

# RUNDFUNK- TECHNISCHE MITTEILUNGEN

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

INSTITUT FÜR  
RUNDFUNKTECHNIK GMBH

## AUS DEM INHALT:

*Peter Schöne, Georg Plenge,  
Horst Jakobowski*

Genügt eine Bandbreite von 15 kHz für elektroakustische Übertragungssysteme?

*Max Aigner und  
Reinhard Gorol*

Eine neue Stereomatrizierung für den Fernseherton

*Dieter Pohl*

Innovation in der Videotechnik: Bauelement – Gerät – System

*Ulrich Messerschmid*

Technische Aspekte des Vergleichs der Systeme für Videotext und Bildschirmtext

*Herbert Hofmann und  
Armin Lau*

Ergebnisse der Ausbreitungsversuche mit Videotextsignalen nach dem  
englischen Teletextstandard über die Fernsehsender von ARD und ZDF

*Günter Löber*

Neues Sendernetzüberwachungs- und Steuerungssystem beim Südwestfunk

*Werner Richter*

International Broadcasting Convention – Eindrücke von der Geräteausstellung

*Werner Arnold*

Das erste Studio im neuen Funkhaus der Deutschen Welle

15 Jahre Schule für Rundfunktechnik

Ankündigung von Veranstaltungen – Buchbesprechungen – Nachrichten –  
Persönliches

# SIEMENS

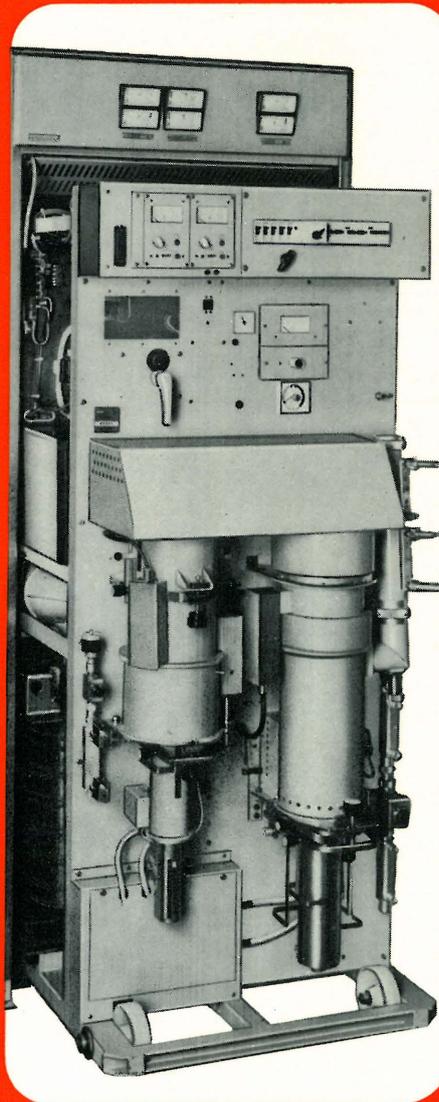
## Ein Konzept für UHF und VHF: »Sender aus dem Baukasten«

Wo immer in der Welt von neuen TV-Sendern gesprochen wird, ist auch der Name Siemens im Gespräch: Schon mehr als 500 Siemens-Fernsehsender stehen in allen Klimazonen, als Einzelsender oder ganze Netze geplant, gebaut und servicebetreut aus einer Hand – von Siemens.

Nun ist die Realisierung von TV-Senderprojekten durch Siemens noch einfacher, noch schneller geworden: Ein einheitliches Aufbaukonzept für VHF- und UHF-Tetrodensender aus standardisierten Großmodulen

- verkürzt die Installationszeit
- rationalisiert die Lagerhaltung von Ersatzteilen und Funktionsbausteinen
- erleichtert und beschleunigt Service und Schulung.

Den aktuellen Stand der Siemens-TV-Sendertechnik dokumentiert ein 10/1 kW-UHF-Sender, dessen Leistung durch neuentwickelte UHF-Hochleistungstetroden mit Siedekondensationskühlung auf 20 kW verdoppelt werden konnte. Weitere Merkmale sind: netzausfallsichere Störungsregistrierung mit 49 Speicherplätzen, absolute Tropensicherheit durch ausschließliche Verwendung von Silizium-Halbleitern, wahlweise passive oder aktive Reserveschaltung, schneller Kanalwechsel (wichtig für Container-einsatz), unbemannter Betrieb.



20-kW-UHF-Tetrode RS 1034 SK  
mit Siedekondensationskühlung

Vom Studio bis zur Antenne, vom Einzelsender bis zum TV-Landesnetz – Siemens bietet die komplette Leistung.

Ausführliche Informationen erhalten Sie von der Siemens AG, ZVW 104, Postfach 103, D-8000 München, Stichwort »Fernsehsender«.

20/2-kW-UHF-Tetrodensender,  
Bild-Leistungsverstärkereinheit  
einschließlich Stromversorgung

## Vom Studio bis zur Antenne aus einer Hand: Fernsehsender von Siemens

INHALTSVERZEICHNIS :

Genügt eine Bandbreite von 15 kHz für elektroakustische Übertragungssysteme? .....	1	Neues Sendernetzüberwachungs- und Steuerungssystem beim Südwestfunk .....	37
Peter Schöne, Georg Plenge, Horst Jakobowski		Günter Löber	
Eine neue Stereomatrizierung für den Fernsehsehton .....	10	International Broadcasting Convention — Eindrücke von der Geräteausstellung .....	46
Max Aigner und Reinhard Gorol		Werner Richter	
Innovation in der Videotechnik: Bauelement — Gerät — System .....	14	Das erste Studio im neuen Funkhaus der Deutschen Welle ..	47
Dieter Pohl		Werner Arnold	
Technische Aspekte des Vergleichs der Systeme für Videotext und Bildschirmtext .....	18	15 Jahre Schule für Rundfunktechnik .....	48
Ulrich Messerschmid		Ankündigung von Veranstaltungen .....	
Ergebnisse der Ausbreitungsversuche mit Videotextsignalen nach dem englischen Teletextstandard über die Fernsehsender von ARD und ZDF .....	25	Buchbesprechungen .....	50
Herbert Hofmann und Armin Lau		Nachrichten .....	
		Persönliches .....	
		56	

## GENÜGT EINE BANDBREITE VON 15 kHz FÜR ELEKTROAKUSTISCHE ÜBERTRAGUNGSSYSTEME?

VON PETER SCHÖNE, GEORG PLENGE UND HORST JAKUBOWSKI<sup>1</sup>

Manuskript eingegangen am 15. Januar 1979

Elektroakustik

### VORWORT DER SCHRIFTFLEITUNG

Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit einem Thema, das für den Hörfunk von weitreichender Bedeutung ist. Das Ergebnis erhärtet die Richtigkeit der Bandbegrenzung bei 15 kHz auch für zukünftige Systeme.

Damit für den an dieser Frage interessierten Leser der Weg zu den erzielten Ergebnissen leichter nachvollziehbar ist, wird eine ausführliche Beschreibung der durchgeführten Experimente vorgelegt. Mit diesem Aufsatz ist somit von Rundfunkseite eine eindeutige Aussage auf die Frage gemacht, ob die erreichbare Qualitätsverbesserung, die durch die künftige Einführung einer digitalen Aufzeichnungstechnik im Hörfunk ermöglicht wird, durch eine Erhöhung der NF-Bandbreite noch weiter gesteigert werden kann.

### Zusammenfassung

In einem Hörversuch wurde untersucht, ob Tiefpaßfilter mit Grenzfrequenzen zwischen 15 und 20 kHz hörbare Signaländerungen verursachen. Als Testschall wurde ein 500-Hz-Ton verwendet, dessen Harmonische bis 25 kHz stark ausgeprägt waren. Dieses Signal wurde über zwei Lautsprecher in Stereo-Standardaufstellung in einem Raum mit etwa 1 s Nachhallzeit dargeboten. Es zeigte sich, daß der genaue Verlauf der Übertragungsfunktion der Filter oberhalb von 15 kHz nur einen äußerst geringen Einfluß auf die Hörbarkeit der zugehörigen Signalverzerrung hat. Er besteht darin, daß einige wenige Versuchspersonen mit besonders breitem Frequenzumfang des Gehörs in der Lage sind, eine starke Dämpfung von Signalanteilen oberhalb von 15 kHz zu erkennen. Die mit der Bandbegrenzung ggf. einhergehenden Phasen- bzw. Laufzeitverzerrungen sind mit großer Wahrscheinlichkeit selbst dann nicht hörbar, wenn die Flankensteilheit sehr groß ist. Aus den Meßergebnissen wird gefolgert, daß eine Bandbreite von 15 kHz in allen praktischen Fällen ausreicht, um bestmögliche Tonqualität zu garantieren. Als Forderungen an ein „gehörangepasstes“ TP-Filter werden spezifiziert: Frequenzgang (Amplitude und Gruppenlaufzeit) im Übertragungsbereich  $f \leq 15$  kHz möglichst eben, Dämpfung  $a < 1$  dB und Gruppenlaufzeit  $\tau_g < 1$  ms bei  $f = 15$  kHz.

### Summary Is a 15-kHz bandwidth sufficient for electroacoustic transmission systems?

By means of a listening test, an investigation was made to see whether low-pass filters with cut-off frequencies between 15 and 20 kHz give rise to audible signal changes. The test sound used was a 500-Hz tone whose harmonics were very pronounced up to 25 kHz. That signal was reproduced over two loudspeakers in a standard stereo arrangement in a room having a reverberation-time of about 1 s. It was evident that the precise shape of the transmission function of the filters beyond 15 kHz has only an extremely slight influence on the audibility of the resulting signal distortion. It appears that only a few, rare, test observers, whose hearing covers a particularly wide frequency band, are capable of noticing even a considerable attenuation of the signal components beyond 15 kHz. It is very probable that the phase or delay distortion associated with the band limitation is not audible even when the filter cut-off is very steep. It is deduced from the measured

<sup>1</sup> Dr.-Ing. Peter Schöne ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Georg Plenge ist Leiter des Fachbereichs Studioteknik Hörfunk,

Dipl.-Ing. Horst Jakobowski ist stellvertretender Leiter des Fachbereichs Studioteknik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

results that a bandwidth of 15 kHz is sufficient in all practical cases for guaranteeing the best possible sound quality. The demands on a „listening-adapted“ low-pass filter are specified as: amplitude : frequency response and group delay time throughout the transmission band  $f \leq 15$  kHz as uniform as possible, attenuation  $a < 1$  dB and group delay time  $\tau_g < 1$  ms at  $f = 15$  kHz.

### Sommaire Une bande passante de 15 kHz est-elle suffisante pour les systèmes de transmission électro-acoustique?

On a réalisé des essais d'écoute pour déterminer si l'action d'un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure variant entre 15 et 20 kHz produit des effets audibles. On a utilisé comme signal une tonalité à 500 Hz très riche en harmoniques à haut niveau jusqu'à 25 kHz; ce signal était reproduit sur deux haut-parleurs, selon la disposition classique en stéréophonie, dans un local dont le temps de réverbération était de l'ordre d'une seconde. On a constaté que la forme de la caractéristique de transfert du filtre au-delà de 15 kHz n'a qu'une influence extrêmement limitée sur l'audibilité des distorsions qu'elle introduit dans le signal. Seuls quelques rares auditeurs dont l'ouïe couvre une bande de fréquences particulièrement large ont pu déceler un affaiblissement, même considérable, des fréquences supérieures à 15 kHz. Il est très probable que la distorsion de phase ou de temps de groupe introduite par la limitation de la bande passante n'est pas audible, même si la coupure est très raide. On déduit de ces résultats qu'en pratique, une bande passante de 15 kHz est suffisante pour garantir la meilleure qualité sonore possible. Les caractéristiques d'un filtre passe-bas adapté à l'écoute sont les suivantes: courbes amplitude — fréquence et temps de groupe — fréquence aussi uniformes que possible jusqu'à 15 kHz, affaiblissement inférieur à 1 dB et temps de groupe inférieur à 1 ms à 15 kHz.

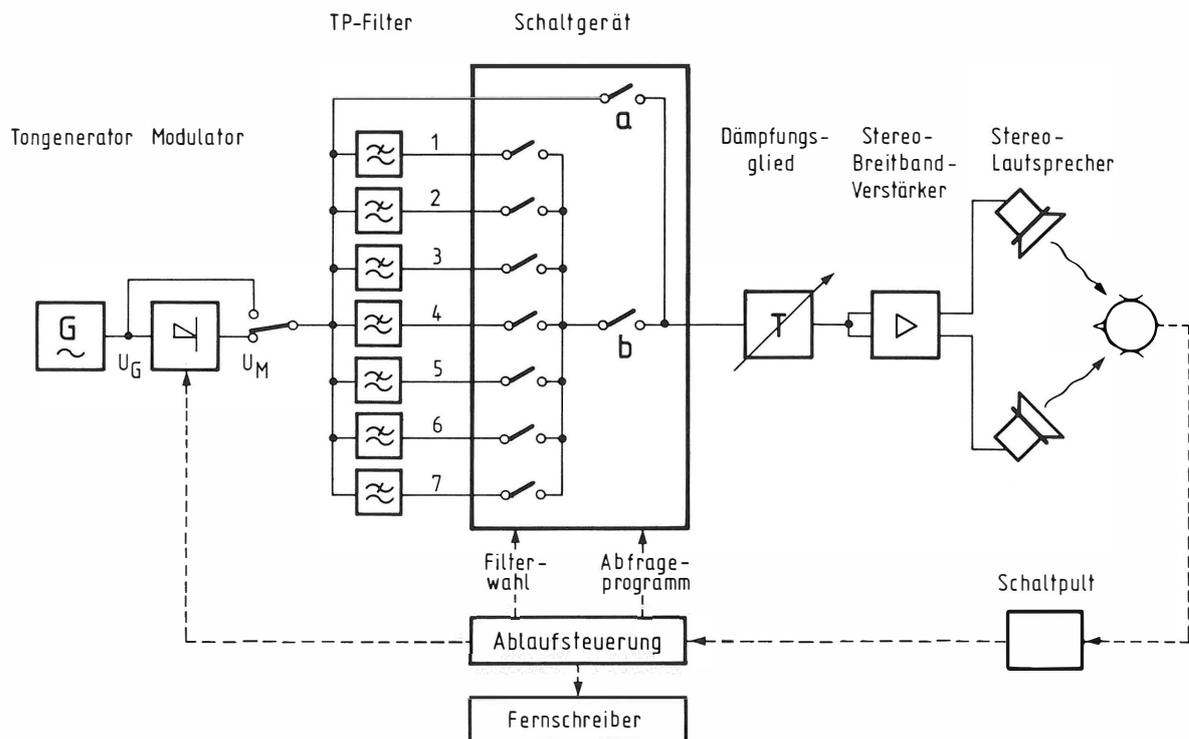
## 1. Einleitung

Von Geräten der Tonsignaltechnik wird im allgemeinen gefordert, daß sie Tonsignale verzerrungsfrei übertragen oder speichern. Da reale Systeme stets mit gewissen Amplituden- und Laufzeitverzerrungen behaftet sind, läßt sich diese Forderung im streng nachrichtentechnischen Sinne nicht erfüllen. Beispielsweise ist jedes Gerät durch eine begrenzte Übertragungsbandbreite gekennzeichnet, d. h. es kann keine beliebig schnellen Signaländerungen verarbeiten. Wenn zusätzlich berücksichtigt wird, daß es oft technisch aufwendig ist, den idealen nachrichtentechnischen Übertragungseigenschaften näherzukommen, stellt sich die Frage, welche (linearen) Verzerrungen sinnvollerweise toleriert werden können.

Den geeigneten Maßstab hierfür liefert der Endempfänger der gesamten elektroakustischen Übertra-

gungskette, das menschliche Gehör. Wenn lineare Verzerrungen zwar auftreten, aber unhörbar bleiben, dann ist eine Übertragung möglich, die selbst höchsten Ansprüchen genügt. Die in der Überschrift gestellte Frage nach der notwendigen Bandbreite soll deshalb mit Hilfe eines Hörversuchs beantwortet werden.

Die Untersuchung ist praxisorientiert, d. h. es wurde die Arbeitssituation von Toningenieuren nachgebildet. Gerade aus dem Kreis der Toningenieure ist gar nicht selten die Meinung zu hören, daß eine Bandbreite von 15 kHz nicht ausreicht, um optimale Bedingungen für ihre Arbeit zu garantieren. Tatsächlich gibt es Gründe, die diese Ansicht stützen könnten. So ist bekannt, daß unser Gehör — abhängig von Alter, Geschlecht und individuellem Hörvermögen — akustische Signale (z. B. reine Töne) auch mit Frequenzen über 15 kHz wahrnehmen kann. In der Pra-



**Bild 1**

Blockschaltbild des Hörversuchs  
Erläuterungen siehe Text

### 2.6. Auswertung

Ausgewertet wurde die relative Häufigkeit  $h_r$  „richtiger“ Antworten pro Vp und Filter. Als „richtig“ wurde angesehen, wenn die Signalpaare a-a und b-b als „gleich“, die Signalpaare a-b und b-a als „ungleich“ beurteilt wurden. Für jedes Filter wurde über die interessierende Gruppe von Vpn gemittelt, d. h. der Mittelwert  $\bar{h}_r$  und die Standardabweichung  $\Delta h_r$  errechnet. Die Aussagekraft dieser Häufigkeiten ergibt sich in der üblichen Weise dadurch, daß sie zur Sicherheit der Signalerkennung in Beziehung gesetzt werden. Unter der Annahme, daß keine Signalerkennung möglich ist, beträgt der theoretische Erwartungswert für richtige Antworten  $h_r = 50\%$ . Bei einer Rate von 100% richtiger Antworten hätten die Vpn die Unterschiede der Signale völlig sicher erkannt. Eine relative Häufigkeit  $h_r = 75\%$  wird bei dem gewählten Versuchsschema allgemein als Schwelle der Unterscheidbarkeit angesehen.

### 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse des Hörversuchs sind **Tabelle 2** zu entnehmen. Die Mittelwerte über alle 43 Vpn (Spalte a) liegen für die verschiedenen Filter zwischen  $h_r = 51\%$  und  $58\%$ . Die Erkennbarkeit der einzelnen Bandbegrenzungen war demnach allgemein sehr gering; denn die Häufigkeiten sind durchweg sehr nahe bei 50% (der a-priori-Wahrscheinlichkeit für richtige Antworten bei reinem Raten) und weit entfernt von der 75%-Schwelle. Wenn also die 860 Urteile von 43 Vpn zugrunde gelegt werden, ist es für das Gehör nicht erkennbar, ob eines der untersuchten Filter in den Übertragungsweg eingeschaltet ist oder nicht. Selbst die erheblichen Verzerrungen durch manche der Filter (vgl. **Bild 4**) sind für unser Gehör ohne Belang.

Dieses Bild ändert sich nur geringfügig, wenn nach Vpn differenziert wird. Eine getrennte Auswertung für die Toningenieure (**Tabelle 2**, Spalte b) und die Vergleichsgruppe (Spalte c) ergibt bei den Filtern 2, 4, 5, 6 und 7, daß die mittleren Häufigkeiten  $h_r$  sich nicht nennenswert unterscheiden (maximal um 5%). Die Ergebnisse beider Vpn-Gruppen stimmen darin überein, daß diese Filter nicht zu erkennen sind.

Bei den Filtern 1 und 3 fällt auf, daß die Vergleichsgruppe mit  $\bar{h}_r = 61\%$  bzw.  $62\%$  etwas erhöhte Werte aufweist, während die Toningenieure mit  $\bar{h}_r = 55\%$  bzw.  $52\%$  im Rahmen der übrigen Filter bleiben. Es rührt also von der Vergleichsgruppe her, daß die Filter 1 und 3 insgesamt (Spalte a) die relativ größten Häufigkeiten zeigen.

Als individuelle Einflußgröße, die hier ansatzweise sichtbar werden könnte, kommt das Lebensalter der Vpn in Betracht. Die Toningenieure hatten nämlich ein Durchschnittsalter von 41 Jahren gegenüber 33 Jahren bei der Vergleichsgruppe. Werden die Versuchsergebnisse rein nach dem Lebensalter der Vpn aufgeschlüsselt, so zeigt sich die in **Bild 5** dargestellte Abhängigkeit. Bei den 11 Vpn, die nicht älter als 30 Jahre sind, steigt die mittlere Häufigkeit für die Filter 1 und 3 auf  $\bar{h}_r = 66\%$  bzw.  $65\%$ . Von 4 dieser Vpn wird die 75%-Schwelle überschritten. Dagegen haben Vpn, die älter als 30 Jahre sind, nur eine sehr geringe Chance, diese Filter zu erkennen. Alle übrigen Bandbegrenzungen wurden von keiner Altersgruppe erkannt. Als Beispiel ist in **Bild 5** die Kurve für Filter 5 eingetragen.

Eine Auswertung nach der zeitlichen Abfolge des 1. bis 7. Teilversuchs ergibt, daß die mittleren Häufigkeiten durchweg zwischen  $h_r = 50\%$  und  $55\%$  liegen, also nicht merklich voneinander abweichen. Lern- oder Ermüdungsvorgänge während des etwa 45minütigen Hörversuchs hatten offenbar keinen meßbaren Einfluß auf die Ergebnisse.

In einem Kontrollversuch wurde als Schallsignal statt der Impulsfolge (die als Ton empfunden wird) ein einzelner Impuls verwendet (der als Knack empfunden wird). Dazu wurde aus dem Puls nach **Bild 2a** ein einziger positiver Impuls herausgeschnitten. Das (kontinuierliche) Spektrum dieses Impulses entspricht also der spektralen Hüllkurve in **Bild 3a**. Dieses Signal wurde Filter 1 zugeführt, d. h. dem Filter mit der höchsten Erkennungsrate im Hauptversuch. 9 Vpn, die bei den Tönen eine mittlere Häufigkeit  $h_r = 67\%$  erzielt hatten, erreichten mit Einzelimpulsen den etwas geringeren Wert  $\bar{h}_r = 61\%$ . Die Signalunterschiede sind also bei diesem Testschall noch schwerer zu erkennen.

### 4. Diskussion

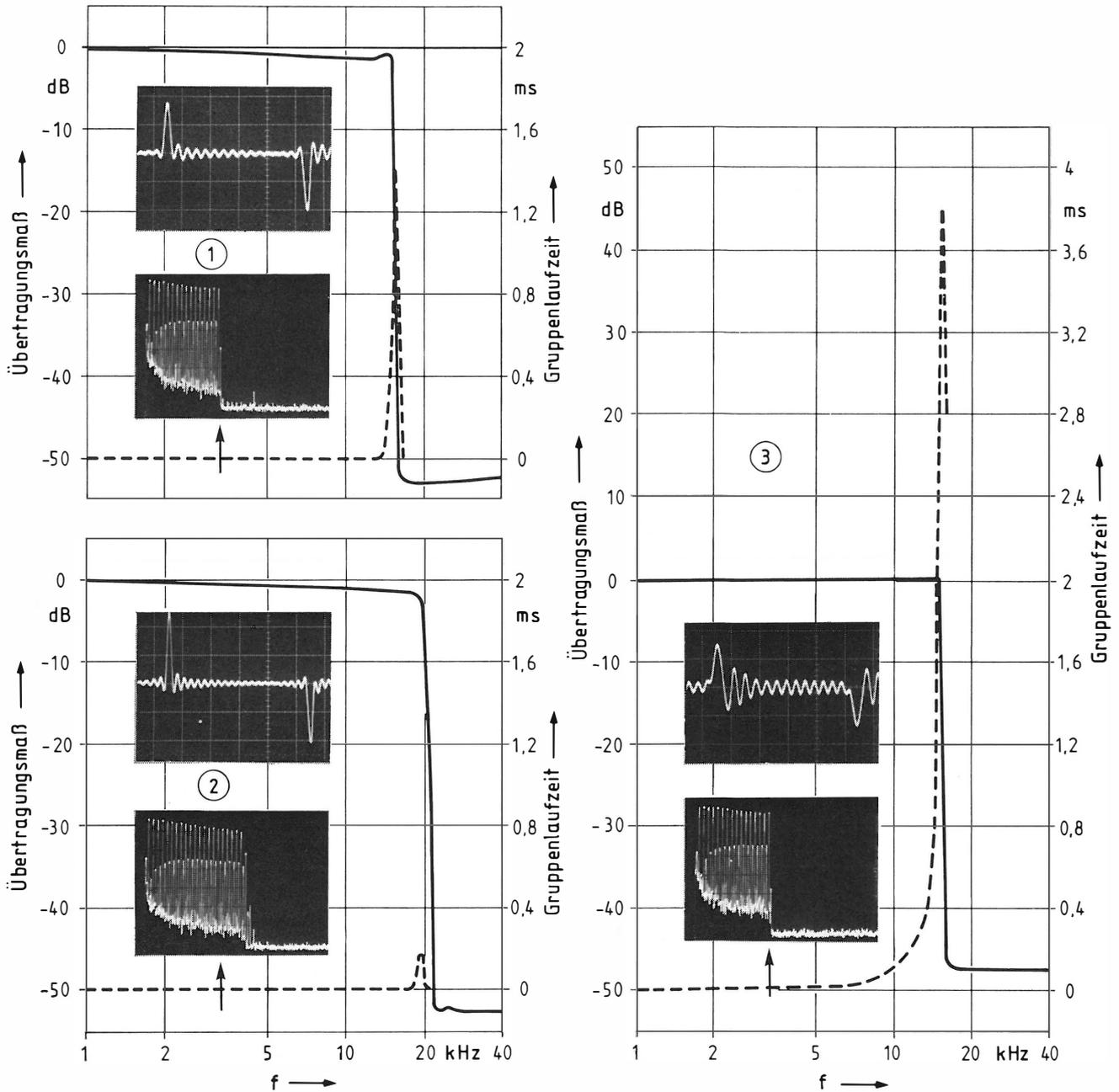
Als wichtigstes Ergebnis des Hörversuchs wird angesehen, daß – nach dem Urteil von 43 Vpn – die „15-kHz-Filter“ (Nr. 1, 3, 6) nicht signifikant leichter zu erkennen waren als die „20-kHz-Filter“ (Nr. 2, 5, 7). Der genaue Verlauf der Übertragungsfunktion eines TP-Filters oberhalb von 15 kHz hat offensichtlich nur einen äußerst geringen Einfluß auf die Hörbarkeit der zugehörigen Signalverzerrung. Wenn dieser Einfluß im folgenden kurz analysiert wird, dann nur, um die Forderungen an ein „gehörange-

Filter	Rel. Häufigkeit $h_r$ richtiger Antworten pro Vp und Filter					
	Mittelwert $\bar{h}_r$ und Standardabweichungen $\Delta h_r$ für					
	a) alle 43 Vpn		b) 21 Toningenieure		c) 22 Nicht-Toningenieure	
	$\bar{h}_r$	$\Delta h_r$	$\bar{h}_r$	$\Delta h_r$	$\bar{h}_r$	$\Delta h_r$
1	58%	± 18%	55%	± 17%	61%	± 18%
2	56%	± 12%	56%	± 11%	56%	± 13%
3	57%	± 14%	52%	± 10%	62%	± 15%
4	51%	± 12%	49%	± 14%	53%	± 10%
5	51%	± 8%	51%	± 9%	51%	± 7%
6	54%	± 11%	51%	± 13%	56%	± 9%
7	52%	± 8%	52%	± 8%	53%	± 8%

**Tabelle 2**

Aus 20 Entscheidungen einer Vp pro Filter wurde die relative Häufigkeit  $h_r$  richtiger Antworten berechnet.

Für jedes Filter wurde über die angegebenen Vpn gemittelt. Unter der Annahme, daß keine Signalerkennung möglich ist, beträgt der theoretische Erwartungswert für richtige Antworten  $h_r = 50\%$ . Bei einer Rate von 100% richtiger Antworten hätten die Vpn die Unterschiede der Signale völlig sicher erkannt. Eine relative Häufigkeit  $h_r = 75\%$  wird in der üblichen Weise als Schwelle angesehen, bei der die Signalerkennung das reine Raten zu überwiegen beginnt.



paßtes“ TP-Filter möglichst genau angeben zu können.

Nur bei den Filtern 1 und 3 unterschied sich das Ergebnis von reinem Raten. Aus **Bild 4** ist zu entnehmen, daß beide TP-Filter bei einer Grenzfrequenz von 15 kHz eine besonders steile Flanke des Übertragungsmaßes zeigen, aber auch die größten Gruppenlaufzeitmaxima aufweisen. Als mögliche Ursachen für die beginnende Erkennbarkeit kommen daher in Betracht:

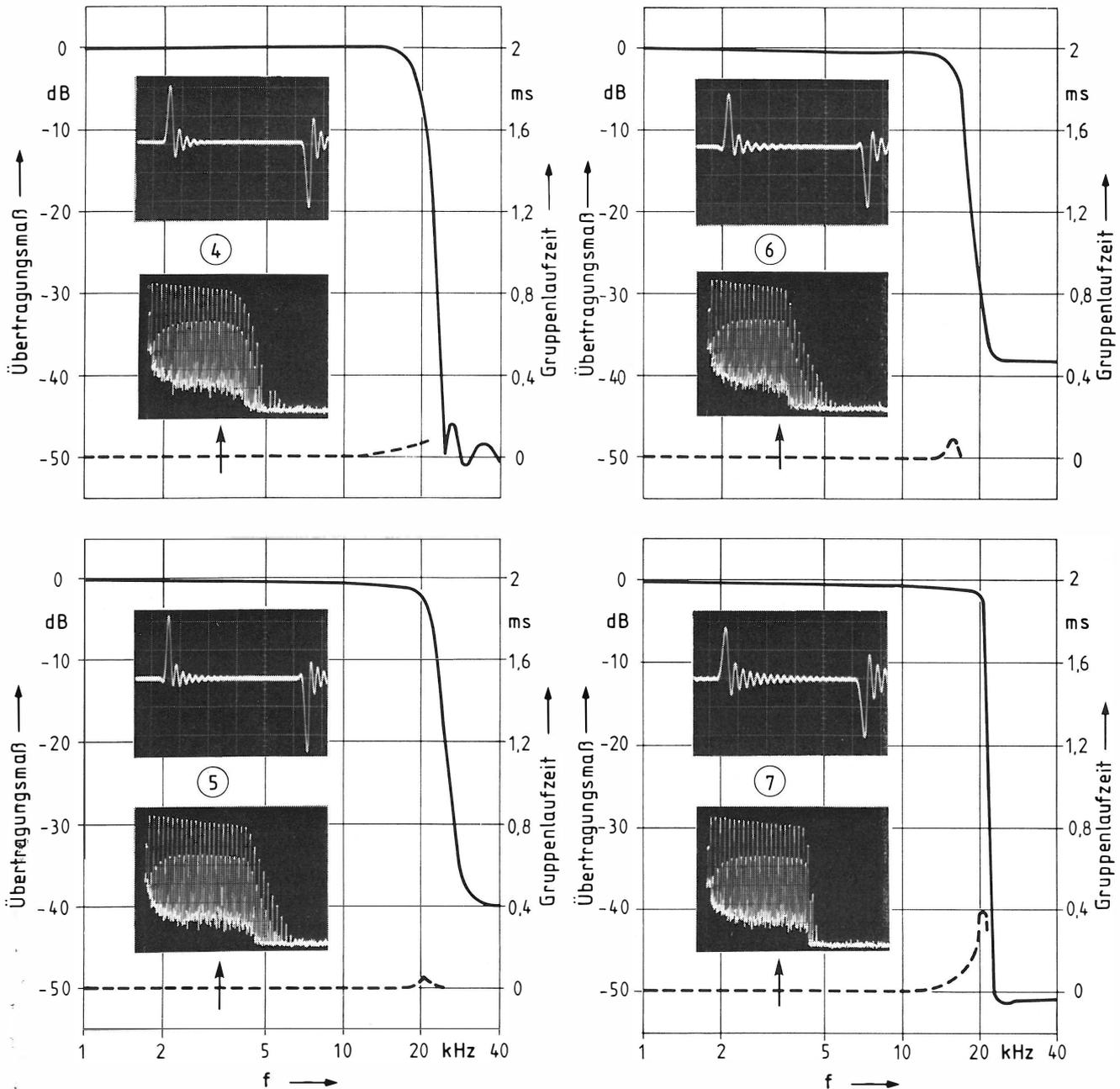
a) die Bandbegrenzung des Amplitudenspektrums,

b) die Gruppenlaufzeitverzerrung während des Anklingens oder des Abklingens des Signals,

c) die Phasenverzerrung im quasistationären Teil des Signals.

Die **Phasenverzerrung** kann mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Dafür sprechen folgende Gründe:

1. Bei Filter 3 reicht die Phasenverzerrung bis in den Frequenzbereich zurück, den alle Vpn mit Sicherheit noch wahrnehmen können. So wird bei etwa



**Bild 4**

**Übertragungsfunktionen der TP-Filter 1 bis 7**

ausgezogen: Übertragungsmaß gestrichelt: Gruppenlaufzeit

Eingefügte Oszillogramme: Signale an den Ausgängen der 7 TP-Filter

oben: Zeitfunktionen (1 Kästchen  $\cong 200 \mu\text{s}$  wie bei der Spannung  $U_G$  an den Filtereingängen, s. Bild 2a)

unten: Amplitudenspektren (gleicher Maßstab wie beim Spannungspegel  $L_G$  an den Filtereingängen, s. Bild 3a).

Als Orientierungshilfe markiert der Pfeil die Frequenz  $f = 15 \text{ kHz}$

- 8 kHz die erste Phasenumkehr auf  $180^\circ$  erreicht (Periodendauer =  $125 \mu\text{s}$ , Gruppenlaufzeit  $\approx 60 \mu\text{s}$ ). Dennoch erkennt nur eine bestimmte Gruppe von jüngeren Vpn dieses Filter.
2. Auch andere Filter zeigen merkbare Phasenverzerrungen (obwohl ihre Gruppenlaufzeitverzerrungen geringer sind). Z. B. haben die Filter 4 und 7 bei 15 kHz Gruppenlaufzeiten von etwa 0,03 ms bzw. 0,05 ms, die sich als Phasendrehungen von etwa  $180^\circ$  bzw.  $300^\circ$  auswirken. Diese

Filter wurden jedoch nicht erkannt, auch von den jüngeren Vpn nicht.

3. Ein vergleichbarer Versuch mit weißem Rauschen als Signal erbrachte sehr ähnliche Ergebnisse [6]. Auf der Basis von knapp 600 Urteilen pro Filter (mit Tonsignal: 860) waren Filter 1 und 3 ebenfalls geringfügig leichter zu erkennen als die übrigen: Filter 1 mit 63 % richtigen Entscheidungen (mit Tonsignal: zwischen 55 und 66 % je nach Vpn-Gruppe) und Filter 3 mit 60 % richtigen Ent-

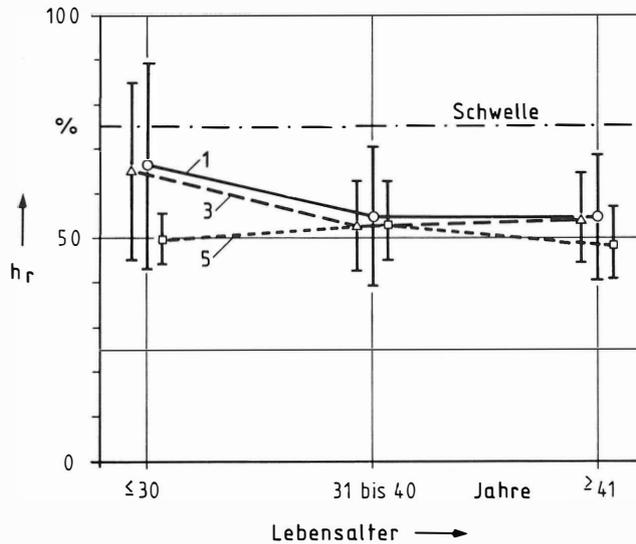


Bild 5

Relative Häufigkeit  $h_r$  richtiger Antworten pro Vp und Filter  
(Mittelwerte und Standardabweichungen)  
als Funktion des Lebensalters der Vpn

○ ——— ○ Filter 1  
△ - - - - △ Filter 3  
□ ····· □ Filter 5

scheidungen (mit Tonsignal: zwischen 52 und 65 % je nach Vpn-Gruppe). Bei weißem Rauschen können Phasenverzerrungen im quasistationären Teil des Signals jedoch keinen Beitrag zur Erkennung geleistet haben.

- Die Hörbarkeit von Phasenverzerrungen ist allgemein sehr gering. Plomp und Steeneken [2] stellten bei einem Signal aus 10 Harmonischen, dessen spektrale Hüllkurve mit  $-6$  dB/Oktave abfiel, nur minimale Klangfarbenunterschiede infolge von Phasendrehungen fest. Die maximalen Unterschiede waren geringer als die Empfindungsunterschiede, die durch eine Pegeländerung um 2 dB oder durch eine Hüllkurvenänderung des Amplitudenspektrums um 2 dB/Oktave hervorgehoben werden. Zudem nahmen sie mit wachsender Frequenz ab.

Fleischer [4] wies darauf hin, daß zusätzliche, zufällige Phasenänderungen, wie sie bei der Schallübertragung in nicht reflexionsfreien Räumen auftreten, die Hörbarkeit von systematischen Phasenunterschieden stets vermindern.

Obwohl also die Phasenverzerrungen ausscheiden, könnten die durch Filter 1 und 3 hervorgerufenen **Gruppenlaufzeitverzerrungen** im Anklingen des Tons hörbar geworden sein. Daß auch dies sehr unwahrscheinlich ist, zeigen folgende Überlegungen:

- Die gegen Laufzeitverzerrungen empfindlichsten Signale sind Druckimpulse [3, 8]. Im Kontrollversuch war die Erkennung von Filter 1 bei diesem Signal schwerer als bei dem verhältnismäßig langsam einschwingenden Ton. Wäre die Gruppenlaufzeit das überwiegende Erkennungsmerkmal gewesen, hätte die Erkennungsrate beim instationären Signal zunehmen müssen.
- Nach Blauert und Laws [8] liegt die Schwelle der Hörbarkeit für ein einzelnes Maximum der Grup-

penlaufzeit zwischen 1 und 3 ms (je nach Frequenzlage im Bereich zwischen 500 Hz und 8 kHz). Es besteht die Tendenz [8, Fig. 7], daß für Frequenzen über 8 kHz die Schwelle größer als 2 ms ist. Für Lautsprecherdarbietung dürfte sie noch höher liegen [8]. Obwohl die Gruppenlaufzeitmaxima der Filter 1 und 3 groß sind im Vergleich zu den anderen Filtern ( $\tau_{g \max} = 1,4$  ms bzw. 3,8 ms bei 15 kHz), blieben sie mit großer Wahrscheinlichkeit unerschwellig und haben nichts zur Erkennung beigetragen.

Als mögliche Ursache bleibt die **Amplitudenbandbegrenzung**, mit deren Hilfe die Meßergebnisse ohne Schwierigkeit erklärt werden können. Filter 1 und 3 begrenzen bei 15 kHz besonders steil. Bild 4 zeigt, daß die beiden ungeradzahlig Harmonischen oberhalb der Grenzfrequenz bereits vollständig unterdrückt werden ( $a > 50$  dB). Dagegen dämpft Filter 6 – das dritte „15-kHz-Filter“ – die entsprechenden Harmonischen nur um 4 dB bzw. 10 dB. Diese wesentlich geringere Flankensteilheit läßt offensichtlich keine hörbaren Unterschiede mehr zustande kommen; ebenso ist es bei den Filtern 2, 4, 5 und 7 wegen der höheren Grenzfrequenzen.

