C 21 738 F

25 Jahre

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

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

Institut für Rundfunktechnik GmbH IRT

Horst Wollherr — Raumakustische Maßnahmen in einem Fernsehstudio für Produktionen mit einem Sinfonieorchester

Erich Alter — Über die Verfügbarkeit elektronischer Fernsehkameras

Günter Schneeberger, Reinhard Gorol — Einfluß nichtlinearer Übertragungsglieder auf die Fernsehtonqualität beim Zweiträgerverfahren

Horst Hessenmüller — Gedanken zur digitalen Tonsignalübertragung in Nachrichtennetzen der Zukunft

Heinz Fritsch — Neue Sendeantenne für die Station Rimberg zur simultanen Ausstrahlung von 3 Fernsehprogrammen mit je 20/2 kW Senderleistung im UHF-Bereich

Albert Kaufmann — Lichtempfindlichkeit von Farbkameras

Hans Springer — Technical Documentation 81

Herbert Fix, Peter Wolf — Die 33. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER

Rainer Großkopf — Die 2. Internationale Tagung über Antennen und Wellenausbreitung

Heinz Fehlhammer — 4. Europäischer Messekongreß für Telekommunikation

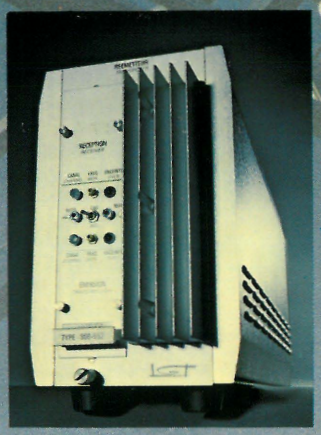
Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

Verlagsort Hamburg
Mensing GmbH + Co KG
Abt. Verlag
2000 Norderstedt
ISSN 0035-9890

3/81
Mai/Juni
25. Jahrgang
Seiten 97–140

LGT : Fernseherfahrung seit 25 Jahren

- Eine komplette Typenreihe von Fernsehsendern und -umsetzern modernster Technologie für alle Standards (zahlreiche Patentanmeldungen).
  Leistungen : von 100 mW bis 1 kW.
  Frequenzbereich : 40 MHz bis 900 MHz.
- Planung und Ausführung von Fernsehsenderanlagen kleiner Leistung mit Betrieb durch Solarenergie.
- Einrichtungen zur Fernbedienung und Fernüberwachung, Antennen Programm-Multiplexer, Zubehör...
- Mehr als 8 000 Anlagen von LGT sind in allen Ländern der Welt in Betrieb.
- Weltweit führender Hersteller für Fernsehsenderanlagen kleiner und mittlerer Leistung.
- Für Montage, Inbetriebnahme, Ausbildung und Kundendienst können Sie über eine junge und dynamische Mannschaft verfügen.



laboratoire général des télécommunications
51, bd de la République - BP n 17
78400 Chatou
Téléphone: (3) 071.92.60 - Télex: 696 833 F

THOMSON C S F
Bobenstraße 51
D 5400 KOBLENZ
Telefon: (0261) 495-1
Telex: 862 610

LGT

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 25 | 1981 | Heft 3

INHALTSVERZEICHNIS:

Raumakustische Maßnahmen in einem Fernsehstudio für Produktionen mit einem Sinfonieorchester 97
Horst Wollherr

Über die Verfügbarkeit elektronischer Fernsehkameras 102
Erich Alter

Einfluß nichtlinearer Übertragungsglieder auf die Fernsehtonqualität beim Zweiträgerverfahren 106
Günter Schneeberger, Reinhard Gorol

Gedanken zur digitalen Tonsignalübertragung in Nachrichtennetzen der Zukunft 113
Horst Hessenmüller

Neue Sendeantenne für die Station Rimberg zur simultanen Ausstrahlung von 3 Fernsehprogrammen mit je 20/2 kW Senderleistung im UHF-Bereich 119
Heinz Fritsch

Lichtempfindlichkeit von Farbkameras 123
Albert Kaufmann

Technical Documentation 81 126
Hans Springer

Die 33. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER 128
Herbert Fix, Peter Wolf

Die 2. Internationale Tagung über Antennen und Wellenausbreitung 131
Rainer Großkopf

4. Europäischer Messekongreß für Telekommunikation 132
Heinz Fehlhammer

Tagungen und Ausstellungen 133

Buchbesprechungen 134

Nachrichten 137

Persönliches 139

RAUMAKUSTISCHE MASSNAHMEN IN EINEM FERNSEHSTUDIO FÜR PRODUKTIONEN MIT EINEM SINFONIEORCHESTER

VON HORST WOLLHERR[1]

Manuskript eingegangen am 11. Mai 1981

Hörfunkaufnahmetechnik

Zusammenfassung

Die insbesondere für Fernsehspiele erforderliche kurze Nachhallzeit von Fernsehstudios ergibt für die Produktion von E-Musik in derartigen Räumen beträchtliche Probleme. Während die Tonaufnahmen durch elektronische Maßnahmen so bearbeitet werden können, daß für den Hörer ein befriedigendes Ergebnis entsteht, müssen den ausübenden Musikern im Raum selbst akustische Hilfen gegeben werden, die einen ausreichenden akustischen Kontakt innerhalb des Orchesters gewährleisten.

Zu diesem Zweck wurden unterschiedlich geformte Reflektoren neben, hinter und über dem Orchester angebracht, deren Gestaltung die Einbeziehung in das Bühnenbild gestattet und die genügend frühe Reflexionen zur Unterstützung des Direktschalls erzeugen.

Summary **Room-acoustics expedients in a television studio for productions with symphony orchestras**

The short reverberation-time of television studios, which is required in particular for television plays, gives rise to considerable problems for the production of classical music in such studios. Although the sound recordings may be processed by electronic means in such a way that a satisfactory result ist achieved for the listener, it is necessary, in the studio itself, to equip the musicians in question with acoustic aids that ensure adequate acoustic contact within the orchestra.

For that purpose, reflectors of different shapes were placed alongside, behind and above the orchestra; the design of these reflectors makes possible their inclusion in the stage picture, and they produce sufficiently early reflections in support of the direct sound.

Sommaire **Dispositifs acoustiques spéciaux pour des productions de musique symphonique dans un studio de télévision**

Le faible temps de réverbération des studios de télévision, exigé surtout par les productions dramatiques, pose des problèmes considérables lors de la réalisation de programmes de musique classique dans ces studios. S'il est possible de faire subir aux enregistrements sonores un traitement électronique qui donne un résultat satisfaisant pour l'auditeur, les musiciens doivent quant à eux avoir dans le studio même l'aide de dispositifs acoustiques qui assurent au sein de l'orchestre le contact acoustique nécessaire.

On a disposé à cet effet sur les côtés, derrière et au-dessus de l'orchestre, des réflecteurs de formes différentes dont l'aspect s'intègre au décor et qui produisent des réflexions faiblement décalées soutenant le son direct.

1. Einleitung

Aus akustischer Sicht sind in Fernsehstudios besonders solche Produktionen kritisch, bei denen das Mikrofon nicht im Bild erscheinen darf und deshalb einen großen Abstand zur Schallquelle haben muß. Dies trifft insbesondere für Fernsehspiele zu, bei denen auch akustisch die unterschiedlichsten Räume abgebildet werden müssen. Bei den für die technischen Einrichtungen erforderlichen großen Räumen würden harte Wände immer den Eindruck von Hallen erwecken. Deshalb wird mit erheblichem Aufwand versucht, möglichst alle erreichbaren Flächen

[1] Dr.-Ing. Horst Wollherr ist Leiter des Arbeitsbereiches Akustische Meßtechnik/Elektroakustische Wandler im Institut für Rundfunktechnik, München.

mit dicken absorbierenden Schichten zu belegen, die Schallreflexionen weitgehend vermeiden.

Auch für die Produktion von Popmusik sind die akustischen Verhältnisse eines Fernsehstudios geeignet, weil sich die Mikrofone dicht vor den Musikern bzw. ihren Instrumenten befinden, wodurch die Raumakustik des Studios weitgehend ausgeschaltet ist.

Bei sogenannter E-Musik ist die Aufnahme über relativ dicht angeordnete Mikrofone und entsprechende technische Nachbearbeitung prinzipiell möglich; jedoch tritt in diesem Fall ein Problem für die ausübenden Musiker hinzu: Da das ideale Fernsehstudio akustisch einem freien Feld entspricht, sind auch die Schallanteile, die von einem Musiker zum anderen gelangen, viel geringer, als man es in guten Konzertsälen gewohnt ist. Der akustische Kontakt innerhalb des Orchesterkörpers ist so stark erschwert, daß die Musiker nicht zu optimalem Zusammenspiel gelangen.

Dennoch besteht Interesse an der Verwendung vorhandener Fernsehstudios auch für derartige Produktionen, weil sich aus fernsehtechnischer Sicht erhebliche Vorteile gegenüber der Verwendung gemieteter Konzertsäle bieten. So sind die Voraussetzungen für optimale Beleuchtung und Bewegungsmöglichkeiten der Kameras in den Studios ungleich besser. Außerdem sind die Freiheiten hinsichtlich der Bühnengestaltung größer.

Aus diesem Grunde wurde im Studio IV des Bayerischen Rundfunks in Unterföhring unter Mitwirkung des Instituts für Rundfunktechnik der Versuch unternommen, durch raumakustische Maßnahmen die Produktion sinfonischer Musik zu ermöglichen.

2. Raumakustische Verbesserungen

Für eine vollständige Veränderung der raumakustischen Verhältnisse wäre eine Entfernung bzw. geschlossene und harte Abdeckung der vorhandenen Absorberschichten eine Voraussetzung. Eine derartige Maßnahme würde einen vollständigen Umbau bedeuten und ist deshalb völlig unrealistisch. Um dennoch eine befriedigende Lösung zu finden, gilt es, die für den Kontakt innerhalb des Orchesters entscheidenden Merkmale getrennt zu betrachten und zu beeinflussen.

2.1. Raum-Impulsantwort

Zu diesem Zweck ist die oszilloskopische Aufzeichnung des Schalldruck-Zeitmusters an ausgewählten kritischen Plätzen im Bereich des Orchesters zweckmäßig, das bei Anregung des Raumes mit einem Schallimpuls an einem anderen kritischen Ort entsteht. Die vereinfachte Darstellung eines derartigen Echogramms an einem Platz in einem Konzertsaal ist in **Bild 1** wiedergegeben. Dem Direktschallimpuls folgt eine Reihe von zeitlich deutlich aufgelösten Einzelimpulsen, die immer dichter werden und schließlich in einen exponentiell abfallenden Teil übergehen, bei dem Einzelimpulse nicht mehr zu trennen sind. Während der exponentiell abfallende Anteil den Eindruck von mehr oder weniger Halligkeit bewirkt, können die frühen Schallreflexionen bei

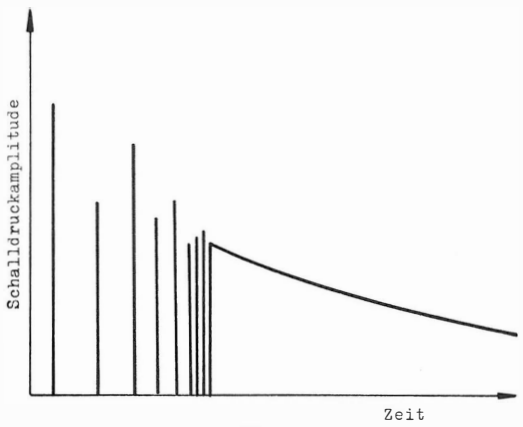


Bild 1
Echogramm in einem Konzertsaal (vereinfacht)

günstiger zeitlicher Verteilung den Lautheitseindruck verstärken.

2.2. Zusätzliche Reflektoren

Das in **Bild 2** dargestellte Echogramm eines typischen Platzes im Studio IV zeigt, daß in diesem Raum zwischen dem Direktschallimpuls und dem ersten Raumrückwurf eine Pause von etwa 20 ms vorhanden ist. (Dabei ist zu beachten, daß wegen der Aufzeichnung des Schallereignisses auf Magnetband das Verhältnis zwischen Direktschall und reflektiertem Schall durch Amplitudenbegrenzung verfälscht ist.) Die nach dieser Zeit registrierten Reflexionen gelangen aus dem Bereich der technischen Einrichtungen an der Studiodecke in die Mikrofonebene zurück und vermitteln wegen ihres kleinen Energieanteils einen geringen Halligkeitseindruck.

Das Ziel bestand in der Auffüllung dieser zeitlichen Lücke mit Hilfe zusätzlicher Reflektoren. Eine Abschätzung der Laufzeitunterschiede zwischen Direktschall und reflektiertem Schall ergibt, daß die Reflektoren auf keinen Fall zu weit von den Schallquellen entfernt sein dürfen, daß sie sich also im übertragenen Bildausschnitt befinden müssen. Dabei

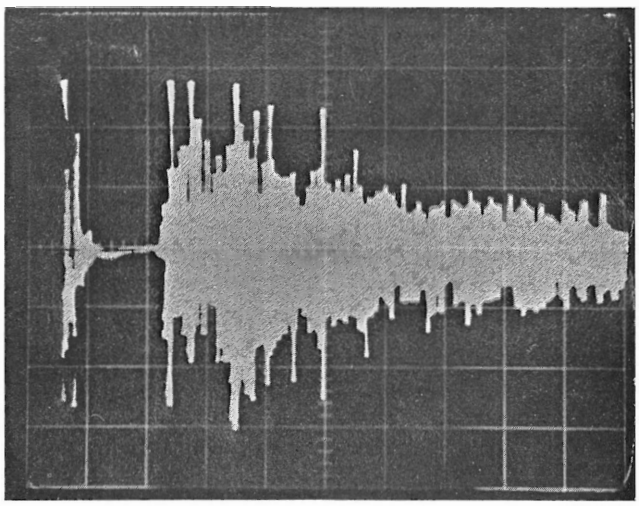


Bild 2
Echogramm im Studio IV ohne Reflektoren
Zeitmaßstab: 10 ms pro Teilung

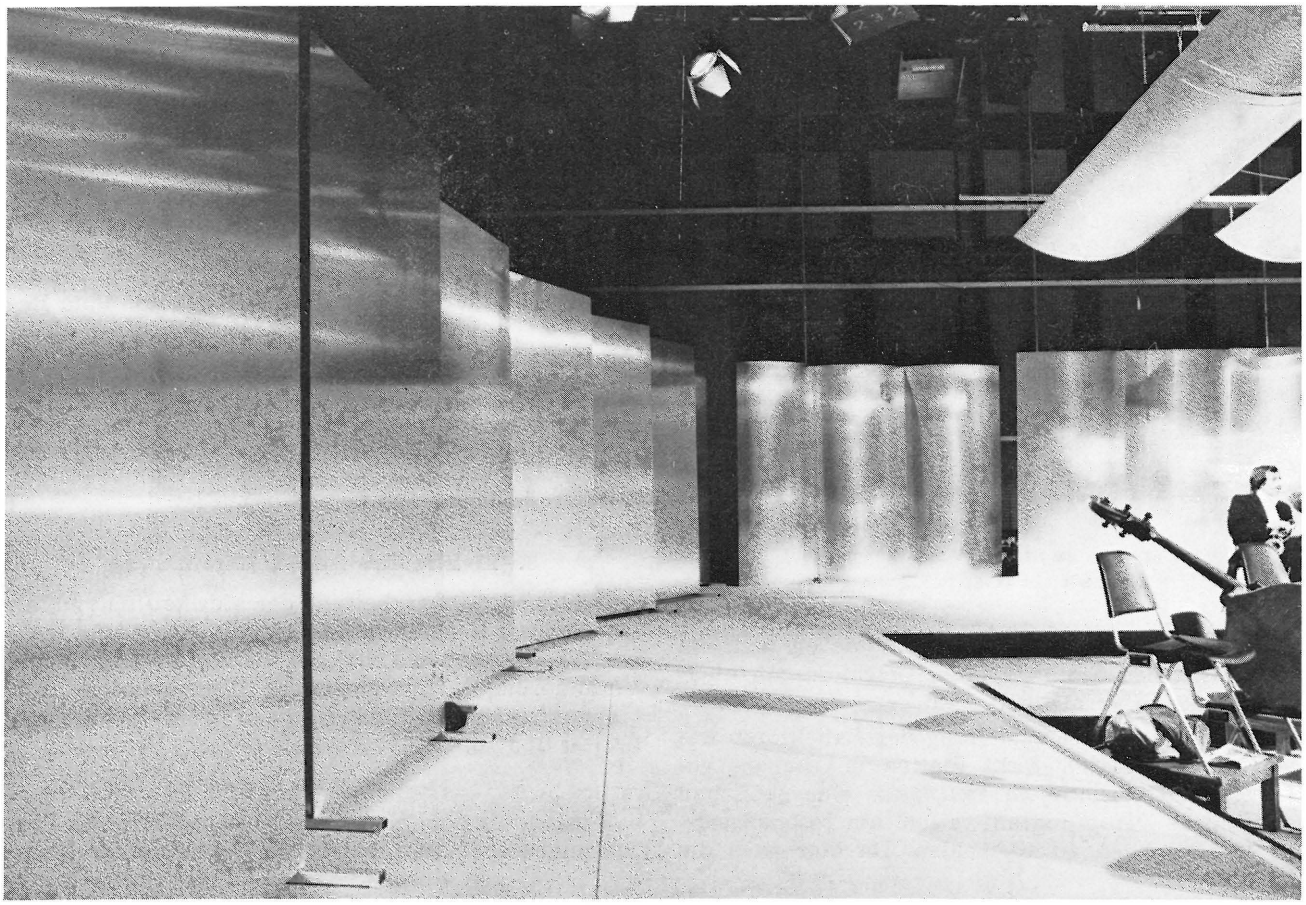


Bild 3
Seitliche, hintere und obere Reflektoren

ist es günstig, die Maßnahmen auf verschiedene Flächen zu verteilen, um aus möglichst vielen Raumrichtungen reflektierten Schall zu erhalten. Deshalb war es erforderlich, in Zusammenarbeit mit dem für das Bühnenbild Verantwortlichen möglichst alle verfügbaren Bereiche neben, hinter und über dem Orchester auszunutzen.

Zur gezielten Unterstützung besonders kritischer Plätze, z. B. zur Verbesserung des Kontaktes zwischen den ersten und zweiten Violinen, wurden seitlich 1,25 m × 2,5 m große gerade Reflektoren aufgestellt, wie sie in **Bild 3** erkennbar sind. Zwischen den Reflektoren und dem Orchester war eine Fahrbahn für die Kameras freigehalten. Die Ausrichtung der Reflektoren erfolgte unter der Annahme geradliniger Schallausbreitung bei Vernachlässigung von Beugungserscheinungen, wie es für mittlere und hohe Schallfrequenzen näherungsweise zulässig ist. Als Hilfsmittel dienten aufgeklebte Spiegel, die bei richtiger Ausrichtung der Reflektoren eine Sichtverbindung zwischen den als kritisch angesehenen Plätzen herstellten. Bei der Ausrichtung der einzelnen Reflektoren war außerdem darauf zu achten, daß Parallelstellungen gegenüberstehender Reflektoren auf jeden Fall zu vermeiden sind, weil es sonst zu Periodizitäten im Echogramm kommt, die selbst bei kleinen Amplituden zu störend hörbaren Flatterechos führen. Es wurden insgesamt 20 Reflektoren dieses Typs eingesetzt, so daß es nicht so sehr auf die genaue Ausrichtung jedes einzelnen Exemplares ankam, das heißt, daß im Einzelfall auch Änderungen im Hinblick auf bessere Bewegungsmöglichkeiten für die Kameras zulässig waren.

Die hinter und über dem Orchester angebrachten Reflektoren, die ebenfalls in **Bild 3** erkennbar sind, dienten nicht der gezielten Versorgung bestimmter Plätze, sondern sollten allgemein die Zahl der frühen Reflexionen erhöhen. Aus diesem Grunde bekamen sie bei sonst gleichen Abmessungen die Form von Zylinderschalen.

Bei den Rückwandreflexionen sollte erreicht werden, daß auch in vertikaler Richtung eine gewisse Bevorzugung der Orchesterebene erreicht wird. Deshalb wurde die Hälfte der Reflektoren um etwa 10° nach vorn geneigt, wodurch verhindert wurde, daß die vom tiefer sitzenden Orchester ausgehenden Schallanteile bereits nach der ersten Reflexion in den Bereich der Studiodecke gelangten und damit als „nützlicher" Schall verloren waren.

Über dem Orchester waren sechs Reihen mit jeweils drei diffus reflektierenden Flächen angebracht, deren Längsachsen mit etwa 10° nach vorne anstiegen. Dadurch wurde einerseits die akustische Verbindung in Querrichtung des Orchesters günstig beeinflußt. Andererseits wurde damit die Versorgung des Hauptmikrofons aus der Tiefe des Orchesters heraus unterstützt. Bei der Anbringung wurde bewußt darauf geachtet, daß zwischen den einzelnen

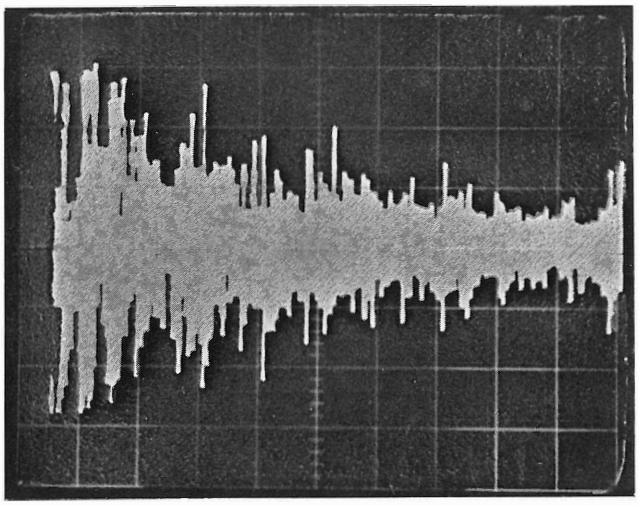


Bild 4
Echogramm im Studio IV mit Reflektoren
Zeitmaßstab: 10 ms pro Teilung

Reihen der Reflektoren Zwischenräume bleiben, um den akustischen Eindruck einer geschlossenen niedrigen Decke zu vermeiden.

Als Material zur Herstellung der Reflektoren kamen aus akustischer Sicht Platten mit harter, geschlossener Oberfläche in Frage, die eine genügend hohe innere Dämpfung aufweisen, um resonanzartiges Mitschwingen zu vermeiden. Da hier auch die visuelle Wirkung von wesentlicher Bedeutung war, entschied man sich für Platten mit Kunststoffkern und Aluminiumoberfläche (Markenname Alucobond), die erfahrungsgemäß für eine derartige Verwendung eine genügend geringe Neigung zum „Klingen" aufweisen und bei wählbarer Oberfläche gut zu bearbeiten sind.

In **Bild 4** ist das Echogramm dargestellt, das sich nach Einbau der Reflektoren an derselben Kombination von Sende- und Empfangsplatz ergab, wie sie zu dem in **Bild 2** dargestellten Echogramm ohne Reflektoren gehört. Man erkennt deutlich die Auffüllung des frühen Zeitbereiches mit Reflexionen. Da die Aufnahmen zu den **Bildern 2** und **4** in größerem zeitlichen Abstand mit nicht genau definierter Verstärkung hergestellt worden sind, ist leider nicht ablesbar, daß auch der weitere Zeitbereich durch die Zusatzreflexionen verstärkt worden ist.

3. Elektroakustische Unterstützung

Während die Bearbeitung der Musikaufnahme mit Geräten zur Verhallung und Schallverzögerung technisch keine großen Probleme mehr aufwirft, ist die Veränderung raumakustischer Eigenschaften mit elektroakustischen Einrichtungen noch wenig verbreitet und zum Teil sehr aufwendig.

3.1. Künstlicher Nachhall

Eine unter dem Namen MCR von der Firma Philips angebotene Anlage dient der Variation der Nach-

Bild 5
Totalansicht des Bühnenbildes

hallzeit von Zuschauerräumen. Sie besteht aus einer Vielzahl von Übertragungswegen, die sich im wesentlichen jeweils aus Mikrofon, Verstärker und Lautsprecher zusammensetzen. Die Mikrofone und Lautsprecher sind so über den Raum verteilt, daß Schall aus möglichst vielen Raumrichtungen auf den Hörerort trifft und entsprechend einem natürlichen Nachhallvorgang je nach eingestellter Verstärkung in den einzelnen Kanälen unterschiedlich schnell abklingt.

Anlagen dieser Art wären sicher geeignet, auch für das in einem Fernsehstudio spielende Orchester in Ergänzung zu den vorgeschlagenen und erprobten raumakustischen Maßnahmen die akustischen Bedingungen zu verbessern, nämlich die auch durch Reflektoren nicht korrigierbare „trockene" Akustik zu verbessern.

Dem steht zur Zeit noch der hohe finanzielle und zeitliche Aufwand entgegen, da eine große Anzahl hochwertiger Übertragungswege erforderlich ist, die bei räumlicher Veränderung jeweils neu einjustiert werden müssen.

3.2. Erzeugung einzelner Reflexionen

Deshalb wurde im dargestellten Fall lediglich versucht, über zwei in etwa 5 m und 7 m Abstand seitlich vor dem Orchester stehende Lautsprecher künstliche Schallreflexionen mit geeigneten Verzögerungszeiten – auch aus diesem den Kameras vorbehaltenen Raum – in den Bereich des Orchesters zu schikken. Dabei wurde die Mischung der Streichermikrofone leicht verhallt mit einem Pegel eingespielt, bei dem gerade noch die Lautsprecher als Schallquelle lokalisiert werden konnten. Die Einspielung erwies sich als hilfreich, aber hinsichtlich der Dosierung als sehr kritisch.

4. Schlußbemerkung

Unter Verwendung der beschriebenen Ausstattung wurden bereits mehrere Musikproduktionen fertiggestellt. Einen Eindruck von der optischen Wirkung des akustisch wirksamen Bühnenbildes vermittelt **Bild 5.** Für die Musiker ergeben sich hinsichtlich des gegenseitigen Kontaktes keine Schwierigkeiten. Dennoch ist das Musizieren in einem derartigen Raum gegenüber guten Konzertsälen erschwert, weil der Nachhall nicht ersetzt werden kann. Andererseits kann die als trocken und deutlich zu kennzeichnende Akustik für die Aufnahmetechnik hinsichtlich der Trennung der einzelnen Orchestergruppen auch Vorteile bieten.

Alle Maßnahmen sind auf die Verbesserung der akustischen Verhältnisse für die ausübenden Musiker selbst ausgerichtet; sie sind in dieser Form nicht geeignet, den Höreindruck für das Publikum zu verbessern.

Der behutsame und sorgfältige Einsatz ist nicht nur bei den elektroakustischen Hilfen, sondern auch bei den raumakustischen Maßnahmen wesentlich. Bei der nachhallarmen Raumakustik des Fernsehstudios werden akustische Fehler, wie Schallfeldkonzentrationen durch Brennpunktbildung und Flatterechos, besonders deutlich hörbar.

Der Verfasser dankt allen an der Produktion beteiligten Mitarbeitern des Bayerischen Rundfunks für die gute Zusammenarbeit, besonders dem für die Gestaltung des Bühnenbildes verantwortlichen H. Gailling und dem Tonmeister S. Schlandt.

SCHRIFTTUM

[1] Cremer, L.; Müller, H. A.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik. Band 1: Geometrische Raumakustik, Statistische Raumakustik, Psychologische Raumakustik. 2. Auflage. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1978.

[2] Trendelenburg, F.: Einführung in die Akustik. 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961.

[3] Heckl, M.; Müller, H. A. (Hrsg.): Taschenbuch der Technischen Akustik. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1975. S. 486 bis 512; Kuttruff, H.: Raumakustik.

[4] de Koning, S. H.; Keijser, L. C.: Multiple amplification of reverberation. 56th AES Convention, Paris 1977. Preprint 1208.

ÜBER DIE VERFÜGBARKEIT ELEKTRONISCHER FERNSEHKAMERAS

VON ERICH ALTER[1]

Manuskript eingegangen am 27. Februar 1981 Fernsehaufnahmetechnik

Zusammenfassung

Es wurde mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung untersucht, welchen Vorteil die Verwendung typgleicher und untereinander auswechselbarer Fernsehkameras im Hinblick auf die Verfügbarkeit bringt, und es wurden die Voraussetzungen beschrieben, unter denen dieser Vorteil erwartet werden kann. Das Ergebnis zeigt, daß bei größeren Studiokomplexen nicht nur, wie eigentlich erwartet, die Verfügbarkeit auf sehr gute Werte ansteigt, sondern darüber hinaus auch Reservekameras überflüssig werden.

Bei der Ausrüstung eines Komplexes mit 3 Studios können auf diese Weise 20 % der Investitionskosten für die Kameras eingespart werden. Es ist unter diesem Aspekt deshalb zweckmäßig, alle Kameras eines Komplexes auf einmal auszuwechseln und nicht, wie heute allgemein üblich, Studio für Studio — über einen längeren Zeitraum verteilt — zu modernisieren.

Summary **On the availability of electronic television cameras**

The article examines, by means of probability-calculation methods, the advantage as regards availability for service, brought about by the exclusive use of interchangeable television cameras of the same type, and describes the conditions under which such an advantage may be expected. The result shows that, in the case of the larger production centres, not only does the availability rise to very satisfactory values, as was to be expected, but that, moreover, reserve cameras become superfluous.

In the equipment of a centre comprising three studios, 20 % of the capital cost for the cameras could be saved in this manner. It is, therefore, expedient to replace all the cameras of a production centre at the same time and not, as is generally the case today, to modernise studio by studio, over a longer period of time.

Sommaire **Disponibilité de caméras électroniques de télévision**

On a évalué par des méthodes statistiques les avantages que présente au niveau de la disponibilité en exploitation l'utilisation exclusive de caméras de télévision de même type et interchangeables. L'article décrit les conditions dans lesquelles ces avantages peuvent être obtenus. Les résultats indiquent que dans le cas de grands centres de production, on arrive à un taux de disponibilité très intéressant, ce qui était prévisible mais, que de plus, les caméras de réserve se révèlent superflues.

On pourrait ainsi économiser 20 % des frais investis en caméras dans un centre qui comporte trois studios. Il est donc avantageux de remplacer toutes les caméras d'un centre de production en même temps plutôt que de procéder, comme c'est le cas habituellement, à un renouvellement studio par studio étalé sur une période plus longue.

1. Einleitung

Die Mehrzahl der elektronischen Farbkameras in den Fernsehstudios der Bundesrepublik Deutschland erreicht zur Zeit ein Alter von 10 Jahren und nähert sich damit dem Ende ihrer Lebensdauer. Es ist damit zu rechnen, daß in nächster Zeit diese Kameras durch neue ersetzt werden.

Im folgenden wird mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung an Studiokomplexen untersucht, welchen wirtschaftlichen Vorteil die Verwendung von typgleichen gegenüber typverschiedenen Kameras bringt. Das Ergebnis wird auch für den mit wirtschaftlichen und meßtechnischen Problemen im Fernsehstudio vertrauten Fachmann von großem Interesse sein.

2. Die Berechnung der Verfügbarkeit

Unter Verfügbarkeit versteht man die Wahrscheinlichkeit, ein System oder eine Anlage zu einem vorgegebenen Zeitpunkt in einem funktionsfähigen Zustand anzutreffen. Im Unterschied zur Zuverlässigkeit, die sich für die Beschreibung nichtinstandsetzbarer Systeme und Bauteile eignet, ist die Verfügbarkeit ein Maß für das Langzeitverhalten instandsetzbarer Systeme.

Für die Berechnung der Verfügbarkeit wird in der Literatur [1, 2, 3] die allgemeine Gleichung

$$v = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\mu}{\lambda + \mu} \exp\left[-(\lambda + \mu)\, t\right] \qquad (1)$$

angegeben, worin μ die mittlere Reparaturrate und λ die mittlere Ausfallrate ist. Für längere Zeiten t geht der zweite Summand gegen Null und für λ klein gegen μ läßt sich die Gleichung (1) nach den bekannten Näherungsformeln für kleine Größen auf die einfache Form

$$v = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \frac{a}{b} \qquad (2)$$

bringen. Hierin ist $a = 1/\mu$ die mittlere Ausfalldauer und $b = 1/\lambda$ der mittlere zeitliche Ausfallabstand. Der Quotient a/b wird auch Ausfallwahrscheinlichkeit q genannt. Diese Bedingungen auf eine Fernsehkamera angewendet, die im Mittel einmal pro Jahr für eine Woche ausfällt – das Jahr mit 50 Wochen gerechnet –, ergeben eine Ausfallwahrscheinlichkeit $q = 0{,}02$ und eine Verfügbarkeit $v = 0{,}98$.

