

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

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

Institut für Rundfunktechnik GmbH **IRT**

- Heinrich Thielcke, Günter Szymkowiak* Reflexionsverhalten von Antennenanlagen mit aktiver Reserve
- Martin Dahme* Neue Ergebnisse zur Vermeidung von Gefahren durch elektromagnetische Felder
im Bereich leistungsstarker Funksender
- Dieter Hoff, Karl-Heinz Türkner* Feldstärkemeßsonde zur Beurteilung der Personengefährdung im Nahfeld
von leistungsstarken Funksendern
- Wolfgang Weinlein* Bericht über einen Besuch beim europäischen Zentrum
für Weltraumforschung und Weltraumtechnologie
- Franz Pilz u. a.* Montreux 1983 – Technische Ausstellung
- Jürgen Mielke* Die 1. Tagung der CCIR-Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/8
- Gerhard Möll* Die 7. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe V2 (Datenübertragung im Rundfunk)
- Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 27

1983

Heft 4

INHALTSVERZEICHNIS :

Reflexionsverhalten von Antennenanlagen mit aktiver Reserve 157 Heinrich Thielcke, Günter Szymkowiak	Montreux 1983 — Technische Ausstellung 185 Franz Pilz u. a.
Neue Ergebnisse zur Vermeidung von Gefahren durch elektromagnetische Felder im Bereich leistungsstarker Funksender 164 Martin Dahme	Die 1. Tagung der CCIR-Interim-Arbeitsgruppe IWP 10/8 205 Jürgen Mielke
Feldstärkemeßsonde zur Beurteilung der Personengefährdung im Nahfeld von leistungsstarken Funksendern 171 Dieter Hoff, Karl-Heinz Türkner	Die 7. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe V2 (Datenübertragung im Rundfunk) 207 Gerhard Möll
Bericht über einen Besuch beim europäischen Zentrum für Weltraumforschung und Weltraumtechnologie 179 Wolfgang Weinlein	Tagungen und Ausstellungen 209
	Buchbesprechungen 209
	Nachrichten 211
	Persönliches 211

REFLEXIONSVERHALTEN VON ANTENNENANLAGEN MIT AKTIVER RESERVE

VON HEINRICH THIELCKE UND GÜNTER SZYMKOWIAK¹

Manuskript eingegangen am 25. April 1983

Antennentechnik

Zusammenfassung

Rundfunk-Sendeantennenanlagen werden bevorzugt so aufgebaut, daß die Zusammenschaltung von zwei Halbantennen im Betriebsgebäude erfolgt; so kann bei Fehlern in der Antennenanlage ein Betrieb mit einer der beiden Halbantennen aufrechterhalten werden. Es wird gezeigt, daß das Reflexionsverhalten einer teilbaren Antenne von demjenigen einer nicht teilbaren Antenne abweichen kann. Die Ursachen werden aufgezeigt. Weiterhin wird ein Netzwerk beschrieben, mit dessen Hilfe bestimmte Reflexionsstörungen in teilbaren Antennenanlagen ausgeschlossen werden können. Anhand von Messungen im Nah- und Fernfeld des Senders wird die Wirkung der Absorberschaltung gezeigt.

Summary Reflection behaviour of transmitting antenna installations with active reserves

Antenna installations for broadcasting transmitting stations are preferably constructed so as to permit two half-antennas to be connected together in the station building, in such a fashion that, in the event of faults in the antenna installation, transmission may be maintained through one of the two half-antennas. It is demonstrated that the reflection behaviour of such a divisible antenna can deviate from that of an antenna that cannot be divided, and the reasons for this are indicated. Furthermore, the authors describe a network by means of which it is possible to obviate certain forms of reflection anomalies in divisible antenna installations. The effect of the absorber circuit is explained by means of measurements in the near and distant fields of the transmitter.

Sommaire Caractéristique de réflexion d'une installation d'antenne avec réserve active

Les installations d'antenne pour émetteurs de radiodiffusion sont habituellement constituées de deux demi-antennes qui sont connectées dans la station; on peut ainsi, en cas de défaillance, poursuivre l'émission avec une demi-antenne. On montre que la caractéristique de réflexion d'une telle antenne divisible peut différer de celle d'une antenne non divisible, et on en précise les causes. On décrit ensuite un réseau qui permet d'éliminer certaines distorsions de réflexion dans les installations d'antennes divisibles. L'effet d'un circuit d'absorption est illustré par des mesures réalisées à proximité et à grande distance de l'émetteur.

1. Einleitung

Die Fernseh-Antennenanlage des Senders Hamburg war langjährig als ungeteilte Antenne mit einer Speisung über nur ein Energiekabel in Betrieb. Wegen zusätzlich erforderlicher Dienste am Antennenträger mußte die Reserve-Fernsehantenne abgebaut werden. Um weiterhin eine Betriebsreserve zu erhalten, wurde die vorhandene Sendeantenne so

abgeändert, daß die Speisung der Halbantennen über jeweils ein Energiekabel vom Sendergebäude aus erfolgt. Die Zusammenschaltung zur Gesamtantenne wurde im Betriebsgebäude über einen Zweifachverteiler vorgenommen (**Bild 1**). Zur Verringerung der Sichtbarkeit der Reflexionen ist jedem Sender eine veränderbare Umwegleitung zugeordnet.

Nach Inbetriebnahme der umgebauten Antennenanlage gab es Beschwerden aus sendernahen Stadtgebieten über erhebliche Reflexionsstörungen. Eine Überprüfung ergab folgenden Tatbestand: Die störenden Reflexionen im Fernsehbild treten nur im

¹ Heinrich Thielcke ist Leiter der Abteilung Sendertechnik, Günter Szymkowiak ist Leiter der Gruppe Rundfunk-Versorgung beim NDR, Hamburg.

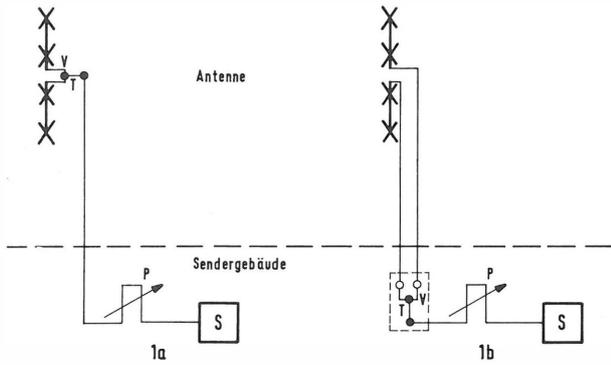


Bild 1

Fernseh-Antennenanlage des Senders Hamburg

- 1a) vor dem Umbau
- 1b) nach dem Umbau
- T = Transformationsleitung
- V = Verteilerpunkt
- S = Sender
- P = veränderbare Leitung

Nahbereich auf, besonders stark in der ersten Nullstelle. Im Fernfeld können keine störenden Reflexionen festgestellt werden. Bei Halbantennenbetrieb können die Störungen an keiner Stelle ermittelt werden.

Der Fehler mußte demnach mit der Aufteilung der Antenne zusammenhängen. Die Entfernung der Reflexionsstörung zum Nutzsignal entsprach der doppelten Laufzeit der Entfernung Sender - Antenne.

2. Die Verhältnisse am Zweifachverteiler

Zur Erklärung der oben aufgezeigten Erscheinung müssen die Verhältnisse am Zweifachverteiler näher untersucht werden. **Bild 2** zeigt eine Verteilerschaltung mit n gleichen Abgängen. Am Verteilerpunkt V sind n Leitungen mit dem Wellenwiderstand Z parallelgeschaltet. Zur Erfüllung der Anpassungsbedingung muß die vom Sender kommende Energieleitung mit Hilfe einer geeigneten Transformationschaltung auf den Wert

$$\frac{1}{n} \cdot Z$$

heruntertransformiert werden. Damit ist die Anpassungsbedingung und die Leistungsaufteilung in Richtung des Energieflusses vom Sender zum Verbraucher erfüllt.

Im folgenden sollen nun die Verhältnisse für die vom Verbraucher zurückfließenden Energieanteile (Reflexionen) näher betrachtet werden. Eine rücklaufende Welle findet am Verteilerpunkt V einen

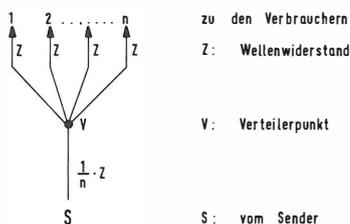


Bild 2

Verteilerschaltung (allgemein)

Abschlußwiderstand vor, der sich aus der Parallelschaltung von n-1 abgehenden Leitungen zum Verbraucher und der Leitung vom Sender mit dem auf den Wert

$$\frac{1}{n} \cdot Z$$

transformierten Wellenwiderstand des Speisekabels zusammensetzt. Damit ergibt sich der Abschlußwiderstand für die rücklaufende Welle auf einem der Verteilerkabel am Verzweigungspunkt V wie folgt:

$$R_V = Z \cdot \frac{\frac{1}{n-1} \cdot \frac{1}{n}}{\frac{1}{n-1} + \frac{1}{n}} = Z \cdot \frac{1}{2n-1} \quad (1)$$

Den für die rücklaufende Welle am Verteilerpunkt V wirksamen Reflexionsfaktor erhält man aus

$$\bar{r}_V = \frac{R_V - Z}{R_V + Z} = \frac{Z \left(\frac{1}{2n-1} - 1 \right)}{Z \left(\frac{1}{2n-1} + 1 \right)} = \frac{1-n}{n} \quad (2)$$

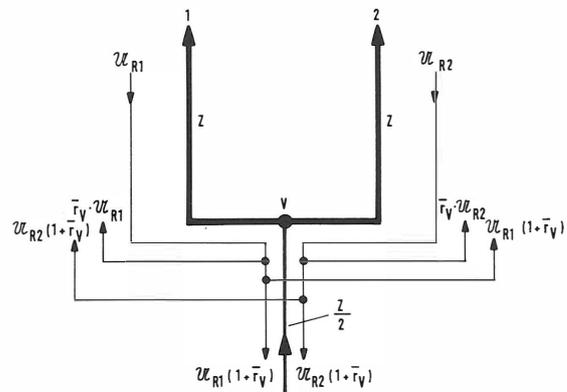


Bild 3

Verteilung der Rückläufe am Zweifachverteiler

- U_{Rn} = Rückflußamplitude (komplex)
- \bar{r}_V = Reflexionsfaktor am Verteilerpunkt

Wegen der Voraussetzung von reellen Wellenwiderständen ist der Reflexionsfaktor am Verteilerpunkt reell, jedoch wegen des Abschlußwiderstandes, der immer kleiner als Z ist, negativ.

Mit der Kenntnis des Reflexionsfaktors am Punkt V läßt sich nun der Verbleib der rücklaufenden Wellen aus den einzelnen Verbrauchern erklären. Dies geschieht im folgenden für den Spezialfall des Zweifachverteilers (**Bild 3**).

Aus (2) ergibt sich der Reflexionsfaktor am Verteilerpunkt eines Zweifachverteilers mit n = 2 zu

$$\bar{r}_V = \frac{1-2}{2} = -0,5 \quad (3)$$

Vom Rückfluß R1 aus dem Verbraucher 1 wird am Verteilungspunkt ein Anteil

$$U_{R1} \cdot \bar{r}_V = -0,5 U_{R1} \quad (4)$$

in den Verbraucher 1 zurückreflektiert. In den Ver-

braucher 2 und in Richtung zum Sender fließt dann je eine Welle mit der Amplitude

$$\mathcal{U}_{R1} (1 + \bar{r}_V) = + 0,5 \mathcal{U}_{R1} \quad (5)$$

Sinngemäß ergeben sich die gleichen Verhältnisse für die rücklaufende Welle des Verbrauchers 2.

Damit lassen sich nun die in die einzelnen Abschnitte der Schaltung laufenden Wellen wie folgt errechnen:

Mitfluß zum Verbraucher 1

$$\begin{aligned} \mathcal{U}_{M1} &= \mathcal{U}_{R1} \cdot \bar{r}_V + \mathcal{U}_{R2} (1 + \bar{r}_V) \\ &= - 0,5 (\mathcal{U}_{R1} - \mathcal{U}_{R2}) , \end{aligned} \quad (6)$$

Mitfluß zum Verbraucher 2

$$\begin{aligned} \mathcal{U}_{M2} &= \mathcal{U}_{R2} \cdot \bar{r}_V + \mathcal{U}_{R1} (1 + \bar{r}_V) \\ &= + 0,5 (\mathcal{U}_{R1} - \mathcal{U}_{R2}) , \end{aligned} \quad (7)$$

Rückfluß in Richtung Sender

$$\begin{aligned} \mathcal{U}_{RS} &= \mathcal{U}_{R1} (1 + \bar{r}_V) + \mathcal{U}_{R2} (1 + \bar{r}_V) \\ &= 0,5 (\mathcal{U}_{R1} + \mathcal{U}_{R2}) . \end{aligned} \quad (8)$$

Hierbei ist zu beachten, daß die Größen \mathcal{U}_{R1} und \mathcal{U}_{R2} komplexe Zahlen sind, die sich aus der gleichen Vorlaufamplitude, multipliziert mit dem komplexen Reflexionsfaktor des jeweiligen Verbrauchers, ergeben.

3. Mitfluß in Richtung Antenne

Um die von der Antennenreflexion entstehenden Mitflüsse zu ermitteln, sollen drei Fälle betrachtet werden:

1. Die komplexen Reflexionsfaktoren der Verbraucher sind nach Amplitude und Phase gleich, d. h. durch entsprechendes Einsetzen in (6) und (7) erkennt man, daß die Größen \mathcal{U}_{M1} und \mathcal{U}_{M2} gleich Null werden, d. h. am Verteilerpunkt tritt kein Mitfluß auf.

Durch Einsetzen in (8) zeigt sich, daß der gesamte Rückfluß in Richtung Sender läuft. Er wird erst nach Reflexion am Sender zum Mitfluß. Aufgrund des zweimaligen Durchlaufens der veränderbaren Leitungslänge läßt sich die Phasenlage zwischen Nutzsignal und Mitfluß variieren und damit ein Störungsminimum einstellen. Der Mitfluß kann am Senderausgang an einer Richtkopplermeßstelle kontrolliert werden. In diesem Falle entsprechen die Verhältnisse in der geteilten Antenne denjenigen der ungeteilten Antenne.

2. Die komplexen Reflexionsfaktoren der Verbraucher haben gleiche Amplitude, aber entgegengesetzte Phase, d. h. $\mathcal{U}_{R2} = -\mathcal{U}_{R1}$.