Die Ergebnisse für Filter 1 und 3 zeigen eine Altersabhängigkeit, die mit der bekannten Altersabhängigkeit der Hörschwelle in Einklang steht. Nach Zwicker und Feldtkeller [1, S. 55] werden 15-kHz-Töne mit einem Schallpegel von 50 dB mit 20 Jahren im Mittel noch wahrgenommen, mit 40 Jahren nicht mehr. Bei den älteren Vpn reichte also die „Empfängerbandbreite“ des Gehörs nicht aus, um die spektralen Unterschiede im Frequenzbereich zwischen 15 und 20 kHz zu erkennen. Anders bei einigen der jüngeren Vpn: Von den vier Vpn unter 30 Jahren, die (bei Filter 1 und 3) mehr als 75 % richtige Antworten gaben, ist bekannt, daß ihre Hörschwelle im Frequenzbereich zwischen 15 und 20 kHz überdurchschnittlich tief liegt. Der ausschlaggebende subjektive Faktor war demnach mit großer Wahrscheinlichkeit der individuelle Frequenzumfang des Hörbereichs. Wenn er ausreichend war, konnten diese Vpn das „Abschneiden“ der Signalanteile über 15 kHz im unmittelbaren Vergleich erkennen.

Es ist nicht ganz auszuschließen, daß ein gewisser Beitrag zur Erkennung von zwei weiteren Filtereigenschaften kam. Das Übertragungsmaß von Filter 1 zeigt einen kleinen Einbruch von etwa 1 dB in der Umgebung von 12 kHz, also eine Amplitudenverzerrung im Übertragungsbereich des Gehörs, die in der Größenordnung der Unterschiedsschwelle liegt [1]. Bei Filter 3 ist zu berücksichtigen, daß es sich um eine vollständige PCM-Übertragungsstrecke mit Modulator, kurzem Verbindungskabel und Demodulator handelte. Solche Strecken können mit bestimmten signalabhängigen Rauschstörungen behaftet sein, die eine Eigenart der Codierung, nicht der Filterung sind.

Falls diese beiden Einflüsse sich auf die Ergebnisse von Filter 1 und 3 ausgewirkt haben, wäre die Erkennbarkeit der eigentlichen Bandbegrenzung noch geringer, als sie es ohnehin ist.

Als Ergebnis der Diskussion soll festgehalten werden: Bei TP-Filtern mit Grenzfrequenzen  $f_g \geq 15$  kHz

hat der Verlauf der Übertragungsfunktion im Übergang zum Sperrbereich nur einen äußerst geringen Einfluß auf die Hörbarkeit der zugehörigen Signalverzerrung. Er besteht darin, daß einige wenige Vpn mit besonders breitem Frequenzumfang des Gehörs in der Lage sind, eine starke Dämpfung von Signalanteilen zwischen  $f = 15$  kHz und dem individuellen Ende des Hörbereichs zu erkennen. Diese Aussage gilt für ein Signal, dessen hochfrequente Anteile in besonders starkem Maße vertreten waren. Die bei minimalphasigen TP-Filtern mit der Bandbegrenzung einhergehenden Phasen- bzw. Laufzeitverzerrungen sind mit großer Wahrscheinlichkeit selbst dann nicht hörbar, wenn die Flankensteilheit sehr groß ist.

### 5. Folgerungen

Obwohl die in der Literatur verfügbaren Meßergebnisse gut übereinstimmen, fallen die Folgerungen für die notwendige Bandbreite verschieden aus. In die Untersuchung von Snow 1931 [5] waren bereits sehr breitbandige Schalle eingeschlossen (Händeklatschen, Schlüsselklirren); jedoch reichte die höchste verwendete Filtergrenzfrequenz von 13 kHz nicht aus, um die Grenze der Hörbarkeit für solche Schalle zu bestimmen. Snow vermutete sie bei 15 kHz; insofern kann die vorliegende Untersuchung als Erweiterung und Bestätigung dieser frühen Arbeit angesehen werden.

Daß mit weißem Rauschen als Signal die Ergebnisse fast deckungsgleich ausfielen [6], wurde bereits diskutiert. Muraoka et al. [7] fanden für Rockmusik ebenfalls, daß die kritische Grenzfrequenz um 15 kHz liegen müsse.

Dennoch wird für die Einführung digitaler Ton-systeme häufig eine obere Grenzfrequenz von 20 kHz gefordert [7]. Diese Forderung wird durch die Ergebnisse von Hörversuchen nicht gestützt; sie scheint von anderen, technischen Gesichtspunkten bestimmt zu sein. Vom Gehör her gesehen erscheint eine obere Grenzfrequenz von 15 kHz als völlig ausreichend. Damit kann jedes TP-System als geeignet angesehen werden, dessen Frequenzgang (Amplitude und Gruppenlaufzeit) im Übertragungsbereich möglichst eben ist und das die Bedingungen

$$\left. \begin{array}{l} \text{Dämpfung} \quad a < 1 \text{ dB} \\ \text{Gruppenlaufzeit} \quad \tau_g < 1 \text{ ms} \end{array} \right\} \text{für } f = 15 \text{ kHz}$$

einhält. In dieser Festlegung ist genügend Reserve für die Kettenschaltung weiterer, gleichartiger Bandbegrenzungen enthalten. Sonstige Filtereigenschaften (nominale Grenzfrequenz, Flankensteilheit, Sperrdämpfung, Gruppenlaufzeit) können nach anderen Gesichtspunkten festgelegt werden. Es dürfte jedoch möglich sein, eine Gruppenlaufzeitkompensation zu vermeiden, da sich die Forderung für  $\tau_g$  nicht auf das Maximum der Gruppenlaufzeit bezieht.

Weitergehende Forderungen an die Bandbreite erscheinen aus folgenden Gründen als überzogen, so-

fern sie mit den Eigenschaften des Gehörs begründet werden:

- a) Es kann nicht darum gehen, ein „absolut unhörbares TP-Filter“ vorzuschlagen. Denn sicher lassen sich auch für ein 20-kHz-Filter Vpn finden, die unter speziellen Versuchsbedingungen Unterschiede erkennen. Auch bei einem 15-kHz-Filter ist garantiert, daß nur in seltenen Ausnahmefällen Unterschiede hörbar werden: Besonders starke hochfrequente Signalanteile, ein genügend breitbandiger elektroakustischer Wandler, Hörer mit besonders großem Frequenzumfang des Gehörs und die Möglichkeit des unmittelbaren Signalvergleichs sind Bedingungen, die auch in Tonstudios nur selten zusammentreffen.
- b) Selbst wenn – bei der Frage nach der absoluten Schwelle der Erkennung – Unterschiede hörbar werden, bedeutet das nicht unbedingt eine Einbuße an Tonqualität einer Aufnahme. Z. B. waren die Vpn, die Unterschiede erkannten, nicht in der Lage, diese anhand subjektiver Merkmale wie Lautheit oder Klangfarbe näher zu beschreiben.
- c) Die Hörbarkeit einer 15-kHz-Bandbegrenzung ist gegenüber den – auch in Tonstudios – üblichen Verzerrungen im Übertragungsbereich bis 15 kHz um Größenordnungen geringer. Die durch eine Erweiterung auf 20 kHz erzielbare Verbesserung der Wiedergabequalität ist im Vergleich dazu völlig unerheblich.

Wir bedanken uns herzlich bei der Firma Polygram, Hannover, die für diese Untersuchung mehrere Filter und die Ablaufsteuerung mit Fernschreiber zur Verfügung stellte.

Dem Fernmeldetechnischen Zentralamt der DBP, Darmstadt, sei Dank gesagt für die Überlassung einer PCM-Strecke und zweier weiterer Filter.

Die Firma Braun, Saarbrücken, stellte dankenswerterweise zwei Höchsttonlautsprecher mit Breitbandverstärkern zur Verfügung.

Bei allen Vpn, die mit größter Geduld am Hörversuch teilnahmen, bedanken wir uns sehr herzlich, insbesondere bei den Toningenieuren aus den deutschen Rundfunkanstalten und aus der Schallplattenindustrie.

### SCHRIFTTUM

- [1] Zwicker, E.; Feldtkeller, R.: Das Ohr als Nachrichtenempfänger. S. Hirzel-Verlag, Stuttgart (1967).
- [2] Plomp, R.; Steeneken, H. J. M.: Effect of phase on the timbre of complex tones. J. Acoust. Soc. Amer. **46** (1969), S. 409 bis 421.
- [3] Terhardt, E.; Blauert, J.: Laufzeitverzerrungen bei der Übertragung von Sprache und Musik. Nachrichtentech. Z. **29** (1976), S. 573 bis 574.
- [4] Fleischer, H.: Hörbarkeit von Phasenunterschieden bei verschiedenen Arten der Schalldarbietung. Acustica **36** (1976/77), S. 90 bis 99.
- [5] Snow, W. B.: Audible frequency ranges of music, speech and noise. J. Acoust. Soc. Amer. **3** (1931), S. 155 bis 166.
- [6] Persönliche Mitteilung: H. Bluethgen, Firma Polygram, Hannover.
- [7] Muraoka, T.; Yamada, Y.; Yamazaki, M.: Sampling frequency considerations in digital audio. J. Audio Eng. Soc. **26** (1978), S. 252 bis 256.
- [8] Blauert, J.; Laws, P.: Group delay distortions in electroacoustical systems. J. Acoust. Soc. Amer. **63** (1978), S. 1478 bis 1483.
- [9] RTM-Nachrichten: Digitale Tonaufzeichnung vom BR ausgestrahlt. Rundfunktechn. Mitt. **22** (1978), S. 229.

## EINE NEUE STEREO-MATRIZIERUNG FÜR DEN FERNSEHTON

VON MAX AIGNER UND REINHARD GOROL<sup>1</sup>

Manuskript eingegangen am 8. Januar 1979

Übertragungstechnik Fernsehen

## Zusammenfassung

Untersuchungen beim Fernsehen haben gezeigt, daß bei der Übertragung von Stereotonsignalen nach dem Zweiträgerverfahren mit der beim FM-Hörrundfunk üblichen Matrix unterschiedliche Störabstandswerte in den beiden Stereokanälen (L, R) entstehen. Die Ursache dafür liegt in der teilweisen Korrelation zwischen den Störsignalen, die beim Inter-carrier-Empfang entstehen. Eine neue Matrix vermeidet diesen Nachteil weitgehend. Ein praktisches Beispiel bestätigt die Vorteile der neuen, auf den Fernsehsehton zugeschnittenen Stereomatrix.

## Summary Novel stereo matrixing for television sound

Investigations have indicated that, when transmitting stereo-sound signals in television by means of the two-carrier method, the signal-to-noise ratios in the two stereo channels (L, R) are different when the matrix customary in FM sound broadcasting is used. This is caused by partial correlation between the interference signals that occur with inter-carrier reception. A new matrix eliminates that disadvantage to a large extent. A practical example confirms the advantages of the new stereo matrix designed for television sound.

## Sommaire Nouveau système de matricage stéréophonique pour la télévision

L'expérience a démontré que lorsqu'on diffuse à la télévision un son stéréophonique au moyen de la méthode à deux porteuses, le rapport signal/bruit n'est pas le même dans les voies de droite et de gauche si on utilise la même matrice qu'en radiodiffusion sonore. Cet effet est dû à une corrélation partielle entre les signaux brouilleurs lors de la démodulation par le procédé interporteuse. Une nouvelle matrice élimine en grande partie cet inconvénient. Un exemple de réalisation confirme les avantages que présente cette matrice pour le son de la télévision.

## 1. Einleitung

Die Einführung der stereofonen Tonübertragung bzw. der Übertragung zweier getrennter Tonsignale beim Fernsehen ist in naher Zukunft möglich.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen richten sich hauptsächlich auf die Auswahl eines geeigneten Übertragungssystems. Von den vielen zur Diskussion stehenden Verfahren hat sich das Zweiträgerverfahren als das Optimum erwiesen, da es die Qualitätsparameter der bekannten FM-Tonübertragung in beiden Tonkanälen mit der geforderten Kompatibilität vereinigt [1].

Die Frage nach einer geeigneten, von der FM-Hörrundfunknorm abweichenden Matrizierung bei der Übertragung von Stereotonsignalen hat sich bisher noch nicht gestellt.

Untersuchungen in Verbindung mit dem Verhalten der Systeme unter Einfluß des Offsetbetriebs haben jedoch ergeben, daß mit der herkömmlichen Matrix (L + R, L - R) beim Inter-carrier-Empfang unterschiedliche Störabstände im linken und im rechten Stereokanal entstehen [2]. Es sollen deshalb die Ursachen und deren Auswirkungen näher untersucht und ein Weg aufgezeigt werden, wie eine Verbesserung des Störabstandsverhaltens bei der Stereoübertragung erreicht werden kann.

## 2. Die Entstehung korrelierter Störungen

Die heutigen Heimempfänger verwenden fast ausschließlich das Inter-carrier-Prinzip. Bei diesem Verfahren gewinnt man die Tonzwischenfrequenz durch Überlagerung des Bild- und des Tonträgers (Bild 1). Eine Phasenmodulation des Bildträgers führt dem-

nach über die Tonzwischenfrequenz zu einer Störmodulation in allen Kanälen.

Diese Störungen stimmen bei gleichen apparativen Voraussetzungen in ihrer Phase und Amplitude überein, d. h. sie sind korreliert. Korrelierte Signale addieren sich aber bei der Dematrizierung linear.

## 3. Der Einfluß auf die herkömmliche Stereomatrizierung

Mit der vom FM-Hörrundfunk her bekannten Matrizierung wird in einem Kanal die Summe und im anderen Kanal die Differenz der Seiteninformationen übertragen. Im Empfänger lassen sich somit leicht die Originalinformationen durch Addition und Subtraktion zurückgewinnen. Kommen nun vor der Decodierung korrelierte Störungen in beide Kanäle, so werden sie ungleich auf beide Seiten verteilt:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{L+R}{2} + K \\ \frac{L-R}{2} + K \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{L+R}{2} + K \right) + \left( \frac{L-R}{2} + K \right) = L + 2K \\ \left( \frac{L+R}{2} + K \right) - \left( \frac{L-R}{2} + K \right) = R \end{array} \right. \quad (1)$$

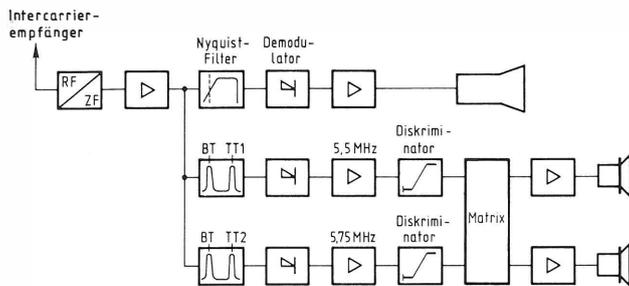
wobei K die korrelierte Störung ist.

Im Extremfall wird – wie man sieht – die Störung nur aus dem linken Lautsprecher kommen, während die rechte Seite ungestört ist. Bei unkorrelierten Störsignalen dagegen müssen die Störleistungen addiert werden:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{L+R}{2} + N \\ \frac{L+R}{2} + N \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} L + \sqrt{N^2 + N^2} = L + \sqrt{2} \cdot N \\ R + \sqrt{N^2 + N^2} = R + \sqrt{2} \cdot N \end{array} \right. \quad (2)$$

Die Störungen sind in diesem Fall gleichmäßig auf beide Seiten verteilt. Beim Inter-carrier-Empfang wird

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Max Aigner ist Leiter des Arbeitsbereichs Antennentechnik, Dipl.-Ing. Reinhard Gorol ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Arbeitsbereichs Übertragungstechnik Fernsehen im Institut für Rundfunktechnik, München.



**Bild 1**

Stereotonempfang nach dem Zweiträgerverfahren

aber, wie schon erwähnt, selbst bei völlig verrauschtem Signal ein Teil der Störungen korreliert sein, so daß ganz allgemein gilt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + S \\ \frac{L-R}{2} + S \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L + 2K + \sqrt{2} \cdot N \\ R + \sqrt{2} \cdot N \end{aligned} \right. \quad (3)$$

wobei  $S = \sqrt{K^2 + N^2}$  die gesamte Störung ist.

Dieses relativ ungünstige Verhalten, besonders bei Intercarrierstörungen und Offsetstörungen [2], gibt Anlaß, nach einer Matrixierung zu suchen, welche die genannten Nachteile vermeidet und ebenfalls kompatibel ist.

#### 4. Eine neue Stereomatrix für den Fernsehton

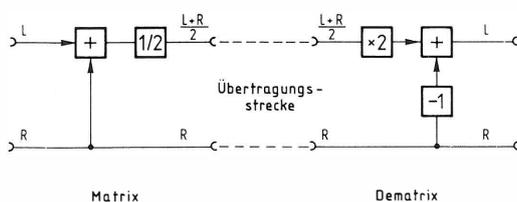
Die Forderung nach der Kompatibilität legt die Parameter einer Matrix für den ersten Kanal schon dadurch fest, daß darin das Mono- oder Summensignal ( $L+R$ ) übertragen werden muß. Somit bleiben für den zweiten Kanal neben der bekannten Lösung ( $L-R$ ) nur noch Varianten übrig, bei denen eine der beiden Seiteninformationen ( $L$  oder  $R$ ) übertragen wird. Damit lassen sich die Originalinformationen in ähnlicher Weise zurückgewinnen. **Bild 2** zeigt das Blockschaltbild einer derartigen neuen Matrix.

Unter Einfluß einer korrelierten Störung ergibt sich dann:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + K \\ R + K \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} 2 \cdot \left( \frac{L+R}{2} + K \right) - (R+K) = L+K \\ R+K \end{aligned} \right. \quad (4)$$

$K$  = korrelierte Störung.

Die Verteilung korrelierter Störungen erfolgt demnach gleichmäßig auf beide Seiten. Anders ist jetzt das Verhalten bei nichtkorrelierten Störungen:



**Bild 2**

Stereomatrix für den Fernsehton

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + N \\ R + N \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L + \sqrt{4N^2 + N^2} = L + \sqrt{5} \cdot N \\ R + N \end{aligned} \right. \quad (5)$$

$N$  = nichtkorrelierte Störung.

Jetzt ergibt sich ein Unterschied des Störabstandes zwischen Links und Rechts von 7 dB.

In der Praxis wird dieser Wert nicht erreicht, da ein Teil der Störungen systembedingt korreliert ist und beim Fernsehen der Bildempfang die untere Grenze des Eingangspegels bestimmt. Erst unter 40 bis 45 dB ( $\mu V$ ) Eingangsspannung beeinflusst Rauschen den NF-Störabstand.

Allgemein läßt sich zusammenfassen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + S \\ R + S \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L + K + \sqrt{5} \cdot N \\ R + K + N \end{aligned} \right. \quad (6)$$

wobei  $S = \sqrt{K^2 + N^2}$  ist.

Die Tatsache, daß im zweiten Kanal statt  $R$  auch  $L$  übertragen werden kann, ist trivial und braucht nicht extra behandelt zu werden.

#### 5. Der Vergleich der beiden Verfahren

Unter der Annahme, daß bei einem bestimmten Antennenausgangspegel die spektralen Störanteile des Bildträgers und des Tonträgers übereinstimmen, d. h. die Hälfte der Störungen korreliert ist, gilt bei der herkömmlichen Matrix nach (3), wenn

$$N = K = \frac{S}{2} \cdot \sqrt{2} \text{ ist:}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + S \\ \frac{L-R}{2} + S \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L + \sqrt{S^2 + 2S^2} = L + \sqrt{3} \cdot S \\ R + S \end{aligned} \right. \quad (7)$$

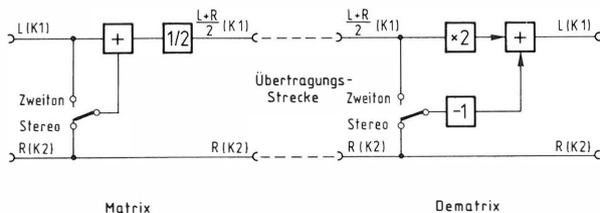
und bei der neuen Matrix nach (6):

$$\left. \begin{aligned} \frac{L+R}{2} + S \\ R + S \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} L + \sqrt{\frac{S^2}{2} + S^2 \cdot \frac{5}{2}} = L + \sqrt{3} \cdot S \\ R + S \end{aligned} \right. \quad (8)$$

d. h. die beiden Matrizen sind nahezu gleichwertig und führen beide zu einem Unterschied im Störabstand zwischen Links und Rechts von 4,8 dB.

Daraus lassen sich nun folgende Aussagen herleiten:

1. Oberhalb eines bestimmten Eingangspegels am Empfänger [ca. 45 dB ( $\mu V$ )] ist die neue Matrix je nach Bildinhalt der herkömmlichen Matrix überlegen.
2. Unterhalb des erwähnten Eingangspegels ist die Störabstandsdifferenz zwischen linkem und rechtem Stereokanal bei der alten Matrix kleiner. Hier dürfte das Empfängerkonzept von Bedeutung sein.
3. Ein Übersprechen nach dem neuen Decodierungsverfahren ist nur in einer Richtung möglich, d. h.



**Bild 3**  
Stereomatrix für den Fernsehsehton  
mit Umschaltmöglichkeit auf Zweittonübertragung

nur von R nach L. Von L nach R kann grundsätzlich kein Übersprechen auftreten.

**6. Praktische Ausführungen der neuen Matrix**

Da neben der Stereoübertragung auch die Übertragung zweier unabhängiger Tonsignale vorgesehen werden soll, bietet sich eine umschaltbare Version der Matrix wie in Bild 3 an. Das Besondere ist, daß die Umschaltung zwischen Stereobetrieb und Zweittonbetrieb mit nur einem einpoligen Umschalter im Sender wie im Empfänger vorgenommen werden kann.

Die Realisierung der Matrix stellt sich sehr einfach dar, wie aus Bild 4 hervorgeht.

Die Sendermatrix besteht lediglich aus einem Umschalter und zwei Widerständen, wobei die Quellen niederohmig und die Belastungen hochohmig sein müssen.

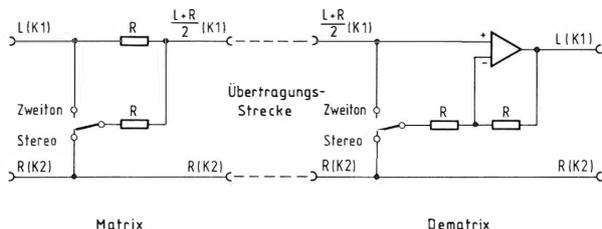
Empfangsseitig ist der Aufwand ebenfalls gering. Neben einem Umschalter und zwei Widerständen ist hier noch ein Operationsverstärker erforderlich.

Damit ist auch aus Gründen der einfachen Schaltungstechnik ein besonderer Anreiz gegeben, die „Fernsehmatrix“ in die weiteren Überlegungen einzubeziehen.

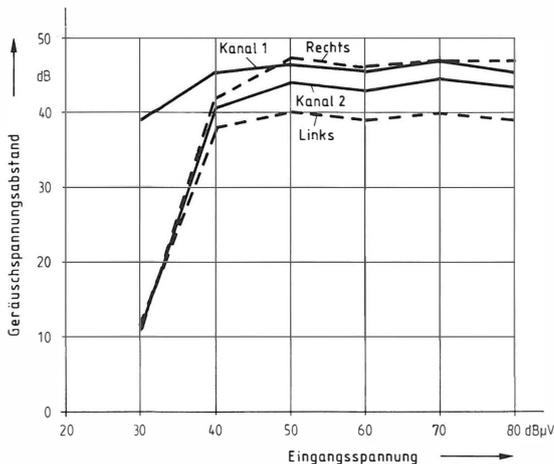
**7. Meßtechnische Beurteilung der beiden Matrizen**

Für die praktischen Versuche wurde ein Heimempfänger für das Zweiträgerverfahren umgerüstet. Dazu wurde ein bis auf die Frequenz (5,75 MHz statt 5,5 MHz) völlig gleicher zweiter Tondemodulator eingebaut. Wahlweise konnte der Empfänger mit einem Decoder nach dem alten bzw. nach dem neuen Dematrixierungsvorschlag bestückt werden.

Als Bildmodulation wurde einerseits das elektronische Testbild (ETB) und andererseits ein Schwarzbildsignal ohne Vertikalsynchronimpulse verwendet. Das elektronische Testbild stellt als komplexes Signal eine Annäherung an ein bezüglich Intercarrierstörungen kritisches Programmsignal dar. Dagegen erzeugt ein Schwarzbildsignal ohne Vertikalsyn-



**Bild 4**  
Beispiel für die praktische Ausführung der Stereomatrix für den Fernsehsehton



**Bild 5**  
Geräuschspannungsabstand in Abhängigkeit von der Antenneneingangsspannung bei einem modernen Heimempfänger — alte Matrix —

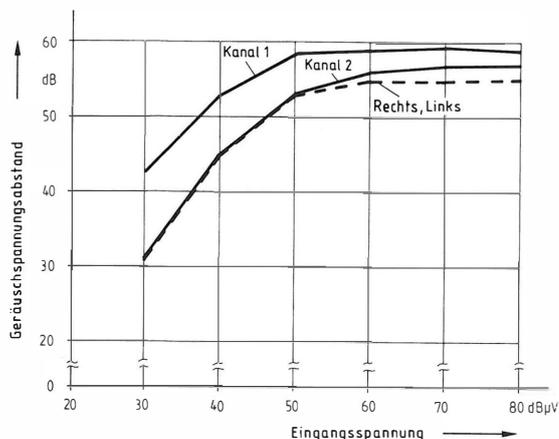
Bildmodulation: elektronisches Testbild  
Zweittonübertragung: Kanal 1, Kanal 2  
Stereotonübertragung: Links, Rechts

chronimpulse Tonstörungen mit geringen korrelierten Anteilen.

Die Geräuschspannungsabstände sind auf eine Ausgangsspannung bezogen, die sich bei einer Modulationsfrequenz von 1 kHz und einem Hub von 30 kHz ergibt. Sie sind Quasispitzenwerte und mit der Bewertungskurve nach CCITT gemessen. Diese ältere Bewertungskurve wurde deshalb gewählt, weil hier die relativ großen zeilenfrequenten Störanteile weniger stark bewertet werden als nach der CCIR-Kurve [3, 4].

Als Bezug für den Geräuschspannungsabstand bei Stereo kann man die Werte in den beiden Kanälen bei Zweikanalbetrieb betrachten. Eine getrennte Übertragung von L und R für Stereo würde die beste Lösung darstellen, was jedoch aus Kompatibilitätsgründen nicht eingeführt werden kann.

Zunächst soll das bisher vorgeschlagene Dematrixierungsverfahren untersucht werden. Bild 5 zeigt die Werte für den Geräuschspannungsabstand bei korre-



**Bild 6**  
Geräuschspannungsabstand in Abhängigkeit von der Antenneneingangsspannung bei einem modernen Heimempfänger — alte Matrix —

Bildmodulation: Schwarzbild  
Zweittonübertragung: Kanal 1, Kanal 2  
Stereotonübertragung: Links, Rechts

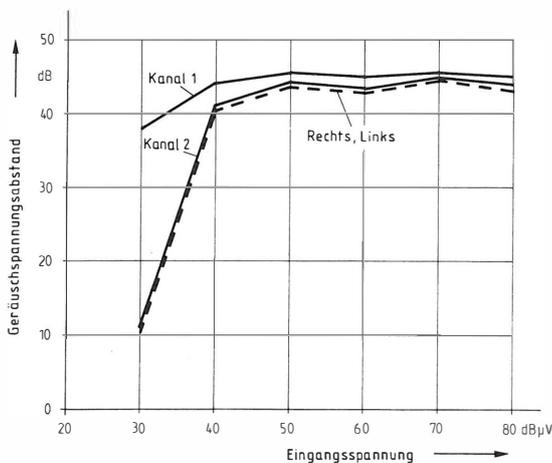
lierten Störsignalen, wie sie das elektronische Testbild liefert. Der Störabstand im linken Kanal hat dabei einen um 6 dB niedrigeren Wert als der Störabstand im Kanal 1 bei Zweikanalbetrieb. Das bedeutet eine Bestätigung für Gleichung 1. Der rechte Stereokanal ist dagegen nur um etwa 3 dB besser als der Kanal 2. Dies resultiert aus einer unvollkommenen Auslöschung der Störsignale.

Um die Wirkungsweise des bisherigen Dematrixierungsverfahrens bei alleinigem Vorhandensein von Rauschstörungen zu untersuchen, wurden die Geräuschspannungsabstände mit dem Schwarzbild ohne Vertikalsynchronimpulse gemessen. Die Ergebnisse sind in **Bild 6** dargestellt. Beide Stereokanäle haben hierbei exakt den gleichen Geräuschspannungsabstand, der aber geringer ist als in jedem der beiden Einzelkanäle.

Sinn des neuen Dematrixierungsvorschlages ist es nun, den deutlich unterschiedlichen Geräuschspannungsabstand zwischen den beiden Stereokanälen bei Inter-carrierstörungen zu vermeiden. **Bild 7** zeigt die Verhältnisse bei Modulation mit elektronischem Testbild. Die Geräuschspannungsabstände der beiden Stereokanäle und für den Kanal 2 bei Zweitonbetrieb sind für alle Eingangsspannungen etwa gleich groß. Bei geringen Eingangsspannungen hat der Kanal 1 aufgrund der um 7 dB höheren Tonträgerleistung einen größeren Störabstand. Allerdings ist bei diesen geringen Eingangsspannungen auch das Bild schon sehr stark verrauscht. **Bild 8** zeigt das Verhalten der neuen Matrix bei Empfängerrauschen als Störsignal. Es fällt auf, daß sich kaum ein Unterschied im Vergleich zum alten Dematrixierungsverfahren ergibt, da die korrelierten Anteile noch nicht vernachlässigbar sind und die unterschiedlichen Störabstände vor der Decodierung am Ausgang des Decoders (im R- und L-Kanal) verwischt werden.

### 8. Schlußfolgerungen

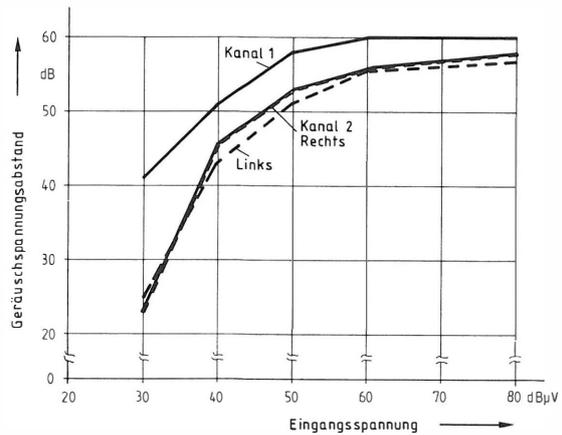
Das bei der Tondemodulation im Fernsehempfänger verwendete Inter-carrierverfahren begrenzt mit sei-



**Bild 7**

Geräuschspannungsabstand in Abhängigkeit von der Antenneneingangsspannung bei einem modernen Heimempfänger — neue Matrix —

Bildmodulation: elektronisches Testbild  
Zweittonübertragung: Kanal 1, Kanal 2  
Stereotonübertragung: Links, Rechts



**Bild 8**

Geräuschspannungsabstand in Abhängigkeit von der Antenneneingangsspannung bei einem modernen Heimempfänger — neue Matrix —

Bildmodulation: Schwarzbild  
Zweittonübertragung: Kanal 1, Kanal 2  
Stereotonübertragung: Links, Rechts

nen vom Bildträger herrührenden Störanteilen den erzielbaren Störabstand. Unkorreliertes Rauschen spielt nur eine vernachlässigbar geringe Rolle. Die Summe und die Differenz der Stereoinformation zu übertragen, wie es vom Hörrundfunk her bekannt und dort auch sinnvoll ist, führt beim Fernsehsehton zu stark unterschiedlichen Störabständen im linken und im rechten Stereokanal. Diese Unterschiede sind nicht nur meßbar, sondern auch deutlich hörbar. Daher scheint es durchaus angebracht, beim Fernsehsehton eine eigene, auf die speziellen Belange des Zweitträgerverfahrens abgestimmte Stereocodierung zu verwenden.

Das hier vorgeschlagene Verfahren ergibt den bestmöglichen Störabstand in beiden Kanälen. Im linken und im rechten Stereokanal ist das Störgeräusch gleich groß. Selbst bei sehr schwachem Antennensignal und Schwarzbild als Bildsignal, das geringe Inter-carrierstörungen hervorruft, konnten keine Unterschiede im Störabstand der beiden Stereokanäle festgestellt werden. Zusätzlich bietet diese Codierung den Vorteil, daß nur Übersprechen in eine Richtung möglich ist.

Zuletzt sei noch erwähnt, daß prinzipiell im zweiten Tonkanal auch das L-Signal anstelle des R-Signales übertragen werden könnte. Dies erweist sich jedoch als unzuweckmäßig, da nach DIN 45 500 das linke Stereosignal auf dem Signalweg übertragen wird, auf dem das Monosignal übertragen wird.

### SCHRIFTTUM

- [1] Dinsel, S.: Übertragung eines zweiten Tonkanals beim Fernsehen. Rundfunktechn. Mitt. 11 (1967), S. 108 bis 113.
- [2] Aigner, M.: Zweittonübertragung beim Fernsehen — Der Einfluß des Offsetbetriebes von Fernsehsendern auf den Tonstörabstand beim FM/FM-Multiplexverfahren und beim Zweitträgerverfahren. Rundfunktechn. Mitt. 22 (1978), S. 185 bis 194.
- [3] C C I T T : Psophometers. (Apparatus for the objective measurement of circuit noise). Rec. P. 53, Green Book, Vol. V, 1972, Hrsg. v. d. UIT, Genf.
- [4] C C I R : Measurement of audio-frequency noise in broadcasting, in sound-recording systems and on sound programme circuits. Rec. 468-1, XIIIth Plenary Assembly, Geneva 1974, Vol. X, S. 202 bis 204.

INNOVATION IN DER VIDEOTECHNIK: BAUELEMENT - GERÄT - SYSTEM<sup>1</sup>VON DIETER POHL<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 8. Januar 1979

Videotechnik

## Zusammenfassung

Die Innovation in der Videotechnik erhält starke Impulse aus der technischen Weiterentwicklung der Bauelemente, insbesondere der Halbleitertechnologie. Durch die Entwicklung von Halbleiter-Bildsensoren werden ganz neue Gerätekonzepte möglich. Hochintegrierte Schaltkreise haben bereits zur Entwicklung neuartiger digitaler Videogeräte geführt, die jedoch vorerst nur als Ergänzungen des herkömmlichen Analog-Videosystems zu sehen sind. Möglicherweise wird aber in Zukunft ein digitales Videosystem für Studioanwendungen entstehen.

## Summary Innovation in video technique: components — equipment — system

Innovation in video technique is given strong impulsion by the technical development of components and, in particular, by semi-conductor technology. Through the development of semi-conductor picture sensors, quite new equipment concepts become possible. Highly-integrated circuitry has already led to the development of novel digital video equipment which, however, must as yet be considered only as supplementary to the conventional analogue video system. It is, however, possible that in future a digital video system for studio use will be developed.

## Sommaire Innovations en vidéo: composantes, appareillage, systèmes

Les progrès des composants et notamment des semi-conducteurs stimulent vivement l'innovation dans les techniques vidéo. Les capteurs d'images à semi-conducteurs permettent de concevoir des appareils tout à fait nouveaux. Les circuits fortement intégrés ont déjà permis de réaliser de l'équipement vidéo numérique, mais celui-ci ne peut encore être considéré que comme un complément du matériel analogique classique. Il est toutefois possible que l'on réalise ultérieurement un système vidéo numérique complet pour les centres de production.

## 1. Einleitung

Wenn man aus der Sicht des Geräte- und Systementwicklers den Innovationsprozeß in der Videotechnik über mehrere Jahrzehnte hinweg betrachtet, stellt man fest, daß Phasen des scheinbaren Stillstands immer wieder durch neue oder verbesserte Bauelemente und Materialien beendet werden. Der technische Fortschritt beschleunigt sich von Jahr zu Jahr. Die Marktlebensdauer eines Gerätes ist oft kürzer als die Entwicklungszeit des nachfolgenden Erzeugnisses. Ein kurzer Rückblick mag dies verdeutlichen.

## 2. Rückblick

**Bild 1** zeigt die erste serienmäßig gebaute Miniaturfernsehkamera der Welt, die man heute als „fully-contained“ bezeichnen würde. Ihre Abmessungen waren 16 cm x 16 cm x 40 cm, sie war mit Blendenautomatik, Schwarzsteuerung und automatischer Verstärkungsregelung ausgerüstet. Dieses Gerät, von dem 1943 und 1944 800 Stück gefertigt wurden, erforderte die Entwicklung eines speziellen Superikonoskops. Viele von Ihnen werden im Bild die Verwendung der legendären Miniatur-Verstärkerröhre RV 12 P 2000 erkennen.

1959 wurde über eine drahtlose tragbare Fernseh-Reportageanlage (**Bild 2**) berichtet. Die Anlage bestand aus einem Kamerakopf mit einem Gewicht von 2,9 kg und einem „Tornistergerät“ von 8,5 kg einschließlich Sendeantenne und Tragegestell. Möglich war dies durch umfangreiche Anwendung eines ganz

neuen Bauelementes, des Germaniumtransistors. Nur der UKW-Sender war noch mit Röhren bestückt.

Die Einführung des Farbfernsehens brachte zunächst unförmige Kameras mit 3 Superorthikonos hervorzubringen. Mitte der 60er Jahre begann das Plumbicon seinen Siegeszug und ermöglichte eine beträchtliche Verkleinerung und Vereinfachung der Kameras. Von tragbaren Geräten war zunächst noch keine Rede.

1969 wurde in Montreux von Philips erstmals ein aufsehenerregend kleiner Farbkamerakopf als Prototyp gezeigt. Er enthielt speziell für diesen Zweck entwickelte Miniaturplumbicons mit 5/8" Durchmesser. Der Kopf – Gewicht mit Objektiv und Sucher 5,5 kg – war über eine tragbare Zwischeneinheit (8,1 kg) mit dem Standard-Steuergerät einer Studiokamera verbunden. Die Kamera wurde etwas später als LDK 13 auf den Markt gebracht, jedoch setzten sich in den folgenden Jahren auf dem Gebiet der tragbaren Fernsehkameras zunächst Geräte mit größeren Kameraköpfen durch, die mit den neuen 1"-Plumbicons ausgerüstet waren.

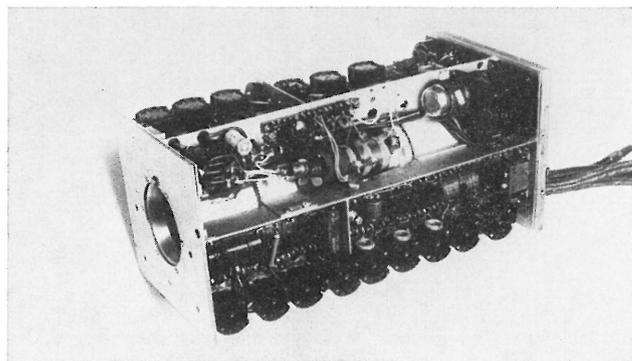


Bild 1

Kompakt-Fernsehkamera „Tonne“ für 441 Zeilen (1943)

<sup>1</sup> Nach dem Manuskript eines Übersichtsvortrages, gehalten auf der 6. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Trier, 9. bis 13. Oktober 1978.