3. Die Verfügbarkeit der Kameras in einem Studio

Zu einem Studio gehören normalerweise mehrere Kameras, und der Ausfall schon einer Kamera kann zu einer Störung des Betriebsablaufes führen. Noch schädlicher ist natürlich der gleichzeitige Ausfall mehrerer Kameras. Die Wahrscheinlichkeit, daß k

[1] Ing. (grad.) Erich Alter ist Leiter der Rundfunk-Betriebstechnik GmbH in Nürnberg.

von n vorhandenen Kameras gleichzeitig nicht verfügbar sind, errechnet sich aus der Gleichung der Binomialverteilung als

$$Q_k = \binom{n}{k} q^k (1-q)^{n-k} , \qquad (3)$$

worin q die Ausfallwahrscheinlichkeit einer einzigen Kamera ist.

Am Beispiel eines 4-Kamera-Studios soll die Wahrscheinlichkeit errechnet werden, daß eine Kamera ausfällt und damit der Studiobetrieb gestört wird. Für q wird 0,02, also eine Woche Ausfall pro Jahr angenommen. Für n ist 4 und für k ist 1 in die Gleichung (3) einzusetzen. Q_1 wird damit 0,075 oder 75 ‰. Der zu erwartende Ausfallabstand B_1 für dieses Studio ist $1/Q_1$ und beträgt damit 13,3 Wochen. Damit stehen etwa viermal im Jahr je eine Woche lang nur drei Kameras zur Verfügung. Die Verfügbarkeit V_1 des Studios errechnet sich aus $1 - Q_1$ zu 0,925 oder 925 ‰.

Dies ist für einen wirtschaftlichen Studiobetrieb nicht akzeptabel. Verlängert man den Ausfallabstand b der einzelnen Kameras durch besonders intensive Wartung auf 100 Wochen, so wird q = 0,01. Dadurch ändert sich Q_1 auf 0,039 und der Ausfallabstand B_1 verlängert sich auf 26 Wochen.

Eine wesentliche Verbesserung ist für dieses Beispiel nur durch Hinzunahme einer schnell einsetzbaren Reservekamera zu erreichen. Der Studiobetrieb wird nun erst gestört, wenn die Reservekamera bereits wegen des Ausfalls einer Kamera eingesetzt ist und eine weitere Kamera ausfällt. Für n ist jetzt 5 und für k ist 2 einzusetzen. q wird wieder mit 0,02 angenommen. Q_2 errechnet sich zu 3,76 ‰ und der Ausfallabstand B_2 zu 266 Wochen. Die Verfügbarkeit V_2 des Studios wird 996 ‰.

Diese Werte sind gut; wünschenswert wäre jedoch ein Ausfallabstand, der über die Lebensdauer einer Kamera hinausgeht. Als sehr gut können Ausfallabstände von 1000 Wochen oder darüber bezeichnet werden. Hierfür ist eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 1 ‰ oder darunter und entsprechend eine Verfügbarkeit von 999 ‰ oder darüber erforderlich. Diese Werte können durch die Beschaffung einer zweiten Reservekamera leicht erreicht werden. Aber auch die Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit auf q = 0,01 durch Verbesserung der Wartung erbringt die sehr guten Werte $Q_2 = 0{,}97$ ‰, $B_2 = 1031$ Wochen und $V_2 = 999$ ‰.

4. Die Verfügbarkeit der Kameras bei mehreren Studios

Fernsehstudios werden selten einzeln betrieben. Sie sind meist zu Sende- oder Produktionszentren zusammengefaßt. Im folgenden Beispiel sollen deshalb die elektronischen Kameras eines Produktionszentrums mit 3 Studios und je 4 Kameras betrachtet werden.

Der Arbeitsablauf in einem Produktionsstudio besteht aus den Phasen: Aufbau der Dekorationen, Kaltproben, Einleuchten, Heißproben, Aufzeichnung oder Sendung und Abbau der Dekorationen. Die Kameras werden bei Heißproben, Aufzeichnung und Sendung in Betrieb gesetzt, einzelne auch zum Einleuchten. Während der übrigen Phasen sind die Kameras abgeschaltet. Es wird normalerweise möglichst so disponiert, daß die Arbeitsphasen der 3 Studios gegeneinander zeitlich verschoben sind. Auch das für Kameras nur begrenzt vorhandene Bedienungspersonal erfordert diese Dispositionsweise. Bei drei Produktionsstudios kann man deshalb davon ausgehen, daß maximal nur zwei Studios Heißproben, Aufzeichnung oder Sendung haben. In mindestens einem Studio sind die Kameras außer Betrieb. Es wird nun vorausgesetzt, daß die Kameras aller Studios von der gleichen Bauart sind und beliebig, kurzfristig und ohne Störung des Betriebsablaufes gegeneinander ausgetauscht werden können, und daß die Ausfallwahrscheinlichkeit je Kameras q = 0,02 ist.

Der Störungsfall entsteht hier erst, wenn die 4 Kameras des abgeschalteten dritten Studios als Reservekameras in den in Betrieb befindlichen Studios im Einsatz sind und eine weitere Kamera ausfällt. Diese Ausfallwahrscheinlichkeit errechnet sich aus Gleichung (3) mit n = 12 und k = 5 als

$$Q_5 = 0{,}0022 \text{ ‰} ,$$

ist also extrem klein.

Angenommen, zusätzlich wird eine Kamera des abgeschalteten dritten Studios zum Einleuchten in Betrieb gesetzt, so wird k = 4 und die Ausfallwahrscheinlichkeit $Q_4 = 0{,}067$ ‰, ein immer noch extrem kleiner Wert. Wiederholt man diese Betrachtung mit der Annahme, daß eine weitere Kamera zusätzlich in Betrieb genommen wird, weil z. B. für eine kleine Produktion im dritten Studio zwei Kameras gebraucht werden, so wird k = 3 und $Q_3 = 1{,}47$ ‰. Dies entspricht einem Ausfallabstand von 681 Wochen für das gesamte System, also für alle 4 Studios gemeinsam. Erhöhte Wartung mit q = 0,01 verbessert diese Werte in extremer Weise. So wird Q_3 auf 0,2 ‰ verringert und der Ausfallabstand des Systems auf den theoretischen Wert von 4975 Wochen erhöht.

Für diesen Produktionskomplex mit 3 Studios werden allein durch Typgleichheit und Austauschbarkeit der Kameras sehr gute bis extrem hohe Werte der Verfügbarkeit erreicht. Die Beschaffung von Reservekameras wird damit völlig überflüssig.

5. Die Auswechselbarkeit einer elektronischen Kamera

Die elektronischen Kameras eines Fernsehstudios sind auf vielfältige Weise mit der übrigen Studioeinrichtungen verknüpft. Die wichtigsten Schnittstellen sind:

- Stativ oder Kamerawagen für Kamerakopf,
- Impulsversorgung,
- Signalisation mit Rotlicht zum Bildmischer,
- Sprechverbindung zur Bildkontrolle und -regie,
- Anschluß an Lichtsteueranlage für Frontlicht,
- Bildsignalausgänge.

Die Kamera selbst besteht aus mehreren Teilen, die an verschiedenen Stellen untergebracht sind:

- Kamerakopf im Studio,
- Kameraverstärker im Geräteraum,

– Abgleichsteuerung oder Hauptbediengerät und Bedienteil mit Oszilloskop und Monitor in der Bildkontrolle.

Diese Einrichtungen sind untereinander durch Videokabel und Vieladerleitungen verbunden. Lediglich der Kamerakopf ist nur über das Kamerakabel an den Kameraverstärker angeschlossen.

Für die Auswechselbarkeit einer elektronischen Kamera ist aber auch der Bildeindruck in Schärfe, Störabstand, Rasterdeckung, Gradation, Farbteilung, Matrizierung und Aperturkorrektur entscheidend.

Die Auswechselbarkeit ist gegeben, wenn innerhalb eines zulässigen Zeitraums, der im Betriebsablauf noch nicht als Störung empfunden wird, die ausgefallene Kamera durch eine Reservekamera ausgewechselt werden kann. Eine bequeme und schnelle Umschaltung könnte durch Tastendruck ausgelöst werden. Leider wird eine derartige Schalteinrichtung durch die vielen Schnittstellen aufwendig und unübersichtlich. Sie würde auch selbst Störungen verursachen und damit die Verfügbarkeit des Systems wieder herabsetzen. Das Auswechseln des Kamerakopfes im Studio müßte dennoch von Hand erfolgen.

Eine zwar nicht so elegante, aber bedeutend billigere Methode ist das Auswechseln der Kamerateile, wie das der Kassetten des Kameraverstärkers oder des gesamten Kamerakopfes. Hierbei ist zu beachten, daß die Austauschbarkeit gewährleistet ist, also z. B. jeder Kamerakopf mit den übrigen Kamerateilen zusammenarbeiten kann. Gleiche Schnittstellen und gleichen Bildeindruck haben aber nur Kameras gleicher Bauart.

Untereinander auswechselbar müssen die Baugruppen sein, an denen Fehler oder Störungen erwartet werden. Die Erfahrung zeigt, daß rein elektronische Systeme bedeutend zuverlässiger arbeiten als mechanische oder optische Systeme. Dies gilt auch für Fernsehkameras. Die meisten Kamerafehler treten deshalb am Kamerakopf mit seinen mechanischen und optischen Bauteilen, aber auch durch die dem Verschleiß unterworfenen Bildwandlerröhren auf.

Eine weitere Schwachstelle bildet das Kamerakabel. Es ist auf dem Studioboden mannigfachen mechanischen Beschädigungen ausgesetzt. Hier ist es zweckmäßig, das Kamerakabel in einen fest im Hause verlegten und einen im Studio beweglichen Teil aufzutrennen und durch steckbare Armaturen zu verbinden. Für den beweglichen Teil sollte ein Reservekabel bereitgehalten werden.

Der Kameraverstärker besteht normalerweise aus Kassetten oder Platinen, die über Einschubträger miteinander verbunden sind. Auch bei diesen Bausteinen ist darauf zu achten, daß sie ohne Schwierigkeiten gegeneinander austauschbar sind. Oszilloskop und Monitor am Bedienplatz sind im allgemeinen ohne weiteres auswechselbar.

Damit können die am häufigsten anfallenden Fehler durch Auswechseln der Bausteine beseitigt werden. Fehler an den noch verbleibenden Bausteinen wie Bedienteilen, Gestellen, Einschubträgern, Verdrahtungen, Kamerakabeln außerhalb des Studios und den anderen Verkabelungen sind relativ selten und haben damit kaum Einfluß auf die Verfügbarkeit.

6. Schlußfolgerungen

Am Beispiel von 3 Studios wurden die Rechenmethode dargestellt und die Ergebnisse besprochen. In der **Tabelle 1** sind diese und weitere Studio- und Kamerakombinationen mit ihren Werten für Ausfallwahrscheinlichkeit, Ausfallabstand und Verfüg-

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	
Anzahl der Studios		1			2					3			4	5	
Kameras je Studio		4			4					4			4	4	
Kameras insgesamt in den Studios		4			8					12			16	20	
davon max. im Einsatz	f	4	4	6	7	7	8	9	10	12	12	12	13	17	
Kameras zw. den Studios auswechselb.		–	–	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	
Anzahl der Reservekameras		–	1	–	–	1	–	–	–	2	3	3	–	–	
Gesamtzahl der Kameras	n	4	5	8	8	9	12	12	12	14	15	15	16	20	
Störung bei Ausfall von Kameras*	k	1	2	3	2	3	5	4	3	3	4	2**	4	4	
Ausfallwahrsch. des Systems	Q_k	75	3,76	0,4	9,9	0,59	0,002	0,067	1,47	2,33	0,17	11,2	0,23	0,56	‰
Ausfallabstand des Systems	B_k	13,3	266	2469	101	1680	$>10^4$	$>10^4$	681	429	5718	89	4376	1782	Wochen
Verfügbarkeit des Systems	V	925	996	>999	998	>999	>999	>999	999	998	>999	988	>999	>999	‰

* k = n – f + 1 ** Störung bei Ausfall von 2 Kameras je Studio

Tabelle 1

Einfluß der Kamerazahl auf die Verfügbarkeit

Ausfallwahrscheinlichkeit je Kamera q = 0,02

Anzahl der Studios		1		3		5		
Gesamtzahl der Kameras	n	5		12		20		
Störung bei Ausfall von Kameras	k	2		3		4		
Ausfallwahrscheinlichkeit je Kamera	q	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	
Ausfallwahrscheinlichkeit des Systems	Q_k	3,76	0,97	1,47	0,2	0,56	0,04	‰
Ausfallabstand des Systems	B_k	266	1031	681	4975	1782	$>10^4$	Wochen
Verfügbarkeit des Systems	V	996	999	999	>999	>999	>999	‰

Tabelle 2
Einfluß der Wartungsqualität auf die Verfügbarkeit
Vergleich der Ausfallwahrscheinlichkeit je Kamera
q = 0,02 zu q = 0,01

barkeit aufgelistet. Man kann erkennen, in welchem Maße mit der Kamerazahl die Ausfallabstände für das ganze System verbessert werden.

Interessant ist der Vergleich der Spalten k und l. In beiden Fällen sind 3 Studios mit je 4 Kameras ausgerüstet und für jedes Studio ist eine Reservekamera vorhanden. Im Beispiel l sind die Kameras jedoch nur innerhalb eines Studios auswechselbar und im Beispiel k dagegen innerhalb des gesamten Komplexes. Trotz des hohen Aufwandes von 15 Kameras wird nach Beispiel l nur eine mäßige Verfügbarkeit erreicht und nach Beispiel k eine extrem hohe. Berücksichtigt man noch die zeitlich gegeneinander verschobenen Arbeitsabläufe in den Studios, so kann die Situation l auch mit dem Beispiel h verglichen werden. Trotz Reduzierung um 3 Kameras wird hier noch ein um etwa den Faktor 8 verbesserter Ausfallabstand des Systems erreicht.

Die aufgezeigten Vorteile bei der Verwendung typgleicher Kameras erstrecken sich nicht nur auf den Betriebsbereich, sondern beeinflussen auch sehr wesentlich die Meßtechnik. Die Verwendung bauartgleicher Anlagen ermöglicht eine intensive und dennoch zeitsparende Fortbildung des Wartungspersonals und eine gutsortierte und rationelle Ersatzteilhaltung. Bei den obigen Beispielen wurde eine Ausfalldauer von einer Woche und ein Ausfallabstand von einem Jahr je Kamera vorausgesetzt. Bei guter vorbeugender Wartung der Kamera kann dieser Ausfallabstand erreicht werden. Um die in den Beispielen verwendete Ausfalldauer von einer Woche auch für die Instandsetzung nutzen zu können, ist eine verzögerungsfreie Fehlermeldung an die Meßtechnik erforderlich.

In der **Tabelle 2** wird der Einfluß der Wartungsqualität auf die Verfügbarkeit dargestellt. An drei Beispielen aus der **Tabelle 1** wird die Ausfallwahrscheinlichkeit je Kamera von q = 0,02 auf 0,01 – also 1 Woche Ausfall in 2 Jahren – reduziert. Während sich der Ausfallabstand bei einem Studio vervierfacht, geht er im Beispiel mit drei Studios auf den siebenfachen Wert und steigt bei 5 Studios sogar um den Faktor 14 an. Bessere Wartung läßt also in Abhängigkeit von der Systemgröße den Ausfallabstand extrem ansteigen, und die Verfügbarkeit wird entsprechend verbessert.

SCHRIFTTUM

[1] Wenzel, H.: Zuverlässigkeit als Parameter bei Luft- und Raumfahrtprojekten. Tech. Zuverlässigkeit (1964), H. 1. Schriftenreihe aus dem Oldenbourg Verlag, München.

[2] Kanno, A.: Zuverlässigkeit von Nachrichtengeräten. Tech. Zuverlässigkeit (1967), H. 9. Schriftenreihe aus dem Oldenbourg Verlag, München.

[3] Dombrowski, E.: Einführung in die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte und Systeme. Hrsg. AEG-Telefunken, Berlin 1970. ISBN 3-8707-0176.

[4] DIN: Zuverlässigkeit elektronischer Geräte, Anlagen und Systeme. Begriffe. Vornorm zu DIN 40 042, Juni 1970. Beuth Verlag, Berlin.

[5] Kessling, G.: Wartungsprobleme der Fernsehtechnik am Beispiel der Farb-Ü-Wagen. Fernseh- und Kinotech. 29 (1975), S. 19 bis 21.

[6] Kessling, G.: Zuverlässigkeitsplanung im Fernsehstudiobetrieb. Vortrag, gehalten auf der Tagung „Technische Zuverlässigkeit", 1979 in Nürnberg.

[7] IRT: Farbfernseh-Kameraanlagen. Pflichtenheft Nr. 8/4, Ausgabe Febr. 1980, Institut für Rundfunktechnik, München.

EINFLUSS NICHTLINEARER ÜBERTRAGUNGSGLIEDER AUF DIE FERNSEHTONQUALITÄT BEIM ZWEITRÄGERVERFAHREN

VON GÜNTER SCHNEEBERGER UND REINHARD GOROL[1]

Manuskript eingegangen am 8. April 1981 Übertragungstechnik Fernsehen

Zusammenfassung

Beim Zweiträgerverfahren zur Übertragung zweier Fernsehtonsignale können wegen nichtlinearer Eigenschaften der Übertragungsglieder und der Heimempfänger bei besonderen Bildsignalen vor allem im zweiten Tonkanal Störungen auftreten. Der Störabstand der Tonkanäle bei Testsignalen wurde in Abhängigkeit vom Intermodulationsabstand der Übertragungsstrecken berechnet und gemessen. Aufgrund von Meßreihen ließen sich die bei Programmsignal auftretenden Störungen abschätzen und daraus Anforderungen an die Übertragungstrecken ableiten.

Summary **The influence of non-linear transmission elements on the quality of television sound using the two-carrier system**

When using the two-carrier system for the transmission of two television sound signals, interference may occur, especially in the second sound channel, in the presence of particular picture signals because of the non-linear behaviour of the transmission elements and that of the domestic receivers. The signal-to-interference ratio of the sound channels for test signals was calculated and measured as a function of the intermodulation separation of the transmission paths. It was possible to evaluate the interference occurring with programme signals on the basis of a series of measurements and to derive therefrom the demands made on the transmission paths.

Sommaire **Influence des non-linéarités à l'émission sur la qualité du son de la télévision dans un système à deux porteuses**

En cas d'utilisation d'un système à deux porteuses pour diffuser deux signaux audio en télévision, les caractéristiques non linéaires de l'émission et des récepteurs peuvent provoquer des brouillages en présence de certains signaux vidéo, surtout dans la seconde voie audio. On a calculé et mesuré à l'aide de signaux d'essai le rapport signal/bruit des voies audio en fonction du degré d'intermodulation des canaux d'émission. Une série de mesures a permis de déterminer les brouillages qui apparaissent en présence de signaux de programme et on a pu ainsi définir les caractéristiques nécessaires des voies de transmission.

1. Problemstellung

Das Zweiträgerverfahren zur Übertragung zweier Tonsignale [1, 2] erfordert – wie jede Systemerweiterung – eine erneute Betrachtung der Einflußgrößen auf die Qualität von Bild und Ton. Im folgenden werden die Zusammenhänge zwischen nichtlinearen Verzerrungen bei der gemeinsamen Verstärkung oder Umsetzung der modulierten Bild- und Tonträger und dabei möglicherweise auftretenden Tonstörungen behandelt.

Der für das Zustandekommen der Störungen maßgebende Mechanismus läßt sich kurz folgendermaßen beschreiben:

Beide Tonträger übernehmen durch Kreuzmodulation das Modulationsspektrum des Bildträgers. Wegen seiner zeilenfrequenten und im Audiofrequenzbereich symmetrischen Struktur ist die Störwirkung des Kreuzmodulationsspektrums im übernehmenden Tonkanal gering; das Kreuzmodulationsspektrum reicht jedoch auch in den Bereich des anderen Tonträgers. Dort ergibt sich aufgrund des Halbzeilenoffsets der beiden Tonträger eine solche Lage des Störspektrums zum Tonträger, daß Störtöne mit etwa halber Zeilenfrequenz entstehen.

In **2.** werden die Einflüsse von Intermodulationsabstand und Pegeln der Bild- und Tonträger einerseits und besonderen Bildsignalinhalten andererseits auf den Tonstörabstand rechnerisch ermittelt. Der Einfluß von Programmsignalen wird anhand der in **3.** wiedergegebenen Meßergebnisse dargestellt.

[1] Dipl.-Ing. Günter Schneeberger ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Automationstechnik Sendermeßtechnik, Dipl.-Ing. Reinhard Gorol ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Übertragungstechnik Fernsehen im Institut für Rundfunktechnik, München.

2. Theoretische Zusammenhänge

2.1. Verzerrungen an gekrümmter Kennlinie

Mit einer einfachen Rechnung sollen die prinzipiellen Störvorgänge durch nichtlineare Verzerrungen beim Zweiträgerverfahren näher erläutert werden. Es wird dazu angenommen, daß die Kennlinie des Übertragungsgliedes das Ausgangssignal symmetrisch begrenzt. Dies wird durch die Gleichung (1) beschrieben:

$$a(t) = e(t) - k \cdot e^3(t);\ 0 < k \ll 1 \quad . \tag{1}$$

Dabei ist a (t) die Zeitfunktion am Ausgang des Übertragungsgliedes. Die Eingangsfunktion e (t) stelle einen sinusförmig modulierten Bildträger und zwei unmodulierte Tonträger dar. Sie setze sich nach Gleichung (3) aus folgenden fünf Einzelfunktionen zusammen:

unteres Bildseitenband:

$$u(t) = U \cdot \cos(2\pi f_u t);\ f_u = f_b - f_s \tag{2a}$$

Bildträger:

$$b(t) = B \cdot \cos(2\pi f_b t) \tag{2b}$$

oberes Bildseitenband:

$$o(t) = O \cdot \cos(2\pi f_o t);\ f_o = f_b + f_s \tag{2c}$$

erster Tonträger:

$$t(t) = T \cdot \cos(2\pi f_t t);\ f_t = f_b + f_i \tag{2d}$$

zweiter Tonträger:

$$z(t) = Z \cdot \cos(2\pi f_z t);\ f_z = f_b + f_j \qquad (2e)$$

$$e(t) = u(t) + b(t) + o(t) + t(t) + z(t) \quad . \qquad (3)$$

Bei der Auswertung der Gleichungen (1) und (3) entsteht neben den ursprünglichen Funktionen eine Reihe von Termen mit anderen Frequenzen. **Tabelle 1** zeigt alle neu entstehenden Terme systematisch zusammengefaßt. Die Amplituden sind als Produkte der Amplituden der Einzelfunktionen dargestellt. Für die Frequenzen wurde eine Kurzschreibweise gewählt, deren Bedeutung aus den Gleichungen (2a) bis (2e) und der Unterschrift zu **Tabelle 1** hervorgeht. Die für die Fernsehübertragung und die Fernsehmeßtechnik relevanten neuentstehenden Frequenzen

Amplituden		Frequenzen			
1/4·k·	UUU	u	u	u	3u
	BBB	b	b	b	3b
	OOO	o	o	o	3o
	TTT	t	t	t	3t
	ZZZ	z	z	z	3z
3/4·k·	UUB	b	b	b–2s (17)	3b–2s
	UUO	o	o	b–3s (18)	3b– s
	UUT	t	t	b– i–2s	3b+ i–2s
	UUZ	z	z	b– j–2s	3b+ j–2s
	BBU	u	u	o	3b– s
	BBO	u	o	o	3b+ s
	BBT	t	t	b– i	3b+ i
	BBZ	z	z	b– j	3b+ j
	OOU	u	u	b+3s (13)	3b+ s
	OOB	b	b	b+2s (14)	3b+2s
	OOT	t	t	b– i	3b+ i+2s
	OOZ	z	z	b– j+2s	3b+ j+2s
	TTU	u	u	b+2i+ s	3b+2i– s
	TTB	b	b	b+2i	3b+2i
	TTO	o	o	b+2i– s	3b+2i+ s
	TTZ	z	z	b+2i– j (21)	3b+2i+ j
	ZZU	u	u	b+2j+ s	3b+2j– s
	ZZB	b	b	b+2j	3b+2j
	ZZO	o	o	b+2j– s	3b+2j+ s
	ZZT	t	t	b– i+2j (22)	3b+ i+2j
3/2·k·	BUO	b	b–2s (15)	b+2s (16)	3b
	BUT	b– i– s	t– s (1)	t+ s (2)	3b+ i– s
	BOT	b– i+ s	t– s (3)	t+ s (4)	3b+ i+ s
	BUZ	b– j– s	z– s (5)	z+ s (6)	3b+ j– s
	BOZ	b– j+ s	z– s (7)	z+ s (8)	3b+ j+ s
	BTZ	b+ i+ j	b– d (19)	b+ d (20)	3b+ i+ j
	UOT	b– i	t–2s (9)	t+2s (10)	3b+ i
	UOZ	b– j	z–2s (11)	z+2s (12)	3b+ j
	UTZ	b– i– j–s	b– d– s	b+ d– s	3b+ i+ j–s
	OTZ	b– i– j+s	b– d+ s	b+ d+ s	3b+ i+ j+s

Tabelle 1

Verzerrungsprodukte eines Fernsehkanalsignals

Frequenzbezeichnungen

u: untere Seitenbandfrequenz
b: Bildträgerfrequenz
o: obere Seitenbandfrequenz
t: Frequenz des 1. Tonträgers
z: Frequenz des 2. Tonträgers
s: Differenz zwischen Seitenband- und Bildträgerfrequenz
i: Differenz zwischen 1. Tonträger- und Bildträgerfrequenz
j: Differenz zwischen 2. Tonträger- und Bildträgerfrequenz
d: Differenz der beiden Tonträgerfrequenzen

(Auf eine weitere Zusammenfassung von Termen mit gleicher Frequenz wurde zugunsten einer kompakten Anordnung verzichtet)

innerhalb des Fernsehkanals sind zur einfachen Identifizierung mit Nummern in runden Klammern versehen und werden hier kurz diskutiert:

Nr. 1 bis Nr. 8:

Oberes und unteres Seitenband des Bildträgers erzeugen durch Kreuzmodulation jeweils ein oberes und ein unteres Seitenband zu beiden Tonträgern. Bei Amplitudenmodulation sind die erzeugenden Seitenbänder symmetrisch (gleiche Vorzeichen von U und O), so daß sich ihre Beiträge zu den Kreuzmodulationsseitenbändern addieren. (Bei Frequenzmodulation dagegen sind die erzeugenden Seitenbänder teilweise gegenphasig und ihre Beiträge zur Kreuzmodulation heben sich auf; eine bloße Nichtlinearität bewirkt demnach kein Übersprechen von einem frequenzmodulierten Träger.) Die Terme Nr. 2, Nr. 4, Nr. 5 und Nr. 7 können zu Tonstörungen im zweiten bzw. ersten Tonkanal führen (siehe **2.2.**). Der Term Nr. 3 stellt das Intermodulationsprodukt der sogenannten Dreisendermessung dar.

Nr. 9 bis Nr. 12:

Sind oberes und unteres Seitenband gleichzeitig vorhanden, so entstehen zu den beiden Tonträgern auch Seitenbänder doppelter Frequenz. Davon können Nr. 10 und Nr. 11 in den Bereich des anderen Tonträgers gelangen und Tonstörungen bewirken.

Nr. 13 bis Nr. 18:

Das Modulationsspektrum des Bildträgers erfährt harmonische Verzerrungen. Dies führt bei den Zweiseitenbandanteilen nur zu meist unkritischen Bildsignalverzerrungen. Bei den Einseitenbandanteilen können neuentstehende Frequenzen (Nr. 14) in den Bereich der beiden Tonträger fallen und bei Schriften und feinen Mustern Tonstörungen durch sogenannte Subharmonische verursachen.

Nr. 19, Nr. 20:

Die Differenzfrequenz der beiden Tonträger erscheint als oberes und unteres Seitenband zum Bildträger und kann zu Bildstörungen (242-kHz-Störungen) führen.

Nr. 21:

Diese Kombination der beiden Tonträgerfrequenzen mit dem Bildträger liefert bei bestimmten Stereomeßsignalen eine Aussage über die Gleichheit beider Tonkanäle.

2.2. Störungen der Fernsehtonkanäle

Nun wird die Auswirkung der Kreuzmodulationsspektren (Nr. 1 bis Nr. 8) auf den Tonstörabstand näher betrachtet. Um sichtbare Störungen im Bild durch nichtlineare Verzerrungen beim Zweiträgerverfahren gering zu halten, wurde die Differenz der beiden Tonträgerfrequenzen auf das 15,5fache der Zeilenfrequenz zu 242,1875 kHz festgelegt. Eine Bildsignalspektrallinie mit der 15fachen oder 16fachen Zeilenfrequenz (234,4 kHz oder 250 kHz) liegt deshalb als Kreuzmodulationsseitenband eines Tonträgers etwa 7,8 kHz neben dem anderen Tonträger und verursacht einen entsprechenden Störton. Nach **Tabelle 1** tragen zu den störenden Seitenbandlinien

Nr. 1 bis Nr. 8 sowohl das untere (U) als auch das obere (O) Bildseitenband bei. Beide haben gleiche Amplituden (U = O) und bewirken eine Gesamtstöramplitude von $3 \cdot k \cdot BOZ$ beim ersten Tonträger und von $3 \cdot k \cdot BOT$ beim zweiten.

Berücksichtigt man die zeilen- und bildfrequente Austastung des Bildmodulationssignals zunächst nicht, so ergeben sich (im Sinne einer Fünfsendermessung) bei Sinusmodulation von Schwarz bis Weiß für die Einzelsignale folgende auf den Synchronwert des Bildsenders bezogene Pegel:

unteres Seitenband	(U)	– 16 dB
Bildträger	(B)	– 8 dB
oberes Seitenband	(O)	– 16 dB
erster Tonträger	(T)	– 13 dB
zweiter Tonträger	(Z)	– 20 dB.

Als einfach zu ermittelndes Maß für die nichtlinearen Verzerrungen eines trägerfrequenten Fernsehübertragungssystems wird häufig der Wert des größten Intermodulationsproduktes der sogenannten Dreisendermessung verwendet. **Bild 1** zeigt ein für diese Methode typisches Spektrum. In **Tabelle 1** entspricht der Term Nr. 3 dem Ergebnis dieser Messung. Er hat dort den Wert $m = 3/2 \cdot k \cdot BOT$. Für den Intermodulationsabstand gilt

$$M = -20 \cdot \log (m) \quad . \tag{4}$$

Damit können die Tonstörungen in einfacher Weise auf dieses Intermodulationsprodukt bezogen werden. Der die Kennlinie beschreibende Faktor k wird dabei durch die Größe m ersetzt. Die Störamplitude beim ersten Tonträger beträgt dann $2 \cdot m \cdot Z/T$ und die beim zweiten 2 m.

Unter Berücksichtigung der Deemphase und der frequenzabhängigen Bewertung gilt, daß bei einem Frequenzabstand der Störlinie von 7 bis 8 kHz und einem Bezugspegel entsprechend ± 30 kHz Frequenzhub bei 500 Hz Modulationsfrequenz der bewertete AF-Störabstand etwa 8 dB größer als der RF-Störabstand ist. Für den bewerteten Störabstand im ersten Tonkanal folgt also

$$S_1 = -20 \cdot \log (2 \cdot m \cdot Z/T^2) + 8 \text{ dB} \tag{5a}$$

bzw. mit den erwähnten betrieblichen Pegelverhältnissen

$$S_1 = M - 4 \text{ dB} \tag{5b}$$

und für den bewerteten AF-Störabstand im zweiten Tonkanal

$$S_2 = -20 \cdot \log (2 \cdot m/Z) + 8 \text{ dB} \tag{6a}$$

bzw.

$$S_2 = M - 18 \text{ dB} \quad . \tag{6b}$$

Ist z. B. der Intermodulationsabstand M = 57 dB, so werden für dieses Meßsignal die Störabstände S_1 = 53 dB und S_2 = 39 dB.

Auch die Auswirkung von ausbreitungsbedingten Änderungen des Bild/Tonleistungsverhältnisses läßt sich anhand der Gleichungen (5) und (6) abschätzen. Nimmt man z. B. für einen Fernsehkanalumsetzer an, daß der Pegel des abgestrahlten Bildträgers durch Regelung unabhängig vom Pegel des empfangenen Bildträgers gehalten wird und daß die Leistungsendstufe den wesentlichen Teil der Verzerrungen verursacht, so werden Tonpegeländerungen relativ zum

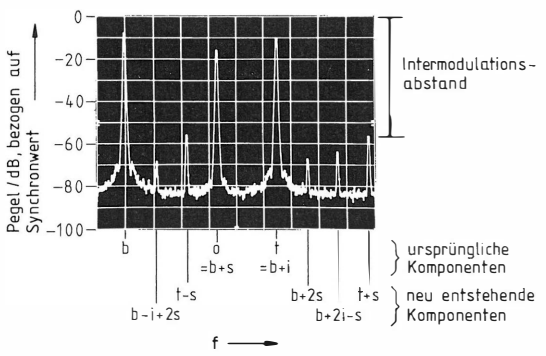


Bild 1
Spektralkomponenten bei der Dreisendermessung
Tonträgerpegel: – 10 dB
Intermodulationsabstand: 57 dB

Bildträgerpegel in gleichem Maße veränderte Intermodulationsprodukte im abgestrahlten Signal zur Folge haben. Da es jedoch auf das Verhältnis Intermodulationsprodukt zu gestörtem Tonträgerpegel ankommt, ergibt sich bei gleichmäßiger Änderung beider Tonträgerpegel keine Änderung des AF-Störabstandes.