Durch Einsetzen in (6) und (7) ergibt sich

$$\mathcal{U}_{M1} = -\mathcal{U}_{R(1,2)} , \quad (9)$$

$$\mathcal{U}_{M2} = + \mathcal{U}_{R(1,2)} , \quad (10)$$

durch Einsetzen in (8)

$$\mathcal{U}_{RS} = 0 . \quad (11)$$

Hieraus ist zu erkennen, daß kein Rückfluß zum Sender geht. Eine Kontrolle des Mitflusses am Sender ist nicht möglich. Der gesamte Mitfluß geht vom Verteilerpunkt direkt zum Verbraucher, speist diesen nun aber gegenphasig.

Eine Verminderung der Störwirkung mit Hilfe einer veränderbaren Umwegleitung am Senderausgang ist nicht möglich.

3. \mathcal{U}_{R1} und \mathcal{U}_{R2} sind ungleich nach Betrag und Phase. Für alle anderen als die unter 1. und 2. behandelten Fälle läßt sich mit (6) bis (8) zeigen, daß die ungleichen Rückflüsse in einen gleichphasigen Anteil, der zum Sender weiterläuft, und einen gegenphasigen Anteil, der am Verteilerpunkt V zum Mitfluß wird, aufgeteilt werden. Für diese beiden Komponenten gelten dann jeweils die Bedingungen nach 1. und 2. Bild 4 veranschaulicht die Aufteilung der Rückläufe in gegenphasige Anteile (b und c), die als Mitfluß zum Verbraucher zurücklaufen, und den gleichphasigen Anteil (a), der zum Sender läuft. Dabei kann die Phasenlage zwischen der gleichphasigen und den gegenphasigen Komponenten beliebige Werte annehmen.

Grundsätzlich unterscheiden sich die Verhältnisse am Zweifachverteiler bei ungeteilten und geteilten Antennen nicht. Im Falle der ungeteilten Antenne fallen die Störungen wegen der geringen Laufzeit

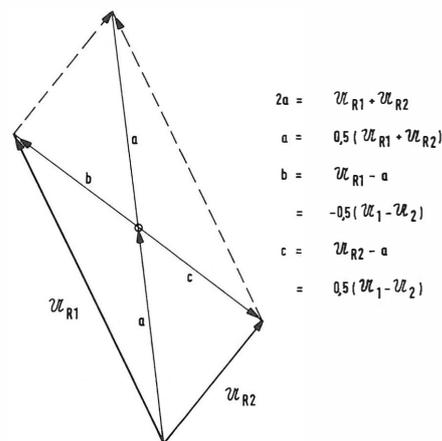


Bild 4

Ermittlung der Rückflußkomponenten

$\mathcal{U}_{R1}, \mathcal{U}_{R2}$ = Rückfluß

a = gleichphasige Komponente

b, c = gegenphasige Komponenten

aber praktisch mit dem Nutzbild zusammen und werden daher nicht als störend wahrgenommen. Bei geteilten Antennen treten die Störungen mit der Laufzeit der doppelten Entfernung zwischen Sender und Antenne auf. Je größer dieser Abstand ist, desto größer wird der Störeindruck.

4. Die Auswirkung des Mitflusses auf das ausgestrahlte Signal

In 3. wurde gezeigt, daß die Rückflüsse der beiden Halbantennen am Verteilerpunkt in gleichphasige Komponenten zerlegt werden. Die gleichphasige Komponente gelangt zum Sender und wird dort mit dem für die rücklaufende Welle wirksamen Reflexionsfaktor in Mitfluß umgewandelt. Dieser Mitfluß durchläuft den Weg bis zur Antenne in gleicher Weise wie das Nutzsignal, jedoch mit einem zeitlichen Abstand von der doppelten Laufzeit der Entfernung Sender - Antenne. Mit Hilfe einer veränderbaren Leitung können die Phasenbeziehungen zwi-

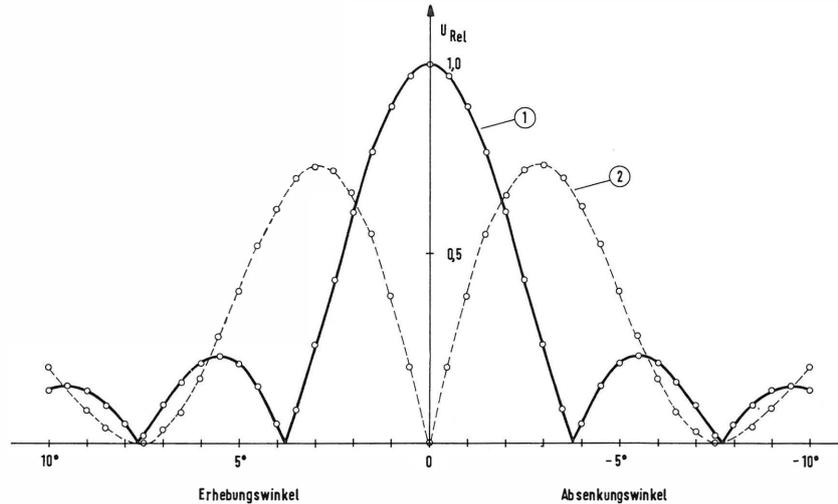


Bild 5
Fernsehtenne mit 8 Ebenen
Ebenenabstand 2,75 m, $f = 205$ MHz
Ohne Nullstellenauffüllung
① = Primärdiagramm (Halbantenne gleichphasig)
② = Sekundärdiagramm (Halbantenne gegenphasig)

schen Vorlauf und Mitfluß so variiert werden, daß der Störeindruck ein Minimum erreicht. Diese Störung wirkt sich im gesamten Versorgungsgebiet des Senders in gleicher Weise aus.

Anders verhält es sich mit den am Verteilerpunkt entstehenden gegenphasigen Anteilen. Diese gelangen nicht an den Sender zurück. Die Umwegleitung bleibt für eine Störwirkungsminderung unwirksam. Im Gegensatz zu den gleichphasigen Anteilen speisen diese Anteile die Halbantennen mit 180° Phasenunterschied.

In **Bild 5** ist das Vertikaldiagramm einer nicht nullstellenaufgefüllten Antenne dargestellt. Kurve 1 zeigt die bekannte Amplitudenverteilung in Abhängigkeit vom Erhebungswinkel (Primärdiagramm). Kurve 2 zeigt das Vertikaldiagramm bei gegenphasiger Speisung der Halbantennen (Sekundärdia-

gramm). Man erkennt, daß bei gegenphasiger Speisung in der Hauptstrahlrichtung (Erhebungswinkel 0°) keine Abstrahlung erfolgt. Das Maximum dieser Strahlung liegt etwa dort, wo die Nutzstrahlung ihr erstes Minimum hat.

In **Bild 6a** sind die Verhältnisse für die nullstellenaufgefüllte Antenne Hamburg in dem für die Versorgung relevanten Bereich der Absenkungswinkel dargestellt. Beachtet man die Tatsache, daß der Reflexionsfaktor in seiner Amplitude auf das Nutzsignal bezogen ist, so muß für die Beurteilung der Störwirkung im Versorgungsbereich das veränderte Verhältnis von Stör- zu Nutzsignal berücksichtigt werden. In **Bild 6b** wird dieser Faktor in Abhängigkeit vom Absenkungswinkel und alternativ von den sich für den Sender Hamburg ergebenden Entfernungen dargestellt. Wie man daraus erkennt, wird die Störwirkung im Umkreis von rund 9 km um den Sender verstärkt. So wird z. B. in etwa 4,5 km Entfernung aus einem gegenphasigen Reflexionsanteil

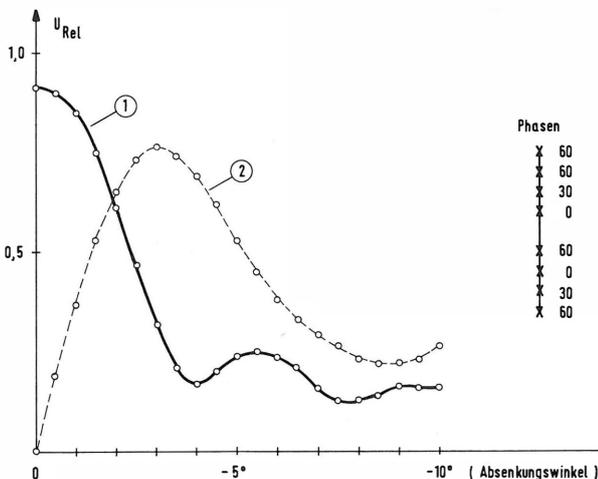


Bild 6a
Fernsehtenne Hamburg
Ebenenabstand 2,75 m, $f = 205$ MHz
① = Primärdiagramm
② = Sekundärdiagramm

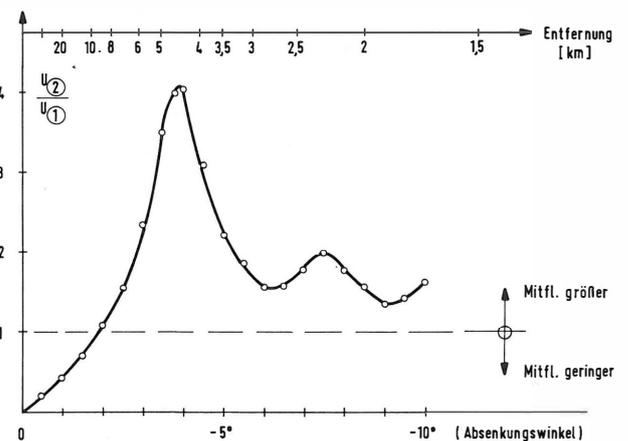


Bild 6b
Störbewertungsfaktor für die Antenne in Bild 6a

sungen im Strahlungsfeld wurden an Meßpunkten unterschiedlichster Entfernung durchgeführt. In **Bild 9** sind als Beispiele die Ergebnisse des Meßpunktes in 4,1 km Entfernung (Nahfeld) denjenigen des Meßpunktes in 18 km Entfernung (Fernfeld) gegenübergestellt.

Wie aus den **Bildern 9.1 bis 9.4** zu erkennen ist, zeigt sich bei Halbantennenbetrieb kein nennenswerter Unterschied zwischen Nah- und Fernfeld. Dagegen tritt dieser Unterschied bei der Gesamtantenne mit Zweifachverteiler augenfällig in Erscheinung (**Bild 9.5 und 9.6**). Nach Einsatz eines Brückenverteilers sind die Unterschiede praktisch verschwunden (**Bild 9.7 und 9.8**).

7. Schlußbemerkungen

In geteilten Antennen tritt an Zweifachverteilern eine Aufspaltung der Rückflüsse in einen gleichphasigen Anteil zum Sender und einen gegenphasigen Anteil direkt zu den Halbantennen auf. Letztere Anteile erzeugen ein Sekundärdiagramm, das besonders in Absenkungswinkeln unterhalb der Halbwertsbreite das Verhältnis Stör- zu Nutzsignal wesentlich verschlechtern kann. Die Störwirkung wird dabei um so größer, je größer die Entfernung zwischen Zweifachverteiler und Antenne ist. Bei Antennen mit einem 25fachen Gewinn ($G = 25$) und einer Schwerpunkthöhe von rund 300 m kann der Bereich, in dem die Störwirkung erhöht wird, bis zu etwa 20 km im Umkreis des Senders betragen.

Die Störwirkung kann mit den gebräuchlichen Rückflußmeßgeräten durch Messungen an Halbantennen und Gesamtantenne nicht erfaßt werden. Auch

wenn die Messungen nach Betrag und Phase durchgeführt werden, ist eine Voraussage nicht möglich. Die Störwirkung zeigt sich nur bei Messungen im Strahlungsfeld. Dabei ist es jedoch oft schwer, die tatsächlich von der Antenne herrührenden Störungen von solchen aus der Umgebung des Meßpunktes zu unterscheiden.

Wie gezeigt wurde, lassen sich Störungen, hervorgerufen von gegenphasigen Reflexionsanteilen in teilbaren Antennenanlagen, durch geeignete Schaltungen sicher vermeiden. Die verbleibenden gleichphasigen Anteile können mit Hilfe einer Richtkopplermessstelle am Senderausgang beurteilt werden. Ihre Störwirkung ist durch eine veränderbare Umwegleitung am Senderausgang beeinflusbar.

Aufgrund der hier aufgezeigten Verhältnisse in teilbaren Antennen muß gefolgert werden, daß in solchen Anlagen grundsätzlich Verteilerschaltungen mit Absorberwirkung eingesetzt werden sollten. Der Mehraufwand an Schaltelementen, gemessen am Gesamtaufwand der Antennenanlage mit zwei Energiekabeln und Umschaltfeld, ist minimal, die Verbesserung des ausgestrahlten Signals dagegen kann beträchtlich sein.

SCHRIFTTUM

- [1] Meinke, H.; Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Kap. E 14, S. 383 und W 7, S. 1445. 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1968.
- [2] Schaffer, G.: Frequenzweichen zum Betrieb von Fernseh-Bild- und Tonsendern an gemeinsamer Antenne. Rohde & Schwarz-Mitt. 4/1953, S. 210 bis 221.
- [3] Zinke, O.; Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. Kap. 4.13.4: Richtkoppler. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1973.

NEUE ERGEBNISSE ZUR VERMEIDUNG VON GEFAHREN DURCH ELEKTROMAGNETISCHE FELDER IM BEREICH LEISTUNGSSTARKER FUNKSENDER¹

VON MARTIN DAHME²

Manuskript eingegangen am 6. Mai 1983

Elektromagnetische Felder

Zusammenfassung

Als Teilgebiete der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) werden zwei Problembereiche der Gefährdung durch elektromagnetische Felder dargelegt. Die Basis eines biophysikalischen Nervenreizungs- und Wärmewirkungskonzeptes sowie davon abgeleitete Grenzwerte einer Personengefährdung durch RF-Felder werden aufgezeigt. Zur Vermeidung von Gefahren durch die unbeabsichtigte Zündung von explosiblen Gemischen durch RF-Felder werden Ergebnisse aus antennentheoretischen Berechnungen angegeben, mit deren Hilfe die Auskopplung von Energie aus dem Feld abgeschätzt werden kann. Grenzwerte der aus dem Feld maximal entnehmbaren Leistung werden genannt, bei deren Einhaltung eine Zündung explosibler Gemische als ausgeschlossen gilt.

Summary New results on the prevention of hazards due to electromagnetic fields in the vicinity of high-power

As sections of electromagnetic compatibility (EMC), two problem areas of hazards due to electromagnetic fields are discussed. The basis of a biophysical nerve-irritation and heat-effect concept as well as limiting values derived therefrom of hazards to persons due to RF fields are indicated. With a view to the prevention of hazards from the unintended ignition of explosive mixtures by RF fields, some results of calculations on antenna theory are put forward, by means of which the decoupling of energy from the field may be estimated. Limiting values are given for the maximum power that can be taken from the field, such that, if those values are respected, the ignition of explosive mixtures may be considered to be impossible.