<sup>2</sup> Dr.-Ing. Dieter Pohl ist Entwicklungsleiter bei der Firma Robert Bosch GmbH, Geschäftsbereich Fernsehanlagen, Darmstadt.



**Bild 2**

Reportagekamera KS 9 (1959)

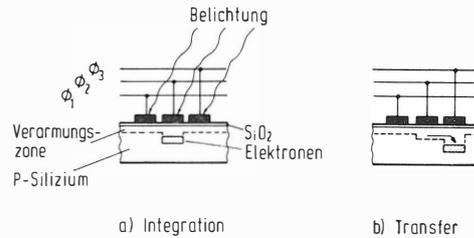
Inzwischen hatte die Technologie der integrierten Analogschaltkreise stürmische Fortschritte gemacht. Als schließlich auch noch 2/3"-Aufnahmeröhren mit hinreichend guter Bildqualität verfügbar wurden, erfolgte dann wieder ein großer Schritt zur Miniaturisierung: 1975 wurde von RCA die TK 76 vorgestellt. Damit war ein neuer Maßstab geschaffen, die voll in sich selbst abgeschlossene ENG-Kamera. Geräte dieser Art werden inzwischen von vielen Herstellern angeboten und sind in großer Zahl im täglichen Einsatz.

Der nächste Innovationsschub auf dem Gebiet der Reportagekamera ist bereits abzusehen, wenn auch noch einige Jahre entfernt. Wiederum wird er durch neue Bauelemente ausgelöst werden: die Halbleiter-Bildsensoren.

### 3. Halbleiter-Bildsensoren

Nach der physikalischen Funktion unterscheiden wir CCD (Charge Coupled Device) und CID (Charge Injection Device). CCDs können bildweise (Frame Transfer) oder spaltenweise (Interline Transfer) organisiert sein, so daß derzeit drei Grundtypen von Halbleiter-Bildsensoren im Wettstreit liegen. Der Ausgang des Rennens ist offen.

Das CCD ist im wesentlichen ein Schieberegister, bestehend aus aneinandergereihten MOS-Kondensatoren auf einem Silizium-Substrat. In den Kondensatoren werden durch Belichtung Ladungsträger erzeugt und über eine bestimmte Zeit aufintegriert. An-



**Bild 3**

3-Phasen-CCD (N-Kanal)

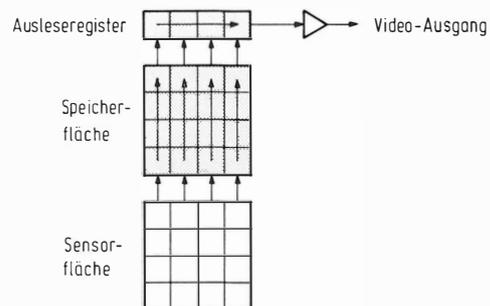
schließlich werden die Ladungen durch das Schieberegister hindurch zum Ausgang transportiert.

**Bild 3** mag den Vorgang verdeutlichen. Zu einem Bildelement gehören zwei oder drei (im Beispiel drei, „Dreiphasen-CCD“) photoempfindliche MOS-Kondensatoren. Die oberen Elektroden (Gate-Elektroden) bestehen aus lichtdurchlässigem, elektrisch leitendem Material und sind mit den Phasenleitungen  $\phi_1$  bis  $\phi_3$  verbunden. Die gemeinsame Gegenelektrode ist das p-Silizium-Substrat. Das Dielektrikum besteht aus einer sehr dünnen  $\text{SiO}_2$ -Schicht und – bei Anlegen einer positiven Spannung an die Gate-Elektroden – einer Verarmungsschicht, in der nur Elektronen als Minoritätsladungsträger verfügbar sind. Durch photoelektrische Anregung wird die Anzahl der Elektronen in dieser Zone erhöht.

Die Elektronen sammeln sich unter der Gate-Elektrode mit dem höchsten Potential (**Bild 3a**). Nach einer Halbbilddauer werden sie durch Ändern der Gate-Potentiale von Platz zu Platz nach rechts verschoben, bis sie am Ausgang zur Verfügung stehen und die MOS-Kondensatoren für einen neuen Integrationsvorgang frei sind.

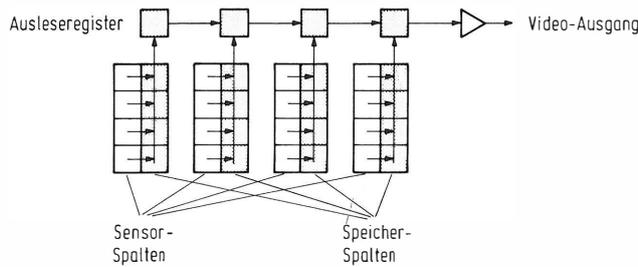
Die Organisation eines **CCD mit Frame Transfer** sei anhand von **Bild 4** erläutert. Die Sensorfläche im Bild besteht der Einfachheit halber aus 4 Spalten zu je 4 Bildelementen (gleich 1 Frame). Jedes Bildelement hat 3 Gate-Elektroden mit 3 über die Spalte ausgedehnten Phasenleitungen.

Zunächst wird während der Halbbilddauer die durch Belichtung entstehende Ladung in den Bildelementen der Sensorfläche aufintegriert. Danach wird sie während der Vertikal-Austastzeit gleichzeitig aus allen Spalten in einen gleichartig aufgebauten, aber lichtdicht abgedeckten Speicherteil geschoben. Während im Sensorteil der nächste Integrationsvorgang beginnt, wird die Ladung aus dem Speicherteil zeilenweise in das Ausleseregister übertragen und von dort bildpunktweise über einen integrierten Vorverstärker dem Videoausgang zugeführt.



**Bild 4**

CCD mit Frame Transfer (4 x 4 Bildelemente)



**Bild 5**  
CCD mit Interline Transfer (4 x 4 Bildelemente)

Man erkennt, daß die Signalladung aus den Bildelementen links unten und rechts oben sehr unterschiedliche Weglängen zurücklegen muß, was zu einem deutlich sichtbaren Unterschied der Übertragungsverluste führt. Andererseits ist die volle Sensorfläche, aber nur die halbe Chipfläche photoelektrisch ausgenutzt.

Diese Elemente sind die größten derzeit auf dem Markt verfügbaren Halbleiterchips (230 mm<sup>2</sup>). Die Fabrikationsausbeuten sind entsprechend klein.

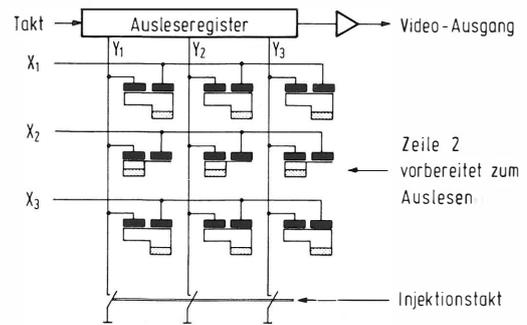
**Bild 5** zeigt die Organisation eines **CCD mit Interline Transfer**. Hier sind Sensorteil und Speicherteil spaltenweise kammartig angeordnet, es ist also nur ein Teil der belichteten Fläche photoelektrisch nutzbar (die Speicherspalten sind lichtdicht abgedeckt).

Nach der Integration über die Halbbilddauer werden die angesammelten Ladungen nach rechts in die Speicherelemente geschoben und von dort wieder zeilenweise über das Ausleseregister und den Vorverstärker dem Videoausgang zugeführt. Bei diesem Verfahren sind die Übertragungsverluste wesentlich geringer als beim Frame Transfer. Andererseits wird die Chipfläche lichtelektrisch schlecht ausgenutzt.

Beim **CID** sind im Gegensatz zum CCD die Integrations- und Speicherplätze nicht in Form eines Schieberegisters organisiert. Vielmehr ist jedes Bildelement xy-adressierbar. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß beim CCD nach dem Auslesen die photoelektrisch erzeugte Ladung aus dem Chip entfernt ist, während sie beim CID nur innerhalb eines Bildelementes geringfügig örtlich verschoben wurde und nach dem Auslesen durch besondere Maßnahmen – Injektion in das Substrat – weggeschafft werden muß. **Bild 6** soll dies für eines von mehreren möglichen Ausleseverfahren, das sogenannte „Parallel Injection Readout“, verdeutlichen.

Jedes Bildelement hat zwei transparente Gate-Elektroden, von denen jeweils die rechte mit einer Zeilenleitung x und die linke mit einer Spaltenleitung y verbunden ist. Während der Integrationszeit liegen die Zeilenleitungen auf höherem Potential als die Spaltenleitungen, so daß sich die photoelektrisch erzeugten Elektronen unter den rechten Elektroden sammeln.

Nun soll eine Zeile ausgelesen werden. In der Zeilenaustastlücke wurden alle Spaltenleitungen kurzzeitig durch die unten angedeuteten Schalter auf ein Bezugspotential geschaltet. Dann wird Zeilenleitung 2 auf Potential null geschaltet. Dadurch fließen in dieser Zeile alle Ladungen unter die jeweils linke Gate-Elektrode. Das Potential der angeschlossenen Spaltenleitung stellt sich entsprechend der angesammelten Ladung ein und wird in das Ausleseregister



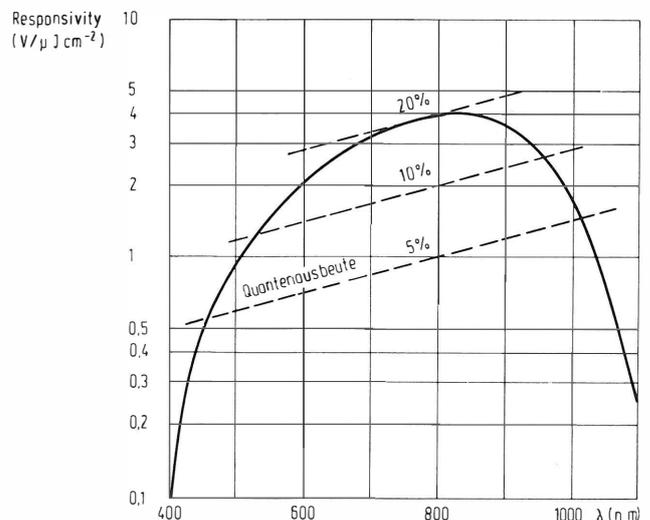
**Bild 6**  
CID (3 x 3 Bildelemente)

übernommen. Von dort gelangt es über den Vorverstärker zum Ausgangspunkt.

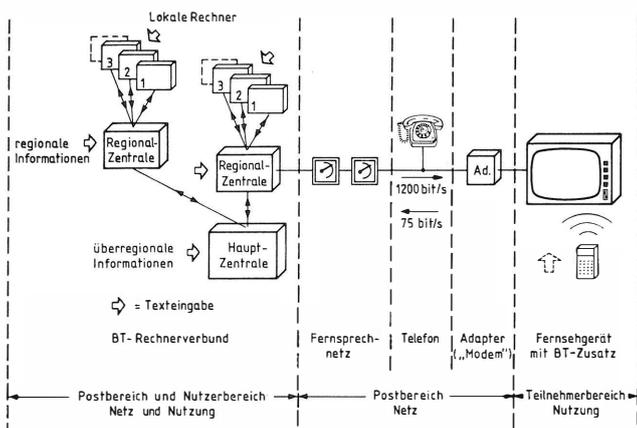
Die Ladungen der Zeile 2 sind nun zwar geringfügig verschoben worden, aber noch im Bildelement vorhanden und würden für den neu beginnenden Integrationsvorgang eine falsche Anfangsbedingung liefern. In der nächsten Zeilenaustastlücke werden wieder die im Bild unten gezeigten Schalter geschlossen und die Ladungen dieser Zeile dann durch Injektion in das Substrat entfernt.

Nachteilig sind beim CID die im Vergleich zum CCD höheren Leitungskapazitäten mit entsprechend kleineren Störabständen. Dagegen treten keine Übertragungsverluste auf, und der Chip hat gegenüber den beiden CCD-Arten die beste Flächenausnutzung.

**Bild 7** zeigt noch ein Problem, das allen Halbleiter-Bildsensoren gemeinsam ist, nämlich die Spektralverteilung der Empfindlichkeit mit dem Maximum im nahen Infrarot und ungünstigen Werten im Blauen. Die effektive Quantenausbeute ist außerdem wesentlich niedriger, als es bei Silizium zu erwarten wäre. Der Grund liegt einmal in den transparenten Polysiliziumelektroden, die einen Teil des Lichtes absorbieren, und in der nicht vollen Flächenausnutzung. Darüber hinaus hat jeder der drei Sensortypen eine ganze Reihe spezieller Probleme, und der gute Kompromiß läßt noch auf sich warten.



**Bild 7**  
CCD-Bildsensor  
Spektrale Empfindlichkeit



**Bild 2**  
Bildschirmtext-Systemkomponenten

len für die regionalen Informationen und schließlich eine größere Zahl von lokalen Rechnern gliedern kann, wobei diese lokalen Rechner auch Eigentum bestimmter privater oder öffentlicher Informationsanbieter sein könnten. Es kann daher dieser Bildschirmtext-Rechnerverbund sowohl dem Bereich der Post, die das Netz betreibt, als auch den Nutzern zugeordnet werden.

Die Zahl der möglichen abrufbaren Textinformationen ist prinzipiell unbegrenzt und hängt nur von der Speicherkapazität in den verschiedenen Rechnern ab.

Zwei weitere Systeme der Textkommunikation seien hier kurz genannt, nämlich Kabeltext und Bürofern schreiben. Bei Kabeltext geht es vereinfacht gesagt um ein Videotextsystem, das den gesamten Fernsehkanal in Anspruch nimmt. Für das Bürofern schreiben soll das Datennetz der Bundespost verwendet werden. Dieser Dienst spielt in der Standardisierungsdiskussion eine Rolle: Bürofern schreiben und Bildschirmtext sollen nach Möglichkeit die gleichen Endgeräte benutzen können und also miteinander kompatibel sein. Diese Kompatibilität sollte allerdings im Rang zurücktreten hinter die andere, wichtigere Kompatibilität zwischen Videotext und Bildschirmtext, die als Dienste für ein breites Publikum mit dem Fernsehempfänger als Endgerät näher miteinander verwandt sind, während das Bürofern-

schreiben, wie ja der Name schon sagt, im Geschäftsverkehr und also nicht für jedermann eine Rolle spielen wird.

### 3. Zur Terminologie der Verfahren der elektronischen Textkommunikation

Auf dem Feld der Terminologie haben wir es mit einer sehr verworrenen Situation zu tun. Die Tabelle in **Bild 3** zeigt die Begriffe, die heute verwendet werden.

In internationalen Gremien spricht man am besten von Broadcast Teletext, Interactive Teletext und Electronic Mail, wenn man nach der Terminologie der KtK Videotext, Bildschirmtext und Bürofern schreiben meint. Videotex und Teletex, beide ohne „t“, sind Verwirrung stiftende Bezeichnungen, wobei man sich aber über ein gewisses „Erstgeburtsrecht“ der Bezeichnung Teletex durchaus im klaren sein sollte.

### 4. Parameter der Bildschirmdarstellung

In allen bisher vorgeschlagenen Textkommunikationssystemen schreibt man 24 oder 25 Textreihen auf den Bildschirm des Fernsehempfängers. Wie leicht auszurechnen ist, kann man dann pro Textreihe 10 Fernsehzeilen benutzen, wie das auch bei dem in **Bild 4** gezeigten Bildschirmfoto der Fall ist.



**Bild 4**  
Bildschirmfoto einer Videotexttafel

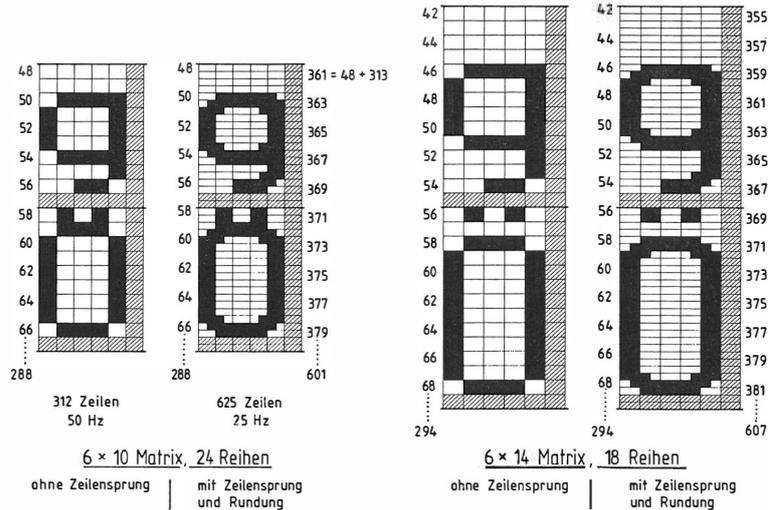
QUELLE	BEZEICHNUNGEN		
KtK	Videotext	Bildschirmtext	Bürofern schreiben
U.K.	Broadcast Teletext Ceefax (BBC) Oracle (IBA)	Interactive Teletext Viewdata Prestel (Post Office)	Electronic mail
CCITT/CEPT	Videotex Broadcast Videotex   Interactive Videotex		Teletex
F (CCETT)	Didon /Antiope	Titan /Antiope	Teletex
DIN	Bildschirmtext Teletext   Leitungstext		—

Zusätzlich : KtK , Kabeltext

**Bild 3**  
Zur Terminologie der elektronischen Textkommunikation

Schwierigkeiten entstehen bei diesem Darstellungsformat, wenn zum Beispiel Unterlängen von Buchstaben einer oberen Textreihe mit den Umlautpunkten auf Großbuchstaben in der Reihe darunter zusammenfallen. Man kann geteilter Meinung darüber sein, ob es sich hier nur um einen selten vorkommenden Schönheitsfehler handelt oder ob man dieses Manko als ernsthaft störend empfindet. Der einzige Ausweg besteht darin, daß man, wie in **Bild 5** angedeutet, auf 12 oder mehr Fernsehzeilen pro Textreihe geht und auf diese Weise mehr Spielraum bekommt. Die Zahl der Textreihen pro Tafel reduziert sich natürlich entsprechend auf 22 oder sogar auf 20 oder 18.

Die jeweils von oben nach unten laufenden Ziffern an den einzelnen Beispielen in **Bild 5** stellen die Zeilennummern dar, wobei angenommen ist, daß



**Bild 5**  
Zur Zeichendarstellung auf dem Bildschirm

es sich bei allen vier Beispielen um die jeweils ersten beiden Textreihen einer Tafel handelt. Mit Zeilensprung und Rundung wären also bei 24 Reihen die Zeilen 48 bis 601 und bei 18 Reihen die Zeilen 42 bis 607 belegt. In beiden Fällen bleibt am oberen und unteren Bildrand ein hinreichend großer „Respektabstand“ von etwa 8% bzw. 6% der Bildhöhe für Empfängertoleranzen bestehen.

Einen weiteren nicht unwichtigen Punkt stellt das in der Fernsehtechnik wohlbekannte Zwischenzeilenflimmern dar, das sich bei den Textdarstellungen recht unangenehm bemerkbar machen kann. Die Ergebnisse der grundsätzlichen Untersuchungen über Zeilensprungeffekte aus den 30er und 40er Jahren gelten zum großen Teil nur für Bilder, die aus einer optisch-elektrischen Umwandlung hervorgehen. Die hohe Zeichenschärfe, die man bei den Textverfahren dadurch erhält, daß die Zeichen direkt aus dem elektronischen Zeichengenerator stammen, ist dabei nicht berücksichtigt worden. Wer auf nebeneinander stehenden Empfängern Texttafeln mit und ohne Zeilensprung betrachtet, wird feststellen können, daß das zeilensprungfreie Bild mit nur 312 Fernsehzeilen ruhiger und insofern auch angenehmer aussieht als das 625-Zeilen-Bild mit Zwischenzeilenflimmern. Dies spricht für den Vorschlag, auf den Zeilensprung zu verzichten; dann allerdings entfällt die Möglichkeit der sogenannten Zeichenrundung, und die Buchstaben sehen entsprechend eckiger und ausgefranst aus. Selbstverständlich kann man auf den Zeilensprung nur bei reiner Textdarstellung, nicht aber bei Untertiteln und anderen Einblendungen in ein laufendes Fernsehbild verzichten. Das Zwischenzeilenflimmern läßt sich verringern, wenn man für die Elemente eines Zeichens auf dem Bildschirm mehr als zwei Leuchtdichtestufen zuläßt.

**5. Zeichenvorrat, Alphabete und Codierung**

Bild 6 zeigt die in ISO 646 genormte Code-Grundtabelle, wobei für diese Darstellung 10 Zeichenplätze leer gelassen wurden, die für sogenannte nationale Anwendungen von Sonderzeichen benutzt werden können. In der internationalen Referenzversion sind

diese Plätze mit bestimmten graphischen Zeichen wie schrägen und geschweiften Klammern und ähnlichem ausgefüllt. Die beiden ersten Spalten der Code-tabelle enthalten die sogenannten Steuerzeichen, wobei man u. a. zwischen Formatsteuerzeichen FE (z. B. LF = line feed = Zeilenvorschub) und Informationszeichen IS (z. B. US = unit separator = row flag = Teilgruppentrennzeichen) unterscheidet. Wenn man zu-

				column								
row				0	1	2	3	4	5	6	7	
b <sub>3</sub>	0	0	0	0	1	1	1	1				
b <sub>2</sub>	0	0	1	1	0	0	1	1				
b <sub>1</sub>	0	1	0	1	0	1	0	1				
b <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	TC <sub>1</sub> (OLE)	SP	0	P		p	
0	0	0	1	1	TC <sub>1</sub> (SOH)	DC <sub>1</sub>	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	TC <sub>1</sub> (STX)	DC <sub>2</sub>	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	TC <sub>1</sub> (ETX)	DC <sub>3</sub>	£(#)	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	TC <sub>1</sub> (EOT)	DC <sub>4</sub>	\$(@)	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	TC <sub>1</sub> (ENQ)	TC <sub>2</sub> (NAK)	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	TC <sub>2</sub> (ACK)	TC <sub>3</sub> (SYN)	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	TC <sub>4</sub> (ETB)	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	FE <sub>0</sub> (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	FE <sub>1</sub> (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	FE <sub>2</sub> (LFD)	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	FE <sub>2</sub> (VT)	ESC	+	;	K		k	
1	1	0	0	12	FE <sub>3</sub> (FF)	IS <sub>1</sub> (FS)	/	<	L		l	
1	1	0	1	13	FE <sub>3</sub> (CR)	IS <sub>2</sub> (GS)	-	=	M		m	
1	1	1	0	14	SO	IS <sub>3</sub> (RS)	.	>	N		n	
1	1	1	1	15	SI	IS <sub>4</sub> (US)	/	?	0	_	o	DEL

**Bild 6**  
Code-Grundtabelle nach ISO 646

Deutsch und skandinavische Sprachen

ä ö ü æ å ø (6), (+6), ß

Niederländisch

á â é ê ë ì ö ij (8), (+8)

Französisch

à â ç é è ê ë î ï ô œ û (12), (+12)

andere romanische Sprachen brauchen zusätzlich

á í ì ó ò ú ü ñ ã õ (10), (+10)

Slowenisch und (Serbo) Kroatisch

á ć č ê ô š ž (7), (+7)  
đ

Türkisch

â ç ğ î ö ş û ü (8), (+9)

**Bild 7**

Zusätzlich zum Zeichenvorrat der Internationalen Referenzversion ISO 646 benötigte Zeichen

sammenstellt, welche akzentuierten Buchstaben in den wichtigsten, mit lateinischen Buchstaben geschriebenen Sprachen eine Rolle spielen (**Bild 7**), erkennt man schon auf den ersten Blick, daß 10 oder maximal 12 Plätze der Codetabelle für viele Sprachen nicht ausreichen. Einen Ausweg aus dieser Schwierigkeit bieten die verschiedenen, in der ISO-Norm 2022 beschriebenen Methoden der Code-Erweiterung, wobei man mit speziellen Steuerzeichen wie Code-Umschaltung (escape) oder Dauerumschaltung (shift-out) und Rückschaltung (shift-in) oder auch mit Einfachumschaltung (single shift) arbeiten und auf diese Weise zwischen jeweils vereinbarten Zeichensätzen umschalten kann.

Zu den in **Bild 7** aufgenommenen kleinen Buchstaben mit diakritischen Zeichen kommt jeweils noch eine ebenso große Zahl von entsprechenden Großbuchstaben, was im Bild in Klammern mit Pluszeichen vermerkt ist. Im Türkischen braucht man darüber hinaus noch einen weiteren Großbuchstaben. Es sei hinzugefügt, daß in der Literatur je nach

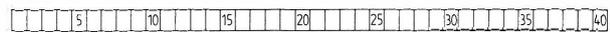
„Schreibkomfort“ unterschiedliche Anforderungen an Sonderzeichen für die verschiedenen Fremdsprachen zu finden sind, so daß **Bild 7** nur Anhaltspunkte geben, nicht jedoch eine verbindliche Liste darstellen soll.

Eine andere Methode der Erweiterung des Zeichensatzes besteht darin, ein akzentuiertes Zeichen wie auf der Schreibmaschine aus Akzent und zugehörigem Buchstaben zu komponieren, wobei man natürlich die Zeichenfortschaltung unterdrücken muß. Es ist aber anzunehmen, daß diese Lösung für „schnelle Systeme“ wie Videotext zu teureren Decodern mit entsprechenden Zwischenspeichern führen würde.

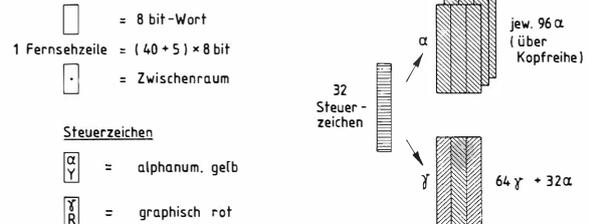
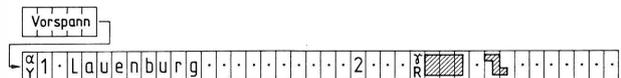
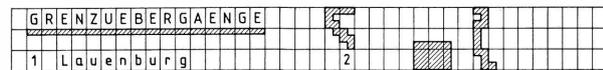
**6. Videotext-Codierung mit und ohne Bindung von Zeile und Reihe**

**6.1. Videotext mit Bindung von Zeile und Reihe**

Beim britischen Teletextsystem [2] werden alle für eine Textreihe auf dem Bildschirm benötigten



Videotext-Bild (Ausschnitt)



**Bild 9**

Codierung mit Bindung von Zeile und Reihe (Teletext U. K., vereinfacht)

Zeichen in einer Fernsehzeile untergebracht. Man erkennt bei einem Vergleich von **Bild 8** und **Bild 9** die starre Zuordnung zwischen Codewörtern in der Fernsehzeile und Textreihen auf dem Bildschirm für das Beispiel der Codierung der in **Bild 8** gezeigten Videotexttafel.

Am Übergang von alphanumerischen Zeichen zu graphischen Zeichen muß ein Steuerzeichen gesetzt werden – beispielsweise vor dem roten Rechteck für die Stadt Berlin in der Mitte von **Bild 8** das Steuerzeichen „graphisch rot“, das dann – wie alle anderen Steuerzeichen im britischen System – auf dem Bildschirm als Zwischenraum erscheint. Steht kein Zwischenraum zur Verfügung, so muß auf die entsprechende Umschaltung (etwa der Farbe) verzichtet werden. Der Kunstgriff der „Hold-graphics-Methode“ bietet allerdings in begrenztem Maß die Möglichkeit für abrupte Umschaltungen ohne Zwischenraum. Rechts unten in **Bild 9** ist der Umschaltvorgang angedeutet, wobei das mit dem Buchstaben  $\gamma$  bezeichnete graphische Alphabet nur 64



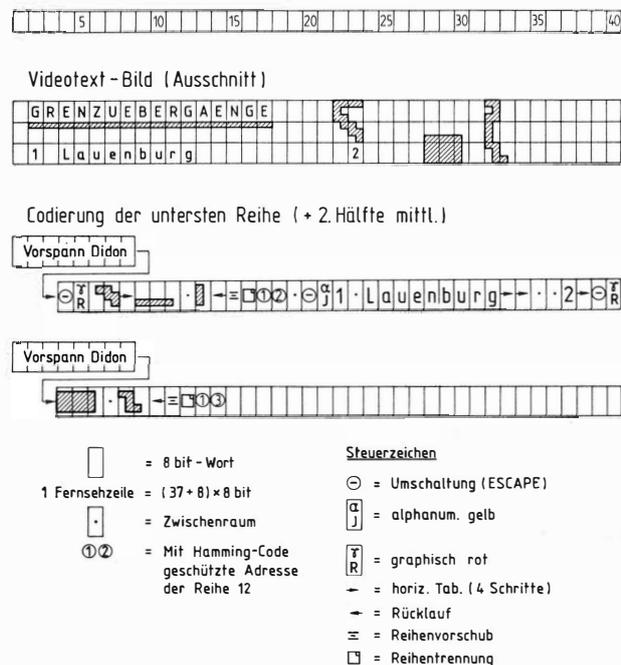
**Bild 8**

Beispiel einer Videotexttafel

der möglichen 96 Plätze der entsprechenden Code-tabelle ausnutzt und in den restlichen 32 Plätzen die Spalten 4 und 5 mit den Großbuchstaben des Alphabets wiederholt (Blast Through Alphanumeric). Hierdurch wird es möglich, ohne gesondertes Umschaltzeichen innerhalb einer Graphik diese Großbuchstaben einzusetzen.

Alphabetumschaltungen innerhalb eines Wortes, beispielsweise um einen akzentuierten Buchstaben aus einem anderen Zeichensatz zu bringen, sind naturgemäß im starren System mit Bindung von Zeile und Reihe nicht möglich.

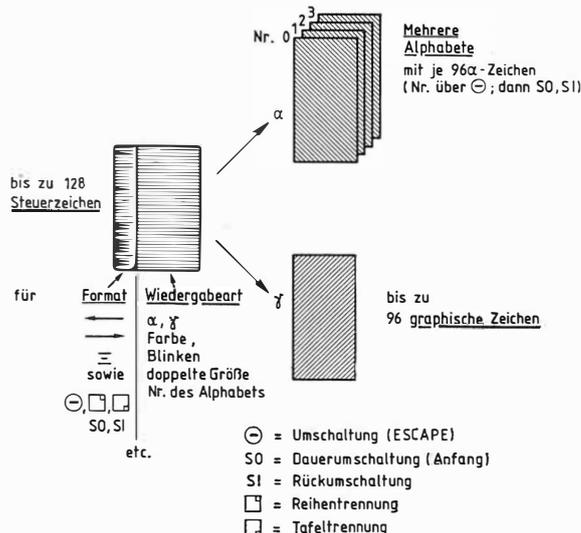
Zur „aufwärts-kompatiblen“ Erweiterung des zeilen-gebundenen Systems sind speziell organisierte Codetabellen vorgeschlagen worden, bei denen man die innerhalb eines Wortes für eine Sprache oder eine Gruppe von Sprachen benötigten Zeichen in jeweils einer Tabelle zusammenfaßt und Ziffern und Sonderzeichen in einer weiteren Tabelle über eine Umschaltung erreichen kann [4, 5]. Ein anderer Vorschlag ermöglicht die Erweiterung, indem man auf die Paritätsprüfung mindestens teilweise verzichtet und das achte Bit als Informationsträger einsetzt [6].



**Bild 10**  
Codierung ohne Bindung von Zeile und Reihe (Antiope, modifiziert)

Videotext ohne Bindung von Zeile und Reihe, also zum Beispiel der französische Antiope<sup>3</sup>-Vorschlag [3], muß eine größere Zahl von Formatsteuerzeichen wie beispielsweise Zeilenvorschub (line feed) oder Wagenrücklauf (carriage return) beziehungsweise von Informationstrennzeichen wie „row flag“ und „page flag“ verwenden.

Die **Bilder 10** und **11** sollen das Codierungsprinzip deutlich machen. Man erkennt wiederum für die Co-

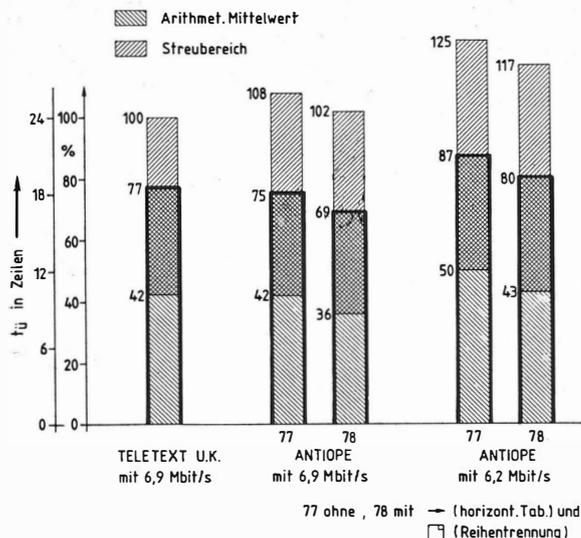


**Bild 11**  
Videotext ohne Bindung von Zeile und Reihe  
Mögliche Umschaltung von Zeichensätzen

dierung der Tafel von **Bild 8** die Steuerzeichenfolge „horizontaler Tabulator“, „Umschaltung“ und „graphisch rot“ vor dem Rechteck für Berlin, wobei der horizontale Tabulator einem Sprung um 4 Schritte entspricht und dazu beiträgt, die benötigte Übertragungszeit entsprechend zu verkürzen. Da alle Steuerzeichen für die Bildschirmdarstellung unterdrückt werden und auch nicht zu einem Zeichenschritt (Zwischenraum) führen, kann man im ungebundenen System zum Beispiel auch innerhalb eines Wortes den Zeichensatz umschalten.

**6.3. Vergleich der beiden Möglichkeiten**

An 100 Videotexttafeln, die von ARD/ZDF/IRT auf der Internationalen Funkausstellung 1977 verwendet wurden, ist untersucht worden, welche Übertragungszeiten sich im Mittel für die beiden Codierungsmöglichkeiten mit und ohne Bindung von Zeile und Reihe ergeben. Dabei hat sich herausgestellt



**Bild 12**  
Übertragungszeiten pro Tafel bei Teletext und Antiope ermittelt aus 100 Videotexttafeln von ARD/ZDF/IRT

<sup>3</sup> Acquisition numérique et télévisualisation d'images organisées en pages d'écriture = Digitale Erzeugung und Fernseh wiedergabe von Bildern in Form von Schrifttafeln.

(Bild 12), daß bei gleicher Bitrate von 6,9 Mbit/s Antiope bei Verwendung der horizontalen Tabulatur – hier kurz als Antiope 78 bezeichnet – statt 77 % bei Teletext U. K. nur 69 % der maximalen Übertragungszeit von 24 Fernseh-Zeilenlängen benötigt. Verringert man, wie es in Frankreich vorgeschlagen wird, mit Rücksicht auf die drahtlose Übertragung die Bitrate auf 6,2 Mbit/s, so ergibt sich für Antiope 78 ein geringfügig, nämlich um 3 % höherer Bedarf an Übertragungszeit als für das britische System.

In Bild 13 wird versucht, die Vor- und Nachteile der beiden Codierungsvarianten einander gegenüberzustellen.

Videotextsysteme		
	mit	ohne
	Bindung von Zeile und Reihe	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einfach, logisch konsequent</li> <li>– praktisch bewährt</li> <li>– relativ einfacher Decoder</li> <li>– Sichere Übertragung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• stabiles Zeilenraster</li> <li>• feste Plätze für Zeichen</li> <li>• und Hamming-Code</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Flexibel, ausbaufähig</li> <li>– Zeichenvorrat + Darstellung sowie</li> <li>– Bitrate frei wählbar</li> <li>– weniger Redundanz</li> <li>– leicht kompatibel zu anderen Diensten</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zeichenvorrat + Darstellung begrenzt</li> <li>– Hohe Bitrate vorgegeben</li> <li>– Redundanz</li> <li>– wenig Schutz <math>\alpha \rightarrow \gamma</math></li> <li>– Ausbau schwierig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– komplizierter</li> <li>– wenig erprobt</li> <li>– aufwendigerer Decoder</li> <li>– weniger sicher oder höherer Aufwand für Schutz sowie für</li> <li>– Adressierung + Umschaltung</li> </ul>

**Bild 13**  
Vor- und Nachteile von Videotextsystemen

Der höhere Aufwand für einen äquivalenten Schutz der Formatdarstellung im ungebundenen System besteht beispielsweise in der redundanten Übertragung einer Folge von 3 Steuerzeichen für den Reihenwechsel (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, row flag) und für den Tafelwechsel (Textende, Formularvorschub, page flag). Diese Steuerzeichen können mit einem entsprechenden Algorithmus im Decoder so ausgewertet werden, daß sich auch im ungebundenen System ein hohes Maß an Übertragungssicherheit ergibt. In der internationalen Diskussion spielt insbesondere die mögliche Erweiterungsfähigkeit eines Videotextverfahrens in späteren Jahren eine Rolle. Hier ist nicht nur an die Alphabete für die verschiedenen Sprachen zu denken, sondern auch an Zeichensätze für Sonderanwendungen wie Bildungsprogramme mit mathematischen Symbolen, Fahrpläne und ähnliches.

Ohne Zweifel hat das britische gebundene System einen Entwicklungsvorsprung, insbesondere auf der Decoder-Seite. Wer heute ein einsatzbereites System braucht, hat praktisch keine Alternative zu Teletext (United Kingdom) und Viewdata.

## 7. Bildschirmtext-Codierung

Das britische Viewdataverfahren arbeitet ähnlich wie das französische Antiope-System. Das ist aber nur auf den ersten Blick überraschend. Bei näherer Betrachtung leuchtet ein, daß jedes Bildschirmtextsystem

Formatsteuerzeichen ähnlich wie Antiope benötigt und daher in der Codierung weitgehend die genormte Sprache der Datenverarbeitungstechnik übernehmen muß. Viewdata wird darüber hinaus von der Kompatibilitätsforderung zu Broadcast Teletext bestimmt.

Für die möglichen Varianten der Bildschirmtext-Codierung gelten im übrigen die gleichen Alternativen wie für die Code-Erweiterung, insbesondere für die Wahl zwischen vollständigen Zeichensätzen und der Kompositionsmethode, wie sie im vorletzten Abschnitt skizziert worden sind.

