungen nur noch rund 30 % des gesamten Aussteuerbereiches des Senders zur Verfügung.

Bei konstant gehaltenen übrigen Parametern ist der Grad der Trägerreduktion T zwischen 3 dB und 40 dB variiert worden. Das Ergebnis ist in **Bild 16** gezeigt. Erwartungsgemäß ist die Auswirkung im unteren Nachbarkanal stärker. Für Trägerpegel kleiner etwa – 20 dB nimmt der relative HF-Schutzabstand nur noch unwesentlich ab.

#### 8.5. Einfluß eines Kerbfilters

Kerbfilter im NF-Verstärker des Empfängers ermöglichen eine selektive Unterdrückung der Trägerstörung beim Empfang im Nachbarkanal. In Anlehnung an die Verhältnisse im KW-Bereich wurde für ein angenommenes SSB-System mit gleicher Bandbreite des Senders und des Empfängers $B_N = B_R = 4{,}5$ kHz, idealer Bandbegrenzung des Senders und Dämpfungsanstieg $\alpha_R = 15$ dB/kHz der bandbegrenzenden Filter des Empfängers die Wirkung eines Kerbfilters mit 5 kHz Mittenfrequenz und etwa 40 dB Dämpfung untersucht.

**Bild 17** zeigt, daß das Kerbfilter keinerlei Einfluß auf den relativen HF-Schutzabstand im oberen Nachbarkanal hat, da dort die durch den Restträger hervorgerufene Störung gegenüber der Störung durch das Seitenband selbst vernachlässigbar ist. Im unteren Nachbarkanal wird der relative HF-Schutzabstand bei $\Delta F = 5$ kHz selektiv um etwa 12 dB verbessert. Der Absolutwert $A_{rel} = -7$ dB ist jedoch mit Rücksicht auf eine optimale Netzplanung immer noch sehr ungünstig.

## 9. Schlußfolgerungen

Es kann aus diesen Ergebnissen geschlossen werden, daß die Parameterkombination

| | | |
|---|---|---|
| F | = 5 kHz | (Kanalabstand), |
| $B_N$ | $= B_R = 4{,}5$ kHz | (Bandbreite), |
| $\alpha_S$ | $= \infty$ dB/kHz | (maximaler Dämpfungsanstieg, Sender), |
| $\alpha_R$ | = 15 dB/kHz | (maximaler Dämpfungsanstieg, Empfänger), |
| T | = 12 dB | (Trägerreduktion) |

trotz der Anwendung eines Kerbfilters mit 40 dB Dämpfung im unteren Nachbarkanal keinen ausreichenden relativen HF-Schutzabstand ergibt. Bei Beibehaltung des Dämpfungsanstieges des Empfängers müßte die Bandbreite auf etwa 3,5 kHz verringert oder bei Beibehaltung der Bandbreite der Dämpfunganstieg auf etwa 40 bis 50 dB/kHz erhöht werden.

Der stark unterschiedliche relative HF-Schutzabstand im oberen und unteren Nachbarkanal eines SSB-Systems kann wahrscheinlich auch bei der Planung eines optimalen Sendernetzes berücksichtigt werden. Dafür geeignete Planungsmethoden müssen noch untersucht werden.

## SCHRIFTTUM

[1] Gröschel, G.: Außerbandstrahlung und ihr Einfluß auf den Nachbarkanal beim AM-Tonrundfunk. Nachrichtentechn. Fachber., Band 41 (1971), S. 41—49.

[2] UIT: Final acts of the Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference (Regions 1 and 3). Geneva, 1975. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1976.

[3] CCIR: Sound Broadcasting Systems in Bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). Question 25/10. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, p. 239. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[4] Parreaux, D.: A graphical method of determining protection ratios in the case of LF and MF amplitude-modulated transmissions. E.B.U. Rev. Tech., No. 134 (August 1972), pp. 163—167.

[5] Petke, G.: Rechnerische Bestimmung des HF-Schutzabstandes für AM-Übertragungssysteme. Rundfunktechn. Mitt. 17 (1973), H. 5, S. 214—221. Zugleich in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev. Tech./Rev. de l'U.E.R. Tech. No. 141 (Oct. 1973), pp. 216—223.

[6] CCIR: Amplitude-Modulation Sound Broadcasting. Objective two-signal methods for the determination of radio-frequency protection ratios. Rep. 399-2. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, pp. 36—44. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[7] CCIR: Signal-to-Interference Ratios in Amplitude-Modulation Sound Broadcasting. Definitions. Rec. 447. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, p. 21. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[8] CCIR: Amplitude-Modulation Sound Broadcasting. Relative radio-frequency protection ratio curves. Rec. 449-2. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, pp. 22—24. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[9] CCIR: Power of Radio Transmitters. Rep. 531. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. I, pp. 336—337. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[10] Gröschel, G.: Leistungsspektrum eines mit einem genormten Rauschsignal modulierten AM-Tonrundfunksenders. Rundfunktechn. Mitt. 14 (1970), H. 5, S. 236—251. Zugleich in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev./Rev. de l'U.E.R. No. 123-A (Oct. 1970), pp. 212—227.

[11] Wunsch, G.: Theorie und Anwendung linearer Netzwerke. Teil II. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig 1964.

[12] UER: Modulation processing techniques for AM sound broadcasting. Doc. Tech. 3088, August 1971. Hrsg. v. d. Technischen Zentrale der UER, Brüssel.

[13] CCIR: Spectra and Bandwidths of Emission. Rec. 328-3. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. I, pp. 294—303. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[14] CCIR: Power of Radio Transmitters. Rec. 326-2. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. I, pp. 270—287. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[15] CCIR: Measurement of Audio-Frequency Noise in Broadcasting, in Sound-Recording Systems and on Sound Programme Circuits. Rec. 468-1. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, pp. 202—204. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

[16] CCITT: Psophometers (Apparatus for the objective measurement of circuit noise). Rec. P53. IInd Plenary Assembly, New Delhi, Dec. 1960, Redbook, Vol. V, pp. 123—133. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1961.

[17] Tüxen, O.: Die Trennschärfe des Empfangsgleichrichters. Z. für techn. Physik 22 (1941), H. 1, S. 1—9.

[18] CCIR: Sound Broadcasting in Bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). Factors limiting broadcasting coverage in band 6 (MF). Rep. 400-2.. XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, pp. 44—48. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1975.

# EIN FILTER ZUR BANDBREITENBEGRENZUNG VON AUDIOFREQUENTEN MODULATIONSSIGNALEN IM LANG- UND MITTELWELLENRUNDFUNK[1]

Ein halbes Jahr vor dem Inkrafttreten des Genfer LW/MW-Planes von 1975 für die Regionen 1 und 3 [1] mag es zweckmäßig sein, ein wenig darüber nachzudenken, wie man in den gesamten Bereichen und innerhalb der ganzen Regionen die Interferenzstörungen vermindert, die durch planmäßig arbeitende Sender verursacht werden, besonders da diese Interferenzstörungen wahrscheinlich unerwünscht groß sein werden. Die nutzbare Feldstärke, eine Bewertungsgröße zur Berücksichtigung von Interferenzstörungen, wird bei den meisten im Plan enthaltenen Sendern die Größenordnung 90 dB in $\mu$V/m (d. h. 30 mV/m) haben, zumindest bei Berücksichtigung nächtlicher Ausbreitungsbedingungen. Danach könnte offenbar eine allgemeine Verminderung der Strahlungsleistung während der Dunkelheit für die Verminderung des Störpegels hilfreich sein und wäre gleichzeitig geeignet zur Einsparung von Primärenergie. Ungeeignet wäre eine solche generelle Leistungsverminderung jedoch, um eine allgemeine Verbesserung der Versorgungsgebiete bei den verschiedenen beteiligten Sendern zu erreichen. Somit erübrigt sich die Feststellung, daß bis zum 23. November 1978, dem Datum des Inkrafttretens des Plans, unmöglich eine Vereinbarung über eine allgemeine Leistungsverminderung herbeigeführt werden könnte, und sei es nur für die Zeit der Dunkelheit.

Es gibt jedoch – zumindest bei einer beträchtlichen Anzahl von Sendern – eine Möglichkeit zur Herabsetzung des Störniveaus während der Dunkelheit, wenn man die RF-Bandbreite des ausgesendeten Signals begrenzt. Die nach dem Plan zulässigen RF-Bandbreiten reichen je nach Sender von 6 kHz bis 20 kHz (**Tabelle 1**);

| RF Bandbreite (kHz) | Prozentsatz an Sendern | |
|---|---|---|
| | LW | MW |
| 6 | – | 0,1 |
| 8 | – | 0,0 |
| 9 | 44,8 | 26,2 |
| 10 | 5,8 | 5,0 |
| 12 | – | 0,2 |
| 14 | – | 0,0 |
| 15 | – | 5,2 |
| 16 | 21,4 | 3,0 |
| 18 | 20,8 | 8,2 |
| 20 | 7,1 | 52,2 |

**Tabelle 1**
**Bandbreite der Aussendung gemäß Genfer Plan**

sie entsprechen damit AF-Bandbreiten zwischen 3 kHz und 10 kHz [2]. Aus den Schlußakten [1] (Anlage 2, Kapitel 4) läßt sich ersehen, daß – je nach Kompressionsgrad, über den weiter unten noch zu reden sein wird – 4 dB oder 7 dB weniger Schutz gegen Nachbarkanalstörungen erforderlich wäre (bei begrenztem Kopressionsgrad, Fälle A und C bzw. hohem Kompressionsgrad, Fälle B und D), wenn die AF-Bandbreite des Programmsignals bei einem Nachbarkanalsender von 10 kHz auf 4,5 kHz reduziert würde. Allerdings wäre eine solche Bandbreitenbegrenzung nur für die in den Nachbarkanälen betriebenen Sender vorteilhaft; dort wäre eine Verminderung der Interferenzstörungen und somit ein vergrößertes Versorgungsgebiet die Folge. Aber obwohl bei einem Sender, dessen Bandbreite begrenzt wird, sich kein unmittelbarer Vorteil für dessen Versorgungsgebiet einstellen würde, so ergäbe sich doch auch kein Nachteil für die Wiedergabequalität aus der Bandbreitenbegrenzung, wie man vielleicht erwarten könnte. Dies hängt mit der Tatsache zusammen, daß die überwältigende Mehrzahl der bei der Hörerschaft vorhandenen LW/MW-Empfänger eine 3-dB-Durchlaßbreite von weniger als ± 2 kHz besitzt und daß eine 3-dB-Durchlaßbreite von ± 3 kHz nur in ganz besonderen Ausnahmefällen überschritten wird. Eine Untersuchung an 23 verschiedenen MW-Empfängertypen, die in Japan, England, den USA, Neu-Seeland und der Bundesrepublik Deutschland hergestellt werden, ergab, daß nur einer von ihnen (aus Neu-Seeland), der ein ZF-Filter mit umschaltbarer Bandbreite besitzt, die Wiedergabe eines AM-Bereichs bis zu 10 kHz gestatten würde. Für die Entscheidung darüber, ob die Bandbreitenbegrenzung eingeführt werden sollte oder nicht, mag die Tatsache interessant sein, daß eine Begrenzung der AF-Bandbreite bei einem Mittelwellensender auf 4,5 kHz in der Vergangenheit in keinem Fall zu einer Reaktion seitens der Hörerschaft geführt hat.

Wie bereits gesagt, würde eine Begrenzung der ausgesendeten Bandbreite bei einem Sender für diesen keinen unmittelbaren Vorteil nach sich ziehen, allerdings auch keinen Nachteil, während sich für die Nachbarkanalsender eine mehr oder weniger bedeutende Vergrößerung des Versorgungsgebiets ergeben würde, je nachdem, ob bei diesen die Nachbarkanal- oder Gleichkanalstörungen dominieren. Man kann jedoch annehmen, daß eine Bandbreitenbegrenzung bei e i n e m Sender als gutes Beispiel wirken würde und dadurch eine allgemei-

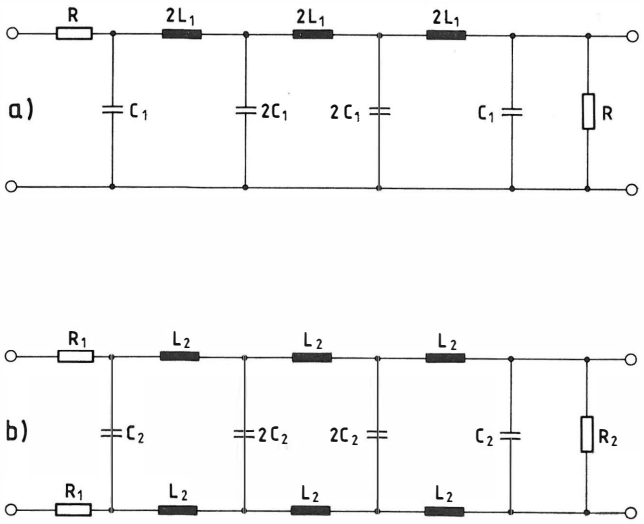



**Bild 1**
**AF-Tiefpaßfilter**
**a) unsymmetrische Ausführung**
**b) symmetrische Ausführung**

[1] Dieser Bericht erscheint zugleich in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev. Tech./Rev. de l'U.E.R. Tech. Nr. 169 (Juni 1978). This article is published simultaneously in English in the E.B.U. Rev. Tech. No. 169 (June 1978). Cet article est publié simultanément en français dans le Rev. de l'U.E.R. Tech. N° 169 (juin 1978).

nere Verwendung der Bandbreitenbegrenzung auslösen könnte, welche dann ihrerseits zu einer Vergrößerung zahlreicher Versorgungsgebiete führen würde. Beachtenswert ist, daß für die Einführung einer Bandbreitenbegrenzung keinerlei vorhergehende Vereinbarungen mit den betroffenen Fernmeldeverwaltungen erforderlich sind, da diese Maßnahme nur eine Verminderung der Störungen zur Folge haben kann.