Sommaire Nouveaux résultats dans la prévention des dangers causés par des champs électromagnétiques au voisinage des émetteurs de grande puissance

Deux ensembles de problèmes comportant le risque causé par des champs électromagnétiques sont exposés comme secteurs de la compatibilité électromagnétique (EMC). La conception fondamentale d'irritation nerveuse et d'effet thermique biophysiques est exposée ainsi que les valeurs limites en dérivantes et relatives au danger causé à la personne par des champs RF. Afin de prévenir des dangers suite à l'allumage non intentionnel de mélanges explosibles par des champs RF, on décrit des résultats obtenus par des calculs théoriques d'antennes, qui permettent d'estimer le découplage d'énergie du champ. Des valeurs limites de puissance maximale à prélever du champ sont indiquées, dont l'observation est considérée prohibitive à l'allumage des mélanges explosibles.

1. Einleitung

Die Verwendung elektromagnetischer Energie in nahezu allen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens, insbesondere am Arbeitsplatz, nimmt ständig zu. Als Folge davon arbeitet man international an der Problematik der elektromagnetischen Beeinflussung von Geräten und Systemen, als deren Teilaspekt die Gefährdung durch elektromagnetische Felder anzusehen ist. Hier steht im allgemeinen die Personengefährdung im Vordergrund. Ausgehend von den neuesten Forschungsergebnissen über die Wirkung nichtionisierender Strahlung auf den Menschen wurde in der Bundesrepublik Deutschland ein 2. Entwurf für die VDE-Bestimmung „Gefährdung von Personen durch elektromagnetische Felder“ verabschiedet. Ein weiteres vielbeachtetes Thema ist die unbeabsichtigte Zündung von explosiblen Gemischen durch elektromagnetische Felder. Hier wurde in der Bundesrepublik Deutschland ein Entwurf für die VDE-Bestimmung „Gefährliche Einflüsse durch elektromagnetische Wechselfelder auf explosionsfähige Atmosphäre“ erarbeitet. Im folgenden werden Voraussetzungen und Kriterien dargelegt, die zur Be-

urteilung einer Gefährdung im Sinne dieser neuen Normentwürfe maßgebend sind.

2. Gefährdung von Personen durch elektromagnetische Felder

Zur Beurteilung einer unmittelbaren Gefährdung von Personen durch elektromagnetische Felder können zwei unterschiedliche Konzepte angewandt werden [2]:

- Für Frequenzen unter 30 kHz sollen Gefahren durch eine Wechselwirkung von elektromagnetischen Feldern mit Nervenzellen ausgeschlossen werden.
- Für Frequenzen über 2 MHz sollen Gefahren aufgrund von Wärmewirkungen ausgeschlossen werden.

Im Bereich zwischen 30 kHz und 2 MHz können Gefahren sowohl nach a) als auch nach b) auftreten und müssen vermieden werden.

2.1. Feldstärken und Stromdichten im Körper

Aus vielen Untersuchungen der Biophysik, Medizin und Elektrotechnik wurden Schwellenwerte für die elektrische Stromdichte zur Stimulation von Nerven- und Muskelzellen entnommen. Hiervon kann eine Schwellenwertkurve für eine mögliche Schädigung abgeleitet werden, die hinreichend weit unterschritten werden sollte. Nach weiteren vorliegenden

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Dipl.-Phys. Martin Dahme ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Antennentechnik und Wellenausbreitung im Institut für Rundfunktechnik, München.

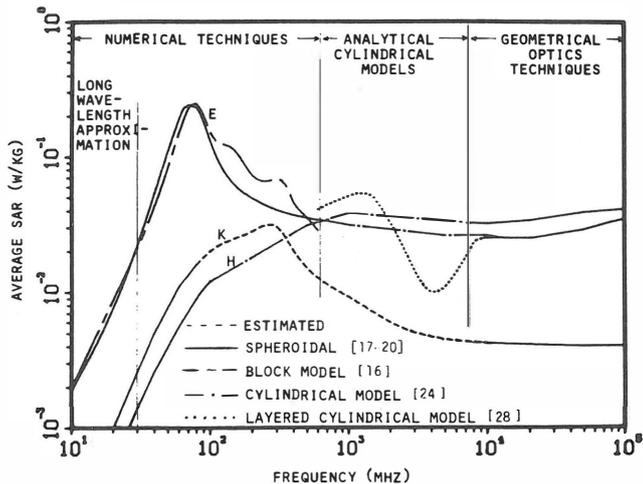


Bild 1

Unterschiedliche Rechenmethoden zur Berechnung von mittleren SAR-Werten für Modelle des Menschen bei Exposition durch eine ebene Welle einer Leistungsflußdichte 1 mW/cm^2

E, H, K stellen unterschiedliche Polarisierungen des Feldes bezüglich der Körperlängsachse dar [3]

biophysikalischen Erkenntnissen muß damit gerechnet werden, daß Stromdichten, die noch unterhalb der Reizschwellen liegen, Hirnfunktionen beeinflussen können. Aus einem Vergleich der felderzeugten Stromdichten mit den aufgrund der gehirnelektrischen Aktivität natürlicherweise fließenden Strömen im Gehirn kann abgeschätzt werden, daß ein sicherer Bereich für Stromdichten unterhalb von etwa $0,1 \mu\text{A/cm}^2$ für Frequenzen unter 100 Hz beginnt. Dieser Wert kann durch Anisotropie des Gewebes etwa um den Faktor 100 ansteigen.

Ab 100 Hz steigen die Schwellenwerte des sicheren Bereiches mit zunehmender Frequenz an, wobei bis zur wissenschaftlich abgesicherten Kenntnis des genauen Kurvenverlaufs ein Ansteigen proportional der Frequenz angenommen wird. Die so festgelegte

Kurve ergibt zwischen 1 kHz und 100 kHz einen Abstands faktor zum Reizschwellenwert von etwa 50. Nach der klassischen Mieschen Lösung einer dielektrischen Kugel im elektromagnetischen Feld wird der menschliche Kopf näherungsweise als homogene Kugel behandelt, und man erhält in einer Näherung für tiefe Frequenzen die inneren Stromdichten in Abhängigkeit vom äußeren elektrischen und magnetischen Feld. Hierbei wird für die Gehirns substanz eine mittlere spezifische Leitfähigkeit verwendet. Auf diese Weise ergibt sich mit Unsicherheiten im Rahmen des zugrundeliegenden Modells ein Maß für tolerierbare elektrische und magnetische Ersatzfeldstärken [1] im unteren kHz-Bereich.

2.2. Leistungsabsorption im Körper

Für die Bestimmung der Absorption von elektromagnetischer Energie im menschlichen Körper werden in der Literatur verschiedene Ansätze des Randwertproblems für die Maxwellgleichungen in einem endlich ausgedehnten Medium angegeben [3]. Mathematisch geschlossene Lösungen an Kugeln und Zylindern werden ergänzt und verfeinert durch Berechnungen an gestreckten und abgeflachten Ellipsoiden und durch Berechnungen an zusammengesetzten Blockmodellen, die nur noch iterativ bzw. numerisch lösbar sind. Hierbei kommen die Methode der finiten Elemente bzw. die Momentenmethode zur Anwendung, welche die elektromagnetische Verkopplung der Einzelelemente im Gesamtsystem berücksichtigen. Die Gültigkeit eines jeweiligen mathematischen und geometrischen Modells ist im wesentlichen durch das Verhältnis der geometrischen Länge des menschlichen Körpers zur Wellenlänge des äußeren elektromagnetischen Feldes bestimmt. Neueste Arbeiten verwenden darüber hinaus ein thermodynamisches Modell, das den Wärmetransport und das vorhandene Temperaturregelsystem im Körper berücksichtigt.

Die im Körper absorbierte Energie- bzw. Leistungsdichte hängt bei konstanter Geometrie von

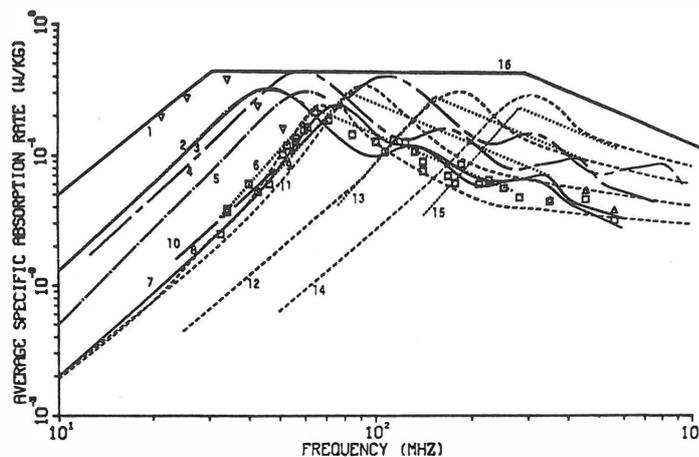


Bild 2

Gemittelter SAR-Wert über den ganzen Körper eines erwachsenen Menschen, Leistungsflußdichte 1 mW/cm^2

Die rechnerischen und experimentellen Ergebnisse verschiedener Autoren werden miteinander verglichen

Die äußere Einhüllende ergibt die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) für alle Körpergrößen bei gegebener Frequenz [4]

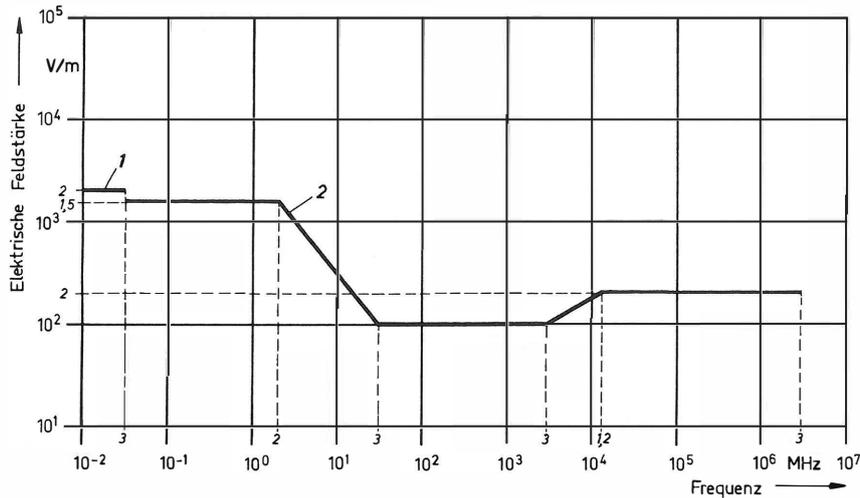


Bild 3

Grenzwerte der elektrischen Ersatzfeldstärke

- 1 = maximal zulässiger Spitzenwert der elektrischen Ersatzfeldstärke im Frequenzbereich $10 \text{ kHz} \leq f < 30 \text{ kHz}$ bei beliebig langer Einwirkungsdauer des elektromagnetischen Feldes
- 2 = maximal zulässiger Effektivwert der elektrischen Ersatzfeldstärke im Frequenzbereich $30 \text{ kHz} \leq f < 3000 \text{ GHz}$ bei einer Einwirkungsdauer des elektromagnetischen Feldes $\geq 6 \text{ min}$

Frequenz und Polarisation des äußeren Feldes ab, wobei der Einfluß der Umgebung zu berücksichtigen ist. Als Mittelwerte über den gesamten Körper liegen die Ergebnisse dosimetrischer Berechnungen im Frequenzbereich 10 MHz bis 100 GHz in Form von SAR-Werten (Specific Absorption Rate) vor und sind in **Bild 1** dargestellt zusammen mit den verschiedenen physikalischen Näherungen. Im freien Raum ergibt sich ein deutliches Absorptionsmaximum bei etwa 80 MHz, wenn eine ebene Welle mit E-Polarisation (elektrischer Feldvektor parallel Körperlängsachse) einfällt. Das Maximum ist durch Resonanz bedingt und tritt auf, wenn das Verhältnis Körperlängsachse zu Freiraumwellenlänge bei etwa 0,4 liegt. Für den Menschen durchschnittlicher Größe im freien Raum liegen charakteristische SAR-Werte im

Absorptionsmaximum bei 0,25 W/kg und im Mikrowellenbereich bei 0,04 W/kg, jeweils für eine Leistungsflußdichte des äußeren elektromagnetischen Feldes von 1 mW/cm². Die Auskopplung von Energie aus dem elektromagnetischen Feld hängt neben Frequenz und Polarisation auch von der Geometrie des Absorbers ab, so daß sich eine Verschiebung der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit vom Körpervolumen ergibt. Eine solche Verschiebung tritt auch infolge von Reflexionen an elektrisch leitenden Flächen auf, was z. B. für den Menschen auf leitendem Erdboden zu berücksichtigen ist. In **Bild 2** ist eine Reihe von volumen- und reflexionsbedingten Resonanzkurven durch eine einhüllende SAR-Kurve zusammengefaßt. Diese Kurve diene als Grundlage für Grenzwerte in einem ANSI-Standard [4].