## 8. Zahl der Texttafeln und Zugriffszeit bei Videotext

Bei Videotext hängt die mögliche Zahl der Texttafeln ( $n$ ) eines Dienstes von den folgenden Faktoren ab:

- Bitrate ( $f_b$ )
- mittlere Ausnutzung des Tafelformats auf dem Bildschirm, ausgedrückt beispielsweise als Verhältnis der Zahl der im Mittel benutzten Reihen  $r_m$  bezogen auf die maximale Zahl der Reihen  $r_{max}$
- Zykluszeit ( $t_z$ ), die der maximalen Wartezeit gleichkommt
- Zahl ( $i$ ) der in der Austastlücke verwendeten Zeilen
- einem systemspezifischen Faktor  $k$ , der u. a. die Länge des Vorspanns berücksichtigt; für das britische Teletextverfahren ist

$$k = \frac{0,30}{\text{Mbit}}$$

Es gilt folgende Berechnungsformel:

$$n = f_b \cdot \frac{r_{max}}{r_m} \cdot t_z \cdot i \cdot k$$

Mit einer Bitrate  $f_b = 6,94$  Mbit/s,  $r_{max} = 24$  Reihen und  $r_m = 20$  Reihen sowie mit  $i = 2$  Zeilen pro V-Lücke, wie sie derzeit zur Verfügung stehen, sind im britischen System nur  $n = 75$  Texttafeln möglich bei einer Zykluszeit  $t_z = 15$  Sekunden, die als mögliche Grenze der Zumutbarkeit erscheint (Bild 14). Dies führt dann zu einer mittleren Wartezeit von 7,5 Sekunden.

Für 100 Texttafeln und 2 Zeilen pro V-Lücke entnimmt man aus Bild 14 eine Zykluszeit von 20 Sekunden, was für viele Arten von Informationen schon als zu lang gelten dürfte.

Mitte der 80er Jahre, wenn man mit den älteren Empfängern, die heute noch mit Videotext unterhalb der Zeilen 15 bzw. 327 gestört würden, nicht mehr zu rechnen braucht, könnte man beispielsweise mit 10 Zeilen pro V-Lücke 375 Texttafeln im 15-Sekunden-Zyklus übertragen. Der Übersichtlichkeit wegen sind in diesen Kapazitätsberechnungen die sogenannten Mehrfachtafeln nicht berücksichtigt, bei denen man unter der gleichen Tafelnummer mehrere verschiedene Tafeln übertragen kann. Auch die Möglichkeiten, mit abgestuften Wartezeiten zu arbeiten, sind in solche vereinfachten Überlegungen nicht einbezogen.

Bildschirmtext kennt keine derartigen Kapazitätsbeschränkungen. Schon in der Anfangsphase soll der

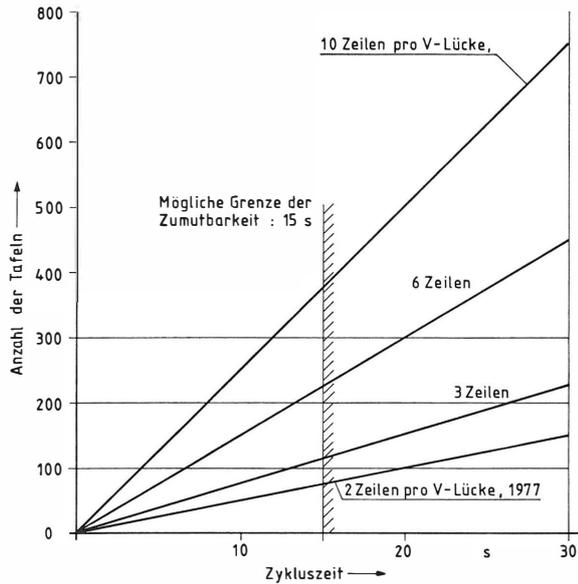


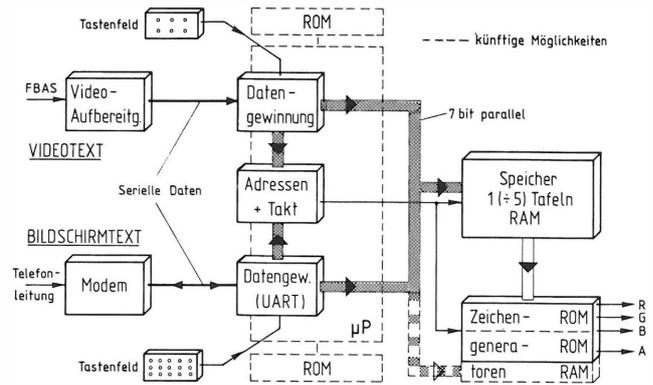
Bild 14

**Kapazität von Videotextdiensten heute und morgen**  
Tafelzahl in Abhängigkeit von der Zykluszeit  
und der Zahl der benutzten Zeilen

Rechnerverbund mehr als 10 000 Texttafeln zur Verfügung halten.

### 9. Decoder-Konzeptionen

Bild 15 zeigt stark vereinfacht, wie ein kombinierter Videotext-/Bildschirmtext-Decoder heute und morgen aussehen könnte. Zukünftige Möglichkeiten liegen in der Verwendung eines Mikroprozessors mit zugehörigen Lesespeichern (ROMs), in denen beispielsweise die Vorschriften für Code-Erweiterungstechniken enthalten sind. Darüber hinaus ist angedeutet, daß in den Schreib-/Lesespeichern (RAMs) künftig mehr als eine Tafel Platz finden kann. Ein weiterer Schreib-/Lesespeicher könnte als programmierbarer Zeichengenerator dienen, in den man sogenannte quellenbestimmte, also im Studio jeweils festgelegte Zeichen vor Beginn einer Textübertra-



**Bild 15**  
**Kombinierte**  
**Videotext-/Bildschirmtext-Decoder heute und morgen**  
(stark vereinfacht)

gung einschreiben könnte, die dann als spezielle Sonderzeichen für diese Übertragung zur Verfügung stehen. Hierbei handelt es sich um eine Möglichkeit, die besonders stark vom Fortschritt der Größtintegration in der Halbleitertechnik (VLSI, very large scale integration) abhängt.

In diesem Sinn können im übrigen alle hier genannten Textverfahren als Kinder der modernen Halbleitertechnologie gelten.

### SCHRIFTTUM

- [1] Sch ü b l e r, H. H.: Leistungsmerkmale, Systemkonfigurationen und Schaltungstechnik für Bildschirmtext-Einrichtungen. Enthalten in W. Kaiser (Hrsg.): Elektronische Textkommunikation, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1978.
- [2] Broadcast Teletext Specification. Published jointly by BBC, IBA, BREMA; London, September 1976.
- [3] Spécification du Système de Télétex ANTOIPE. CCETT, Rennes 1977.
- [4] Sch mies, J. F.; v. Vignau; Zimmermann, W.: Unveröffentlichtes Arbeitspapier zur internationalen Standardisierung von Bildschirmtext und Videotext, 1978.
- [5] Mayer, N.; Möll, G.: Anmerkungen zu [4]. IRT München, 1978 (noch nicht veröffentlicht).
- [6] Chambers, J. P.: Teletext alphabets and error protection. Zur Veröffentlichung vorgesehen in EBU Review, Brüssel, Februar 1979.

# ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSVERSUCHE MIT VIDEOTEXTSIGNALEN NACH DEM ENGLISCHEN TELETEXTSTANDARD ÜBER DIE FERNSEHSENDER VON ARD UND ZDF<sup>1</sup>

VON HERBERT HOFMANN UND ARMIN LAU<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 11. Januar 1979

Ausbreitungsversuche mit Videotextsignalen

## Zusammenfassung

Zur Abschätzung des Ausbreitungsverhaltens von Videotextsignalen nach dem englischen Teletextstandard wurde ein Meßverfahren gewählt, das eine einfache und zuverlässige Methode zur Ermittlung der Empfangssituation für die digitalen Zusatzsignale darstellt. Das verwendete Testbild und die Eigenschaften der bei der Meßkampagne eingesetzten Fernsehempfänger mit Videotext-Decodern werden beschrieben. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung einer großen Anzahl von Messungen im Sendebereich von ARD und ZDF werden erläutert und die Besonderheiten der Versorgung mit digitalen Videotextsignalen im Vergleich zur Versorgung mit analogen Fernsehsignalen aufgezeigt.

## Summary Results of the propagation tests with teletext signals according to the British standard, over the A.R.D. and Z.D.F. television transmitters

For the purpose of appraising the propagation performance of teletext signals according to the British standard a measuring method was chosen that provides a simple and reliable means for determining the reception quality for the additional digital signals. The article describes the test page used and the characteristics of the television receivers equipped with teletext decoders, which were used for the measuring campaign. The results of the statistical evaluation of a large number of measurements in the service areas of the A.R.D. and Z.D.F. transmitters are explained, and the particular aspects of the coverage obtained with digital teletext signals are indicated in comparison with that obtained with analogue television signals.

## Sommaire Résultats des essais de propagation des signaux de télétexte britannique diffusés sur les réseaux de l'A.R.D. et du Z.D.F.

L'étude des conditions de propagation de signaux de télétexte selon la norme britannique a été conduite en utilisant une méthode de mesure permettant de déterminer de manière fiable et simple la qualité de réception des signaux numériques. L'article décrit la page d'essai et les caractéristiques des récepteurs équipés de décodeurs de télétexte utilisés pour cette campagne de mesures. On donne des résultats d'une analyse statistique d'un grand nombre de mesures effectuées dans les zones de service des émetteurs de l'A.R.D. et du Z.D.F. On compare les caractéristiques de la couverture obtenue avec les signaux numériques du télétexte et avec les signaux analogiques de la télévision.

## 1. Einleitung

Einem Auftrag der Technischen Kommission von ARD/ZDF entsprechend wurde ein Meßprogramm ausgearbeitet, das die kurzfristige Abschätzung des Ausbreitungsverhaltens von Videotextsignalen nach dem englischen Teletextstandard ermöglichte. Insbesondere sollte festgestellt werden, ob sich große Unterschiede zwischen der Ausbreitung des analogen Fernsehsignals einerseits und der des digitalen Zusatzsignals Videotext andererseits ergeben. Die Forderung, in kurzer Zeit die Sendebereiche von acht Rundfunkanstalten mit Videotext-Testsignalen zu versorgen und ebenso viele Meßwagen mit einheitlichen Geräten zur Beurteilung des Videotextempfangs auszurüsten, schloß von vornherein die Verwendung spezieller Meßgeräte – z. B. für die Augenhöhenmessung (siehe 2.1.) oder Fehlerratenmessung – mit langen Entwicklungs- oder Lieferzeiten aus. Damit wurde es notwendig, neben einem geeigneten Videotext-Testbild eine einfache und zuverlässige Methode zu erarbeiten, die es gestattete, mit Heimempfängern, die mit den neuesten erhältlichen Videotext-Decodern ausgerüstet waren, die Empfangssituation für Videotext (VT) zu beurteilen.

## 2. Fehlererkennung und Messung

Das digitale VT-Signal und das analoge Fernsehsignal zeigen ein unterschiedliches Verhalten bei Übertragungsfehlern. Betrachtet man zunächst nur den Störabstand im empfangenen Fernsehsignal, so verschlechtert sich die Güte des Fernsehbildes entsprechend der Verringerung des Störabstandes.

Das VT-Signal dagegen wird von einer Verringerung des Störabstandes zunächst nicht beeinflusst, bis es bei Erreichen einer bestimmten Schwelle innerhalb weniger dB Störabstandsverschlechterung völlig zusammenbricht.

Eine besonders kritische Störung des VT-Signals stellen Nahechos dar, die das Fernsehbild nur in

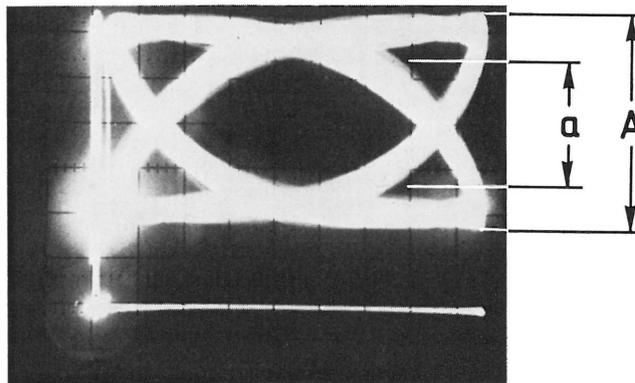


Bild 1  
Augendiagramm

<sup>1</sup> Erweitertes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Jahrestagung der Fernseh- und Kintotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Trier, 9. bis 13. Oktober 1978.

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Herbert Hofmann ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Videosignaltechnik, Dipl.-Phys. Armin Lau ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Rundfunkversorgung beim Institut für Rundfunktechnik, München.

geringem Maß beeinträchtigen (Unschärfe oder „Plastik“), die im VT-Bild jedoch häufig systematische Fehlstellen oder falsche Zeichen durch Störung ganz bestimmter Bitkombinationen verursachen können.

Fehler bei der Übertragung von VT-Signalen können einerseits anhand des empfangenen VT-Bildes, andererseits aber auch objektiv im VT-Signal selbst oder durch spezielle VT-Prüfsignale erkannt und beurteilt werden.

### 2.1. Fehlermessung mit dem VT-Signal

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, Übertragungsfehler direkt mit Hilfe des VT-Signals zu messen. Einige dieser Methoden sollen im folgenden kurz angesprochen werden.

#### 2.1.1. Augenhöhenmessungen

Eine besondere Darstellungsform des VT-Signals auf dem Oszilloskopschirm ist das Augendiagramm (Bild 1), [1]. Das Auge ergibt sich bei der Abbildung einer möglichst statistisch sich ändernden Bitfolge (z. B. Testbild), wobei die Horizontalablenkung z. B. sinusförmig mit einem Viertel der Bitfolgefrequenz erfolgt. Die relative Höhe  $a/A$  gibt den Amplitudenspielraum für das richtige Erkennen eines Bits an. Diese Höhe wird durch Signalverzerrungen und Störüberlagerungen bei der Übertragung bestimmt. Auch eine Verringerung der Augenweite, z. B. durch Zeitfehler (Jittern im VT-Signal), ist bei dieser Augendarstellung erkennbar. Die Augenhöhe kann aber auch mit dem normal dargestellten VT-Signal (Fernsehzeile) abgeschätzt werden, solange Zeitfehler keine entscheidende Rolle spielen (Bild 2), [2].

#### 2.1.2. Fehlerratenmessung

Eine Fehlerratenmessung kann so erfolgen, daß empfangene Zeichen (Bytes) mit den am Empfangsort erwarteten Zeichen verglichen werden und Fehler gezählt werden.

Dies erfordert jedoch die Übertragung einer möglichst statistischen Zeichenfolge, die am Empfangsort bekannt sein muß. Solche Zeichenfolgen können durch sogenannte Pseudo-Random-Sequenzen erzeugt werden [1]. Bei der Auswertung können alle Bitfehler erfaßt werden. In Fehlerratenmeßgeräten werden diese Bitfehler gezählt und auf die Zahl der insgesamt übertragenen Zeichen bezogen.

Eine andere Möglichkeit wäre die Übertragung einer bestimmten Testtafel, deren Inhalt im Fehler-

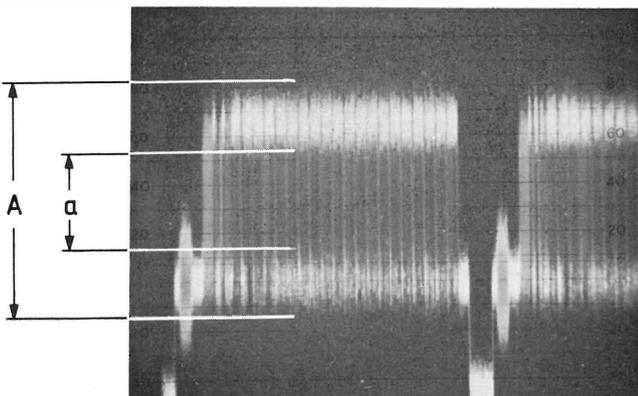


Bild 2  
VT-Signal

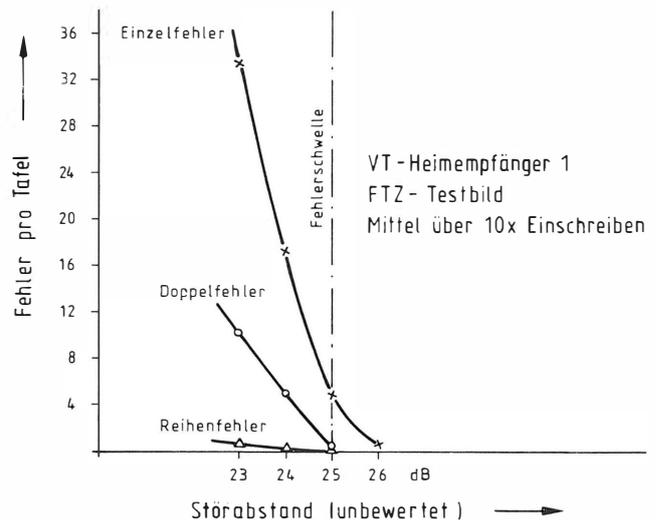


Bild 3  
Zusammenhang Fehlerschwelle/VT-Übertragung:  
Anzahl der Fehler pro VT-Tafel in Abhängigkeit  
vom Störabstand

ratenmeßgerät ebenfalls gespeichert ist. Dann könnte man Zeichen für Zeichen vergleichen und Fehler feststellen. Mit dieser Methode könnten auch die Auswirkungen falsch erkannter Steuerzeichen im VT-Bild selbst miterfaßt werden.

### 2.2. Ermittlung einer Fehlerschwelle

Da Geräte zur Darstellung der Augenhöhe und zur Fehlerratenmessung nicht schnell genug für die vorgesehene Meßkampagne verfügbar gemacht werden konnten, mußte eine Methode gefunden werden, die Empfangseigenschaften der VT-Empfänger möglichst einfach und zuverlässig zu bestimmen. Dazu wurde ein nachfolgend noch näher beschriebenes VT-Testbild ständig unter der gleichen Tafelnummer übertragen. Im Empfänger wird nach Auswahl der entsprechenden Tafelnummer die Tafel jeweils nach 0,24 s neu eingeschrieben, wobei die vorhergehende Information nicht gelöscht, sondern nur neu überschrieben wird. Reduziert man nun im Fernsehsignal den Störabstand, so erscheinen bei Unterschreiten einer bestimmten Schwelle in Folge von 2-Bit-Fehlern falsche Zeichen statistisch an verschiedenen Stellen des Testbildes.

Diese Grenze zwischen fehlerfreiem und mit Fehlern behaftetem Testbild wird als **Fehlerschwelle** bezeichnet; sie ist in der beschriebenen Weise relativ genau und leicht zu finden.

Die Einstellsicherheit der Fehlerschwelle wurde in Versuchen mit verschiedenen Personen ermittelt. Dabei ergab sich eine Einstellgenauigkeit von  $\pm 1$  dB. Außerdem wurden die VT-Fehler in der Umgebung der Fehlerschwelle untersucht. Dabei wurden für die bei der Messung eingesetzten VT-Empfänger die in Bild 3 dargestellten Zusammenhänge gefunden.

An der Fehlerschwelle (25 dB Störabstand) werden bei einmaligem Einlesen der VT-Tafel im Mittel 4,8 Zeichen als Leerstelle wiedergegeben. Erhöht man den Störabstand um 2 dB, dann treten praktisch keine Zeichenfehler mehr auf. Verringert man den Störabstand für die Fehlerschwelle um 2 dB, dann zeigen sich bereits im Mittel rund 30 Leerstellen, außerdem

treten etwa zehn Doppelfehler auf. Zeitweise fallen dann auch ganze Textreihen aus. Hier zeigt sich der abrupte Übergang von der guten zur unbrauchbaren Wiedergabe des VT-Bildes. Ähnliche Ergebnisse wurden auch bei einem anderen VT-Empfänger und dem Decoderteil der Datenbrücke gefunden. Vergleicht man die oben definierte Fehlerschwelle mit den Kriterien, die in England für den VT-Empfang aufgestellt wurden, so zeigt sich eine praktische Übereinstimmung mit dem bekannten Kriterium „C“, bei dem nach dem zweiten Einlesen einer VT-Tafel praktisch keine Fehler mehr auftreten.

Nach den vorliegenden Erfahrungen liefert diese Entscheidung (Videotext geht oder geht nicht, d. h. keine Fehler oder Fehler) die beste Aussage zur Beurteilung der VT-Übertragung. Da sich der Übergang von einem zum anderen Zustand innerhalb weniger dB vollzieht, erscheint ein zeitraubendes Auszählen von Fehlern im Bild unnötig.

### 2.3. VT-Testbild und Übertragungszyklus

Das für die VT-Messungen verwendete Testbild (Bild 4) und der gewählte Übertragungszyklus werden im folgenden beschrieben.



**Bild 4**  
VT-Testbild

#### 2.3.1. VT-Testbild

In den ersten beiden Spalten (1. und 2. Zeichen jeder Textreihe) wird die fortlaufende Reihenummer zur Erkennung von Reihenvertauschungen übertragen. Die darauffolgenden 3. und 4. Zeichen enthalten das Zeichen „Delete“ und „o“. Damit wird im Oszillogramm der VT-Datenzeile an diesen Stellen je ein positiver und ein negativer 1-Bit-Impuls erzeugt. Das 5., 6. und 7. Zeichen enthält abwechselnd die Buchstabenfolge „8NT“ bzw. „G1+“. Dadurch wird im Oszillogramm eine komplementäre Zeichenfolge mit 3, 2 und 1 Bit Breite dargestellt, die zur Abschätzung der Amplitudenänderung bei verschiedenen Bitfolgen dienen kann.

Im oberen Block des Testbildes (Reihe 01 bis 14) wird der Zeichenvorrat an alphanumerischen und graphischen Zeichen gesendet, wobei die alphanumerischen Zeichen in zwei aufeinanderfolgenden Reihen jeweils identisch übertragen werden, so daß Fehler besser erkannt werden können. Die graphischen Zeichen sind in geschlossenen Linienzügen oder Flächen

angeordnet, damit Fehlstellen im graphischen Zeichenvorrat besser zu sehen sind.

Im unteren Block (Reihe 15 bis 23) sind alle im neuen englischen Teletextstandard vorgesehenen Steuerzeichen untergebracht. Damit können alle Steuerfunktionen der VT-Decoder überprüft werden. Dieses Testbild mit dem gesamten Zeichenvorrat, das unter Berücksichtigung der Wünsche der Industrie entwickelt wurde, hat sich nach den Erfahrungen als recht kritisches Testbild erwiesen, da eine Vielzahl unterschiedlicher Bitkombinationen darin enthalten ist.

#### 2.3.2. Übertragungszyklus

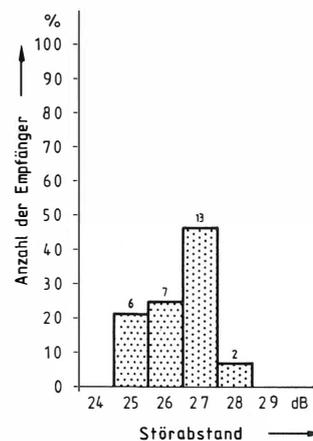
Als VT-Testbildgeber wurde bei den Versorgungsmessungen die Datenbrücke der Fa. VG-Electronics verwendet. Um das mehrfache Einlesen der Testtafel im 0,24-Sekunden-Rhythmus im Decoder zur Bestimmung der Fehlerschwelle zu erreichen, wurde der bestehende Übertragungszyklus, bei dem zunächst unter einer fortlaufenden Tafelnummer die Testtafel gesendet wurde, dahingehend abgeändert, daß unter Tafelnummer 190 siebenmal hintereinander (Übertragungszeit für 1 Tafel 0,24 s) die Testtafel und daran anschließend zweimal der sogenannte „Clock-Cracker“ zum Testen der Taktregeneration im Empfänger übertragen wurde. Dieser Übertragungszyklus wurde auch bei den Empfänger-messungen verwendet.

## 3. Messungen an Heimempfängern mit Valvo-Decoder

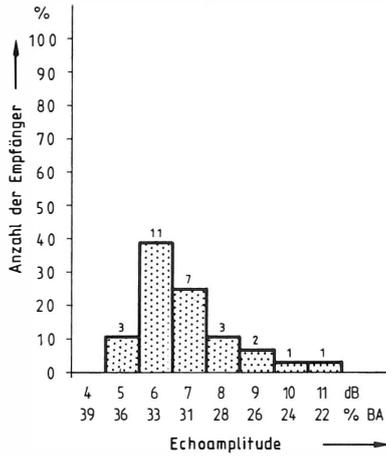
### 3.1. Zweck der Messungen

Die in den Meßwagen eingesetzten Heimempfänger (Philips Typ 882) mit Valvo-Videotext-Decoder wurden der normalen Serie entnommen und wiesen daher die üblichen Fabrikationsstreuungen auf. Sie waren mit einem FBAS-Eingang und -Ausgang ausgerüstet, so daß das dem VT-Decoder angebotene Signal jederzeit am FBAS-Ausgang überprüft werden konnte.

Im IRT wurden die Empfänger einem Test unterzogen, bei dem verschiedene Parameter gemessen wurden. Dabei sollte einmal die Streuung der wichtigsten Parameter festgestellt werden, zum anderen

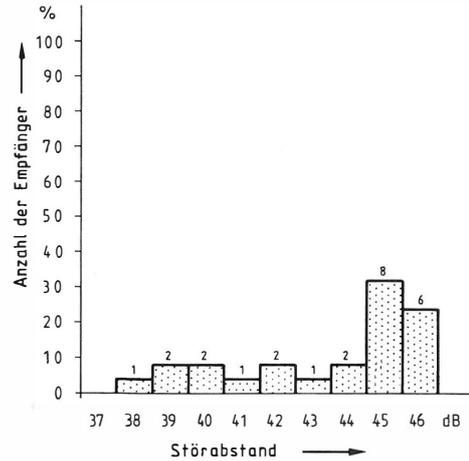


**Bild 5**  
Verteilung der Fehlerschwelle — Video



**Bild 6**

Verteilung der zulässigen Echoamplitude — Video (Nachecho 140 ns positiv)



**Bild 8**

Verteilung des Störabstandes im FBAS-Ausgangssignal bei einer HF-Eingangsspannung von 60 dB(μV)

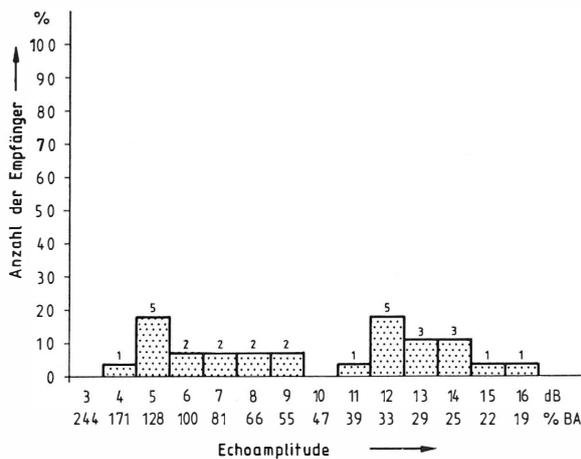
sollte vermieden werden, daß Empfänger mit außergewöhnlich schlechten Eigenschaften bei den Messungen zum Einsatz kamen, die die Ergebnisse der Versorgungsmessungen verfälscht hätten.

**3.2. Meßergebnisse**

Folgende Parameter wurden an 28 gleichen VT-Empfängern mit eingebautem Valvo-Decoder ermittelt:

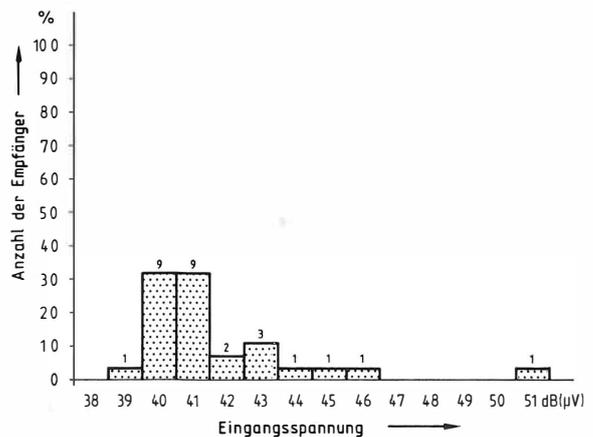
**3.2.1. Videomessung**

- Fehlerschwelle bei Zusatz von Rauschen zum FBAS-Eingangssignal des Empfängers. Mit dem Störspannungsmesser wurde der zugehörige unbewertete Videostörabstand im FBAS-Eingangssignal des Empfängers festgestellt (Bild 5). Die Fehlerschwelle lag im Mittel bei einem unbewerteten Störabstand von 26 dB für das FBAS-Eingangssignal.
- Auftreten von Zeichenfehlern (Einfachfehler = Leerstellen) bei Zusetzen eines nachlaufenden Echos (140 ns Echolaufzeit). Dabei wurde die Amplitude des dem Empfänger zugeführten echobehafteten FBAS-Signals konstant auf 1 V<sub>ss</sub> gehalten.



**Bild 7**

Verteilung der zulässigen Echoamplitude — Video (Nachecho 140 ns negativ)



**Bild 9**

Verteilung der Fehlerschwelle HF

ten. Außerdem wurde die Testtafel nach jeder Amplitudenänderung des zugemischten Echosignals neu eingelesen. Die mit der Eichleitung eingestellte Dämpfung in dB beim Auftreten der ersten Zeichenfehler wurde festgestellt und anschließend in Prozent des BA-Signals umgerechnet.

Bei einem positiven Nachecho in 140 ns Abstand (Bild 6) zeigte sich, daß im Mittel bei einer Echoamplitude zwischen 36 % und 28 % des BA-Signals erste Fehler auftraten.

Bei einem negativen Nachecho mit 140 ns Abstand (Bild 7) verhielten sich die Empfänger anders. Hier streuten die Werte über einen Bereich von 171 % bis 19 % des BA-Signals mit Maxima bei etwa 30 % und 130 %. Allerdings konnte etwa die Hälfte der Empfänger Echoamplituden über 50 % noch fehlerfrei verarbeiten.

**3.2.2. HF-Messung**

- Videostörabstand im FBAS-Ausgangssignal bei 60 dB(μV) HF-Eingangsspannung mit Störspannungsmesser (Bild 8). Dabei streuten die Werte zwischen 38 und 46 dB, wobei eine Häufung der Werte bei 45 und 46 dB zu erkennen ist.

– Fehlerschwelle bei Reduzierung der HF-Eingangsspannung. Mit dem Störspannungsmesser wurde der zugehörige Videostörabstand im FBAS-Ausgangssignal des Empfängers festgestellt.

Die Fehlerschwellenverteilung zeigt **Bild 9**. Hier streuen die Ergebnisse zwischen 39 und 46 dB( $\mu$ V) mit einer Häufung bei 40 bzw. 41 dB( $\mu$ V). Ein Empfänger lag dabei deutlich außerhalb der übrigen Werte [51 dB( $\mu$ V)] und wurde daher bei den Feldmessungen nicht eingesetzt.

Außerdem wurde je ein Foto des Impuls/Sprung-Signals sowie des VT-Signals am FBAS-Ausgang des Empfängers bei ungestörtem FBAS- bzw. HF-Signal aufgenommen.

Die Ergebnisse der Empfänger-messungen können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. Die Streuung der gemessenen Parameter ist besonders für den FBAS-Betrieb – mit Ausnahme der negativen Nachechos – relativ gering.
2. Bei HF-Betrieb führen Unterschiede der HF-Empfangsteile zu einer etwas breiteren Streuung der Fehlerschwelle. Die meisten Empfänger zeigen Doppelfehler bei 40 und 41 dB( $\mu$ V) HF-Eingangsspannung.
3. Die maximale FehlAbstimmung der Empfänger lag bei Verwendung der eingebauten Abstimmanzeige (Leuchtdiode) unter 140 kHz.

Die bei den Messungen verwendeten Empfänger zeigten somit insgesamt – mit Ausnahme von negativen Nachechos – keine extremen Unterschiede der Empfangseigenschaften bezüglich Videotext.

#### 4. Zusätzliche Messungen an VT-Decodern und HF-Empfängern

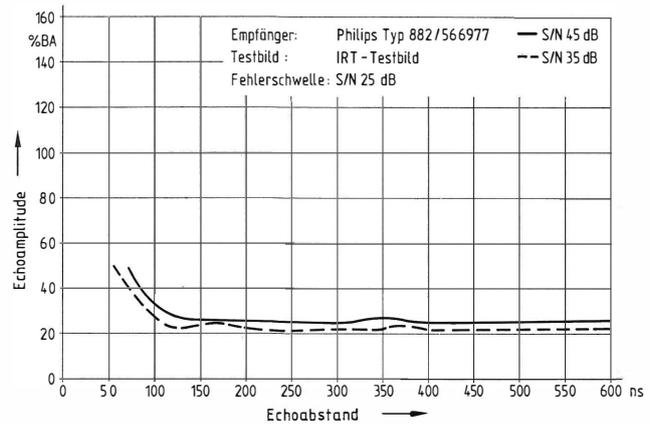
##### 4.1. Messung der zulässigen Echoamplitude in Abhängigkeit von Echoabstand und Störabstand

Da Naechos, wie bereits erwähnt, eine für die VT-Übertragung kritische Störung darstellen, wurde an verschiedenen Empfängern und Decodern die zulässige Echoamplitude für ein positives bzw. negatives Nachecho in Abhängigkeit vom Echoabstand ermittelt. Das Signal wurde in den FBAS-Eingang der Empfänger eingespeist, wobei die Messungen jeweils bei 45 dB und bei 35 dB unbewertetem Videostörabstand durchgeführt wurden.

**Bild 10** zeigt das Ergebnis bei einem der für die Versorgungsmessungen eingesetzten Empfänger für ein positives Nachecho.

In der Nähe des Hauptsignals bis etwa 50 ns sind relativ hohe Echoamplituden zulässig, während ab etwa 100 ns bis 600 ns die Kurve ziemlich gleichmäßig zwischen 20 % und 30 % verläuft. Die obere Kurve gilt für einen Störabstand von 45 dB, die untere für einen Störabstand von 35 dB.

Im Gegensatz dazu ergeben sich für das negative Echo größere Schwankungen in Abhängigkeit vom Echoabstand (**Bild 11**). Allerdings liegen hier die Werte durchweg über 40 %; in der Nähe des Hauptsignals liegen die zulässigen Werte noch höher. Die Messungen an weiteren Empfängern und VT-Decodern zeigten ebenfalls eine deutlich höhere Empfindlichkeit gegenüber positiven Nachechos im Vergleich zu negativen Nachechos.



**Bild 10**  
Zulässige Echoamplitude (Nachecho positiv)

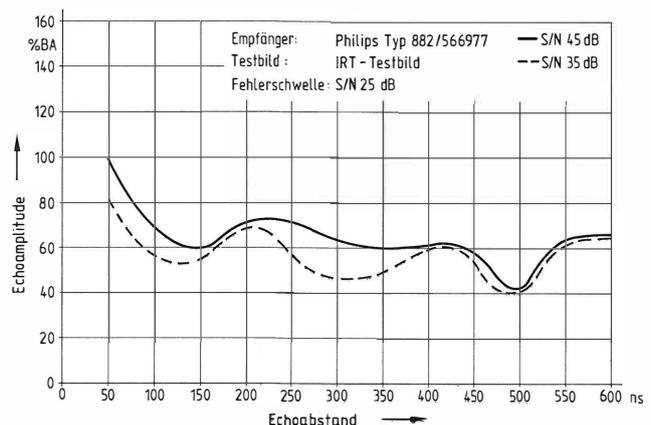
##### 4.2. Fehlerschwelle bei verschiedenen Fernsehempfängern

Eine weitere Untersuchung sollte das Verhalten verschiedener HF-Empfänger mit unterschiedlichen Demodulationsverfahren bei Verringerung der HF-Eingangsspannung klären. Dazu wurde die HF-Eingangsspannung für die Fehlerschwelle in verschiedenen Kanälen der Fernsehbereiche I, III und IV/V ermittelt.

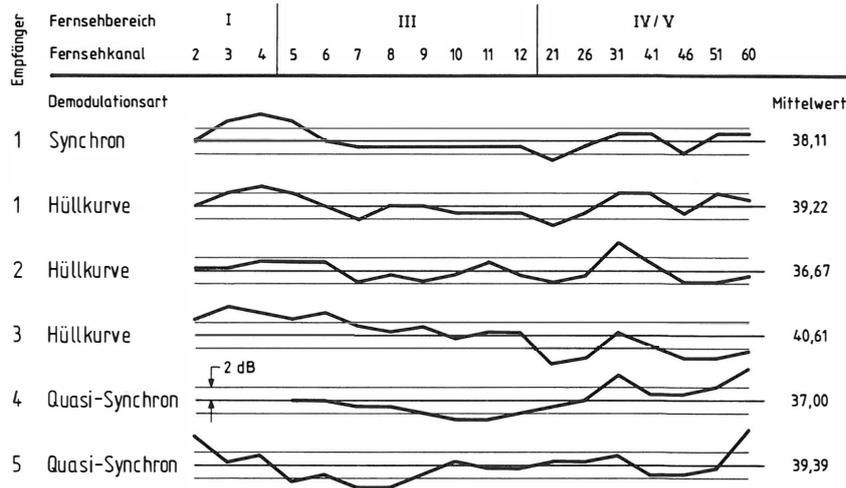
Das HF-Signal wurde mit einem durchstimmbaren Fernsehsender (Typ SBUF von Rohde & Schwarz) erzeugt und zwei Meßempfängern, einem Überwachungsempfänger und zwei verschiedenen Heimempfängern mit eingebautem Videotext-Decoder zugeführt.

Die Meßergebnisse sind in **Bild 12** dargestellt. Hier ist die Abweichung der bei der Fehlerschwelle festgestellten HF-Eingangsspannung vom Mittelwert über alle gemessenen Kanäle aufgetragen. Insgesamt zeigen sich keine besonders auffälligen Abweichungen vom Mittelwert über die einzelnen Fernsehkanäle.

Die erste und die zweite Kurve wurden mit dem gleichen Empfänger, der zwischen Hüllkurven- und Synchrondemodulation umschaltbar war, ermittelt. Es fällt auf, daß der Unterschied zwischen beiden Demodulationsverfahren etwa im Rahmen der Meßgenauigkeit liegt. Dies dürfte auf die im Teletextstandard vorgesehene Reduzierung der Videotext-



**Bild 11**  
Zulässige Echoamplitude (Nachecho negativ)



**Bild 12**  
HF-Eingangsspannung in dB(µV) bei der VT-Fehlerschwelle

Signalamplitude auf 66 % BA zurückzuführen sein. Der bei den Ausbreitungsmessungen eingesetzte Empfänger (Philips Typ 882) benötigte an der Fehlerschwelle neben einem Meßempfänger (Plisch) im Mittel die geringste HF-Eingangsspannung [37 dB(µV)].

**5. VT-Feldmessungen und Messungen an Teilnehmerantennen**

Durch die einfache und schnelle Methode, mit dem Testbild die VT-Versorgung zu ermitteln, ist es gelungen, in kurzer Zeit an einer großen Zahl von Meßpunkten in verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland die Empfangssituation für Videotext zu untersuchen.