Die Bandbreite kann ohne Schwierigkeiten mit Hilfe eines geeigneten Tiefpasses am AF-Eingang des Senders begrenzt werden. **Bild 1** zeigt die Schaltbilder der unsymmetrischen (a) und der symmetrischen (b) Ausführung eines geeigneten Tiefpasses in $\pi$-Schaltung. **Tabelle 2** enthält die Angaben für die Bemessung der Bauelemente. Brummstörungen aufgrund von Streufeldern lassen sich am besten durch Verwendung von Spulen klein halten, deren Wicklungssinn von Spule zu Spule wechselt. Der Frequenzgang des Filters ist in **Bild 2** wiedergegeben. Dämpfungswerte sind in **Tabelle 3** zusammengestellt. Der 3-dB-Punkt des Filters liegt bei 4,2 kHz; die Flankensteilheit (60 dB/Oktave oberhalb des 3-dB-Punktes) hat in keinem Fall zu irgendwelchen Schwierigkeiten bezüglich der Wiedergabequalität geführt und hat sich als vollständig zufriedenstellend im Hinblick auf die Herabsetzung des Störniveaus in den Nachbarkanälen erwiesen. Filter dieser Art werden sehr häufig in der Bundesrepublik Deutschland, aber auch in anderen europäischen Ländern verwendet [3]. Sie können auch beim Kurzwellenrundfunk verwendet werden und wären besonders zweckmäßig, wenn mit Hilfe der Einseitenbandtechnik eine grundlegende Verminderung der Interferenzstörungen erreicht werden müßte [4]. Man sollte jedoch nicht übersehen, daß eine deutliche Verminderung der Interferenzstörungen auch schon mit weniger steilen Filtern, z. B. 20 dB/Oktave erreicht werden könnte [2].

Abschließend soll noch dem Problem der Dynamikkompression einige Beachtung geschenkt werden. Aus den Schlußakten [1] (Anlage 2, Kapitel 4) ist deutlich ersichtlich, daß 2 dB Verbesserung (Fälle A und B) bzw. 5 dB Verbesserung (Fälle C und D) beim Nachbarkanal-Schutzabstand erzielt werden kann, wenn man das Modulationssignal einem höheren Grad an Dynamikkompression aussetzt, je nachdem, ob das Modulationssignal eine Bandbreite von 10 kHz oder 4,5 kHz aufweist. Diesen Vorteil kann man allerdings nur dann erzielen, wenn alle Sender im gleichen Kanal und in den Nachbarkanälen von der Kompression Gebrauch machen. Andernfalls würde diese Art der Modulationsaufbereitung

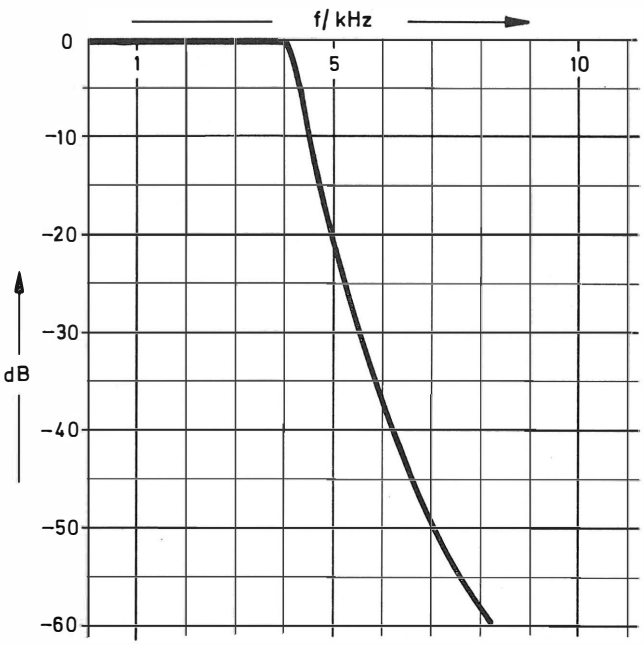



**Bild 2**
**Frequenzgang des AF-Tiefpaßfilters nach Bild 1**

zu erhöhten Interferenzstörungen führen. Ob ein höherer Kompressionsgrad für die Gleich- und Nachbarkanalbenutzer annehmbar wäre oder nicht, läßt sich anhand des in Spalte 5 des Plans [1] eingetragenen Buchstabens feststellen, durch den die Art der Modulationsaufbereitung festgelegt wird, die bei Interferenzrechnungen zugrunde zu legen ist. **Tabelle 4** zeigt eine Statistik dieser im Plan enthaltenen technischen Größe. Aus dieser Tabelle geht deutlich hervor, daß in der Mehrzahl der Fälle die Einführung eines höheren Dynamikkompressionsgrades vorher zwischen den betreffenden Fernmeldeverwaltungen vereinbart werden müßte.

## Schlußbemerkungen

Das Niveau der Interferenzstörungen nach dem Genfer Plan von 1975 ist – besonders während der Dunkelheit – unerwünscht hoch. Eine Herabsetzung dieser Störungen bei der Einführung des Planes oder später ohne vorherige Vereinbarungen zwischen den betreffenden Fernmeldeverwaltungen kann nur durch geeignete

| Tiefpaß | $Z_0/\Omega$ | $R/\Omega$ | $R_1/\Omega$ | $R_2/\Omega$ | $L_1/mH$ | $L_2/mH$ | $C_1/nF$ | $C_2/nF$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unsymm. | 1460 | 2000 | – | – | 52,3 | – | 24,7 | – |
| Symm. | 241 | – | 150 | 330 | – | 8,65 | – | 149 |

**Tabelle 2**
**Bemessungsangaben für die Filterbausteine**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f/kHz | 3,8 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | 5,0 | 5,5 |
| a/dB | 0,0 | –0,6 | –1,4 | –3,0 | –5,9 | –9,7 | –16,8 | –20,9 | –29,8 |
| f/kHz | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 |
| a/dB | –37,1 | –43,6 | –49,2 | –54,2 | –58,9 | –62,6 | –65,9 | –68,1 | –70,0 |

**Tabelle 3**
**Dämpfungswerte für den Tiefpaß nach Bild 1**

| Art der Modulations-Aufbereitung | Prozentsatz an Sendern | |
|---|---|---|
| | LW | MW |
| A | 49,4 | 69,9 |
| B | – | 0,9 |
| C | 26,6 | 14,8 |
| D | 24,0 | 14,5 |

**Tabelle 4**

**Angaben zur Modulationsaufbereitung im Genfer Plan**

A: 10 kHz Bandbreite, begrenzter Kompressionsgrad
B: 10 kHz Bandbreite, höherer Kompressionsgrad
C: 4,5 kHz Bandbreite, begrenzter Kompressionsgrad
D: 4,5 kHz Bandbreite, höherer Kompressionsgrad

Bandbreitenbegrenzung bei der Aussendung erreicht werden. Die Eigenschaften und technischen Merkmale eines geeigneten Filters, das vor den AF-Eingang des Senders geschaltet werden könnte, sind in den **Bildern 1** und **2** sowie in den **Tabellen 2** und **3** angegeben. Eine allgemeine Einführung der Bandbreitenbegrenzung würde zu vergrößerten Versorgungsgebieten führen, ohne daß damit bei der überwältigenden Mehrzahl derzeitiger Empfänger ein Verlust an Wiedergabequalität verbunden wäre.

Hermann Eden
Institut für Rundfunktechnik

SCHRIFTTUM

[1] UIT: Final Acts of the Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference (Regions 1 and 3). Veröffentlicht von der UIT, Genf 1976, ISBN 92-61-00231-5.

[2] Eden, H.; Petke, G.: Zur Standardisierung der Bandbreite in AM-Tonrundfunksystemen. Rundfunktechn. Mitt. 18 (1974), S. 203—209.

[3] UER: Modulation processing techniques for AM sound broadcasting. Doc. TECH 3088. Veröffentlicht von der UER, Brüssel, August 1971.

[4] Gröschel, G.: Ein mathematisches Modell zur Berechnung der Nachbarkanalstörung in Einseitenband- und Zweiseitenbandsystemen des AM-Tonrundfunks. Rundfunktechn. Mitt. 22 (1978), S. 131—145.

# 30. JAHRESTAGUNG DER TECHNISCHEN KOMMISSION DER UER

OHRID/JUGOSLAWIEN, 17. BIS 21. APRIL 1978

## 1. Einleitung

Zur 30. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER hatte der Jugoslawische Rundfunk JRT nach Ohrid eingeladen. Dort – im äußersten Süden an der Dreiländerecke mit Griechenland und Albanien – tagte im Hotel Metropol die Technische Kommission 5 Tage lang in der Zeit vom 17. bis 21. April 1978. Vor Beginn der Tagung der Vollversammlung trat am 16. April traditionsgemäß der Vorstand (das „Bureau") der Technischen Kommission zusammen, um die Behandlung der vorliegenden Arbeitspapiere in der Vollversammlung vorzubereiten und um mit den Vorsitzenden der betreffenden Arbeitsgruppen über die Gründung einer neuen Arbeitsgruppe V (Neue Systeme und Dienste) zu beraten.

Hauptdiskussionsthemen waren auf der diesjährigen Tagung zweifellos die bevorstehende weltweite Funkverwaltungskonferenz (WARC) im Jahre 1979 zur Neuordnung der Frequenzzuteilungen, die Aktivitäten der UER im Hinblick auf einen präoperationellen Rundfunksatelliten (H-SAT-Projekt) sowie die neue Arbeitsgruppe V und damit der Abschluß der Neuordnung aller Arbeitsgruppen der Technischen Kommission.

## 2. Tagung der Technischen Kommission

Die Tagung wurde von C. Terzani, RAI, dem Vorsitzenden der Technischen Kommission der UER, geleitet. Es waren etwa 120 Personen anwesend, darunter 93 Vertreter der Rundfunkorganisationen aus 24 Mitgliedsländern der UER in der Europäischen Rundfunkzone, 13 Vertreter von assoziierten Rundfunkorganisationen aus dem Irak, dem Iran, Japan, Kanada, Tansania und den Vereinigten Staaten von Amerika, außerdem 3 Vertreter der internationalen Organisationen CCITT, ESA und IFRB. Den Direktor der Technischen Zentrale der UER in Brüssel, R. Gressmann, unterstützten 8 Mitarbeiter.

Die ARD war durch die Herren I. Dahrendorf, D. Schwarze und R. Thiele vertreten, das ZDF durch die Herren E. Blohmer und H. Kimmel. Als gemeinsame Vertreter von ARD und ZDF nahmen folgende Herren des IRT teil: H. Eden, H. Fix und P. Wolf. Als Beobachter der Deutschen Bundespost waren die Herren H. Krath vom BPM und O. Seidelmann vom FTZ anwesend.

### 2.1. Organisation der Technischen Kommission

Bereits seit einiger Zeit ist es das Ziel der Technischen Kommission, ihre Aktivitäten im Rahmen von vier großen Arbeitsgruppen zu entfalten [1]. Nachdem in den Jahren 1976 und 1977 die großen Arbeitsgruppen R (Rundfunksysteme) und G (Studio-Produktionstechnik) durch Organisationsänderungen gebildet wurden – die Arbeitsgruppe T (Eurovision und Übertragungstechnik) existiert schon seit geraumer Zeit in der heutigen Form –, beschloß man dieses Jahr endgültig die Gründung einer weiteren großen Arbeitsgruppe V, die den Namen „Neue Systeme und Dienste" tragen soll. In die Arbeit dieser Gruppe sollen die Tätigkeiten der bisherigen Arbeitsgruppen C (Digitale Codierung von Bild und Ton) und S (Stereofonierundfunk und Mehrfachmodulationssysteme) einfließen. Weiterhin wurde der neuen Arbeitsgruppe V die bisherige ad hoc-Arbeitsgruppe „Datenübertragungssysteme im Rundfunk" angegliedert. Die Arbeitsgruppe V soll analog zur Arbeitsgruppe R gegliedert sein, d. h. es gibt neben der Arbeitsgruppe selbst Untergruppen und Spezialistengruppen, jedoch keinen Lenkungsausschuß (Steering Committee) wie bei den Arbeitsgruppen G und T. Damit ergibt sich folgende Struktur der neuen Arbeitsgruppe:

| | |
|---|---|
| **Arbeitsgruppe V:** | Neue Systeme und Dienste<br>Vorsitz: P. Rainger, BBC |
| **Untergruppe V1:** | Digitale Codierung von Bild und Ton (bisher Arbeitsgruppe C)<br>Vorsitz: Y. Guinet, TDF/CCETT |
| Spezialistengruppe V1–TV: | Codierung von Videosignalen (bisher Untergruppe C1)<br>Vorsitz: J. Poncin, TDF/CCETT |
| Spezialistengruppe V1–AUD (Audio): | Codierung von Tonsignalen (bisher Untergruppe C2)<br>Vorsitz: G. Billia, RAI |
| Spezialistengruppe V1–IMP (Implementation): | Einführung digitaler Systeme (bisher Untergruppe C3)<br>Vorsitz: A. H. Jones, BBC |

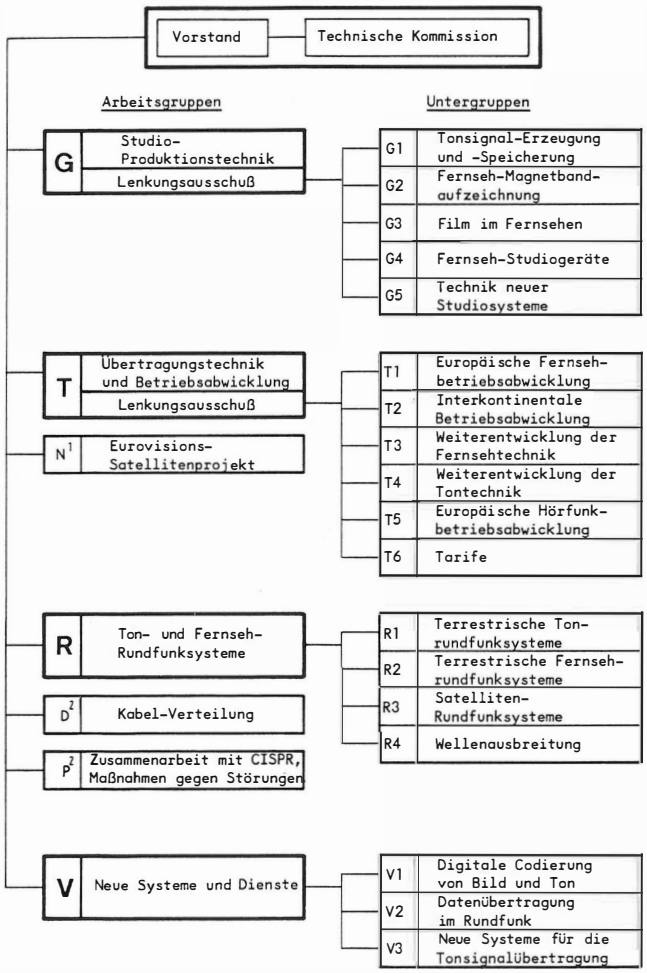
**Untergruppe V2:** Datenübertragung im Rundfunk (bisher ad hoc-Gruppe)
Vorsitz: M. Cominetti, RAI

**Untergruppe V3:** Neue Systeme für die Tonsignalübertragung im Rundfunk (Hörfunk und Fernsehen) (teilweise aus bisheriger Arbeitsgruppe S abgeleitet)
Vorsitz: A. Keller, TDF

Die neue Arbeitsgruppe V soll mit ihrer Tätigkeit am 1. Januar 1979 beginnen. Während die personelle Zusammensetzung in den Untergruppen V1 (einschließlich Spezialistengruppen) und V2 der bisherigen Zusammensetzung in den Vorgänger-Arbeitsgruppen entsprechen soll, müssen für die Arbeitsgruppe V und die Untergruppe V3 die Mitarbeiter neu nominiert werden. Dies soll bis zur Herbstsitzung des Vorstandes der Technischen Kommission geschehen.