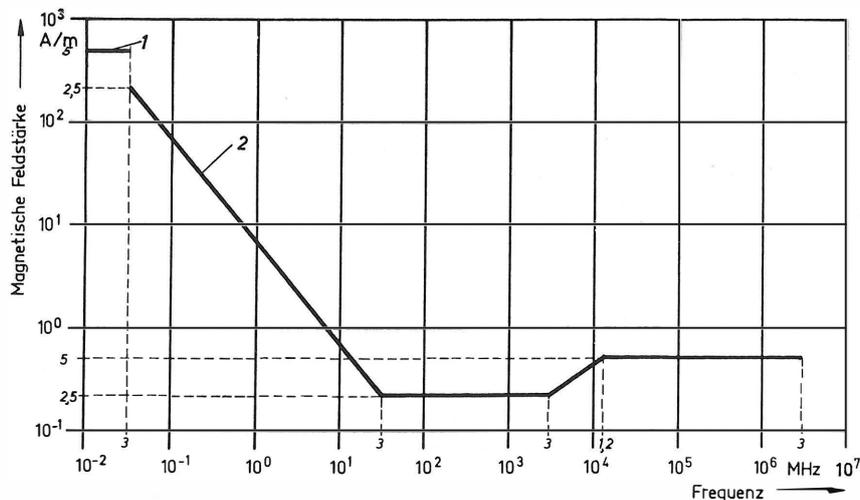


Bild 4

Grenzwerte der magnetischen Ersatzfeldstärke

- 1 = maximal zulässiger Spitzenwert der magnetischen Ersatzfeldstärke im Frequenzbereich $10 \text{ kHz} \leq f < 30 \text{ kHz}$ bei beliebig langer Einwirkungsdauer des elektromagnetischen Feldes
- 2 = maximal zulässiger Effektivwert der magnetischen Ersatzfeldstärke im Frequenzbereich $30 \text{ kHz} \leq f < 3000 \text{ GHz}$ bei einer Einwirkungsdauer des elektromagnetischen Feldes $\geq 6 \text{ min}$

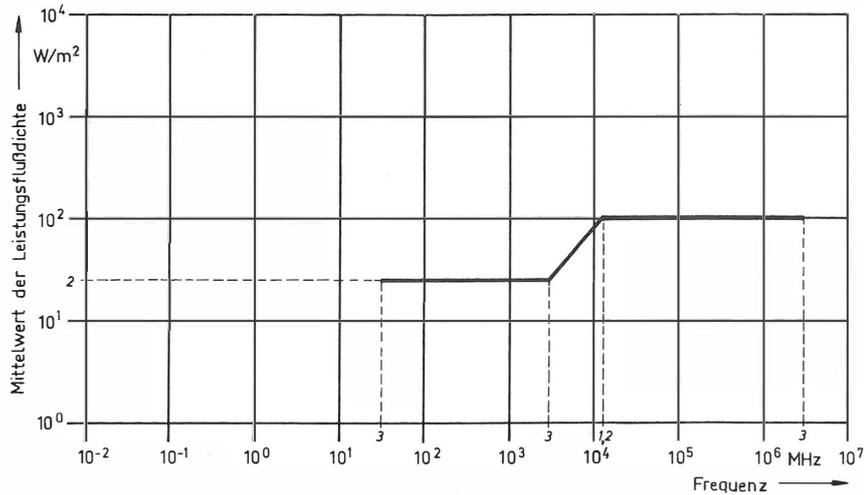


Bild 5
Grenzwerte der maximal zulässigen Leistungsflußdichte im Frequenzbereich $30 \text{ MHz} \leq f < 3000 \text{ GHz}$
bei einer Einwirkungsdauer des elektromagnetischen Feldes $\geq 6 \text{ min}$

Nach allgemeiner Ansicht bildet der Grundumsatz im menschlichen Körper mit etwa $1,2 \text{ W/kg}$ das Maß der tolerierbaren Wärmemenge. Da der Grundumsatz bereits bei leichter Arbeit um ein Vielfaches überschritten wird, wird ein ihm entsprechender Wert für die zusätzliche thermische Belastung bei Absorption von elektromagnetischer Energie als ungefährlich angesehen. Für die quantitativen Überlagerungen wird zur Ermittlung der Grenzwerte ein über den Körper gemittelter SAR-Wert von 1 W/kg für die zulässige spezifische absorbierbare Leistung zugrunde gelegt. Somit ist der Bezug zu den äußeren elektromagnetischen Feldgrößen hergestellt.

In verschiedenen Arbeiten wird das SAR-Konzept durch Berechnung von Teilkörperresonanzen für die Ermittlung lokaler SAR-Werte erweitert. Parallel hierzu werden die Temperaturerhöhungen im ganzen Körper und in einzelnen Regionen infolge absorbierter elektromagnetischer Leistung nach einem Thermoregulationsmodell berechnet. Diese Ergebnisse er-

gänzen und stützen im wesentlichen das SAR-Konzept.

2.3. Grenzwerte

Auf der Grundlage der dargelegten Zusammenhänge wurden im Entwurf VDE 0848 Teil 2/... 82 und der Ergänzung VDE 0848 Teil 2 A1/... 83 Grenzwerte zur Personengefährdung durch elektromagnetische Felder festgelegt (Bild 3 bis 5). Diese umfassen getrennt die elektrische und die magnetische Ersatzfeldstärke sowie die Leistungsflußdichte, jeweils im äußeren elektromagnetischen Feld ohne Anwesenheit des Menschen. Die Grenzwerte gelten für Daueraufenthalt im Feld und können für Kurzzeitexposition nach einer Rechenvorschrift überschritten werden. Sie berücksichtigen Ganz- und Teilkörperabsorption, insbesondere im Kopf.

3. Zündung von explosiblen Gemischen durch elektromagnetische Felder

Eine unmittelbare Zündung explosibler Gemische durch elektromagnetische Energie wird außerhalb des Brennpunktes fokussierter Strahlung ausgeschlossen,

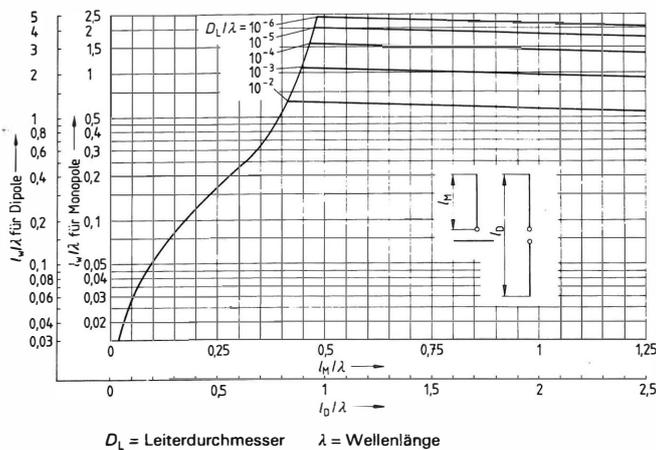


Bild 6
Ermittlung der wirksamen Länge l_w von Dipolen im freien Raum und Monopolen (Leiter senkrecht zur spiegelnden Ebene) der Länge l_D und l_M für eine sicherheitstechnische Abschätzung der Leerlaufspannung

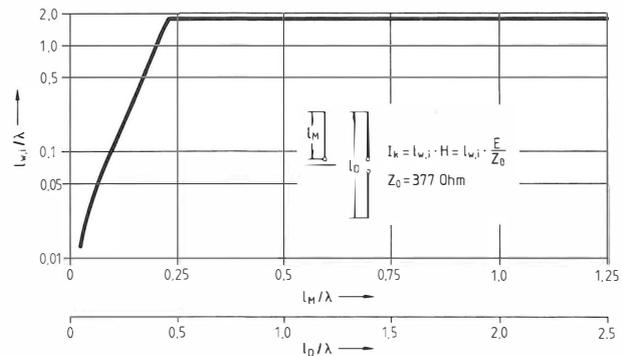


Bild 7
Ermittlung der wirksamen Länge l_w von Dipolen im freien Raum und Monopolen (Leiter senkrecht zur spiegelnden Ebene) der Länge l_D und l_M für eine sicherheitstechnische Abschätzung des Kurzschlußstromes

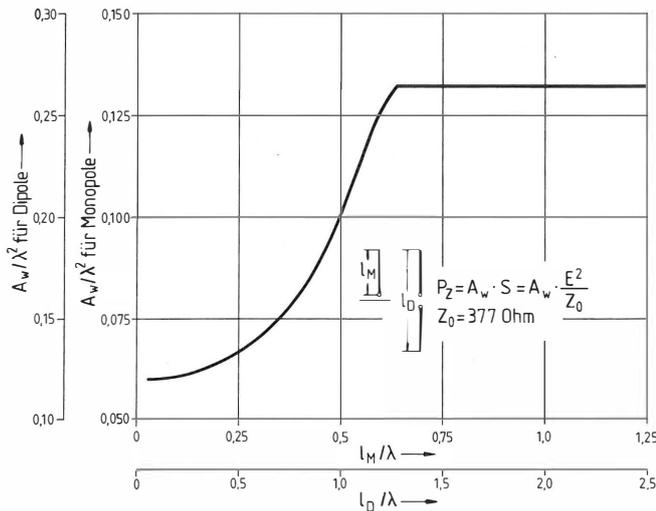


Bild 8
Ermittlung der Wirkfläche A_w von Dipolen im freien Raum und Monopolen (Leiter senkrecht zur spiegelnden Ebene) der Länge l_D und l_M für eine sicherheitstechnische Abschätzung der maximal entnehmbaren Wirkleistung

wobei auf den Sonderfall wegen der sehr geringen Auftretswahrscheinlichkeit hier nicht weiter eingegangen werden soll. Es wird daher nur eine mittelbare Zündung betrachtet, bei der durch ein Empfangsgebilde aus dem elektromagnetischen Feld Energie ausgekoppelt und auf einen Funken übertragen wird. Dabei muß der Funke genügend energiereich sein, um eine Zündung des explosiblen Gemisches bewirken zu können.

3.1. Wirksame Längen und Wirkflächen von Empfangsgebilden

Die in der Praxis auftretenden Empfangsgebilde sind beliebige Metallstrukturen mit einer oder mehreren Trennstellen, zwischen denen sich ein Funke bilden kann. Zur Abschätzung der aus solchen Empfangsgebilden maximal entnehmbaren Leistungen ist man im allgemeinen Fall auf ein standardisiertes Verfahren angewiesen. Dieses besteht in der Abschätzung der mit bekannten Standardantennen aus

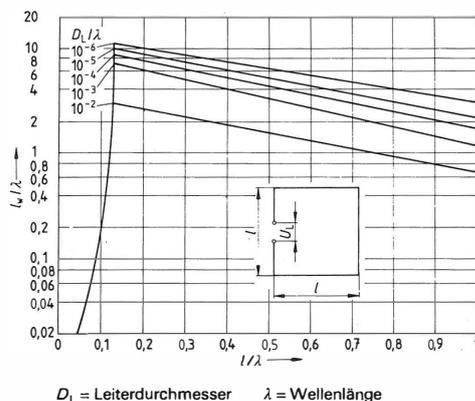


Bild 9
Ermittlung der wirksamen Länge l_w von quadratischen Rahmen (eine Windung) der Kantenlänge l im freien Raum für eine sicherheitstechnische Abschätzung der Leerlaufspannung

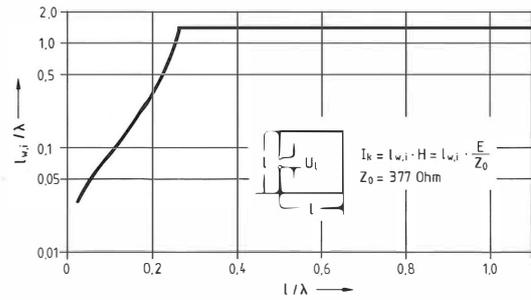


Bild 10
Ermittlung der wirksamen Länge $l_{w,i}$ von quadratischen Rahmen (eine Windung) der Kantenlänge l im freien Raum für eine sicherheitstechnische Abschätzung des Kurzschlußstromes

dem elektromagnetischen Feld bei Anpassung maximal entnehmbaren Leistung, wobei Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom sowie Eingangsimpedanz an der Antennenklemme ebenfalls von Interesse sein können. Im Institut für Rundfunktechnik wurden exakte Berechnungen nach der Momentenmethode für Dipol- und Rahmenantennen im freien Raum sowie für Monopole über leitender Ebene durchgeführt. Sie berücksichtigen unterschiedliche Leiterdurchmesser mit Leiterlängen bis zu einigen Wellenlängen. Es ist üblich, stellvertretend für die Größen Leerlaufspannung, Kurzschlußstrom und maximal entnehmbare Leistung die auf die elektrische Ersatzfeldstärke, magnetische Ersatzfeldstärke und Leistungsflußdichte normierten wirksamen Längen l_w , $l_{w,i}$ und die Wirkfläche A_w der Antennen bzw. Empfangsgebilde einzuführen [1]. Diese antennenspezifischen Größen können im Fernfeld als „Gerätekonstante“ der Empfangsantennen angesehen werden. Sie sind, über der Leiterlänge aufgetragene, oszillierende Funktionen mit starken Maxima und Minima. Die **Bilder 6 bis 11** zeigen die Hüllkurven von wirksamen Längen und Wirkflächen für Dipole/Monopole und Rahmen über der Leiterlänge in einer auf die Wel-

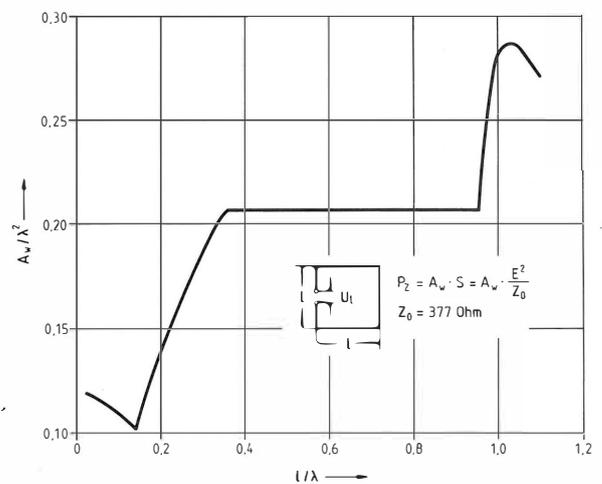


Bild 11
Ermittlung der Wirkfläche A_w von quadratischen Rahmen (eine Windung) der Kantenlänge l im freien Raum für eine sicherheitstechnische Abschätzung der maximal entnehmbaren Wirkleistung

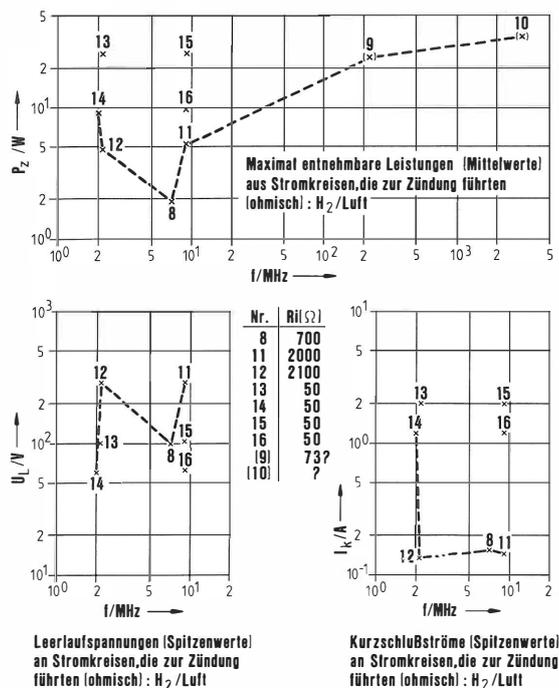


Bild 12

Maximal entnehmbare Leistungen, Leerlaufspannungen und Kurzschlußströme, die zur Zündung führten

lenlänge normierten Darstellung. Hiermit können für in der Praxis auftretende Empfangsgebilde die entsprechenden Größen bei ähnlicher Leitergeometrie für den ungünstigsten Fall abgeschätzt werden. Untersuchungen zur Höhenabhängigkeit der Wirkfläche von Antennen haben gezeigt, daß mit wachsender Leiterlänge die Spiegelung über leitender Ebene vernachlässigt werden kann und näherungsweise Freiraumverhältnisse vorherrschen [5]. Eine Spiegelung der Antenne reduziert die im Freiraum maximal entnehmbare Leistung höchstens um den Faktor 2. Somit beanspruchen die Diagramme in den Bildern 8 und 11 im Sinne der hier vorgenommenen Abschätzungen eine gewisse Allgemeingültigkeit.