Aus der Meßpraxis ist noch anzumerken, daß der Intermodulationsabstand meist mit einem Tonträgerpegel von – 10 dB ermittelt wird, anstatt, wie in der Rechnung angenommen, mit dem Betriebspegel von –13 dB. Die so ermittelten Intermodulationsabstände sind deshalb um 3 dB geringer und sind entsprechend korrigiert, also um 3 dB größer, in die Gleichungen (5) und (6) einzusetzen.

Aus diesen Überlegungen folgt für ein spezielles Meßsignal ein einfacher Zusammenhang zwischen dem Intermodulationsabstand eines Übertragungsgliedes und dem bewerteten Störabstand in den beiden Tonkanälen. Erwartungsgemäß wird der zweite Tonkanal durch nichtlineare Verzerrungen um 14 dB stärker als der erste gestört.

Diese Überlegungen lassen sich auf alle Fernsehsignale übertragen. Wegen der zeilenfrequenten Struktur des Bildmodulationssignals und des speziellen Frequenzabstandes der beiden Tonträger kommen die 15. und 16. Harmonische der Zeilenfrequenz durch Kreuzmodulation in jeweils halbzeilenfrequenten Abstand zu den Tonträgern zu liegen. In den **Bildern 2a** und **2b** sind die Spektren beim zweiten Tonträger dargestellt. Das durch Kreuzmodulation übernommene Spektrum liegt mit zeilenfrequenten Linienabständen symmetrisch zum Tonträger, während die Ausläufer des vom ersten Tonträger übernommenen Spektrums die halbzeilenfrequente Lage aufweisen. Die beiden erwähnten Harmonischen führen je nach Art des Bildsignals ständig zu mehr oder weniger starken Tonstörungen. Das übernommene Spektrum dagegen stellt für den Tonträger wegen seiner Symmetrie eine Amplitudenmodulation dar, die vom Begrenzer im Tonteil des Fernsehempfängers weitgehend beseitigt wird. Eventuell verbleibende zeilenfrequente Störspannungen werden darüber hinaus vom Deemphasefilter gedämpft. Deshalb treten bei der Fernsehübertragung mit nur einem Tonträger Tonstörungen durch Kreuzmodulation nicht auf.

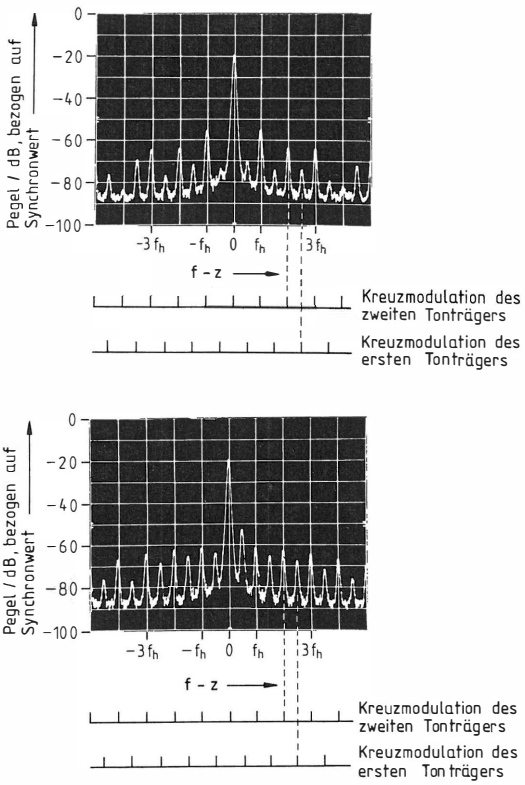


Bild 2

Kreuzmodulationsspektren beim zweiten Tonträger

a) Bildmodulation:
15-kHz-Rechteck, ohne Vertikalsynchronimpulse

b) Bildmodulation:
250-kHz-Rechteck, ohne Vertikalsynchronimpulse

Die bisher betrachteten meßtechnischen Verhältnisse stellen den kritischsten Fall dar. Er kommt jedoch bei Programmsignal nicht vor, weil die Energie der störenden Programmsignalanteile wesentlich geringer und die Dauer der Störungen beschränkt ist. Bei Programm sind zudem auch die beiden Tonträger moduliert, so daß das Störspektrum im Rhythmus der Tonmodulation um den gestörten Tonträger verschoben wird. Dies führt zu einer leichten Verringerung der Tonstörungen. Es bleibt den eingehenden Messungen in **3.** vorbehalten, die tatsächlich auftretenden AF-Störungen und ihren Zusammenhang mit dem Intermodulationsabstand bei programmmäßig modulierten Bild- und Tonträgern aufzuzeigen.

Ergänzend werden die durch Verzerrungen des Bildmodulationssignals verursachten Tonstörungen mit den bisher betrachteten verglichen. Der Term Nr. 14 in **Tabelle 1** stellt die 2. Harmonische einer Linie des oberen Bildseitenbandes dar, die in den Bereich eines Tonträgers fallen kann. Aus einem Amplitudenvergleich folgt, daß diese Störung um 14 dB kleiner ist als die durch Kreuzmodulation entstehende (bei den hier zugrundegelegten Modulationsverhältnissen).

Abschließend sei bemerkt, daß sich auch die Größe des mit der Tonträgerdifferenzfrequenz im Bildmodulationsspektrum auftretenden Störproduktes auf den Intermodulationsabstand beziehen läßt. Man findet bei Berücksichtigung der beiden Störlinien (Nr. 19 und Nr. 20 in **Tabelle 1**) und ihrer Bewertung durch die Nyquistflanke im Fernsehempfänger für den äquivalenten radiofrequenten Störabstand eines einzelnen Ersatzstörers

$$S_{242} = M \quad . \tag{7}$$

Wird der Intermodulationsabstand mit einem Tonträgerpegel von -10 dB gemessen, so ist er für die Formel (7) wiederum um 3 dB zu vergrößern.

2.3. Gemeinsame Übertragung mehrerer Fernsehkanalsignale

Die bisherigen Überlegungen gelten für die Verstärkung eines einzelnen Fernsehkanalsignals z. B. durch einen Fernsehumsetzer. Sie lassen sich aber auch auf die gemeinsame Übertragung mehrerer Kanalsignale z. B. in einer Kabelfernsehanlage anwenden.

Es zeigt sich, daß jeder Tonträger von jedem Bildträger durch Kreuzmodulation die Bildmodulation übernimmt. Die Summenstörung ist von der zeitlichen Lage der Einzelstörungen zueinander abhängig. Bei unabhängigen Programmen werden die sehr seltenen maximalen Störungen (siehe **3.**) nicht gleichzeitig auftreten. Deshalb wird der Wert der maximalen Summenstörung jeweils von einem Kanalsignal bestimmt sein. Die Häufigkeit der maximalen Störung wird dagegen von der Anzahl der gemeinsam übertragenen Kanalsignale abhängen. Die von den Synchronanteilen herrührenden Grundstörungen, die zwar gering, aber ständig vorhanden sind, werden sich ähnlich wie statistische Störsignale in ihrer Wirkung summieren. Orientierende Messungen mit drei Fernsehkanalsignalen lieferten Ergebnisse, die diese Vermutungen zu bestätigen scheinen.

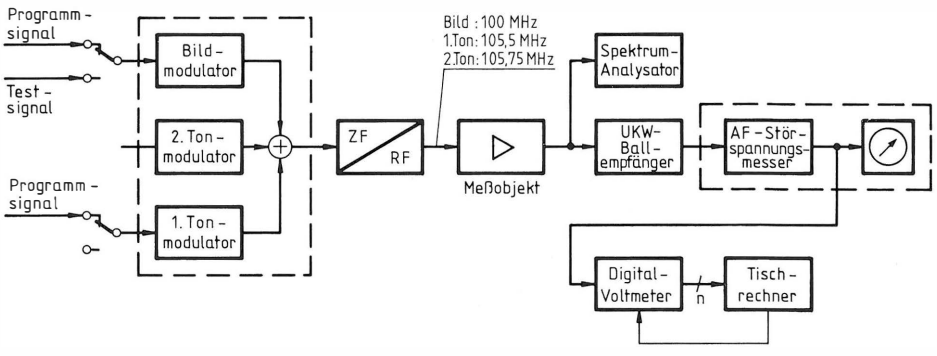


Bild 3

Anordnung zur Messung und Registrierung der Störungen im zweiten Tonkanal

3. Messungen an einem Übertragungsglied

Die in **2.** angestellten Überlegungen zu Fernsehtonstörungen durch nichtlineare Verzerrungen ließen sich durch eine Reihe von Messungen mit Testsignalen bestätigen. Um den gesuchten Zusammenhang zwischen den Verzerrungseigenschaften und den bei Programmsignal tatsächlich auftretenden Störungen zu ermitteln, wurden mit einem umfangreichen Meßaufbau die Tonstörungen über eine große Zahl von Programmstunden registriert.

3.1. Meßaufbau

In **Bild 3** ist die den Messungen zugrundeliegende Geräteanordnung dargestellt. Als Meßobjekt diente ein übersteuerter Antennenverstärker mit bekanntem Intermodulationsabstand. Zur Unterscheidung der hier interessierenden Tonstörungen von Intercarrierstörungen mußte ein Paralleltonempfänger verwendet werden. Da ein zur Trennung beider Tonkanäle ausreichend selektiver und gleichzeitig für den modulierten Bildträger ausreichend großsignalfester FM-Empfänger für den Fernsehfrequenzbereich nicht zur Verfügung stand, wurde das Fernsehkanalsignal auf eine Bildträgerfrequenz von 100 MHz umgesetzt und der zweite Tonträger mit einem UKW-Ballempfänger demoduliert. Der bewertete Eigenstörabstand des Meßaufbaus betrug 63 dB. Die Bewertung der Störspannung erfolgte durch ein Frequenzbewertungsfilter nach CCIR-Empfehlung 468-2 [3] und eine Quasispitzenwertmessung nach DIN 45 405. (Eine solche Bewertung quasiperiodischer Störungen ist zwar nicht unproblematisch, jedoch sind bessere Methoden nicht bekannt.) Allen bewerteten Störabständen liegt ein Bezugspegel entsprechend ± 30 kHz Frequenzhub bei 500 Hz Modulationsfrequenz zugrunde. Bei den Messungen mit Programmsignal übernahm ein Digitalvoltmeter die Meßwerte vom Analogausgang des Störspannungsmessers und führte sie einem Tischrechner zur Auswertung zu.

3.2. Tonstörungen bei Testsignalen

Standardisierte Signale für die Bildmodulation liefern schnell reproduzierbare Meßergebnisse. Allerdings stellen sie meist extreme Modulationsverhältnisse dar, die nur mittelbar als Qualitätstest für eine Tonübertragung brauchbar sind. Derartige Meßwerte eignen sich vorwiegend für Vergleiche.

Für die hier behandelten Vorgänge sind Bildsignale mit kräftigen 250-kHz-Anteilen von besonderem Interesse. **Tabelle 2** zeigt eine Reihe von Bildmodulationen mit den dazugehörigen Meßwerten. In einer weiteren Spalte finden sich nach den Überlegungen in **2.** theoretisch ermittelte Werte. Dabei ist die Bildsignalaustastung näherungsweise berücksichtigt.

Es zeigt sich, daß gemessene und gerechnete Werte sehr gut übereinstimmen. Das 250-kHz-Rechtecksignal hat bei gleicher Aussteuerung einen etwas höheren Grundwellenanteil als ein Sinussignal und zeigt gleichermaßen höhere Tonstörungen. Durch Variation der Aussteuerung bei diesem Signal können die Pegelverhältnisse von Bildträger und Seitenbändern verändert werden. Die hierzu gefundenen Meßwerte passen ebenfalls zu den nach **Tabelle 1** errechneten.

Bildmodulation	RF-Aussteuerung von/bis in %	bewertete AF-Störabstände in dB	
		gemessen	gerechnet
250 kHz Sinus	10/73	39,5	39
250 kHz Rechteck	10/73	36,5	37
250 kHz Rechteck	42/73	40	40
250 kHz Rechteck	10/42	47	47
250 kHz Rechteck	26/58	43,5	43
250 kHz Rechteck nur jede 2. Zeile	10/73	42,5	43
15 kHz Rechteck	10/73	54	–
2,874 MHz Sinus	10/73	52	53
1,916 MHz Sinus	10/73	56	–
elektronisches Farbtestbild (FuBK-Farbtestbild) (**Bild 4a**)	10/73	56	–
ausländisches elektronisches Farbtestbild (**Bild 4b**)	10/73	45	–
Schwarzbild, Normtakt	73/73	56	–
Weißbild, Normtakt	10/73	54	–

Tabelle 2

AF-Störabstände im zweiten Fernsehtonkanal, verursacht durch Testsignale bei einem Intermodulationsabstand von 54 dB

(Intermodulation mit einem Tonträgerpegel von – 10 dB gemessen)

Bei Signalen ohne wesentliche 250-kHz-Komponenten, wie bei Schwarzbild oder dem im Bereich von ARD und ZDF verwendeten elektronischen Farbtestbild (FuBK-Farbtestbild), ist der bewertete AF-Störpegel wesentlich geringer und wird vor allem vom Synchronsignal verursacht. Deshalb gleichen sich die zugehörigen Werte und bilden einen oberen Grenzwert für den bewerteten Störabstand bei gegebenen nichtlinearen Verzerrungen des Übertragungsgliedes.

Wie nach den Überlegungen in **2.** zu erwarten ist, bewirken Harmonische der Bildmodulation (von 2,874 MHz usw.) nur geringe Störungen.

Häufig werden die bildabhängigen Tonstörungen bei Fernsehübertragungen mit Testbildmodulation ermittelt. Das in der Bundesrepublik verwendete elektronische Farbtestbild (FuBK-Farbtestbild) zeigt sich bei den hier betrachteten Störvorgängen unkritisch. Dagegen führt ein anderes elektronisches Farbtestbild, das vor allem im europäischen Ausland verwendet wird, wegen seines ausgeprägten 250-kHz-Feldes zu deutlichen Tonstörungen. Die **Bilder 4a** und **4b** zeigen beide Farbtestbilder mit zugeordneten Zeitverläufen der bewerteten Störspannungen. Die vom Paralleltonempfänger registrierten Störungen sind während des 250-kHz-Feldes des ausländischen Farbtestbildes wesentlich größer als zur übrigen Zeit. Beim FuBK-Farbtestbild dagegen ergibt sich ein nahezu gleichförmiger Störspannungsverlauf, der im wesentlichen von den Synchronimpulsen verursacht wird. (Zum Intercarrierempfänger siehe **4.**).

Die Störungen im ersten Tonkanal waren bei allen Messungen etwa um den theoretisch ermittelten Wert von 14 dB niedriger als im zweiten.

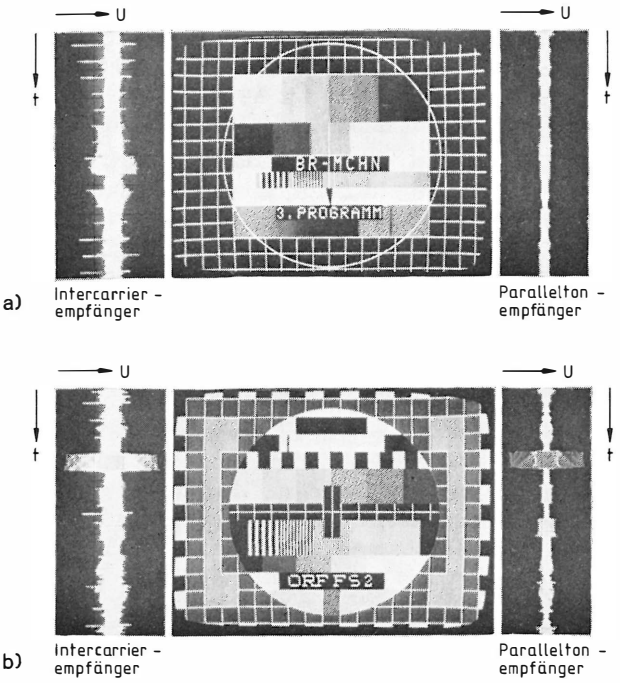


Bild 4

Elektronische Farbtestbilder und zugehörige Zeitverläufe der bewerteten Störspannungen im zweiten Tonkanal

a) FuBK-Farbtestbild

b) ausländisches Farbtestbild

3.3. Tonstörungen bei Programmsignalen

Die Messungen mit Testsignalen bestätigen die allen Überlegungen zugrundegelegte Annahme zum Störmechanismus. Sie sagen jedoch nichts darüber aus, welche Störungen bei programmäßig modulierten Bild- und Tonträgern tatsächlich auftreten. Mit den im folgenden beschriebenen Messungen konnten diese Zusammenhänge gefunden werden.

Als Modulationssignal diente das ARD-Programmsignal. Der erste Tonträger wurde unmoduliert belassen oder mit dem zugehörigen Tonprogramm moduliert. Ein typischer Zeitverlauf des Störpegels im zweiten Tonkanal während eines Regionalprogramms und des anschließenden Abendprogramms ist in **Bild 5** wiedergegeben. Aus einer relativ konstanten Grundstörung ragen Spitzen mit einer Dauer bis zu einigen Sekunden hervor. Diese werden häufig von tricktechnisch erzeugten Bildsignalen verursacht. Der Vorspann zur Sendung „Tagesschau" bewirkte die stärkste Störung, wie aus den angegebenen Zeit- und Pegelmarken zu erkennen ist. Der Höreindruck dieser Störungen kann gut mit „Zirpen" gekennzeichnet werden und unterscheidet sich deutlich von dem des Intercarriergeräusches.

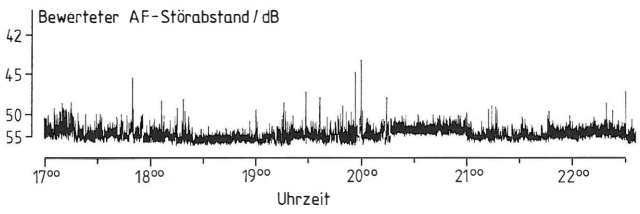


Bild 5

Zeitverlauf des bewerteten AF-Störabstandes im zweiten Tonkanal, verursacht durch Kreuzmodulation in einem Übertragungsglied

Bildmodulation mit Programmsignal (ARD, 23. 10. 1980), beide Tonsender unmoduliert

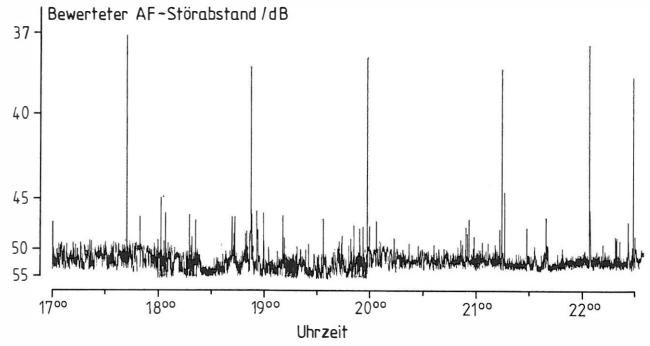


Bild 6

Zeitverlauf des bewerteten AF-Störabstandes im zweiten Tonkanal eines Mehrkanalton-Heimempfängers

Bildmodulation mit Programmsignal (ARD, 30. 10. 1980), beide Tonsender unmoduliert

Die bewerteten Störpegel wurden während einer Gesamtzeit von 70 Stunden für verschiedene Intermodulationsabstände registriert und klassifiziert. Das Ergebnis ist in **Bild 7** dargestellt. Es läßt sich daraus entnehmen, wie häufig ein bestimmter bewerteter AF-Störabstand bei verschiedenen Intermodulationsabständen unterschritten wurde.

Die Kurven für modulierten und unmodulierten ersten Tonträger laufen mit geringem Abstand parallel. Die Störungen bei moduliertem ersten Tonträger sind etwa 2 dB geringer als bei unmoduliertem. Erwartungsgemäß bringt eine Verringerung des Intermodulationsabstandes einen gleichermaßen verringerten AF-Störabstand. Als Regel kann folgendes gelten:

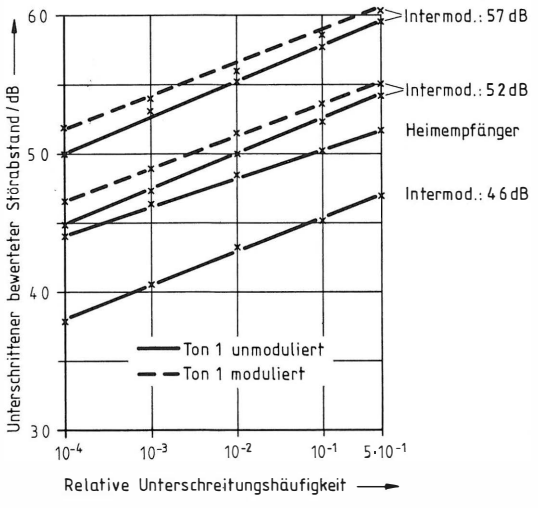


Bild 7

Gemessener Zusammenhang zwischen Störabstand und Unterschreitungshäufigkeit im zweiten Tonkanal

Bildsender und gegebenenfalls erster Tonsender mit Programmsignal moduliert
Intermodulationsabstände mit einem Tonträgerpegel von –10 dB gemessen

Der bei Programmbetrieb zu 50 % der Zeit unterschrittene bewertete AF-Störabstand im zweiten Tonkanal ist gleich oder etwas größer als der Intermodulationsabstand des Übertragungsgliedes. Etwa 10 dB größere Störungen treten nur während eines Zeitanteils von 0,01 % auf (entsprechend 1 Sekunde während 3 Stunden).

Damit kann die Beeinflussung der Qualität des zweiten Fernsehkanals durch nichtlineare Übertragungsglieder wie „Combined"-Sender, Fernsehkanalumsetzer und Antennenanlagen abgeschätzt werden, und es können daraus Forderungen für die Güte der Übertragungsglieder abgeleitet werden. Dabei zeigt sich, daß sich bei der Erkennbarkeitsgrenze für Bildstörungen, die für Farbbildübertragung mit einem Tonträger bei Intermodulationsabständen von etwa 56 dB liegt [4], nur Tonstörungen ergeben, die deutlich unter den Intercarrierstörungen moderner Sender und Heimempfänger liegen.

4. Messungen an einem Mehrkanalton-Heimempfänger

Als Ergänzung zu den Untersuchungen an Übertragungsgliedern seien die Verhältnisse im Fernsehheimempfänger kurz betrachtet.

In modernen Heimempfängern werden die beiden Differenzfrequenzträger meist durch einen sogenannten Quasisynchrondemodulator gewonnen. Dabei wird die Amplitudenmodulation des Bildträgers ähnlich wie bei Kreuzmodulation geringfügig von den Differenzfrequenzträgern übernommen. Zusätzlich können Seitenbandunsymmetrien im Bereich von 250 kHz zu Phasenmodulationen des Bildträgers führen, die sich auf die Differenzfrequenzträger übertragen und gleichermaßen bildabhängige Störungen vor allem im zweiten Tonkanal bewirken.

Mit einem Mehrkanalton-Heimempfänger aus industrieller Fertigung wurden einige der in **3.** beschriebenen Messungen (jedoch ohne Übertragungsverzerrungen) durchgeführt. Die Ergebnisse finden sich in den **Bildern 4, 6** und **7.** Dabei ist zu beachten, daß die registrierten Störungen auch teilweise von Intercarrierstörungen herrührten.

Das 250-kHz-Testsignal ergab einen bewerteten AF-Störabstand von 22 dB im zweiten Tonkanal, der auch für andere Heimempfänger typisch ist. Durch Laboruntersuchungen konnte aber gezeigt werden, daß kleine Modifikationen in der Schaltungsauslegung und im Abgleich den Einfluß der 250-kHz-Videokomponenten wesentlich verringern. Typische Werte des AF-Störabstandes für das 250-kHz-Testsignal liegen dann bei 35 bis 40 dB. (Dabei werden die übrigen Qualitätsdaten aufrechterhalten.)

So wie der Ton kann grundsätzlich auch die Betriebsartenkennung (Stereo-, Zweiton- oder Monobetrieb) im Heimempfänger gestört werden. Da die individuelle Schaltungsauslegung die Betriebssicherheit beträchtlich beeinflußt, kann hierzu erst nach Erscheinen mehrerer industrieller Mehrkanalton-Heimempfänger eine Aussage gemacht werden.

5. Schlußbemerkungen

Nichtlineare Glieder für die gemeinsame Verstärkung oder Umsetzung von modulierten Bild- und Tonträgern bewirken beim Zweiträgerverfahren durch Kreuzmodulation bildsignalabhängige Tonstörungen. Tonstörabstand und Intermodulationsabstand verhalten sich proportional. Ähnliche Vorgänge in Heimempfängern führen zu gleichen Störungen. Entsprechend den Pegelverhältnissen beider Tonträger ist die Störung im ersten Tonkanal wesentlich geringer als im zweiten.

Die vom 250-kHz-Testsignal verursachten Tonstörungen stellen einen Extremfall dar. Wie umfangreiche Messungen zeigten, wird er bei Programmsignal bei weitem nicht erreicht. Zudem dauern die maximalen Störungen durch das Programmsignal meist weniger als eine Sekunde.

Die Farbbildübertragung und das Zweiträgerverfahren führen zu etwa gleichen Forderungen an den Intermodulationsabstand von Übertragungsgliedern.

In Heimempfängern kann durch sorgfältige Schaltungsauslegung die Tonstörung durch 250-kHz-Videokomponenten auf die Größe der ohnehin vorhandenen Intercarrierstörungen reduziert werden.

SCHRIFTTUM

[1] Dinsel, S.: Übertragung eines zweiten Tonkanals beim Fernsehen. Rundfunktech. Mitt. 11 (1967), S. 108 bis 113.

[2] Dinsel, S.: Ein zweiter Tonträger — Eine Möglichkeit zur Übertragung eines weiteren Tonkanals beim Fernsehen. Rundfunktech. Mitt. 14 (1970), S. 275 bis 282.

[3] CCIR: Measurement of audio-frequency noise in sound broadcasting, in sound-recording systems and on sound programme circuits. Rec. 468-2, XIVth Plenary Assembly, Kyoto 1978, Vol. X: Broadcasting Service (Sound), S. 162 bis 166. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1978.

[4] Kiefer, D.: Zur Farbtüchtigkeit von Fernseh-Kleinumsetzern. Rundfunktech. Mitt. 8 (1964), S. 341 bis 346.

GEDANKEN ZUR DIGITALEN TONSIGNALÜBERTRAGUNG IN NACHRICHTENNETZEN DER ZUKUNFT

VON HORST HESSENMÜLLER[1]

Manuskript eingegangen am 22. April 1981 Digitale Tonübertragung

Zusammenfassung

Ausgehend vom derzeitigen Stand der Diskussion um ein einheitliches System zur digitalen Tonsignalübertragung werden unter Berücksichtigung jüngster Entwicklungstendenzen zur digitalen Studio-, Rundfunk- und Heimgerätetechnik Vorstellungen für die Übertragungskette vom digitalen Studio bis zum Heimempfänger entwickelt. Für die Fernmeldeverwaltung sind in diesem Zusammenhang die Merkmale des Übertragungssystems für das digitale Fernmeldenetz von Bedeutung.

Wegen der hohen Qualitätsanforderungen erscheint die Anwendung einer gleichförmigen Codierung der Tonsignale in 14 Bit sinnvoll. Das Grundsystem PCM 30 erlaubt die digitale Übertragung von 4 monophonischen oder 2 stereophonischen Tonkanälen. Besondere Aufmerksamkeit wird einer größtmöglichen Systemflexibilität und der Frage der Taktanpassung zwischen Teilen des Fernmeldenetzes einerseits und zwischen Fernmeldenetz sowie Rundfunkstudio andererseits gewidmet.

Summary On the digital transmission of sound signals in the communication networks of the future

On the basis of the present state of the discussions regarding a single system for the digital transmission of sound signals, various concepts for the transmission chain from the digital studio to the domestic receiver are being developed, taking account of the most recent trends of development in digital studio, broadcasting and domestic receiver technology. In this connection, the characteristics of the transmission system for the digital telecommunication network are of importance for the Telecommunication Administration.

Because of the high quality requirements, the application of uniform coding of the sound signals in fourteen bits appears to be logical. The PCM-30 basic system makes possible the digital transmission of four monophonic or two stereophonic sound channels. Particular attention is paid to the greatest possible flexibility of the system and to the matter of justification between sections of the telecommunication network, on the one hand, and the telecommunication network including the broadcasting studio, on the other hand.

Sommaire Transmission numérique des signaux audio dans les futurs réseaux de télécommunications

Au stade actuel des études visant à définir un système unifié pour la transmission numérique des signaux audio, différentes conceptions sont envisagées pour la chaîne de transmission, depuis le studio numérique jusqu'au point de réception, compte tenu de l'évolution récente des techniques numériques au niveau des studios, de la radiodiffusion et des récepteurs grand public. Les caractéristiques du système de transmission adopté pour le réseau numérique de télécommunications concernent bien entendu au premier chef les administrations de télécommunications.

Etant donné le niveau de qualité exigé, il semble logique de faire appel à un codage linéaire des signaux audio à quatorze bits. Le système de base MIC-30 permet la transmission numérique de quatre voies audio monophoniques ou de deux voies stéréophoniques. On essaye surtout de rendre le système le plus souple possible et d'assurer la compatibilité entre les différents éléments du réseau d'une part, et entre le réseau et les studios de radiodiffusion d'autre part.

1. Einleitung

Bei verschiedenen Rundfunk- und Fernmeldeverwaltungen, an Hochschulinstituten sowie bei der nachrichtentechnischen Industrie wird seit einigen Jahren intensiv an den Problemen der digitalen Tonsignalübertragung gearbeitet. Die Aktivitäten haben das Ziel, bereits vorhandene und künftig mehr und mehr sich ausbreitende digitale Übertragungswege der postalischen Nachrichtennetze auch zur digitalen Übertragung von Tonsignalen zum Zwecke des nationalen und internationalen Hörfunk-Programmaustausches sowie zur Ansteuerung der Sendernetze von den Studios aus zu benutzen. Betriebsfähige Geräte werden bereits angeboten [1, 2] und sind teilweise seit einigen Jahren im Einsatz [3]. Auch die Internationale Fernmeldeunion (UIT) und die Europäische Rundfunkunion (UER) sind seit längerem um die internationale Normierung der Systeme zur digitalen Tonsignalübertragung bemüht. Einigkeit besteht in den Diskussionen der genannten Gremien darüber, daß bei einer als ausreichend anzusehenden Basisbandbreite des Tonkanals von 15 kHz eine Abtastfrequenz von 32 kHz zu verwenden ist. Auch soll bei der Digital-Analog-Umsetzung vor jeder Weiterverarbeitung des Digitalsignals grundsätzlich von einer gleichförmigen Codierung entsprechend 14 Bit ausgegangen werden. Bei 6 dB Übersteuerungsreserve erreicht man mit 14 Bit Auflösung einen auf den maximalen Programmpegel bezogenen bewerteten Geräuschabstand von etwa 66 dBqps [4]. Dieser sehr gute Wert kann für den Leerkanal und bei kleinen Signalpegeln auch dann eingehalten werden, wenn man durch den Einsatz von digitalen Kompandern die Anzahl der Bits je Abtastwert von 14 auf z. B. 10 oder 11 reduziert. Dadurch erniedrigt sich die Bitrate je Kanal; die Übertragungswege werden besser ausgenutzt. Überlegungen zur Anwendung digitaler Kompander bei der Codierung von Tonsignalen wurden schon frühzeitig angestellt [5, 6]. Inzwischen ist ein größeres Spektrum von Vorschlägen für verschiedenste Kompander zu verzeichnen [7]. In den Diskussionen nehmen zwei Systeme eine bevorzugte Stellung ein:

- ein Momentanwertkompander mit 11 Bit je Abtastwert und
- ein Quasimomentanwertkompander mit 10,1 Bit je Abtastwert.

[1] Dipl.-Ing. Horst Hessenmüller ist Leiter der Forschungsgruppe Digitale Multiplexverfahren im Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost beim FTZ, Darmstadt.

Trotzdem ist eine Einigung, wenigstens im europäischen Rahmen, auf **ein** System nicht in Sicht. Das ganze Dilemma einer anstehenden Normierung wird sehr anschaulich in [8] behandelt. Auch wenn es in den internationalen Gremien zu keiner Einigung kommen sollte, haben die bereits entwickelten und erprobten Systeme zumindest für eine längere Übergangszeit die Berechtigung zum Einsatz auf Verbindungsleitungen von Punkt zu Punkt. Gewährleisten sie doch eine subjektiv wahrnehmbare Signalqualität, die besser ist als die Qualität, die mit nach analogen Prinzipien arbeitenden Übertragungssystemen erreicht werden kann [9].