Nach Schaffung der Arbeitsgruppe V existieren nunmehr 4 große Arbeitsgruppen der Technischen Kommission der UER, nämlich G, T, R und V. Das Ziel der Technischen Kommission ist damit im wesentlichen erreicht. Im nächsten Jahr sollen die noch verbliebenen bisherigen Arbeitsgruppen D (Kabelverteilung), P (Störungen) und N (Eurovisions-Satellitenprojekt) den neuen großen Arbeitsgruppen angegliedert werden, und zwar sollen die Arbeitsgruppen D und P der Arbeitsgruppe R (Rundfunksysteme) und die Arbeitsgruppe N der Arbeitsgruppe T (Eurovision und Übertragungstechnik) zugeordnet werden.

Folgende Grafik zeigt die neue Struktur der Technischen Kommission der UER zum 1. 1. 1979:




### 2.2. Tätigkeit der Arbeitsgruppen im vergangenen Jahr

Im folgenden soll ein kurzer Abriß über wichtige Aktivitäten der Arbeitsgruppen der Technischen Kommission gegeben werden.

#### 2.2.1. Studio-Produktionstechnik
(Arbeitsgruppe G)

Die **Untergruppe G1** (Tonsignal-Erzeugung und -Speicherung) befaßt sich nach wie vor mit der Ton-Kassettentechnik für professionelle Anwendungen. Eine Versuchsanlage wird der Gruppe bei ihrem nächsten Treffen beim SDR in Stuttgart gezeigt werden.

Die Hörfunkprogrammkommission und die Technische Kommission der UER haben gemeinsam zu einem „Workshop über Studio- und Mikrofontechnik bei der Hörspielproduktion" eingeladen. Diese Veranstaltung soll in der Zeit vom 29. Oktober bis 3. November 1978 bei der NOS in Hilversum stattfinden und ist für Mitarbeiter aus Technik und Programm gedacht.

Aktivitäten auf dem Gebiet der 1-Zoll-Videomagnetaufzeichnungstechnik kennzeichnen die Arbeit der **Untergruppe G2** (Fernsehmagnetbandaufzeichnung). Bekanntlich stehen sich hier zwei Aufzeichnungsformate konkurrierend gegenüber: das nicht-segmentierte und das segmentierte Aufzeichnungsverfahren. Eine Spezialistengruppe hat eine UER-Spezifikation für das nichtsegmentierte 1-Zoll-Aufzeichnungsverfahren erarbeitet, die sich an eine entsprechende amerikanische Spezifikation der SMPTE anlehnt. Dort wird dieses Aufzeichnungsformat Typ-C-Format genannt. Diese Bezeichnung wurde für das in der UER-Spezifikation beschriebene Verfahren übernommen.

Bereits seit einiger Zeit ist in Europa und in den USA das segmentierte 1-Zoll-Aufzeichnungsverfahren spezifiziert, nach dem die BCN-Maschinen der Bosch-Fernseh arbeiten. Dieses Verfahren trägt die Bezeichnung Typ-B-Format. Viele Maschinen des Typ-B-Formates sind in mehreren Ländern Europas (Dänemark, Frankreich, Holland, Norwegen, Österreich, Bundesrepublik Deutschland) bereits in Betrieb. Um die Austauschbarkeit der Bänder dieser Maschinen praktisch zu erproben, beteiligen sich 6 UER-Mitglieder an einem Ringversuch, der zwar noch nicht abgeschlossen ist, jedoch bisher zufriedenstellende Ergebnisse lieferte.

Um die Eigenschaften der neuen 1-Zoll-Aufzeichnungsformate zu dokumentieren, wird die Technische Zentrale in Brüssel eine Informationsbroschüre (Technical Information Sheet) herausgeben, in der die Spezifikationen der beiden Formate enthalten sind.

Auf Initiative der Untergruppe G2 werden von der Firma Ampex neue Referenzbänder für den Abgleich von 2 - Zoll - (Quadruplex) - Magnetaufzeichnungsanlagen hergestellt. Das IRT hat es übernommen, diese Referenzbänder zu prüfen.

Die **Untergruppe G3** (Film im Fernsehen) ist dabei, in einer Spezialistengruppe den Technischen Bericht Nr. 3087 der UER (Doc. Tech.-Serie), der den Titel „Farbfilmmaterial für die Wiedergabe im Farbfernsehen" trägt und aus dem Jahre 1968 stammt, völlig zu überarbeiten. Dies war notwendig geworden, weil die Technik auf diesem Gebiet in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht hat.

Die im vergangenen Jahr neu gegründete **Untergruppe G4** (Fernseh-Studiogeräte) [1] hat in der Zwischenzeit mit ihrer Arbeit begonnen. Die Gruppe will ihre Arbeit auf folgende für eine gleichmäßige Bildqualität sehr wichtige Themen lenken:

– Farbwiedergabe von FS-Kameras,

[1] Soll später Arbeitsgruppe T angegliedert werden
[2] Soll später Arbeitsgruppe R angegliedert werden

- Testbilder und Verfahren für den Abgleich von FS-Kameras,
- Eigenschaften von FS-Kameralinsen,
- Signale und Verfahren für den Abgleich von Bildkontrollempfängern.

Die **Untergruppe G5** (Technik neuer Studiosysteme) hat aus mehreren Gründen ihre Arbeit noch nicht aufgenommen. Es ist vorgesehen, die erste Sitzung Anfang 1979 abzuhalten.

Die **Spezialistengruppe „Elektronische Berichterstattung"** hat einen vorläufigen Abschlußbericht als Doc. Tech. 3225 veröffentlicht. In 11 Kapiteln wird die Technik der Elektronischen Berichterstattung analysiert. Die Gruppe wird die Entwicklung auf diesem Gebiet weiter verfolgen und zu gegebener Zeit wieder berichten.

#### 2.2.2. Eurovision, Übertragungstechnik
(Arbeitsgruppen T und N)

Die im vergangenen Jahr gegründete ad hoc-Gruppe der Arbeitsgruppe T, die die voraussichtliche Entwicklung der Eurovision in den nächsten Jahren aufzeigen sollte [1], hat ihre Tätigkeit abgeschlossen und einen viel beachteten Bericht vorgelegt. Darin kommt die Gruppe zu dem Schluß, daß sich das Eurovisionsnetz auch in Zukunft weiter ausdehnen wird und daß die Übertragungszeiten weiter steigen werden. Etwas unsicher ist man jedoch, in welcher Weise der zukünftige Eurovisionssatellit ECS (European Communication Satellite) die Entwicklung beeinflussen wird. Um die neuen Möglichkeiten, aber auch die Probleme auf einer breiteren Basis frühzeitig zu erkennen und notwendige Konsequenzen vorzuschlagen, wurde von der Technischen Kommission die Gründung einer Studiengruppe angeregt, die aus Vertretern der Fernsehprogrammkommission, der Juristischen Kommission und der Technischen Kommission bestehen soll.

Bevor der geplante Eurovisionssatellit ECS in eine Umlaufbahn um die Erde geschickt werden kann, müssen Versuche mit dem Testsatelliten OTS (Orbital Test Satellite) die Brauchbarkeit des ECS-Konzeptes erweisen. Der im September 1977 mißglückte Start des OTS 1 hat das Projekt vorerst verzögert. Der zweite OTS-Schuß erfolgte am 11. Mai 1978. Nach diesem erfolgreichen Start von Cape Canaveral soll mit den technischen OTS-Versuchen im November 1978 begonnen werden.

Nach wie vor ist man bei der UER skeptisch, ob das ECS-Konzept tatsächlich wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem terrestrischen Eurovisionsnetz bringen wird. Finanzielle Probleme entstehen z. B. im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Tarifen der einzelnen nationalen Fernmeldeverwaltungen. In der Zwischenzeit hat Interim Eutelsat – eine Organisation der CEPT zur Verwaltung des ECS – der UER einen vorläufigen Vertragsentwurf für die dauernde Überlassung von 2 ECS-Transpondern vorgelegt.

Man ist sich jedoch einig darüber, daß ECS der Eurovision betriebliche Vorteile bringen könnte. Insbesondere könnten die Randbereiche der europäischen Rundfunkzone besser und mit höherer Qualität versorgt werden. Eine gemischte Spezialistengruppe bestehend aus Mitarbeitern der Arbeitsgruppen T und N soll die betrieblichen Aspekte bei der Einführung von ECS prüfen.

Über eine Kostenstudie, deren Ergebnisse Ende dieses Jahres vorliegen könnten und die Aufschluß über notwendige Investitionen sowie die Betriebskosten für eine ECS-Erdefunkstelle geben soll, wurde sehr ausführlich und zum Teil kontrovers diskutiert. Diese Kostenstudie soll – nach Zustimmung des Verwaltungsrates – im Auftrag der UER von einer neutralen Gutachterfirma erarbeitet werden. Sie ist besonders für solche UER-Mitgliedsorganisationen von Interesse, deren nationale Fernmeldeverwaltungen nicht Mitglieder der CEPT sind (z. B. Tunesien). Dann nämlich fällt die Errichtung und der Betrieb einer ECS-Erdefunkstelle in den Zuständigkeitsbereich der betreffenden UER-Mitgliedsorganisation.

#### 2.2.3. Rundfunksysteme
(Arbeitsgruppen R und P)

Die neue Arbeitsgruppe R hat mit einer Sitzung am 10. und 11. Mai 1977 in Brüssel ihre Arbeit aufgenommen. Aufgabe war es zunächst, die anstehenden Arbeiten auf die einzelnen Untergruppen zu verteilen und zu koordinieren.

Für die **Untergruppe R1** (Terrestrische Tonrundfunksysteme) ergeben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Realisierung der Ergebnisse der Genfer Mittelwellenkonferenz 1975,
- Kennung von Hörfunkprogrammen,
- Rundfunksysteme für Autofahrer,
- Frequenzsparende Verfahren für den Kurzwellenrundfunk,
- Kompandersysteme für den UKW-Rundfunk,
- Schutz des UKW-Rundfunkempfanges gegen Eurofunksignale.

Recht wenig Erfolg ist bisher der Arbeit einer Spezialistengruppe beschieden gewesen, die sich zum Ziel gesetzt hatte, Störungen durch leistungsstarke Mittelwellensender, die sich nach Einführung des Genfer Mittelwellenplans in der europäischen Rundfunkzone ergeben werden, durch Leistungsreduzierung aufgrund bilateraler Absprachen der betreffenden UER-Organisationen zu reduzieren. Auf einen entsprechenden Fragebogen haben nur etwa die Hälfte der UER-Mitgliedsorganisationen geantwortet.

Zur Vorbereitung der WARC 1979 ist vom CCIR für den Herbst 1978 eine vorbereitende Tagung (SPM)[3] angesetzt worden. Dafür hat die Untergruppe R1 zwei Beiträge mit den Titeln „Vorschlag für eine Spezifikation eines zukünftigen Einseitenbandsystems für den Kurzwellenrundfunk" und „Frequenztoleranzen für Rundfunksender im Band 7 (Kurzwelle)" erarbeitet.

Für ein zukünftiges System zur Datenübertragung im Hörrundfunk (z. B. Programmkennung) sind von der Untergruppe R1 die Minimalforderungen spezifiziert worden, die an ein solches System zu stellen sind.

Die **Untergruppe R2** (Terrestrische Fernsehrundfunksysteme) hat folgende Aufgaben auf ihrem Arbeitsplan:

- Eigenschaften von Fernsehsystemen (Reduzierung des Ton-/Bildsenderleistungsverhältnisses, zusätzlicher Tonkanal auf einem zweiten Tonträger),
- Planungselemente (Schutzabstände, Empfänger und Empfangsantennen, Polarisation),
- Integration des Fernsehbegleittons in das Fernsehsignal zur Reduzierung der HF-Bandbreite.

Zur Vorbereitung der WARC 1979 hat auch die Untergruppe R2 für das SPM zwei Beiträge entworfen. Die Titel lauten: „Möglichkeiten der gemeinsamen Frequenzbenutzung für Fernsehrundfunk und beweglichen Dienst unterhalb 1 GHz" und „Reduzierung der Fernseh-Kanalbandbreite durch Integration der Toninformation in das Videosignal".

Bei der nächsten Sitzung der Untergruppe R2 Anfang nächsten Jahres in München soll mit der Empfängerindustrie über die Möglichkeiten diskutiert werden, ein Verfahren zur Integration des Fernsehbegleittons in das Videosignal zu entwickeln. Man ist sich bei der Techni-

[3] SPM — Special Preparatory Meeting, Genf, 23. 10. — 17. 11. 78

schen Kommission der UER jedoch einig darüber, daß die Einführung eines solchen neuen Verfahrens sehr langfristig zu sehen ist. Man rechnet mit etwa 15–20 Jahren.

Im Hinblick auf den zukünftigen direkten Satellitenrundfunk kommt der Arbeit der **Untergruppe R3** (Satelliten-Rundfunksysteme) besondere Bedeutung zu. Als wichtige Arbeitsgebiete werden genannt:

- Eigenschaften von Empfängern für den 12-GHz-Bereich (das ist der Frequenzbereich, in dem die zukünftigen Fernsehrundfunksatelliten arbeiten werden),
- Aufwärtsstrecken für die 12-GHz-Rundfunksatelliten,
- Satellitenrundfunk für tragbare Empfänger im 1-GHz-Bereich,
- Hochqualitätsfernsehen im Bereich von 23 GHz.