3.2. Ergebnisse von Zündversuchen

Zahlreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen, die im Laufe der letzten Jahre vorwiegend in Großbritannien über die Zündung von explosiblen Gemischen durch RF-Energie veröffentlicht wurden, wurden hinsichtlich der Zündparameter in einer vergleichenden Übersicht ausgewertet [6]. Zum weiteren Vergleich wurden Meßergebnisse aus früheren Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt herangezogen. Somit ergibt sich eine frequenzabhängige Übersicht der Zündwerte von Leerlaufspannung, Kurzschlußstrom und maximal entnehmbarer Wirkleistung an bzw. aus den verwendeten Zündstromkreisen für die Gase Wasserstoff, Äthylen, Propan, Methan und Butan im jeweils zündwilligsten Gas/Luft-Gemisch. Hieraus läßt sich folgende Erkenntnis ableiten, wie aus Bild 12 am Beispiel eines Wasserstoff/Luft-Gemisches ersichtlich: Es besteht eine deutliche Abhängigkeit der Zündwerte vom Innenwiderstand des Zündstromkreises. Die niedrigsten Zündwerte der maximal entnehmbaren Leistung ergeben sich bei den höch-

sten Innenwiderständen. Die niederohmigen Meßwerte liegen um etwa bis zu einer Größenordnung über den hochohmigen. Das entsprechende Verhalten zeigt sich für den Kurzschlußstrom, und das umgekehrte Verhalten für die Leerlaufspannung, in Übereinstimmung mit der Theorie. Hierin spiegelt sich offensichtlich das Anpassungsproblem des Zündfunkens wider.

Über das genaue Impedanzverhalten des Funkens als transients Vorgang ist bislang wenig bekannt geworden. Man findet in der Literatur häufig den Hinweis, es liege ein überwiegend ohmsches Verhalten vor. Die vergleichende Auswertung könnte eine Bestätigung für eine hochohmige Funkenimpedanz sein. Aus der Impedanzabhängigkeit der Funkenzündung ergibt sich für die Festlegung von Zündgrenzwerten notwendigerweise die folgende Situation: Wenn, wie im Explosionsschutz bisher angenommen, neben dem Grenzwert der maximal entnehmbaren Leistung weitere Grenzwerte für Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom angegeben werden, die alle gleichzeitig eingehalten werden müssen, so liegt man damit auf der sicheren Seite. Gegenüber dem alleinigen Leistungskriterium verschenkt man allerdings einen unter Umständen beträchtlichen Faktor, der im wesentlichen aus dem Verhältnis des tatsächlichen Betrages der Eigenimpedanz des Zündkreises zu demjenigen ohmschen Anteil der Eigenimpedanz besteht, welcher der Festlegung des jeweiligen Grenzwertes zugrunde liegt. Unter Berücksichtigung der hier dargelegten Ergebnisse wurden in einem Entwurf zu VDE 0848 Teil 3 Grenzwerte der maximal entnehmbaren Wirkleistung erarbeitet, die für die Explosionsgruppe II C 1,5 W und für die Explosionsgruppen II A und II B 5 W betragen.

4. Schwerpunkte zukünftiger Untersuchungen

In der Vergangenheit wurde eine Reihe von Problemen aus dem Themenkreis „Gefahren durch elektromagnetische Felder“ zufriedenstellend gelöst. Dies gilt in Teilaspekten besonders für die Personengefährdung, wo weltweite Aktivitäten mit gezielten Forschungsprogrammen im Bereich der thermischen Wirkungen wesentliche Erkenntnisse brachten. Für den Bereich der Wechselwirkungen von elektromagnetischen Feldern mit Nervenzellen bei tiefen Frequenzen sind weitere Untersuchungen insbesondere mit Magnetfeldern erforderlich. Hier sollte auch der kontinuierliche Übergang zu vorliegenden Ergebnissen aus dem Bereich der technischen Frequenzen hergestellt werden. Die Normungsaktivitäten zur Problematik der Zündung explosibler Gemische fand bisher überwiegend auf empirischer Basis mit ungenügend optimierten Versuchsbedingungen statt. Hier ist für die Festlegung optimaler Zündversuche und davon abzuleitender Grenzwerte dringend die Erforschung eines thermodynamisch-elektrischen Funkenmodells notwendig, das den Anforderungen der Plasmaphysik gerecht wird und Aussagen über transiente Energie- und Impedanzverhalten zuläßt. Von übergreifender Bedeutung für die verschiedenen Anwendungsfälle in der unmittelbaren Umgebung von Strahlungsquellen sind geeignete Abschätzungsverfahren für die im Nahfeld auskoppelbare Leistung.

Nach vorläufigen Ergebnissen für den Bereich der Personengefährdung [2] sind hier für die Funkenzündung aufgrund eines ganz anderen Zeitverhaltens weitere theoretische Untersuchungen erforderlich. Das gleiche gilt für die Entwicklung von Rechenmethoden, mit deren Hilfe die Überlagerung mehrerer Frequenzen für die bei den verschiedenen Gefährdungsarten unterschiedlich wirkenden Energie- bzw. Leistungsabsorptionen in ihrer Summenwirkung erfaßt werden kann. Dazu gehört automatisch die Bewertung der Modulation von Aussendungen bei Kurzzeitvorgängen.

SCHRIFTTUM

[1] V D E 0 8 4 8 : Gefährdung durch elektromagnetische Felder. Teil 1: Meß- und Berechnungsverfahren. Hrsg. v. d.

Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE), Berlin 1982.

- [2] B e r n h a r d t, J. H.; D a h m e, M.; R o t h e, F. K.: Gefährdung von Personen durch elektromagnetische Felder. STH-Berichte 2/1983, Schriftenreihe des Instituts für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes. Dietrich Reimer Verlag, Berlin 1983.
- [3] D u r n e y, C. H.: Electromagnetic dosimetry for models of humans and animals: A review of theoretical and numerical techniques. Proc. of the IEEE 68 (1980), S. 33 bis 40.
- [4] G a n d h i, O. P.: Dosimetry — The absorption properties of man and experimental animals. Bull. N.Y. Acad. Med. 55 (1979), S. 999 bis 1020.
- [5] K n i g h t, P.: Radio-frequency ignition hazards: The choice of reference aerial for available-power calculations. BBC-Report RD 1982/16.
- [6] D a h m e, M.: Auswertung der Meßergebnisse aus englischen Arbeiten zur Entzündung explosibler Gemische durch RF-Energie. DKE-RS. Nr. 764.0.1/3-82 (1982).

FELDESTÄRKEMESSONDE ZUR BEURTEILUNG DER PERSONENGEFÄHRDUNG IM NAHFELD VON LEISTUNGSSTARKEN FUNKSENDERN

VON DIETER HOFF UND KARL-HEINZ TÜRKNER²

Manuskript eingegangen am 7. Februar 1983

Elektromagnetische Felder

Zusammenfassung

Zur Konzeption eines Meßverfahrens werden Größen zur Beurteilung der Gefährdung durch starke elektromagnetische Felder abgeleitet. Es zeigt sich, daß im allgemeinen sämtliche Feldstärkekomponenten am Meßort berücksichtigt werden müssen.

Für den Einsatz im Nahfeld leistungsstarker Funksender im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich müssen an eine universell einsetzbare Meßeinrichtung bestimmte Anforderungen, insbesondere hinsichtlich Isotropie, Bandbreite, Dynamik, Einstrahlfestigkeit und Handhabbarkeit gestellt werden. Die sich aus diesen Anforderungen ergebenden Entwicklungsprobleme werden dargestellt; die gefundenen Lösungen führen zu einer direktanzeigenden Meßeinrichtung, die für den praktischen Einsatz geeignet ist.

Summary Field-strength measuring probe for appraising the danger to man in the near-field of high-power radio transmitters

For the conception of a measuring method, values are derived for appraising the danger due to strong electromagnetic fields. It appears that, in general, all the field-strength components at the point of measurement must be taken into account.

For application in the near-field of high-power radio transmitters in the LF, MF and HF bands, certain constraints, in particular regarding isotropy, bandwidth, dynamic, irradiation resistance and facility of manipulation, must be made on a universally-applicable measuring installation. The article discusses the problems of development arising from those constraints; the solutions found give rise to a direct-indicating measuring installation which is suitable for practical application.

Sommaire Sonde de mesure de champ pour évaluer les dangers que le champ proche des émetteurs de grande puissance présente pour l'homme

Dans le cadre de l'étude d'une méthode de mesure, on a déterminé des valeurs numériques destinées à évaluer le danger présenté par les champs électromagnétiques intenses. Il est apparu que, d'une manière générale, il faut tenir compte de toutes les composantes du champ au point de mesure.

Un dispositif de mesure utilisable universellement dans le champ proche de tous les émetteurs de forte puissance en B.km, B.hm et B.dam doit respecter certaines contraintes, notamment dans les domaines de son isotropie, de sa bande passante, de sa dynamique, de sa résistance aux rayonnements et de sa facilité d'utilisation. L'article étudie les difficultés que ces contraintes ont entraînées pour la conception de l'appareil; les solutions adoptées ont conduit à la réalisation d'un instrument à lecture directe utilisable dans la pratique.

1. Einleitung

Das Problem der Beeinflussung von Personen durch elektromagnetische Felder hat in den letzten Jahren national und international zunehmend Beachtung gefunden. Einerseits ist in den letzten Jahrzehnten ein Trend zu höheren Sendeleistungen bei Rundfunksendern im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich erkennbar. Auf der anderen Seite wurden durch eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten die Kenntnisse über die in Betracht kommenden Gebiete der Physik und der Medizin im Hinblick auf Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf Personen gerade in den letzten Jahren erheblich vertieft. Hinzu kommt eine in den letzten Jahren sich verstärkende, kritische Einstellung zu Arbeits- und Umweltbedingungen.

Die Einflüsse elektromagnetischer Felder auf Personen sind verschiedener Art. Unter direkten Einwirkungen faßt man thermische Wirkungen (Erwärmung) und nichtthermische Wirkungen (Beeinflussung von Körperfunktionen) zusammen. Unter in-

direkten Einwirkungen sind hingegen solche Wirkungen zu verstehen, bei denen die Gefährdung nicht von den Feldern selbst ausgeht, sondern von Effekten, die durch die Felder hervorgerufen werden (z. B. Induzierung hochfrequenter Spannungen an leitenden Gebilden; Funkenbildung, die zur Zündung explosibler Gemische führt).

Die Arbeit an den anstehenden Problemen, die häufig international unter den Begriff Electromagnetic Compatibility (EMC) eingeordnet werden, haben dazu geführt, daß in verschiedenen Ländern Grenzwerte der Gefährdung festgelegt wurden, die allerdings unterschiedlich sind.

In der Bundesrepublik befassen sich die ARD und das Institut für Rundfunktechnik sowie die Deutsche Bundespost seit mehr als einem Jahrzehnt im Rahmen ihrer Fürsorgepflicht als Betreiber von leistungsstarken Funksenderanlagen mit der Gefährdungsproblematik im Sendernahfeld. Diese Arbeiten haben nun durch die Verabschiedung einer Richtlinie zur internen Betriebsanwendung ihren Abschluß gefunden. Auch der VDE und die Berufsgenossenschaften befassen sich seit einigen Jahren mit dem Thema der Personengefährdung. Die Bestimmung VDE 0848 „Gefährdung durch elektromagnetische Felder“ liegt mittlerweile im Entwurf der Öffentlichkeit vor und könnte in Kürze verabschiedet und zur Anwendung freigegeben werden [1]. Die Be-

¹ Erweiterte Fassung eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Dr.-Ing. Dieter Hoff ist Leiter der Abteilung Senderbetriebstechnik beim Westdeutschen Rundfunk, Köln; Dr.-Ing. Karl-Heinz Türkner ist Akademischer Oberrat am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik der Technischen Universität München.

rufsgenossenschaften bereiten z. Z. sogenannte „Sicherheitsregeln für Arbeitsplätze mit Gefährdung durch elektromagnetische Felder“ vor.

Grundlage für die Anwendbarkeit von Richtlinien und Bestimmungen ist die Festlegung und die Meßbarkeit von Einflußgrößen als Maß der Gefährdung. Während zur Beurteilung der indirekten Wirkungen konventionelle Meßgeräte verwendet werden können, erfordert die Beurteilung der direkten Wirkungen meist spezielle Meßverfahren und besondere Meßgeräte, da Gefährdungen ja am ehesten im Nahfeld von Senderanlagen auftreten, also in Bereichen mit komplizierten elektromagnetischen Feldzuständen.

Für die Rundfunkanstalten und die Bundespost, die in der Bundesrepublik die Rundfunksender betreiben, ist der Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich im Zusammenhang mit Personengefährdung von besonderer Bedeutung, da in diesen Bereichen im begehren Nahfeld von Sendeantennen große Feldkonzentrationen auftreten können, denen hinsichtlich der Gefährdung besonderes Augenmerk geschenkt werden muß. Zwar befinden sich seit einiger Zeit Meßgeräte auf dem Markt, die den LMK-Bereich teilweise abdecken; ein universell einsetzbares Gerät zur Beurteilung der Gefährdung, das allen Anforderungen hinsichtlich Bandbreite, Dynamik und Handhabbarkeit gerecht wird, ist bisher nicht vorhanden. Deshalb haben sich der Westdeutsche Rundfunk und der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik der Technischen Universität München im Jahre 1977 entschlossen, in Zusammenarbeit eine für Rundfunkzwecke geeignete Meßsonde zu konzipieren, zu entwickeln und als Prototyp herzustellen. Das Ergebnis der Arbeit soll mit diesem Beitrag vorgestellt werden.

2. Meßgrößen zur Beurteilung des Feldzustandes

Zur Erfassung von elektromagnetischen Feldern allgemeiner Art müssen an jedem beliebigen Aufpunkt verschiedene Feldkomponenten betrachtet werden [2]. Zum Beispiel setzt sich die momentane elektrische Feldstärke bei Wahl eines kartesischen Koordinatensystems zusammen aus

$$\vec{e}(t) = e_x(t) \cdot \vec{k}_x + e_y(t) \cdot \vec{k}_y + e_z(t) \cdot \vec{k}_z; \quad (1)$$

e_x, e_y, e_z sind momentane elektrische Feldstärkekomponenten, $\vec{k}_x, \vec{k}_y, \vec{k}_z$ sind die Einheitsvektoren in x-, y-, z-Richtung. Für den momentanen magnetischen Feldstärkevektor $\vec{h}(t)$ gilt eine entsprechende Beziehung wie (1).