Für die weitere Zukunft zeichnen sich auf anderen Gebieten der digitalen Tonsignalverarbeitung jedoch Entwicklungstendenzen ab, die nicht ohne Einfluß auf die künftige Gestaltung der digitalen Tonübertragungssysteme für den Programmaustausch und die Modulationsleitungen bleiben können.

2. Entwicklungstendenzen bei der digitalen Tonsignalverarbeitung

Die nachstehend aufgeführten Entwicklungstendenzen müssen bei der Konzeption künftiger digitaler Tonübertragungssysteme beachtet werden:

a) Die phonographische Industrie wird in wenigen Jahren eine völlig neue Generation von Schallplatten mit den zugehörigen Abspielgeräten anbieten. Dabei werden digitale Verfahren Anwendung finden [10, 11]. Abgesehen von der Abtastfrequenz, die höher als 32 kHz liegen wird, dürfte unter Verzicht auf digitale Kompander eine gleichförmige Codierung in 14 oder 16 Bit angewendet werden. Durch die damit verbundene, kaum noch zu überbietende Steigerung der Signalqualität werden beim Endverbraucher Qualitätsmaßstäbe gesetzt, die bei diesem bestimmend für jede Art empfangener Audiosignale sein werden.

b) Voraussetzung für die Produktion der eben erwähnten „Digitalen Schallplatten" ist die Verfügbarkeit einer entsprechenden digitalen Studiotechnik für die Produktionsstudios. Auch auf diesem Gebiet ist die Entwicklung bereits weit fortgeschritten [12]. Zunächst waren Zusatzeinrichtungen verfügbar, mit deren Hilfe es möglich ist, digitale Tonsignale auf herkömmlichen Videorecordern aufzuzeichnen. Inzwischen werden Mehrspuraufzeichnungsmaschinen, Nachhallgeräte und Mischpulte in Digitaltechnik angeboten. Bei den Schallplattenproduzenten wird seit einiger Zeit ein großer Teil der Aufnahmen – zumindest im Bereich der klassischen Musik – in digitaler Form archiviert.
Auch in die Tonstudios der Rundfunkanstalten hat die digitale Tonsignalverarbeitung bereits Einzug gehalten.

c) Schließlich wird die Digitaltechnik auch für die Rundfunktechnik Bedeutung erlangen, und zwar sowohl für Hörrundfunkzwecke als auch für zum Fernsehbild gehörende Tonsignale. Ein erster Anstoß waren die Überlegungen zu einer versuchsweisen Einführung eines Rundfunksatellitendienstes. In [13] wird unter verschiedenen Verfahren einer digitalen Lösung der Vorzug gegeben. Ein Bündel von 12 oder 16 stereophonischen Hörfunkkanälen soll mittels gleichförmiger Codierung in 14 Bit beim Rundfunkteilnehmer direkt vom Satelliten empfangen werden können. Zwar ist für diesen Dienst eine völlig neue Generation von Heimempfängern erforderlich, doch scheint dies akzeptabel, wenn man die damit zu erreichende hohe Signalqualität in Betracht zieht.
Auch künftige, auf Lichtwellenleiterbasis arbeitende Breitbandverteilnetze bieten sich zu einer digitalen Verteilung von Rundfunkprogrammen an.

Aus den vorstehenden Ausführungen wird deutlich, daß man sich in Zukunft bei der Kette vom Rundfunkstudio bis zum Heimempfänger digitaler Verfahren bedienen wird. Dabei wird sowohl im Studio als auch im Empfänger unter Verzicht auf jede Art von digitalen Kompandern gleichförmige PCM-Codierung in 16 bzw. 14 Bit angewendet werden. Obwohl subjektive Testergebnisse, die die Qualitätsverbesserung durch eine gleichförmige PCM-Codierung gegenüber einer Codierung mittels digitalem Kompander eindeutig zeigen, noch nicht dokumentiert sind, müssen die Argumente der Befürworter der gleichförmigen 16-Bit-Codierung im Studio und der gleichförmigen 14-Bit-Codierung in der Heimgerätetechnik ernstgenommen werden.

Die Vorteile der geschilderten Entwicklung kommen jedoch nur zum Tragen, wenn auch auf den Leitungen des Fernmeldenetzes, die dem Programmaustausch und gegebenenfalls der Modulation der Sender dienen, eine vergleichbare Qualität gewährleistet wird. Analoge Übertragungsverfahren scheiden von vornherein aus. Auch die derzeit in der Diskussion befindlichen digitalen Übertragungssysteme, die ausschließlich digitale Kompander verwenden und für die teilweise bereits eine Gerätetechnik existiert, erfüllen die oben genannten Anforderungen nicht. Es wird notwendig, eine neue Generation von digitalen Tonübertragungssystemen zu entwickeln, die allen Erfordernissen der Zukunft entspricht.

3. Anforderungen an künftige Systeme zur digitalen Tonsignalübertragung

3.1. Quellencodierungsparameter

Nachdem festgestellt wurde, daß als Audiobandbreite 15 kHz ausreichend sind [14], sollten 32 kHz als Abtastfrequenz beibehalten werden. Über dem maximalen Programmpegel sollten 3 bis 6 dB Übersteuerungsreserve vorgesehen werden. Dieser Wert kann klein gehalten werden, weil mit einer Kaskadierung mehrerer Codierer-Decodierer-Abschnitte nicht mehr gerechnet zu werden braucht. Die Codierung sollte gleichförmig in 14 Bit erfolgen. Pre- und Deemphasisnetze sind prinzipiell nicht mehr notwendig, doch muß diese Frage noch studiert werden. Für die sende- und empfangsseitigen Bandbegrenzungstiefpässe ist nach [15] eine Sperrdämpfung $a_s \geqq 50$ dB ausreichend.

3.2. Bitfehlerschutz

Auf digitalen Übertragungsstrecken entstehen Bitfehler, die im Audiosignal als mehr oder minder laute Knacke hörbar werden. Allgemein wird ein

Knack je Stunde als tragbar angesehen. Zwar gibt es noch keine endgültigen Empfehlungen für das Fehlerverhalten eines internationalen Bezugskreises, doch zeigen die bis jetzt bekannt gewordenen Meßwerte, daß sich diese Forderung ohne besondere Maßnahmen nicht erfüllen läßt. Bei der digitalen Tonsignalübertragung sind demnach Vorkehrungen zum Schutz gegen Bitfehler zu treffen. Dabei muß eine mittlere Bitfehlerhäufigkeit von 10^{-5} zulässig sein. Neben dieser spielt die Fehlerstruktur eine Rolle. Die Fehlerschutzverfahren sind so zu wählen, daß ungünstige Fehlerstrukturen nicht zu unerkannten bzw. unkorrigierten Fehlerereignissen führen.

Bei Untersuchungen des Verfassers, die noch nicht veröffentlicht sind, wurde gefunden, daß bei gleichförmiger Codierung in 14 Bit die 7 höchstwertigen Bits (MSB) durch eine einfache Paritätsprüfung zu schützen sind, wenn zum Fehlerschutz eine Fehlerüberdeckungstechnik verwendet wird. Subjektive Testergebnisse haben gezeigt [16], daß als Fehlerüberdeckungstechnik die Wiederholung des letzten ungestörten Abtastwertes nicht ausreichend ist. Vielmehr ist der fehlerhafte Abtastwert besser durch den Mittelwert aus den ihm zeitlich benachbarten Abtastwerten zu ersetzen.

Anstelle einer Fehlerüberdeckungstechnik kann der Bitfehlerschutz auch durch Fehlerkorrektur verwirklicht werden [17].

3.3. Multiplextechnik

Einem codierten, monophonischen Tonsignal wird ein Bitstrom $\Phi_M = \Phi_A + \Phi_F + \Phi_{Sy} + \Phi_{St}$ zugeordnet. Dabei sind

- Φ_A das mit 14 Bit je Abtastwert codierte Analogsignal,
- Φ_F der Bitfluß zum Fehlerschutz,
- Φ_{Sy} der Bitfluß zur Wort- oder Rahmenkennung,
- Φ_{St} der Bitfluß zu Steuer- oder Signalisierungszwecken.

Es wird noch gezeigt werden, daß $\Phi_M \approx 500$ kbit/s ist. Ein stereophonischer Kanal wird dann aus zwei Kanälen mit $\Phi_S = 2\,\Phi_M$ gebildet. Diese Bitraten stehen am Ausgang eines Studios zur Übertragung an. Weil es dafür aber keine genormten digitalen Leitungssysteme gibt und weil es nicht sinnvoll ist, für Tonübertragungszwecke ein spezielles Leitungssystem zu entwickeln, müssen die üblichen Digitalsignalverbindungen mit 2,048 Mbit/s (DSV 2) zur Übertragung benutzt werden. Der Pulsrahmen des

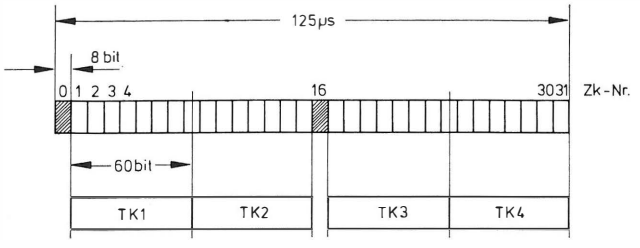


Bild 1

Pulsrahmen des Systems PCM 30 bei Belegung mit maximal 4 Tonkanälen

TK: Tonkanal
ZK: Zeitkanal

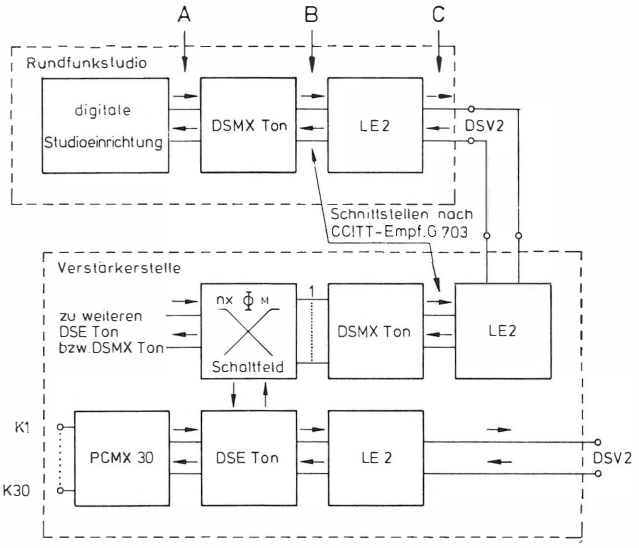


Bild 2

Tonsignalverarbeitung in einem künftigen digitalen Nachrichtennetz

PCM 30:	Multiplexgerät für 30 Fernsprechkanäle (K1 bis K30)
DSE Ton:	Digitalsignal-Einfügungsgerät für 1 bis 4 digitale Tonkanäle mit Φ_M
DSMX Ton:	Digitalsignal-Multiplexgerät für 4 digitale Tonkanäle mit Φ_M
LE 2:	Leitungsendgerät für Digitalsignalgrundleitung mit 2048 kbit/s
DSV 2:	Digitalsignalverbindung mit 2048 kbit/s
A, B und C:	Mögliche Schnittstellen zwischen Rundfunkanstalten und Fernmeldeverwaltung

Grundsystems PCM 30 ist entsprechend zu belegen. **Bild 1** zeigt diesen Rahmen von 125 μs Dauer, bestehend aus 256 Bit, die in 32 Zeitkanäle zu 8 Bit unterteilt sind. Die Zeitkanäle 1 bis 15 und 17 bis 31 dienen der Übertragung von Fernsprechsignalen und können bei Bedarf mit codierten Tonsignalen belegt werden. Folgende Forderungen sind bei der Übertragung codierter Tonsignale im Pulsrahmen des Systems PCM 30 im Interesse einer größtmöglichen Systemflexibilität zu erfüllen:

- Eine gemischte Übertragung von Ton- und Fernsprechkanälen ist möglich.
- Im Interesse einer optimalen Stereosignalübertragung kann eine gerade Zahl von Tonkanälen übertragen werden.
- Ein codiertes Tonsignal mit dem Bitfluß Φ_M ist als „Untersystem" gegenüber dem „Obersystem" PCM 30 zu betrachten. Das bedeutet, daß der Pulsrahmen von Φ_M völlig unabhängig von dem des PCM 30 ist. Die Bits von Φ_M werden in der Reihenfolge ihres Eintreffens auf den dafür vorgesehenen Plätzen im System im Rahmen des PCM 30 untergebracht (der Zeitkanal 0 wird dabei freigehalten).
- Bei Bedarf wird eine Taktanpassung des Taktes von Φ_M an den Takt des Systems PCM 30 vorgenommen (siehe hierzu Abschnitt **3.4.**).

Eine künftig mögliche Verbindung einer digital arbeitenden Studioeinrichtung mit den Multiplex- und Übertragungseinrichtungen des Fernmeldenetzes zeigt **Bild 2** [18]. An der Studioschnittstelle A erfolgt

die Übergabe mehrerer codierter Tonsignale an ein Digitalsignal-Multiplexgerät (DSMX Ton), das die Rahmenbildung der einzelnen Untersysteme mit der Bitrate Φ_M übernimmt, diese zu einem Bitstrom von 2,048 Mbit/s zusammenfaßt und an der Schnittstelle B (CCITT-Empfehlung G. 703) an das Leitungsendgerät für die Digitalsignalgrundleitung mit 2,048 Mbit/s (LE 2) übergibt. An der leitungsseitigen Schnittstelle C beginnt der Übertragungsweg zur Tonübertragungsstelle der Post über eine Digitalsignalverbindung mit 2,048 Mbit/s (DSV 2). Dort erfolgt in einer DSMX Ton ein Demultiplexen in mehrere Signale mit Φ_M, die einem Schaltfeld zugeführt werden. Das Schaltfeld hat ankommende und abgehende Leitungen und bedient DSMX Ton oder Digitalsignal-Einfügungsgeräte (DSE Ton) zur gemischten Belegung von DSV 2 mit Ton- und Fernsprechsignalen. Diese gemischte Belegung ist auf den Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Schaltfeldern, die letztlich Vermittlungsaufgaben erfüllen, bzw. Verstärkerstellen aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich. Nicht unbedingt erforderlich ist sie dagegen auf den relativ kurzen Leitungsabschnitten zwischen Rundfunkstudio und Verstärkerstelle.

Die vorstehend beschriebene Multiplexkonfiguration bietet ein hohes Maß an Flexibilität bei der Übermittlung von Tonsignalen in digitalen Netzen zum Zwecke des Programmaustausches, der Modulation von Sendern sowie der Versorgung von Breitbandverteilnetzen mit Programmen.

3.4. Taktanpassung [19]

Die fehlerfreie Verarbeitung digitaler Signale ohne besondere Taktanpassungsmaßnahmen in Sende-, Multiplex-, Übertragungs-, Vermittlungs- und Empfangseinrichtungen ist nur möglich, wenn die im allgemeinen binären Daten synchron zum Netztakt sind, das heißt, wenn also ein synchrones Netz existiert. Zumindest aber müssen, wie in der Empfehlung G. 811 des CCITT vorgesehen, die Abweichungen der Takte der einzelnen nationalen Netze bzw. der Teile derselben voneinander $\leqq 10^{-11}$ sein. In diesem Falle kommt es nur sehr selten zu einem Synchronverlust („bit slip"), bzw. bei Anwendung entsprechender Vollspeicher zum Verlust eines ganzen Pulsrahmens ohne Synchronverlust. Dieser Zustand wird – wenn überhaupt – erst in einer ferneren Zukunft erreicht werden. Zumindest muß bezweifelt werden, daß die Takte der Nachrichtennetze und der Rundfunkstudios synchron zueinander sind oder eine geringere Abweichung als 10^{-11} voneinander haben.

Für den Fall einer größeren Taktabweichung (z. B. 10^{-4}) zwischen Ober- und Untersystem sind verschiedene Verfahren zur Anpassung möglich.

a) Es werden je nach Vorzeichen der Taktabweichung unter Verwendung eines eine größere Anzahl von Codeworten fassenden variablen Zwischenspeichers einzelne Worte aus dem Bitstrom ausgeblendet oder doppelt übertragen. Mit einem Nullwertdetektor wird dafür gesorgt, daß diese Manipulation in den Pausen des Analogsignals ausgeführt und somit vom Zuhörer nicht als störend empfunden wird [20].

b) Es wird ein unter anderem in [19] beschriebenes klassisches Taktanpassungsverfahren angewendet, bei dem die Adaption des Taktes des Untersystems, im vorliegenden Falle des Tonsignals mit Φ_M, an den des Obersystems durch Einfügen von Leerbits in den Bitstrom bzw. durch Ausblenden von Informationsbits aus diesem erfolgt. Die ausgeblendeten Bits müssen dann an anderer Stelle im Rahmen des Obersystems untergebracht werden. Ebenso muß mittels im Obersystem vorhandener Zusatzkapazität die Tatsache der Durchführung eines Taktanpassungsvorgangs zur Empfangsseite signalisiert werden.

Grundsätzlich kann gesagt werden, daß **solche** Taktanpassungsverfahren vorteilhaft sind, die im Falle der Einführung eines synchronen Netzes einfach weggelassen werden können. Bei Anwendung eines Verfahrens nach b) sind dies die positiv-negative und die positiv-null-negative Taktanpassung.

4. Vorschlag für ein künftig anwendbares System zur digitalen Tonsignalübertragung

Nachstehend wird nun ein Vorschlag für ein System gemacht, der den in Abschnitt **3.** aufgestellten Forderungen gerecht wird.

4.1. Die erforderliche Bitrate

Mit einer Abtastfrequenz von 32 kHz und einer gleichförmigen Codierung jedes Abtastwertes in 14 Bit ergibt sich für einen codierten Tonkanal ein Bitfluß $\Phi_A = 448$ kbit/s.

Hält man im Rahmen des Systems PCM 30 den Zeitkanal 0 (siehe Abschnitt **3.3.**) und zunächst auch den Zeitkanal 16 frei, so stehen zur Übertragung codierter Tonsignale maximal 30 Zeitkanäle oder 30×64 kbit/s = 1920 kbit/s zur Verfügung. Es wird deutlich, daß hierin höchstens vier Bitflüsse Φ_A enthalten sein können. Auf den einzelnen Monokanal entfielen $\Phi_M = 480$ kbit/s, so daß für Φ_F, Φ_{Sy} und Φ_{St} insgesamt 32 kbit/s verblieben. Der Bitfluß Φ_M = 480 kbit/s ist derjenige, der im Fernmeldenetz durch Multiplex-, Einfügungs- und Vermittlungstechnik zu verarbeiten sein wird. Der Fernmeldebetrieb hat sich nur für diese Bitrate zu interessieren, nicht für den Rahmenaufbau usw. Dies ist Aufgabe der Rundfunkgesellschaften.

Die Ausnutzung des Rahmens des PCM 30 kann in der Weise erfolgen, daß bei Übertragung eines Flusses Φ_M (monophonischer Tonkanal) 7,5 (also 8) Fernsprechzeitkanäle belegt werden. Zur Übertragung eines Stereosignals $\Phi_S = 2\,\Phi_M$ werden 15 Zeitkanäle benötigt (**Bild 1**).

4.2. Ein möglicher Rahmenaufbau

Für den Rahmenaufbau des Bitstroms Φ_M = 480 kbit/s sind verschiedene Möglichkeiten gegeben. Da es sich nicht um ein Zeitvielfach mehrerer Kanäle, sondern um die Folge der Codeworte **eines** Kanals handelt, bietet sich eine Verteilung der oben erwähnten Zusatzkapazität von 32 kHz in der Weise an, daß nach jeweils 14 Bit eines codierten Abtastwertes ein Zusatzbit ZN eingefügt wird (**Bild 3**).

Die geradzahligen Zusatzbits Z1, Z3, Z5, ... dienen der Rahmensynchronisierung sowie zu Steuer-

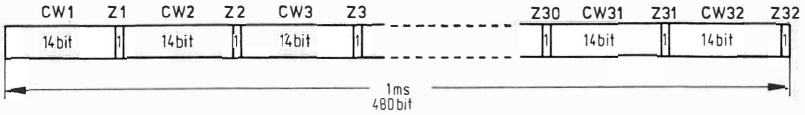


Bild 3

Pulsrahmen für einen monophonischen digitalen Tonkanal

CW 1 bis CW 32: Codeworte mit 14 Bit
Z1, Z3, Z5, . . .: Bits zur Rahmensynchronisierung usw.
Z2, Z4, Z6, . . .: Bits zum Fehlerschutz

und Signalisierungszwecken. Sie repräsentieren damit die Bitflüsse $\Phi_{Sy} + \Phi_{St} = 16$ kbit/s. Die geradzahligen Zusatzbits Z2, Z4, Z6, ... entsprechen $\Phi_F =$ 16 kbit/s und dienen dem Schutz gegen Bitfehler. Auf zwei Abtastwerte entfällt ein Zusatzbit. Die Art des Fehlerschutzes sei offengelassen. Es sind sowohl Fehlerkorrekturverfahren [17] als auch Fehlerüberdeckungsverfahren [16] anwendbar. Es konnte gezeigt werden [21], daß im letzteren Falle 1 Paritätsbit in Kombination mit einem wirksamen Fehlerüberdeckungsverfahren drei oder sogar vier nicht unmittelbar benachbarte Codeworte ein und desselben Kanals schützen kann.

In **Bild 3** ist eine mögliche Rahmenstruktur dargestellt. Der Rahmen von 1 ms Dauer umfaßt 480 Bit, die in 32 aufeinanderfolgende Codeworte CW 1 bis CW 32 aufgeteilt sind. Zwischen jeweils zwei Codeworten wird ein Zusatzbit ZN übertragen.

4.3. Die Taktanpassung

Die Notwendigkeit für die Anwendung von Taktanpassungsverfahren war in Abschnitt **3.4.** dargelegt worden. Sie kann immer dann erforderlich werden, wenn Digitalsignale Φ_M oder Φ_S entweder vom Rundfunkstudio an das Nachrichtennetz oder von einem Multiplex- bzw. Einfügungsgerät an ein anderes abgegeben werden und die zugehörigen Takte plesiochron zueinander sind (z. B. 10^{-4}).

Nachstehend sei nun eine Möglichkeit zur Taktanpassung nach einem klassischen Verfahren beschrieben. Das Fernsprechsystem PCM 30 sei dabei

Rahmen	Bitstelle im Zeitkanal 16							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	8 Bit Überrahmenkennung							
1	1	1	1	1	17	17	17	17
2	2	2	2	2	18	18	18	18
3	3	3	3	3	19	19	19	19
4	4	4	4	4	20	20	20	20
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	15	15	15	15	31	31	31	31

Tabelle 1

Zuordnung der Bits des 16. Zeitkanals zu den Fernsprechzeitkanälen

das „Obersystem", an dessen Taktfrequenz der Bitstrom Φ_M eines als „Untersystem" bezeichneten codierten Tonsignals anzupassen ist. Φ_M belege im Pulsrahmen des PCM 30 die 60 Bit vom Zeitkanal 1 bis zur Hälfte des Zeitkanals 8 (**Bild 1**).

Die Taktanpassung erfolgt nun in der Weise, daß an vereinbarter Stelle im Rahmen des PCM 30 je nach Vorzeichen der Taktabweichung ein Bit aus Φ_M übergangen, also nicht übertragen, oder ein Leerbit eingefügt wird. 16 Rahmen des PCM 30 (Zählweise 0 bis 15) bilden einen Überrahmen. Die vereinbarte Taktanpassungsstelle sei das erste Bit im Zeitkanal 1 des Rahmens 0 des PCM 30. Die im Multiplexer sendeseitig durchgeführte Taktanpassungsmanipulation muß empfangsseitig im Demultiplexer rückgängig gemacht werden, da sonst der am Ende der Übertragungskette befindliche Tonsignaldecodierer laufend seinen Synchronismus verliert. Dieses Rückgängigmachen kann nur erfolgen, wenn der Demultiplexer die Taktanpassungszustände signalisiert bekommt. Hierzu ist zusätzlich Informationskapazität erforderlich, die aber im Zeitkanal 16 zur Verfügung steht. Die Bits des 16. Zeitkanals dienen beim Fernsprechsystem PCM 30 der Übertragung vermittlungstechnischer Kennzeichen. In **Tabelle 1** ist ihre Aufteilung auf die einzelnen Fernsprechzeitkanäle dargestellt. Man erkennt, daß je Zeitkanal in dem aus 16 Rahmen bestehenden Überrahmen 4 Bit zur Verfügung stehen. Werden nun durch einen Bitstrom Φ_M die ersten 7,5 Zeitkanäle jedes Rahmens belegt, so sind 60 Bit im Zeitkanal 16 für andere Zwecke frei. Diese 60 Bit reichen völlig aus, um die drei möglichen Taktanpassungszustände bitfehlergeschützt zur Empfangsseite zu übertragen:

1. Im betreffenden Überrahmen ist keine Taktanpassung vorgenommen worden.
2. Die Taktfrequenz von Φ_M ist etwas niedriger als ihr Sollwert im Falle des synchronen Betriebs. An der vereinbarten Stelle wurde ein Leerbit eingefügt (positive Taktanpassung).
3. Die Taktfrequenz Φ_M ist etwas höher als ihr Sollwert. An der vereinbarten Stelle wurde aus Φ_M ein Bit entnommen, dessen Informationsgehalt ebenfalls mit zu übertragen ist.

Die aufgeführten drei Zustände können prinzipiell mit 2 Bit übertragen werden. Die nachstehende Kombination ist ein Beispiel:

00 keine Taktanpassung,

11 positive Taktanpassung,

10 negative Taktanpassung, entnommenes Bit „1",

01 negative Taktanpassung,
entnommenes Bit „0".

Weil jedoch auf dem Übertragungsweg auftretende Bitfehler auf diesen, die Taktanpassung signalisierenden Bits ernste Folgen für den empfangsseitigen Demultiplexer haben (Verlust des Synchronismus), ist ein Bitfehlerschutz mit Korrekturmöglichkeit erforderlich. Auf Einzelheiten sei hier nicht eingegangen. Es sei nur erwähnt, daß die notwendige Informationskapazität beispielsweise verdreifacht werden kann.

Bezugnehmend auf **Bild 2** ist festzustellen, daß die Taktanpassungsoperation in den DSMX Ton und den DSE Ton durchgeführt wird. Damit wird deutlich, daß die Fernmeldeverwaltung in ihrem Netz diese Maßnahmen vorsehen muß. Abhängig davon, ob künftig die Schnittstelle zwischen Fernmeldeverwaltung und Rundfunkanstalten bei A, B oder C liegen wird, sind auch die Rundfunkanstalten betroffen. Nur bei Wahl der Schnittstelle A wäre die Taktanpassung ausschließlich Aufgabe der Post.

5. Schlußbetrachtung

Mit den vorstehenden Ausführungen sollte eine Diskussion über die Strategie bei der digitalen Tonsignalübertragung in der Zukunft angeregt werden. Ausgehend von hohen Forderungen an die Qualität der zu übertragenden Tonsignale wurde auf der Basis des Fernsprechsystems PCM 30 ein Systemvorschlag zur digitalen Tonsignalübertragung in Fernmeldenetzen gemacht. Dem Problem der Taktabweichung wurde durch Betrachtungen zur Taktanpassung Rechnung getragen.

SCHRIFTTUM

[1] Hautsch, F.: Versuchssysteme zur Erprobung der PCM-Tonübertragung im Bereich der DBP. Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1979, S. 13 bis 41. Hrsg. v. Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1979.

[2] Hochrath, H.; Pexa, G.; Thoma, W.: Tonprogrammübertragung mit dem PCM-Tonkanalsystem MStD. telcom report 2 (1979), Beiheft Digital-Übertragungstechnik, S. 52 bis 58. Hrsg. v. d. Siemens AG, Berlin-München 1979.

[3] Croll, M. G.; Osborne, D. W.; Spicer, C. R.: Digital sound signals: the present BBC distribution system and a proposal for bit-rate reduction by digital companding. IBC Conference Publication No. 119 (1974), S. 90 bis 95. Hrsg. v. IEE, London-New York 1974.

[4] Jakubowski, H.: Quantisierungsverzerrungen in digital arbeitenden Tonsignalübertragungs- und -verarbeitungssystemen. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 91 bis 92.

[5] Hessenmüller, H.; Wellhausen, H. W.: Die Möglichkeit der Übertragung von Rundfunkprogrammen über PCM-Leitungswege. Tech. Bericht A 442 TBr 10 des Forschungsinstituts der DBP beim FTZ, Darmstadt 1968.

[6] Hessenmüller, H.: The transmission of broadcasting programs in a digital integrated network. IEEE Trans. on Audio and Electroacoust., Vol. AU-21 (1973), S. 17 bis 20.

[7] CCIR: Draft modifications to report 647-1, Tabelle 1. Doc. CMTT/203-E, Oktober 1980 (noch nicht veröffentlicht).

[8] Brown, A.: The search for a common standard for the encoding of high-quality sound signals, for international transmission. E.B.U. Rev. Tech. No. 177 (Oktober 1979), S. 228 bis 232.

[9] Altmann, K.: Untersuchungen an einem PCM-System zur Tonsignalübertragung. Hörrundfunk 5. NTG-Fachberichte Bd. 72, S. 69 bis 75. Hrsg. v. VDE-Verlag, Berlin 1980. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 254 bis 259.

[10] Compact-Schallplatte: mit 770 kbit/mm² in die 80er Jahre. Funkschau 51 (1979), aktuell, S. 11 bis 12.

[11] Ein weiterer Vorschlag für die PCM-Schallplatte. Funk-Technik 34 (1979), S. T 553 bis T 555..

[12] Geräte für die digitale Signalverarbeitung im Tonstudio. Funkschau 51 (1979), S. 760 bis 762.

[13] Schreitmüller, W.: Modulationsverfahren für die Tonübertragung über 12-GHz-Rundfunksatelliten. Hörrundfunk 5. NTG-Fachberichte Bd. 72, S. 246 bis 253. Hrsg. v. VDE-Verlag, Berlin 1980. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 260 bis 265.

[14] Plenge, G.; Jakubowski, H.; Schöne, P.: Which bandwidth is necessary for optimal sound transmission. 62nd AES Convention, Brüssel 1979, Preprint 1449 (G-6).

[15] Hessenmüller, H.: Zur Frage des Tiefpaßfilters bei digitaler Tonsignalübertragung. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 233 bis 236.

[16] CCIR: Protection of digitally coded sound signals against bit errors. Doc. CMTT/82-E (Addendum), Juli 1980.

[17] Caine, C. R.; English, A. R.; O'Clarey, J. W. H.: NICAM 3: near-instantaneously companded digital transmission system for high-quality sound programmes. The Radio and Electronic Eng., Vol. 50 (1980), S. 519 bis 530.

[18] Hessenmüller, H.: Schnittstellenprobleme bei der digitalen Tonsignalübertragung. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 64 bis 67.

[19] Hessenmüller, H.; Bartel, W.: Die Taktanpassung bei digitaler Tonsignalübertragung. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 207 bis 211.

[20] Gilchrist, N. H. C.: Digital sound: sampling-rate synchronisation by variable delay. BBC Research Department Report. BBC RD 1979/17, September 1979.

[21] Hessenmüller, H.; Martin, D.: A system for the transmission of broadcast programmes on digital subscriber lines. ISSLS 80. NTG-Fachberichte Bd. 73, S. 172 bis 176. Hrsg. v. VDE-Verlag, Berlin 1980.

NEUE SENDEANTENNE FÜR DIE STATION RIMBERG ZUR SIMULTANEN AUSSTRAHLUNG VON 3 FERNSEHPROGRAMMEN MIT JE 20/2 kW SENDERLEISTUNG IM UHF-BEREICH

1. Einleitung

Zur Verbesserung der Abstrahlung des 2. und 3. Fernsehprogramms war 1977 beschlossen worden, den 1962/63 errichteten, 222 m hohen, abgespannten Antennenträger umzubauen. Dazu waren bei weiterlaufendem Sendebetrieb die oberhalb der letzten Abspannung liegenden 42 m so zu verändern, daß Platz für eine völlig neue UHF-Sendeantenne geschaffen wurde. Die Antennen, die in der Umbauphase einen Notbetrieb ermöglichten, sollen auch künftig als Reserveantennen verfügbar sein.

Der Senderstandort Rimberg des Hessischen Rundfunks wird seit 1965/66 auch von der Deutschen Bundespost zur Ausstrahlung des 2. und 3. Fernsehprogramms mitbenutzt. Der Antennenträger besteht bis zu einer Bauhöhe von 180 m aus einer jeweils 3fach in 4 Ebenen abgespannten quadratischen Stahlgitterkonstruktion mit 1,8 m Seitenlänge. Dieser Bereich ist nahezu vollständig mit den Sende- und Empfangsantennen für UKW-Rundfunk, Polizeifunk, nöbL[1], Funkdienste des Katastrophenschutzes sowie einem großen Spiegel für Richtfunk belegt. Der 42-m-Kragarm oberhalb der letzten Abspannung war bisher mit den Sendeantennen für die 3 Fernsehprogramme belegt (**Bild 1**).