Weiterhin vielbeachtet ist das Projekt der ESA[4] eines experimentellen direkten Rundfunksatelliten im 12-GHz-Bereich (H-SAT-Projekt, vormals Projekt L04, [1]). In der Zwischenzeit ist das Projekt modifiziert worden. Statt einer Antenne mit zwei Strahlen soll der H-SAT nunmehr zwei Antennen erhalten. Die eine Antenne wird eine elliptische Bedeckungszone mit einer Öffnung von 0,8° × 1,4° ermöglichen, die andere eine kreisförmige mit einer Öffnung von 1,5°. Diese neue Konfiguration ist den Anforderungen der Ergebnisse der Genfer Satellitenkonferenz 1977 angepaßt und ermöglicht außerdem eine wesentlich flexiblere Planung der Experimentalprogramme der UER-Mitgliedsorganisationen, die ihre Beteiligung am H-SAT-Projekt bereits zugesagt haben (u. a. England, Frankreich, Italien, Bundesrepublik Deutschland). Infolge der inzwischen eingetretenen Verzögerungen rechnet man mit einem Start des H-SAT nicht vor 1982.

Die **Untergruppe R4** befaßt sich mit Fragen der Wellenausbreitung und bearbeitet insbesondere folgende Themen:

- Abschattungseffekte bei direktem Satellitenrundfunk im Bereich von 1 GHz,
- Verbesserung der Feldstärkevoraussagemethoden im VHF- und UHF-Bereich,
- Raumwellenausbreitung bei 26 MHz und 23 GHz,
- Troposphärische Wellenausbreitung bei Lang- und Mittelwelle, Beeinflussung durch Bodenirregularitäten und Gebäude.

Man erkennt, daß die Arbeiten der Untergruppe R4 im Zusammenhang mit den Aktivitäten der anderen Untergruppen R1, R2 und R3 gesehen werden müssen.

Ein besonders umfangreiches Arbeitsprogramm hatte die **ad hoc-Gruppe** zur Vorbereitung der WARC 1979 zu bewältigen. In 4 Sitzungen und nach 3 Fragebogenaktionen ist unter der Leitung von Frau M. Huet (TDF) ein Dokument mit dem Titel „Leitlinien für die weltweite Funkverwaltungskonferenz 1979" entstanden. Darin sind die resultierenden Frequenzanforderungen der UER-Mitgliedsorganisationen für die WARC 1979 enthalten. Das Dokument, das zuvor auch von der Technischen Kommission ARD/ZDF gebilligt wurde, soll die Grundlage für Verhandlungen mit den nationalen Fernmeldeverwaltungen und für ein koordiniertes Vorgehen der UER-Mitgliedsorganisationen bei der WARC im Jahre 1979 bilden.

Nach längeren Diskussionen wurde das Papier mit geringen Änderungen von der Technischen Kommission der UER angenommen.

Die **Arbeitsgruppe P** beschäftigt sich mit der Funkentstörung in Zusammenarbeit mit dem CISPR[5]. Ein aktuelles Arbeitsgebiet sind im Hinblick auf den geplanten direkten Satellitenrundfunk im Bereich 11,7 GHz bis 12,5 GHz die Funkstörungen von ISM-Geräten (ISM – Industrial, Scientific, Medical), insbesondere von Mikrowellenöfen im Bereich 1 GHz bis 18 GHz.

Störungen durch das Eurosignal-System auf Rundfunkempfängern im Band II (UKW) sind ein weiteres Diskussionsthema. Untersuchungen aus Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland kommen zu dem gemeinsamen Ergebnis, daß bei Frequenzmodulation des Eurosignals – im Gegensatz zur bisherigen Amplitudenmodulation – die Störungen erheblich reduziert werden könnten.

Die Arbeitsgruppe P untersucht auch den Einfluß der elektromagnetischen Strahlung leistungsstarker Sender im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich auf den menschlichen Körper und auf technische Anlagen (z. B. Tankstellen, Kräne). Dieses Problem ergibt sich, weil in den dichtbesiedelten Gebieten Mitteleuropas die Bebauung immer mehr auch an leistungsstarke Sender sehr nahe heranreicht.

#### 2.2.4. Neue Verfahren und Systeme
(Arbeitsgruppen C und S)

Die Tätigkeit der **Arbeitsgruppe C** liegt auf dem Gebiet der digitalen Codierung von Fernseh- und Tonsignalen.

Bei der digitalen Codierung von Tonsignalen (**Untergruppe C2**) ergibt sich eine im Vergleich zum vergangenen Jahr veränderte Situation: In Frankreich ist die Entwicklung des von der TDF vorgeschlagenen „Near-Instantaneous-Systems" immer noch nicht abgeschlossen und bei der BBC, die bisher das TDF-System favorisierte, hat man mit der Entwicklung eines neuen Systems begonnen. Gegenwärtig existiert damit als bereits weitgehend einführungsreifes System nur noch das „A-Law-System", das von Italien und der Bundesrepublik Deutschland bevorzugt wird. Auch die britische Postverwaltung scheint neuerdings zum „A-Law-System" zu tendieren. Man kann jedoch davon ausgehen, daß in nächster Zeit neue digitale Tonübertragungsverfahren zur Diskussion gestellt werden.

Nach wie vor unterhält man sich in der **Untergruppe C1** (Codierung von Videosignalen) über die Wahl der zweckmäßigsten Abtastfrequenzen für das Videosignal. Während bei der geschlossenen Codierung (composite coding) die Abtastfrequenz das Zweifache oder das Vierfache der Farbträgerfrequenz sein soll, wird man bei der getrennten Codierung (component coding) eine davon verschiedene Abtastfrequenz wählen, die einem Vielfachen der Zeilenfrequenz (z. B. $1136 \cdot f_H$) entspricht. Es müssen Wege gefunden werden, um möglichst in der digitalen Ebene von einem System zum anderen übergehen zu können. Die Gruppe strebt weiterhin das Ziel an, für die Übertragung von Videosignalen ein 34 MBit/s-System zu finden, das auch den betrieblichen Anforderungen (Hintereinanderschaltung mehrerer Codecs) gerecht wird.

Die **ad hoc-Gruppe „Datenübertragung im Rundfunk"** ist mit der technischen Analyse der englischen und französischen Teletextsysteme befaßt. Mehr als 60 Arbeitspapiere wurden bearbeitet. Im Vordergrund steht gegenwärtig die Analyse von Feldversuchen, die in England, Frankreich, Italien, der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt wurden bzw. werden. Dabei sollten die Versuchsbedingungen und die Meßverfahren möglichst identisch sein, um vergleichbare Meßergebnisse zu erhalten.

Die ad hoc-Gruppe hat einen Fragebogen an sämtliche UER-Mitgliedsorganisationen verteilt, um die Mög-

---

European Space Agency

[5] CISPR — Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

lichkeiten einer zukünftigen Nutzung der Vertikalaustastlücke für Teletext zu ergründen. Nach wie vor ist die Gruppe bemüht, ein einheitliches Teletextverfahren zu finden oder zumindest auf der Empfangsseite eine teilweise Standardisierung des Decoders zu erreichen. Der Einsatz von Mikroprozessoren auf der Empfangsseite könnte diese Aufgabe erleichtern.

Die Untersuchung neuer Quadrofonie-Verfahren für den Rundfunk steht im Vordergrund der Aktivitäten der **Arbeitsgruppe S** (Stereofonierundfunk und Mehrfachmodulationssysteme). Neben dem H-Matrixverfahren der BBC wird ein J-Matrixverfahren der IBA diskutiert. Beide Verfahren sind vom Prinzip her sogenannte 4-2-4 Systeme (4 Aufnahmekanäle, 2 Übertragungskanäle, 4 Wiedergabekanäle). Sie könnten jedoch auf 4-3-4 oder 4-2 1/2-4 (1/2 bedeutet schmalbandiger Übertragungskanal) Systeme angepaßt werden. Sowohl das H-Matrix- als auch das J-Matrixverfahren sind noch in der Laborphase. Kein Verfahren kann gegenwärtig von der UER empfohlen werden.

Aufgrund der Neuorganisation der Arbeitsgruppen der Technischen Kommission (siehe **2.1.**) werden die Aufgaben der Arbeitsgruppe S erweitert. Während sich die bisherige Arbeitsgruppe S (einschließlich ihrer Untergruppe) mit Stereofonie und Quadrofonie für den VHF-(UKW-) Bereich sowie mit der Übertragung zusätzlicher Tonkanäle beim Fernsehen befaßte, wird es Aufgabe der neuen Untergruppe V3 sein, ganz allgemein neue Systeme für die Tonsignalübertragung beim Hör- und Fernsehrundfunk zu untersuchen. Dazu gehört z. B. auch die Integration des Fernsehbegleittons in das Fernsehsignal. Bei Problemen, die sich im Zusammenhang mit der Realisierung der HF-Übertragung ergeben, soll jedoch auch die Arbeitsgruppe R (Ton- und Fernsehrundfunk-Systeme) eingeschaltet werden.

Bereits eingeführte Techniken der Tonsignalübertragung und deren Weiterentwicklung sollen zum Aufgabenbereich der Arbeitsgruppe R gehören.

### 3. Kolloquium „Der Rundfunkempfänger der Zukunft"

Der Nachmittag des 19. April war dem Thema „Der Rundfunkempfänger der Zukunft" gewidmet. Im Rahmen eines Kolloquiums referierten zunächst ein Vertreter des Rundfunks und drei Angehörige von Industriefirmen über die Themen:

- Die Entwicklung von Rundfunksystemen
  P. Rainger, BBC.
- Das moderne Farbfernsehgerät und seine Peripherie
  R. Suhrmann, Valvo.
- Entwicklung von Teletext-Empfangssystemen in Großbritannien
  M. C. Gander, Mullard.
- Die Entwicklung der Empfänger-Technologie
  A. J. J. Verswijveren, Philips.

Anschließend faßte R. Buffard (TDF) das Ergebnis der Referate zusammen und gab einen Ausblick auf die Weiterentwicklung der Rundfunk-Heimempfänger aus seiner Sicht.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich der Fernseh-Heimempfänger aller Voraussicht nach zu einem Bildschirmterminal weiterentwickeln wird. Die Wiedergabe von Fernseh-Rundfunksendungen wird nur eine von vielen Möglichkeiten sein. Die anderen sind die Wiedergabe von:

- Teletext,
- Viewdata,
- Bildschirmspielen,
- Magnetbandaufzeichnungen,
- Bildplatten,
- Super-8-Filmen,
- Dias,
- Signalen eigener Videokameras.

Leider ging keiner der Redner auf die Zukunftsperspektiven des Hörrundfunkempfängers ein, obwohl auch auf diesem Gebiet Innovationen denkbar wären (z. B. Einseitenbandempfang). Ganz allgemein machte sich eine gewisse Enttäuschung darüber breit, daß sich die Industrie offensichtlich zwar viele Gedanken darüber gemacht hat, wie man durch Erweiterung der Empfängerperipherie Käuferwünsche wecken und befriedigen könnte, aber recht wenig Gedanken darüber, wie der einzelne Fernsehteilnehmer das vermehrte Angebot bewältigen soll. Bemängelt wurde außerdem, daß praktisch nichts darüber gesagt wurde, auf welche Weise man den Empfänger selbst verbessern könnte.

### 4. Neuwahl des Vorstandes

Da die in der Satzung der UER festgelegte zweijährige Amtsperiode des Vorstandes (des „Bureau") der Technischen Kommission Ende 1978 ausläuft, wurde in Ohrid der Vorstand neu gewählt. Wählbar und stimmberechtigt waren die aktiven UER-Mitgliedsorganisationen in der Europäischen Rundfunkzone. Das sind gegenwärtig 35 Rundfunkorganisationen in 31 Ländern.

Aufgrund des Wahlergebnisses in Ohrid wird sich der Vorstand der Technischen Kommission für die am 1. Januar 1979 beginnende Amtsperiode 1979/1980 wie folgt zusammensetzen:

Vorsitzender:
C. Terzani, RAI, Italien

1. Stellvertreter des Vorsitzenden:
H. Fix, ARD/ZDF, Bundesrepublik Deutschland

2. Stellvertreter des Vorsitzenden:
E. Gavilan, RTVE, Spanien

Mitglieder:
R. Buffard, TDF, Frankreich
K. Ilmonen, YLE, Finnland
N. Wassiczek, ORF, Österreich
M. Harbi, RTA, Algerien
T. Robson, UKIBA, Großbritannien
D. Erden, TRT, Türkei

### 5. Nächste Jahrestagung

Auf Einladung von ARD und ZDF soll die 31. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER in der Zeit vom 2. bis 6. April 1979 in Berlin stattfinden. Für die Jahre 1980 und 1981 liegen Einladungen nach England und Portugal vor.

Herbert Fix, Peter Wolf
Institut für Rundfunktechnik

SCHRIFTTUM

[1] Fix, H.; Wolf, P.: Die 29. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER, Venedig, 19. bis 22. April 1977. Rundfunktechn. Mitt. 21 (1977), H. 2, S. 87—89.

# DIE 9. TAGUNG DER UER-ARBEITSGRUPPE N (EUROVISIONSSATELLITEN)

BRÜSSEL, 16. UND 17. MÄRZ 1978

Unter dem Vorsitz von I. J. Shelley (BBC) nahmen an der Tagung Vertreter von 7 Rundfunkanstalten oder Fernmeldeverwaltungen teil. Daneben waren ESA, CEPT sowie die Arbeitsgruppe T (Übertragung über internationale Leitungsnetze und Betriebsabwicklung) und die technische Zentrale der UER durch mehrere Herren vertreten.

Die Gruppe befaßte sich mit zwei Themen:

1. Die gegenwärtige Situation und die technischen Daten des ECS (European Communication Satellite) als Satellit für das zukünftige Betriebssystem.
2. Versuchssendungen über OTS (Orbital Test Satellite) als Vorläufer und Versuchsmodell.

## 1. Der europäische Fernmeldesatellit ECS

### 1.1. Die allgemeine Situation

Als Betriebsgesellschaft für das ECS-System besteht seit Mai 1977 die Organisation **Interim Eutelsat.** Den grundlegenden Vertrag haben 16 europäische Fernmeldeverwaltungen unterzeichnet. Sie alle werden entweder über eigene oder fremde Erdefunkstellen, beginnend zwischen 1983 und 1985, Zugang zum System haben, wobei 1983 erst einige der vorgesehenen Erdefunkstellen fertiggestellt sein werden. Das endgültige Eutelsat-Abkommen zwischen den einzelnen Fernmeldeverwaltungen der CEPT liegt derzeit zur Unterzeichnung aus. Der Bau des ECS gilt als gesichert. Eine genaue Kostenteilung zwischen den Mitgliedsländern liegt jedoch noch nicht fest. Es sind zwei Satelliten vorgesehen, von denen einer im Orbit plaziert wird, während der andere als Reserve am Boden bleibt.