An einem beliebigen Ort liegen folgende Feldstärkekomponenten vor:

$$\begin{aligned} e_x(t) &= E_x \cdot \cos(\omega t + \varphi_{E_x}) \\ e_y(t) &= E_y \cdot \cos(\omega t + \varphi_{E_y}) \\ e_z(t) &= E_z \cdot \cos(\omega t + \varphi_{E_z}) \\ h_x(t) &= H_x \cdot \cos(\omega t + \varphi_{H_x}) \\ h_y(t) &= H_y \cdot \cos(\omega t + \varphi_{H_y}) \\ h_z(t) &= H_z \cdot \cos(\omega t + \varphi_{H_z}) \end{aligned}$$

Nach einfacher Umwandlung in eine komplexe Darstellung erhält man

$$\vec{e}(t) = \operatorname{Re} \left\{ \vec{E} \cdot \exp(j\omega t) \right\} \quad (2)$$

mit

$$\vec{E} = E_x \cdot \vec{k}_x + E_y \cdot \vec{k}_y + E_z \cdot \vec{k}_z$$

\vec{E} ist ein komplexer, zeitunabhängiger Vektor, den man auch „Vektorzeiger“ nennt. Er kann in Real- und Imaginärteil zerlegt werden:

$$\vec{E} = \vec{E}_{re} + j\vec{E}_{im} \quad (3)$$

mit

$$\vec{E}_{re} = E_x \cdot \cos\varphi_{E_x} \cdot \vec{k}_x + E_y \cdot \cos\varphi_{E_y} \cdot \vec{k}_y + E_z \cdot \cos\varphi_{E_z} \cdot \vec{k}_z$$

$$\vec{E}_{im} = E_x \cdot \sin\varphi_{E_x} \cdot \vec{k}_x + E_y \cdot \sin\varphi_{E_y} \cdot \vec{k}_y + E_z \cdot \sin\varphi_{E_z} \cdot \vec{k}_z$$

Wird (3) in (2) eingesetzt, ergibt sich

$$\vec{e}(t) = \vec{E}_{re} \cdot \cos(\omega t) - \vec{E}_{im} \cdot \sin(\omega t) \quad (4)$$

Da (4) für jedes t gilt, liegen die drei Vektoren in einer Ebene. Die Spitze des Vektors $\vec{e}(t)$ beschreibt eine ebene Ellipse (**Bild 1**).

Die Vektoren \vec{E}_{im} und \vec{E}_{re} beschreiben im allgemeinen nicht die kleine und die große Halbachse der Ellipse. Durch Zeittransformation kann ein Vektorzeiger gefunden werden, dessen Real- und Imaginärteil aus der kleinen und der großen Halbachse der Ellipse besteht.

Äquivalente Beziehungen ergeben sich für die momentane magnetische Feldstärke $\vec{h}(t)$. Aus den momentanen Feldkomponenten kann auch der momentane Poyntingsche Vektor gewonnen werden [2].

$$\vec{s}(t) = \vec{e}(t) \cdot \vec{h}(t)$$

$$\vec{s}(t) = s_x(t) \cdot \vec{k}_x + s_y(t) \cdot \vec{k}_y + s_z(t) \cdot \vec{k}_z$$

mit

$$s_x(t) = S_x + \Delta s_x(t)$$

$$s_y(t) = S_y + \Delta s_y(t)$$

$$s_z(t) = S_z + \Delta s_z(t)$$

Es ist damit

$$\vec{s}(t) = \vec{S} + \vec{\Delta s}(t) \quad (6)$$

Nach einigen Umwandlungen ergibt sich ähnlich wie in (4)

$$\vec{s}(t) = \vec{S} + \left[\vec{S}_{re} \cdot \cos(2\omega t) - \vec{S}_{im} \cdot \sin(2\omega t) \right] \quad (7)$$

\vec{S} wird allgemein der zeitgemittelte Poyntingsche Vektor genannt. $\vec{\Delta s}(t)$ beschreibt den zeitalternierenden Teil von $\vec{s}(t)$, der mit der doppelten Kreisfrequenz

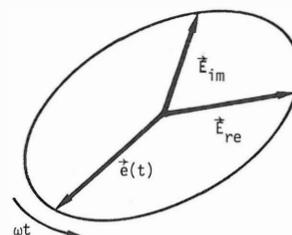


Bild 1

Lage der elektrischen Feldstärkevektoren

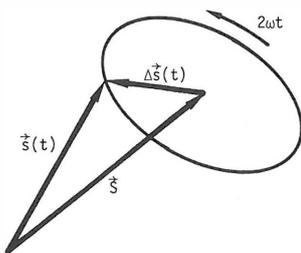


Bild 2
Momentaner Poyntingscher Vektor

quenz in einer Ellipsenebene die Spitze des zeitgemittelten Poyntingschen Vektors umläuft (**Bild 2**).

Der Feldzustand in einem Aufpunkt wird also korrekt durch die beschriebenen Feldstärkeellipsen $\vec{e}(t)$ und $\vec{h}(t)$ dargestellt. Hinzu kommt der momentane Poyntingsche Vektor mit seinem zeitgemitteltem und seinem zeitlich alternierenden, eine Ellipse beschreibenden Anteil. Im allgemeinen liegen die Ellipsen der elektrischen und der magnetischen Feldstärke sowie des momentanen Poyntingschen Vektors in verschiedenen Ebenen.

Aufgrund der obigen Betrachtungen ist die Schwierigkeit erkennbar, eine meßtechnisch erfaßbare Größe zur Beurteilung der Gefährdung festzulegen, da der Feldzustand im Aufpunkt im allgemeinen durch mehrere, nicht zusammenfaßbare Feldvektoren verschiedener Richtung und Phase beschreibbar ist. Dennoch ergibt sich eine geeignete Meßgröße aus dem in (2) definierten komplexen, zeitunabhängigen Vektor \vec{E} . Multipliziert man ihn mit seinem konjugiert komplexen Wert \vec{E}^* , so ergibt sich mit (3)

$$\vec{E} \cdot \vec{E}^* = \vec{E}_{re}^2 + \vec{E}_{im}^2 = E_x^2 + E_y^2 + E_z^2 \quad .$$

Dieses Produkt stellt eine skalare Größe dar, die dem Quadrat einer fiktiven Feldstärke E_f entspricht. Die Meßgröße lautet deshalb

$$E_f = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad . \quad (8)$$

Diese fiktive Feldstärke berücksichtigt sämtliche elektrischen Einzelkomponenten. Sie ist größer als die große Halbachse der momentanen elektrischen Feldstärke nach (4). Für den Sonderfall fehlender Phasendifferenzen zwischen den einzelnen Raumkomponenten wird aus E_f die resultierende Feldstärke E .

Die Festlegung einer Meßgröße E_f genügt jedoch nicht. Im Nahfeld von Antennen ist die Verknüpfung zwischen der elektrischen und der magnetischen Feldstärke nicht über den Freiraum-Feldwellenwiderstand gegeben. Vielmehr kann auch die magnetische Feldstärke Wirkungen auf Personen ausüben, da sie Ströme im Körper induziert. In vielen Fällen verursacht gerade die magnetische Feldstärke bei tiefen Frequenzen einen höheren Erwärmungsanteil im Körper als die elektrische. Die oben angegebenen Beziehungen gemäß (8) gelten entsprechend für die fiktive magnetische Feldstärke H_f :

$$H_f = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2} \quad . \quad (9)$$

Der Poyntingsche Vektor nach (7) ist zur Beurteilung der Gefährdung nicht nur wegen seines komplizierten mathematischen Aufbaus ungeeignet. Die elektrischen und magnetischen Feldstärken des ungestörten Feldes sind Ursachen für die Wirkungen im Körper, der als mehrschichtiges verlustbehaftetes Dielektrikum angesehen werden kann. Zum Beispiel kann dem Feld durch Anwesenheit des Körpers Energie entzogen werden, selbst wenn der ungestörte mittlere Poyntingsche Vektor zu Null wird. Im gestörten Feld, also in Anwesenheit des Körpers stellt sich nämlich durchaus ein mittlerer Poyntingscher Vektor ein, der den Energietransport anzeigt. Wenn es also gelingt, mit einer Meßsonde E_f und H_f des ungestörten Feldes anzuzeigen, kann die Gefährdung im Meßpunkt beurteilt werden.

3. Anforderungen an eine praxiserorientierte Meßsonde

Eine Meßsonde für Rundfunkzwecke wird insbesondere im Nahbereich von Sendeantennen, Speisekabeln, Abstimmmitteln und Sendern (z. B. bei geöffneten Türen) einzusetzen sein, da dort hohe Feldstärken zu erwarten sind. Dieser Einsatzbereich muß bei der Konstruktion des Meßaufbaus berücksichtigt werden.

Aus praktischen Überlegungen heraus ergibt sich eine ganze Reihe von weiteren Forderungen, die eine universell einsetzbare Meßsonde erfüllen soll. Aufgrund des oben beschriebenen Anwendungsbereiches soll die Meßsonde möglichst klein und leicht handhabbar sein. Da starke Feldstärkeschwankungen im Bereich einer Wellenlänge zu erwarten sind, muß aus elektrischen Gründen gefordert werden, daß die Sonde klein gegenüber der Wellenlänge der höchsten verwendeten Frequenz bleibt. Ein Wert von

$$D \leq \frac{\lambda}{20}$$

sollte nicht überschritten werden, da die Sonde durch ihre räumliche Ausdehnung sonst über Feldstärkemaxima hinwegintegriert würde, so daß diese nicht ausreichend genau bestimmt werden können.

Das Auswechseln von Sonden für verschiedene Frequenz- und Dynamikbereiche sowie für die Messung der fiktiven elektrischen und magnetischen Feldstärke ist im Feld problematisch; es sollte angestrebt werden, die Sonde unverändert für beide Messungen im vollen Frequenz- und Dynamikbereich einsetzen zu können. Der Meßbereich der Sonde soll die einzuhaltenden Grenzwerte im LMK-Bereich umfassen. Geht man von der VDE-Bestimmung 0848 Teil 2 (Entwurf) aus, so ergeben sich nachfolgende Werte:

$$100 \frac{V}{m} \leq E_f \leq 1500 \frac{V}{m}$$

$$0,25 \frac{A}{m} \leq H_f \leq 50 \frac{A}{m} \quad .$$

Eine direkte Anzeige von E_f und H_f ohne Benutzung von Eichkurven und Umrechnungstabellen ist wünschenswert. Damit eine besondere Ausrichtung der Meßsonde nicht erforderlich ist, muß eine nur geringe zulässige Isotropieabweichung der Anzeige vorausgesetzt werden. Damit hohe elektrische und

magnetische Feldstärken meßbar sind, muß die Meßsonde eine besondere Einstrahlungsfestigkeit aufweisen. Da die Meßapparatur sowohl im Freien als auch in Betriebsräumen arbeiten soll, muß eine weitgehende Temperaturunabhängigkeit der Anzeige gefordert werden. Es muß dafür Sorge getragen werden, daß die Auswerteinrichtung (und Anzeige) von der eigentlichen Meßsonde abgesetzt und elektrisch entkoppelt ist, damit die Felder durch die Meßeinrichtung und die ablesende Person nicht verändert werden.

4. Besondere Probleme und ihre Lösung

Die meßtechnische Untersuchung elektromagnetischer Felder mittels elektrischer oder magnetischer Sonden wirft die Frage auf, ob durch das Einbringen solcher elektrisch leitender Strukturen das zu messende Feld nicht in unzulässiger Weise gestört wird. Insbesondere scheint es zunächst zweifelhaft zu sein, ob die gemessenen Feldstärken den Feldstärken am Meßort bei Abwesenheit der Sonde entsprechen. In [2, 3] wird gezeigt, daß sowohl die elektrische als auch die magnetische Feldstärke richtig gemessen wird, sofern die geometrischen Abmessungen der verwendeten Sonden klein gegen die Wellenlänge des zu untersuchenden Wellenfeldes sind.

4.1. Anforderungen aufgrund der benötigten Bandbreite

Die Forderung, im gesamten LMK-Bereich elektrische und magnetische Feldstärken ohne Austausch von Antennen und ohne Verwendung von Eichkurven und Umrechnungstabellen messen zu können, bedeutet, daß in einem Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz (das entspricht einem Frequenzverhältnis $f_{min} : f_{max} = 1 : 200$) die frequenzabhängigen Eigenschaften der verwendeten Antennenstrukturen kompensiert werden müssen.

Zur Messung der elektrischen Feldstärke verwendet man üblicherweise Dipolanordnungen. Da diese voraussetzungsgemäß klein gegen die Wellenlänge des zu untersuchenden elektromagnetischen Wellenfeldes sein sollen, lassen sie sich durch die in **Bild 3** gezeigte Ersatzschaltung beschreiben. Für die Leerlaufspannung der Dipolantenne gilt

$$U_E = E \cdot h_{eff}$$

Hierbei bedeutet E die zu messende elektrische Feldstärke, h_{eff} die effektive, d. h. elektrisch wirksame Länge des Dipols. Die Kapazität C_A beschreibt die Ankopplung der Antenne an das sie umgebende Feld und ist ein Maß für den frequenzabhängigen Innenwiderstand des Dipols.

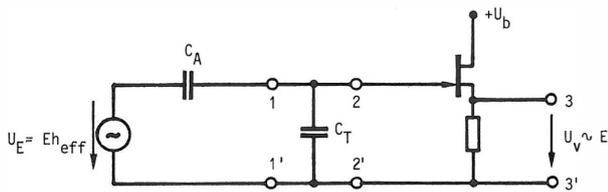


Bild 3

Ersatzschaltbild der elektrisch kurzen Antenne mit breitbandig angekoppelter Verstärkerstufe

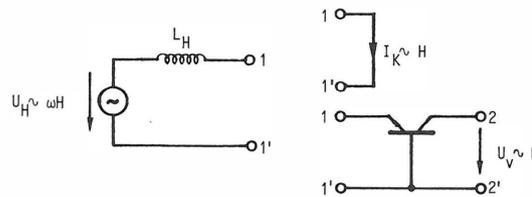


Bild 4

Ersatzschaltbild der magnetischen Antenne mit breitbandiger niederohmiger Belastung

Soll nun der Antenne frequenzunabhängig eine der einfallenden elektrischen Feldstärke proportionale Spannung entnommen werden können, so muß die Antenne kapazitiv belastet werden. Der aus der Antennenersatzkapazität C_A und der Belastungskapazität C_T bestehende kapazitive Spannungsteiler liefert eine frequenzunabhängige Ausgangsspannung, die über die als Impedanzwandler verwendete erste FET-Verstärkerstufe niederohmig an die nachfolgende Gleichrichterschaltung gegeben wird. Die magnetische Feldstärke mißt man mit kleinen Rahmenantennen. Hallsonden, die ebenfalls zur Messung magnetischer Feldstärken geeignet sind, besitzen eine zu geringe Grenzfrequenz und können im LMK-Bereich nicht mehr eingesetzt werden.