2. Aufgabenstellung

Die Sendeantenne für das 1. Fernsehprogramm hatte aufgrund ihrer elektrischen und mechanischen Konzeption ein für den damaligen Stand der Technik gutes, das heißt relativ rundes Strahlungsdiagramm (**Bild 2**).

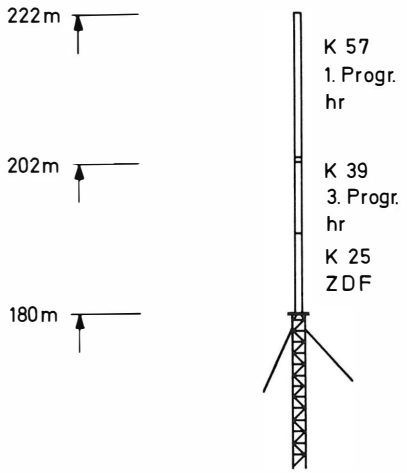


Bild 1
Antennenträger vor dem Umbau

Im Gegensatz hierzu erwiesen sich die Sendeantennen für das 2. und 3. Fernsehprogramm als ziemlich unrund, das heißt im Versorgungsgebiet blieben nicht unerhebliche Lücken (**Bild 3**). Schon vor Jahren stellte daher die DBP Überlegungen dahingehend an, wie man bessere Sendeantennen für das 2. und 3. Fernsehprogramm realisieren könnte. Die Belegung des Antennenträgers bot aber keine Gelegenheit mehr für die Anbringung zusätzlicher Strahler.

Von den diskutierten Lösungen blieb nur eine Alternative: Man mußte eine der seitherigen Fernsehsendeantennen „opfern", um an deren Stelle eine neue Konstruktion montieren zu können. Nach eingehender Diskussion waren die Deutsche Bundespost und der Hessische Rundfunk davon überzeugt, daß als technisch beste Lösung der Bau einer neuen Simultanantenne für alle 3 Fernsehprogramme anzusehen sei. Die Entscheidung für diese Maßnahme fiel im Jahre 1977. Die am oberen Ende des 222-m-Mastes montierte Sendeantenne für das 1. Fernsehprogramm sollte durch eine neue, doppelt gespeiste Simultanantenne ersetzt werden. Die drei 20/2-kW-Fernsehsender für die drei Fernsehprogramme sollten mittels einer 3fach-Weiche zusammengeschaltet werden und die neue Antenne über zwei neu zu montierende Energiekabel einspeisen. Zusätzlich wurde gefordert, den Senderbetrieb während der Umbauphase aufrechtzuerhalten.

Der Fernsehsender Rimberg versorgt direkt ungefähr 300 000 Teilnehmer, außerdem sind 22 Fernsehumsetzer und 1 Grundnetzsender des Hessischen Rundfunks für das 1. Programm sowie 18 Umsetzer der Deutschen Bundespost für das 2. und 3. Programm auf Empfang vom Rimberg ausgerichtet.

3. Realisierung

3.1. Simultanantenne

Erschwerend für die Realisierung des Projektes „Simultanantenne für 3 x 20 kW auf den UHF-Kanälen 25, 39 und 57" war die Forderung, daß auch jeweils die Halbantennen für diese Leistung geeignet sein mußten.

Noch während der Ausschreibungsfrist begannen die Vorbereitungen für den Umbau der Antennen im Be-

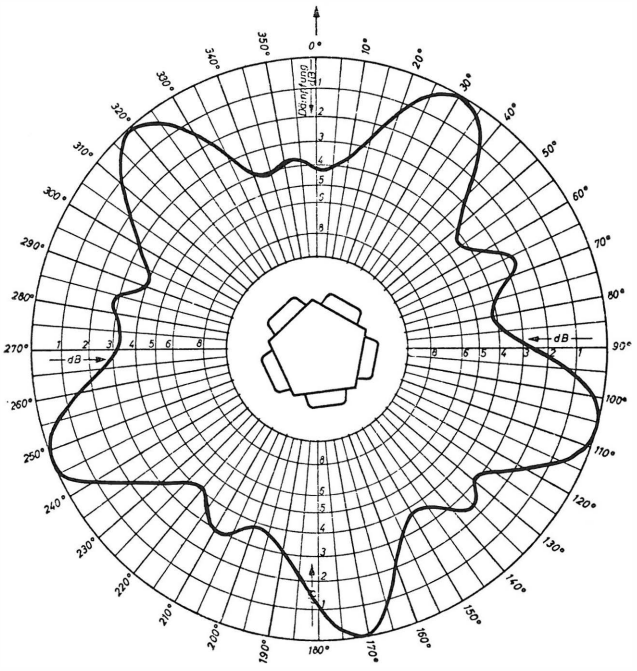


Bild 2
Horizontaldiagramm Kanal 57
1964 aufgebaute Fernsehantenne

[1] nicht öffentlicher beweglicher Landfunkdienst

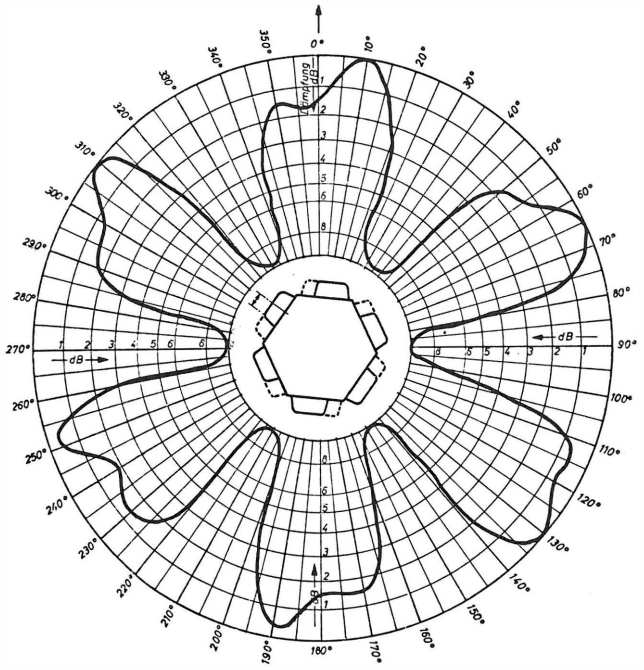


Bild 3
Horizontaldiagramm Kanal 39
Reserveantenne für das 3. hessische Fernsehprogramm

reich zwischen 180 m und 202 m (siehe hierzu **Bild 4**). Die Fernsehsender der Deutschen Bundespost zur Ausstrahlung des 2. und 3. Programms, Kanal 25 und 39, wurden über eine 2fach-Weiche zusammengefaßt und über ein 5-Zoll-Kabel mit den unteren 4 Ebenen der vorhandenen Band-IV-Felder verbunden. In den darüberliegenden Ebenen 5 bis 7 mußten die vorhandenen Band-IV-Felder abgebaut und gegen solche für Band V ausgewechselt werden (**Bild 6**). Leider sind die Band-V-Felder auch mechanisch kleiner und, bedingt durch die 6eckige Konstruktion und den noch relativ großen Mastquerschnitt, reicht die damit zu schaffende Sendeantenne wirklich nur für einen Notbetrieb aus. Hinzu kommt noch, daß die Ebene 8 an der 6eckigen Stahlkonstruktion zur Befestigung der Hilfskonstruktion für den Austausch der Mastspitze benötigt wurde. Aus **Bild 5** kann man leicht erkennen, daß diese Hilfskonstruktion die Einleitung nicht unerheblicher Kräfte in den darunterliegenden Mastbereich erfordert. Damit blieben also für den Not-

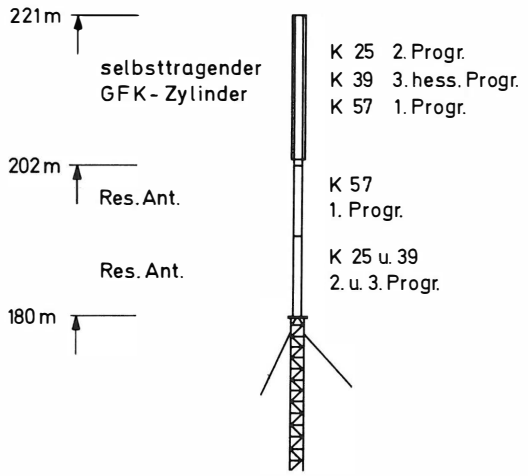


Bild 4
Antennenträger nach dem Umbau

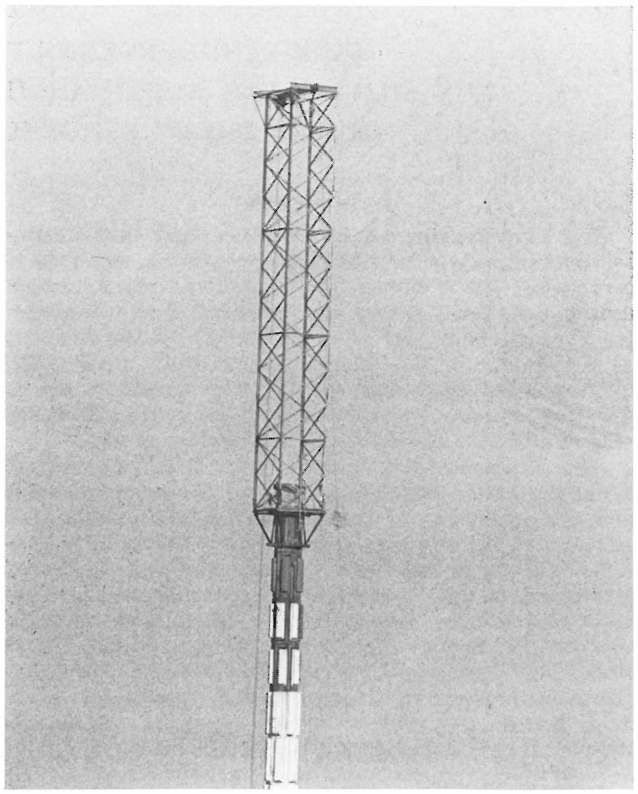


Bild 5
Kragarm mit aufgesetzter Hilfskonstruktion
Die alte Band-V-Antenne ist bereits demontiert; die Befestigung der Hilfskonstruktion beansprucht den Platz einer Ebene der darunterliegenden (Reserve-)Antenne (Foto: Pöhlmann)

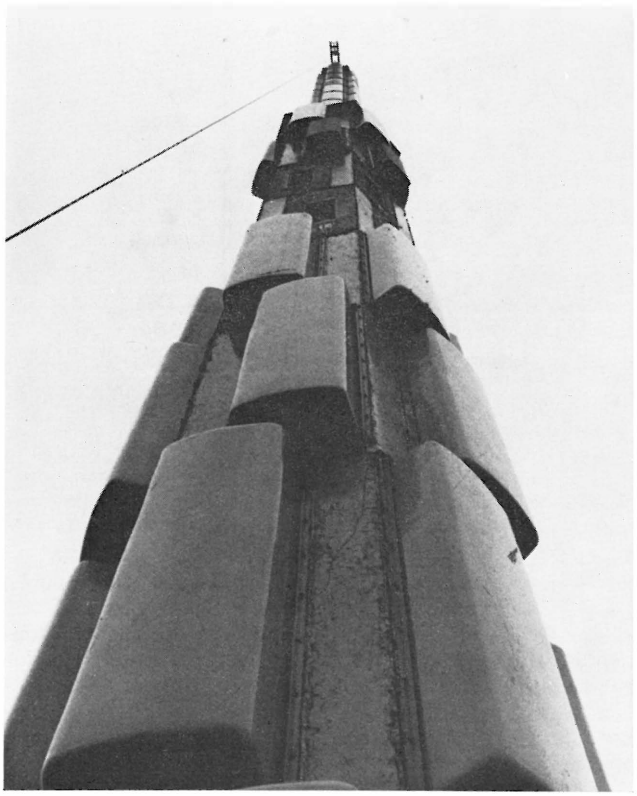


Bild 6
Blick auf den 40-m-Kragarm
Unten Antennenfelder für Band IV (3 Ebenen); darüber werden Antennenfelder gegen die für Band V geeigneten ausgewechselt (Foto: Fritsch)

betrieb des 1. Fernsehprogramms in Kanal 57 nur 3 Ebenen Antennenfelder an der 6eckigen Konstruktion übrig.

Im April 1980 begannen die eigentlichen Montagevorbereitungen für den Austausch der Mastspitze. Die neue Simultanantenne war inzwischen werkabgenommen. Die Messungen auf dem Prüfstand bei Rohde & Schwarz ließen erkennen, daß eine Unrundheit von $<\pm 1$ dB erwartet werden konnte.

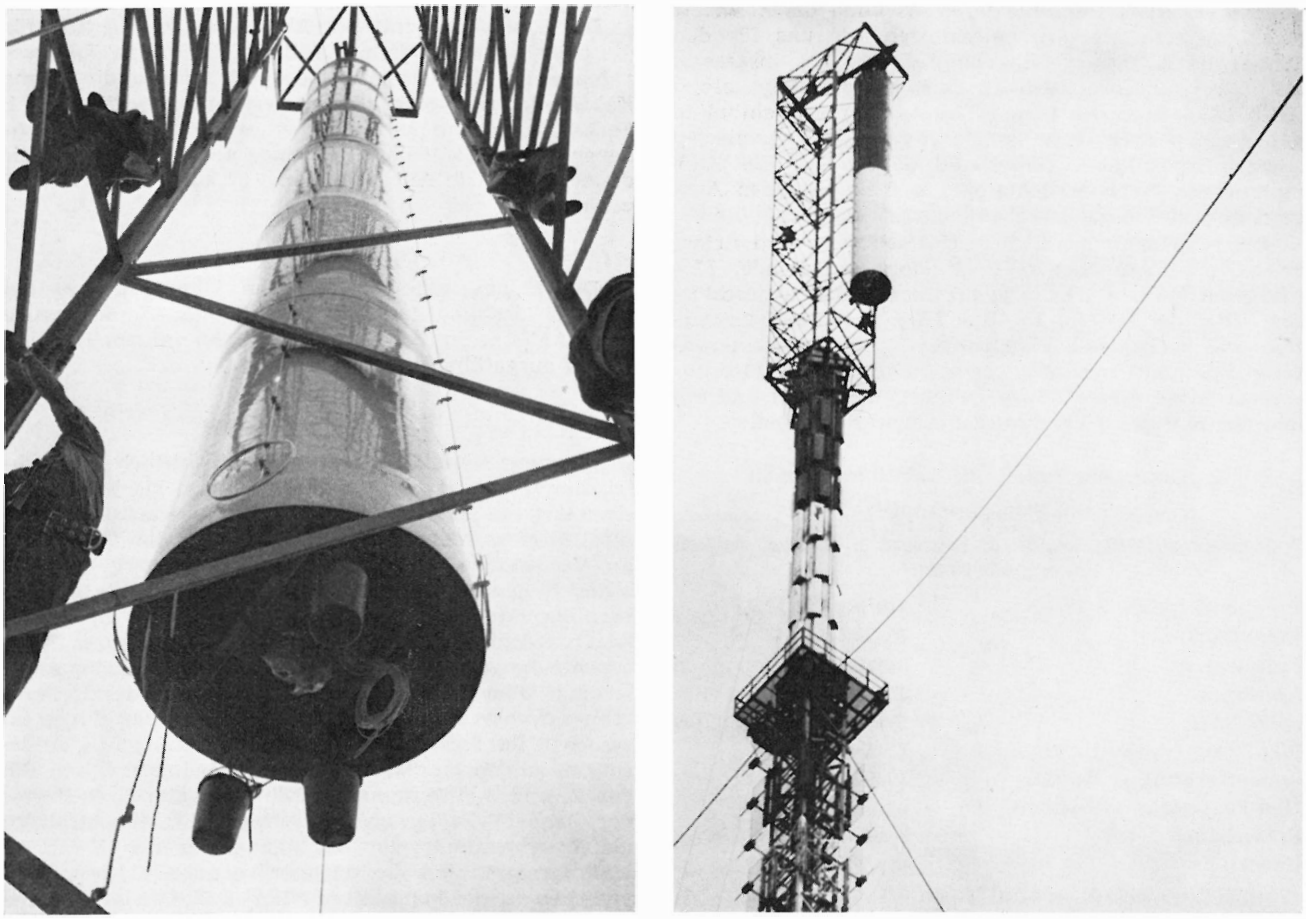
In den Nachrichtensendungen von Hörfunk und Fernsehen des Hessischen Rundfunks sowie in der Regionalpresse des Versorgungsgebietes rund um den Rimberg wurden die Fernsehteilnehmer auf die bevorstehenden Beeinträchtigungen aufmerksam gemacht. Die Montage des Hilfsgerüstes begann am 30. April 1980. Am gleichen Tag wurde der Fernsehkanal 57 (1. Programm) auf die erheblich schlechtere Notantenne geschaltet. Die Beeinträchtigungen im Versorgungsbereich waren für die Betroffenen sicher unangenehm, hielten sich aber in Grenzen. Die Anzahl der eingegangenen Beschwerden lag unter 100.

Am 3. Juni war die alte Mastspitze demontiert und der obere Teil des Antennenträgers bot die Ansicht gemäß **Bild 5**. Am 6. Juni wurde die neue Antenne „gezogen". Es war der einzige nahezu windstille sonnige Tag zwischen Anfang Juni und Ende Juli! Siehe hierzu **Bilder 7a** und **7b**. Am 11. August begannen das „Einmessen" der neuen Antenne und die ersten Versuchsstrahlungen und Belastungstests. Die Vermessung der Horizontal- und Vertikaldiagramme mit dem vom FTZ ausgerüsteten Hubschrauber erfolgte vom 10. bis 12. September. Die Auswertung ergab:

Das Horizontaldiagramm weist im unteren Kanal eine Unrundheit von 2 dB auf. Bei dem mittleren Kanal (39) und dem oberen (57) liegt die Unrundheit unwesentlich über den Pflichtenheftsforderungen. In Anbetracht der sehr großen Bandbreite, die von der Gesamtantenne abzudecken ist, wurde hier auf eine Korrektur verzichtet (**Bild 8**). Das Vertikaldiagramm hat bei der Gesamtantenne eine Absenkung von etwa 1°. Die Halbantennen liegen bei 0,5 bzw. etwa 2° Absenkung. Die Fehlanpassung der Halb- und Gesamtantennen liegt – ohne Speisekabel – über den im Pflichtenheft geforderten 26 dB; über Weiche und Speisekabel gemessen liegen die Werte für a_{rel} über 30 dB.

3.2. Bemerkungen zur statischen und dynamischen Beanspruchung des Bauwerks

Die neue Simultanantenne ist nur unwesentlich leichter als die früher an dieser Stelle angeordnete 5eckige Stahlkonstruktion mit aufgesetzten Antennenfeldern. Der zylindrische Querschnitt bietet allerdings einen etwas besseren C_w-Beiwert von etwa 0,7. Solche zylindrischen Bauwerke, zudem noch als oberes Ende eines über 40 m langen Kragarmes, neigen leider sehr leicht zu Schwingungen aufgrund des Karmannschen Wirbelstraßeneffektes. Abhilfe hiergegen bietet entweder die Anbringung einer Scruton-Wendel oder der Einbau eines Schwingungsdämpfers. Da die Scruton-Wendel den C_w-Beiwert



a) b)

Bild 7

Die neue Simultanantenne wird hochgezogen

Vor dem Einfahren muß die entsprechende Gitterwand der Hilfskonstruktion „geöffnet" werden — der absolut kritischste Montagezustand (Fotos: Conrad)

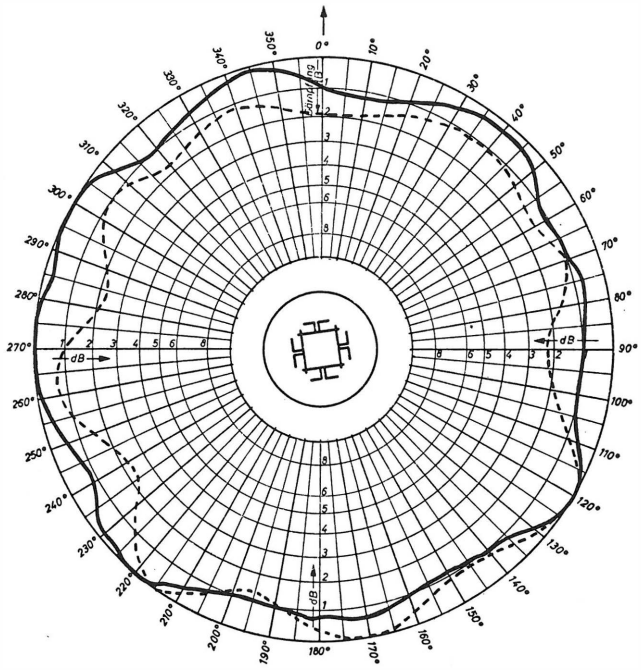


Bild 8
Horizontaldiagramm Kanal 25 ——, Kanal 57 - - - -
Fernsehsimultanantenne

auf 1,3 verschlechtert und deren Wirkung bei Eisansatz stark beeinträchtigt ist, entschlossen wir uns für den Schwingungsdämpfer. Die obersten 2 m des insgesamt etwa 19 m langen selbsttragenden Glasfaser-Kunststoff-(GFK-)Zylinders der neuen Simultanantenne enthalten daher einen nach dem System Reutlinger konzipierten „Schwingungstilger". Dieser soll dem durch die Karmannschen Wirbelstraßeneffekte zu befürchtenden Aufschaukeln des Kragarmes entgegenwirken.

Die schwingungstechnische Untersuchung und Erfassung der am Antennenträger Rimberg auftretenden Momente ist äußerst schwierig und noch nicht abgeschlossen. Über die Berechnung des Tilgers, seine Konstruktion und vorliegende Erfahrungen wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet, wenn entsprechende Messungen im Laufe dieses Jahres in Zusammenarbeit und mit den Geräten des FTZ durchgeführt worden sind.

4. Technische Daten und beteiligte Firmen

4.1. Simultanantenne

Antennenlieferant: Rohde & Schwarz München. Antennentyp AT 651

Frequenzbereich	470 bis 790 MHz
Betriebskanäle	25, 39, 57
Polarisation	horizontal
Impedanz	2 x 50 Ω
VSWR	≦1,05 in den Kanälen
Maximale Leistungsaufnahme	2 x 32 kW eff.
Senderleistung je Kanal	20/2 kW
Gewinn (Bezug $\lambda/2$-Dipol)	im Mittel 14 dB
Speisekabel	2 x 6⅛" Cu 2Y TW
Gewicht	etwa 8 t

Windlast ($q = 2000\ N/m^2$) mit Tilger 4,3 t

a) Aufbau

6 selbsttragende Glasfaser-Kunststoff-(GFK-)Zylinder als Träger des Antennensystems,

48 Richtstrahlfelder aus speziell geformten Strahlerelementen,

2 verlustarme kompakte Rohrleitungs-Verteilerhälften als Speisesystem,

6 quadratische Schächte als Tragekonstruktion für Felder und Verteiler und

1 Schwingungstilger zur Dämpfung von Querschwingungen; Hersteller: Reutlinger + Söhne, Darmstadt, Bauhöhe dieser „Tilgerbox": 2 m.

b) GFK-Zylinder

Die GFK-Zylinder sind aus mit Polyesterharz getränkten Glasfasern im Kreuzwickelverfahren hergestellt. Die 6 Antennenzylinder haben einheitlich einen Innendurchmesser von 1600 mm und eine Höhe von je 2500 mm. Die Zylinderwandstärken betragen 7, 11 und 15 mm. Oben und unten sind die Zylinder mit je einem in die GFK-Konstruktion „eingebundenen" Stahlring versehen, der zur Verschraubung mit weiteren Zylindern bzw. mit dem Tragmast dient. Zum Schutz gegen Blitzschläge sind außen an den Kunststoffzylindern 4 vertikale, durchgehende Blitzableiter angebracht sowie auf der Mastspitze ein Blitzschutzring mit 4 aufgesetzten Stäben. Zulieferer der GFK-Konstruktion: Deutsche Gerätebau Salzkotten.

4.2. Simultanweiche und RF-Schaltfeld

Die 3fach-Weiche zur Zusammenschaltung der 3 Fernsehsender 20/2 kW sowie das Antennenumschaltfeld für die Schaltung auf Halb- bzw. Reserveantennen wurden von der Firma Spinner/München geliefert.

4.3. Speisekabel

Die Speisekabel mit der Abmessung 2 x 6⅛ Zoll für die neue Simultanantenne und 5 Zoll für die Reserveantenne der Deutschen Bundespost lieferte die Firma Kabelmetal/Hannover. Die Reserveantenne für das 1. Fernsehprogramm wird über eines der bereits vorhandenen Kabel 35/103 Cu 2Y eingespeist, die früher die doppelt gespeiste Antenne (Kanal 57 auf der Mastspitze) versorgten.

4.4. Montagearbeiten

Die Montagearbeiten und den Übergang von der 6eckigen Stahlkonstruktion zum Fußflansch der neuen GFK-Antenne hat die Firma BBC Mannheim/Limburgerhof ausgeführt bzw. geliefert.

5. Schlußbemerkung

Die neue Simultanantenne hat hinsichtlich der elektrischen und mechanischen Eigenschaften bis jetzt die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt. Schwankungen der Mastspitze wurden nicht beobachtet. Für die Teilnehmer im Versorgungsbereich des Senders Rimberg bestehen nunmehr gleiche Empfangsbedingungen für alle 3 Fernsehprogramme. Aufgrund des geringeren Gewinnes der neuen Simultanantenne gegenüber der früheren Fünfeckantenne gab es am Rande des Versorgungsgebietes allerdings über einen „schlechten Empfang" des 1. Fernsehprogramms einige Beschwerden, die aber durch inzwischen durchgeführte Teilnehmerberatung und Änderungen an den Empfangsantennen zu beheben waren. Für das 2. und 3. Programm stehen die unteren 4 Ebenen der Band-IV-Felder an der 6eckigen Stahlkonstruktion als Reserveantenne zur Verfügung; für den Kanal 57, 1. Programm, sind die darüberliegenden 4 Ebenen inzwischen wieder komplett montiert und ebenfalls als Reserveantenne betriebsbereit.

Das gesamte Projekt kostete 1,5 Millionen DM und war gegenüber anderen diskutierten Umbaumaßnahmen mit Abstand die preisgünstigste Lösung.

Heinz Fritsch
Hessischer Rundfunk, Frankfurt

LICHTEMPFINDLICHKEIT VON FARBKAMERAS

1. Einleitung

Die Empfindlichkeit einer Fernsehkamera ist immer in Verbindung mit dem Störabstand zu betrachten. Der Begriff Störabstand sollte sich dabei im weiteren Sinn keineswegs nur auf das Rauschen beziehen. Auch gegenüber Störsignalen, Flecken, Nachziehen, Einbrennen muß ein entsprechender Abstand des Signals vorhanden sein. Die Lichtempfindlichkeit der Speicherschichten unserer Kameraröhren ist materialbedingt und von der Schichtdicke beeinflußt. Alle diese Einflußgrößen hat man in den letzten 15 Jahren zu verbessern versucht, mit dem Ziel, die Kameras bei immer niedrigeren Beleuchtungsstärken einsetzen zu können und gleichzeitig kleinere Kameras zu erhalten. Im folgenden werden die Grundlagen und praktisch erzielte Werte zusammengestellt.

2. Einflußgrößen

2.1. Objektive

Um einen bestimmten Lichtstrom Φ auf die Speicherschicht einer Kameraröhre zu bekommen, muß ein entsprechendes Objektiv gewählt werden. Die optischen Verhältnisse für die verschiedenen Bildformate der Kameraröhren findet man in **Tabelle 1**.

Aus der Tabelle und der Eigenschaft von Prismen-Farbteilern, deren größte relative Öffnung f : 1,4 beträgt, kann man erkennen, daß im angegebenen Normalbereich der Öffnung auch mit den kleinen 18-mm-Röhren noch gearbeitet werden kann. Will man jedoch große Öffnungen bei geringerer Schärfentiefe anwenden, so stößt die kleine Röhre als erste an die vom Farbteilerprisma gegebene Grenze. Erst bei Einröhren-Farbkameras ist man in der Lage, hochgeöffnete Objektive – z. B. f : 1,0 – anzuwenden. Bei Einröhren-Farbkameras muß man andererseits Lichtverluste durch die Streifenfilter und schlechtere Störabstände in Kauf nehmen, so daß insgesamt bisher keine Rundfunkqualität erreichbar ist. Es werden deshalb im folgenden nur 3-Röhren-Farbkameras betrachtet [1, 2].

2.2. Speicherschicht

Die Lichtempfindlichkeit der Speicherschicht wird bei Halbleiter-Fotoschichten (Bleioxid, Selen) in μA/lm angegeben. Für weißes Licht bei 2856 K und für die Farbkanäle (mit den festgelegten Meßfiltern) gelten etwa folgende Werte:

Weiß	R	G	B	
300 ... 450	80 ... 140	100 ... 170	35 ... 45	μA/lm

Hierbei wirken sich unterschiedliche Schichtdicken aus: Um eine genügende Auflösung zu erzielen, werden die Schichten von kleineren Röhren dünner hergestellt, wodurch die Empfindlichkeit auf die jeweils niedrigeren Werte absinkt. Bei Selenschichten (Satikon) liegt die Empfindlichkeit insbesondere im Grünkanal im Schnitt um 30 bis 40 % niedriger als bei Bleioxidröhren (Plumbikon, Leddikon).

Für die optischen und die schichtbedingten Empfindlichkeitswerte kann festgehalten werden, daß seit Beginn des Farbfernsehens keine nennenswerten Verbesserungen erzielt wurden – und auch keine in Aussicht stehen. Anders ist jedoch die Situation mit der Verringerung der Störungen Rauschen, Nachziehen, Einbrennen und Flächenstörsignale.

2.3. Störabstand

Der Störabstand – jetzt im engeren Sinn auf das Verhältnis des Signalstroms zu den statistischen Schwankungen (Rauschen) bezogen – ergibt sich bei den Röhren mit direkter Signalableitung in der Hauptsache aus den Eigenschaften des Vorverstärkers [5, 6]. Die hierfür gültige Formel lautet vereinfacht:

$$S = \frac{i_{sign}}{4\,kT\left(\frac{B}{R_A} + \frac{4\,\pi^2 \cdot B^3 \cdot C^2}{3\,g_m}\right)^{1/2}}$$

mit

S = Störabstand
k = Boltzmann-Konstante
T = Temperatur
R_A = Signalableitwiderstand
i_{sign} = Signalstrom
B = Bandbreite
C = Eingangskapazität
g_m = Steilheit des ersten FE-Transistors.

(Der in dieser Formel auch öfter angegebene äquivalente Rauschwiderstand entspricht etwa $1/g_m$.)

Bei gegebener Bandbreite von etwa 5 MHz und einem Ableitwiderstand von rund 1 MΩ fällt der erste Summand im Nenner nicht ins Gewicht. Für die Verbesserung des Störabstandes muß C möglichst klein sein und g_m möglichst groß gewählt werden. Vergrößert man die Steilheit g_m bei einem FET, so wird auch dessen Kapazität C_F größer. Die Kapazität C setzt sich zusammen aus der Kapazität der Röhre C_R, der Schaltkapazität C_S und aus C_F. Vergrößert man bei einem FET die Steilheit und damit C_F, so wird schließlich diese viel größer als die übrigen Kapazitäten. Damit kann die Verminderung von C_S und C_R keinen Vorteil mehr bieten. In der Praxis sollte daher der erste FET nicht übermäßig vergrößert werden. Der neueste Beitrag der Röhrenindustrie ist die „Low Capacitance"-(LOC-)Röhre. Hierbei werden die Signalelektrode auf das unbedingt nötige Maß verkleinert und der Anschlußkontakt kapazitätsarm angebracht. Eingebaut im Spulensatz konnten nach Angaben von Valvo [3, 4] die auf der nächsten Seite angegebenen Verbesserungen erreicht werden (Werte in pF):

Röhrenart	Super-Orthikon	Plumbikon (Satikon)		
Durchmesser (mm)	76	30	25	18
Bildformat (mm)	24 × 32	12,8 × 17,1	9,6 × 12,8	6,6 × 8,8
Maßstabsfaktor	1	0,53	0,4	0,28
Blende für gleiche Schärfentiefe (Normalbereich)	7,6	4	3	2,1
Standardbrennweite (mm)	75	40	30	21

Tabelle 1

Röhren	30 mm	25 mm	18 mm
konventionell	8,5	7,5	6,5
LOC	3,5	3,5	2,5

Wird zusätzlich der erste FET nahe am Anschlußkontakt angebracht, so vermindert sich auch C_S. Damit können beachtliche Störabstände erreicht werden: Verbesserungen von etwa 3 dB sind durchaus möglich. In den letzten 15 Jahren wurden die Störabstände bereits um rund 6 dB verbessert. Da man mit etwa 46 dB sehr gute Bilder erzielen kann, ist es möglich, den Signalstrom kleiner zu wählen, wenn das Rauschen klein gehalten werden kann. Damit ist eine bessere Empfindlichkeit erzielt. Allerdings gewinnen dann andere Störquellen an Bedeutung.