Ein Vertragsentwurf zwischen Interim Eutelsat und der UER über die Nutzung des ECS für den Eurovisionsverkehr liegt vor. Er enthält die permanente Nutzung von 2 Transpondern durch die UER und gibt die Kosten sowie deren Aufteilung an. Außerdem werden die technischen Daten des Satelliten beschrieben. Die Bedekkungszonen der verschiedenen Antennen sind durch auf eine Karte gezeichnete gerade Verbindungslinien zwischen einigen europäischen Hauptstädten angegeben. Der Vertragsentwurf betrifft ausschließlich die Nutzung des Satelliten selbst. Die Nutzung der Erdefunkstellen und der notwendigen terrestrischen Leitungen zu nationalen Eurovisionsschaltstellen soll Gegenstand von Einzelverträgen zwischen dem jeweiligen Nutzer und der nationalen Fernmeldeverwaltung sein.

Die CEPT legte ein unvollständiges Dokument über die Spezifikationen von Erdefunkstellen vor. Darin werden drei Typen von Erdefunkstellen für Fernsehübertragungen vorgesehen. Eine Station des Typs A kann gleichzeitig zwei Fernsehprogramme mit orthogonalen linearen Polarisationen empfangen oder senden. Typ B ist nur für eine (umschaltbare) Polarisationsrichtung für Sendung oder Empfang ausgerüstet, Typ C ebenso, jedoch nur für Empfang. In der Diskussion zeigte sich die Schwierigkeit, daß eine Station des Typs B im Sende- oder Empfangsbetrieb nicht gleichzeitig die jeweils mit orthogonaler Polarisation betriebenen Servicekanäle nutzen könnte. Da die Kostenersparnis der Station des Typs B gegenüber einer des Typs A nicht sehr hoch eingeschätzt wurde, sprach sich die Arbeitsgruppe gegen die Verwendung solcher Stationen aus.

Ähnlich wie bei direktsendenden Rundfunksatelliten tauchte in der Diskussion das Problem der Verwendung kleiner transportabler Erdefunkstellen für die Programmzuführung zum Satelliten auf. Unter kleinen Erdefunkstellen werden dabei Stationen mit Antennen von 9 m bis 11 m Durchmesser verstanden. Die Montagezeit einer solchen mobilen Station beträgt 2 bis 3 Tage, so daß sie für aktuelle Berichterstattung kaum in Frage kommt. Beim ECS erscheinen solche Stationen wegen der großen Bedeckungszone der Empfangsantenne des Satelliten attraktiver. Probleme liegen auch hier in der ungünstigeren Interferenzsituation bei kleinen Sendeantennen. Eine weitere Frage ist, wer solche Stationen betreiben sollte, die Fernmeldeverwaltungen oder die Rundfunkorganisationen. Die CEPT wird die Möglichkeiten der Verwendung solcher Stationen weiter prüfen.

### 1.2. Technische Einzelheiten des Satellitensystems

Abweichend vom ursprünglichen Satellitenkonzept, das eine erheblich größere Gewichtsklasse und eine leistungsfähigere Startrakete vorsah, beruht das jetzige Konzept auf einer Benutzung der OTS-Plattform. Dadurch waren eine Reihe von Maßnahmen zur Gewichtsreduzierung notwendig. Eine davon ist der Fortfall einer Nachsteuerung der Bahninklination des Satelliten. Dadurch ist während der geplanten Lebensdauer eine maximale Abweichung des Satelliten von $\pm 3{,}5^\circ$ aus der Äquatorebene zu erwarten, so daß die Erdefunkstellen mit entsprechenden Einrichtungen zur Nachführung der Antenne ausgerüstet werden müssen.

Daneben ist die Nutzung der Transponder durch TV-, Service- und Kommentarkanäle noch nicht endgültig geklärt. Das ursprüngliche Konzept sieht einen TV-Kanal pro Transponder vor. Es wird aber auch über einen Betrieb von zwei TV-Kanälen in einem Transponder diskutiert. Bei einem solchen Betrieb muß die FM-Bandbreite der TV-Kanäle von 38 MHz auf 33 MHz eingeschränkt, der Hub verringert und außerdem die Satelliten-Sendeleistung in einem Transponder auf zwei Träger verteilt werden. Deshalb können die Videosignale nur mit geringerer Qualität übertragen werden als bei einer Übertragung nach dem bisherigen Konzept mit einem TV-Kanal pro Transponder. Servicekanäle können dann im gleichen Transponder nicht mehr übertragen werden, da neben den zwei TV-Kanälen keine weitere Bandbreite zur Verfügung steht. In den Satellitenstationen selbst sind schmalere FM-Bandpaßfilter und veränderte Mittenfrequenzen notwendig. Ein Umschalten zwischen dem Betrieb mit einem und zwei TV-Kanälen pro Transponder ist ohne Unterbrechung des Programms nicht möglich.

Die Anzahl der Service- und Kommentarkanäle ist noch offen. Bis jetzt sind für jeden Transponder zusätzlich zum TV-Kanal 6 Servicekanäle und 24 Kommentarkanäle vorgesehen.

## 2. OTS-Experimente

Beim Bau des zweiten OTS-Modells – nach dem bedauerlichen Fehlstart von OTS 1 – tauchten einige Schwierigkeiten auf, die aber inzwischen behoben werden konnten. OTS 2 wurde am 11. Mai erfolgreich gestartet.

Erdefunkstellen in Frankreich und Italien sind fertig. Die englische Station wird voraussichtlich Ende Juli und die deutsche (Usingen) Ende des Jahres betriebsbereit sein.

Fernsehtests, die das Eurovisionssystem betreffen, können voraussichtlich im November 1978 und im Januar 1979 für jeweils einen Monat durchgeführt werden. Ausbreitungsmessungen können im Juli 1978 beginnen, werden allerdings zeitweilig durch Satellitenmanöver beeinträchtigt werden. Ungestörte Perioden dafür sind im November 1978, im größten Teil des Jahres 1979 und eventuell im Sommer 1980 vorgesehen. Ein Zeitplan für die ebenfalls vorgesehenen Versuchssendungen zur Simulation von direkt empfangbaren Rundfunksatelliten in der Nähe des 12-GHz-Bereiches ist noch nicht fertiggestellt. Eventuell kann damit bereits während der Eurovisionstests begonnen werden.

Rolf Süverkrübbe
Institut für Rundfunktechnik

# ERSTE UND ZWEITE TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R 1 (TERRESTRISCHER HÖRRUNDFUNK)

BERN, 21. BIS 23. NOVEMBER 1977 – BRÜSSEL, 21. BIS 24. FEBRUAR 1978

Die Untergruppe R 1 der UER-Arbeitsgruppe R kam in der Zeit vom 21. bis 23. November 1977 in Bern und vom 21. bis 24. Februar 1978 in Brüssel zu ihren ersten beiden Tagungen zusammen. Neben den ständigen Mitgliedern, die aus 12 Ländern kommen, nahmen auch einige Kurzwellenexperten teil, die als Gäste eingeladen wurden. Den Vorsitz führte E. Schwarz von der Schweizerischen PTT.

## LW/MW-Spezialistengruppe

Im Zusammenhang mit dem Inkrafttreten des Genfer LW/MW-Planes zum 23. November 1978 war eine Spezialistengruppe gebildet worden. Diese Gruppe hatte ein Dokument (GT R1 007) erarbeitet, in dem gezeigt wird, wie sich durch Leistungsreduktion bei einzelnen Sendern während der Nachtzeit die nutzbare Feldstärke anderer Sender verbessern läßt, bzw. bei welchen Sendern während der Nacht die nutzbare Feldstärke den Wert von 100 dB ($\mu$V/m) übersteigt. Das Gremium gelangte zu der Auffassung, daß eine Leistungsreduzierung zur Verbesserung der Empfangsverhältnisse bei anderen Sendern im allgemeinen nicht erwartet werden darf und daß eine Bereitschaft zu einer begrenzten Verminderung der Leistung daher nur in Fällen anzutreffen sein wird, in denen sich zwei oder mehrere Sender überwiegend gegenseitig stören. Da eine Vereinbarung nur im Falle gegenseitiger Störungen unter UER-Mitgliedern erreichbar sein wird, wurde ein Fragebogen an die einzelnen Mitglieder verschickt. Man hoffte bis zum 1. Februar 1978 Aufschluß darüber zu erhalten, unter welchen Voraussetzungen in den angegebenen Fällen eine Leistungsrücknahme akzeptabel wäre und in welchem Umfang die Leistung reduziert werden könnte. Wenn Möglichkeiten für eine anderweitige Verbesserung der Versorgung gesehen werden, sollten diese angegeben werden, damit die Spezialistengruppe die erforderlichen Untersuchungen anstellen kann.

Das Ergebnis der Umfrage (GT R1 039) zeigte nur wenig Resonanz auf die Arbeit der Spezialistengruppe. Die einzelnen Mitglieder sahen sich in der Regel nicht in der Lage, einer der vorgeschlagenen Maßnahmen zuzustimmen. Im Augenblick wird daher eine weitere Arbeit der LW/MW-Spezialistengruppe für unnötig gehalten. Es besteht jedoch jederzeit die Möglichkeit, sie zu reaktivieren, wenn der Wunsch danach besteht.

## UER-Senderdatenkarten

Im technischen Dokument 3207 hatte die UER ein bestimmtes Format für die Erfassung von Senderdaten vorgeschlagen, um den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Computern zu erleichtern. Dieses Dokument wurde in mehreren Punkten geringfügig überarbeitet und das Format günstiger gestaltet. Ferner wurde im Prinzip die zusätzliche Möglichkeit geschaffen, Daten über die relative Lage eines Senders zum Küstenverlauf anzugeben (Dok. GT R1 020, 023). Diese Erweiterung der Daten von LW/MW-Sendern wurde erforderlich, da nach CCIR-Bericht 575, der später entstanden ist als Dok 3207, die Raumwellenausbreitung stark beeinflußt werden kann, wenn Sender oder Empfänger nahe an einer Seeküste liegen. Ein definitiver Vorschlag soll vom IRT ausgearbeitet und zusammen mit allen übrigen Vorschlägen bei der nächsten Sitzung der Untergruppe verabschiedet werden. In der Zwischenzeit soll jedoch schon probeweise nach den neuen Vorschlägen gearbeitet werden.

Im Dokument GT R1 034 sind die Ergebnisse der UER-Umfrage über die Senderdaten von LW/MW-Sendern wiedergegeben. Die Meinung war, daß diese Daten nochmals von den einzelnen Mitgliedern überarbeitet werden müßten, da sie offensichtlich eine Reihe von Fehlern und Fehlinterpretationen enthielten.

## Verkehrsrundfunk und Zusatzinformationen

Dem Thema Verkehrsrundfunk und Zusatzinformationen war auf der ersten Tagung breitester Raum gewidmet worden. Von der BBC war ein gegenüber bisherigen Vorschlägen verbessertes Verfahren für die Aussendung von Verkehrsinformationen im MW-Bereich vorgelegt worden (Dok. GT R1 021). Dieses Verfahren nutzt ein frequenzmoduliertes Startsignal aus, um einen vom FM-Tonrundfunk her bekannten „Capture"-Effekt zu erzielen. Hinsichtlich der Nachtversorgung weist aber auch dieser Vorschlag noch Mängel auf, so daß seine Einführung selbst in Großbritannien auf Schwierigkeiten stoßen dürfte.

Von den Niederlanden wurde ein neu entwickeltes Kennungssystem für den UKW-Rundfunk vorgestellt. Dieses PSK-System arbeitet mit einem Hilfsträger bei 16,625 kHz, also bei 7/8 der Pilottonfrequenz (19 kHz). Mit einem Labormuster wurde die einwandfreie Arbeitsweise dieses Systems vorgeführt. Ein durch Unterträger und Pilotton entstehender Interferenzton (2,375 kHz) war so schwach, daß er bei der Vorführung nicht wahrgenommen werden konnte. Ein weiteres Übertragungssystem für Zusatzinformationen, das bei der PTT in Schweden erprobt wird, wurde erläutert. Es arbeitet mit einem Unterträger von 57 kHz, der in der Phase umgetastet wird. Feldversuche an dem holländischen System werden in einigen Mitgliedsländern der UER in den nächsten Monaten anlaufen (Frankreich, Schweiz, England und Bundesrepublik Deutschland). Sie sollen zeigen, inwieweit dieses Übertragungssystem auch unter ungünstigen Voraussetzungen (z. B. Mehrwegeausbreitung) noch einwandfrei arbeitet. Ob ähnliche Versuche auch mit dem

schwedischen System möglich sind, ließ sich zur Zeit noch nicht klären.

Im März 1977 war zum Thema „Entwicklung von neuen Rundfunkprogrammkennsystemen" von der UER ein Fragebogen an sämtliche 32 Mitglieder verschickt worden. Das Ergebnis dieser Umfrage (Dok. GT R1 012) wurde erörtert und die Systemanforderungen an künftige Kennsysteme (Kompatibilität, Versorgungsbereich, Kapazität, Frequenzbereich, internationale Verwendung) in einem Arbeitspapier spezifiziert.

### Kurzwellenrundfunk

Ausführlich wurden auf beiden Tagungen Kurzwellenprobleme behandelt. Da die weltweite Funkverwaltungskonferenz (WARC) 1979 voraussichtlich die Frequenzzuteilungen im Kurzwellenbereich, wie sie im Art. 5 der Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk) festgelegt sind, ändern wird, sollen zu diesem Thema gegebenenfalls noch Beiträge für die spezielle vorbereitende Tagung (SPM[1]) des CCIR eingereicht werden. Zu den wichtigsten Fragen, deren Dringlichkeitsstufen bereits auf der ersten Tagung festgelegt wurden (Dok. GT R1 027), gehörten:

- frequenzbandsparende Übertragungstechniken (CSSB, SSB, ISB),
- synchronisierte Sendernetze,
- Kanalraster und Zwischenfrequenzen,
- variierende Nutzung der KW-Bänder gemäß Sonnenfleckenzyklen,
- Frequenztoleranz von KW-Sendern,
- gleichzeitige Frequenzbenutzung durch den Kurzwellenrundfunk und andere Funkdienste (Sharing).