**5.1. Meßaufbau und Durchführung der Messungen**

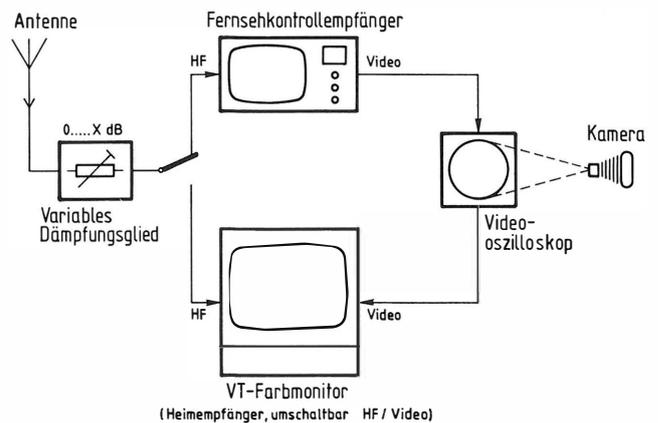
Die Messungen wurden mit dem in **Bild 13** dargestellten Meßaufbau durchgeführt. Als Empfangsantenne wurde überwiegend die Funkmeßantenne FT01 (Wisi) benutzt, die in ihren Eigenschaften den in der Vereinbarung über die „Beurteilung der Fernsehversorgung“ (FTZ-Richtlinie 176 R 10), [3] angeführten zumutbaren Antennen weitgehend entspricht. Das Fernsehsignal wurde über ein variables Dämpfungsglied, das zur Einstellung der Fehlerschwelle für den VT-Empfang diente, an einen der Fernsehempfänger weitergeleitet. Für die Bestimmung der Eingangsspannung und zur Gewinnung des Videosignals wurde der Fernsehkontrollempfänger mit dem HF-Signal versorgt. Zur Beurteilung der Fernseh-Prüfzeilensignale und des VT-Signals stand ein Videooszilloskop zur Verfügung. Zur Dokumentation konnten Fotos angefertigt werden. Das Videosignal wurde über das Oszilloskop zum Heimempfänger, der dann als Monitor geschaltet war, durchgeschleift. Die Beurteilung des VT-Empfangs über den HF-Teil des Heimempfängers war durch einfache Umschaltung möglich.

In Zusammenarbeit mit den Rundfunkanstalten, die sich an den Messungen beteiligten, wurde ein einheitliches Meßprotokoll entworfen. In einem Schulungskursus im IRT wurde die Durchführung der

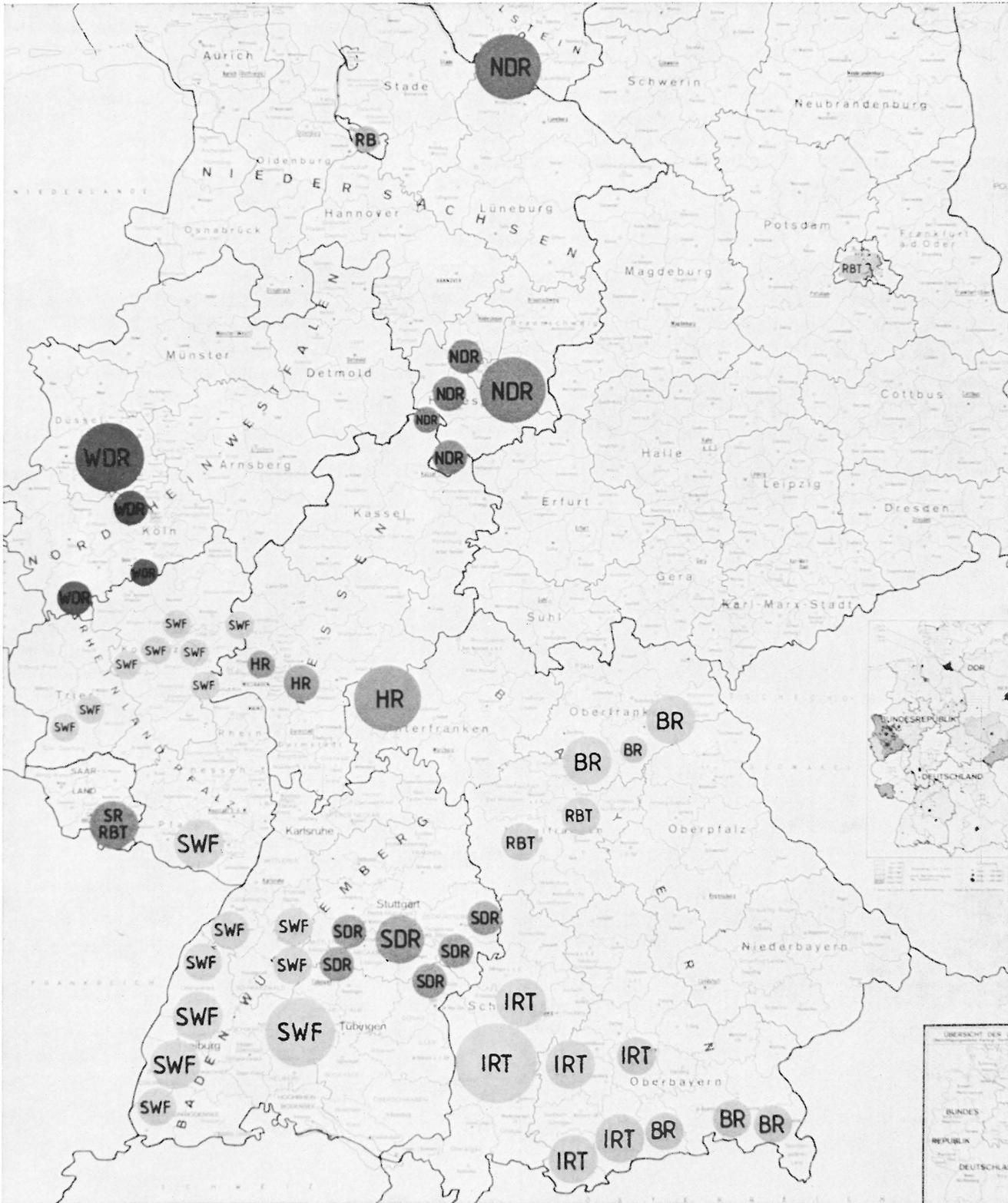
Messungen erläutert und mit den Meßingenieuren praktisch erprobt. Bemerkenswert ist, daß das Einstellen der Fehlerschwelle für den VT-Empfang bei etwa 15 Meßingenieuren zu einheitlichen Werten ( $\pm 1$  dB) führte. Damit wird deutlich, daß die hohe Folgefrequenz des VT-Testbildes von 0,24 s eine schnelle und sichere Methode zur Feststellung der Fehlerschwelle für Videotext darstellt.

An dem ausgewählten Meßpunkt wurde die auf 10 m Höhe ausgefahrene Antenne auf optimale Analogbildqualität ausgerichtet. Der Reihenfolge des Meßprotokolls entsprechend war zunächst die Versorgungssituation für das analoge Farbfernsehbild festzustellen und anschließend die für das VT-Testbild.

In den ersten Monaten der Meßkampagne wurden die Messungen des VT-Empfangs sowohl mit Fernsehkontrollempfängern als auch über den HF-Teil der Heimempfänger durchgeführt. Da sich keine wesentlichen Unterschiede bei den beiden Messungen ergaben, wurde dann zur Abkürzung des Verfahrens nur noch mit Heimempfängern gemessen (VT-Signal über HF-Teil). Ausnahme waren die Orte, an denen der VT-Empfang Schwierigkeiten bereiten könnte, d. h. Orte, die weniger als 5 dB Eingangsspannungs-



**Bild 13**  
Meßaufbau für die VT-Messungen



**Bild 14**  
Gebiete, in denen die VT-Messungen durchgeführt wurden

reserve hatten. Hier mußte zur besseren Analyse weiterhin ausführlich gemessen werden.

Alle Messungen wurden mit eingeschalteter AFC durchgeführt, so daß Abstimmfehler auszuschließen sind. Bei Messungen an Teilnehmerantennen konnte bei zu starkem Spannungsverlust durch das Zulei-

tungskabel zur Meßapparatur mit entsprechender Verstärkung (Bereichsverstärker) ein Ausgleich geschaffen werden.

#### 5.2. Teilnehmer und Umfang der Messungen

An der Meßkampagne nahmen 10 Institutionen von ARD/ZDF teil. Sechs Firmen der Empfängerin-

dustrie beteiligten sich mit Messungen an Teilnehmerantennen. Der Österreichische Rundfunk nahm Untersuchungen mit einer Kapazität von etwa 10 Meßwagen in seinem Versorgungsbereich vor.

Die Messungen wurden im ersten Halbjahr 1978 durchgeführt, so daß während der winterlichen Periode auch der Einfluß eines schneebedeckten Geländes auf die Ausbreitung der digitalen VT-Signale mit erfaßt werden konnte.

### 5.3. Auswahl der Meßorte

Dem Auftrag der ad hoc-Gruppe „Videotext“ entsprechend waren ausschließlich Empfangsorte aufzusuchen, bei denen der VT-Empfang Schwierigkeiten bereiten könnte (Echostörungen, Umsetzer, Ballempfang, ältere Sender, Gemeinschaftsantennen). Im Hinblick auf die abrupt abbrechende VT-Versorgung bei Überschreitung kritischer Empfangsbedingungen sollte die Untersuchung auch Orte umfassen, die nach Richtlinie 176 R 10 [3] mit „Empfang möglich“ eingestuft werden. Die Messungen waren auf solche Fernsehkanäle beschränkt, die von den Teilnehmern in dem betreffenden Gebiet empfangen werden.

**Bild 14** zeigt die Gebiete, in denen die VT-Messungen vorgenommen worden sind. Die Messungen innerhalb des Versorgungsbereichs einer Rundfunkanstalt sind jeweils durch gleiche Grauwerte gekennzeichnet. Die gewählten Meßpunkte lagen innerhalb der eingezeichneten Kreise, in denen zusätzlich die Institution angegeben ist, die die Messungen durchgeführt hat. Aus der Verteilung der Kreise ist ersichtlich, daß vorwiegend in bergigen oder hügeligen Gebieten (wie Alpen, Schwarzwald, Pfalz, Harz) Feldmessungen durchgeführt wurden, während sich die Messungen an Teilnehmerantennen überwiegend auf größere Städte (wie München, Frankfurt, Köln, Hamburg, Bremen) konzentrierten.

## 6. Auswertung der Messungen

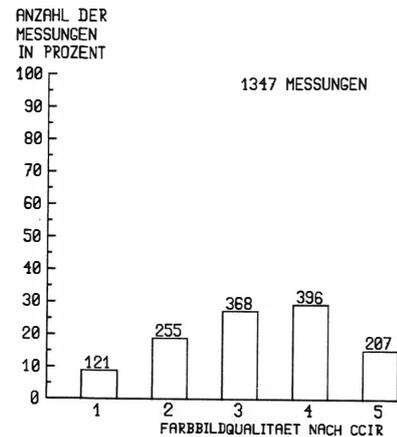
Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf eine manuelle Auswertung, die zu einem Zeitpunkt vorgenommen wurde, als etwa 1600 Messungen von ARD und ZDF vorlagen. Nach Abschluß der Meßkampagne hatte sich diese Zahl auf etwa 2300 erhöht. Das gesamte Datenmaterial ist inzwischen auf Lochkarten übertragen worden und steht im IRT-Rechner zur Auswertung zur Verfügung. Erste Kontrollen mit dem Rechner haben gezeigt, daß es nur unwesentliche Verschiebungen bei den Ergebnissen gegenüber der Handauswertung geben wird. Die Recherauswertung wird speziell zur Klärung der noch offenstehenden Fragen beitragen.

Bei der Auswertung wurde ein Ort nur dann als mit „Videotext versorgt“ angegeben, wenn das VT-Testbild beim ersten Einschreiben fehlerlos war. Diese Forderung schien sinnvoll, weil in einem normalen VT-Betrieb mit etwa 100 Seiten die Wartezeit bis zu 24 s betragen kann. Fehler können also erst nach dieser Zeit beim folgenden Durchlauf korrigiert werden, was eine untragbare Wartezeit bedeuten würde.

### 6.1. Ergebnisse der Feldmessungen von ARD und ZDF

#### 6.1.1. Farbbildqualitätsverteilung

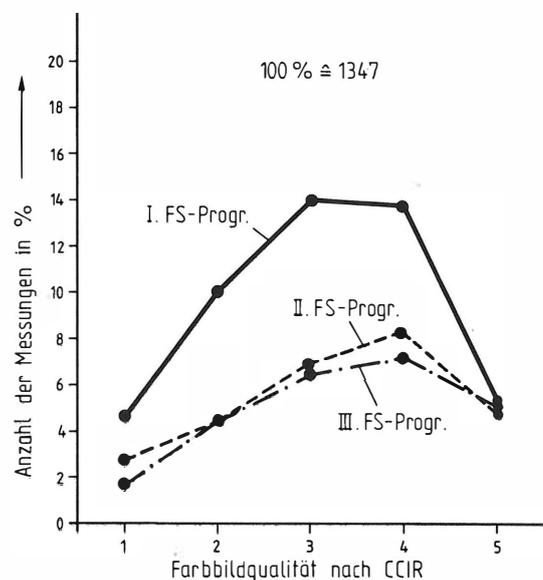
Der Aufgabe, kritische Empfangspunkte aufzusuchen, konnte nicht immer Rechnung getragen wer-



**Bild 15**

Verteilung der Farbbildqualität bei den Feldmessungen

den. Im allgemeinen können an einem Meßpunkt 3 Fernsehprogramme empfangen werden, die jedoch wegen der unterschiedlichen Struktur der Sendernetze für das 1., 2. und 3. Fernsehprogramm in der Qualität differieren können. Aus ökonomischen Gründen wurden aber an jedem Meßpunkt alle 3 Programme gemessen. Dies wirkt sich auch auf die Verteilung der Farbbildqualität aus, die in **Bild 15** dargestellt ist. In dem Histogramm entspricht die Balkenhöhe der prozentualen Anzahl der Messungen für die jeweils festgestellte Farbbildqualität. Die Klassifizierung der Bildqualität erfolgte nach CCIR-Empfehlung 500. Außerdem sind über den Balken die absoluten Werte angegeben. Demnach ist bei den 1347 Feldmessungen der Anteil an Orten mit gutem Fernsehempfang relativ hoch gewesen. Schließt man die Bildqualität nach den Fernsehprogrammen auf, so zeigt sich nach **Bild 16**, daß für das 1. Fernsehprogramm der Anteil an Farbfernsehbildern minderer Qualität wesentlich höher war als beim 2. und 3. Fernsehprogramm. Die Meßingenieure haben demnach die kritischen Meßpunkte vorwiegend nach



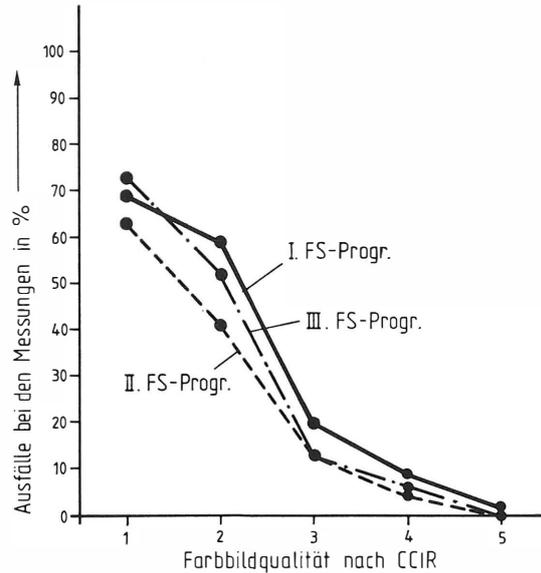
**Bild 16**

Verteilung der Farbbildqualität für die drei Fernsehprogramme

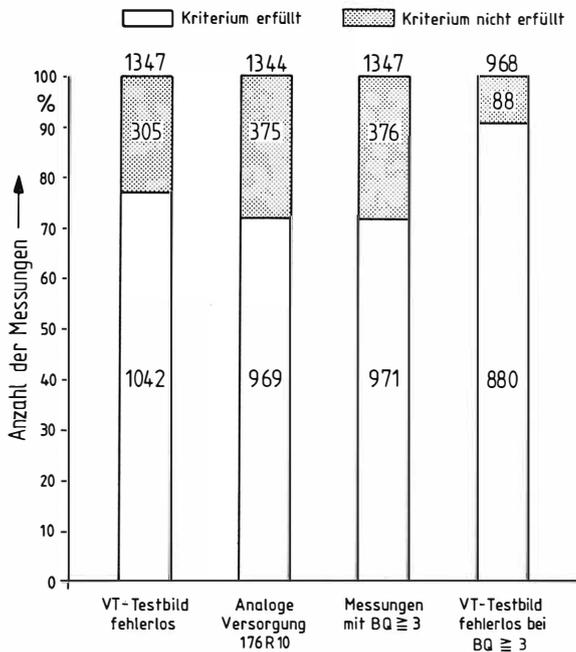
der ihnen bekannten Versorgungssituation für das 1. Fernsehprogramm ausgewählt.

### 6.1.2. Fernsbildversorgung und VT-Versorgung

Eine Gegenüberstellung der Versorgung mit dem analogen Fernsbild und dem digitalen VT-Testbild ist in **Bild 17** wiedergegeben. Danach ergibt sich für das VT-Testbild ein um 5 % höherer Versorgungsgrad als für die Farbfernsehbilder, die Richtlinie 176 R 10 [3] erfüllen. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, daß das digital ausgestrahlte Signal von einer bestimmten Grenze an abrupt unbrauchbar wird. Das analoge Fernsbild bleibt jedoch auch über die Grenzen des Versorgungsbereichs hinaus, wenn auch in verminderter Qualität, empfangbar. Die Anzahl der Messungen mit Farbbildqualitäten besser oder gleich 3 war praktisch identisch mit den analog versorgten. Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, daß es sich um identische Messungen handelt. Auf die Bildqualität bezogen, ist die Versorgungsgrenze schon allein wegen der subjektiven Beurteilung nicht scharf definiert. Allgemein wird die Grenze zwischen den Qualitätsstufen 2 und 3 angenommen. Fragt man nach der VT-Versorgung bei den gemessenen



**Bild 18**  
VT-Ausfallrate für die drei Fernsehprogramme



**Bild 17**  
VT-Versorgung und Versorgung mit Fernsbild

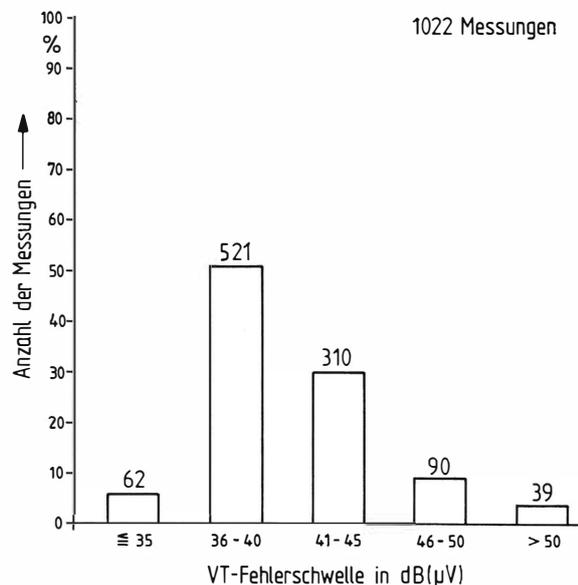
Fernsehskanälen mit Bildqualitäten besser oder gleich 3, so sind doch immerhin 88 Messungen (entsprechend 9 %) mit unsicherem oder unbrauchbarem VT-Testbild festgestellt worden.

Hieraus wird ersichtlich, daß die Empfangsbedingungen für das digitale VT-Signal und das analoge Fernsbild nicht identisch sind. Auftretende Übertragungsfehler können zu fehlerhaften Bitkombinationen führen, während das Analogsignal nur unwesentlich beeinträchtigt wird [4].

So kann z. B. nach **Bild 10** bei einem Signal-/Rauschabstand von 45 dB ein positives Echo mit einem Abstand von 100 bis 200 ns nur mit einer Amplitude von etwa 25 % toleriert werden. Verglichen mit

der in Richtlinie 176 R 10 [3] angegebenen Erträglichkeitsgrenze für ein Echo zeigt sich, daß speziell für die kurzen Umwege die dort als maximal zulässig angegebene Echoamplitude erreicht oder gar überschritten wird. Sollte es nicht möglich sein, die VT-Decoder gegen positive Echos unempfindlicher zu machen, so müßte dies bei einer Einführung von Videotext berücksichtigt und die Kurve entsprechend korrigiert werden.

Will man die VT-Ausfälle bei den drei gemessenen Fernsehprogrammen vergleichen, so muß die Farbbildqualität, die in **Bild 16** dargestellt ist, berücksichtigt werden. Dies ist durch Auftragen der Ausfallrate für das VT-Testbild in Abhängigkeit von der Farbbildqualität in **Bild 18** durchgeführt worden. Aus dem Kurvenverlauf ist ersichtlich, daß die Ausfallrate für Videotext beim 1. Fernsehprogramm im



**Bild 19**  
VT-Fehlerschwelle bei den Feldmessungen

Mittel etwa 5 % höher lag als im 2. und 3. Fernsehprogramm. Eine Erklärung für diese Unterschiede könnte in der verschiedenen Senderstruktur für das 1. Programm einerseits und das 2. und 3. Programm andererseits gefunden werden. Der Anteil an Fernsehfüllsendern war nämlich bei den Messungen für das 2. und 3. Fernsehprogramm etwa 50 %, während im 1. Programm nur 25 % Füllsender beteiligt waren. Demnach wäre die Abstrahlung der digitalen VT-Signale über die Fernsehfüllsender in der Bundesrepublik Deutschland weniger problematisch als befürchtet worden ist. Ein weiterer möglicher Grund wäre bei den Sendern zu finden. Die Fernsehsender des 1. Programms sind überwiegend älteren Baujahrs als die für das 2. und 3. Programm, so daß das VT-Signal eventuell bereits bei der Abstrahlung vom Sender mit Fehlern behaftet war.

Eine genaue Klärung kann hier nur durch die Rechnerauswertung möglichst aller Meßprotokolle erfolgen.

6.1.3. Fehlerschwelle des VT-Testbildes

Bei einem Vergleich der HF-Eingangsspannungen bei der Fehlerschwelle (wenig wechselnde Fehler bei laufendem Einschreiben des Testbildes) zeigten sich bei den Labormessungen innerhalb des für das Fernsehen genutzten Frequenzbereiches nur geringe Abweichungen. Als Mittelwert läßt sich aus Bild 12 für die Philips-Heimempfänger (Quasisynchrodemodulation) 37 dB(µV) ablesen. Bei den Feldmessungen konnte dieser Wert, wie Bild 19 verdeutlicht, bestätigt werden. Bei den Messungen mit fehlerlosem VT-Testbild wurde bei 88 % der Messungen eine Fehlerschwelle von kleiner als 45 dB(µV) festgestellt. Der Wert ist etwas höher, weil bei den Feldmessungen nicht die idealen Bedingungen der Labormessung vorliegen. So hat man z. B. zwischen Sender und Meßpunkt einen unterschiedlich großen Ausbreitungsweg mit Beeinflussungen der Signale durch die Topographie und Bebauung sowie Störungen durch elektrische Betriebsmittel (man made noise). Nach Richtlinie 176 R 10 [3] ist die mindestens erforderliche HF-Eingangsspannung in den Bereichen III und IV/V über 45 dB(µV), also auch für eine Videotextversorgung als ausreichend anzusehen. Lediglich im Bereich I, für den 43 dB(µV) erforderlich sind, könnte es in Einzelfällen an den Grenzen des Versorgungsbereichs zu Ausfällen des VT-Testbildes kommen, obwohl die HF-Eingangsspannung für das analoge Fernsehbild als ausreichend angesehen werden kann. Messungen im Fernsbereich I wirken sich jedoch nicht wesentlich auf das Ergebnis aus, da sie nur mit 7 % zu den Feldmessungen beitragen. Alle übrigen gemessenen Fernsehkanäle lagen in den Bereichen III und IV/V.

Trotzdem sollte für sicheren VT-Empfang eine ausreichende Eingangsspannungsreserve vorhanden sein, da sonst durch Witterungseinflüsse oder Bewegungen der Antenne bei starkem Wind eine fehlerlos empfangene VT-Seite beim nächsten Übertragungszyklus fehlerhaft wiedergegeben werden kann.

6.2. Ergebnisse der Messungen von ARD und ZDF an Teilnehmerantennen

Zusätzlich zu den Feldmessungen wurden eine Reihe von Messungen an Teilnehmerantennen vor-

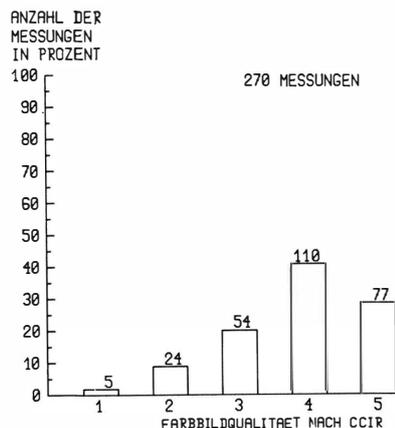


Bild 20 Verteilung der Farbbildqualität bei den Messungen an Teilnehmerantennen

genommen. Das Interesse galt hier vorwiegend größeren Anlagen, weil befürchtet wurde, daß wegen der langen Kabelverbindungen und Verstärkerketten besondere Probleme mit dem digitalen Zusatzsignal auftreten würden.

6.2.1. Farbbildqualitätsverteilung

Bei den Messungen an Teilnehmerantennen wurden wesentlich bessere Farbfernsehbilder festgestellt als bei den Feldmessungen mit dem Meßwagen. Dies ist auch nicht verwunderlich, da bei den Feldmessungen speziell schwer zu versorgende Empfangsgebiete ausgewählt worden sind. Außerdem werden größere Gemeinschaftsantennenanlagen meist mit hohem technischen Aufwand in der Kopfstation und im Verteilnetz betrieben.

Vergleicht man die Verteilung der Farbbildqualität bei den Antennenmessungen (Bild 20) mit der bei den Feldmessungen (Bild 15), so wird ersichtlich, daß 70 % der Teilnehmeranschlüsse mit guten oder

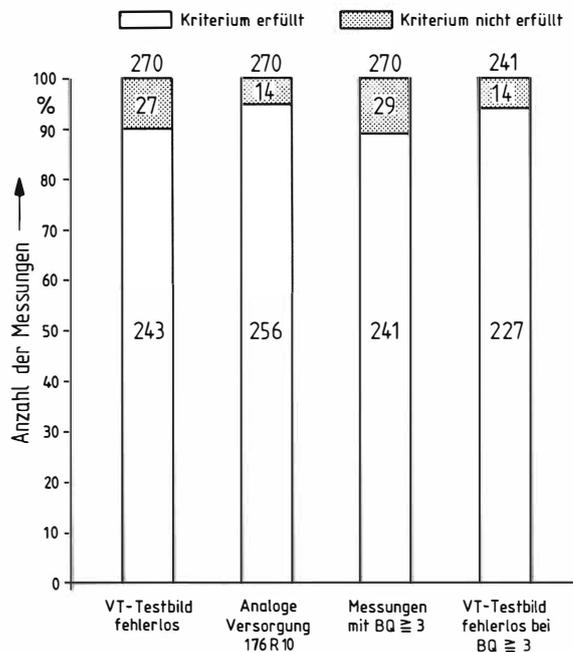
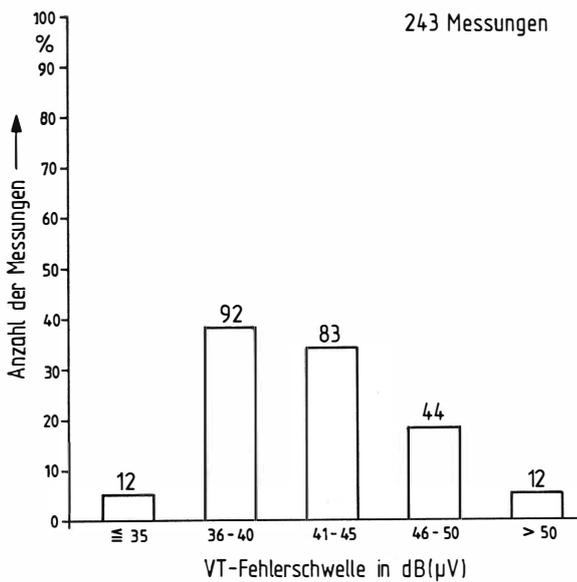


Bild 21 VT-Versorgung und Versorgung mit Fernsehbild

sogar sehr guten Farbfernsehbildern versorgt wurden, während dieser Anteil bei den Feldmessungen nur 45 % betrug.

### 6.2.2. Fernsehbildversorgung und VT-Versorgung

Der hohe Anteil an guten Farbfernsehbildern schlägt sich in der Anzahl der fehlerlos empfangenen VT-Testbilder nieder. Das Histogramm in **Bild 21** stellt, wie bereits für die Feldmessungen, den Vergleich zwischen analogem und digitalem Signal her. Unbrauchbare VT-Testbilder sind bei den 270 Messungen an Teilnehmeranschlüssen nur in 10 % der Fälle festgestellt worden. Als analog unversorgt nach 176 R 10 gelten 5 %. Dies steht im Gegensatz zu den Feldmessungen (**Bild 17**), bei denen der Versorgungsgrad mit Videotext höher war als mit dem Farbfernsehbild. Eine Erklärung hierfür kann ohne



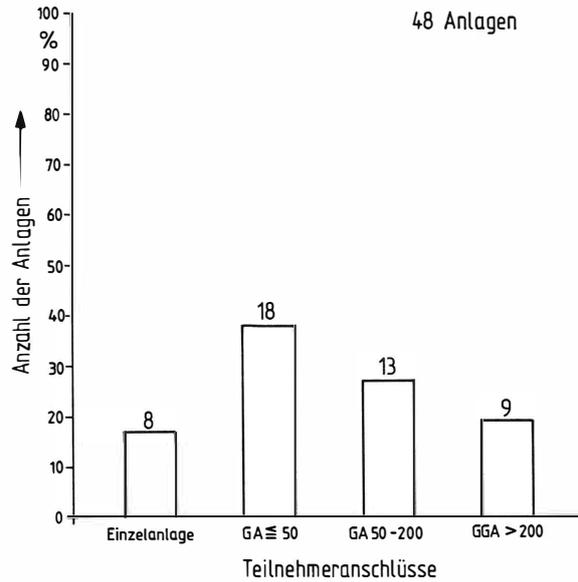
**Bild 22**

VT-Fehlerschwelle bei den Messungen an Teilnehmerantennen

genaue Analyse der betreffenden Messungen nicht gegeben werden. Erstaunlich gering ist der Anteil der fehlerhaften VT-Testbilder bei befriedigenden oder besseren Farbbildqualitäten. Mit etwa 6 % unbrauchbarem VT-Empfang hat sich ein besseres Ergebnis als bei den Feldmessungen herausgestellt. Es war allgemein befürchtet worden, daß die bei der Analogbildübertragung wenig beachteten Nahechos in den Antennenanlagen zu hohen VT-Ausfallraten führen würden. Die Messungen haben dies nicht bestätigen können, obwohl bei allen geprüften Anlagen sehr kritische Maßstäbe angelegt wurden.

### 6.2.3. VT-Fehlerschwelle und Reserve

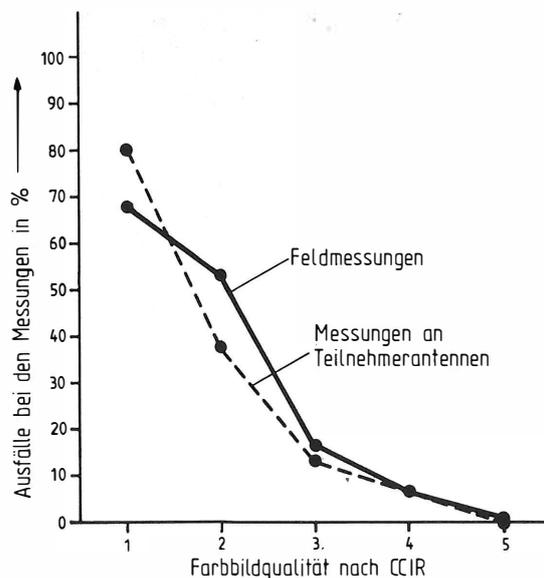
Die Fehlerschwelle für das VT-Testbild ist nach **Bild 22** bei den Messungen an den Teilnehmeranschlüssen ähnlich verteilt wie bei den Feldmessungen. Auffallend ist ein etwas höherer Anteil bei den Klassen über 45 dB(µV). Da bei Erhöhung der Eingangsspannung um einige dB(µV) das Testbild fehlerlos wird, ist kaum mit Problemen durch zu geringe Ausgangsspannung an den Antennendosen zu rechnen. Nach den geltenden Vorschriften für die Instal-



**Bild 23**

Größe der Antennenanlagen

lation von Antennenanlagen [5] beträgt der minimale Ausgangspegel 52 dB(µV) für den Bereich I, 54 dB(µV) für den Bereich III und 57 dB(µV) für die Bereiche IV/V, so daß selbst bei diesen Grenzwerten eine ausreichende Eingangsspannungsreserve vorhanden ist. Das Anzahlverhältnis der Messungen VHF- zu UHF-Bereich war 58 zu 42. Bei neueren Gemeinschaftsantennenanlagen wird dem Stand der Technik entsprechend eine Umsetzung der empfangenen Fernsehkanäle durchgeführt. Dadurch werden Störungen durch Direktstrahlung vermieden und die Verteilung der Signale durch Nutzung des VHF-Bereichs (geringere Kabeldämpfung) erleichtert. Der gemessene Kanal war in 70 % der Fälle aus seiner ursprünglichen Frequenzlage umgesetzt. Dies macht deutlich, daß die Umsetzung, die in der ZF-Ebene vorgenommen wird, für Videotext keine Probleme mit sich bringt.



**Bild 24**

VT-Ausfallrate bei den Feldmessungen und bei den Messungen an Teilnehmerantennen

#### 6.2.4. Größe der gemessenen Antennenanlagen

Von sehr wesentlicher Bedeutung ist bei den Gemeinschaftsantennenanlagen (GA) die Anzahl der Teilnehmeranschlüsse. Es darf nämlich nicht übersehen werden, daß bei den GA eine mehr oder weniger große Zahl von Teilnehmern betroffen wird, wenn der VT-Ausfall an übergeordneter Stelle im Verteilnetz vorliegt. Deshalb wurde bei Großgemeinschaftsantennenanlagen (GGA) mit mehr als 200 Teilnehmeranschlüssen an mehreren Punkten der Anlage gemessen. Dadurch sind auch das Verteilnetz und die kaskadierten Verstärker mit erfaßt worden.

Die 270 Antennenmessungen sind in 48 Anlagen durchgeführt worden, die sich in verschiedene Größenklassen einteilen lassen. In **Bild 23** ist eine Klassifizierung in 4 Klassen vorgenommen worden. Demnach sind überwiegend Messungen an kleineren GA vorgenommen worden. Als GGA sollen zwei besonders erwähnt werden: die Stadtanlage Rosenheim mit derzeit etwa 3000 Anschlüssen und einigen Kilometern Verteilnetz und die Anlage in Bremen-Vahr, bei der rund 20 000 Anschlüsse vorhanden sind. Hier werden bis zu 14 Verstärker in Kaskade betrieben und Entfernungen von der Kopfstation bis zu 10 km realisiert. Trotz dieser langen Kabelstrecken und sich wiederholender Signalverstärkung zum Dämpfungsausgleich sind keine nennenswerten VT-Ausfälle zu verzeichnen gewesen.

### 7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Feldversuch mit Videotextsignalen nach dem englischen Standard hat gezeigt, daß der fehlerfreie Empfang von Videotext an der überwiegenden Zahl der Orte, die als fernsehversorgt gelten, möglich ist. Die statistische Auswertung der Messungen läßt eine

enge Korrelation zwischen guter Bildqualität und fehlerlosem Videotext-Testbild erkennen. Dies wird noch einmal in **Bild 24** durch die ermittelten VT-Ausfallraten bei den Feldmessungen und bei den Messungen an Teilnehmerantennen deutlich. Der Abstrahlungsversuch hat andererseits aber auch ergeben, daß in einigen Fällen trotz befriedigender oder guter Fernsichtversorgung mit einem fehlerhaften Empfang von Videotext zu rechnen ist. Die Versorgungsbereiche des analog übertragenen Fernsehbildes und der digitalen Videotextsignale sind demnach nicht deckungsgleich. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß das digital ausgestrahlte Signal von einer bestimmten Grenze an abrupt unbrauchbar wird, während das analog übertragene Fernsehbild auch über die Grenzen des Versorgungsbereichs hinaus, wenn auch in verminderter Qualität, empfangbar bleibt. Bei einer Einführung von Videotext ist damit zu rechnen, daß ein gewisser Prozentsatz der Fernsehteilnehmer, die Videotext empfangen wollen, zusätzliche Maßnahmen an den bestehenden Antennenanlagen treffen muß, um zu einem einwandfreien Empfang von Videotext zu kommen.

#### SCHRIFTTUM

- [1] Croll, M. G.: Ceefax: measurement techniques. BBC RD 1977/6, Februar 1977.
- [2] Sherry, L. A.: Domestic Teletext Reception in Yorkshire. Teletext Transmission Working Group 29, Independent Broadcasting Authority.
- [3] Vereinbarung zwischen ARD und DBP über die Beurteilung der Fernsehversorgung (wortgleich mit der Verordnung 176 R 10 der DBP und mit den Dokumenten der UER Com. T. (K) 205 und (P) 46).
- [4] Lau, A.; Rauffmann, B.: Technische Kurzinformation V3/78. Hrsg. v. Institut für Rundfunktechnik, München 1978.
- [5] DIN 57 855, Teil 2; VDE 0855, Teil 2.

## NEUES SENDERNETZÜBERWACHUNGS- UND STEUERUNGSSYSTEM BEIM SÜDWESTFUNK

VON GÜNTER LÖBER<sup>1</sup>

Manuskript eingegangen am 10. November 1978

Sendertechnik

### Zusammenfassung

Der unbemannte Betrieb von Senderanlagen erfordert Fernwirkeinrichtungen, die bei großen Datennetzen wirtschaftlich unter Einbeziehung von Prozeßrechnern oder Mikroprozessoren realisiert werden können. Anhand des mit Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie durchgeführten PDV-Pilotprojektes „Rechnergesteuertes Datennetz“ werden verschiedenartige Datennetzstrukturen mit mehreren Unterzentralen und einer übergeordneten Betriebszentrale untersucht und Vorschläge für einen wirtschaftlichen Einsatz der hierfür in Frage kommenden Übertragungskanäle und -verfahren angegeben. Der spezielle Fall der Einlagerung der Datentelegramme in freie Bereiche des Stereo-Multiplexbandes ist ausführlich dargestellt. Weiterhin werden charakteristische Besonderheiten des realisierten Gesamtsystems und die bisher gesammelten Betriebserfahrungen beschrieben.

### Summary The new supervisory and control system for the Südwestfunk's transmitter network

The operation of unattended transmitting stations requires remote-control equipment which, for large data networks, can be achieved economically by utilising computers or micro-processors. By means of the PDP pilot project "Computer-controlled data network", carried out with the support of the Federal Ministry for Research and Technology, several data-network structures having a number of sub-centres and a superposed operational centre were examined and proposals indicated for an economic utilisation of the possible transmission channels and methods. The special case of the insertion of data messages in unoccupied parts of the stereo multiplex band is discussed in detail. In addition, the paper describes characteristic peculiarities of the overall system and the operational experience gained up to the present.