Bild 4 zeigt das Ersatzschaltbild einer bezogen auf die Wellenlänge kleinen Rahmenantenne. Die Leerlaufspannung U_H der Rahmenantenne ist proportional zur zeitlichen Änderung des durch die Antennenfläche hindurchtretenden magnetischen Flusses:

$$U_H = n \cdot \frac{d\Phi}{dt} \tag{10}$$

$$U_H = \omega \cdot n \cdot \mu \cdot F \cdot H$$

mit

- n = Windungszahl
- F = wirksame Fläche der Rahmenantenne
- Φ = magnetischer Fluß
- H = magnetische Feldstärke
- μ = Permeabilitätskonstante
- ω = Kreisfrequenz.

Damit nimmt die Klemmenspannung der unbelasteten Antenne proportional zur Frequenz zu.

Im vorliegenden Fall schwankt diese Spannung bei maximaler noch meßbarer magnetischer Feldstärke zwischen 33 mV bei 150 kHz und 6,6 V bei 30 MHz. Der Innenwiderstand der Rahmenantenne läßt sich im wesentlichen durch den Blindwiderstand ihrer Eigeninduktivität beschreiben. Das bedeutet, daß der Innenwiderstand ebenso wie die Leerlaufspannung proportional zur Frequenz zunimmt.

Um eine frequenzunabhängige Ausgangsgröße der Rahmenantenne zu erhalten, können zwei Wege beschritten werden. Zum einen kann mittels eines Strom-Spannungs-Wandlers der frequenzunabhängige Kurzschlußstrom

$$I_k = \frac{n \cdot \mu \cdot F}{L_H} \cdot H \tag{11}$$

ausgenutzt werden. Zum anderen kann durch ein nachgeschaltetes Netzwerk mit einem $1/\omega$ -Frequenz-

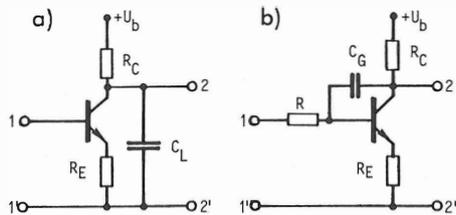


Bild 5

Erzeugung des $1/\omega$ -Frequenzgangs

- a) mit kapazitiv belasteter Verstärkerstufe
- b) mit frequenzabhängiger Gegenkopplung

gang eine frequenzunabhängige Spannung erhalten werden.

Für eine niederohmige, kurzschlußähnliche Belastung der Rahmenantenne bietet sich eine Transistorstufe in Basisschaltung an. Die Eingangsimpedanz solcher Stufen beträgt bei kleineren Strömen etwa 5 bis 10 Ω . Da der Innenwiderstand der Rahmenantenne etwa zwischen 0,2 Ω bei 150 kHz und 40 Ω bei 30 MHz schwankt, ist mit einer direktgekoppelten Transistorbasisstufe kein ausreichender Kurzschluß erreichbar. Die Erhöhung des Antenneninnenwiderstandes durch eine zusätzliche Induktivität von rund 100 μH scheidet ebenso wie die Verwendung eines Übertragers zur Transformation des Transistoreingangswiderstandes an der großen benötigten Bandbreite. Besonders störend treten hierbei frequenzabhängige Materialeigenschaften der als Kernmaterial erhältlichen Ferrite in Erscheinung. Resonanzeffekte spielen aufgrund der hohen Bedämpfung durch den niederohmigen Eingangswiderstand der Transistorstufe nur eine untergeordnete Rolle.

Bild 5 zeigt zwei Lösungsmöglichkeiten zur Erzeugung eines $1/\omega$ -Frequenzgangs. In **Bild 5a** wird durch einen kapazitiven Lastwiderstand am Kollektor der ersten Transistorstufe die Verstärkung dieser Stufe mit wachsender Frequenz verkleinert. Da, wie weiter unten noch gezeigt wird, der nachfolgende Effektivwertgleichrichter eine Eingangsspannung von maximal 3 V benötigt, gibt es bei dieser Schaltungsvariante Probleme mit dem durch den Batteriebetrieb stark begrenzten Aussteuerbereich dieser ersten Transistorstufe. Eine Verringerung der Ausgangsspannung auf wenige 100 mV und nachfolgende Verstärkung in einer weiteren Stufe erhöht sowohl den Aufwand an Bauteilen als auch den Ruhestrombedarf der Sonde. Eine günstigere Möglichkeit, den benötigten $1/\omega$ -Frequenzgang zu erhalten, bietet eine Transistorstufe mit Spannungsgegenkopplung, wie sie in **Bild 5b** gezeigt wird. Hiermit ist es möglich, sowohl die gewünschte Ausgangsspannung von 3 V zu erhalten als auch mit dem begrenzten Aussteuerbereich auszukommen.

4.2. Messung von elektrischer und magnetischer Feldstärke mit nur einer Antenne

Ausgehend von der Forderung, beim Übergang von der Messung der elektrischen Feldstärken zur Messung der magnetischen Feldstärken keinen Austausch von Antennen vornehmen zu müssen, wurde für die Antennenstruktur eine Konfiguration nach **Bild 6** gewählt. Eine Rahmenantenne ist zum Schutz gegen elektrische Felder mit einer elektrisch leitenden

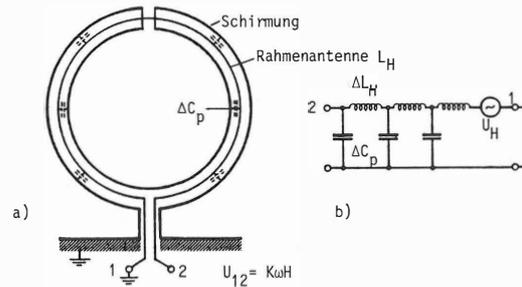


Bild 6

- a) Geschirmte magnetische Antenne
- b) Ersatzschaltbild der geschirmten magnetischen Antenne

den Schirmung umgeben, die nur an einer Stelle unterbrochen ist. Die kapazitive Kopplung zwischen den Windungen der Rahmenantenne und der auf Massepotential liegenden Schirmung verleiht dem Impedanzverhalten der Antenne Leitungscharakter. Da aus schaltungstechnischen Gründen das eine Ende der Rahmeninduktivität auf Massepotential liegen soll, erhält man als Innenwiderstand der Antenne die Charakteristik einer kurzgeschlossenen Leitung (**Bild 6b**). Liegt die Betriebsfrequenz der Antenne in der Nähe der $\lambda/4$ -Resonanzfrequenz des in **Bild 6b** gezeigten Ersatzschaltbildes, so steigt der Innenwiderstand der Rahmenantenne sehr stark an. Dies führt bei ungünstiger Belastung der Antenne zu einem erheblichen Frequenzgang. Der Betriebsfrequenzbereich der Antenne muß also möglichst unterhalb dieser $\lambda/4$ -Resonanzfrequenz liegen. Um nun mit der gleichen Antennenstruktur nach **Bild 6** auch die elektrische Feldstärke messen zu können, wird die elektrische Verbindung zwischen Schirmung und Massepotential aufgetrennt. Die Schirmung kann nunmehr als eine Hälfte einer Dipolanordnung verwendet werden. Die zwischen dem Fußpunkt der Schirmung und Masse abnehmbare Spannung ist proportional zur elektrischen Feldstärke. **Bild 7a** zeigt die Beschaltung der Antenne für die Messung der elektrischen Feldstärke, **Bild 7b** für die Messung der magnetischen Feldstärke.

Aufgrund der kapazitiven Verkopplung zwischen den Windungen der Rahmenantenne und der Schirmung muß darauf geachtet werden, daß im Fall der H-Messung die elektrische Abschirmung niederohmig

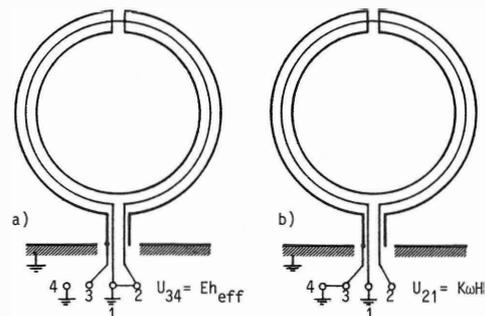


Bild 7

Geschirmte magnetische Antenne

- a) Schaltung zum Empfang der elektrischen Feldstärke
- b) Schaltung zum Empfang der magnetischen Feldstärke

auf Massepotential liegt und im Fall der E-Messung die beiden Anschlüsse der Rahmenantenne gegen Masse kurzgeschlossen werden. Diese niederohmigen Verbindungen lassen sich nur mit Relaiskontakten erzielen. Wird eine Umschaltung ohne die soeben angeführten Maßnahmen durchgeführt, kann eine große Verfälschung der Meßwerte durch teilweise Einkopplung der jeweils unerwünschten Feldkomponente auftreten.

4.3. Effektivwertgleichrichtung

Zur Ermittlung einer fiktiven Feldstärke E_f bzw. H_f nach (8) bzw. (9) müssen die Quadrate der Effektivwerte der in den drei Raumrichtungen von den jeweiligen Einzelantennen gemessenen Feldstärkekomponenten gebildet werden. Um den Aufwand an elektronischen Bauelementen in der Sonde möglichst gering zu halten, wird eine Gleichrichterschaltung benötigt, die möglichst direkt die Quadrate der Eingangsspannungen liefert. Hierfür kommen einerseits Diodengleichrichter, andererseits Thermoumformer in Frage.

Für Eingangswchselspannungen kleiner als etwa 200 mV arbeitet ein Diodengleichrichter im quadratischen Teil seiner Kennlinie. Die Richtspannung wächst proportional mit dem Quadrat der Eingangsspannung. Diese Richtspannungen sind aber so klein, daß die thermische Drift der Dioden von etwa 2 bis 3 mV/grd unter Umständen wesentlich größer als die Richtspannung ist. Um den Einfluß dieses thermischen Effektes wesentlich zu reduzieren, müssen aufwendige Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden. Wird der Diodengleichrichter mit großen Eingangswchselspannungen betrieben, so arbeitet er als linearer Gleichrichter und es muß in einer nachfolgenden Stufe die Quadrierung der Richtspannung vorgenommen werden. Hierbei ergeben sich erhebliche Anforderungen an den Quadrierer bezüglich Stabilität des Gleichstromarbeitspunktes und des Frequenzgangs, sowohl für den in der Richtspannung enthaltenen Gleichspannungsanteil (herrührend vom hochfrequenten Trägersignal) als auch für die enthaltenen Modulationssignale.

Bei Einsatz eines Thermoumformers nach Bild 8 kann eine breitbandige Effektivwertgleichrichtung erreicht werden. Das dem Heizwiderstand R_{H1} zugeführte Hochfrequenzsignal U_1 erwärmt den Transistor T_1 ; dessen Basis-Emitter-Spannung ändert sich praktisch linear mit der Temperatur. Die entstehende

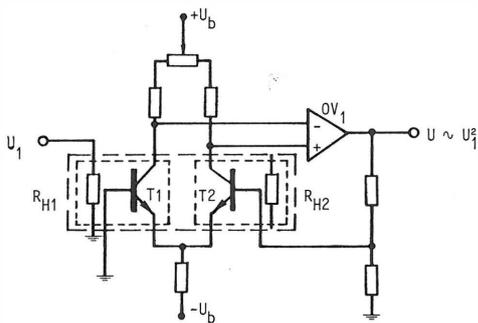


Bild 8

Quadratische Effektivwertgleichrichtung mit Thermoumformer

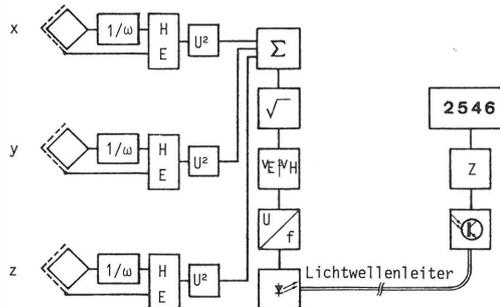


Bild 9

Blockschaltbild der gesamten Feldstärkemessanordnung

Fehlerspannung wird durch die Transistoren T_1 und T_2 sowie den Operationsverstärker OV_1 verstärkt. Die Ausgangsspannung U des Verstärkers wird als Steuersignal dem Transistor T_2 zugeführt und sorgt auf diese Weise für einen erneuten Abgleich der durch die Erwärmung von Transistor T_1 gestörten Differenzverstärkerstufe. Das Ausgangssignal des Operationsverstärkers ist also proportional zum Quadrat der Eingangsspannung. Aufgrund der thermischen Trägheit des Temperaturfühlers wird die zugeführte Hochfrequenzleistung gemittelt und es steht am Ausgang des Operationsverstärkers eine reine Gleichspannung zur Verfügung. Durch den Aufbau als Differenzverstärker besitzt diese Anordnung bei entsprechend gepaarten Transistoren eine sehr geringe thermische Drift.

Dieser Thermoumformer ist als Modul für einen Eingangsbereich von 0,1 bis 3 V und für Frequenzen bis 100 MHz erhältlich [7]. Ein Problem dieser Anordnung liegt darin, daß dem Heizwiderstand sehr viel Hochfrequenzleistung zugeführt werden muß. Da die Vorteile wie geringe thermische Drift aufgrund des Aufbaus als Differenzverstärker, guter Dynamikbereich, Breitbandigkeit sowie echte Effektivwertmessung den Nachteil des größeren Leistungsbedarfs überwiegen, wird diese Art von Effektivwertgleichrichter in der Meßsonde eingesetzt.