### Frequenzbandsparende Übertragungstechniken

Die BBC hatte 3 Beiträge eingereicht, in denen Probleme der kompatiblen Einseitenbandtechnik (CSSB) behandelt werden. Daraus ging hervor, daß CSSB nur geringe Vorteile gegenüber der Zweiseitenbandamplitudenmodulation (DSB) besitzt. Die Bandbreite wird um weniger als die Hälfte reduziert und die Verzerrungen lassen sich wegen der geringen Empfängerbandbreiten nur bedingt kompensieren. Man kam daher zu der Überzeugung, daß CSSB für eine Verbesserung der Kurzwellenübertragung nicht geeignet sei. Diese Meinung steht damit im Einklang mit CCIR-Bericht 299-3; in ihm wird die Einführung von CSSB im Lang- und Mittelwellenbereich als unzweckmäßig beurteilt. Für dringend notwendig gehalten wurde dagegen die Einführung der SSB-Technik in den Kurzwellenbereichen. Es wurde daher ein Beitrag für das SPM entworfen, in dem die Vorzüge der SSB-Technik dargestellt werden. Mit Rücksicht auf die Vielzahl vorhandener Empfänger wird für eine noch nicht näher bestimmte Übergangszeit eine Trägerunterdrückung von nur 6 dB empfohlen. Diese geringe Trägerunterdrückung ermöglicht eine Demodulation mit Hüllkurvengleichrichtern, wie sie die meisten Empfänger heute besitzen. Nach dieser Übergangsperiode soll die Trägerunterdrückung auf 12 dB erhöht werden. Über diesen Beitrag hinaus wurde eine Resolution verfaßt, in der die Einführung von SSB gefordert wird. Diese Resolution und der Text des Beitrages sollen in eine umfassende Stellungnahme der UER zu den Problemen der WARC eingearbeitet werden, die als Grundlage bei Gesprächen zwischen dem Rundfunk und den einzelnen Fernmeldeverwaltungen dienen kann.

[1] Special Preparatory Meeting

### Synchronisierte Sendernetze

Als synchronisierte Sendernetze werden Gruppen von Sendern bezeichnet, die gleiche oder nahezu gleiche Trägerfrequenz besitzen und dasselbe Programm abstrahlen. Ein Problem für die Empfangsseite stellt hierbei die starke Änderung der Feldstärke im Verwirrungsgebiet dar. Im Dok. GT R1 041 wird am Beispiel zweier MW-Sender gezeigt, daß sich die Empfangsbedingungen in diesem Gebiet durch Ausgleich der Laufzeitunterschiede bei den Modulationssignalen an den Sendern verbessern lassen. Jüngste Untersuchungen der BBC haben darüber hinaus gezeigt, daß Empfänger mit Ferritantennen im Verwirrungsgebiet wesentlich bessere Empfangsergebnisse liefern. Das liegt offenbar daran, daß die Vektoren der magnetischen Feldstärke im allgemeinen nicht kolinear sind und daher meist eine empfangswürdige Resultierende besitzen. Auf diesem Gebiet sind weitere Untersuchungen erforderlich.

### Kanalraster und Zwischenfrequenzen

Die Einführung der SSB-Technik im Kurzwellenbereich würde bereits bei dem derzeit benutzten Frequenzraster (5 kHz) zu beachtlichen Störabstandsverbesserungen führen. Die Untergruppe hält daher ein Kanalraster von 5 kHz für einen vernünftigen Wert. Die erforderliche NF-Bandbreite könnte in diesem Fall ähnlich wie im Lang- und Mittelwellenbereich 4,5 kHz betragen. Die Zwischenfrequenz sollte so gewählt werden, daß sie ein ganzzahliges Vielfaches des Kanalrasters ist.

### Variierende Nutzung der KW-Bänder gemäß Sonnenfleckenzyklen

Es war angenommen worden, daß ein systematischer Wechsel bei der Benutzung der Kurzwellenbereiche in Abhängigkeit von der Sonnenfleckentätigkeit Vorteile hinsichtlich der Ausnutzung der Frequenzbereiche bringen könnte. Die Untergruppe kam jedoch zu der Auffassung, daß dies nicht der Fall ist. Die Abhängigkeit der Ausbreitungsbedingungen von anderen Parametern wie Jahreszeit, Tageszeit und Frequenz ist wesentlich stärker als die vom Sonnenfleckenzyklus. Bei der bevorstehenden WARC sollte deshalb auch nicht darauf hingewirkt werden, daß nur noch gleich breite KW-Bereiche zugewiesen werden.

### Frequenztoleranz von KW-Sendern

Im Anhang 3 der VO Funk (1959) ist für Rundfunksender dieses Frequenzbereiches eine Toleranz von $15 \cdot 10^{-6}$ festgelegt. Bezogen auf 20 MHz ergibt sich eine zulässige Toleranz von 300 Hz. Der entsprechende CCIR-Bericht 181-2 läßt für die Frequenzbereiche eine Toleranz von nur 10 Hz zu. Mit dem heutigen Stand der Technik lassen sich jedoch leicht bessere Werte erreichen. Um eine optimale Nutzung des Frequenzspektrums zu erreichen, wird als maximal zulässige Frequenztoleranz $10^{-8}$ (0,2 Hz) vorgeschlagen. Dies steht im Einklang mit den technischen Grundlagen, auf denen CCIR-Studienprogramm 40A-1/1 basiert.

### Gleichzeitige Frequenzbenutzung durch verschiedene Funkdienste (Sharing)

Die Kurzwellenbereiche werden zur Zeit von anderen Funkdiensten gleichzeitig nur in regional getrennten Gebieten benutzt. Befriedigende Empfangsbedingungen werden aufgrund der Ausbreitungsverhältnisse nur am unteren Bereichsende erreicht. Auch die gleichzeitige Frequenzbenutzung durch Funkamateure (Amerika) und Rundfunkdienst (übrige Welt) im 7-MHz-Band ist für beide Seiten nicht zufriedenstellend. In einem Entwurf

wird gezeigt, daß sich für die festen Dienste wie Telegrafie und Telefonie unter derartigen Bedingungen kein zufriedenstellender Betrieb erreichen läßt. Die durch den Rundfunkdienst zu erwartenden Störungen werden stärker sein als im umgekehrten Fall. Die einzelnen Dienste sollten daher verschiedene Frequenzbereiche benutzen.

**Zukünftige Aufgaben der Unterarbeitsgruppe**

Bezüglich einer möglichen Konferenz zur Revision des Stockholmer Abkommens von 1961 wurden verschiedene Probleme des FM-Tonrundfunks im Band II behandelt. Wesentliche Bedeutung kommt dabei dem zukünftigen Kanalraster zu. Da der Stockholmer Plan nur für monofone Sendungen ausgelegt ist, dürfte das zukünftige Raster bei Berücksichtigung von Stereofonie deutlich über 100 kHz liegen. Das IRT wird in diesem Zusammenhang Ergebnisse über die Feinstruktur der Schutzabstandskurve der CCIR-Empfehlung 412-2 im Bereich 100 kHz bis 150 kHz vorlegen.

Bei der Festlegung neuer Schutzabstände muß auch die Tatsache beachtet werden, daß einige osteuropäische Staaten an Stelle des Pilottonsystems das sogenannte Polar-Modulationsverfahren zur stereofonen Übertragung benutzen. Desgleichen ist zu untersuchen, wie sich die Schutzabstände beim Übergang auf Quadrofonie ändern.

Zur Frage der Einführung eines Dolby-Kompandersystems im UKW-Tonrundfunk war man sich einig, daß weitere Untersuchungen dringend erforderlich sind. Ähnliches gilt für die Wahl der Polarisation.

Schon während der XIV. Schlußtagung des CCIR war bemängelt worden, daß die Eigenschaften vieler FM-Stereoempfänger zu wünschen übrig lassen (Dok. 10/438). Ein erster Schritt zur Festlegung von Mindestanforderungen für FM-Empfänger war das von ARD/ZDF eingereichte Dokument (GT R1 017) über wünschenswerte Eigenschaften solcher Empfänger. Im Augenblich sei es jedoch verfrüht, mit diesem Ergebnis an die Gerätehersteller heranzutreten. Es sollte versucht werden, in der Zwischenzeit noch weitere Verbesserungen an diesem Dokument vorzunehmen (z. B. Verhalten gegenüber Störungen durch bewegliche Funkdienste).

Gerd Petke
Institut für Rundfunktechnik

# ERSTES TREFFEN DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R4 (AUSBREITUNG)

Vom 8. bis 10. November 1977 kam die UER-Unterarbeitsgruppe R4 zu ihrer ersten Sitzung in Brüssel zusammen. Der Gruppe gehören 19 Mitglieder aus 15 Ländern an. Sie ist zuständig für Fragen der Funkwellenausbreitung in allen für Rundfunkzwecke vorgesehenen Frequenzbereichen und zwar sowohl in bezug auf troposphärische als auch auf ionosphärische Einflüsse. Den Vorsitz führte Herr Berthod aus Frankreich.

Neben den 26 zur Sitzung eingereichten Beiträgen wurden auch allgemein interessierende Fragen wie die Festlegung von Arbeitsprioritäten und die Mitarbeit in anderen Gremien diskutiert. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Wechselbeziehungen zu den übrigen Untergruppen der Arbeitsgruppe R gewidmet. Die jeweils ersten Sitzungen der Untergruppen R2 (Terrestrischer Fernsehrundfunk) und R3 (Satellitenrundfunk) hatten bereits stattgefunden, so daß deren Ergebnisse, soweit sie die Zuständigkeit der Untergruppe R4 berührten, schon in die Diskussionen mit einbezogen werden konnten.

Aus dem Bereich des Satellitenrundfunks ergab sich im Hinblick auf die WARC 1979 die Notwendigkeit, Untersuchungen zur Abschattungsdämpfung und zum Niveau der Störungen durch elektrische Betriebsmittel in städtischen Gebieten bei Frequenzen in der Nähe von 1 GHz durchzuführen. Hier soll, zurückgehend auf Vorschläge der ESA, eventuell ein FM-Satellitentonrundfunkdienst mittlerer Qualität insbesondere für Koffer- und Autoempfänger eingerichtet werden. Außerdem werden Studien und Untersuchungen zur Ausbreitung bei Frequenzen um 26 MHz, 2,5 GHz, 12 GHz, 23 GHz, 30 GHz, 40 GHz und 80 GHz notwendig werden.

Als ein weiterer Schwerpunkt bei den Diskussionen wurden die Feldstärkevorhersagemethoden im VHF- und UHF-Bereich behandelt. Einigkeit bestand darüber, daß in der CCIR-Empfehlung 370-2 bzw. in dem mit ihr sachlich verbundenen CCIR-Bericht 239-3 die Geländeeinflüsse in unbefriedigender Weise berücksichtigt werden. Die in Großbritannien und Italien erprobten Verfahren, bei denen in einer Datenbank gespeicherte topographische Einzelheiten des Geländes bei der Feldstärkeberechnung berücksichtigt werden, lassen nach englischen Aussagen erwarten, daß sich die Standardabweichung zwischen gerechneten und gemessenen Werten von 12 dB auf 6 dB reduziert. Im Hinblick auf die internationale Frequenzplanung sollte man jedoch davon ausgehen, daß in absehbarer Zukunft weder das in England mit großem Erfolg erprobte Verfahren allgemein anerkannt wird, noch daß die topographischen Daten für eine genügend große Zahl von Ländern verfügbar sein werden. Deshalb soll auf Versuche, die CCIR-Empfehlung 370-2 in geeigneter Weise zu ändern, vorerst verzichtet werden. Es wird vielmehr angestrebt, bis zur nächsten Zwischentagung der CCIR-Studienkommission 5 Vorschläge auszuarbeiten, wie die Feldstärkevorhersagegenauigkeit nach der CCIR-Empfehlung 370-2 bzw. dem CCIR-Bericht 239-3 durch eine verfeinerte Handhabung der Geländeparameter verbessert werden kann.

Zusätzliche Arbeitsschwerpunkte werden im Bereich der Lang- und Mittelwellenausbreitung die Einflüsse der Geländeeigenschaften einschließlich der Bebauung sowie die Raumwellenausbreitung am Tage sein. Darüberhinaus ist vorgesehen, die Erstellung von Bodenleitfähigkeitskarten voranzutreiben.

Bernd Raufmann
Institut für Rundfunktechnik

gegen wird nicht nur eine richtige Definition des Begriffs gegeben, sondern mit Schutzband, Sicherheitsband auch noch eine richtige und brauchbare Übersetzung geliefert.

Vermißt haben wir in beiden Wörterbüchern Begriffe wie Gleichkanalbetrieb, Suchlauf, Bildspeicher. Auch community reception haben wir nicht als Stichwort gefunden. Ob man parasitic oscillations mit wilde Schwingungen übersetzen kann? Oder shared band immer mit Gemeinschaftswelle? Wenn man Füllsender mit standby transmitter beziehungsweise émetteur de secours übersetzt, dann stimmt zwar die englisch-französische Entsprechung, aber leider nicht die deutsch-englische bzw. deutsch-französische.

Schwierigkeiten treten übrigens viel eher bei der englisch-deutschen als bei der englisch-französischen Entsprechung auf, weil bei der letzten die Termini oft gleichen lateinischen Ursprungs sind und sich daher häufig ähneln (vergl. guard band – bande de garde – „Schutzabstand").

Von Nutzen sind beide Werke in erster Linie für sprachlich geschulte Techniker bzw. technisch geschulte Linguisten, die die meist guten und sinnvollen von den wenigen nicht (ganz) geglückten Übersetzungen unterscheiden können und die, als Deutschsprachige, hauptsächlich aus der Fremdsprache ins Deutsche übertragen müssen, wie es z. B. auch beim Lesen von Fachlektüre der Fall ist. Beide Bände sind von besonderem Wert, wenn man zu wichtigen Stichwörtern die entsprechenden Ausdrücke in mehreren Sprachen benötigt, da diese auf jeweils einen Blick erkennbar sind. Dem Band Dictionary of Television and Videorecording gebühren dabei aufgrund der Begriffsbestimmungen eindeutig einige Pluspunkte mehr. Christoph Dosch

**Zufallsprozesse in dynamischen Systemen.** Von Winfrid G. Schneeweiss, 351 Seiten, 52 Bilder, Format 16 cm x 24 cm, Leineneinband. Springer-Verlag, Berlin 1974, Preis 72,– DM, ISBN 3-540-06192-4.

Dieses Buch bietet dem Praktiker, gleich welcher Fachrichtung, die modernen mathematischen Begriffsbildungen, die es erlauben, Zufallsprozesse in dynamischen Systemen bequem zu beschreiben und zu handhaben. Es ist als Lehr- und Arbeitsbuch konzipiert. Das didaktische Vorgehen ist konstruktiv und praxisbezogen. Einfache Sachverhalte werden schrittweise zu komplexeren ausgebaut, wodurch dem Lernenden eine verhältnismäßig unstrapaziöse Aneignung des Stoffes ermöglicht wird.