### Sommaire Nouveau système de télécommande et de surveillance du réseau d'émetteurs exploité par le Südwestfunk

L'exploitation des centres émetteurs non surveillés exige une télécommande qui peut économiquement faire appel à des ordinateurs ou à des microprocesseurs, lorsque le volume de données à manipuler est important. Dans le cadre d'un projet pilote de réseau de transmission de données exécuté avec l'aide du ministère fédéral de la recherche et de la technologie, on a étudié plusieurs configurations de réseaux comportant un centre de commande principal et des sous-centres. On a aussi étudié, du point de vue économique, les différentes méthodes et voies de transmission. L'article examine en particulier, de manière détaillée, l'insertion de messages dans les parties inutilisées des multiplex stéréophoniques. Il décrit également les caractéristiques de l'ensemble du système et rend compte des résultats obtenus jusqu'à présent.

### 1. Einleitung

Zur Versorgung der Teilnehmer mit Hörfunk und Fernsehen wurden von den einzelnen Rundfunkanstalten und von der Deutschen Bundespost ausgedehnte Rundfunk- und Fernsehsendernetze errichtet. Der Betrieb von Sendern erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen in vielen Fällen unbemannt. Über Fernwirkanlagen werden Betriebs- oder Störungszustände von Anlagenteilen an eine oder mehrere Zentralstellen signalisiert und die zur Steuerung der unbemannten Senderanlagen notwendigen Kommandos übertragen.

Auch der Südwestfunk, der wegen der schwierigen topographischen Struktur seines Sendegebietes ein großes Sendernetz zu betreiben und zu unterhalten hat (siehe **Bild 1**), mußte sich schon in den 50er Jahren auf einen unbemannten Betrieb vieler seiner Senderstandorte mittels damals „selbstgestrickter“ Fernwirkeinrichtungen umstellen [1]. Damit die Versorgungsaufgaben auch weiterhin erfüllt werden können, war die Erneuerung dieser Fernwirkeinrichtungen auf der Grundlage der heute möglichen Technik und Technologie notwendig. Hierfür wurden dem SWF Zuschußmittel des Bundesministeriums für Forschung und Technologie zur Verfügung gestellt, die

zur Entwicklung und zum Bau von Prototypen für das PDV-Pilotprojekt „Rechnergesteuertes Datennetz“ verwendet wurden.

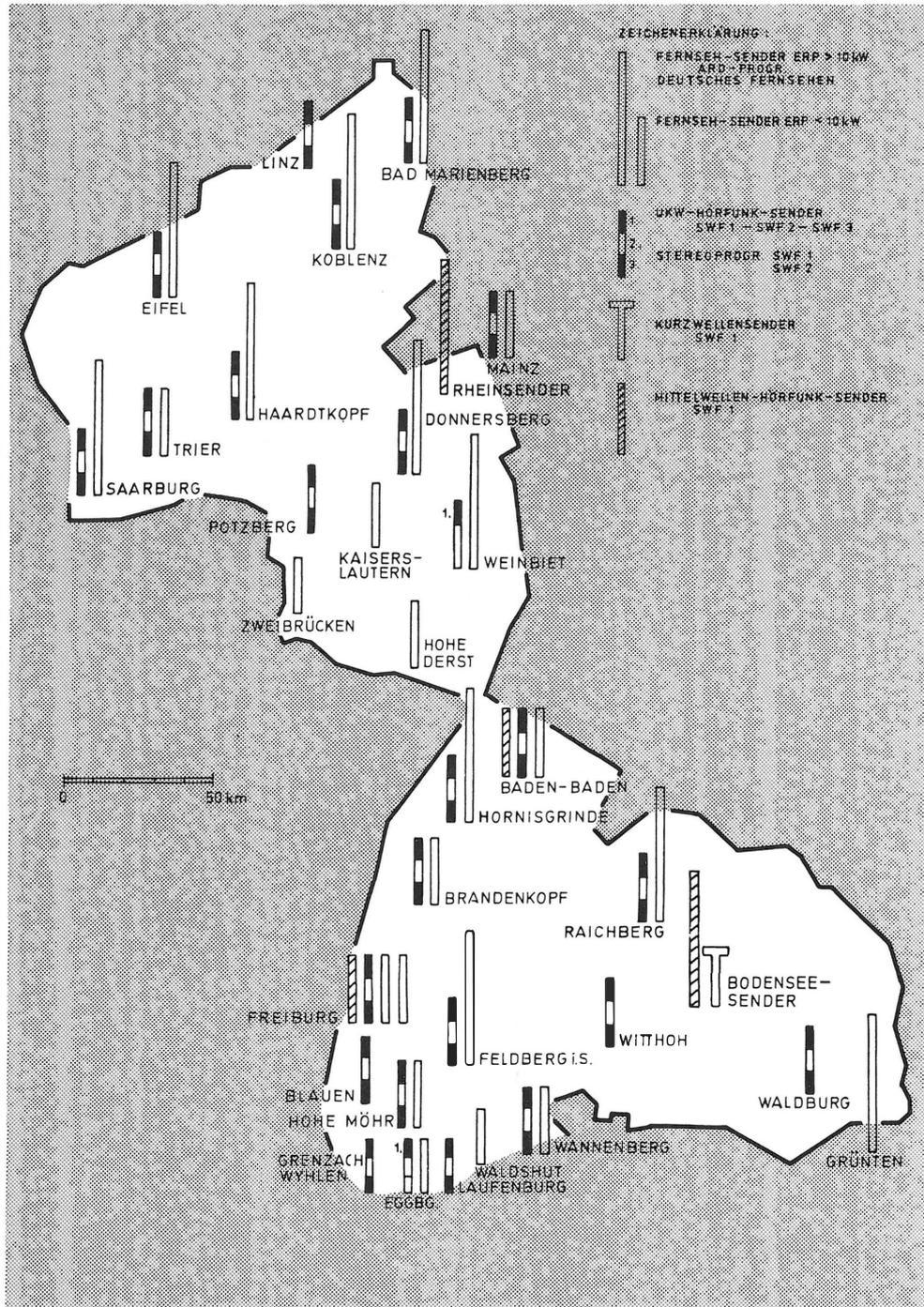
### 2. Netzstruktur und Übertragungskanäle

Im Sinne eines Pilotprojektes konnten die durchgeführten Systemuntersuchungen nicht auf SWF-spezifische Sendernetzkonfigurationen und Datenübertragungskanäle begrenzt werden; die Lösungen sollten allgemein für ein Datenübertragungsnetz anwendbar sein, das aus mehreren Unterzentralen und einer übergeordneten Betriebszentrale besteht. In bezug auf Anlagenkonfigurationen und die Art der Übertragungskanäle sollte eine Gewichtung hinsichtlich Betriebs- und Investitionskosten sowie universeller Einsatzmöglichkeit erfolgen.

In **Bild 2** ist schematisch die Struktur des untersuchten Datenübertragungsnetzes dargestellt. Eine Betriebszentrale (BLZ) korrespondiert über die Unterzentralen  $UZ_1$  bis  $UZ_n$  mit je Unterzentrale maximal 10 ebenfalls räumlich getrennten Datenstationen.

Diese externen Datenstationen sind z. B. mit unbemannt betriebenen Senderstandorten vergleichbar, die mehrere UKW- und Fernseh-Sender oder MW- und KW-Sender enthalten können. Für den Datentransfer zwischen der Betriebszentrale und den Unterzentralen und von den Unterzentralen zu den zugehörigen externen Datenstationen wurde eine belie-

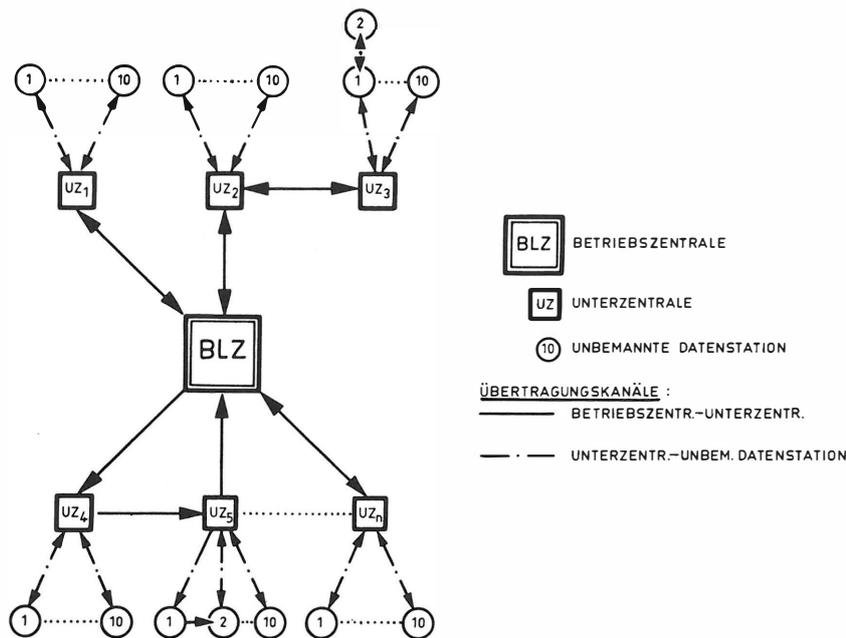
<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Günter Löber ist stellvertretender Hauptabteilungsleiter Sendertechnik und Referatsleiter Sendernetzüberwachung beim Südwestfunk, Baden-Baden.



**Bild 1**  
Hörfunk- und Fernsehensendernetz des Südwestfunks  
(ohne Fernseh-Füllsender)

bige Vermaschung angenommen, d. h. die Struktur des Übertragungsnetzes kann sowohl stern- als auch linienförmig sein. Aus **Bild 2** ist weiterhin ersichtlich, daß für den Befehls- und für den Meldeweg eine unterschiedliche Führung der Übertragungskanäle gewählt werden kann. Die Untersuchung derartig komplizierter Netzstrukturen scheint zunächst unsinnig, erweist sich aber für die Betrachtung realer Datenübertragungsnetze in Hinblick auf niedrige Betriebskosten für das gesamte Übertragungssystem als notwendig.

Bei der Auswahl geeigneter Datenübertragungskanäle wurde davon ausgegangen, daß für die Übertragung von Steuerbefehlen und Meldungen im Senderbereich einer Rundfunkanstalt im allgemeinen Zeiten von 1 bis 2 s ausreichen. Für die bei großen Netzen zu übertragenden Datenmengen sind im Hinblick auf die Adressierung und die Sicherung der Datentelegramme gegen Falschinterpretation dann Bitraten von 200 bis 600 Bit pro Sekunde erforderlich. Unter Berücksichtigung der vorgenannten Randbedingungen eignen sich als „Primärübertragungswege“



**Bild 2**  
Struktur des Datenübertragungsnetzes

nur solche Datenkanäle, die dem Benutzer ohne Wartezeit ständig zur Verfügung stehen.

Hierzu zählen

Übertragungskanäle, die auf Mietbasis dem Benutzer von der DBP dauernd überlassen werden, wie

- Telegrafstromwege
- Fernsprechstromwege
- Breitbandstromwege für Rundfunk- oder Fernsehzwecke, die durch Einlagerung, Unter- oder Überlagerung eines Datenkanals mitbenutzt werden können

sowie

anstaltseigene trägerfrequente Funkwege für Hörfunk oder Fernsehen, die durch Modulation des Trägers mit einem in das Basisband eingelagerten Datensignal oder durch Mischung eines mit den Daten modulierten Hilfsträgers mitbenutzt werden können.

Die vorgenannten Übertragungskanäle können sowohl für Primärübertragungswege als auch für Ersatzwege alternierend im Datennetz verwendet werden.

Bei Ausfall oder Störung der Primärübertragungswege sollte zur Sicherstellung der Übertragung eine Umschaltung auf einen Ersatzweg vorgenommen werden, die automatisch z. B. von einem Rechner oder auch manuell veranlaßt werden kann. Als Ersatzwege eignen sich vorwiegend solche Übertragungswege, die von den für Primärübertragungskanäle verwendeten Einrichtungen unabhängig sind. Aus wirtschaftlichen Gründen sind für die Übertragung auf Ersatzwegen auch Wahlverbindungen mit längeren Übertragungszeiten akzeptabel. Für die Ersatzwegführung wurden daher die Möglichkeiten einer Datenübertragung über

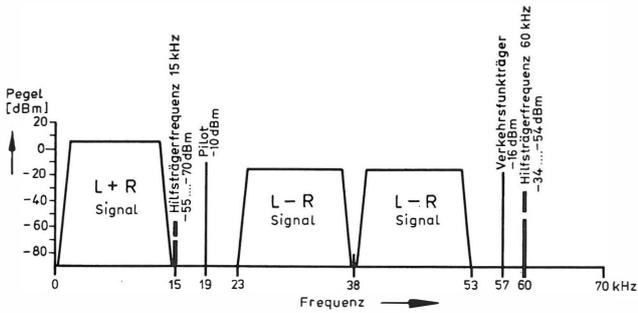
- das öffentliche Telexnetz
- das öffentliche Datexnetz
- das öffentliche Fernsprechnet

ebenfalls untersucht und entsprechende Prozeduren und Anlagenteile für die Übertragungswegumschaltung entwickelt.

Weil nach den bestehenden Richtlinien der DBP eine alternierende Anschaltung der Datenübertragungsendeinrichtungen an private und öffentliche Netze im Regelfall nicht zulässig ist, muß in den meisten Fällen auf die Verwendung der öffentlichen Netze für die Ersatzwegführung verzichtet werden.

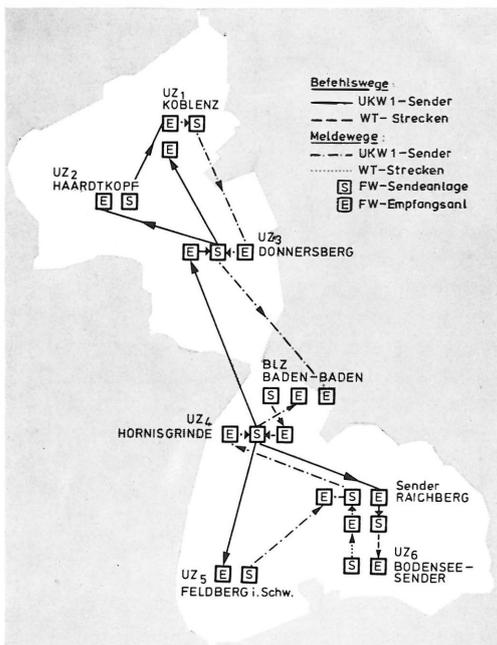
Die Mitbenutzung der Hörfunk- und Fernsehensendernetze für die Datenübertragung stellt aus wirtschaftlicher Sicht das Optimum dar. Derartige Übertragungswege gewährleisten außerdem eine hohe Zuverlässigkeit, da wegen Anwendung des Prinzips der passiven Reserve die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Senders in der Größenordnung 1 Promille pro Jahr liegt. Ein Vergleich der Hörfunk- und Fernsehensendernetze untereinander spricht eindeutig zugunsten einer Datenübertragung im Hörfunk, weil der Datenübertragungskanal größtenteils rund um die Uhr zur Verfügung steht, die Investitionskosten für die Einrichtung des Datenkanals erheblich niedriger liegen, die Funkfeldentfernungen wegen der meist besseren Ausbreitungsbedingungen größer sein können und eine sichere Informationsübertragung ohne störende Beeinträchtigung des Teilnehmers durch den Datenhilfsträger gewährleistet werden kann.

In **Bild 3** sind die vom stereofonen Hörfunkprogramm nicht ausgenutzten Frequenzlücken des Multiplexbandes erkennbar, die sich für die Einlagerung eines Datenhilfsträgers eignen; das sind die Bereiche 15 bis 23 kHz mit Ausnahme der 19-kHz-Pilotfrequenz und 53 bis 70 kHz mit Ausnahme der Frequenz von 57 kHz für den Verkehrsfunkträger.



**Bild 3**  
Frequenzbelegung des Stereo-Multiplexsignals

Prinzipiell kann bei Einlagerung von Daten in freie Bereiche des Stereo-Multiplexbandes der Hörfunkeilnehmer entweder durch direkte Hörbarkeit oder durch Intermodulationsprodukte des Hilfsträgers mit Programmfrequenzen, mit dem Stereopiloton, mit dem Verkehrsfunksender und mit den Harmonischen der genannten Frequenzen, die in den Hörbereich des menschlichen Ohres fallen, gestört werden, wenn die für die Datenübertragung aufgewendete Trägerleistung zu groß gewählt wird. Je näher die Hilfsträgerfrequenz an den menschlichen Hörbereich heranrückt, um so geringer muß die für die Datenübertragung aufgewendete Trägerleistung gewählt werden. Je kleiner der Hilfsträgerpegel, desto geringer werden die für die Datenübertragung nutzbare Bandbreite und Bitrate und desto kleiner wird die in der Zeiteinheit übertragbare Informationsmenge. Unter Zugrundelegung geeigneter Modulationsverfahren lassen sich im Hinblick auf einen ungestörten Hörfunkempfang aus heutiger Sicht bei Hilfsträgerfrequenzen im Bereich 15 bis 23 kHz Bitraten von etwa 25 bis max. 50 bit/s und im Bereich 53 bis 70 kHz Bitraten von etwa 200 bis max. 600 bit/s im Stereo-Multiplexsignal übertragen [2].



**Bild 4**  
Übertragungswegführung Betriebszentrale — Unterzentrale  
60-kHz-System

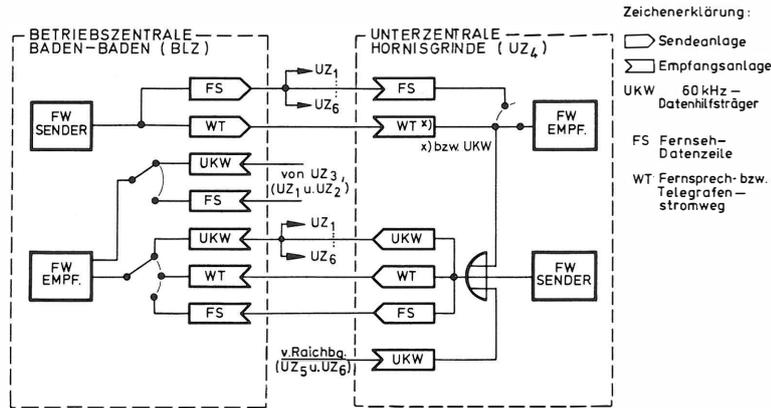
Einen Sonderfall stellt die Verwendung der Frequenz 15 kHz als Datenhilfsträger dar, da dieser dann gemeinsam mit dem Programminhalt sowohl über Modulationsleitungen in der NF-Ebene als auch über Ballempfangsverbindungen in der Multiplexebene geführt werden kann. Eine Datenübertragung bei 15 kHz sollte wegen der oben erwähnten geringeren Übertragungskapazität den Anwendungen vorbehalten bleiben, bei denen der unmittelbare Bezug der Daten zum Programm notwendig oder wünschenswert ist.

In **Bild 4** ist die Führung der Übertragungswege für das Teilnetz zwischen der Betriebszentrale in Baden-Baden und den 6 als Unterzentrale dienenden Stützpunktsendern dargestellt. Die unterschiedliche Streckenführung zwischen Befehls- und Meldewegen berücksichtigt verschiedenartige Richtcharakteristiken bei den Sendeantennen sowie den Einfluß von Gleich- und Nachbarkanalstörungen an den jeweiligen Empfangsorten. An den Standorten, an denen kein UKW-Sender vorhanden ist, erfolgt die Übertragung der Daten zur Zeit noch über WT-Strecken.

**Bild 5** zeigt schematisch am Beispiel der Unterzentrale Hornisgrinde die Berücksichtigung unterschiedlicher Übertragungswege im Datennetz. In Senderichtung werden die von der Betriebszentrale ausgehenden Telegramme sowohl über einen dauernd überlassenen Fernsprechkreisweg (WT) bis zur Unterzentrale Hornisgrinde und von da über die UKW-1-Senderkette an die weiteren Unterzentralen als auch über die Fernseh-Datenzeile (FS) an alle Unterzentralen übertragen. In den Unterzentralen kann mittels Umschalter der UKW-Datenkanal (bzw. Fernsprechkreisweg) oder der FS-Datenkanal ausgewählt werden. Für die Empfangsrichtung in der Betriebszentrale sind ebenfalls Umschaltungen auf den UKW-, den FS- oder den Fernsprechkreisweg möglich. Abzweigungen in den Übertragungswegen werden an den Unterzentralen über Auswahl-ODER-Schaltungen mit bis zu vier Toren gebildet. Der jeweils durchgeschaltete Übertragungskanal sperrt automatisch für die Dauer der Telegrammlänge alle anderen Tore und verhindert somit, daß Störungen auf den gesperrten Kanälen zu Telegrammverfälschungen im durchgeschalteten Zweig führen und die Verfügbarkeit des Systems herabsetzen.

### 3. Funktionsweise und Realisierung des Gesamtsystems

Für die Verarbeitung der im gesamten Sendernetz anfallenden Daten wurde ein aus einem Leitrechner in der Betriebszentrale und einem Satellitenrechner in jeder Unterzentrale bestehendes Datenerfassungs- und Übertragungssystem ausgewählt, weil dieses sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht gegenüber einer Konfiguration mit nur einem Prozeßrechner in der Betriebszentrale Vorteile bietet. Die Satellitenrechner können bei Ausfall des Leitrechners gleichzeitig die Back-up-Funktion für das zugehörige Datennetz gewährleisten. Während die Überwachungsfunktion stets gleichzeitig von der Betriebszentrale und den Unterzentralen erfolgt, kann die Steuerfunktion wahlweise von der Betriebszentrale oder von den Unterzentra-

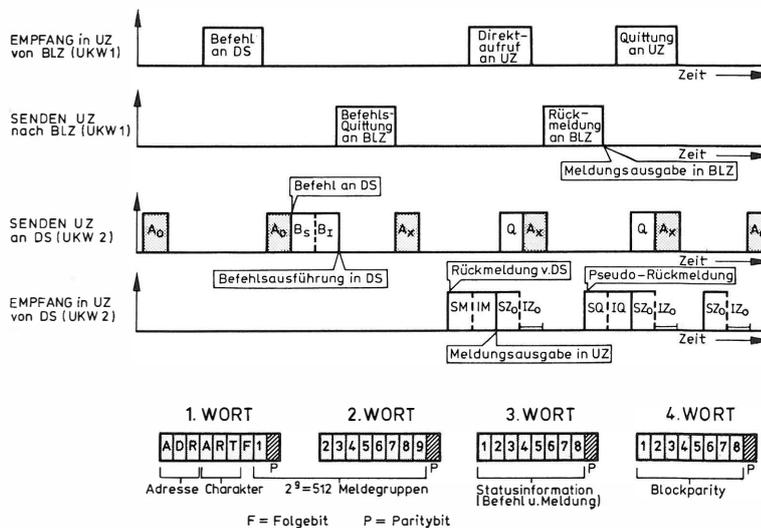


**Bild 5**  
Übertragungswegumschaltung Betriebszentrale — Unterzentrale  
60-kHz-System

len ausgeübt werden. Die Datenübertragung von der Betriebszentrale zu den 6 Unterzentralen erfolgt aufgrund der Linienstruktur des Gesamtnetzes im Halbduplexbetrieb über die UKW-1-Senderkette von Rechner zu Rechner. Vom Prozeßrechner in der Unterzentrale werden die Daten zu den unbemannten Senderstandorten, die mit herkömmlichen Fernwirkanlagen ausgerüstet sind, unter Ausnutzung der UKW-2-Senderkette wegen der sternförmigen Struktur der Teilnetze im Vollduplexbetrieb übertragen. Durch die Aufteilung des Informationsflusses auf zwei verschiedene Programmketten wird die Selbständigkeit des Verkehrsablaufs innerhalb der einzelnen Unterzentralbereiche gewährleistet.

In **Bild 6** ist der zeitliche Ablauf der Datentelegramme aus Sicht eines Beobachters in der Unterzentrale — bei Befehlsgebung von der Betriebszentrale — in vereinfachter Form dargestellt. Die Freigabe eines Befehls von der Betriebszentrale an eine Datenstation bewirkt die Aussendung eines aus 4 Worten zu je 11 Bit bestehenden Datentelegramms, das über die UKW-1-Senderkette von allen Unterzentralen emp-

fangen und decodiert wird. Nach entsprechenden Plausibilitätsprüfungen durch den Prozeßrechner sendet die Unterzentrale, die für die von der Betriebszentrale adressierte Datenstation zuständig ist, als Empfangsbestätigung ebenfalls über die UKW-1-Senderkette ein Quittungstelegramm an die Betriebszentrale zurück. Unterbleibt diese Quittung z. B. aufgrund eines fehlerhaft empfangenen Telegramms, so wird das Befehlsstelegramm von der Betriebszentrale automatisch wiederholt. Bei einem richtig empfangenen Befehlsstelegramm wird nach Ablauf einer festen, von der Übertragungsgeschwindigkeit abhängigen Taktzeit ( $A_0$ ) ein die Adresse der Datenstation und die Befehlsnummer enthaltendes neues Befehlsstelegramm, das von den herkömmlichen Fernwirkanlagen an den Datenstationen verstanden werden kann, vom Prozeßrechner generiert und über den UKW-2-Sender der Unterzentrale ausgestrahlt. Das neu gebildete Befehlsstelegramm besteht aus 2 Worten zu je 19 Bit. Im ersten Wort (BS) ist die Adresse der angesprochenen Datenstation, im zweiten Wort (BI) ist die Befehlsnummer enthalten, wobei beide Worte durch Prüfbits so gesichert sind, daß



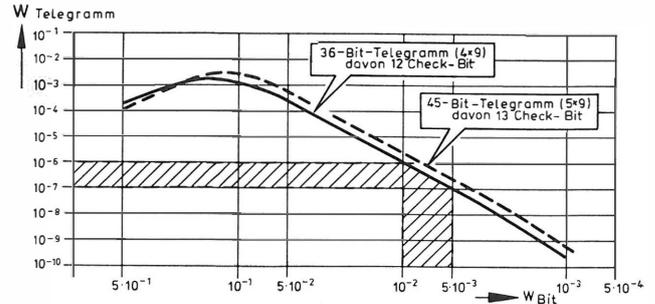
**Bild 6**  
Übertragungsablauf und Telegrammstruktur  
60-kHz-System

eine Hamming-Distanz von 4 erreicht wird. Der erneute Ablauf der Taktzeit bewirkt, daß die Unterzentrale ein aus einem 19-Bit-Wort bestehendes Aufruftelegramm ( $A_x$ ) aussendet, das die Adresse der angesprochenen Datenstation enthält, von allen zugehörigen Datenstationen empfangen und decodiert wird und die angesprochene Datenstation zur Aussendung der Objektrückmeldung (SM, IM) über den UKW-2-Sender veranlaßt. Bei jeder Befehlsausgabe in der Datenstation wird außerdem eine Pseudorückmeldung (SQ, IQ) automatisch generiert, die statt der Objektrückmeldung bei Befehlen mit langen Reaktionszeiten des Objektes oder bei aufgetrennten Meldekontakten zur Unterzentrale übertragen wird. Bei Ausbleiben der Objekt- oder der Pseudorückmeldung wird von der Unterzentrale automatisch eine Befehlswiederholung vorgenommen. Ein richtig empfangenes Rückmeldetelegramm veranlaßt die Unterzentrale zur Meldungsausgabe über Lampenanzeige und Protokollschreiber und zur Aussendung des aus einem 19-Bit-Wort bestehenden Quittungstelegramms Q. Das Ausbleiben der Quittung veranlaßt die Datenstation zur Wiederholung des Meldetelegramms. Ein Meldetelegramm besteht aus 4 Worten zu je 19 Bit. Während das erste Wort (SM) die Adresse der Datenstation und das zweite Wort (IM) die Meldegruppennummer mit 8 Einzelmeldungen enthält, dienen das dritte und vierte Wort ( $SZ_0$ ,  $IZ_0$ ) der Meßwertübertragung und systeminternen Zwecken.

Die Übertragung der Objektrückmeldung von der Unterzentrale an die Betriebszentrale erfolgt wiederum über die UKW-1-Senderkette nach Empfang eines Aufruftelegramms, das die Adresse derjenigen Unterzentrale enthält, von der aufgrund des gegebenen Befehls eine Antwort erwartet wird. Das Aufruftelegramm wird, nach Ablauf eines von der Systemkonfiguration und von den Laufzeiten auf den Übertragungswegen abhängigen festen Zeitintervalls, nach jedem Befehlstelegramm automatisch von der Betriebszentrale veranlaßt. Das richtig empfangene Rückmeldetelegramm bewirkt in der Betriebszentrale die Ausgabe der Meldung über Protokollschreiber, Lampen- und Display-Anzeige und die Aussendung eines Quittungstelegramms an die Unterzentrale.

Bei spontan auftretenden Meldungen in der Datenstation (Alarme) wird in dieser durch zusätzliche Amplitudenmodulation des 60-kHz-Hilfsträgers die zugehörige Unterzentrale zur Aussendung eines Aufruftelegramms an die Datenstation veranlaßt und somit die Übertragung der Alarmmeldung zur Unterzentrale bewirkt. Die Weiterleitung an die Betriebszentrale erfolgt dadurch, daß der in der UKW-1-Senderkette eingelagerte 60-kHz-Hilfsträger der Unterzentrale zusätzlich amplitudenmoduliert wird. Durch die Amplitudenmodulation des Hilfsträgers wird in der Betriebszentrale erkannt, daß die Unterzentrale ein Aufruftelegramm zwecks Übertragung einer Meldung zur Betriebszentrale erwartet.

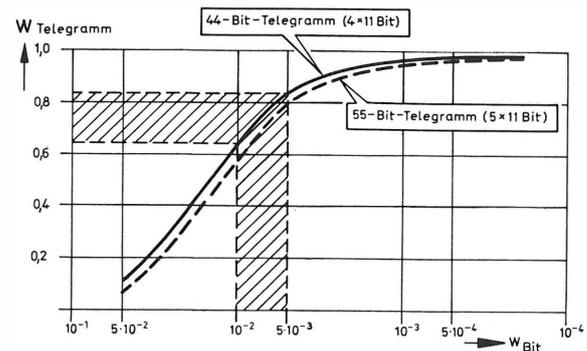
In **Bild 6** ist weiterhin die für den Datenaustausch zwischen den Prozeßrechnern der Betriebszentrale und der Unterzentralen verwendete Telegrammstruktur dargestellt. Jedes Telegramm enthält 4 Worte zu je 11 Bit. Bei einer Bitrate von 200 bit/s



**Bild 7**  
Telegrammfehlerwahrscheinlichkeit  
60-kHz-System

beträgt die Telegrammdauer somit 220 ms. Jedes Wort enthält 1 Start-, 8 Daten-, 1 Paritäts- und 1 Stopbit. Das erste Wort benutzt 3 Bit zur Kennzeichnung der Adresse der Unterzentralen (ADR), 3 Bit zur Unterscheidung der Telegrammart (ART) sowie 1 Folgebit (F) für unmittelbare Telegrammfolge. Zur Kennzeichnung der Stations- und der Meldegruppenadressen dienen 8 Bit des zweiten Wortes, die in Verbindung mit dem letzten Bit des ersten Wortes 512 Adressiermöglichkeiten ergeben. Das dritte Wort enthält 8 Bit zur Unterscheidung von 256 möglichen Befehlen je Datenstation bzw. 8 Einzelmeldungen je Meldegruppe. Wort vier enthält zur Bildung und Prüfung der Blockparität nur Paritätsbits, die aufgrund des Informationsinhalts der Worte 1 bis 3 gesetzt werden.

Der Wortaufbau und die Telegrammlänge wurden in Abhängigkeit von der zu erwartenden Bitfehlerwahrscheinlichkeit der Übertragungswege, der geforderten Telegrammfehlerwahrscheinlichkeit und der Verfügbarkeit des Systems nach statistischen Methoden optimiert. In **Bild 7** ist die Telegrammfehlerwahrscheinlichkeit für Telegramme, die aus 4 Worten zu je 9 Bit bzw. aus 5 Worten zu je 9 Bit gebildet werden, dargestellt. Start- und Stopbit bleiben hierbei unberücksichtigt. Bei dem im System verwendeten Telegrammaufbau mit vier Worten wird eine Mindest-Hamming-Distanz von 4 erreicht. Die ungünstigste Telegrammfehlerwahrscheinlichkeit von  $10^{-3}$  wird bei einer Bitfehlerwahrscheinlichkeit von etwa  $10^{-1}$  erreicht. Für die verwendeten Übertragungswege kann nach bisherigen Beobachtungen eine charakteristische Bitfehlerwahrscheinlichkeit



**Bild 8**  
Systemverfügbarkeit  
60-kHz-System

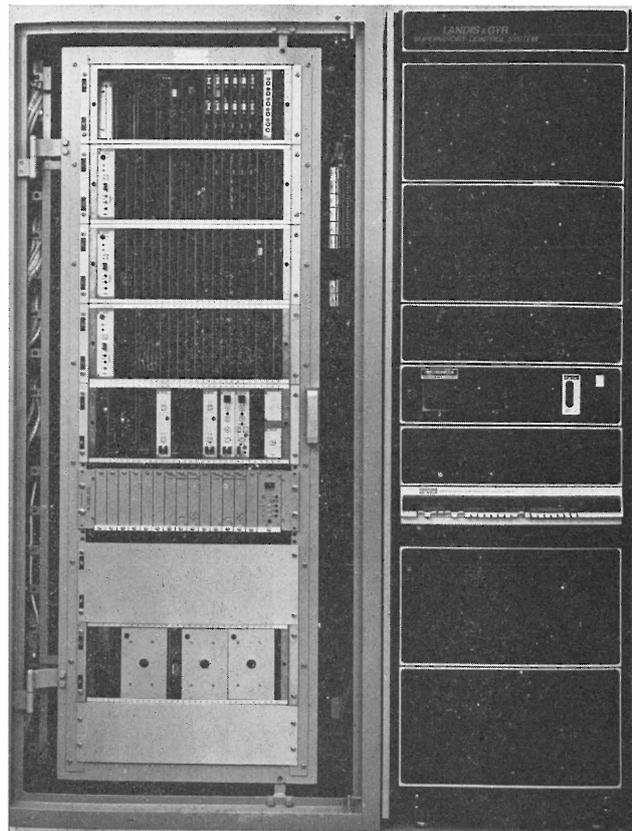
zwischen  $10^{-2}$  und  $5 \cdot 10^{-3}$  angenommen werden. Bei diesen Werten liegt die zu erwartende Telegrammfehlerwahrscheinlichkeit bereits bei  $10^{-6}$  bis  $10^{-7}$ .

**Bild 8** zeigt die Verfügbarkeit des Systems, d. h. die Wahrscheinlichkeit, daß ein Telegramm ungestört übertragen wird, in Abhängigkeit von der Bitfehlerwahrscheinlichkeit. Als Parameter wurde wiederum die Telegrammlänge (4 bzw. 5 Worte zu je 11 Bit) verwendet, wobei in diesem Fall Start- und Stopbit berücksichtigt werden müssen. Es ist erkennbar, daß die Verfügbarkeit mit wachsender Telegrammlänge bei stark gestörten Übertragungskanälen schnell abnimmt. Die Verfügbarkeit des Systems liegt bei den zu erwartenden Bitfehlerwahrscheinlichkeiten und bei einer Telegrammlänge von 44 Bit zwischen 65 und 85 %, d. h. von 100 Telegrammen müssen etwa 30 wegen Störungen auf dem Übertragungsweg wiederholt werden.

Die den jeweiligen Übertragungswegen zugrundeliegende Bitfehlerwahrscheinlichkeit wird nicht nur durch das Verhältnis von Hilfsträgerleistung zu Störleistungsanteil der in den Datenübertragungskanal fallenden Störfrequenzen (Intermodulationsprodukte der Nutzmodulation, Modulationsspektren der Gleich- und Nachbarkanalsender des UKW-Bereiches), sondern auch durch die Wahl der für die Datenübertragung verwendeten Modulationsart beeinflußt. In stark gestörten Übertragungskanälen bietet sich für die Modulation des im stereofonen Multiplexsignal eingelagerten Hilfsträgers mit dem Datensignal die Phasenumtastung an. Während bei Frequenzumtastung etwa 15 dB als Mindeststörabstand zwischen Datenträger und Störträgern für eine brauchbare Datenübertragung erforderlich sind, reichen unter der Voraussetzung gleicher Systemverfügbarkeit bei Phasenumtastung etwa 6 dB als Mindeststörabstand aus. Versuche mit sinusförmigem Störträger haben ergeben, daß bei Phasenumtastmodulation und 3 dB Störabstand die Systemverfügbarkeit für Datentelegramme mit 44 Bit Telegrammlänge noch ungefähr 20 % betrug.

Wegen der genannten Vorteile wurde daher das Datenübertragungssystem bezüglich der Multiplexebene unter Zugrundelegung der Phasenumkehrmodulation des 60-kHz-Hilfsträgers realisiert. Hierzu wird das pulscodemodulierte Fernwirksignal zunächst über einen Codewandler in ein phasendifferenzmoduliertes Signal umgeformt, welches dann die Phase des 60-kHz-Datenträgers moduliert. Der Modulationsindex wurde so gewählt, daß bei der Information „logisch 0“ der 60-kHz-Träger allein und bei „logisch 1“ praktisch nur die beiden Spektralfrequenzen im Abstand der halben Bitrate von der Trägerfrequenz vorhanden sind, der Träger selbst also verschwindet. Durch die zwischengeschaltete Codewandlung von PCM in die Phasendifferenzmodulation wird eine einfache Synchronisation zwischen den Datensende- und -empfangseinrichtungen erreicht.