2.4. Nachziehen

Je kleiner der Signalstrom eingestellt wird, desto stärker werden Trägheitseffekte – Nachzieherscheinungen – sichtbar. Diese Trägheitseffekte können reduziert werden, wenn

a) die Speicherfläche verkleinert und

b) das Strahlerzeugersystem verbessert wird.

Beide Wege wurden versucht, und man hat selbst 18-mm-Röhren soweit optimieren können, daß sie heute in der Auflösung den vor 15 Jahren erhältlichen 30-mm-Röhren nicht nachstehen, im Nachziehen aber besser abschneiden. Hinzu kommt noch die Wirkung der Vorbelichtung. Durch diese Maßnahme, die bei 30-mm- und 25-mm-Röhren zum Teil intern von rückwärts erfolgt, bei 18-mm-Röhren über den Farbteiler eingekoppelt wird, sind die Trägheitseffekte so klein geworden, daß selbst bei zusätzlicher Signalverstärkung um 9 dB oder 12 dB die subjektive Störwirkung unter den Verhältnissen bleibt, die wir in den Kameras der ersten und zweiten Generation hinnehmen mußten. Mit derartigen Verstärkungen treten die nächsten Störungen in Erscheinung, nämlich:

2.5. Störsignale, Flecken

Störsignale entstehen vor allem durch Ungleichmäßigkeiten in der Vorbelichtung. So gilt es, einen Kompromiß zwischen Trägheitseffekten und Störsignalen zu suchen. Darüber hinaus wurden die Kompensationsschaltungen in den Kameras verfeinert. Außer Sägezahn – und Parabel – wird heute teils schon eine Rahmenkompensation angeboten, mit welcher die an den Bildrändern besonders ansteigenden Störsignale unterdrückt werden können. Bleibt schließlich ein körniger und wolkiger Bildhintergrund bei hochverstärkten Signalen, gemischt mit Rauschen. Körnigkeit ist der Anfang von Fleckenbildung – wiederum eine Grenze der Empfindlichkeit.

2.6. Einbrennen

Selenschichten und schwefeldotierte Bleioxidschichten sind nicht frei von Einbrenneffekten, insbesondere, wenn stark überbelichtete Stellen für einige Zeit im Bild waren. Auch dieser Störeffekt begrenzt schließlich die Verringerung der für Vollaussteuerung eingestellten Signalströme.

3. Lichtbedarf in der Praxis

Sind also unsere Kameras heute empfindlicher als früher? Darauf kann nur differenziert geantwortet werden:

a) Legt man die 1967 erzielten Qualitätsparameter für Rauschen, Nachziehen und Störsignale zugrunde und betrachtet die hierbei erzielten Verbesserungen, so können die damals erzielten Werte heute mit geringeren Signalströmen erreicht werden, da die Vorverstärker in den Kameras um mindestens 6 dB im Störabstand verbessert wurden (siehe **2.3.**). Hinzu kommt noch eine entsprechende Verringerung der Störsignale und des Nachziehens (**2.4.** und **2.5.**). Dies bedeutet insgesamt ein Gewinn an Empfindlichkeit, so daß mit weniger Licht gearbeitet werden kann.

b) Bleibt man jedoch – wie bei Studiokameras allgemein üblich – mit dem Signalstrom für den Grün- (oder Weiß-)kanal bei den Anfangstagen des Farbfernsehens stehen (etwa 300 nA), so haben wir eine bessere Bildqualität aufgrund der in a) genannten Verbesserungen erreicht. Die Empfindlichkeit und damit der Lichtbedarf sind jedoch gleich geblieben, weil die Speicherschicht nicht verbessert werden konnte (**2.2.**). In Einzelfällen wird heute sogar mit 400 nA und mit zusätzlicher Filterung im Grünkanal gearbeitet – mit dem Resultat, daß der Lichtbedarf noch weiter steigt.

In extremen Fällen (maximale Brennweite, Blende f : 8) kann bei hohen Qualitätsansprüchen gemäß b) eine Beleuchtungsstärke von bis zu 3000 Lux notwendig werden. In diesem Zusammenhang soll hier daran erinnert werden, daß unsere heutigen Objektive bei etwa gleicher Größe wie in der Anfangszeit teilweise auf große Brennweiten gezüchtet wurden. Dabei sinkt die relative Öffnung z. B. von f : 2 bei Weitwinkel auf f : 8 bei maximaler Tele-Einstellung. Andererseits kann jedoch im Grenzfall noch mit etwa 200 Lux gearbeitet werden, wenn die Blende f : 2 verwendbar ist.

c) Betrachtet man Reportagekameras, so gelten dafür wiederum unterschiedliche Überlegungen:

- Einerseits will man an die Qualität der Studiokameras möglichst nahe herankommen. In diesem Fall wird mit 200 nA Signalstrom im Grünkanal gearbeitet und der Verstärkungsschalter auf 0 dB belassen. Der Lichtbedarf beträgt dann – bei nicht voll geöffnetem Objektiv – bis zur Brennweite von etwa 100 mm ungefähr 1000 Lux.
- Bei voll geöffnetem Reportageobjektiv (Blende f : 1,6 und Brennweite bis etwa 100 mm) kann noch mit 400 bis 500 Lux gearbeitet werden.
- Mit großen Objektiven auf dem Stativ und entsprechenden Tele-Einstellungen werden – wie unter b) – etwa 3000 Lux benötigt.

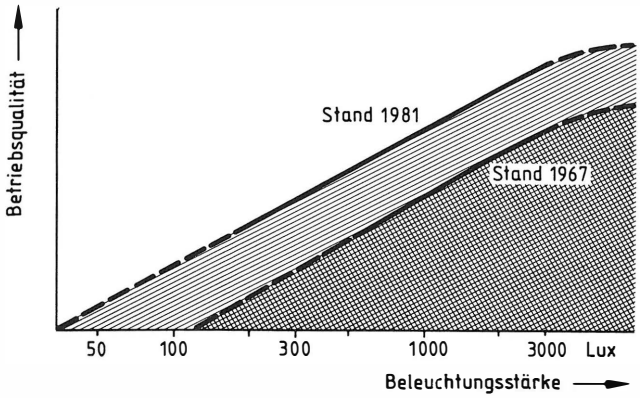


Bild 1
Grafische Darstellung der Verbesserungen

– Andererseits bietet die Reportagekamera mit ihren kleinen Röhrenkapazitäten und relativ guten Störabständen die Möglichkeit, + 6 dB, + 12 dB, ja sogar + 18 dB Verstärkung anzuwenden, was einer Empfindlichkeitserhöhung bis zum Faktor 8 mit einem Lichtbedarf von nur etwa 50 Lux entspricht. Mit steigender Verstärkung sinkt natürlich die Qualität entsprechend ab, so daß bei + 18 dB schon deutliches Rauschen vorliegt.

In **Bild 1** wird versucht, die Verbesserungen grafisch allgemein zu erläutern. Über der logarithmisch abgestuften Beleuchtungsstärke ist eine als „Betriebsqualität" bezeichnete Größe aufgetragen, welche die Bildqualität, die betrieblichen Grenzen der Objektive, die Handhabung und die Einsatzmöglichkeiten zusammenfaßt. Man erkennt darin die heute gegenüber den Anfängen des Farbfernsehens gesteigerte Betriebsqualität bei gleichzeitig im Mittel reduzierter Aufnahmebeleuchtung. Am unteren Grenzwert sind nur extrem eingeschränkte Aufnahmemöglichkeiten bei schlechter Qualität gegeben, ab etwa 3000 Lux kann selbst noch die maximale Tele-Einstellung mit hoher Bildqualität übertragen werden.

Albert Kaufmann
Institut für Rundfunktechnik, München

SCHRIFTTUM

[1] Himmelsbach, P.; Klarmann, H.: Das Schneider „TV-Variogon" 2,1/18 . . . 200 mm. Kino-Technik 22 (1968), S. 251 bis 255.

[2] Macher, K.: Vario-Aufnahmeobjektive für elektronische Farbfernsehkameras. Fernseh- und Kinotech. 34 (1980), S. 359 bis 364.

[3] Franken, A.: Eine neue hochauflösende Plumbiconröhre. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 49 bis 53.

[4] Valvo: Plumbicon-Kameraröhren mit verbesserten Eigenschaften. Valvo Brief v. 16. März 1981. Hrsg. v. Valvo Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg.

[5] Fix, H.; Kaufmann, A.: Zur Frage des Störabstandes bei Fernsehbildaufnahmeröhren. radio mentor 27 (1961), S. 114 bis 116.

[6] Frame, W. W.: Low-Contrast Video Image Sensor — Performance and Considerations. J. of the SMPTE, Vol. 89 (1980), S. 717 bis 720.

TECHNICAL DOCUMENTATION 81

FLAMSTEAD, 13. BIS 15. MÄRZ 1981

Die Society of Electronic and Radio Technicians (SERT) veranstaltete zusammen mit dem Institute of Scientific and Technical Communicators (ISTC) die 4. Tagung unter dem Titel „Technical Documentation" (vorausgegangen waren Tagungen in den Jahren 1974, 1975 und 1978). Diese Tagungen haben inzwischen einen festen Interessentenkreis; in diesem Jahr waren 84 Teilnehmer registriert, 9 davon aus dem Ausland.

Die Vorträge waren auf 4 Sitzungen verteilt:

- Einstellung, Ausbildung und Fortbildung von Mitarbeitern im technischen Bereich,
- Elektronische Hilfsmittel bei der Herstellung technischer Dokumente,
- Hochentwickelte Elektronik – die Probleme des Autors,
- Managementprobleme im Zusammenhang mit der Herstellung technischer Dokumentationen.

Schriftliche Fassungen der Vorträge wurden allen Teilnehmern als Tagungsband zu Beginn der Tagung ausgehändigt. Viele Referenten hielten sich an die Aufforderung der Veranstalter, im mündlichen Referat nur das wesentliche des Vortrags wiederzugeben und zur Diskussion anzuregen. Dabei wurden manche Details angesprochen, die in der schriftlichen Fassung nicht enthalten sind.

1. Ergebnisse und Erkenntnisse

Wer Einzelheiten aus den Vorträgen studieren möchte, sollte sich den Tagungsband beschaffen. Ich möchte mich auf einige mir wichtig erscheinende Anmerkungen beschränken.

1.1. Die Ausbildung von Technischen Autoren

In England gibt es seit über einem Jahrzehnt Ausbildungsgänge für Technische Autoren und eine Abschlußprüfung vor einem neutralen Gremium. Der Staat fördert diese Ausbildung auch dadurch, daß er aus dem Militärdienst ausscheidenden Soldaten nach längerer Dienstzeit die Ausbildung zum Technischen Autor finanziert (etwa vergleichbar dem Berufsförderungsdienst der deutschen Bundeswehr). Dadurch wird nicht nur den Soldaten auf Zeit eine neue Berufslaufbahn eröffnet; für die umfangreichen Dokumentationen für den militärischen Bereich sind Autoren sicher besonders nützlich, die auch im militärischen Bereich eigene Erfahrungen sammeln konnten.

Während der Tagung sprach man davon, daß es in England zur Zeit einige Tausend Technische Autoren gibt, die solche Ausbildungsgänge absolviert haben. Größere Firmen sollen in ihren „Technical Publications"-Abteilungen bis zu hundert oder sogar über hundert Technische Autoren beschäftigt haben. Aber auch in England ist noch immer der Bedarf an qualifizierten Technischen Autoren größer als das Angebot. Einige Autoren aus England sind inzwischen auch in Deutschland tätig, meist für englischsprachige Projekte bei Herstellern von Geräten und Anlagen für das Militär oder für die Zivilluftfahrt.

1.2. Benutzergerechte Handbücher für Betriebs- und Wartungspersonal

Die Bedeutung benutzergerechter Betriebs- und Wartungsunterlagen wird für den Bereich Elektronik besonders hoch eingeschätzt. Während bei der Wartung mechanischer Anlagen 10 % des Wartungsaufwandes für Fehlersuche und 90 % für Fehlerbeseitigung benötigt wird, werden in der Elektronik 90 % der Wartungszeit für Fehlersuche (Diagnose) und 10 % für die eigentliche Reparatur (Auswechseln defekter Funktionseinheiten oder Bauelemente) verwendet. Der hohe Diagnoseaufwand kann durch Einsatz geeigneter Betriebs- und Wartungsunterlagen nachweisbar deutlich reduziert werden (darüber wurde schon in einer früheren Tagung „Technical Documentation" berichtet).

Die Lebensdauer moderner Systeme und Anlagen wurde auf etwa 10 bis 20 Jahre geschätzt. Dies mag für moderne Geräte im Rundfunkbetrieb zu hoch gegriffen sein. Dennoch ist es notwendig, für Betriebsfähigkeit und Wartung der Geräte während der gesamten Lebensdauer zu sorgen. Nicht immer werden die Hersteller bereit oder in der Lage sein, für eine so lange Zeitspanne die Wartbarkeit (zu angemessenen Kosten) zu garantieren. Manche Geräte überleben ihre Hersteller. Der Kaufpreis und die Kosten für den Änderungsdienst von Betriebs- und Wartungshandbüchern und für eine Diagnosesoftware dürfen daher nicht ausschließlich in Relation zum Kaufpreis einer Anlage gesehen werden, sie müssen vielmehr in Relation gesetzt werden zu den Gesamtbetriebskosten während der Nutzungsdauer; dies kann ein Vielfaches der Beschaffungskosten sein.

Der Aufwand für Betriebs- und Wartungshandbücher hängt außer von der zu dokumentierenden Anlage wesentlich auch von Entscheidungen über die Betriebs- und Wartungsphilosophie ab: Vor Beginn der Dokumentation muß entschieden werden, ob gewisse Wartungsarbeiten vom Nutzer der Anlage überhaupt durchgeführt werden (statt Reparatur beim Hersteller oder im Wartungszeitraum) und welche Fachkompetenz, Vorbildung und Ausrüstung Betriebs- und Wartungspersonal haben. Diese Vorentscheidungen beeinflussen wesentlich den finanziellen Aufwand für Handbücher.

1.3. Funktionale Darstellung

Komplexe Anlagen stellen den Technischen Autor vor das Problem einer angemessenen Präsentation der Information mit dem Ziel, die jeweils notwendige Information möglichst rasch zu finden. Die vor längerer Zeit von den englischen Streitkräften eingeführten komplizierten Präsentationsverfahren (z. B. das Functionally Identified Maintenance System FIMS) werden in ihrer vollen Ausführlichkeit von den meisten Benutzern abgelehnt. Insbesondere erfreuen sich die zu diesem System gehörenden Fehlerabhängigkeitsdiagramme (Fault Dependency Charts) keiner großen Beliebtheit. Dennoch setzt sich in Betriebs- und Wartungshandbüchern für elektronische Anlagen im militärischen und zivilen Bereich eine funktionale Darstellung immer weiter durch: Das komplexe System wird in eine Reihe von Hierarchiestufen gegliedert. In der obersten Stufe (Master Level) wird ein genereller Funktionsüberblick gegeben; in den darunterliegenden Hierarchiestufen wird die Anlage immer feiner untergliedert und immer detaillierter dargestellt, bis schließlich Detailschaltbilder aller einzelnen Funktionsgruppen (im untersten Level) dargestellt werden.

Die funktionale Darstellung unterscheidet sich von der bei uns noch weit verbreiteten Form der „Schaltunterlagen" wesentlich:

- die Präsentation enthält in jeder Ebene nur die für diese Ebene notwendigen Einzelheiten, diese aber vollständig;

- die Aufgliederung nach Funktionen (statt nach Baueinheiten) und die Darstellung nach funktionalen Zusammenhängen (statt nach ihrer Anordnung im Gerät) erleichtern das Erkennen von Zusammenhängen, Abhängigkeiten zwischen den Einheiten und damit das Auffinden von Fehlern.

1.4. Einkonstruierte Diagnosehilfen (Design for Maintenance)

Für rechnergesteuerte Geräte bietet sich als Alternative zu Handbüchern eine Diagnosesoftware an, die angesichts der immer geringer werdenden Preise für Speicher heute bereits realistisch ist. Die Ausgabe von „codierten Kommentaren" (Aufleuchten bestimmter LEDs oder Ausgabe von Ziffern oder Symbolen) kann eine erste Stufe sein; wenn ohnehin ein Sichtgerät zur Anlage gehört, sollte die Diagnosesoftware im Klartext Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung ausgeben.

In Diskussionen bestand Einmütigkeit, daß die Voraussetzungen für jegliche Art von Diagnosehilfen bereits bei der Konstruktion eines Gerätes eingeplant werden müssen. Dies gilt auch für die Signaturanalyse; nur wenn die Voraussetzungen hierfür bei der Konstruktion geschaffen werden, können die Kosten niedrig gehalten werden.

Die Benutzer rechnergesteuerter Geräte werden voraussichtlich feststellen müssen, daß verschiedene Hersteller ihre eigenen Diagnosevoraussetzungen schaffen; dies bedeutet für verschiedene Produkte unterschiedliche Diagnosegeräte. Dieser Aufwand ließe sich nur dadurch vermeiden, daß man frühzeitig in die entsprechenden Pflichtenhefte Angaben über Diagnoseverfahren aufnimmt.

1.5. Textprozessoren

Ich verwende den Ausdruck Textprozessoren als Übersetzung von „Word Processor" im Sinne eines Oberbegriffes über die bisher im deutschen Sprachraum verwendeten Begriffe Text-Bearbeitung und Text-Verarbeitung. Textprozessoren haben sich in den letzten Jahren zu einem außerordentlich hilfreichen und auch wirtschaftlichen Mittel der Textbearbeitung entwickelt. Insbesondere in Unternehmen, die Handbücher als Dienstleistung herstellen, gehören Textprozessoren aus Kostengründen zur Standardausrüstung. Durch Speicherung der Texte vom ersten Entwurf bis zur druckfertigen Fassung wird viel Schreibarbeit eingespart; außerdem wird das Einschleichen von Schreibfehlern beim wiederholten manuellen Schreiben und damit auch der Zeitaufwand für das Korrekturlesen deutlich reduziert. Auch wurde von erfolgreichen Versuchen berichtet, bei denen die Autoren an ihren Arbeitsplätzen Eingabetastatur und Sichtgerät haben und ihre Texte unmittelbar während des Entstehens in einen zentralen Textprozessor eingeben. Selbst ein „Zwei-Finger-Schreiber" schreibt so noch schneller als in Handschrift und sieht die Textgliederung auf dem Bildschirm. Das Entziffern von Handschriften durch eine Eingabeschreibkraft entfällt. Der Prozessor bietet nachträglich einen weiten Spielraum an Editiermöglichkeiten für den einmal gespeicherten Text. Als Wunschvorstellung wurde schließlich eingebracht, den so gespeicherten Text auf Floppy-Disk der Druckerei zu liefern, um das nochmalige Schreiben (z. B. auf einem Composer) ebenfalls zu vermeiden. Teilbereiche solcher integrierter Textbearbeitung existieren verschiedentlich; bisher gibt es jedoch wohl noch keine Anlage, die im Gesamtprozeß vom Autorenmanuskript bis zur reprofähigen Vorlage vollständig auf Abschreibvorgänge verzichten kann. Vereinzelt wurden Klarschriftleser eingesetzt, die Schreibmaschinentexte (OCR A oder B und Courier) lesen können. Außerdem gibt es inzwischen Anlagen, die eingegebene Texte mit einem gespeicherten Wörterverzeichnis vergleichen, um eine relativ hohe Anzahl von üblichen Schreibfehlern maschinell zu erkennen und zu vermeiden.

2. Schlußbemerkungen

Ich habe im Verlauf der Tagung die Situation in England mit der Situation im deutschsprachigen Raum des öfteren verglichen. Die Bezeichnung „Technischer Autor" ist bei uns nahezu unbekannt; es gibt keine Ausbildungsmöglichkeiten für Technische Autoren. Es gibt keinen Verband, der ein vergleichbares Forum für einen Gedanken- und Erfahrungsaustausch unter denjenigen Leuten bieten könnte, die in Deutschland derzeit Handbücher produzieren. Es darf daher nicht überraschen, daß es im deutschsprachigen Raum neben sehr guten Betriebs- und Wartungsunterlagen auch sehr bescheidene gibt – dies allerdings nicht nur im deutschsprachigen Raum.

Angesichts der Finanzlage der deutschen Rundfunkanstalten und der nahezu unbeeinflußbar steigenden Personalkosten meine ich, daß einige grundsätzliche Entscheidungen in Kürze getroffen werden müssen:

- **Betriebs- und Wartungsphilosophie:**

  Welche Wartungs- und Reparaturaufgaben müssen in den Rundfunkanstalten ausgeführt werden, welche können beim Hersteller ausgeführt werden?

  Welche Personengruppen (mit welchem Aus- und Fortbildungsstand) werden in Zukunft für Betriebs-, Wartungs- und Reparaturaufgaben verfügbar sein?

  Können sich die Rundfunkanstalten auf einheitliche Diagnoseverfahren und Diagnosegeräte konzentrieren und versuchen, diese Vereinheitlichung bei den Herstellern von rundfunktechnischen Geräten durchzusetzen?

- **Betriebs- und Wartungshandbücher:**

  Der von einer Arbeitsgruppe innerhalb der EBU vorgelegte Entwurf für eine Richtlinie „Handbücher für Rundfunkanlagen" sollte bis zum Ende des Jahres ausgiebig diskutiert und kommentiert werden, damit möglichst bald (im Jahre 1982) eine endgültige Fassung erarbeitet und als Publikation vorgelegt werden kann. Diese Publikation kann dann Bestandteil von Lieferverträgen werden.

- **Technische Autoren:**

  Der Mangel an Technischen Autoren ist kein rundfunkspezifisches Problem; vielleicht könnte aber eine Initiative der Rundfunkanstalten dazu führen, daß auch im deutschsprachigen Raum die Aus- und Fortbildung von Technischen Autoren als notwendig erkannt wird, daß Ausbildungsmöglichkeiten geschaffen werden und daß sich vielleicht ein Fachverband findet, der den besonders in der Anfangsphase wichtigen Erfahrungsaustausch organisiert.

Hans Springer
Schule für Rundfunktechnik, Nürnberg

DIE 33. JAHRESTAGUNG DER TECHNISCHEN KOMMISSION DER UER

FUNCHAL/MADEIRA, 6. BIS 10. APRIL 1981

1. Einleitung

Auf Einladung der portugiesischen Rundfunkorganisationen RDP (Radiodifusao Portuguesa) für den Hörfunk und RTP (Radiotelevisao Portuguesa) für das Fernsehen fand die 33. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER in der Zeit vom 6. bis 10. April 1981 in Funchal auf der Atlantikinsel Madeira statt. Am 4. April 1981 hatte sich am gleichen Ort der Vorstand (das „Bureau") der Technischen Kommission getroffen, um die Tagung vorzubereiten.

Breiten Raum nahmen auf der Tagung die Diskussionen über die Einführung der Digitaltechnik im Rundfunk ein. Dabei ging es insbesondere um eine einheitliche – wenn irgend möglich sogar weltweite – Norm für die Digitalisierung von Videosignalen im Studiobereich. Aber auch auf dem Gebiet der Digitalisierung von Audiosignalen konnten Fortschritte erzielt werden. Näheres siehe Abschnitt **3.4.**

Die Tagung wurde vom Vorsitzenden der Technischen Kommission, dem Italiener C. Terzani, RAI, geleitet. Es nahmen etwa 110 Personen teil, neben Mitarbeitern von Vollmitgliedern der UER auch solche von assoziierten Mitgliedern aus dem Iran, aus Japan, Kanada, Korea, Saudi-Arabien und den USA. Auch waren Delegierte von internationalen Organisationen wie CCIR, CCITT, CEPT, CISPR, ESA, IEC und ISO anwesend.

Die ARD war durch I. Dahrendorf, G. Lahann, D. Schwarze und R. Thiele vertreten, das ZDF durch R. Kaiser und K. Schneider. Als gemeinsame Vertreter von ARD und ZDF nahmen H. Eden, H. Fix und P. Wolf (IRT) an der Tagung teil. Die Deutsche Bundespost hatte H. Krath (BPM) und O. Seidelmann (FTZ) entsandt.

2. Organisation der UER

Zu Beginn der Tagung informierte der Generalsekretär der UER, der Schweizer R. de Kalbermatten, die Technische Kommission über geplante **Änderungen der Statuten der UER.** Diese Änderungen erscheinen notwendig geworden, da in vielen europäischen Ländern die Strukturen des Rundfunks im Wandel begriffen sind oder sich bereits grundlegend geändert haben. So sollen zum Beispiel in Zukunft auch Kabelfernsehgesellschaften sowie lokale und regionale Rundfunkanstalten Zugang zur UER erhalten. Voraussetzung wird dabei allerdings sein, daß diese Gesellschaften eigene Programme produzieren, ein breites Programmangebot aufweisen und landesweit zusammengeschlossen sind. Im Rahmen dieser Satzungsänderungen der UER will man auch die Kompetenzen der einzelnen UER-Kommissionen enger als bisher umreißen. Nach wie vor werden die Kommissionen jedoch nur eine beratende Funktion gegenüber dem UER-Verwaltungsrat haben.

Von Seiten der Beneluxländer und Irlands wurde der Wunsch geäußert, die **Anzahl der Mitglieder des Vorstandes der Technischen Kommission von 9 auf 10 zu erhöhen.** Auf diese Weise würde ihre Chance vergrößert, im Vorstand vertreten zu sein. Der Vorstand und die Technische Kommission unterstützen diesen Wunsch, und der UER-Verwaltungsrat wird um formelle Zustimmung gebeten.

In diesem Zusammenhang sei auch der Vorschlag der Technischen Kommission erwähnt, den bisher mehr informellen Charakter der UER-Arbeitsgruppe „Leiter der Technischen Ausbildungszentren" („Heads of Technical Training Centres") zu legalisieren". Das soll dadurch geschehen, daß eine **fünfte große Arbeitsgruppe** der Technischen Kommission geschaffen wird, die die Bezeichnung **F** (vom französischen Formation = Ausbildung) tragen soll. In ihrem Rahmen können die Leiter der Technischen Ausbildungszentren ihre zukünftigen Aktivitäten entfalten, wobei deren Exekutivgruppe einen Lenkungsausschuß bilden wird. Diese neue Organisationsform soll nach einer endgültigen Entscheidung des Vorstandes der Technischen Kommission bei seiner Sitzung im Februar 1982 praktiziert werden.

Da die Ausbildung von Technikern für den Rundfunkbereich sämtliche Aspekte der Programmproduktion und -verteilung umfassen muß und somit nicht nur eine rein technische Angelegenheit ist, soll der Vorsitzende der zukünftigen Arbeitsgruppe F ein „ex officio"-Mitglied der Studiengruppe „Kooperation und Technische Assistenz" des UER-Verwaltungsrates werden.

3. Wichtige Arbeitsergebnisse der Technischen Kommission

Die Aktivitäten der Technischen Kommission der UER mit ihren Arbeitsgruppen, Untergruppen, Spezialistengruppen und Ad-hoc-Gruppen haben inzwischen ein Ausmaß angenommen, daß der Rahmen dieses Berichtes gesprengt würde, wenn man versuchte, auch nur annähernd vollständig über deren Tätigkeiten zu berichten. Aus diesem Grunde sollen hier nur die wichtigsten Arbeitsergebnisse mitgeteilt werden.

3.1. Studioproduktionstechnik (Arbeitsgruppe G)

Die Arbeitsgruppe G hat insgesamt fünf Untergruppen gebildet, die sich mit allen Aspekten der Studioproduktionstechnik befassen. Dazu kommen drei Spezialistengruppen, die dem Lenkungsausschuß dieser Arbeitsgruppe direkt berichten.

Eine dieser Untergruppen hat eine **UER-Empfehlung für die Verwendung von Prüfzeilensignalen im Bereich des Fernsehstudios** (Produktion und Sendung) erarbeitet. Nach dieser Empfehlung sollen auch im Fernsehstudio die Prüfzeilensignale – oder einzelne dieser Signale – verwendet werden, die national und international bei der Übertragung von Fernsehprogrammen in die Leitungswege eingeblendet werden. Diese Empfehlung bedeutet nicht, daß die Rundfunkanstalten aufgefordert werden, im Bereich ihrer Studios Prüfzeilensignale einzuführen. Wenn ein Rundfunkbetrieb jedoch beabsichtigt, die Prüfzeilentechnik auch im Studiobereich zu nutzen, dann sollten die in der UER-Empfehlung beschriebenen Signale verwendet werden.

3.2. Übertragungstechnik und Betriebsabwicklung (Arbeitsgruppe T)

Wie in den vergangenen Jahren wurde bei der Aussprache über die Tätigkeit der Arbeitsgruppe T wieder ausführlich darüber diskutiert, ob das zukünftige von der CEPT betriebene **Europäische Kommunikationssatellitensystem ECS** in das bisher rein terrestrische Eurovisionsleitungsnetz mit einbezogen werden soll. Die grundsätzlichen technischen Probleme des Vorhabens sind weitgehend gelöst. Mit dem Start des ersten ECS ist 1982/83 zu rechnen. Allerdings werden zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle für einen reibungslosen Eurovisionsbetrieb erforderlichen Erdefunkstellen einsatzbereit sein. Außerdem ist nach wie vor eine kontroverse Diskussion zwischen UER und CEPT über die Frage

mobiler Erdefunkstellen für Einspielungen aktueller Berichte im Gange.

Geklärt werden muß auch noch die Frage, in welcher Form die Fernschaltung der Eurovisionssignale bei den Erdefunkstellen erfolgen soll. Dazu wurde bereits vor einiger Zeit vom Lenkungsausschuß der Arbeitsgruppe T eine Expertengruppe (Spezialistengruppe T/SRS) gebildet.

Erhebliche Probleme gibt es jedoch, wenn man die finanzielle Seite des ECS-Projektes betrachtet. Beide Seiten (CEPT und UER) sind sich darüber im klaren, daß das ECS-System zumindest in den ersten Jahren des Betriebes nicht wirtschaftlich sein wird. Die UER ist aber der Meinung, daß diese zusätzlichen Lasten nicht der Rundfunkseite allein aufgebürdet werden sollten. Gegenwärtig verhandeln die einzelnen nationalen Rundfunkorganisationen mit ihren Postverwaltungen über akzeptable Tarife für die Benutzung der Erdefunkstellen und die Bereitstellung von terrestrischen Verbindungsleitungen.

Im Satelliten selbst will die UER zwei Transponder mieten. Auch hier sind Verhandlungen zwischen der CEPT-Organisation „Interim Eutelsat", die für den Betrieb des ECS zuständig ist, und der UER im Gange.

Aus den geschilderten Gründen dürfte dem UER-Verwaltungsrat auf seiner Sitzung im Mai 1981 die Entscheidung für oder gegen ECS nicht leicht fallen.

Ein weiteres Problem, mit dem sich die Technische Kommission seit Jahren befassen muß, ist das geplante **Fernschalt- und Überwachungssystem RNS** (Remote Network Switching). Mit Hilfe dieses RNS-Systems sollen sämtliche Schaltvorgänge im Eurovisionsleitungsnetz zentral vom Eurovisionskontrollzentrum (EVC) aus Brüssel erfolgen. Nachdem zum einen immer wieder Gerätefehler die Funktion des Systems beeinträchtigen und zum anderen die Bedieneinheiten in Brüssel vom Betriebspersonal nicht akzeptiert werden, da sie den betrieblichen Anforderungen nicht optimal angepaßt sind, hat man jetzt beschlossen, das RNS-System in der ursprünglich geplanten Form aufzugeben. Die in den nationalen Eurovisionsschaltstellen vorhandenen RNS-Geräte sollen in Zukunft nach einigen Modifizierungen für dezentrale Schaltvorgänge verwendet werden.

3.3. Ton- und Fernsehrundfunksysteme (Arbeitsgruppe R)

Der Schwerpunkt der Aktivitäten der Arbeitsgruppe R mit ihren Untergruppen und Spezialistengruppen lag zweifellos bei der **Vorbereitung der Planungskonferenzen für den UKW- und Kurzwellenbereich.** Während die UKW-Planungskonferenz in zwei Teilen im September 1982 und im Oktober 1983 stattfinden soll, lauten die Termine für die ebenfalls in zwei Teilen ablaufende Kurzwellenplanungskonferenz Januar 1983 und Oktober 1984.

Aufgabe der mit der Vorbereitung der Planungskonferenzen beauftragten UER-Arbeitsgruppen ist es, Beiträge für die zuständigen CCIR-Studienkommissionen und Interim-Arbeitsgruppen auszuarbeiten, denn die technischen Grundlagen für die Arbeit während der Planungskonferenzen werden vom CCIR geliefert. Aus diesem Grunde ist auch eine intensive Zusammenarbeit mit den Postverwaltungen sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene (CEPT) dringend erforderlich.

Die Arbeitsgruppe R befaßt sich auch mit technischen Fragen zukünftiger **Rundfunksatelliten.** So wurden über den experimentellen Fernmeldesatelliten OTS auch Fernsehsignale ausgestrahlt und von mehreren europäischen Bodenstationen (u. a. auch vom IRT) über einen längeren Zeitraum empfangen und ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Tests werden in Form eines Technischen Berichtes der UER (Doc. Tech. 3231) veröffentlicht.