Nach Einführung der Begriffe „Dynamisches System" und „Zufallsprozeß (stochastischer Prozeß)" erhält der Leser grundlegende Kenntnisse über Korrelationsfunktionen und spektrale Leistungsdichten stationärer Zufallsprozesse sowie deren Transformation durch dynamische lineare Systeme. Fundiert und veranschaulicht wird dieses Wissen durch einen anschließenden Abschnitt über Messung zufallsabhängiger Größen. Stufenweise werden nun allgemeinere Zusammenhänge untersucht: zunächst der Einfluß statischer nichtlinearer Systeme auf Zufallsprozesse, sodann der Einfluß dynamischer nichtlinearer Systeme auf Zufallsprozesse. Bis hierin ist der Leser mit den Begriffen „stochastischen Differentialgleichung" und „stochastisches Integral" vertraut. Für die Anwendungen wichtige exemplarische Abschnitte über speziell dynamische Systeme, die sogenannten Filter – hier wird der Bogen vom Wiener-Filter für stationäre Zufallsprozesse zum Kalman-Bucy-Optimalfilter für instationäre Zufallsprozesse gespannt – sowie über spezielle Zufallsprozesse, die sogenannten Punktprozesse, schließen die Darstellung ab.

An Vorkenntnissen zum Verständnis des Textes wird elementare Infinitesimalrechnung verlangt. Matrizenrechnung und Fouriertransformation werden dem damit nicht (mehr) vertrauten Leser in den Grundzügen dargestellt. Ein kommentiertes Inhaltsverzeichnis, Einführungen und Zusammenfassungen zu allen Abschnitten sowie reichlich eingestreute Übungsaufgaben, deren Lösungen am Ende des Bandes zusammengestellt sind, unterstützen die Lehr- bzw. Lernwirkung des Buches.

Jeder neue Begriff wird bei der ersten Nennung gesperrt gedruckt, wodurch ein Nachschlagen erleichtert wird, ohne die Lesbarkeit des Textes durch Markierungen wie „Definition" oder „Satz" zu beeinträchtigen. Ein ausgewogenes Literatur- und Sachverzeichnis sowie die gute drucktechnische Ausstattung machen das Buch zu einem beachtenswerten Hilfsmittel im interdisziplinären Arbeitsbereich. Peter Raufmann

**Taschenbuch der Fernmelde-Praxis 1978.** Hrsg. Heinz Pooch. X, 478 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 15,5 cm x 10,5 cm, Plastikeinband, Preis 29,20 DM, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 1978, ISBN 3-7949-0296-3.

Auch die 15. Ausgabe des Poochschen Taschenbuches enthält wieder einen Abschnitt „Entwicklungstendenzen": R. Gruß berichtet über die „Optische Nachrichtenübertragung mit Glasfasern".

Von den neunzehn fachtechnischen Beiträgen behandeln vier die elektronische Vermittlungstechnik (EWS). Die Trägerfrequenz-(TF-)Technik ist durch fünf Arbeiten vertreten, darunter ein Beitrag von F. Hautsch über „Neuerungen aus der TF-Tonkanaltechnik". Hierin wird das „TF-Tonkanal-System 77" ausführlich beschrieben, das speziell für die Übertragung monofoner Tonsignale mit 7 kHz Bandbreite (Kanalraster 12 kHz, Pilotfrequenz 7,833 kHz) bestimmt ist. (Angaben über das „TF-Tonkanal-System 68" mit 15 kHz Bandbreite finden sich im Taschenbuch 1971.)

Drei Artikel sind der Meßtechnik gewidmet; „Neue Meßgeräte der NF-Übertragungstechnik" von W. Flügel mit ausführlichen Kennwert-Tabellen der dort behandelten Geräte: Pegelmesser, Festfrequenz-Normalgenerator, NF-Meßkoffer, Pegelsichtgerät. Spezielle „Meßgeräte für das TF-System V 10800" beschreibt H. Scherenzel. Besonders informativ ist der 46 Seiten umfassende Beitrag von D. Klink: „Meßtechnik an PCM-30-Systemen". Er behandelt nach einer kurzen Einführung in Zeitmultiplexverfahren (die Betriebsgeräte dazu wurden 1976 beschrieben) die Messungen in der Aufteilung analog, digital-analog, analog-digital, digital und die zugehörigen Meßgeräte und Meßplätze.

Die übrigen Fachbeiträge beschäftigen sich mit Themen wie Mikroprozessoren und Mikrocomputer, Fernsprechsondernetze, NF-Fernsprechübertragungsgeräte, Richtfunknetzplanung, Einheitstechnik (Bauweise 7 R), Nummerungstechnik, Räume mit technischen Arbeitsplätzen. Alles in allem: Auch in diesem Taschenbuch wieder eine sehr „breitbandige" Themenauswahl bei gegenüber dem Vorjahr unverändertem Preis. Ferdinand Müller

**Microscope Photometry.** Von H. Piller. VIII, 253 Seiten, 79 Bilder, 8 Tabellen, Format 25 cm x 17 cm, gebunden, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1977, Preis 68,– DM bzw. 30,00 US $, ISBN 3-540-08094-5.

Das vorliegende, englisch geschriebene Buch befaßt sich mit den theoretischen Grundlagen und der praktischen Anwendung der Fotometrie von winzigen Gegenständen (kleiner als 1 mm) unter Zuhilfenahme eines Mikroskops. Dabei legt der Autor großen Wert auf die Unterscheidung zwischen der eigentlichen Mikroskopfo-

tometrie und den für besondere Anwendungen entwickelten Spezialgeräten wie z. B. Mikrofotometer, Mikrospektralfotometer oder Mikrodensitometer.

Nach einer Einführung in die Strahlungsgeometrie und Lichtführung in einem Mikroskop werden dessen Einzelkomponenten, wie Lichtquelle, spektrale Lichtzerlegung, Linsensysteme und Fotoempfänger ausführlich behandelt. Anschließend wird näher eingegangen auf die Justierung der Meßapparatur und auf spezielle Meßverfahren. Besonders ist es zu begrüßen, daß die möglichen Fehlerquellen – unterteilt in systematische und statistische Größen – ausführlich behandelt werden und daß darauf hingewiesen wird, wie diese in der Praxis innerhalb zulässiger Grenzen gehalten werden können. Zum Schluß wird noch die Anwendung der Fotometrie mit Hilfe eines Mikroskops in der biologischen und nichtbiologischen Wissenschaft beschrieben. Im Anhang sind eine Reihe von Tabellen und Formeln für die Berechnung der im Hauptteil verwendeten Begriffe zusammengestellt.

Mit dem vorliegeden Buch ist es dem Autor gelungen, die vielfältigen Probleme, die sich bei Anwendung eines Mikroskops in der Fotometrie ergeben, anschaulich darzustellen. Vermißt wird lediglich ein stärkeres Eingehen auf die farbmetrische Auswertung bei der Farbmessung an kleinen Gegenständen. Besonders hervorzuheben sind die ausführlichen Legenden zu den Abbildungen und die Bemerkungen, die praktische Hinweise enthalten.

Max Rotthaler

**NC-Programmierung mittels Time-Sharing.** Herausgeber: Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB), Verfasser: Knut Krumeich. XIV, 404 Seiten, 67 Bilder, 8 Tabellen, Format DIN A 5, kartoniert, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1977, Preis 59,– DM, ISBN 3-18-400367-1.

Daß die Softwareprobleme in allen Bereichen der Datenverarbeitung nahezu gleich sind, wird in diesem Buch wiederum sehr deutlich dargestellt. Bei fallenden Hardwarepreisen und nahezu trivialen Hardwarelösungen wird dem Softwarebereich immer noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Auf dem Gebiet der NC (Numeric Control)-Programmierung wird mit Time-Sharing-Systemen ein Erfolg für die kostengünstige Programmierung nachgewiesen. Das Rechenzentrum mit allen seinen Möglichkeiten steht dem TS-Benutzer zur Verfügung, so daß dieser seine anspruchsvollen, geometrischen und technologischen Aufgaben lösen kann. Ein Vergleich mit dezentralem System wird dargestellt und als uneffektiv verworfen. Die vorgestellten TS-programmierten Beispiele sind für den Kreis der Leser dieser Zeitschrift nicht von Interesse, die grundlegenden Betrachtungen sind jedoch durchaus für den ernsthaften Programmierer oder Systemanalytiker lesens- und beachtenswert.

Dietrich Sauter

**Handbuch für Blitzschutz und Erdung.** Von Johannes Wiesinger und Peter Hasse. 160 Seiten, 95 Bilder, 20 Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, Kunststoffeinband, Richard Pflaum Verlag KG, München 1977, Preis 29,80 DM, ISBN 3-7905-0273-1.

Das Buch wendet sich an alle, die sich mit Blitzschutz zu befassen haben, sei es als Ausführende bei der Planung und Erstellung von Blitzschutzanlagen, als Beurteilende bei der Überprüfung solcher Anlagen und der Festlegung der zu erfüllenden Anforderungen oder als für die Arbeitssicherheit Verantwortliche.

Es ist darüber hinaus geeignet, einen großen Kreis technisch Interessierter in die elektromagnetischen Vorgänge beim „Blitz" und in die Grundlagen der Blitzschutztechnik einzuführen.

Einem umfassenden Überblick über Blitzgefährdung und der mathematischen und räumlichen Darstellung von Blitzschutzmaßnahmen folgt ein ausführlicher Abschnitt über Erdungsanlagen.

Eine Übersicht über die in der Bundesrepublik existierenden Blitzschutzbestimmungen gibt dem Praktiker Hinweise auf einzuhaltende Vorschriften.

Für die Sicherheitsfachkraft besonders interessant sind die Kapitel „Schutzbereich von Fanganordnungen" und „Schutz gegen Überspannung bei Blitzentladungen", die in sehr anschaulicher Weise unter Berücksichtigung von Blitzhäufigkeit, Blitzwahrscheinlichkeit und Schutzanforderung die Bereiche zu ermitteln gestatten, in denen außerhalb blitzgeschützter Bauwerke Blitzschutz für Personen und Anlagen besteht (Schutzbereich) bzw. wie Geräte und Anlagen gegen das Auftreten von Überspannungen geschützt werden können.

Leider ist dem besonders für Rundfunk und Fernsehanstalten z. B. bei Außenaufnahmen wichtigen Bereich des Blitzschutzes im Freien wenig Raum gewidmet. Hier scheinen in den letzten Jahrzehnten keine neuen Erkenntnisse gewonnen worden zu sein. Trost bietet lediglich eine Statistik über Todesfälle durch Blitzschlag, die erkennen läßt, daß die Mortalität von max. 54 (1965) auf 5 (1976) gesunken ist.

Neben dem Kreis derjenigen, der sich mit der Erstellung und Überprüfung von Blitzschutzanlagen zu befassen hat, sollte dieses Buch zur Standardausrüstung jeder Sicherheitsfachkraft gehören, die für die Arbeitssicherheit bei Arbeiten an blitzgefährdeten Bauwerken und von Personen im Freien verantwortlich ist.

Heinz Link

**Antennen.** Von Eberhard Spindler. 4. Auflage, 326 Seiten, 202 Bilder, 145 Tafeln, Format 20,5 cm x 14,5 cm, Pappeinband, VEB Verlag Technik, Berlin (DDR) 1977, Preis 18,00 M, Bestell-Nr. 551 242 1.

In der vorhandenen einschlägigen Antennenliteratur wird das gesamte Gebiet der Antennentechnik für Empfängerantennenanlagen ausführlich behandelt. Dieses Buch ergänzt den Literaturbestand, und zwar durch die Anleitung zum Selbstbau von Antennen. Damit werden die Interessenten angesprochen, die sich im Antennenselbstbau betätigen oder beabsichtigen, es zu tun. Besonders bei kritischen Empfangsverhältnissen kommt der optimal dimensionierten Antenne große Bedeutung zu. Mit dem hier besprochenen umfangreichen Antennensortiment, das von der einfachen Antenne bis zu Spezial- und Sondertypen reicht, ist man in der Lage, die vorkommenden Antennenprobleme weitgehend zu lösen. Grundlage der hier angegebenen Antennendaten sind exakte Berechnungen, die z. T. auf theoretischen Arbeiten des Verfassers basieren und ebenso gründliche Erprobungen.

Günter Potschkat

# NACHRICHTEN

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

### Fernsehsender

#### Inbetriebnahmen

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

| Station | Kanal | Offset | Leistg. ERP W | Pol. | Azimut Grad | Tag der Inbetriebnahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bayerischer Rundfunk** | | | | | | |
| Aura im Sinngrund | 6 | 3P | 1 | H | 70 | 12. 04. 78 |
| Retzstadt | 12 | 4M | 1 | H | 00 | 11. 04. 78 |
| Rimpar | 40 | 8M | 8 | H | 155 | 12. 04. 78 |
| Theilheim | 12 | 2P | 1 | H | 60; 300 | 11. 04. 78 |
| **Hessischer Rundfunk** | | | | | | |
| Vockenhausen | 52 | 2M | 5 | H | 90 | 13. 03. 78 |
| **Saarländischer Rundfunk** | | | | | | |
| Ensdorf | 52 | 6M | 48 | H | 10 | 10. 04. 78 |

#### Änderungen

**Süddeutscher Rundfunk**

Der SDR hat am 6. März 1978 an seinem Fersehsender Bad Mergentheim (TBT), Kanal 48, eine Leistungserhöhung vorgenommen.

Der Sender strahlt in Richtung 225 Grad nunmehr mit einer Leistung von 100 kW/ERP.

### Fürstentum Liechtenstein verkabelt

Die Empfangsverhältnisse für Rundfunk und Fernsehen im Fürstentum Liechtenstein waren wegen der topographischen Lage des kleinen Alpenstaates nie besonders gut.

Der Gedanke, hier mit einer Großgemeinschafts-Antennenanlage für das gesamte Fürstentum Abhilfe zu schaffen, ist deshalb schon fast 12 Jahre alt. Aber erst am 21. Januar 1978 konnten die Primäranlagen ihrer Bestimmung übergeben werden.

Nicht nur die unzureichenden Empfangsverhältnisse veranlaßten die fürstliche Regierung zu Maßnahmen, auch dem Umweltschutzgedanken und der Ortsverschönerung wurde mit dem Wegfall der vielen einzelnen Hausantennen Rechnung getragen.

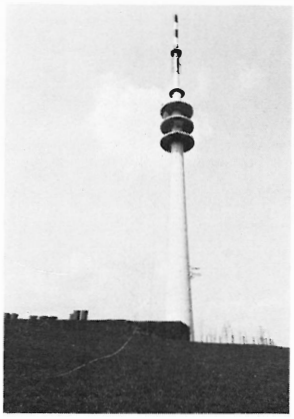
Die Genossenschaft „Liechtensteinische Groß-Gemeinschafts-Antennen-Anlage" wurde 1976 gegründet. Als Träger fungierte das Land Liechtenstein gemeinsam mit den 7 Gemeinden Balzers, Triesenberg, Triesen, Schaan, Vaduz, Planken und Gamprin. Die geschätzten Investitionen in Höhe von 2,2 Millionen Franken tragen das Land zu 60 % und die Genossenschaftsgemeinden zu 40 %.