Die Steuerung der im gesamten Datenübertragungsnetz ablaufenden Vorgänge erfolgt durch den Prozeßrechner in der Betriebszentrale, wobei die Funktionen Netzausfall, schneller Datentransfer auf internem Rechnerbus, langsamer Datentransfer auf externem Datenbus, Ein- und Ausgabe auf Display

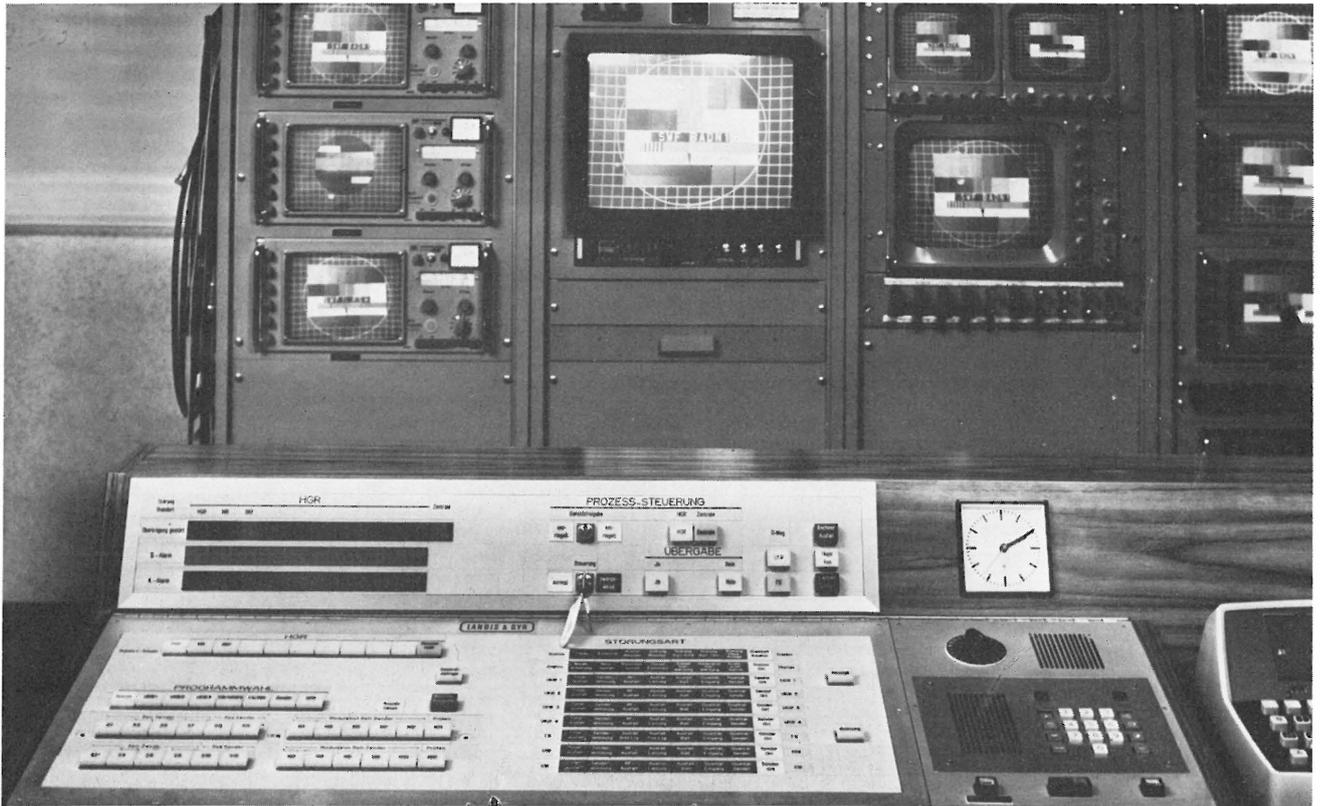


**Bild 9**  
Fernwirkeinrichtungen in der Betriebszentrale

und Protokollschreiber über nach 4 Prioritäten gestaffelte Interruptebenen abgewickelt werden.

Innerhalb der externen Datenbuspriorität wird der Telegrammverkehr bezüglich der Rangfolge der Übertragung nochmals nach Befehlsquittungen, Multiadressbefehle, Einzeladressbefehle, Objektrückmeldungen, Alarmmeldungen, systeminterne Meldungen, alphanumerische Fernschreibzeichen unterschieden. Für die Prozeßsteuerung werden in der Betriebszentrale von der vorhandenen Kernspeicherkapazität von 28 K-Worten vom Betriebsprogramm 24 K-Worte belegt. In den Unterzentralen sind 15 K-Worte des 16-K-Worte-Kernspeichers ausgenutzt. Aus Gründen der Zuverlässigkeit und der Wirtschaftlichkeit wurde auf einen externen Plattenspeicher verzichtet.

**Bild 9** zeigt die in der Betriebszentrale verwendete Hardware-Konfiguration. Im rechten Schrank sind der Prozeßrechner und eine Magnetkassette, von der das Betriebsprogramm eingelesen wird und die zur Abspeicherung von Daten für statistische Zwecke verwendet werden kann, untergebracht. Der linke Schrank enthält im oberen Teil Interfaces für die Eingabe von Befehlen und die Ausgabe von Meldungen an das Bedientableau, darunter die Sende- und Empfangseinrichtung für die Übertragung der Daten über einen von der DBP überlassenen Stromweg. Im Einschubträger in Bildmitte befinden sich die Empfangseinrichtungen für die Demodulation und Decodierung der von den Unterzentralen Donnersberg und Hornsgrinde über die UKW-1-Sender ausgesendeten 60-kHz-Datenhilfsträger.

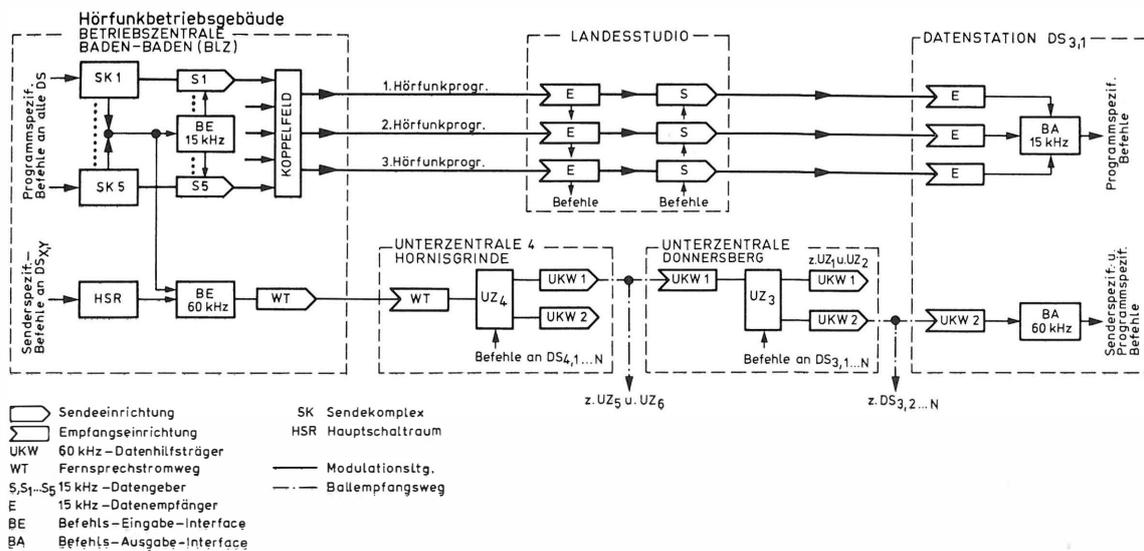


**Bild 10**  
Überwachungsraum mit Fernwirk-Bedientableau der Unterzentrale Hornisgrinde

**Bild 10** zeigt die Anordnung des Bedientableaus im Senderüberwachungsraum der Unterzentrale Hornisgrinde. Die Monitore im Hintergrund dienen der Bildkontrolle des eigenen Senders sowie einiger zugehöriger Außenstellen. Die Bedieneinrichtungen in den anderen Unterzentralen und in der Betriebszentrale unterscheiden sich nicht wesentlich von der in **Bild 10** gezeigten Ausführung.

**Bild 11** zeigt in Blockdarstellung die Funktionsweise des Gesamtsystems für den Befehlsweg. Wäh-

rend für programmspezifische Befehle eine Übertragung bei den Hilfsträgerfrequenzen 15 kHz und 60 kHz vorgesehen ist, werden senderbezogene Befehle nur unter Inanspruchnahme des 60-kHz-Hilfsträgersystems übertragen. Programmspezifische Befehle können direkt von den fünf Sendekomplexen (SK 1 bis SK 5), senderbezogene Befehle nur vom Hauptschaltraum (HSR) und von der zugehörigen Unterzentrale (UZ<sub>x</sub>) an die Datenstation (DS) erteilt werden. Über Befehlseingabe-Interfaces (BE) werden



**Bild 11**  
Funktionsweise des Fernwirk-Gesamtsystems 15/60 kHz  
Befehlsweg

die Kommandos codiert und in das jeweilige Übertragungssystem (15 kHz bzw. 60 kHz) eingespeist. Die Systemauswahl kann im Hauptschaltraum getroffen werden.

Den Ausgangsleitungen der Sendekomplexe sind 15-kHz-Audiodat-Geber (S 1 bis S 5) zugeordnet, die neben der Befehlsübertragung auch zur Kennzeichnung der Programmquelle und zur Überwachung der technischen Qualität auf dem Übertragungsweg vom Studio bis zum Senderausgang dienen. Die Studioausgänge werden über ein rechnergesteuertes Kopplefeld auf 3 Programmschienen mit je etwa 10 Stereoleitungspaaren aufgeschaltet, die teilweise über Landesstudios und teilweise direkt zu den Hörfunksendern führen. In den Landesstudios ist die Möglichkeit der Einspeisung einer neuen regionalen Quellenkennung mittels 15-kHz-Audiodat-Geber (S) sowie die Aus- und Eingabe von Befehlen vorgesehen. Die 15-kHz-Audiodat-Empfänger (E) in der Datenstation (DS) dienen der Auswertung von Quellenkennung, Übertragungsqualität und Befehlsstelegrammen. Die Decodierung des Befehlsstelegramms erfolgt durch das Befehlsausgabe-Interface (BA).

Eine Gegenüberstellung der Leistungsfähigkeit beider Übertragungssysteme zeigt nachfolgende **Tabelle**.

#### 4. Ausblick

Die bisherigen Betriebserfahrungen zeigen, daß unter Zugrundelegung der in der **Tabelle** aufgeführten Bitraten und Pegelverhältnisse für beide Übertragungssysteme eine zuverlässige Datenübertragung auch bei schwierigen Ausbreitungsbedingungen und starken Reflexionsstörungen erreicht werden kann. Da störende Auswirkungen auf die Programmmodulation im 60-kHz-System erst bei Pegelwerten von etwa -30 dBm vom Teilnehmer wahrgenommen werden können, ist für dieses System aus heutiger Sicht eine Anhebung der Bitrate auf 600 bit/s möglich und bei Übertragung großer Informationsmengen auch ratsam. Bezüglich der Systemverfügbarkeit sind weniger die durch die Programmmodulation bedingten Störungen des Telegrammverkehrs, sondern vielmehr die durch Gleich- und 50-kHz-Nachbarkanalsender hervorgerufenen Störungen ausschlaggebend,

	15-kHz-System	60-kHz-System
Bitrate	25 bit/s	200 bit/s
Kanalbandbreite	± 25 Hz	± 130 Hz
Ruhepegel	- 66 dBm	- 54 dBm
gesteuerte Anhebung	-51 bis -66 dBm	- 34 dBm
Befehlsausführungszeit	≈ 2 s	≈ 1 s
Objektrückmeldezeit	-	≈ 2 s
adressierbare Standorte	beliebig	60
Adressierung	nur Multiadresse	Multi-, Bereichs- und Einzeladresse
Befehle	6 x (1 aus 8) = 48	192 je Standort
Objektrückmeldungen	-	192 je Standort
Alarmmeldungen	-	48 je Standort

**Tabelle**  
Gegenüberstellung der Systemeigenschaften

insbesondere in den Zeiten der Überreichweitenausbreitung. Bei witterungsbedingter Überreichweitenausbreitung waren die Feldstärken des empfangenen Nutzsenders und des 50-kHz-Nachbarsenders oft gleich groß; vier- bis fünfmalige Telegrammwiederholungen waren die Folge. Eine Erhöhung der Bitrate auf 600 bit/s würde in diesen Fällen die Reaktionszeit des Systems günstig beeinflussen.

Vorstehende Ausführungen zeigen auch, daß zur Telegrammsicherung eine ausreichende Anzahl redundanter Prüfbits erforderlich ist; eine Hamming-Distanz von 4 sollte nicht unterschritten werden. Die Falschinterpretation eines Befehls konnte im bisherigen Betrieb nicht beobachtet werden.

#### SCHRIFTTUM

- [1] L ö b e r , G.: Neues Fernwirksystem beim Südwestfunk. Südwestfunk intern (1978) Nr. 1, S. 24 bis 28.
- [2] H e m p e l , J.; L ö b e r , G.: Datenübertragung im Stereo-Multiplex-Kanal mit Audiodat-Geräten. Neues von Rohde & Schwarz (1977) Nr. 79, S. 16 bis 20.

INTERNATIONAL BROADCASTING CONVENTION —  
EINDRÜCKE VON DER GERÄTEAUSSTELLUNG

LONDON, 25. BIS 29. SEPTEMBER 1978

Das umfangreiche technische Vortragsprogramm im Wembley Conference Centre, das sich vom Einsatz des Mikroprozessors im Rundfunk über Studioteknik bis zur Satellitenübertragung — um nur einige Themen zu nennen — erstreckte, wurde auch in diesem Jahr durch eine Geräteausstellung ergänzt. Über einhundert Aussteller präsentierten ihre Produkte, von denen hier einige Neuheiten kurz vorgestellt werden sollen, wobei diese Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Auf dem Gebiet der Fernsehtechnik waren neben verschiedenen Neu- und Weiterentwicklungen im Zusammenhang mit Teletext und Viewdata ein Editing-System für U-matic-Maschinen und eine sehr kompakte tragbare Farbkamera bei Sony sowie ein tragbarer Videorecorder, der im C-Format aufzeichnet, von der Firma Ampex zu sehen. Bosch Fernseh bietet einen „Slow Motion Programmer“ zur BCN 50 an. Mit einem abgesetzten Bedientpult, das auch die Grundfunktionen der Maschine zu steuern gestattet, können jetzt bis zu neun Cue-Punkte vorprogrammiert werden. Ein Zeitdisplay zeigt die Annäherung an den Cue-Punkt an.

Eine eindrucksvolle Demonstration bot Quantel mit einem Video-Prozessor. Unter dem Schlagwort „Digitale Effekte mit optischer Qualität“ wurden in Verbindung mit einem Mischer die Möglichkeiten dieses Systems (u. a. elektronisches Zoom) demonstriert.

In der Fernsehmeßtechnik bietet Marconi Instruments ein preiswertes Testsignalauswertegerät an. Neu, im Gegensatz zu bereits auf dem Markt befindlichen Geräten, ist die Messung des K-Faktors des 2T-Impulses.

Die IBA stellte aus den Ergebnissen ihrer Forschungsarbeit u. a. die neuesten Entwicklungen im Zusammenhang mit den OTS-Tests vor. Mit Hilfe einer fahrbaren Bodenstation konnten vom Wembley Conference Centre aus über eine Schleife von über 70 000 km (London-OTS-Cornwall-London) Fernsehbilder übertragen werden. Dasselbe, in Fucino (Italien) empfangene Signal war auch über das Eurovisionsnetz verfügbar.

Zur Verbesserung des Störabstandes von ENG-Produktionen oder Aufnahmen bei unzulänglichen Lichtverhältnissen hat die BBC einen „Video Noise Reducer“ entwickelt. Durch rekursive Speicherung des Bildes und eine Mittelwertbildung werden die Störsignale unterdrückt. Dieser Integrationsprozeß wird bei bewegten Bildern automatisch abgeschaltet, um Nachzieeffekte zu vermeiden. Er kann auch unterbleiben, weil bei beweg-

ten Szenen das „Videogeräusch“ weniger störend empfunden wird.

Auch der britische Vorschlag für ein Verkehrsfunksystem (Carfax) wurde demonstriert. Viele Sender geringer Leistung, die alle auf derselben Frequenz arbeiten, versorgen relativ kleine Gebiete. Die Zahl der jeweils gleichzeitig sendenden Stationen wird von einer Zentrale aus gesteuert, so daß ein störungsfreier Multiplexbetrieb gewährleistet ist. Die Auswertung im Kraftfahrzeug geschieht mit einem sehr einfachen zusätzlichen Empfänger.

Als Neuheiten in der Hörfunkstudioteknik sind das Kassettensystem der Firma Studer und ein programmierbarer Equalizer von NTP zu nennen. Vom Kassettensystem war der Kassettenspieler ausgestellt, bei dem jetzt die Probleme des Laufwerks und der Bandführung gelöst sein sollen. Das Gerät ist mit einem Mikroprozessor ausgerüstet und kann anhand des in einer Codespur aufgezeichneten Timecodes den Anfang der einzelnen Takes automatisch aufsuchen. Angaben über erreichte Meßwerte bei Qualitätsparametern, wie Störabstand oder Frequenzgang, waren nicht zu erhalten. Der programmierbare Equalizer, von dem nur das Konzept vorlag, soll in diesem Jahr in Montreux zu sehen sein. Die Funktionen der Equalizer für die einzelnen Kanäle können mit Hilfe eines Prozessors und einer Floppy-Disk von einem Steuerpult aus bedient werden. Auch die Möglichkeit der Speicherung von einmal gewählten Einstellungen ist gegeben.

Auf dem Gebiet der Übertragungstechnik ist man jetzt in der Lage, volltransistorisierte Sender hoher Leistung zu bauen. NEC schafft durch Parallelschalten von 16 Leistungstransistoren für einen VHF-Fernsehsender eine Ausgangsleistung von 3 kW. Thomson-CSF erreicht mit einem völlig neuen Konzept mit unterdrücktem Bildträger und getrennter Verstärkung von Träger und Seitenbändern bessere Intermodulationswerte und höheren Wirkungsgrad bei einem 1-kW-VHF-FS-Sender. Zum Aufbau von Richtfunkstrecken sind vom selben Hersteller mobile Systeme für 8 GHz und 13 GHz entwickelt worden.

Zusammenfassend kann man sagen: Viele Weiterentwicklungen und Verbesserungen mit einigen interessanten Neuheiten, aber keine umwälzenden technischen Neuerungen.

Werner Richter  
Institut für Rundfunktechnik, München

## DAS ERSTE STUDIO IM NEUEN FUNKHAUS DER DEUTSCHEN WELLE

Das neue Funkhaus der Deutschen Welle ist im Werden (**Bild 1**). Nach den seit langer Zeit festliegenden Planungen werden für den Hörfunkbereich 46 Produktionsstudios und 9 halbautomatische Sendestudios gebaut. Die Produktionsstudios sind je nach Verwendungszweck von unterschiedlicher Größe.

Um Aufstellung der Geräte, Beleuchtung, Farbgebung usw. zu testen, wurde vereinbart, ein Musterstudio aufzubauen, das in seinen geprüften Parametern Richtlinie für den weiteren Ausbau der anderen Studios sein wird. Als Musterstudio wurde der kleinste Typ gewählt, weil hier Raumaufteilung und Geräteanordnung am kritischsten sind.

Der Regie- und Maschinenraum (**Bild 2**) hat die Dimension 4,52 m x 4,12 m. Das Sprecherstudio ist mit 4,47 m x 4,12 m etwa gleich groß (**Bild 3**). Die gemessenen Nachhallzeiten betragen für beide Räume im Mittel 0,3 s. Die Schalldämmung Flur-Sprecherraum erreicht bei einem Störpegel im Flur von 75 dB (A) die vom IRT vorgeschlagenen Kurven. Für die Werte Flur-Regie ist hauptsächlich die Tür verantwortlich. Es werden Welter-Türen mit einem Luftschallschutzmaß von +1 dB verwendet. Zwischen Regie- und Sprecherraum wird eine Schalldämmung von 75 dB bei 1000 Hz und von 40 dB bei 100 Hz erreicht. Die akustischen Planungen und Berechnungen wurden unter der bewährten Leitung des IRT durchgeführt.



**Bild 2**

Regieraum mit Mischpult und Tonbandmaschinen

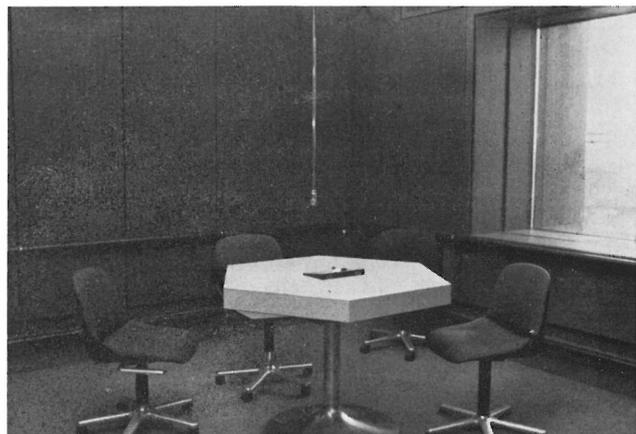
Aufgrund der Hochhausbedingungen war eine Verwendung von hölzernen Akustikmaterialien ausgeschlossen. Es mußten gelochte Metallpaneele verwendet werden. Bei diesen Platten ist die Lochgröße sowohl für den akustischen als auch für den visuellen Effekt entscheidend. Der visuelle Eindruck wird außerdem von der Farbgebung beeinflusst. Um die irisierende Wirkung weitgehend auszuschalten, wurden von vornherein Paneele mit möglichst kleinen Lochgrößen ausgewählt. Wichtig war danach die Farbgebung. Nach Fertigstellung des Musterstudios wurde vom Intendanten eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die aus Mitarbeitern des Programms, der Technik (Ausrüstung und Betrieb) und der Verwaltung bestand; den Vorsitz hatte der Technische Direktor Günter Roeßler. Diese Arbeitsgruppe sollte über alle wichtigen Parameter der Ausgestaltung des Studios ein Urteil abgeben. Die Diskussionen in der Gruppe wurden unterstützt durch mehrtägige Produktionen normalen Charakters in diesem Studio, um auch das Urteil unter Arbeits- und nicht nur unter Besichtigungsbedingungen zu festigen.

Das Arbeitsergebnis der Gruppe war die überwiegend positive Beurteilung der Ausführung; geringe Veränderungen an Beleuchtung, Farbgebung, Arbeitstisch des Aufnahmeleiters usw. werden beim zukünftigen Ausbau berücksichtigt. Auch „Kleinigkeiten“, die aber in Zukunft



**Bild 1**

Das neue Funkhaus der Deutschen Welle  
Links der Büroturm, in der Mitte der Aufzugsturm und  
rechts der Studioturm



**Bild 3**

Sprecherraum

größere Auswirkungen haben könnten (z. B. die möglichst einfache Sauberhaltung des Raumes), wurden festgelegt. Die technische Ausstattung des Regieraumes Typ „Klein“ besteht aus einem 6-Kanal-Regiepult und 4 Tonbandmaschinen. Zum Teil werden auch drei Maschinen und ein Plattenspieler installiert. Im gleichen Raum steht außerdem ein Schreibtisch für den Aufnahmeleiter. Dieser Tisch ist mit Telefon, Kommunikationseinrichtung und Zeit-/Stoppuhr ausgestattet. Garderobenschrank und Bandablagemöglichkeiten ergänzen den Raum. Über dem Regiefenster befinden sich Uhr und Signalisierung für den Bandtransport. Im Sprecherraum sind die normalen Einrichtungen vorhanden. In beiden Räumen ist das Außenlicht durch Streifenjalousien individuell abschirmbar (die Jalousien sind zwischen den Scheiben untergebracht). Die Raumbeleuchtung wird durch Leuchtstoffröhren und Spots gut gelöst. Die Akustikpaneele sind in Grüntönen gehalten, der Fußbodenbelag ist grau. Zwischen den Paneelen und der weißen Decke sind Akustikkalotten an-

geordnet, die in einer Anthrazitfarbe gestrichen sind. Die Räume geben in ihrer farblichen Gestaltung eine beruhigende Arbeitsatmosphäre.

Das Musterstudio und die positive Beurteilung durch die Arbeitsgruppe haben den Effekt, daß

- kleinere Veränderungen noch rechtzeitig in den Ausbau der anderen Studios einfließen können,
- es für die große Zahl der Mitarbeiter, die nicht an den Planungen beteiligt waren, eine Einspruchsmöglichkeit gab und damit die Frustration - „Wir können doch nichts machen“ - abgebaut werden konnte.

Die Mitarbeiter der DW sind befriedigt darüber, daß das Musterstudio im neuen Funkhaus der Deutschen Welle nach ihren Gestaltungswünschen Ausgangspunkt für alle anderen Produktionseinheiten geworden ist.

Werner Arnold  
Deutsche Welle, Köln

## 15 JAHRE SCHULE FÜR RUNDFUNKTECHNIK

Am 1. Januar 1979 wurde die SRT 15 Jahre alt. Im Juli 1963 durch Intendantenbeschluß der ARD-Rundfunkanstalten gegründet, begann die SRT am 1. Januar 1964 ihren Betrieb; am 1. Oktober 1964 übernahm sie die bis dahin der Rundfunk-Betriebstechnik GmbH angegliederte staatlich anerkannte Privatschule. Im November 1964 konnte der Unterrichtsbetrieb im eigens dafür errichteten Gebäude auf dem Gelände des Studios Nürnberg beginnen.

Damals wurden Tontechniker und Bildtechniker in zweisemestrigen Ausbildungsgängen (überwiegend junge Damen) und in dreisemestrigen Ausbildungsgängen (überwiegend junge Männer) ausgebildet. Rasch wurde die SRT-Kapazität auf den zuvor sorgfältig ermittelten Bedarf von jährlich rund 120 Absolventen ausgebaut; für diese Kapazität waren das Personal der SRT und das Schulgebäude geplant. Der Stellenplan enthielt damals 25 Planstellen, darunter 15 Stellen für Lehrkräfte und Assistenten.

Zugleich mit der Einführung des Farbfernsehens begann die SRT im Jahre 1967 erste Fortbildungskurse für Techniker über dieses neue Gebiet. Schon zwei Jahre später wurden auf Wunsch der SRT-Stifter erste Kurse über die Farbfernsehtechnik für Mitarbeiter außertechnischer Bereiche aufgenommen. Man hatte erkannt, wie wichtig es ist, auch Mitarbeitern aus Produktion und Programm technische Informationen zu vermitteln.

In den Folgejahren wurden immer mehr Fortbildungskurse von der SRT gewünscht; wegen unzureichender Fortbildungskapazität der SRT konnte nur ein kleiner Teil der Wünsche befriedigt werden. Aufgrund sorgfältiger Umfragen des damaligen Verwaltungsrates wurde die Kapazität der SRT im Jahre 1972 um 10 Lehrer-Planstellen gesteigert; damit wurde eine Fortbildungskapazität von insgesamt etwa 80 Kursen pro Jahr geschaffen, ausreichend für etwa 1000 bis 1200 Teilnehmer aus den deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten.

Eine solche Kurskapazität kann nicht aufgrund von ad hoc-Entscheidungen geplant werden. Daher erarbeitete die SRT zusammen mit dem Schulausschuß und den Konferenzen der Fernsehbetriebsleiter, Hörfunkbetriebsleiter, Senderbetriebsleiter und Produktionschefs ein integriertes System für die Aus- und Fortbildung von Rundfunkmitarbeitern. Dieses System enthält die als permanente Fortbildungsmaßnahmen notwendigen The-

mengebiete in Form eines Baukastensystems, so daß für einzelne Rundfunkmitarbeiter jeweils das individuell benötigte Fachwissen kurz und konzentriert vermittelt werden kann. Dieses Integrierte System umfaßt insgesamt 30 Kurstypen für Mitarbeiter der technischen und der außertechnischen Bereiche. In jedem Jahr werden einige neue Kurstypen vorbereitet und in das Programm aufgenommen. 1979 werden insgesamt 25 von 30 geplanten Kurstypen vorbereitet sein.

Der Aufbau des Integrierten Systems für die Aus- und Fortbildung von Rundfunkmitarbeitern, weiterhin steigende Anforderungen an die SRT und letztlich die Änderung der Schulgesetzgebung veranlaßten die SRT im Jahre 1975 zu einer Änderung der Ausbildungsgänge für Bildtechniker und Tontechniker. Bewerber für diese speziellen Rundfunkberufe werden seit 1975 in jeweils 9monatigen Ausbildungsgängen auf ihre Rundfunkfähigkeit vorbereitet. Die ersten 2½ Monate dieser Ausbildung sind als praktischer Teil in einer Rundfunkanstalt zu absolvieren. Sie vermitteln erste Einblicke in die späteren Tätigkeitsgebiete. Der praktisch-theoretische Teil der Ausbildung an der SRT dauert 6½ Monate. Insgesamt vermittelt diese Ausbildung das notwendige Grundwissen und die Grundfertigkeiten für den Einstieg in die Berufslaufbahnen der Bildtechniker und der Tontechniker. Zusätzliche Kenntnisse aufgrund der persönlichen Weiterentwicklung oder aufgrund neuer Techniken in den Studios können für die Mitarbeiter und für die Rundfunkanstalten rationeller jeweils zu dem Zeitpunkt vermittelt werden, zu dem diese Kenntnisse notwendig werden, also in den Fortbildungskursen des Integrierten Systems.

Fortbildung muß nicht ausschließlich in einem Fortbildungsinstitut stattfinden. Gewisse Informationen können am Arbeitsplatz aus geeignet vorbereiteten Materialien erlernt werden, z. B. aus Büchern, Lernprogrammen, Tonbildschauen oder Videobändern. Daher erarbeitet die SRT in zunehmendem Maße Lernmittel, die teils als Vormaterial zu Kursen entwickelt wurden, um unterschiedliche Vorkenntnisse auszugleichen. Dieses Material erhalten die Kursteilnehmer 2 bis 4 Wochen vor Kursbeginn übersandt. Andere Lernmittel sind zur individuellen Benutzung am Arbeitsplatz vorgesehen; sie werden zum Teil auch an Interessenten außerhalb des Rundfunks über den Buchhandel vertrieben. Inzwischen liegt

die Gesamtauflage schriftlichen Lernmaterials der SRT bei rund 40 000. Das umfangreichste Werk ist bisher das Handbuch TONSTUDIOTECHNIK, dessen erste und zweite Auflage mit insgesamt 4000 Exemplaren inzwischen vergriffen ist; eine dritte Auflage ist in Vorbereitung. Ein entsprechendes Handbuch FERNSEHSTUDIOTECHNIK wird voraussichtlich 1979 fertiggestellt werden können.

Im Lauf der zurückliegenden 15 Jahre haben schon sehr früh auch ZDF und RIAS den Nutzen eines zentralen Aus- und Fortbildungsinstituts erkannt und sich dem Stiftungszweck als Zustifter angeschlossen. Damit wird die SRT wie das Institut für Rundfunktechnik (IRT) von allen deutschen Rundfunk- und Fernsehanstalten gemeinsam getragen. Der Personalstand hat sich inzwischen auf rund 50 Mitarbeiter erweitert. Davon sind 27 Mitarbeiter überwiegend für die unmittelbaren SRT-Aus- und Fortbildungsaktivitäten eingesetzt. Eine Gruppe Zentrale Aufgaben (12 Mitarbeiter) unterstützt die Lehrkräfte bei ihren Aufgaben, wartet die technischen Anlagen des Hauses und erledigt die unvermeidlichen sonstigen Aufgaben.

Insbesondere in den letzten Jahren haben sich zwei deutliche Mängel immer klarer erkennen lassen:

- Die SRT-Kapazität reicht noch immer nicht aus, um den dringenden Fortbildungsbedarf ihrer Stifteranstalten in angemessener Zeit zu befriedigen. Selbst aktuelle Kursthemen, wie z. B. Elektronische Berichterstattung oder Digitale Laufwerksteuerungen, können nur in einem Bruchteil des notwendigen Umfangs realisiert werden. Die SRT schiebt ständig einen Bestand von rund 5000 offenen Kursanmeldungen vor sich her. Das bedeutet, daß Rundfunkmitarbeiter bis zu 5 oder 6 Jahren werden warten müssen, ehe sie zu einem Kurs aufgenommen werden können, der schon heute als aktuell erkannt ist.

- Die SRT kann in ihrem Schulhaus die Kursteilnehmer nicht beherbergen. Anders als andere Ausbildungszentren kann die SRT also nicht die nützliche Zeit nach dem „offiziellen Feierabend“ der Kurse zu informellen Diskussionen, zum Weiterüben und Weiterlernen und damit zur Steigerung des Kurserfolgs nutzen, wie dies z. B. im BBC Engineering Training Centre sehr effektiv geschieht.

Die SRT erwartet mit sehr großem Interesse die Ergebnisse, die im Auftrag des Schulausschusses von einer kleinen Gruppe im kommenden Jahr vorgelegt werden: Aufgrund der zurückliegenden Erfahrungen der SRT und den Bedürfnissen und Möglichkeiten ihrer Stifter soll die Kapazität der SRT überprüft werden. Dabei gilt es auch zusätzliche Aufgaben zu erkennen und zu berücksichtigen, die in den kommenden Jahren an die SRT herangetragen werden.

Die SRT versteht sich als Dienstleistungsbetrieb, der im Rahmen ihrer satzungsgemäßen Aufgaben vor allem den Aus- und Fortbildungsbedarf ihrer Stifter befriedigt. Die SRT unterstützt damit im Rahmen ihrer Möglichkeiten die bei den Rundfunk- und Fernsehanstalten als Arbeitgeber liegende Führungsaufgabe Fortbildung der Mitarbeiter. Diese Fortbildung bekommt besonderes Gewicht in einer Zeit, in der sich Produktionsmethoden, Arbeitsabläufe und Arbeitsplätze verschiedener Mitarbeitergruppen aufgrund neuer Techniken verändern. In einer solchen Zeit der Veränderungen darf die Fortbildung nicht beschränkt interpretiert werden ausschließlich als Vermitteln neuer Kenntnisse. Fortbildung kann und muß vielmehr auch beitragen zur Sicherung der Arbeitsplätze, zum Verständnis der neuen Entwicklungen und ihrer Zielrichtungen und damit letztlich auch zum Arbeitserfolg und Arbeitsklima in einem sich beständig verändernden Rundfunk.

Aus dem SRT-Programm 1979

## ANKÜNDIGUNG VON VERANSTALTUNGEN

### Termine

13. 3. – 16. 3. 1979 Brüssel	AES-Convention	10. 9. – 13. 9. 1979 München	DAGA 79 Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik
2. 4. – 6. 4. 1979 Berlin	Tagung der Technischen Kommission der UER	17. 9. – 21. 9. 1979 Dortmund	7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)
15. 5. – 18. 5. 1979 Los Angeles	AES-Convention	20. 9. – 26. 9. 1979 Genf	TELECOM 79 3. Weltausstellung des Fernmelde- wesens
27. 5. – 1. 6. 1979 Montreux	11. Internationales Fernseh- Symposium und Technische Ausstellung	24. 9. – 30. 11. 1979 Genf	WARC 79 Weltweite Funkverwaltungs- konferenz
24. 8. – 2. 9. 1979 Berlin	Internationale Funkausstellung		

## BUCHBESPRECHUNGEN

**Phonotechnik ohne Ballast.** Von Günther Fellbaum und Wolfgang Loos. 184 Seiten, 191 Bilder, 7 Tabellen, Format 23 cm x 16,5 cm, kartoniert, Franzis-Verlag, München 1978, Preis 28,- DM, ISBN 3-7723-6451-9.

Dieses Buch ist ein weiterer Teil der bekannten Reihe „... technik ohne Ballast“.

Nach einer Einleitung und einem kurzen Kapitel über physikalische Grundlagen der Phonotechnik gehen die Autoren ausführlich auf die Schallplattentechnik ein (Schriftverfahren bis hin zu SQ und CD 4, Plattenaufnahmetechnik und -herstellung). Das große Kapitel „Plattenspieler“ beschreibt zunächst die verschiedenen Antriebsmotoren und -arten (einschließlich des modernen Direktantriebes) und geht auf die entsprechenden Qualitätsbegriffe ein (Drehzahlabweichungen, Gleichlaufschwankungen, Rumpelstörungen). Weiter werden die verschiedenen Tonarmarten und Tonabnehmersysteme mit den entsprechenden Nadeltypen vorgestellt. Nach „Ratschläge für die Behebung von Störungen“ und „Schallplattenpflege“ beginnt der zweite Teil des Buches mit der Tonbandkassettentechnik (Kassettenaufbau und Bandarten). Das sehr ausführliche Kapitel „Kassettengeräte“ behandelt Aufbau, Funktion und Mechanik moderner Geräte bis hin zum Doppel-Capstan-Antrieb. Der Teil Elektronik gibt vor allem einen Überblick über Kopf- und Rauschunterdrückungssysteme. Sehr viel Raum widmen die Verfasser den einzelnen Arten von Kassettengeräten (Radiorecorder, Hi-Fi-Geräte, Kompaktanlagen) an Beispielen neuester Modelle verschiedener Hersteller. Am Ende findet man einen Tabellenanhang und ein Anschriftenverzeichnis der erwähnten Firmen.

Das sehr klar gegliederte und gut lesbare Buch gibt jedem, der sich mit Phonotechnik befassen möchte, einen guten Einblick in Aufbau und Funktion moderner Geräte. Die Ausführungen über den inneren Aufbau der Geräte, die laut Vorwort hauptsächlich für den Fachmann gedacht sind, dürften diesem jedoch bekannt sein und daher eher für den technisch interessierten Phonofreund geeignet sein. Auch werden die Ratschläge für die Behebung von Störungen bei Plattenspielern wohl nur Laien ansprechen, z. B.: Tonarm rutscht über die Schallplatte; mögliche Ursache: der Nadelschutz befindet sich noch am Tonabnehmer; Abhilfe: Nadelschutz entfernen.

Das Buch ist jedoch – wie gesagt – für jeden empfehlenswert, der in die Platten- oder Kassettentechnik neu einsteigen will.

Rolf Hengstler

**Schalltechnisches Taschenbuch.** 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Von Helmut Schmidt. 424 Seiten, 9 Tabellen, 51 Diagramme, Format 20,5 cm x 14,5 cm, kartoniert, VDI-Verlag, Düsseldorf 1976, Preis 78,- DM, ISBN 3-18-400325-6.

Das lexikonartige Taschenbuch dürfte sowohl den Leser ansprechen, der neu in das Gebiet der Akustik einsteigen will, wie auch den Akustiker, der ein Nachschlagewerk mit detaillierten Angaben über den physikalischen Zusammenhang und die mathematischen Beziehungen sucht.

Der Nachschlagende wird über Begriffe aus den Gebieten der physikalischen, medizinischen und musikalischen Akustik, der Elektroakustik und Schwingungslehre unterrichtet. Darüber hinaus erhält er Informationen über technischen Schall- und Schwingungsschutz sowie über Raum- und Bauakustik. Schließlich erfährt er noch einiges über die Schallmeßtechnik.

Die Schlagworte werden so erklärt, daß sie auch der Laie versteht. Zum anderen findet der Praktiker For-

meln, Materialkennwerte und Tabellen. Viele Begriffe sind mit Literaturhinweisen versehen, die gleichermaßen auf Fachbücher und entsprechende Artikel in den Fachzeitschriften aufmerksam machen. Allerdings könnte dieser Ansatz, um einschlägige Literatur leichter aufzufinden, noch konsequenter durchgeführt werden. Dadurch wäre es dem Leser möglich, sich rascher in ein gewünschtes Spezialgebiet vertiefen zu können.

Den Hauptteil des Taschenbuches bilden die akustischen Begriffe und deren Erläuterungen. Auf etwa 100 Seiten werden Hinweise auf Normen und Richtlinien gegeben, die aus entsprechenden DIN-Blättern über Grundlagen der Akustik, des Schallschutzes, über Messungen von Luft- und Körperschall, über elektroakustische Meßgeräte, Schwingungsschutz und Schwingungsmessung usw. stammen, weiter wird auf Richtlinien des VDI und anderer Verbände verwiesen. Im letzten Teil sind Tabellen physikalischer, mathematischer und akustischer Werte zu finden, sowie Diagramme der Schall- und Schwingungstechnik.

Im Unterschied zur ersten Auflage wurde der Tabellenteil mit akustischen Kennwerten neu aufgenommen und bei den einzelnen Begriffen die Hinweise auf Stichworte durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Claude Schmitt

**Elektrische Nachrichtentechnik, Band 1a: Eigenschaften und Darstellung von Signalen.** 10., völlig neubearb. Auflage. Von Heinrich Schröder und Günther Rommel. 412 Seiten, 179 Bilder, zahlr. Tabellen, Format 21 cm x 15,2 cm, Plastikeinband, Hüthig & Pflaum Verlag, München/Heidelberg 1978, Preis 59,80 DM, ISBN 3-8101-0045-5.