Im Rahmen der Aussprache über das Thema Rundfunksatelliten berichtete der Vertreter der ESA über den aktuellen Stand des **L-SAT-Projektes.** Wie geplant wird die Rundfunknutzlast des L-SAT aus zwei 12-GHz-Transpondern mit zugehörigen Antennensystemen bestehen. Über eine Antenne wird entsprechend den Festlegungen der WARC 77 im Kanal 24 Italien versorgt. Der zweite Transponder wird mit einem schwenkbaren Antennensystem für die Versorgung des restlichen Europas ausgelegt und ist von Kanal 20 auf Kanal 28 umschaltbar. Die Ausgangsleistung der beiden Transponder wird jeweils 250 Watt betragen.

Die sogenannte Definitionsphase des L-SAT-Vorhabens soll Mitte Juni 1981 abgeschlossen sein. Darauf folgt die Entwicklungsphase, für die man etwa 4 Jahre rechnet. Der Start von L-SAT mit einer Rakete des Typs Ariane 3 könnte damit etwa Mitte 1985 erfolgen. Finanziell beteiligen sich die Länder Belgien, Dänemark, Großbritannien, Holland, Italien, Kanada, Österreich, die Schweiz und Spanien am L-SAT.

Der Start des deutschen **Rundfunksatelliten TV-SAT** ist für Ende 1984 geplant. H. Krath und R. Thiele berichteten über den derzeitigen Stand der Vorbereitungen für den TV-SAT aus der Sicht der Deutschen Bundespost und der Rundfunkanstalten.

Bemerkenswert war auch ein Bericht des Vertreters der Rundfunkorganisation NHK über **japanische Pläne** auf dem Gebiet der Rundfunksatelliten. Bereits seit dem Jahre 1978 befindet sich in Japan ein Experimentalsatellit mit Namen BSE in einer Umlaufbahn. Nachdem der BSE sämtliche Erwartungen voll erfüllt hat, ist für 1984 der Start eines operationellen Satelliten BS 2 geplant, der ähnliche Betriebseigenschaften wie BSE haben wird. Je nach Empfangsgebiet wird die erforderliche Antennengröße einen Durchmesser von 1 bis 3 m haben. Weiter war zu erfahren, daß man sich in Japan mit dem Gedanken befaßt, etwa im Jahre 1988 einen Versuchssatelliten im 22-GHz-Bereich zu starten. Dieser Satellit soll hochzeiliges Fernsehen (**High Definition TV**) übertragen. An dieser Stelle sei bemerkt, daß auch der Vertreter der amerikanischen Rundfunkgesellschaft CBS im Zusammenhang mit dem Satellitenfernsehen Interesse am HDTV bekundete.

Die Technische Kommission der UER hat diesen Bestrebungen Rechnung getragen und eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe gegründet, die ein UER-Seminar zum Thema „Hochzeiliges Fernsehen" vorbereiten soll.

3.4. Neue Systeme und Dienste (Arbeitsgruppe V)

Beim Bericht über die Tätigkeit der Arbeitsgruppe V dominierte das Thema „Digitalisierung von Video- und Audiosignalen".

3.4.1. Digitalstandard für Videosignale im Fernsehstudio

Besonders intensiv waren die Bemühungen der Technischen Kommission, einen möglichst einheitlichen Standard für die Digitalisierung von Videosignalen im Bereich des Fernsehstudios zu finden. Bereits auf der letzten Jahrestagung im April 1980 in London konnte man sich über mehrere Codierungsparameter einigen. Insbesondere wurde bereits damals festgelegt, daß die drei videofrequenten Komponenten eines Farbfernsehsignals, nämlich Y (Luminanz), B-Y und R-Y (Chrominanz) getrennt abgetastet und codiert werden sollen. Mit dieser Festlegung wurde erreicht, daß mit Hilfe der Digitaltechnik zumindest im Bereich des Fernsehstudios keine unterschiedlichen Farbfernsehsysteme (NTSC, SECAM und PAL) mehr existieren würden. Keine Einigung konnte seinerzeit jedoch über die Frage erzielt werden, mit welchen Frequenzen die drei Farbfernsehkomponenten Y, B-Y und R-Y abgetastet werden sollen. Dabei ist anzumerken, daß die Wahl der Abtastfrequen-

zen unmittelbar in die Höhe der digitalen Datenrate und damit in den apparativen Aufwand bei der Bearbeitung und Speicherung digitaler Fernsehsignale eingeht.

Von Anfang an war die UER bestrebt, in den Entscheidungsprozeß auch die entsprechenden Gremien in den USA (SMPTE) mit einzubeziehen. Auf diese Weise konnte die Chance deutlich vergrößert werden, zu einem „weltweiten" Digitalstandard im Bereich der Fernsehstudios zu gelangen. Dabei sollte jedoch nicht übersehen werden, daß das amerikanische (und auch zum Teil das japanische) Fernsehsystem nach wie vor 525 Zeilen bei 30 Hz Bildwechselfrequenz vorsieht, während die Länder Europas mit 625 Zeilen und 25 Hz Bildwechselfrequenz arbeiten.

Aus diesem Grunde trafen sich in den ersten drei Monaten des Jahres 1981 Experten der UER und der SMPTE an verschiedenen Orten in Europa und in den USA (Januar 1981: Winchester/GB, Februar 1981: San Franzisko, März 1981: Brüssel), um bei gemeinsamen Diskussionen und Experimenten sich über die strittige Frage der anzuwendenden Abtastfrequenzen zu einigen.

Während die Fachleute aus den USA, aus Japan, Großbritannien und Italien für eine Abtastfrequenz von etwa 14 MHz für den Luminanzanteil Y des Fernsehsignals plädierten, sprachen sich besonders die Experten aus Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland für einen Wert von etwa 12 MHz aus. Man einigte sich schließlich in Brüssel auf einen Kompromiß, der eine Luminanzabtastfrequenz von 13,5 MHz vorsieht, während die beiden Chrominanzkomponenten B-Y und R-Y mit jeweils 6,75 MHz (halbe Luminanzabtastfrequenz) abgetastet werden sollen (13,5/6,75/6,75-System).

Die Technische Kommission der UER billigte diesen Vorschlag für ein 13,5/6,75/6,75-System einstimmig. Ein entsprechender Beitrag der UER wird zu der Schlußtagung der CCIR-Studienkommission 11 (Fernsehrundfunk) im Herbst dieses Jahres eingereicht werden, damit der bereits existierende CCIR-Empfehlungsentwurf AA/11 ergänzt und konkretisiert werden kann. In dem UER-Beitrag an den CCIR wird jedoch ausdrücklich betont, daß der UER-Vorschlag unter der Annahme gemacht wird, daß ein einziger weltweit kompatibler Standard für 525- und 625-Zeilen-Länder gefunden werden kann. Wenn dies nicht der Fall ist, behält es sich die UER vor, die Grundlagen für ihren Kompromißvorschlag neu zu überdenken.

Während sich einige internationale Rundfunkorganisationen wie die ibero-amerikanische OTI, die afrikanische URTNA und die arabische ASBU bereits positiv zu dem UER-Vorschlag geäußert haben, stehen offizielle Erklärungen aus den USA, Asien (ABU, insbesondere Japan) und der Sowjetunion gegenwärtig noch aus. Da für den Herbst dieses Jahres ein gemeinsames Treffen zwischen den Vorständen der Technischen Kommissionen von UER und OIRT geplant ist, wird sich dabei auch die Möglichkeit ergeben, die Meinung der OIRT-Länder zu dem UER-Vorschlag noch vor den CCIR-Schlußtagungen zu erkunden. Die UER wird sich in der Zwischenzeit intensiv bemühen, alle internationalen Rundfunkorganisationen entsprechend der Empfehlung der 3. Inter-Unions-Konferenz (Tokio, Februar/März 1980) für den Kompromißvorschlag zu gewinnen.

3.4.2. Digitalisierung von Audiosignalen

Auch auf dem Gebiet der Digitalisierung von Audiosignalen ist von bemerkenswerten Fortschritten zu berichten. Hier hat sich besonders die Spezialistengruppe V3/MUX hervorgetan, die in sehr kurzer Zeit beachtliche Arbeit geleistet hat. Aufgabe dieser Spezialistengruppe ist es, Standards für die Ausstrahlung von Audiosignalen im Multiplexbetrieb in einem Fernsehkanal (Übertragung entweder allein oder zusammen mit einem Fernsehsignal) vorzuschlagen. Diese Aufgabe ist im Hinblick auf den geplanten deutschen Rundfunksatelliten TV-SAT besonders wichtig, da bei ihm in einem der Fernsehkanäle bis zu 16 Stereotonsignale in digitaler Form im 12-GHz-Bereich ausgestrahlt werden sollen.

Die Technische Kommission stimmte einem UER-Beitrag für eine neue CCIR-Empfehlung zu, die den Titel trägt: **„Digitale Codierung für die Ausstrahlung von Audiosignalen hoher Qualität beim Satellitenrundfunk".** Nach diesem Vorschlag sollen die Audiosignale für die Ausstrahlung über Rundfunksatelliten mit 32 kHz abgetastet werden. Die Codierung der Abtastwerte kann entweder linear mit 14 Bit pro Abtastwert erfolgen oder nichtlinear mit einer Blockwertkompandierung (Near-instantaneous companding), die eine Reduzierung der Anzahl der Bits pro Abtastwert von 14 auf 10 ermöglicht.

Leider konnte man im Gegensatz zu diesem Normvorschlag bei Satellitenausstrahlung für die digitale Codierung von Audiosignalen im Studiobereich noch zu keiner einheitlichen Empfehlung gelangen. Hier wird noch sowohl über die Höhe der Abtastfrequenz als auch über die Form der Codierung der Abtastwerte (z. B. Anzahl der Bits pro Abtastwert) diskutiert.

4. Symposium „Energiesparmaßnahmen im Bereich des Rundfunks"

Den Nachmittag des 8. April widmete die Technische Kommission der UER auf Vorschlag von ARD und ZDF einem sogeannnten Mini-Symposium, das unter dem aktuellen Thema „Energiesparmaßnahmen im Bereich des Rundfunks" stand. Das Hauptreferat hielt W. Hinz/DLF. Es stand unter dem Titel „Energiesituation der Deutschen Rundfunkanstalten und Energiesparmaßnahmen". Die Technische Kommission ARD/ZDF hatte vor einiger Zeit eine Arbeitsgruppe unter der Federführung von W. Hinz ins Leben gerufen, die den Energieverbrauch bei den deutschen Rundfunkanstalten analysieren und Vorschläge für Energiesparmaßnahmen unterbreiten sollte. Die Gruppe hat einen Maßnahmenkatalog ausgearbeitet, der von Vorschlägen zur Optimierung der Klimatechnik im Bereich der Studios bis zur Anwendung spezieller Modulationstechniken bei Sendern hoher Leistung reicht. Insgesamt erscheint bei Ausnutzung sämtlicher Möglichkeiten eine Energieeinsparung von bis zu 20 % denkbar.

Ergänzende Kurzreferate von H. R. Züst/SRG, D. East/BBC, L. Goussot/TDF und E. Gavilan/RTVE rundeten die Ausführungen von W. Hinz ab. Dabei kam deutlich zum Ausdruck, daß nicht alle denkbaren Energiesparmaßnahmen bereits heute auch zu einer Einsparung von Finanzmitteln über einen Amortisationszeitraum von etwa 5 Jahren führen.

5. Nächste Jahrestagungen

Die 34. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER wird auf Einladung der irischen Rundfunkorganisation RTE (Radio Telefis Eireann) in der Zeit vom 19. bis 23. April 1982 in Dublin stattfinden.

Für die Jahre 1983 und 1984 liegen Einladungen nach Dänemark und in den Vatikanstaat vor.

Herbert Fix, Peter Wolf
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 2. INTERNATIONALE TAGUNG ÜBER ANTENNEN UND WELLENAUSBREITUNG

YORK, 13. BIS 16. APRIL 1981

Vom 13. bis 16. April 1981 fand in der Universität von York die „Second International Conference on Antennas and Propagation" statt. Veranstalter war die Electronics Division of the Institution of Electrical Engineers, bei deren Londoner Geschäftsstelle auch der zweiteilige Tagungsband angefordert werden kann. In 3 Parallelsitzungen wurden 153 Fachvorträge gehalten und in einer Poster-Session 18 weitere Themen behandelt. Den mehr als 300 Teilnehmern aus aller Welt wurde in den dreieinhalb Tagen ein umfassender Einblick in Arbeiten auf dem Gebiet der Antennen und der Wellenausbreitung geboten.

Grob gegliedert lassen sich die Vorträge in folgende Gruppen einteilen:

Antennen

- Numerische Methoden zur Berechnung von Antennen und ihre Anwendung,
- Kurzwellen- und Mittelwellenantennen,
- Meterwellen- und Dezimeterwellenantennen,
- Entwurf und Analyse von Reflektorantennen,
- Adaptive Antennen verschiedener Frequenzbereiche,
- Antennenmessung und Techniken zur Bestimmung der Antennencharakteristika aus Nahfeldmessungen,
- verschiedene Antennen, wie Hornstrahler-, Spiral- und Mikrostripantennen.

Wellenausbreitung

- Terrestrische Ausbreitung im Meter- und Dezimeterwellen- sowie im Längst- und Langwellenbereich,
- Ionosphärische Ausbreitung im Kurzwellen- und Ultrakurzwellenbereich,
- Ausbreitungsexperimente im Zentimeterwellenbereich bei Abstrahlung von Satelliten,
- Streuprobleme und theoretische Modelle für das Streuverhalten verschiedener Medien.

Da es dem Berichter nicht möglich war, an allen Vorträgen teilzunehmen, kann hier nur über die Arbeiten auf den beiden erstgenannten Gebieten der Antennentechnik sowie auf dem Gebiet der Ausbreitung im KW/UKW-Bereich berichtet werden.

1. Numerische Methoden

Einen breiten Raum nahmen die Berechnungen mit der geometrischen Beugungstheorie (GTD) ein. Diese Methode läßt sich mit sehr gutem Erfolg auf Probleme anwenden, bei denen reflektierende Flächen und beugende Ecken und Kanten die Antenneneigenschaften beeinflussen. Die linearen Ausdehnungen der streuenden Flächen müssen größer als einige Wellenlängen sein, wenn man mit der GTD befriedigende Ergebnisse erzielen will. Unter den verschiedenen mit dieser Methode angestellten Berechnungen bezog sich z. B. eine auf die Analyse des Parabolreflektors einer Cassegrain-Antenne.

Zur Untersuchung linearer Antennengebilde, deren Abmessungen in der Größenordnung der Wellenlänge liegen, eignet sich besonders die Momentenmethode (MM); Thema solcher Berechnungen war die Bestimmung der Stromverteilung auf ebenen Mikrostripantennen. Ein weiterer Vortrag zeigte, wie durch kapazitive Belastungen auf der gesamten Länge einer Stabantenne eine optimale Breitbandigkeit erzielt werden kann. Die Möglichkeit, diese beiden Rechenmethoden zu verknüpfen (GTD + MM), wurde bei einer Arbeit deutlich, die die Charakteristika eines auf einer Scheibe stehenden Monopols berechnete, wobei der Durchmesser der Scheibe nacheinander verschiedene Werte annehmen konnte.

Neue Lösungswege eröffnen sich vielleicht durch die Methode der „maximalen Entropie". An einem zweidimensionalen Antennenproblem führte der Autor seine Idee vor: ausgehend von Fernfeldgrößen wird ein unbestimmtes Problem vollständig gelöst. Als Lösung ergibt sich eine Annäherung an die wahren Zustände auf der Antenne, wobei diese Lösung auf einem „Kriterium der größten Wahrscheinlichkeit" basiert. Obwohl das Verfahren auf anderen Gebieten mit Erfolg angewandt wurde, stieß es jedoch bei den Zuhörern auf erhebliche Skepsis.

2. Kurzwellen- und Mittelwellenantennen

Ein Thema befaßte sich mit Störungen und Rückstrahlung von Hochspannungsleitungen in der Nähe einer Mittelwellensendeantenne. Rechnungen und Messungen ergaben übereinstimmend, daß die Hochspannungsleitungen mit parallelen Stichleitungen so verstimmt werden können, daß die Rückwirkung auf die Antenne vernachlässigbar wird. Ähnlich problematisch ist der Einfluß der geerdeten Trägermaste von horizontalen Kurzwellenantennen, der häufig unberücksichtigt bleibt. In kritischen Fällen (Trägermast etwa $\lambda/4$) wird das Vertikaldiagramm in Dipolrichtung sehr stark verzerrt.

Näherungsformeln zum Entwurf und zur Ausführung von kurzen Kurzwellenantennen sowie Modelle zur Wellenausbreitung von Antennen auf erhöhten Standpunkten waren die Themen zweier theoretischer Arbeiten.

Wegen der Größe, die passive Antennen in diesem Frequenzbereich besitzen, werden immer wieder die verschiedensten aktiven Empfangsantennen vorgestellt. Darunter war zum einen eine selektive Empfangsantenne, die mit Hilfe von vormagnetisierten Induktivitäten sehr schnell abgestimmt werden kann, zum anderen eine Richtantenne mit elektronisch schwenkbarer Charakteristik. Bei der Richtantenne läßt sich auch die Nullstelle im Diagramm schwenken, wodurch Gleichkanalstörungen vermieden oder ungewollte Ausbreitungsmoden unterdrückt werden können.

3. Kurzwellen- und Ultrakurzwellenausbreitung

Ein ausführlicher Vortrag faßte zusammen, was über die Ionosphäre bekannt ist und in welcher Richtung unter dem Blickwinkel einer optimalen Ausnutzung ionosphärischer Wellenausbreitung noch weitergeforscht werden sollte. Ein Vergleich von drei bekannten Raumwellenvorhersagemethoden mit Ausbreitungsmessungen im Bereich größerer geographischer Breiten ergab vergleichbare Genauigkeiten der einzelnen Methoden, aber teilweise sehr starke Abweichungen von den Meßergebnissen.

Weiter wurde ein Programm für den HP-97-Taschenrechner zur Vorhersage von Raumwellenfeldstärken im Kurzwellenbereich in gemäßigten und äquatorialen Breiten vorgestellt. Dabei wurde besonderer Wert auf die Entwicklung realistischer Näherungen gelegt, die bedingt durch die geringe Rechnergröße notwendig wurden. Andere Untersuchungen zeigten, daß oberhalb der nach herkömmlichen Berechnungen ermittelten MUF (maximum usable frequency) häufig mit spezifischen

„abnormalen" Moden noch gute Raumwellenausbreitung möglich ist, was durch horizontale Gradienten in der Ionosphäre erklärt wurde.

In zwei weiteren Arbeiten wurden Ausbreitungsmessungen mit Berechnungen verglichen. Während einer Periode starker Sonnenaktivität wurden Ausbreitungsexperimente über Wege mittlerer Länge (160 km und 790 km) durchgeführt. Die Abweichungen zwischen Messung und Theorie wurden durch Absorption der Ionosphäre und durch Polarisationseffekte interpretiert. In der anderen Arbeit wurden Bodenwellenfeldstärkemessungen bei Ausbreitung über gemischte Land-See-Wege im Ostseegebiet durchgeführt. Ein Vergleich mit Berechnungen nach Sommerfeld und der Interpolationsmethode nach Millington ergab hervorragende Übereinstimmung, auch an den kritischen Übergangspunkten Land-See, wo der sogenannte „recovery effect" bestätigt werden konnte.

Rainer Großkopf
Institut für Rundfunktechnik, München

4. EUROPÄISCHER MESSEKONGRESS FÜR TELEKOMMUNIKATION

DÜSSELDORF, 10. BIS 13. FEBRUAR 1981

Im Messe-Kongreß-Zentrum Düsseldorf fand der 4. Europäische Messekongreß für Telekommunikation statt. Die Veranstaltung wurde von der ONLINE GmbH getragen. Der Kongreß war in zwei Bereiche mit je 4 Parallelsitzungen aufgeteilt, so daß dadurch eine Vortragsselektion nach Interessengebieten möglich war. Die Zahl der Teilnehmer an den 82 Vorträgen und 2 Podiumsdiskussionen betrug annähernd 2000. In den beiden Tagungsbänden sind die meisten Vorträge veröffentlicht. Daher soll auf die einzelnen Themenkreise hier nur kurz eingegangen werden.

1. Symposium A

Paket- und leitungsvermittelte Netze für Daten- und Textkommunikation

Die Vorträge befaßten sich hier mit dem augenblicklichen Stand der Technologie und dem Normungsfortschritt der Datenübertragung über DATEX-P- und DATEX-L-Netze der Bundespost. Diese digitalen Netze erreichen bei der Übertragung einerseits höhere Zuverlässigkeit (Bitfehlerrate $< 10^{-9}$ bei DATEX-P gegenüber 10^{-4} im Telefonnetz) und andererseits höheren Datendurchsatz. Es bestehen allerdings noch Zweifel darüber, ob die propagierten Leistungen erreicht werden. Der Austausch von Daten und Information zwischen Datenendeinrichtungen bzw. Datenverarbeitungsanlagen erfordert genormte Verfahren (= Protokolle). Hier hat sich weltweit das Protokoll X.25 (CCITT-Empfehlung) durchgesetzt. Es ist aus sieben funktionellen Schichten aufgebaut:

- Ebene 1: physikalische Ebene, enthält die Hardware für die Systemkopplung;
- Ebene 2: Leitungsprozeduren, sichern den korrekten Austausch von Daten zwischen Datenendeinrichtungen;
- Ebene 3: Netzwerkkontrolle, definiert Paketformate und Kontrollprozeduren für den Paketaustausch;
- Ebene 4: Transportebene, addressiert und kontrolliert die Richtung des Datenflusses;
- Ebene 5 bis 7: verarbeitungsspezifische Ebene, orientiert sich an Anwendungen wie Funktions-, Dialog- und Übertragungssteuerung.

Die Erfahrungen verschiedener Vortragender speziell mit DATEX-P zeigten große Unterschiede. Diese liegen in differierenden Testkonfigurationen und in unvollständigen Datenauswertungen begründet.

2. Symposium B

Weiterentwicklung der Hersteller-Netzwerktechnologie

In mehreren Vorträgen wurden hier die Konzepte und Architekturen der Netzwerke verschiedener Hersteller vorgestellt. Die Software für das Datenmanagement im Netz stützt sich dabei im wesentlichen auf das Übermittlungsverfahren X.25. Die Verwendung der Schichtstruktur X.25 ermöglicht allgemein offene Systeme, also Netzwerke mit Anlagen verschiedener Hersteller – hierzu ist jedoch auch die Festlegung der verarbeitungsorientierten Schichten 5 bis 7 nötig, die derzeit noch aussteht. Vorteile der Netzwerke liegen vornehmlich bei

- der lokalen Intelligenz,
- der verteilten Verarbeitung,
- der hohen Verfügbarkeit,
- dem ortsunabhängigen Zugang zu Dateien,
- der einfachen Erweiterbarkeit.

3. Symposium C

Netzwerküberwachung und Leistungsmessung

Der Betrieb von Netzwerken bedarf der Überwachung, die Beurteilung der Effektivität und die Kapazitätsplanung der Leistungsmessung. Bei der Übertragung von Daten treten nicht nur Störungen im Bereich der Übermittlungstechnik (DBP) auf – es können auch fehlerhafte Softwarebausteine der Prozedur- und Protokollsteuerung vorliegen. Dies macht den Einsatz intelligenter Diagnose-Meßplätze erforderlich. Eigen-Diagnosehilfen können zu einem frühzeitigen Erkennen und Lokalisieren von Fehlern führen. Über Fehlerstatistiken lassen sich so Situationen analysieren, die eine gezielte Untersuchung und Beseitigung der Softwareschwächen ermöglichen und damit die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Gesamtnetzwerks erhöhen. Diagnosehilfen zur Realzeitbeobachtung der Aktivitäten im Netz führen zu operationellen Netzwerkdaten, die einen Überblick über Datendurchsatz und Zeitverhalten, Kapazitätsgrenzen und Erweiterbarkeit des Systems verschaffen. Allgemeine Betrachtungen sowie konkrete Beispiele von Netzwerküberwachung mit Geräten waren Gegenstand der Vorträge dieses Abschnitts.

4. Symposium D

Informationen zur Normierung offener Systeme

Offene Systeme befähigen unterschiedliche Hersteller, miteinander zu kommunizieren. Zu einem freizügi-

gen Datenaustausch wird jedoch naturgemäß eine genaue Definition von Kommunikationsformen, Protokollen und Schnittstellen benötigt. Die transportorientierten Funktionsebenen (1 bis 4) von X.25 sind bereits standardisiert. Eine Vereinheitlichung der verarbeitungsorientierten Ebenen (5 bis 7) durch Implementierung von EHKP (Einheitliche Höhere Kommunikations-Protokolle) war umstritten.

5. Symposium E und F

Bildschirmtext

Der Start von Bildschirmtext im Feldversuch in Düsseldorf und Berlin war nicht optimal, da weniger als 50 % der vorgesehenen Nutzer angeschlossen waren. Dies mag am hohen Einstiegspreis gelegen haben. Von mehreren Vortragenden wurde über den Einsatz lokaler Inhouse-Netze berichtet. Bei diesen Systemen verbinden sich bereits heute die Vorteile des Bildschirmtextsystems bezüglich der Darstellung der Information mit den Vorteilen direkter Verbindungen zu Datenverarbeitungsanlagen. Überaus interessante Aspekte eröffnen sich durch die Einbeziehung externer Rechner in den Bildschirmtextverbund. Das herstellerunabhängige Konzept von Bildschirmtext ermöglicht zukünftige Anwendungen, die die Nutzung des Bildschirmtextsystems für das ursprüngliche Vorhaben bei weitem übertreffen. Der endgültige Durchbruch von Bildschirmtext als Datenkommunikationsmedium für jedermann wird jedoch nur über niedrige Interface-Preise erreichbar sein, sowie über höheren Komfort durch das Einbeziehen synthetischer Sprachausgabe, durch Sprachdialog und bessere Auflösung.

6. Symposium G

Telekommunikation im Büro, Innovationen der Daten- und Textkommunikation

Mehrere Vorträge befaßten sich hier mit dem Thema TELETEX, dem neuen Dienst der Bundespost. TELETEX bietet vielfältige Möglichkeiten der Textbearbeitung und der Datenverarbeitung durch Weiterreichen und Übernehmen von Information, durch die Erweiterung der organisatorischen Möglichkeiten. TELETEX ist „offen", daher sind die für den Nachrichtenaustausch nötigen Kommunikationselemente genau festgelegt.

7. Symposium H

Top-Management-Informationen zur Fortentwicklung der Telekommunikation

Verantwortliche Persönlichkeiten aus Gewerkschaft, Industrie, Politik, Wissenschaft und Verwaltung äußerten sich zu diesem Thema – eine interessante Bereicherung der oft sehr trockenen technischen Vorträge.

Heinz Fehlhammer
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

3. 7. – 5. 7. 1981 Friedrichshafen	ham radio Internationale Amateurfunk-Ausstellung
3. 9. – 7. 9. 1981 Mailand	15. Salone Internationale della Musica e High Fidelity
4. 9. – 13. 9. 1981 Berlin	Internationale Funkausstellung
7. 9. – 11. 9. 1981 Amsterdam	EuMC 11th European Microwave Conference
14. 9. – 17. 9. 1981 Los Angeles	INTELEXPO 81 Ausstellung und Symposium
21. 9. – 25. 9. 1981 Ulm	9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)
5. 10. – 9. 10. 1981 Kleinheubach	Tagungen des U.R.S.I.-Landesausschusses
25. 11. – 28. 11. 1981 München	12. Tonmeistertagung

Schlußtagungen der CCIR-Studienkommissionen in Genf

24. 8. – 8. 9. 1981	Studienkommission 6
24. 8. – 11. 9. 1981	Studienkommission 5
17. 9. – 7. 10. 1981	Studienkommission CMTT
21. 9. – 8. 10. 1981	Studienkommission 10
21. 9. – 9. 10. 1981	Studienkommission 11
19. 10. – 3. 11. 1981	Studienkommission 1

BUCHBESPRECHUNGEN

Video-Handbuch. Ein praxisnahes Arbeitsbuch für alle Bereiche der Aufnahme- und Wiedergabetechnik. Von Ru van Wezel. 435 Seiten, 470 Bilder, Format 23,5 cm x 17 cm, Leineneinband, Franzis-Verlag, München 1980, Preis 95,– DM, ISBN 3-7723-6601-5.

Dieses umfangreiche Handbuch schließt eine Lücke auf dem Gebiet der Videotechnik. Sämtliche Bereiche werden angesprochen, sowohl was die Grundlagen hierzu anbelangt als auch die praxisnahe Ausführung. Die ausführlichen Erläuterungen sind präzise auf die praktische Anwendung ausgerichtet, was in einigen Fällen bis zur detaillierten nachbausicheren Bauanleitung reicht.

Nach einer übersichtlichen Darstellung der wichtigen Parameter unseres Farbfernsehsystems folgen Kameras, Mischpulte, Monitore, die theoretische Betrachtung des Einflusses von Kabeln und eine Darstellung aller gängigen Bildaufzeichnungsverfahren. Das Kapitel Audio bearbeitet äußerst praxisnah die produktionstechnisch bedeutenden Tonquellen, wie z. B. Mikrofone, Plattenspieler, Tonbandgeräte und deren Zusammenschaltung mit einem universellen Mischpult.

Im letzten Drittel wird besonders der Amateur und der sich erstmals mit eigenen Produktionen befassende Fachmann in die Fernsehproduktionstechnik eingeführt. Hinweise auf richtige Beleuchtung und Aufnahmetechnik sollen die ersten Schritte erleichtern. Der Technik hinter den Kulissen wird ebenso große Bedeutung zuteil. Neben der meßtechnischen Beurteilung des Fernsehsignals folgen einige grundlegende Tips für die eigene Schaltungsentwicklung, damit man sich die mehrfach erwähnten Hilfsmittel auch selbst bauen kann.

Sicher hilfreich und interessant für das tiefere Verständnis der Materie sind zahlreiche Schaltbilder industrieller Geräte, vielleicht sogar um einfachen Defekten schneller auf die Spur zu kommen.

Dieses universelle Praktikerbuch wird sicherlich immer griffbereit dort liegen, wo die Videotechnik nicht professionell eingesetzt wird, dann aber einen unschätzbaren Dienst erweisen, da die allgemeingültigen Erläuterungen unabhängig vom rasanten Fortschritt auf diesem Gebiet sind.

Gerhard Welz

Wellenausbreitung in der Funktechnik. Aus der Reihe: Einführung in die Nachrichtentechnik. Von Erich Vogelsang. 99 Seiten, 57 Bilder, 2 Tabellen, Format 20,5 cm x 13,5 cm, Kunststoffbroschur, R. Oldenbourg Verlag, München–Wien 1979, Preis 24,– DM, ISBN 3-486-23731-4.

Das vorliegende Buch über Wellenausbreitung in der Funktechnik bietet sowohl eine leicht verständliche Darstellung der heute in der Funkübertragungstechnik anerkannten Wellenausbreitungsmodelle für die verschiedenen Frequenzbereiche als auch, darauf aufbauend, die für Feldstärkeberechnungen benötigten mathematischen Methoden. Es wurden bewußt einfache Rechenansätze gewählt, da die in vielen Fällen beispielsweise wegen periodischer oder statischer Schwankungen nur ungenau bestimmbaren Rechenparameter auch bei größerem mathematischen Aufwand nicht zu nennenswert zuverlässigen Ergebnissen führen.

Dem die eigentliche Wellenausbreitung behandelnden Hauptteil des Buches steht eine sehr nützliche Einführung in die Grundbegriffe der Funkübertragung voran. Ausgehend von der Freiraumausbreitung werden in den folgenden Kapiteln die Einflüsse des Bodens, der Troposphäre und der Ionosphäre auf die Wellenausbreitung dargestellt. Die für die Feldstärkeermittlung benötigten Ausbreitungskurven, die im wesentlichen der einschlägigen CCIR-Literatur entnommen wurden, sind in einem besonderen Kapitel zusammengefaßt. Abgerundet wird das Buch durch ein Literaturverzeichnis, ein äußerst hilfreiches Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen nebst den dabei vorzugsweise zu benutzenden Einheiten und durch ein Stichwortverzeichnis.

Das Buch kann all denen empfohlen werden, die sich schnell (und ohne auf spezielle mathematische Vorkenntnisse zurückgreifen zu müssen) mit den grundlegenden Fakten der Funkwellenausbreitung vertraut machen möchten.

Bernd Raufmann

Handbuch der Magnetbandspeichertechnik. Von Christian Scholz. 392 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, Kunststoffeinband, Carl Hanser Verlag, München–Wien 1980, Preis 48,– DM, ISBN 3-446-12578-7.

Die magnetische Speichertechnik mit bewegtem Speichermedium hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten aufgrund der Vielzahl neuer Entwicklungen auf der Basis von Bändern, Platten, Karten und Trommeln ständig an Bedeutung gewonnen und sich Anwendungsgebiete erschlossen, die über Schallkonservierung oder Digitalspeicherung weit hinausgehen.