Die neue LGGA ermöglicht den Empfang von 12 Rundfunk- und 8 TV-Programmen. Sie wurde nicht nur für den heutigen Stand der Technik konzipiert und errichtet. Im Gegenteil, das Konzept ist zukunftsweisend, die vorhandenen Möglichkeiten sind vielseitig:

1. Von Gemeinde zu Gemeinde ist zusätzlich ein Kommunikationsweg (Zweiwege-System) für Informationen jeglicher Art, für Signalmeldungen usw. vorgesehen.
2. Von einer Zentralstelle aus gibt es außerdem einen Kommunikationsweg zu allen übrigen Gemeinden im Parallelbetrieb.
3. Die Anlage ist problemlos und ohne großen Aufwand auf den Empfang von 12 TV- und 20 UKW-Programmen zu erweitern.
4. Die Einspeisung von eigenen lokalen Programmen über die Kopfstelle und Satellitenempfang ist schon jetzt möglich.
5. In zukünftigen Erschließungsgebieten wurden bereits Leerrohre verlegt, um die Verkabelung später ohne großen finanziellen und bautechnischen Aufwand durchführen zu können.

Aus Informationsdienst der Kathrein AG

### Neues Senderzentrum auf dem Hohenpeißenberg/ Oberbayern in Dienst gestellt



Am 10. Mai nahmen die Deutsche Bundespost und der Bayerische Rundfunk ein neues Senderzentrum auf dem Hohenpeißenberg/ Oberbayern in Betrieb. Auf dem knapp 1000 m hohen Ausflugsberg wurden von der Deutschen Bundespost ein 160 m hoher Stahlbetonturm und ein dazugehöriges, in die Landschaft vorzüglich eingepaßtes Betriebsgebäude errichtet. Die Deutsche Bundespost betreibt für die Ausstrahlung des ZDF-Programms und der Dritten Programme mit der Inbetriebnahme der neuen Senderanlage insgesamt 90 Grundnetzsender. Wie der Präsident der Oberpostdirektion München, Dipl.-Ing. Alfred Meier, anläßlich der Einweihung bekanntgab, ist mit dem neuen Fernsehsender auf dem Hohenpeißenberg der Ausbau der Grundsendernetze der Bundespost abgeschlossen. Die Station Hohenpeißenberg versorgt das Voralpenland zwischen Lech und Isar nunmehr mit allen drei Fernsehprogrammen und den drei Hörfunkprogrammen des Bayerischen Rundfunks. Die Gesamtkosten der Deutschen Bundespost für das Bauwerk und für die technischen Einrichtungen betrugen rund 12,5 Millionen DM. Der Bayerische Rundfunk hat für seinen Bedarf Betriebsräume und Antennenträger bei der Deutschen Bundespost angemietet. Seine Investitionen für die neuen technischen Anlagen belaufen sich auf ca. 4 Millionen DM.

### Hochhaus-Gemeinschaftsantenne holt Fernsehgeschädigte aus dem Schatten

Zu dem zur Zeit viel diskutierten Problem der Wiederversorgung im Schatten von Hochhäusern ist die Feststellung interessant, daß es immer wieder vorkommt, daß die Bauherren solcher Häuser die Initiative ergreifen, so zum Beispiel in Köln. Hier hat eine Versiche-

rungsgesellschaft beim Neubau ihres Verwaltungshochhauses die dadurch Fernsehgeschädigten wieder aus dem Empfangsschatten geholt. Obwohl dazu noch keine gesetzliche Verpflichtung besteht, hat die Bauherrin einige benachbarte Häuser auf ihre Kosten an die Gemeinschaftsantennenanlage des Hochhauses anschließen lassen, um dort den völlig verdorbenen Fernsehempfang in einwandfreier Qualität wieder herzustellen.

Dabei haben die betroffenen Anwohner noch den Vorteil, daß außer Lang-, Mittel- und Kurzwellen wenigstens sechs Hörfunkprogramme in Stereoqualität und fünf Fernsehprogramme zu empfangen sind.

### Gründung des Fachinformationszentrums Technik

Am 15. März 1978 schlossen sich in Frankfurt die Zentralstelle Dokumentation Elektrotechnik e. V. beim VDE (ZDE) und die Dokumentation Maschinenbau e. V. (DOMA) zum Fachinformationszentrum Technik e. V. zusammen. Es dient dem Zweck der technisch-wissenschaftlichen Information und Dokumentation für die Gebiete Elektrotechnik, Feinwerktechnik, Kraftfahrwesen und Maschinenbau. Gründungsmitglieder sind – neben ZDE und DOMA – die Vereine VDE und VDI. Die bisherigen Kooperationspartner ZDE und DOMA bilden Fachabteilungen, die wie bisher ihre Kunden mit Informationen versorgen. Darüber hinaus wurden zentrale Abteilungen für die Bereiche Methoden- und Grundlagenentwicklung, Datenverarbeitung und Marketing eingerichtet. Die speziellen fachlichen Interessen der Benutzer werden von einem Benutzerrat vertreten.

Das Fachinformationszentrum Technik verfügt 1978 über einen Bestand von mehr als 450 000 gespeicherten Literaturhinweisen. Der jährliche Zuwachs wird ca. 85 000 Literaturhinweise betragen. Das ausgewertete Material kann über verschiedene Informationsdienste bezogen werden: das Angebot umfaßt sowohl die moderne Form des Direktzugriffs auf eine Datenbank mit Bildschirmterminals über das Fernmeldenetz, als auch Einzelauskünfte und Referateorgane.

Das neugegründete Fachinformationszentrum Technik wird seinen Teil zur Verwirklichung des von der Bundesregierung gesteckten Ziels beitragen: Aufbau eines modernen und umfassenden Informationssystems.

Nach einer Presseinformation des ZDE

# PERSÖNLICHES

## Curt Rint 75 Jahre alt

In Raisting am Ammersee – unweit der großen Satelliten-Antennen – feierte Curt Rint am 10. 6. 1978 seinen 75. Geburtstag. Er gehört zu den Persönlichkeiten, die das Bild der elektrotechnischen Fachliteratur seit vielen Jahrzehnten entscheidend mitgestalten.

Weitesten Fachkreisen wurde er durch sein „Lexikon für Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechniker" bekannt. Seine zweite große Buchreihe „Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker" erscheint in diesem Jahr völlig neubearbeitet in 12. Auflage.

## Friedrich von Rautenfeld 65 Jahre alt

Dr. F. Rautenfeld und Gattin bei einer UER-Tagung 1976

Am 16. Mai 1978 vollendete Dr.-Ing. Fricko von Rautenfeld sein 65. Lebensjahr.

Mit diesem Geburtstag ist nach unserer derzeitigen Wertvorstellung von der menschlichen Leistungsfähigkeit eine entscheidende Zäsur im Leben des einzelnen gegeben. In der Vergangenheit konnte ein französischer König jedem Untertan, der älter als 65 Jahre war, großzügig eine Staatspension zusagen. Es war ein sehr billiges Versprechen, denn nur wenige erreichten dieses Alter. Heute dagegen muß man sich fragen, ob die Grenze der beruflichen Arbeitskraft und Arbeitslust wirklich in jedem Falle bei 65 Jahren liegt.

Für Fricko ist der Ruhestand schon etwas früher eingetreten und zwar zu der Zeit, da er seinen größten technischen Auftrag erfüllt hatte. Seit 1960 hat er als Vorsitzender der UER-Arbeitsgruppe A der ganzen Welt gezeigt, wie man den Rundfunk planen soll, gestützt auf theoretische, praktische und sogar politische Überlegungen. Sein Erfolg ist aber auch auf sein humorvolles, freundschaftliches Verhalten während der vielen Sitzungen der Arbeitsgruppe zurückzuführen. Über seine Aktivitäten außerhalb dieser Arbeitsstunden zu berichten, ließe einen Wilhelm Busch verblassen.

Obwohl es in seinem Leben genug schwierige Situationen gegeben hat, war seine „Programmierung" lebensfreudig, und er konnte jedesmal Impulse finden, die ihn wieder für ein „Enable" fähig machten. Wenn nun leider seit einiger Zeit für ihn und seine Familie ein „Reset" eingetreten ist, so bleibt sein Wirken und seine Art doch im Gedächtnis lebendig, nicht zuletzt bei seinen vielen Freunden im In- und Ausland.

Zur Zeit werden viele Langwellen- und Mittelwellensender realisiert und es muß ihm Freude machen, der „Rautenfeldschen Verteilung" bald zuhören zu können und – wie wir hoffen und wünschen – aufs neue seine DX-Tätigkeit wieder aufnehmen zu können.

Auch symbolisch wollen wir alle, die wir Fricko so gerne mögen, eine Art Fernempfang mit unseren Transceivers pflegen, nur mit dem großen Unterschied, daß es keine „Unbekannte X" ist, mit der wir die Verbindung suchen. Deswegen laßt uns ihm und seiner lieben Frau noch oft eine QSL-Karte schicken und ihm damit unseren herzlichen Dank sagen für alle Lebensfreude, die er auf uns übertragen hat.

Jan J. Geluk

## Ehrung für Dr. Rindfleisch

Dem früheren Technischen Direktor des Norddeutschen Rundfunks, Dr. Hans Rindfleisch, wurde auf der XIV. Vollversammlung des Internationalen Beratenden Ausschusses für den Funkdienst (CCIR), einem der ständigen Organe der Internationalen Fernmeldeunion (UIT), am 7. Juni 1978 in Kyoto eine Ehrenurkunde für seine verdienstvolle Mitarbeit im CCIR überreicht.

Dr. Rindfleisch war von 1956 bis 1972 im CCIR tätig, während der Jahre 1959 bis 1969 als Stellvertretender Vorsitzender der Studienkommission 10 (Tonrundfunk). Er war aktiv an den Arbeiten zur Schaffung der technischen Voraussetzungen für den weltweiten Hörfunk- und Fernsehprogrammaustausch beteiligt, insbesondere auf den Gebieten magnetische Tonaufzeichnung, Stereofonie, Schwarzweiß- und Farbfernsehen, ferner auch an der Erarbeitung des Europäischen Rundfunkabkommens Stockholm 1961 mit dem Frequenzplan für die UKW- und Fernsehbereiche.

Dr. Rindfleisch wurde auf Veranlassung der Technischen Kommission ARD/ZDF vom Bundespostministerium dem CCIR für diese Ehrung vorgeschlagen. Außer ihm wurden für die Bundesrepublik Deutschland Professor Dr. Walter Bruch und Abteilungspräsident a. D. Ernst Dietrich in Anerkennung ihrer Mitarbeit geehrt.

## Abschied von Walter Huhn

Am 13. Mai 1978 verstarb unerwartet der stellvertretende Technische Direktor des Südwestfunks, der 58jährige Dipl.-Ing. Walter Huhn. Wer ihn kennen und achten gelernt hat, wird ihn als einen offenen freundlichen Menschen in Erinnerung behalten. Er strahlte Wärme und Vertrauen aus. Seiner schlesischen Heimat ist er – am 26. November 1919 in Breslau geboren – im Innern immer treu geblieben. Vertrauten gegenüber hat er oft von seinem herzlichen Verhältnis zu seinen heute 80jährigen Eltern und über sein Elternhaus gesprochen.

Als 30jähriger wurde er am 2. Januar 1950 beim Südwestfunk in der Zentrale Baden-Baden als Tonmeßingenieur eingestellt. Vielleicht war es für seine spätere Berufsstellung ausschlaggebend, daß er seit seinem Eintritt beim SWF die komplizierten Zusammenhänge der gesamten rundfunkspezifischen Niederfrequenztechnik einer Rundfunkanstalt – vom Mikrofon bis zum Tonträger – kennengelernt hat.

1954 kam er als Toningenieur zum damaligen Aufbau des Fernsehens in Baden-Baden, wo er wenig später die Position des Produktionsingenieurs übernahm. Seine kreative Ingenieurtätigkeit führte auch zu Schutzrechten, z. B. 1958 zur Erfindung „Verfahren zur automatischen Steuerung von elektrisch erzeugten Figuren", also zu einer Fernsehproduktionsidee, die vom Prinzip her heute noch Bedeutung hat.

Walter Huhn war jedoch nicht nur Ingenieur; für ihn war Technik Dienst am Programm, und sein Wunsch zur künstlerischen Gestaltung führte ihn in die Abteilung Fernseh-Unterhaltung, in der er nicht nur Regisseur, sondern auch stellvertretender Abteilungsleiter wurde.

Aufgrund seiner langjährigen vielseitigen Berufserfahrung in Hörfunk und Fernsehen übernahm er 1963 die Abteilung Fernseh-Produktion und wurde am 1. Januar 1968 zum Hauptabteilungsleiter ernannt.

Ausschlaggebend für die spätere Berufung zum Hauptabteilungsleiter der Anlagentechnik im Jahre 1970 war sein Wissen, wie Hörfunk- und Fernsehproduktionen gemacht werden. Er brachte die Voraussetzungen für die Geräte- und Anlagenplanung des gesamten Südwestfunks mit, und zwar sowohl für den Hörfunk als auch für das Fernsehen. Damit übernahm er das Management der mittel- und langfristigen Planungen für diesen Bereich, einschließlich deren Realisierungen.

1974 wurde er zusätzlich mit der kommissarischen Leitung der vorübergehend unbesetzten Technischen Direktion beauftragt und übernahm etwas später die Stellvertretung des Technischen Direktors. 1975 wurde seiner Hauptabteilung auch die gesamte Versorgungstechnik angegliedert.

Nach Planung und Erstellung des neuen Hörfunkbetriebes in Baden-Baden ist es ihm leider nicht mehr vergönnt, Ende 1978 auch die Inbetriebnahme des von ihm ebenfalls betreuten neuen Landesstudios in Mainz vorzunehmen. Aber der Einfluß seiner Arbeit für den SWF wird noch lange fortwirken. Seine Mitarbeiter werden gerne an ihn zurückdenken.

Karl Schörken

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. H. Großkopf, Dr. G. Plenge, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45.

Verlag: Mensing & Co., 2 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 84,— DM zuzüglich Versandspesen. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. 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 & Co. Anzeigenannahme durch die Anzeigenverwaltung und alle Werbungsmittler. Zur Zeit ist Anzeigen-Preisliste Nr. 9 gültig.

Gesamtherstellung: Mensing & Co., Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 23. 6. 1978. Einzelpreis dieses Heftes 26,40 DM.