Die stürmische Entwicklung der Technik macht es notwendig, daß die an Schulen, Fachhochschulen und Universitäten verwendeten Lehrbücher ständig den neuen Erkenntnissen angepaßt werden. Dabei müssen bei der Stoffauswahl einerseits die neuen Techniken gebührend berücksichtigt werden. Andererseits machen die neuen Erkenntnisse oft eine Darstellungsweise notwendig, die es gestattet, neue und alte Techniken unter gemeinsamen Gesichtspunkten in möglichst prägnanter Form abzuhandeln.

Aus diesen Gründen hat der Hüthig & Pflaum Verlag das Lehrbuch „Elektrische Nachrichtentechnik“ von Heinrich Schröder, das nun schon seit 20 Jahren vorliegt, in der zehnten Auflage von Günter Rommel völlig neu bearbeiten lassen. Die Neubearbeitung befaßt sich eingehend mit der Nachrichtenübertragung; die Verarbeitung von Nachrichten dagegen wird wegen der Stofffülle nicht in der gleichen Ausführlichkeit behandelt werden. Das Lehrbuch ist als vierbändiges Werk geplant. Nunmehr liegt Band 1a vor. Der folgende Band 1b soll die Verformungen und Störungen behandeln, die das Nachrichtensignal auf der Übertragungsstrecke erfährt. Bauelemente, Funktionsgruppen und ganze Übertragungssysteme werden in Band 2a und 2b betrachtet werden.

Der vorliegende Band 1a befaßt sich mit der Darstellung und den Eigenschaften von determinierten und stochastischen Signalen. Meßverfahren und Geräte zur Erfassung der Signale werden beschrieben. Die Fourieranalyse von periodischen Signalen, die Fouriertransformation und ihre Bedeutung für die Darstellung einmaliger Signale im Zeit- und Frequenzbereich, die Eigenschaften der Fouriertransformation und die Abtasttheoreme werden im Kapitel „Determinierte Signale“ abgehandelt. Die dabei gewonnenen Kenntnisse werden auf

akustische Signale, auf Bild-, Telegrafie- und Testsignale angewendet.

Ebenso ausführlich (nämlich auf ungefähr 100 Seiten) werden die stochastischen Signale behandelt. Das Kapitel beginnt mit einigen Bemerkungen zur Definition der Wahrscheinlichkeit. Darauf aufbauend werden die Begriffe Wahrscheinlichkeitsverteilung, Wahrscheinlichkeitsdichte, Kreuzkorrelations- und Autokorrelationsfunktion und spektrale Leistungsdichte in ihrer Bedeutung für die Beschreibung der stochastischen Signale erörtert.

Im folgenden Kapitel „Signalwandlung“ wird neben der Winkelmodulation vor allem die Pulsmodulation behandelt, die wegen ihrer Bedeutung für die AD-Wandlung bei digitaler Signalübertragung einen breiten Raum einnimmt. Das Kapitel „Nachrichtengehalt von Signalquellen“ erläutert Ideen und Konzepte der Informationstheorie. Die hierbei entwickelten Methoden gestatten es, den Nachrichtengehalt eines Signals und den Nachrichtenfluß eines Übertragungskanals quantitativ zu bestimmen. Dem Text schließen sich eine Literaturliste, die leider nur das deutsche Schrifttum berücksichtigt, ein Verzeichnis der verwendeten Symbole und ein ausführliches Sachwörterverzeichnis an.

Die Begriffsbildungen und die mathematischen Methoden werden im Text ausführlich begründet und erläutert, so daß deren Bedeutung für die Signalbeschreibung deutlich wird; die Verbindung zwischen dem theoretischen Formalismus und den Aufgaben der Praxis bleibt immer sichtbar. Auf mathematische Stringenz und Axiomatik wurde verzichtet. Die klare Gliederung des Stoffes, die flüssige, gut lesbare Darstellung der Probleme und das übersichtliche Schriftbild lassen den Text für ein Selbststudium als gut geeignet erscheinen. Die vielen Übungsaufgaben, deren Lösung im anschließenden Text jeweils angegeben wird, ermöglichen die Selbstkontrolle, ob der erarbeitete Stoff verstanden wurde.

Das Werk ist aus der Lehrtätigkeit der beiden Verfasser an Fachhochschulen entstanden. Es wendet sich an die Studenten der Nachrichtentechnik.

Mit Spannung wird der Leser die folgenden Bände erwarten.

Heinrich Twietmeyer

#### **Die Fourier-Transformation in der Signalverarbeitung.**

Kontinuierliche und diskrete Verfahren der Praxis. Hochschultext. Von Dietmar Achilles. 188 Seiten, 87 Bilder, 5 Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1978, Preis 48,- DM bzw. 22,10 US\$, ISBN 3-540-08362-6.

Die Fourier-Transformation – als mathematisches Werkzeug in der Physik bereits relativ lange bekannt – ist erst in jüngerer Zeit mit der Einführung der Systemtheorie zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel überall dort geworden, wo Probleme der Signalverarbeitung, der Beschreibung und der Simulation von Systemen aus den Bereichen der Technik und Naturwissenschaft eine Rolle spielen. Die Vielfalt der Verfahren ist dementsprechend sprunghaft gestiegen, und verschiedene Spezialrichtungen haben sich herausgebildet.

Das vorliegende Buch beschreibt die wesentlichen Prinzipien der für die Signalverarbeitung bedeutsamen Fourier-Transformationen. Es enthält 7 Kapitel mit je einem Literaturverzeichnis. In einem einleitenden Beispiel wird die Bedeutung der Fourier-Transformation für die Radioastronomie erläutert. Sodann werden verschiedene Arten von Signalen und Spektren behandelt (Signale endlicher Energie, endlicher Leistung, Distributionen und diskontinuierliche Signale).

Die für die Nachrichtentechnik besonders interessanten diskreten Fourier-Transformationen und die daraus

entwickelten numerischen Verfahren (z. B. FFT) sind weitere Themen. Es folgt ein Kapitel über schnelle Faltung und Korrelation, das für die digitale Signalverarbeitung bedeutsam ist.

Das Kapitel über Fourier-Transformation von Spline-Signalen führt in eines der jüngsten Verfahren der digitalen Signalverarbeitung ein. Das Buch schließt mit einem Überblick über digitale Methoden zur Spektralanalyse.

Das sehr empfehlenswerte Werk wendet sich an Ingenieure und Naturwissenschaftler, die sich mit den Problemen moderner Signalverarbeitung auseinandersetzen haben. Vorausgesetzt werden fundierte Kenntnisse der höheren Mathematik.

Bodo Morgenstern

**Einführung in die Elektrotechnik. Lehrbuch.** 6., stark überarbeitete Auflage. Von Klaus Lunze. 336 Seiten, 304 Bilder, 1 Tafel, Format 24,6 cm x 17,4 cm, Kunststoffeinband, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1978, Preis 48,- DM, ISBN 3-7785-0503-3.

Das bewährte Standardwerk, das nun bereits in der 6. Auflage erschienen ist (siehe Besprechung der 4. Aufl. in RTM 20 (1976), S. 69), hat seinen festen Platz in der Grundlagenliteratur der Elektrotechnik. Auch in dieser stark überarbeiteten Form führt es übersichtlich und einfach in die Theorie des elektrischen und des magnetischen Feldes ein. Darin liegt seine Stärke und in seinen anschaulichen Bildern sowie in klaren Hinweisen für den Leser, wie er im konkreten Falle seine Lösungsansätze zu machen hat.

Im Bereich der Felder werden die Grundlagen hinsichtlich der Halbleiterelektronik eindeutig erläutert und im Bereich der Netzwerkanalyse, die für den Praktiker besonders wichtig ist, werden die verschiedenen Methoden durch Beispiele und Gegenüberstellungen „benutzerfreundlich“ erklärt und für die Anwendung aufbereitet.

Alles in allem: ein inhaltlich und didaktisch gut aufgebautes Buch!

Paul Thießen

**Hochintegrierte Digitalschaltungen und Mikroprozessoren.** Von Herbert Bernstein. 1. Auflage. 568 Seiten, 442 Bilder, 215 Tabellen, Format 24,4 cm x 17 cm, Polyleinen-Einband, Richard Pflaum Verlag, München 1978, Preis 82,- DM, ISBN 3-7905-0272-3.

In dem gut verständlich geschriebenen Buch gibt der Autor einen umfassenden Überblick über hochintegrierte Schaltungen und die daraus resultierenden Mikroprozessoren.

Die 15 Abschnitte Zahlensysteme, Codes, Karnaugh-Diagramm, Codierer – Decodierer – Umcodierer, Zähltechnik, Multiplexer und Demultiplexer, Schieberegister, Sende- und Empfangseinrichtungen, Registerschaltungen, Digitale Rechentechnik, Halbleiterspeicher, Anwendung von Halbleiterspeichern, Komplexe Digitalschaltungen, Lehr- und Lern-Mikroprozessoren, Mikroprozessorsystem 8080 zeigen auch für den Laien den rechten Weg für die Arbeit mit hochintegrierten digitalen Bauelementen. Am Beispiel des am weitesten verbreiteten Mikroprozessors 8080 werden die Programmierung und deren Tücken erläutert. Dabei werden sowohl die internen Verarbeitungsarten als auch die Eigenschaften gegenüber dem Benutzer aufgezeigt. Die verschiedensten Ein-Ausgabe-Arten werden verständlich beschrieben und an Lernbeispielen bildhaft dargestellt. Den Abschluß bildet eine umfangreiche Programmieranleitung auf Assembler-Basis. Leider wurde der Hinweis auf höhere Programmiersprachen (wie z. B. FORTRAN, PEARL, BASIC, PLZ, PLM, PASCAL) vergessen, die in zunehmendem Maß auch bei Mikrocomputern Eingang finden.

Dietrich Sauter

**Amateurfunk-Antennen.** Von Richard Auerbach. 276 Seiten, 267 Bilder, 15 Tafeln, zahlreiche Tabellen, Format 17,5 cm x 11,5 cm, Leineneinband, Franzis-Verlag, München 1977, Preis 24,80 DM, ISBN 3-7723-6371-7.

In einem kleinen Praktikum wird dem Funkamateurler ein katalogartiger Überblick über Funktionen und Wirkungsweise verschiedener Antennenarten dargelegt. Es enthält alles an Information, was der Amateurfunker zur praktischen Verwirklichung seiner Ideen braucht, ob es sich um Richtstrahler, Langdrahtantennen, Yagis oder Quads, Kabelantennen, Speisung oder Drehvorrichtungen handelt.

Das Buch ergänzt die vorhandene Literatur über Amateurantennen, indem es hauptsächlich die Erzeugnisse der Industrie berücksichtigt. Die Antennentheorie bildet den wesentlichen Teil des Werkes, allerdings ohne zu tief in die wissenschaftlichen Zusammenhänge einzudringen. Weiterhin werden die Ausbreitungsbedingungen der Kurz- und Ultrakurzwellen abgehandelt, deren Kenntnis für die Lösung optimaler Antennenausführungen vorausgesetzt werden muß. Günter Potschkat

**Nachrichtentechnik, Band 4: Numerische Berechnung linearer Netzwerke und Systeme.** Hrsg. H. Marko, Verf. H. Kremer. 179 Seiten, 29 Bilder, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1978, Preis 48,- DM bzw. 24,- US\$, ISBN 3-540-08402-9.

Das Aufstellen von Gleichungssystemen zur Netzwerkanalyse im Frequenzbereich geschieht nach übersichtlichen Verfahren und bereitet im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Es existieren Bildungsgesetze, mit deren Hilfe das Gleichungssystem unmittelbar entsteht. Die Lösung von Hand zu finden, wird jedoch bereits bei einfachen Netzwerken umständlich. Das adäquate Hilfsmittel zur numerischen Lösung ist der programmierbare Digitalrechner. Dabei stellt sich aber die Frage, nach welchen Kriterien der Lösungsalgorithmus zu wählen ist. Entscheidend ist neben geringer Rechenzeit und geringem Speicherbedarf sicherlich die erreichbare Genauigkeit. Vornehmlich für den anwendenden Ingenieur sind aber auch die Übersichtlichkeit und die universelle Anwendbarkeit wichtig.

Das vorliegende Buch ist in diesem Sinne ein Leitfaden zur numerischen Netzwerk- und Systemanalyse. Von den möglichen Verfahren wird als einfachstes die Knotenpotentialanalyse zugrunde gelegt. Die angegebenen Regeln für das Aufstellen der Knotenleitwertmatrix umfassen auch Bauelemente, die selbst keine Leitwertdarstellung aufweisen. Ein Abschnitt ist der Berechnung beliebiger Tormatrizen aus der Knotenleitwertmatrix gewidmet. Der Hauptteil beschäftigt sich mit der numerischen Berechnung linearer Gleichungssysteme. Dabei werden die bei der Netzwerkanalyse stets auftretenden komplexen Matrizen in den Mittelpunkt gestellt. Eine Betrachtung über die Konditionierung von Gleichungssystemen liefert Hinweise auf die zu erwartende Genauigkeit. Zur eigentlichen Lösung werden verschiedene Eliminationsverfahren vorgestellt und unter programmtechnischen Gesichtspunkten diskutiert. Die so ermittelten Lösungen können gegebenenfalls durch Restkorrekturverfahren verbessert werden. Bei schlecht konditionierten Gleichungssystemen kann eine Transformation, Skalierung genannt, zu größerer Genauigkeit führen. Der Einfluß von Ungenauigkeiten der Größen des ursprünglichen Gleichungssystems wird mit den rechen-technischen Ungenauigkeiten verglichen und daraus werden Aussagen über eine etwa notwendige Genauigkeitsverbesserung hergeleitet. In weiteren Kapiteln werden noch spezielle Probleme der Netzwerkanalyse betrachtet. So wird neben der Berechnung von Empfindlichkeiten der

Knotenpotentiale auf kleine Parameteränderungen auch die ökonomische Analyse von Netzwerken mit einem stark veränderbaren Parameter behandelt. Es wird weiter gezeigt, wie sich die Übertragungsgrößen eines Zweitors im Rahmen der Knotenpotentialanalyse bestimmen lassen.

Der Text ist durchweg leicht lesbar und mit Beispielen ergänzt. Hervorgehoben sei die präzise Beschreibung einzelner Rechenoperationen in Form ausführlicher Algorithmen in einer ALGOL-ähnlichen Schreibweise. Im Anhang sind wichtige Verfahren als FORTRAN-Unterprogramme beigelegt. Leider sind die speziellen Gesichtspunkte bei der Verwendung moderner, meist mit BASIC arbeitender Tischcomputer nicht angesprochen.

Das Buch ermöglicht dem Ingenieur nicht nur einen guten Einblick in moderne numerische Methoden zur Netzwerk- und Systemanalyse, sondern stellt auch eine praktische Arbeitshilfe dar, wozu ein Suchregister und ein Literaturverzeichnis beitragen.

Günter Schneeberger

Die Redaktion hat außerdem folgende Bücher erhalten:

**Wo? Elektronik-Wissen durch Franzis-Bücher.** Ein Wegweiser zu Begriffsbestimmungen, Bauanleitungen, Grundlagen, Schaltungen und Service. 2. Ausgabe (1978/79). 83 Seiten, Taschenbuchformat, broschiert, Bestellnummer P 214. Kostenlos zu beziehen durch: Franzis-Verlag, Werbe- und Vertriebsabteilung Bücher, Postfach 370120, 8000 München 37.

Die kleine Broschüre erlaubt es dem interessierten Leser, sich leicht über alle (bis zum Redaktionsschluß 10.6.1978) lieferbaren Fachtitel des Verlages aus dem Gebiet der Elektronik zu informieren. Die teilweise schwer überschaubaren Spezialbereiche sind hier praxisgerecht und übersichtlich gegliedert.

**Zur Jahreswende 1978/79 hat die Redaktion wieder einige Jahr- und Taschenbücher erhalten, auf die an dieser Stelle hingewiesen werden soll:**

**Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 1979.** 434 Seiten, zahlreiche Schaltbilder, Wickeltabellen und Diagramme, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, Hüthig & Pflaum Verlag München/Heidelberg, Preis 10,80 DM (Abo-Preis 8,60 DM), ISBN 3-8101-0048-X.

Im Jahrbuch 1979 wurden wieder einige Gebiete des bewährten praxisbezogenen Fachkalenders überarbeitet, erweitert oder ganz neu gefaßt. Das betrifft den Elektromaschinenbau, die Transformatoren, den Kleinmotor als wichtiges Element des Elektromaschinenbaus, die Wicklungstechnik, die Elektrischen Wellen und die Tabellen.

**Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1979.** 424 Seiten, viele Bilder, Schaltzeichen, Diagramme und Schaltungsbeispiele, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, Hüthig & Pflaum Verlag München/Heidelberg, Preis 10,80 DM (Abo-Preis 8,60 DM), ISBN 3-8101-0047-1.

In der Ausgabe 1979 wurden alle Kapitel überarbeitet, erweitert oder in Teilen ganz neu verfaßt. Alle Angaben sind unmittelbar auf die Berufspraxis zugeschnitten und entsprechen dem aktuellen Stand der Technik und der elektrotechnischen Bestimmungen.

**Jahrbuch der Unterhaltungselektronik 1979.** Hrsg. Claus Reuber. 320 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, Hüthig & Pflaum Verlag München/Heidelberg, Preis 10,80 DM (Abo-Preis 8,60 DM), ISBN 3-8101-0049-8.

Wieder sind es zwei umfangreiche Berichte, die, wie im Jahrbuch 1978 begonnen, der Ausgabe 1979 das besondere Gewicht geben. „Antennen für die Unterhaltungselektronik“ und „Festwiderstand – Materialien und Eigenschaften“ sind diesmal die gründlich abgehandelten Themen.

Für den Benutzer des Jahrbuches sollte der übersichtlich gegliederte Abschnitt „Service-Stellen der Unterhal-

tungselektronik“ nicht unerwähnt bleiben. Die wichtigsten Hersteller sind in einem Firmenalphabet zusammengestellt, unter dem die jeweils gewünschten Orte leicht zu finden sind.

Das „Who is Who in der Unterhaltungselektronik“ ist überarbeitet und erweitert worden und soll wieder helfen, den menschlichen Kontakt unter und mit den verantwortlichen Persönlichkeiten zu fördern.

## NACHRICHTEN

### Martin Mende 80 Jahre

Am 30. Dezember 1978 vollendete Martin Mende, der zu den Pionieren der Rundfunktechnik zählt, sein 80. Lebensjahr.

Der Sohn eines Holzbildhauers gründete 1947 in einem ausgebombten Werk der Focke-Wulff-Flugzeugfabriken in Bremen-Hemelingen die Norddeutsche Mende Rundfunk GmbH. Bereits unmittelbar nach der Währungsreform brachte er mit etwa 60 Mitarbeitern das erste NORDMENDE-Rundfunkgerät auf den Markt, dessen Röhren noch aus Wehrmachtsbeständen stammten. Mit der Einführung des UKW-Rundfunks im Jahre 1950 begann für NORDMENDE der steile Aufstieg. 3 Jahre später lief die Produktion von Schwarzweiß-Fernsempfängern an, 1967 begann die Serienfertigung von Farbfernsempfängern.

Seit 1977 kooperiert das Unternehmen mit dem Großkonzern Thomson-Brandt und nimmt heute einen der vorderen Plätze der Unterhaltungselektronik in Europa ein.

### Ingo Dahrendorf beging sein 25jähriges Dienstjubiläum

Am 1. Januar 1979 konnte der Technische Direktor des Westdeutschen Rundfunks, Ingo Dahrendorf, auf eine 25jährige erfolgreiche Rundfunktätigkeit zurückblicken.

Nach Abschluß seines Studiums an der Technischen Hochschule in München begann Ingo Dahrendorf am 1. 1. 1954 in der Zentraltechnik des damaligen NWDR in Hamburg, wo er an grundlegenden Untersuchungen der Wellenausbreitung u. a. im Fernsehbereich IV mitarbeitete. Nach Auflösung des NWDR ging er als wissenschaftlicher Mitarbeiter zum Institut für Rundfunktechnik in Hamburg. Seit 1958 ist er beim Westdeutschen Rundfunk tätig. Hier waren im Bereich der Hochfrequenztechnik Antennen- und Versorgungsprobleme sein spezielles Arbeitsgebiet. Ebenso war er aktiv am Ausbau des WDR-Fernsehsender- und -umsetzernetzes sowie der Mittelwellenversorgung beteiligt. 1968 übernahm er die Hauptabteilung Hörfunktechnik, wo er maßgeblich bei der Konzeptfindung für ein computergesteuertes Hörfunkdauerleitungsnetz für die ARD mitwirkte. Durch die Einführung drahtloser Reportagestrecken im Sendebereich des WDR trug er zur Kostensenkung und Erhöhung der Aktualität für die regionale Berichterstattung bei.

Seit 1. 1. 1972 ist Ingo Dahrendorf Technischer Direktor beim WDR. In dieser Funktion widmet er sich mit besonderem Engagement der ständigen Anpassung der Rundfunktechnik in Deutschland an die technologischen Neuerungen einerseits und an die gesellschaftspolitischen Aufgaben des öffentlich-rechtlichen Rundfunks andererseits. Er ist Mitglied mehrerer technischer Gremien ARD/ZDF und zur Zeit Vorsitzender der Technischen Kommission ARD/ZDF. Seit 1976 gehört er der Schriftleitung der Rundfunktechnischen Mitteilungen an.

### Bundesverdienstkreuz für Rudolf Kaiser

In Würdigung seiner Verdienste um den Auf- und Ausbau des ZDF wurde dem Technischen Direktor des ZDF, Rudolf Kaiser, am 9. November 1978 in München vom bayerischen Kultusminister Professor Hans Maier das ihm vom Bundespräsidenten verliehene Bundesverdienstkreuz überreicht.

### Neues Fernsehstudio des Bayerischen Rundfunks in Nürnberg

Zur Verbesserung der aktuellen Fernsehberichterstattung aus dem fränkischen Raum ist auf dem Gelände von Studio Nürnberg ein kleines Fernsehstudio aufgebaut worden, das am 1. 12. 1978 von Intendant Reinhold Vöth dem Betrieb übergeben wurde. Studio Nürnberg hat mit den drei fränkischen Regierungsbezirken und einem Teil der Oberpfalz eine Fläche zu betreuen, die etwa der des Landes Hessen entspricht. Bisher wurde ausschließlich mit Film gearbeitet, wodurch die aktuelle Berichterstattung beeinträchtigt wurde, weil das aufgenommene Filmmaterial zur Entwicklung und Bearbeitung nach München gebracht werden mußte.

Mit den neuen Fernseh-Studioeinrichtungen in Nürnberg und einer Einheit für die elektronische Berichterstattung wird es künftig möglich sein, Beiträge aus Nordbayern ohne Zeitverzug von Studio Nürnberg aus über Leitung nach Freimann zu überspielen. Schwierigkeiten bei der Überwindung des Transportweges von Nürnberg nach München bei Nebel, Schnee, Eis oder hohem Verkehrsaufkommen werden daher in Zukunft entfallen.

Das Studio wurde aus Fertigteilen erstellt und besteht aus einem Studioraum mit rund 36 m<sup>2</sup> Grundfläche, einem ebenso großen Regieraum, einem Raum für klimatische Anlagen und Nebenräumen. Es enthält an technischen Einrichtungen zwei elektronische Kompakt-Kameras, eine blaue Hintergrundwand für Blue-Box-Effekte, Scheinwerfer, Mikrofone und Monitore. Die Kameras lassen sich mit Hilfe von Zusatzeinrichtungen jederzeit für die elektronische Berichterstattung im Außendienst einsetzen. Neben dem Regietisch ist ein Bearbeitungsplatz für die Video-Magnetbandaufzeichnungen untergebracht. Er besteht aus zwei Videorecordern, einem Schnittsteuergerät, zwei Monitoren und einem Abspielgerät für das endgültige Videoband.

In einem Pkw mit Telefon können eine elektronische Kamera, ein tragbarer Videorecorder und das notwendige Zubehör wie Scheinwerfer, Mikrofone usw. untergebracht werden.

Die Kosten für den Bau und die technischen Einrichtungen des Studios betragen knapp 1,2 Millionen DM. An jährlichen Mietkosten für die Fernseh-Überspielleitung werden etwa 600 000 DM anfallen.

Nach einer BR-Presseinformation

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

**Mittelwellensender**

**Inbetriebnahmen**

Mit Inkrafttreten des neuen Wellenplanes nach dem Genfer Abkommen von 1975 wurden von den Rundfunkanstalten für das 1. Hörfunkprogramm am 23. November 1978 folgende Mittelwellensender neu in Betrieb genommen:

Station	Fre- quenz kHz	Sender- leistung kW	Leistung e.m.r.p. kW	Pol.	Azimut Grad
<b>Sender Freies Berlin/Norddeutscher Rundfunk</b>					
Dannenberg	630	10	10	V	70 (100)

**Westdeutscher Rundfunk**

Langenberg	720	200	220	V	ND
------------	-----	-----	-----	---	----

**Änderungen**

Mit Inkrafttreten des neuen Wellenplanes nach dem Genfer Abkommen von 1975 wurden von den Rundfunkanstalten am 23. November 1978 an folgenden Mittelwellensendern für das 1. Hörfunkprogramm Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Fre- quenz kHz	Sender- leistung kW	Leistung e.m.r.p. kW	Pol.	Azimut Grad
<b>Bayerischer Rundfunk</b>					
Dillberg	<b>801</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	V	<b>220</b>
München- Ismaning	<b>801</b>	T <b>450</b> N <b>420</b>	T <b>550</b> N <b>500</b>	V	<b>210</b> <b>210</b>

**Hessischer Rundfunk**

Frankfurt/ Main	<b>594</b>	T <b>400</b> N <b>400</b>	T <b>1000</b> N <b>400</b>	V	T 180; 300 N <b>ND</b>
Hoher Meißner	<b>594</b>	100	100	V	ND

**Norddeutscher Rundfunk**

Flensburg	<b>702</b>	T <b>8</b> N <b>1,2</b>	T <b>5</b> N <b>2</b>	V	T ND N ND
Hamburg	<b>972</b>	T <b>300</b> N <b>300</b>	T <b>660</b> N <b>450</b>	V	T <b>ND</b> N <b>267</b> <b>(192/342)</b>
Hannover	<b>828</b>	T <b>40</b> N <b>5</b>	T <b>46</b> N <b>6</b>	V	T ND N ND
Kiel	<b>828</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	V	ND

**Radio Bremen**

Bremen	<b>936</b>	100	<b>250</b>	V	<b>282,3</b>
Bremer- haven	<b>936</b>	5	<b>5,5</b>	V	ND

**Sender Freies Berlin**

Berlin	<b>567</b>	100	<b>110</b>	V	ND
Berlin	<b>1449</b>	5	<b>10</b>	V	ND

Station	Fre- quenz kHz	Sender- leistung kW	Leistung e.m.r.p. kW	Pol.	Azimut Grad
---------	----------------------	---------------------------	----------------------------	------	----------------

**Saarländischer Rundfunk**

Saar- brücken	<b>1422</b>	T 1200 N <b>600</b>	T <b>5010</b> N <b>1905</b>	V	T 60 N 60
------------------	-------------	------------------------	--------------------------------	---	--------------

**Süddeutscher Rundfunk**

Adelsheim	<b>1485</b>	0,2	0,2	V	ND
Bad Mergent- heim	<b>1413</b>	3	<b>3,3</b>	V	ND
Bopfingen	<b>711</b>	0,2	0,2	V	ND
Buchen- Walldürn	<b>1313</b>	0,2	<b>0,22</b>	V	ND
Heidelberg- Dossen- heim	<b>711</b>	5	5	V	ND
Heidenheim	<b>1413</b>	0,2	0,2	V	ND
Heilbronn	<b>711</b>	5	<b>5,5</b>	V	ND
Stuttgart- Mühlacker	<b>576</b>	T 300 N 300	T <b>490</b> N <b>480</b>	V	T <b>ND</b> N <b>222</b>
Ulm- Jungingen	<b>711</b>	5	5	V	ND
Wertheim	<b>711</b>	0,2	0,2	V	ND

**Südwestfunk**

Baden- Baden	<b>1485</b>	1	1	V	ND
Bodensee- sender	<b>666</b>	T <b>300</b> N <b>180</b>	T <b>350</b> N <b>300</b>	V	T <b>ND</b> N <b>03;</b> <b>87; 199; 284</b>
Freiburg	<b>828</b>	40	<b>45</b>	V	ND
<b>Wolfsheim/</b> Rhein- sender	<b>1017</b>	600	<b>975</b>	V	ND

**Westdeutscher Rundfunk**

Aachen- Stolberg	<b>702</b>	T 5 N <b>1,2</b>	T 8 N 2	V	T ND N ND
Bonn	<b>972</b>	5	5	V	ND
Herford	<b>702</b>	2	<b>2,2</b>	V	ND
Kleve	<b>972</b>	3	<b>3,5</b>	V	ND
Langenberg	<b>1593</b>	800	800	V	ND
Siegen	<b>702</b>	2	<b>2,2</b>	V	ND

**Anmerkung:** T = Tagbetrieb, N = Nachtbetrieb  
Leistung e.m.r.p. = effective monopole radiated power

**Ultrakurzwellensender**

**Inbetriebnahmen**

**Bayerischer Rundfunk**

Der BR hat folgende Ultrakurzwellensender in Betrieb genommen:

Station	Pro- gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Hühner- berg II	2S	30	96,1	25	H	ND	20. 12. 78
Reit im Winkel III*	3S	34	97,1	0,1	H	215; 335	14. 12. 78

\* Verk.-Kenn. „D“

**Änderungen**

**Bayerischer Rundfunk**

Der BR hat an folgenden Ultrakurzwellensendern Änderungen vorgenommen (die geänderten Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimet Grad	Tag der Änderung
Hühner- berg I	<b>1S</b>	16	91,9	<b>25</b>	H	ND	20. 12. 78
Hühner- berg III*	<b>3GS</b>	42	99,5	<b>25</b>	H	ND	20. 12. 78

\* Verk.-Kenn. „D“

**Fernsehsender**

**Inbetriebnahmen**

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
<b>Hessischer Rundfunk</b>						
Glashütten/ Ts.	32	8M	10	H	85; 185	30. 12. 78
Ludwigsau	46	2P	10	H	340	22. 12. 78

**Norddeutscher Rundfunk**

Melle/Buer	58	5M	200	H	170; 275	21. 11. 78
Schöningen/ Esbeck	8	5M	10	V	220; 310	02. 11. 78

**Südwestfunk**

Gündringen	6	3P	0,75	H	00; 240	28. 11. 78
Hauenstein	52	2P	20	H	166	24. 11. 78
Istein	42	8P	20	V	295	17. 10. 78
Monreal	9	0	0,3	H	335	23. 10. 78
Michelbach/ Murgtal	39	0	60	H	103; 218	02. 11. 78
Nieder- elbert	9	0	0,1	H	258	11. 10. 78
Niederfisch- bach II	9	0	0,2	H	270	12. 10. 78
Nanz- dietsch- weiler	12	6P	1	H	65	25. 10. 78
Offenburg	26	0	40	V	193	23. 11. 78
Reichen- bach- Steegen	40	1P	6	H	330	24. 10. 78
Reichental	25	2M	5	H	270	27. 11. 78
Selters	9	0	5	H	90; 200	10. 10. 78
Theisberg- stegen	11	2P	1	H	27	24. 10. 78
Vorder- weidenthal	7	7P	1	H	220	23. 11. 78
Wies	53	8M	30	V	93	08. 11. 78

**Westdeutscher Rundfunk**

Eslohe	28	8M	12	H	80	21. 11. 78
--------	----	----	----	---	----	------------

**Änderungen**

**Norddeutscher Rundfunk**

Der NDR hat an folgenden Füllsendern für das I. Fernsehprogramm Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad	Tag der Änderung
Bad Lauter- berg/Barbis	8	<b>5M</b>	<b>2</b>	H	<b>53; 305</b>	01. 12. 78
Volprie- hausen	12	2P	<b>8</b>	H	10	30. 11. 78

**Frequenzliste 1979**

Die neue Frequenzliste „Hörfunk- und Fernsehsender in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)“ mit Anhang „Sender in der DDR“ nach dem Stand vom 1. Januar 1979 kann gegen Vorauszahlung einer Schutzgebühr von 12,- DM an die unten angegebene Anschrift mit Postscheckkontonummer bezogen werden. – Die Auslieferung erfolgt Ende März, Anfang April 1979.

**Anschrift:**

Norddeutscher Rundfunk

Meß- und Empfangsstation Wittsmoor  
Postfach 346, 2000 Wedel/Holstein

**Bankleitzahl:** 200 100 20

**Postscheckkontonummer:** 50 000-204 Hamburg

**Neue Farbfilmkorrekturanlage beim Hessischen Rundfunk**

Der HR hat eine rechnergesteuerte FBAS-Farbfilmkorrekturanlage in Betrieb genommen. Sie entspricht der Anlage beim WDR, wie sie in den Rundfunktechnischen Mitteilungen 19 (1975, S. 275 bis 280) beschrieben worden ist, und entstand in Zusammenarbeit mit dem WDR, der auch seine Rechner-Software zur Verfügung stellte.

Seit längerer Zeit wurde beim HR eine im Eigenbau erstellte RGB-Korrekturanlage verwendet, die nur eine Speicherung von 20 Einstellungen zuließ und nicht einfach zu handhaben war. Die neue Anlage besteht aus einem serienmäßigen FBAS-Korrekturgerät von Bosch Fernseh in Verbindung mit einem Flying-Spot-Filmab-taster. Diese Geräte werden ergänzt durch den Rechner Texas Instruments 960 B für die Speicher- und Steuer-funktionen. Mit dieser Anlage werden erweiterte Kor-rekturmöglichkeiten, eine schnellere Bearbeitung (nach vorläufigen Erfahrungen etwa ein Drittel der bisher be-nötigten Zeit) und eine höhere Betriebssicherheit er-reicht. Das ergibt eine Kostensenkung bei der Korrek-turbearbeitung von Filmen und eine merkliche Entla-stung des Arbeitsplatzes.

**50 Jahre Georg Neumann GmbH**

Ende November 1978 feierte in Berlin eine Firma ihr 50jähriges Jubiläum, die heute wie kaum ein anderes mittelständiges Unternehmen von sich sagen kann, daß sie Weltrang besitzt: die Georg Neumann GmbH. Der etwa 250 Mitarbeiter zählende Spezialbetrieb entwickelt und vertreibt vor allem Kondensatormikrofone (darunter auch Kunstköpfe), Schallplattenschneidanlagen, Ton-regieeinrichtungen und auch rechnergesteuerte Schalt-räume. Die Firma, die sich mehrheitlich im Familien-besitz befindet, exportiert heute über 70 Prozent ihrer Produkte in alle Welt.

## PERSÖNLICHES

**Herbert Hopf 60 Jahre**

Herbert Hopf, geb. am 14. Januar 1919 in Frankfurt am Main, gehört zu denen, die zwar nicht im Rampenlicht der Öffentlichkeit des Rundfunks stehen, aber dennoch ist seine Arbeit auf dem Gebiet der Rundfunktechnik nicht zu übersehen. Wenn heute auf den Heimempfängern ein Fernsehbild von hoher Qualität empfangen wird, so hat er zum erreichten Stand dieser Technik wesentlich

beigetragen. – Nach dem Studium an der TH Darmstadt begann er im Rundfunktechnischen Institut (RTI), einer Gemeinschaftseinrichtung der süddeutschen Rundfunkanstalten, als Meßingenieur für Feldstärke- und Versorgungsuntersuchungen. Hier sammelte er seine Erfahrungen in der Beurteilung, wie Hörfunk- und Fernsehsignale beim Teilnehmer ankommen.

Nach der Zusammenlegung der Zentraltechnik des damaligen NWDR mit dem RTI zu dem von allen Rundfunkanstalten getragenen Institut für Rundfunktechnik (IRT) übernahm er in der Münchener Niederlassung die Leitung der Abteilung „Drahtlose Übertragungstechnik“. Hier widmete er sich besonders den Grenzgebieten zwischen der in Hamburg bearbeiteten Hochfrequenztechnik und dem in München angesiedelten Bereich Videotechnik.

Auf dem Gebiet der FS-Schutzabstände erwarb er sich durch seine intensive Arbeit bald einen Ruf als internationaler Experte. Nur wenige, die heute Offsetlagen und Schutzabstände in ihre Berechnungen für die Fernsehversorgung einsetzen, wissen, welche Vorarbeit hier von Herbert Hopf geleistet wurde.

Bei den Fernsehsendern widmete er sich den Problemen der Quadraturverzerrung und der Gruppenlaufzeitentzerrung. Dabei wurde besonderer Wert auf eine optimale Vorentzerrung der Empfängerfehler gelegt.

Neuere Arbeiten von ihm befassen sich mit den Zukunftsproblemen des Stereotons und der Zweittonübertragung im Fernsehen.

Als Vorsitzender, sowohl in ARD/ZDF-Arbeitsgruppen als auch im Fernsehausschuß der „Funkbetriebskommission“ (FuBK, eine Gruppierung aus Industrie, DBP und Rundfunk), hat er sich dieses Problems intensiv angenommen.

Bei so hervorragenden Fachkenntnissen bleibt es nicht aus, daß man über den nationalen Rahmen hinaus auch in internationalen Kommissionen ein begehrter Mitarbeiter wird. So ist Herbert Hopf ständiges Mitglied in der Arbeitsgruppe R2 (Terrestrischer Fernseh Rundfunk) der UER und ständiger Mitarbeiter für Belange der Studienkommission XI des CCIR.

Nach der Zusammenlegung der beiden Niederlassungen des IRT hat er sich als stellvertretender Fachbereichsleiter „Rundfunkversorgung und Sendertechnik“ besonders der Aufgabe angenommen, die bisher in Hamburg und München bearbeiteten Fachgebiete zu integrieren und zu einer für den Rundfunk wirkungsvoll arbeitenden Einheit zu verschmelzen.

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang seine Mitarbeit in der Senderbetriebsleiterkonferenz der ARD und ihrer Vorgängerorganisation „Arbeitskommission 5 – Sender- und Empfängertechnik“ (AK5). Schon bald nach der Gründung der ARD-Arbeitskommission (1953) gehörte Herbert Hopf als Experte der AK5 an, deren Vorsitz er im Jahre 1958 führte. Die Mitglieder der Senderbetriebsleiterkonferenz schätzen ihren Kollegen nicht nur in seiner Eigenschaft als Vertreter des IRT, sondern auch wegen seiner Arbeiten, mit denen er in jahrelanger Tätigkeit in dieser Gruppe zum Gelingen der gemeinsamen Aufgaben beigetragen hat.

Heinrich Thielcke

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

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

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

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. H. Großkopf, Dr. G. Plenge, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45.

Verlag: Mensing GmbH, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 92,50 DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Für gezeichnete Artikel bleiben alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Vervielfältigung und der Übersetzung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung der Bilder vorbehalten.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH. Anzeigenannahme durch die Anzeigenverwaltung und alle Werbemittler. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste 10 gültig.

Gesamtherstellung: Mensing GmbH, Schützenwall 9–11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 28. 2. 1979. Einzelpreis dieses Heftes 27,60 DM.