Entsprechend haben sich Technologien standardisiert, und internationale Normen haben insbesondere der Magnetbandspeichertechnik einen hohen Kompatibilitätsgrad verschafft.

Das vorliegende Nachschlagewerk ist ein Versuch, den umfangreichen Wissensstoff der Magnetbandspeichertechnik in möglichst umfassender Weise übersichtsvermittelnd darzustellen. Charakteristisch hierfür ist bereits das sehr ausführliche Inhaltsverzeichnis, das dem Anwender einen raschen Zugang zu der von ihm gewünschten Information verschafft.

Das Handbuch besteht im wesentlichen aus Abbildungen, Tabellen und Literaturhinweisen ohne viel verbindenden Text. Auf diese Art und Weise ist eine beachtliche „Speicherdichte" erreicht worden.

Unter den Stichworten Einsatzmöglichkeiten magnetischer Speicher, Verfahren der magnetischen Signalspeicherung, Magnetbänder, Magnetköpfe, Band-Kopf-Betrieb, Anschlußschaltungen von Magnetköpfen, Bandtransportwerke, Standardisierung und theoretische Grundlagen wird dem Ingenieur und Techniker sowie den Vertretern der Industrie und Wirtschaft, den Studenten der Elektrotechnik und interessierten Amateuren eine Fülle an Fakten geboten. Ein ausführliches Literaturverzeichnis berücksichtigt den Stand der Technik bis etwa 1975.

Bodo Morgenstern

Antennen. Band 2: Praxis. Von Edmund Stirner. 214 Seiten, 144 Bilder, 3 Tabellen, Format 21 cm x 14,7 cm, kartoniert, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1980, Preis 44,– DM, ISBN 3-7785-0491-6.

Mit der Herausgabe dieses Bandes vervollständigt der Verfasser sein Themengebiet Antennen; der 1. Band über Antennengrundlagen ist im Jahre 1976 erschienen.

Das Buch wendet sich an Studenten und Ingenieure der Nachrichtentechnik, die ihre Kenntnisse über Antennen erweitern oder auffrischen wollen und das ihnen den Einstieg in die Praxis dieser vielseitigen Technik erleichtert. Neben den klassischen Antennen wie Dipol-, Yagi-, Langdraht- und Rhombusantennen werden auch neueste Entwicklungen und Spezialantennen behandelt.

In gesonderten Abschnitten werden Beispiele von Anpassungsschaltungen und Symmetriegliedern für Antennen vorgestellt, ebenso wird ein Einblick in die Grundlagen der Antennenmeßtechnik geboten.

Die angegebenen, zahlreichen Literaturstellen sollen dazu dienen, dem Interessierten die Vertiefung seiner Kenntnisse über den Rahmen dieses Buches hinaus zu ermöglichen.

Günter Potschkat

Pioniere der Tiefenpsychologie. Hrsg. Josef Rattner. 339 Seiten, Format 20,8 cm x 13 cm, Paperback, Europaverlag, München–Wien–Zürich 1979, Preis 36,– DM, ISBN 3-203-50715-3.

Tendenzen einer weitverbreiteten Meinung lassen die Disziplinen der modernen Wissenschaft als stark divergierend erscheinen. Durch Formulierungen wie „Technik und Wissenschaft" wird das Nebeneinander geradezu sprachlich manifest.

Die vorliegende Zusammenstellung mit Darstellungen der Leistungen einer Generationenreihe von Begründern und Fortentwicklern der Tiefenpsychologie gibt eine Nahtstelle im menschlichen Denken frei. Sieht man den Menschen als angestrebten Mittelpunkt der Bemühungen im Bereich der Technik an, kann eigentlich auch nicht von der Erwartung einer völlig anderen Methodik in einem anderen, direkt auf den Menschen gerichteten Wissenschaftszweig ausgegangen werden: der Tiefenpsychologie.

Daß die Psychologie als Wissenschaft angesehen werden kann, ist das Verdienst des zuerst behandelten Sigmund Freud, dessen Theorien über die Entwicklung der Psyche durch sexuelle Traumata im frühkindlichen Alter im Zusammenhang mit den philosophischen und ideologischen Tendenzen seiner Zeit dargestellt sind.

Überhaupt ist es ein Vorteil des Buches, daß die Theorien und Erkenntnisse der verschiedenen Psychoanalytiker immer in Verbindung mit dem jeweiligen Kenntnisstand, aber auch mit politischen, sozialen und historischen Ereignissen dargestellt werden. Der Leser ist nicht nur Adressat von Lehrmeinungen, sondern aufgefordert zur Verarbeitung der Informationen.

Der als zweiter des großen „klassischen Dreigestirns" im Rahmen des Buches ausführlicher behandelte Alfred Adler hat mit seiner Individualpsychologie bereits handfeste Grundlagen für ein auch heute nicht abschließend diskutiertes Problem gelegt: die Bedeutung von Vererbung und Umwelt (und insbesondere die schöpferische Auseinandersetzung mit ihr!) auf die menschliche Charakterbildung.

Dem dritten „Klassiker", C. G. Jung, wird ein sehr ausführlicher, aber auch hinsichtlich seiner als mystisch bezeichneten Grundhaltung und seiner als kleinbürgerlich abqualifizierten Lebensführung kritischer Aufsatz gewidmet. Immerhin schafft es der Autor trotz seiner persönlichen Distanz zu den Anschauungen von Jung, dessen Vedienste um die Fortentwicklung auf den Gebieten der Psychoanalyse und Psychotherapie zu würdigen.

In neun weiteren Aufsätzen wird der Bogen bis zu Jean-Paul Sartre gespannt. Dabei wird deutlich, daß die Nachfolger der Begründer der Tiefenpsychologie jeweils in Auseinandersetzung mit den Grundthesen nach den Deutungen neuer Fragen suchen, daß sie deshalb auch selten als ausschließliche Anhänger des einen oder anderen anzusehen sind.

Wie in allen Wissensgebieten werden mit wachsender Entwicklung die einzelnen Schritte immer weniger spektakulär und führen auch nicht immer in eine einheitliche Richtung.

Von besonderem Interesse für den Leser kann die Zusammenstellung einiger Lebensdaten der insgesamt neun Autoren sein, die einen gewissen Aufschluß gibt über die Werdegänge heutiger Psychologen im Vergleich mit den Begründern.

Während die Klassiker ihren Ursprung in der Medizin, insbesondere der Psychiatrie hatten, kommen die Autoren aus den Bereichen Soziologie, Rechtswissenschaft und Politologie. Nur jeweils einer stammt aus den Fachrichtungen Philosophie, Germanistik und Architektur. Alle haben außer der Psychologie eine andere abgeschlossene Ausbildung – sicher ein Merkmal für die Fragestellungen der modernen Psychologie.

Horst Wollherr

Videorecorder-Bildfehler-Fibel. Ein Fehlerkatalog für Service-Techniker, um Reparaturen schnell und fachgerecht auszuführen. Franzis Service-Werkstattbuch. Von Bernd Rodekurth. 149 Seiten, 93 Bilder, 39 Oszillogramme, Format 20,5 cm x 12,5 cm, flexibler Kunststoffeinband, Franzis-Verlag, München 1981, Preis 36,– DM, ISBN 3-7723-6841-7.

Der Untertitel sagt bereits, daß sich dieses Buch speziell an den Service-Techniker wendet und bei der Fehlersuche in Videorecordern helfen soll. Die zunehmende Verbreitung der Heimvideorecorder, die herrschende Systemvielfalt – VCR, SVR, Betamax, VHS, Video 2000 – und die Komplexität dieses relativ neuen Mediums stellen so manchen Neuling vor große Probleme in der richtigen Beurteilung von Fehlerquellen, um eine fachgerechte und für den Kunden preiswerte Reparatur schnell durchzuführen.

Im ersten Teil dieses Taschenbuches beschreibt der Autor anhand zahlreicher Blockschaltbilder und zugehöriger Oszillogramme den kompletten Signalweg im Videorecorder. Die Abschnitte gliedern sich in Bedienbefehlsabläufe, Servoteil, Aufnahme und Wiedergabe vom Video-/Audiosignal und Farbsignalaufbereitung. Hierbei muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß diese Abschnitte nicht geeignet sind, sich Servicekenntnisse anzueignen. Ohne Vorkenntnisse sind diese Kurzerläuterungen nicht verständlich, vielmehr dient die vorliegende Zusammenstellung als hilfreiche Ergänzung zum Serviceteil.

Im zweiten Teil ist insbesondere die Zusammenstellung von Bildfehlern hervorzuheben. Anhand von 33 farbigen Bildschirmfotos werden alle nur möglichen Fehlerquellen ausgezeichnet demonstriert. Tips für ihre Ursache und Hinweise zur Fehlerbeseitigung mit Bezug auf die im ersten Teil gezeigten Oszillogramme erleichtern die richtige Beurteilung einer Fehlerursache. Es sei deutlich darauf hingewiesen, daß selbstverständlich ohne die geeigneten Serviceunterlagen eine Reparatur mit den gebotenen Hinweisen allein nicht möglich ist. Vielleicht sollte dies auch im Buch besser zum Ausdruck kommen. Abschließend hilft eine kurze Beschreibung des FuBK-Testbildes die Einstellung des Fernsehbildes zu überprüfen. Eine Liste der videotechnischen Begriffe und ein englisch-deutscher Anhang fördern zudem das Verständnis für den Umgang mit zahlreichen systemspezifischen Bezeichnungen. Alles in allem stellt dieses Buch ein nützliches Nachschlagewerk für den Videorecorderservice dar.

Gerhard Welz

Zeitdiskrete normierte Tiefpässe, Discrete Time Normalized Low Pass Filters. Von Arild Lacroix und Karl-Heinz Witte. Zweisprachige Ausgabe: Deutsch und Englisch. 334 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21 cm x 14,7 cm, kartoniert, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1980, Preis 38,– DM, ISBN 3-7785-0623-4.

Lange Zeit war die Berechnung von Frequenzfiltern ein mathematisches Problem. Erst mit Erscheinen der Fil-

terkataloge normierter Tiefpässe wurde dem Praktiker und dem Schaltungsentwickler die Möglichkeit einer einfachen Berechnung „analoger Filter" in die Hand gegeben. Mit diesem Buch liegt nun auch für den Entwurf „zeitdiskreter Filter" ein Filterkatalog vor.

Die Realisierung von Frequenzfiltern für zeitlich abgetastete Signale kann entweder digital als „digitales Filter" oder linear als „Abtastfilter" erfolgen. Für beide Filterarten steht der Oberbegriff „zeitdiskrete Filter". Bedingt durch die Fortschritte der Halbleitertechnologie, haben heute durch digitale Großschaltkreise (LSI = large scale integration) die digitalen Filter eine erhebliche Bedeutung erlangt. Auch für Abtastfilter läßt sich dieses durch die Möglichkeit der Realisierung über ladungsgekoppelte Anordnungen (CCD = charge coupled devices) aussagen.

Der Entwurf zeitdiskreter Filter wurde bisher von zeitkontinuierlichen Filtern unter Anwendung umfangreicher mathematischer Methoden vorgenommen. Die Anwendung von zeitdiskreten normierten Tiefpässen bringt sicher eine wesentliche Vereinfachung der Entwurfsarbeit.

Dieser vorliegende Filterkatalog, es ist eine zweisprachige Ausgabe (deutsch/englisch), enthält eine Auflistung von normierten Werten der Potenz-(Butterworth-), Tschebyscheff- und Cauer-Filter für zeitdiskrete Tiefpässe. Nach einer Einleitung, die eine Begriffserklärung bringt, wird der Entwurf frequenzselektiver Filter, die Benutzung der Entwurfstabellen und des Filterkataloges beschrieben. Es folgen Entwurfsbeispiele und Taschenrechnerprogramme. Die angegebenen Programme ermöglichen eine Berechnung ohne die Benutzung aufwendiger Rechner. Eine Einschränkung muß allerdings angemerkt werden, die Rechnerprogramme gelten nur für den Texas-Instruments-Taschenrechner TI 59. Die Entwurfstabellen und die Katalogdaten sind verkleinerte Rechnerausdrucke und in dem mir vorliegenden Exemplar durch schwachen Druck teilweise schlecht lesbar.

Dieses Buch ist als Entwurfshilfsmittel nicht nur für zeitdiskrete Filter in der Nachrichtentechnik gedacht, sondern für alle Bereiche, in denen eine Signalverarbeitung in zeitdiskreten Systemen erfolgt.

Alfred Schaumberger

Fernsehtechnik. Von der Kamera bis zum Bildschirm. Von Rudolf Mäusl. 176 Seiten, 176 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 21,5 cm x 15,5 cm, gebunden, Pflaum Verlag, München 1981, Preis 44,– DM, ISBN 3-7905-0337-1.

Der Verfasser – aus seiner Tätigkeit bei Rohde & Schwarz und an der Fachhochschule in München mit der Fernsehtechnik wohlvertraut – ordnet sein Buch im Vorwort selbst zwischen einer wissenschaftlichen Darstellung und einer detaillierten Beschreibung von Schaltungen ein. So findet man keine grundlegenden Betrachtungen über Störabstände, Optimierung von Systemparametern und Möglichkeiten erweiterter Auflösung auf großen Bildschirmen. Was auf etwa 160 aktiven Seiten geboten wird, verdient jedoch Beachtung. Klar gegliedert in acht Hauptkapitel und ergänzt durch ein Literaturverzeichnis mit 116 Titeln und sechs Seiten Stichwörtern wird dem Studenten und dem technisch vorgebildeten Leser eine saubere Zusammenfassung der Fernsehtechnik geboten. In den ersten drei Kapiteln werden die Grundlagen bis zu den Übertragungsverfahren und Normen, die Bildaufnahme und Wiedergabewandler behandelt sowie die Verstärker-, Impuls-, Sender- und Empfängertechnik für Schwarzweißübertragung. Weitere vier Kapitel sind der Farbfernsehtechnik gewidmet, angefangen von der Farbmetrik über die Beschreibung der verschiedenen Normen (NTSC, PAL, SECAM), der Farbaufnahme und -wiedergabe bis hin zu den speziellen Funktionen von Farbfernsehempfängern. Abschließend wird noch auf Prüfzeilen- und Videotextverfahren eingegangen.

In allem ist es dem Verfasser gelungen, alten Ballast wegzulassen und auf moderne Entwicklungen aufmerksam zu machen: kein Ikonoskop mehr, dafür die Grundzüge der Halbleitersensoren und integrierte Taktgeber- und Empfängerschaltungen. Das Buch liest sich bei aller Genauigkeit flüssig, ist mit Blockschaltbildern und schematischen Funktionsskizzen gut ausgestattet und nahezu fehlerfrei. Es kann nur empfohlen werden.

Albert Kaufmann

Hinweis auf ein Buch, das die Redaktion erhalten hat:

ZVEI – Elektro-Einkaufsführer 1981. Über 1300 Seiten, handliches Taschenbuchformat, kartoniert, Verlag W. Sachon, Mindelheim 1981, Preis 35,– DM, ISBN 3-920819-17-9.

Die Ausgabe 1981 dieses bewährten Fachnachschlagewerkes über das Angebot der bundesdeutschen Elektroindustrie liegt jetzt – wie stets zum Zeitpunkt der Hannover-Messe – vor. Es ist aufgebaut in ein Gliederungs-, Suchwörter-, Waren- und Firmenverzeichnis. Es enthält Herstellernachweise von Standard- bis zu Sondererzeugnissen aus den Bereichen der Energietechnik, Elektronik und aus Spezialgebieten.

NACHRICHTEN

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 31. März 1981

	Gebühren-pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 12. 1981	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 713 531	35 567	17,1
HR	2 037 036	19 643	9,4
NDR	4 103 309	39 455	18,9
RB	285 692	2 920	1,3
SR	382 211	4 061	1,7
SFB	909 293	3 643	4,2
SDR	2 156 874	20 713	9,9
SWF	2 633 623	28 884	12,1
WDR	5 533 633	53 627	25,4
Summe	21 755 202	208 513	100,0
Fernsehen			
BR	3 405 374	30 667	17,1
HR	1 839 196	16 600	9,3
NDR	3 782 075	29 739	19,0
RB	262 131	2 714	1,3
SR	357 115	3 378	1,8
SFB	834 646	3 963	4,2
SDR	1 840 884	16 427	9,3
SWF	2 297 501	22 312	11,6
WDR	5 258 048	48 637	26,4
Summe	19 876 970	174 437	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsehrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 301 527 am 31. März 1981.

RUNDFUNKVERSORGUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwellensender

Inbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden folgende Ultrakurzwellensender in Betrieb genommen:

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Hessischer Rundfunk							
Marburg I	1S	50	102,0	0,1	H	270	16. 03. 81
Norddeutscher Rundfunk							
Helgoland I	1S	06	88,9	0,01	H	28	24. 03. 81
Helgoland II	2S	21	93,4	0,01	H	28	24. 03. 81
Helgoland III	3S	33	97,0	0,01	H	28	24. 03. 81
Südwestfunk							
Nierstein Oppenheim I	1S	20	92,9	0,1	H	270	29. 01. 81
Nierstein Oppenheim II	2S	26	94,9	0,1	H	270	29. 01. 81
Nierstein Oppenheim III	3S	03	87,9	0,1	H	270	29. 01. 81

Änderungen

Von den Rundfunkanstalten wurden an folgenden Ultrakurzwellensendern Änderungen vorgenommen (die geänderten Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Hessischer Rundfunk							
Fulda	1S	52	102,5	**0,1**	H	280	24. 11. 80
Süddeutscher Rundfunk							
Buchen-Walldürn **I**	**1S**	16	91,9	0,1	H	ND	30. 03. 81

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Bayerischer Rundfunk						
Spalt	12	8P	5	H	43; 293	19. 03. 81
Hessischer Rundfunk						
Roßbachtal	26	2P	40	H	75; 190	3. 04. 81
Soisdorf	30	2P	50	H	30; 270	4. 05. 81
Norddeutscher Rundfunk						
Bovenden	12	4M	4	H	0; 100	29. 04. 81
Süddeutscher Rundfunk						
Abtsgmünd	5	6P	6	H	90; 180	23. 04. 81
Südwestfunk						
Guntersblum	39	5P	8	V	10; 165	23. 03. 81
Klingenmünster	22	2M	50	V	270	10. 02. 81
Oberotterbach	39	0	90	V	235; 340	12. 02. 81
Siebeldingen	44	3M	80	H	20	11. 02. 81

Änderungen

Von den Rundfunkanstalten wurden an folgenden Fernsehsendern und Füllsendern für das I. Programm Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W/kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Süddeutscher Rundfunk						
Rauenberg	**38**	2P	40 W	H	30	28. 04. 81
Südwestfunk,						
Weinbiet	6	4P	**15 kW**	H	30; 150	25. 02. 81

Fernsehsender des II. und der III. Programme

Die Deutsche Bundespost hat im Jahr 1980 für das Zweite Deutsche Fernsehen und die III. Programme der Rundfunkanstalten der ARD folgende Füllsender in Betrieb genommen:

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad
Zweites Deutsches Fernsehen					
Alpirsbach II	24	1M	1	HH	085; 180
Arnstein	31	2P	80	HH	095; 360
Blessenbach	43	5M	6	H	010
Dennweiler-Frohnbach	43	8M	6	H	255
Grasellenbach	39	2P	50	H	120
Hilzingen	55	1P	70	VV	020; 270
Kirrberg	23	8P	2	H	270
Nordheim	24	5M	5	H	350
Ohlsbach	34	1P	60	V	045
Pfaffenhausen	21	8M	50	HH	015; 155
Remagen II	42	6P	0,6	H	162
Seebach	29	6P	50	H	013
Störnstein	34	2P	80	V	
Unterdürrbach	23	0	6	H	270
Untersberg-Geiereck -A-	23	0	200	H	185
Untersiemau	24	8P	30	V	210
III. Fernsehprogramme					
Bayerischer Rundfunk					
Aislingen	21	6P	18	HH	0,93; 221
Arnstein	57	0	80	HH	095; 360
Feuchtwangen	49	6M	6,5	H	120
Krumbach	57	5P	16	H	175
Obergünzburg/Günzach	59	0	150	H	143
Pfaffenhausen	53	0	50	HH	015; 155
Störnstein	54	8M	80	V	
Unterdürrbach	39	8M	6	H	270
Untersberg-Geiereck -A-	54	8P	200	H	185
Untersiemau	58	8M	30	V	210
Hessischer Rundfunk					
Blessenbach	59	5M	10	H	010
Grasellenbach	52	2M	50	H	105
Wetter (Hessen)	59	1M	30	H	220
Norddeutscher Rundfunk					
Bad Pyrmont	50	0	50	H	073
Friedland/Reiffenhausen	45	6P	50	H	045
Seulingen	54	3M	50	HH	075; 240
Süddeutscher Rundfunk					
Neckarsteinach	57	1M	25	HH	180; 316
Nordheim	47	3P	5	H	350
Saarländischer Rundfunk					
Kirrberg	30	1M	2	H	270
Südwestfunk					
Alpirsbach II	46	5P	2	HH	085; 180
Dennweiler-Frohnbach	48	2M	6	H	255
Flonheim	22	3M	60	HH	085; 310
Frei-Laubersheim	31	8M	16	H	127
Gundersheim	57	8M	3	H	050
Hilzingen	35	8P	40	V V V	020; 140; 270
Mainz-Flinthen	56	8P	30	V	175
Markdorf	50	2P	100	H	030

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad
Südwestfunk					
Oberotterbach	49	3M	45	V	235
Ohlsbach	42	2P	60	V	045
Remagen II	53	6P	0	H	162
Seebach	40	5P	50	H	013
Westdeutscher Rundfunk					
Warburg/ Scherfede	58	0	15	HH	090; 189

Neue Fernseheinrichtungen im Studio Kassel des Hessischen Rundfunks

Bei Inbetriebnahme des Studios Kassel im Jahre 1973 war für die Fernsehberichterstattung nur der Einsatz von Film vorgesehen. Das Studio war daher mit einer Farbfilmentwicklungsanlage, Schnittbearbeitung und Filmabtastung ausgestattet. Um Livebeiträge zu ermöglichen, wurden in den darauffolgenden Jahren 3 Schwarzweißkameras nach Kassel überstellt und eine Bildregie eingerichtet.

1980/81 wurden die fernsehtechnischen Einrichtungen umfassend erneuert und ergänzt. Studio Kassel ist jetzt mit 3 modernsten Farbkameras KCP 60 ausgestattet. Die Mischeinrichtung wurde um Farbschriftzusetzer und Chroma-Key-Möglichkeiten erweitert. Um auch die Vorproduktion von Sendebeiträgen zu ermöglichen, sind 3 MAZ-Anlagen BCN 50 eingebaut worden. Eine dieser Maschinen ist mit „Jogging"-Einrichtung versehen.

Damit ist im Nordhessischen Raum eine moderne voll farbtüchtige Studioeinrichtung in Betrieb gegangen, die eine wesentlich verbesserte Programmgestaltung ermöglicht.

Bavaria steigt ins Bildplattengeschäft ein

Das Bavaria-Kopierwerk hat mit der Firma Philips einen Lizenzvertrag abgeschlossen, um ab 1982 die Bildplatte auf den Markt zu bringen. Die, wie bekannt, von einem Laserstrahl abgetastete und gegen Staub und Kratzer völlig unempfindliche Platte soll nur ein Drittel einer bespielten Kassette kosten und den Massenmarkt für das Video-Heimkino erschließen – mit einer Bild- und Tonqualität, die der des Fernsehens gleichkommt. 150 attraktive Spielfilme, von Action-, Krimi- und Gruselfilmen bis zu Klassikern, hat die Bavaria ihrer Vertriebsfirma EuroVideo schon bereitgestellt. Auch im Bildungsbereich und in der Industrie verspricht man sich weite Anwendungsmöglichkeiten. Die Speicherdichte ist so hoch, daß z. B. auf einer Platte das Gesamtwerk von Shakespeare untergebracht werden könnte – Seite für Seite in Sekundenschnelle abrufbar. Marktuntersuchungen gehen davon aus, daß langfristig wesentlich mehr Bildplatten als bespielte Videokassetten verkauft werden können.

PERSÖNLICHES

Ferdinand Glasow 80 Jahre alt

Der ehemalige Technische Direktor des Saarländischen Rundfunks, Dipl.-Ing. Ferdinand Glasow, wurde im April dieses Jahres 80 Jahre alt.

Ferdinand Glasow, am 22. April 1901 in Thalfang, Rheinland-Pfalz, an der nordöstlichen Grenze zum Saarland geboren, besuchte in Dillingen an der Saar und in Trier die Schule, um anschließend an der Badischen Technischen Hochschule Fridericiana Elektrotechnik und Nachrichtentechnik zu studieren. Die Diplomhauptprüfung legte er 1927 ab. Seine spätere Tätigkeit war bereits durch das Thema der Diplomarbeit gekennzeichnet, die sich mit dem Bau und der Untersuchung von Kurzwellenempfängern beschäftigte.

Nach langjähriger verantwortlicher Tätigkeit von 1928 bis 1945 im Kabelwerk und Zentrallabor der Firma Siemens und Halske, Berlin, wo er sich besonders mit der Synthese und dem Bau von elektronischen Filterschaltungen beschäftigte, und anschließendem kurzen Militärdienst von Anfang 1945 bis Kriegsende, trat er in der Zeit von September 1945 bis Juli 1949 in die Dienste der Oberpostdirektion Saarbrücken als Referent für Rundfunkfragen.

Am 1. Juli 1949 wurde Ferdinand Glasow als Technischer Direktor des Saarländischen Rundfunks berufen. In diesem Amt war er fast 17 Jahre bis zum 30. April 1966 tätig. Er war sozusagen der Technische Direktor der „ersten Stunde" und hat sich besonders um den Ausbau der studiotechnischen Einrichtungen – die damals noch in der Wartburg, dem ehemaligen Gemeindehaus von Saarbrücken-St. Johann, untergebracht waren – und der Senderanlagen verdient gemacht. Durch den wirtschaftlichen Anschluß des Saarlandes an Frankreich stockte zeitweise der technische Ausbau, da Devisen für die Anschaffung fehlten. Doch Zug um Zug wurde der technische Ausbau der Wartburg konsequent weitergeführt, wobei sich schon sehr bald zeigte, daß das zur Verfügung stehende Raumvolumen nicht mehr den gestiegenen Programmanforderungen entsprechen würde. Bereits 1954 wurde daher mit einem Architektenwettbewerb ein neues Funkhaus geplant und ausgeschrieben. Das neue Funkhaus wurde schließlich in der Zeit von 1957 bis 1965 auf dem Halberg errichtet, einem Gelände mit über einer Million qm Grundfläche, wobei das Hörfunkgebäude bereits am 3. September 1961 in Betrieb genommen wurde.

Auch der Ausbau der Sendertechnik wurde von Ferdinand Glasow sehr zügig vorangetrieben. Nach dem 2. Weltkrieg wurde der Betrieb am 17. März 1946 mit einem 2-kW-Militärsender amerikanischer Herkunft wieder aufgenommen, zuerst im Hof der Wartburg, ab 19. Juni 1946 am ehemaligen Standort des Reichssenders bei Heusweiler. Im Jahre 1958 wurde ein neues Sendergebäude am gleichen Standort errichtet und die Leistung des Senders im Laufe der Zeit weiter gesteigert bis auf 400 kW (seit 1964).

Auch die UKW-Technik wurde von Ferdinand Glasow im Saarland eingeführt. Im Winter 1951/52 konnte auf dem Schwarzenbergturm bei Saarbrücken ein UKW-Sender mit einer Leistung von 250 W installiert werden, der am 1. Mai 1952 seinen Betrieb mit einer dreifachen Rohr-Schlitz-Antenne aufnehmen konnte. Die Strahlungsleistung betrug 1,5 kW. Vier Jahre später wurde auf dem Schaumberg bei Tholey ein weiterer Sender aufgebaut,

diesmal mit einer Strahlungsleistung von 10 kW. Diese Sender wurden bei der Einführung des Stockholmer Wellenplanes von 1961 stillgelegt und durch drei neue UKW-Sender mit 3 x 100 kW Strahlungsleistung auf der Göttelborner Höhe am 1. September 1962 abgelöst.

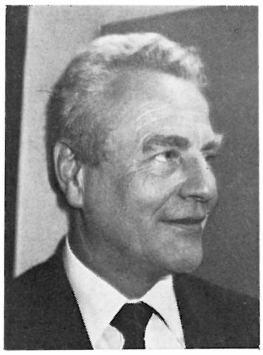
Ferdinand Glasow hat sich um den Aufbau des Rundfunks an der Saar sehr verdient gemacht. Durch sein hohes fachliches Können hat er sich nicht nur bemüht, moderne technische Geräte einzubauen, er hat darüber hinaus seine besondere Aufmerksamkeit auch dem technischen Nachwuchs gewidmet.

Werner Glesner

Heinrich Kösters 75 Jahre alt

Prof. Dr. Heinrich Kösters, der sich seit Juli 1973 im Ruhestand befindet (siehe auch RTM 4/1973, S. 203 und 204), hat am 29. Mai 1981 seinen 75. Geburtstag gefeiert. Die Schriftleitung der RTM gratuliert ihm dazu sehr herzlich und wünscht ihm noch viele ausgefüllte Lebensjahre bei bester Gesundheit.

Ernst Wilhelm Hans 60 Jahre alt



Am 20. Mai 1981 wurde Ernst Wilhelm Hans, Leiter der Abteilung Fernsehtechnische Planung beim Zweiten Deutschen Fernsehen in Mainz, 60 Jahre alt.

E. W. Hans wurde in Mönchengladbach geboren. Nach dem Besuch von Grundschule und Humanistischem Gymnasium in Mönchengladbach und Gütersloh absolvierte er ein Praktikum, wurde im Frühjahr 1939 zum Reichsarbeitsdienst eingezogen und im August 1939 der Wehrmacht überstellt. Nach der Entlassung aus britischer Kriegsgefangenschaft im Juli 1945 erlernte er das Elektroinstallations- und das Rundfunkmechanikerhandwerk. Sein Ingenieurstudium hat er im Juli 1950 mit Erfolg beendet, und er begann nunmehr seine Tätigkeit beim Rundfunk. Im August 1950 nahm er beim damaligen NWDR seine Arbeit auf, und zwar als Senderingenieur beim Sender Bonn. Sein eigentlicher Einstieg in die Fernsehtechnik erfolgte jedoch im Jahre 1952. Zunächst war er am Aufbau des NWDR-Fernsehsenders Köln und anschließend am Aufbau des NWDR-Fernsehstudios in Köln beteiligt. Danach erfolgte 1953 sein Einsatz bei der technischen Vorbereitung und Durchführung der ersten Eurovisionssendung anläßlich der Krönung der englischen Königin. Weitere Höhepunkte seiner Tätigkeit waren die erste Liveübertragung von der 600-Meter-Sohle der Kohlenzeche Friedrich Heinrich in Kamp-Lintfort im Jahre 1954 und die erste Liveübertragung aus einem Luftschiff im Jahre 1956 anläßlich der Bundesgartenschau in Köln. Ab 1956 bestanden die Hauptaufgaben von E. W. Hans in Planungs- und Projektierungsaufgaben.

Nach der Gründung des Zweiten Deutschen Fernsehens wechselte E. W. Hans am 1. Juli 1962 als Oberingenieur zum ZDF nach Mainz. Beim ZDF gehört er zu den Männern der ersten Stunde. Als Leiter der Fernsehtechnischen Planung obliegt es ihm, dafür zu sorgen, daß die fernsehtechnischen Einrichtungen rechtzeitig verfügbar sind. In diesem Zusammenhang sollen nur einige für das ZDF wesentliche Meilensteine genannt werden, und zwar: Beginn der ersten Sendung am 1. April 1963 aus dem Provisorium in Eschborn, ein Jahr später, am 1. April 1964, Aufnahme des Sendebetriebes aus Wiesbaden, 1967 anläßlich der großen deutschen Funkausstellung in Berlin Beginn des Farbfernsehens und schließlich demnächst anläßlich der Internationalen Funkausstellung Berlin 1981 Beginn von Zweikanal-/Stereoton-Fernsehsendungen.

Wer E. W. Hans näher kennt weiß, wie sehr er mit der Technik verwachsen ist. Wenn es gilt, technische Probleme zu lösen, kann er sich mit Akribie und mit manchmal bewundernswerter Ausdauer Detailfragen widmen, bis er letztlich eine Lösung gefunden hat, die ihn befriedigt. Wir wünschen E. W. Hans für die kommenden Jahre weiterhin alles Gute, besonders aber Gesundheit und darüber hinaus Freude und Erfolg bei seiner Arbeit, aber auch bei seinem geliebten Ausgleichssport, dem Golfspiel.

Wolfgang Wilhelm

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München. ISSN 0035-9890

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

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

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45.

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 98,— DM zuzüglich Versandspesen. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 30. 6. 1981. Einzelpreis dieses Heftes 22,— DM. Für gezeichnete Artikel bleiben alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Vervielfältigung und der Übersetzung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung der Bilder vorbehalten.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbungsmittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 12.

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