4.4. Isotropie der Meßsonde

Für eine einfache Handhabung der Sonde ist es von entscheidender Bedeutung, daß die fiktiven Feldstärken E_f und H_f unabhängig von der zufälligen Orientierung der Antennen im elektromagnetischen Feld ermittelt werden können. Hierfür ist ein ab-

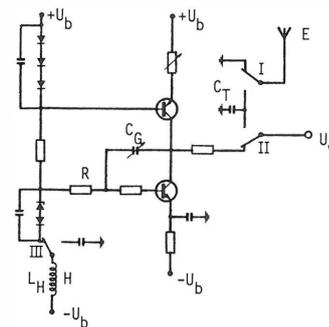


Bild 10

E/H-Eingangsstufe der Meßsonde in Stellung H-Empfang

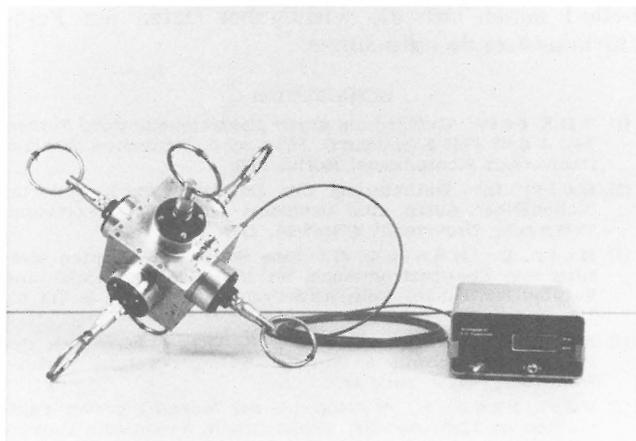


Bild 11

Gesamtansicht von Meßsonde, Lichtleiter und Auswertegerät

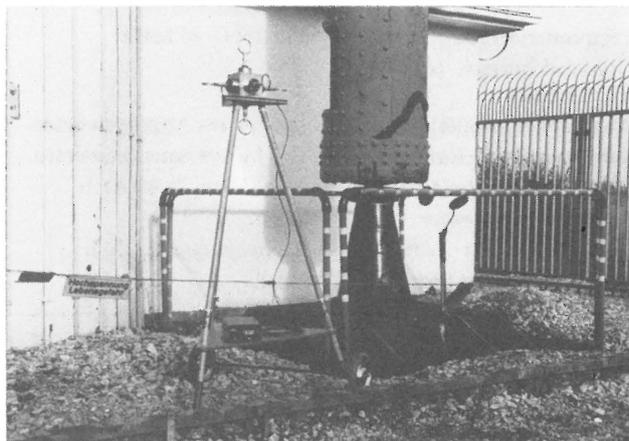


Bild 13

Feldstärkemeßsonde im praktischen Einsatz

solot symmetrischer Aufbau der Sonde erforderlich. Das bedeutet, daß für die Messung der elektrischen Feldstärke drei senkrecht zueinander angeordnete Dipole benötigt werden. Ebenso müssen für die Ermittlung der magnetischen Feldstärke drei senkrecht zueinander orientierte Rahmenantennen verwendet werden. Die Antennen gemäß Abschnitt 4.2. sind auf den sechs Seiten eines metallischen Würfels angebracht. In **Bild 11** ist die Anordnung der Einzelantennen zu erkennen.

4.5. Einstrahlfestigkeit

Da mit der Sonde Bereiche mit sehr hohen Feldstärken meßtechnisch untersucht werden sollen, ist es sehr wichtig, daß keine Verfälschung der Meßwerte durch direkt in die Elektronik eingestrahlte Hochfrequenzleistung erfolgen kann. Neben der Veränderung der Meßwerte ist auch die Zerstörung von Bauelementen nicht auszuschließen, wenn nicht auf eine sorgfältige Abschirmung der Sondenelektronik vor den starken, die Meßsonde umgebenden elektromagnetischen Feldern geachtet wird.

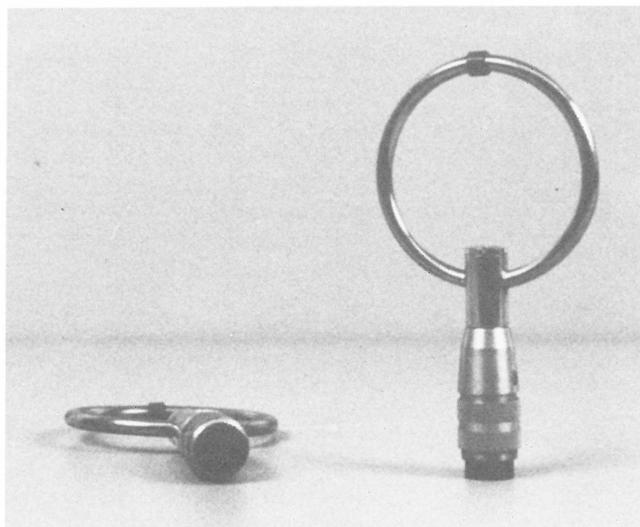


Bild 12

Detailansicht einer Einzelantenne

5. Schaltungstechnische und konstruktive Ausführung der Meßsonde

In **Bild 9** wird das Blockschaltbild der gesamten Feldstärkemeßeinrichtung gezeigt. Die Antennen, wahlweise als elektrische Dipole oder als Rahmenantennen verwendbar, werden über Verstärkerstufen an die als Effektivwertgleichrichter benutzten Thermoumformer geschaltet. Die dem Quadrat der Feldstärken proportionalen Ausgangsspannungen werden nachfolgend addiert. Aus der Summe der Spannungen wird die Quadratwurzel gezogen und diese nach einer passend gewählten Normierung einem Spannungs-Frequenz-Umsetzer zugeführt.

Die gewählte Normierung erlaubt eine direkte Zuordnung der elektrischen Feldstärke in V/m zur Frequenz des Umsetzers in Hz, bzw. der magnetischen Feldstärke in A/m zur 0,1fachen Frequenz in Hz. Mit diesen Frequenzen sendet eine Leuchtdiode Lichtimpulse über einen Lichtwellenleiter zum Auswertegerät. Die Lichtimpulse werden dort, durch einen optischen Empfänger in elektrische Signale zurückverwandelt, einem Frequenzzähler zugeführt. Die gemessene Frequenz wird mittels einer LCD-Anzeigeeinheit sichtbar gemacht.

Bild 10 zeigt die Transistoreingangsstufe für die Rahmenantenne. Die in der Schaltung eingezeichneten Relaiskontakte dienen zur Umschaltung von H-Empfang auf E-Empfang. Alle in der Sonde verwendeten Relais benötigen nur im Umschaltmoment Leistung. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für ihren Einsatz in einer batteriebetriebenen Sonde. Von den sechs aus Symmetriegründen vorhandenen Einzelantennen werden jeweils nur drei benutzt. Die jeweils symmetrisch angeordnete zweite Antenne wird durch eine Impedanz belastet, die der Belastungsimpedanz der „aktiven“ Antenne entspricht.

Um eine ausreichende Einstrahlfestigkeit von >4 kV/m und >60 A/m zu erreichen, müssen die Gehäuse von Sonde und Auswertegerät durch entsprechende Konstruktion „HF-dicht“ gemacht werden. Insbesondere ist auf die Auflagefläche der einzelnen miteinander zu verbindenden Gehäuseteile und auf die sorgfältige Ausführung der zum Zusammenbau benötigten Verschraubungen zu achten. **Bild 11**

Frequenzbereich	150 kHz – 30 MHz
Dynamikbereich für Einzelsonde	≥ 27 dB
Anzeigegenauigkeit	$\pm 5\%$ des Anzeigewertes
Isotropieabweichung	$\pm 5\%$ des Anzeigewertes
Einstrahlungsfestigkeit	> 4 kV/m, > 60 A/m
Sondendurchmesser	30 cm
Betriebszeit mit vollgeladenem Akku	Auswertegerät 10 h Sonde 2 h

Tabelle 1
Einige Daten der Feldstärkemeßsonde

zeigt die Meßsonde mit Antennen, Lichtleiter und Auswertegerät. In **Bild 12** ist eine Einzelantenne mit ihrer Steckverbindung zu sehen. **Bild 13** zeigt die Feldstärkemeßsonde im praktischen Einsatz in der Nähe des Fußpunktes einer Sendeantenne. Aus **Ta-**

belle 1 lassen sich die wichtigsten Daten der Feldstärkemeßsonde entnehmen.

SCHRIFTTUM

- [1] V D E 0 8 4 8: Gefährdung durch elektromagnetische Felder. Teil 1 und Teil 2 (Entwurf). Hrsg. v. d. Deutschen Elektrotechnischen Kommission, Berlin 1982.
- [2] Hoff, D.: Optimierung des Empfangs stark gestörter Wellenfelder durch eine neuartige Antenne. Dissertation. Technische Universität München, 1974.
- [3] Hoff, D.; Mönich, G.: Eine Sonde zur direkten Messung von Energieströmungen im Nahfeld von Sende- und Empfangsantennen. Nachrichtentech. Z. 27 (1974), S. 313 bis 318.
- [4] Meinke, H.; Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1968.
- [5] Fertinger, S.: E-Feldsonde zur Messung großer Feldstärken im LMK-Bereich. Diplomarbeit. Technische Universität München, 1979.
- [6] Pausinger, H.: Feldsonde zur Bestimmung großer magnetischer und elektrischer Feldstärken im LMK-Bereich. Diplomarbeit. Technische Universität München, 1981.
- [7] Monolithic thermal converter permits wideband RMS ac measurement. Applikationsbericht AN-76 der Fa. Burr-Brown Research Corp., Tucson 1975.

BERICHT ÜBER EINEN BESUCH BEIM EUROPÄISCHEN ZENTRUM FÜR WELTRAUMFORSCHUNG UND WELTRAUMTECHNOLOGIE

Im Nachgang zu dem im vergangenen Jahr durchgeführten OTS-Programmexperiment und im Vorfeld eines möglichen künftigen europäischen Fernsehprogramms stattete der Bericht am 17. März 1983 der europäischen Weltraumorganisation ESA/ESTEC in Noordwijk einen Besuch ab. Zweck des Besuches war es, vor allen Dingen eine umfassende Information über den Stand des von der ESA betreuten Kommunikationssatellitenprogramms zu erhalten.

1. Die europäische Weltraumorganisation ESA

Die ESA, die 1975 durch den Zusammenschluß von ESRO (Satellitenforschung) und ELDO (Raketenforschung) gegründet wurde, hat die Aufgabe, die Zusammenarbeit europäischer Staaten zu ausschließlich friedlichen Zwecken auf dem Gebiet von Weltraumforschung und Weltraumtechnologie im Hinblick auf deren Nutzung für Wissenschaft und operationelle Weltraumanwendungssysteme sicherzustellen und zu entwickeln.

11 europäische Staaten, darunter auch die Bundesrepublik Deutschland, sind Mitglieder der ESA und leisten einen ihrem Volksvermögen entsprechenden Beitrag zum allgemeinen Haushalt und zum wissenschaftlichen Programm. Das ESA-Budget für 1983 beträgt 811 Millionen Zahlungseinheiten (MAU¹); rund 28% des diesjährigen Haushalts werden für das Telekommunikationsprogramm aufgebracht. Der Anteil der Bundesrepublik Deutschland beträgt 1983 etwa 143 MAU. Die Aufträge der ESA teilen sich etwa 50 europäische Firmen mit insgesamt rund 20 000 Beschäftigten. Die ESA mit Hauptsitz in Paris beschäftigt in ihren für bestimmte Aufgaben zuständigen Niederlassungen 1400 festangestellte Mitarbeiter. Die ESA-Niederlassungen sind:

- ESTEC (European Space Research and Technology Centre) mit Sitz in Noordwijk (Niederlande). Dem ESTEC obliegt der Entwurf, die Überwachung der Entwicklung und die Erprobung von Raumfahrtgeräten. Das Kapital-Investment der ESTEC beträgt etwa 82 Mio. Dollar. ESTEC beschäftigt einen Stab von 800 festangestellten Mitarbeitern sowie zusätzlich rund 400 freie Mitarbeiter und unterhält folgende zentrale

Laboratorien, die in ihrer Ausstattung und Funktion in Europa einmalig sind:

- a) eine Satellitenintegrationshalle,
- b) eine dynamische Testkammer für mechanische Experimente (Höhe 14 m, Durchmesser 10 m),
- c) eine Weltraumsimulationskammer,
- d) eine Vibrationstesteinrichtung für Startsimulationen sowie
- e) eine Vielzahl von speziellen Einrichtungen für das Testen von Satellitensystemen.

- ESOC (European Space Operations Centre) mit Sitz in Darmstadt ist verantwortlich für den Betrieb der Satelliten in der Umlaufbahn. Es verfügt über ein Netz von sieben Bodenstationen; dazu gehört das Raumfahrtzentrum für den Start der Satelliten in Kourou (franz. Guyana) sowie die Spezialstation für geostationäre Satelliten in Michelstadt (Odenwald). Das ESOC besitzt eine Kapitalanlage von etwa 70 Mio. Dollar und bietet rund 220 festangestellten Mitarbeitern Beschäftigung.

- ESRIN (European Space Research Institute) ist eine Niederlassung der ESA in Italien (Frascati), die einen zentralen Informationsprüfdienst unterhält sowie für die Fernerkennung der Erd-Ressourcen zuständig ist.

- SPICE (Space Payload Integration Centre) ist eine Verbindungsstelle der ESA bei der DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) in Porz-Wahn zur Koordinierung der europäischen Aktivitäten am SPACELAB-Programm.

Bisher wurden von der ESA/ESRO insgesamt 19 Forschungs- und Anwendungssatelliten gestartet; darunter waren die beiden Wetterbeobachtungssatelliten METEOSAT sowie der OTS 2; nur drei Starts waren - verursacht durch Defekte an den Trägerraketen (Thor Delta und Ariane) - nicht erfolgreich. Innerhalb der kommenden drei Jahre beabsichtigt die ESA folgende Missionen durchzuführen:

- a) EXOSAT; Untersuchung der Positionen der kosmischen Röntgenstrahlenquellen (voraussichtlicher Start: April 1983).

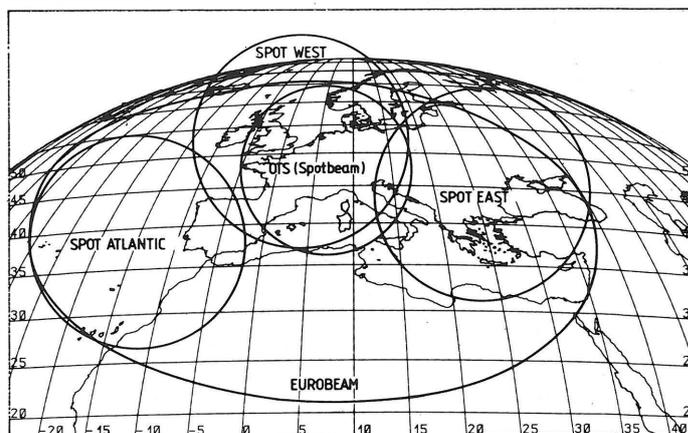


Bild 1

Bedeckungsgebiete des OTS und des ECS

¹ AU = accounting unit = 2,50 DM.

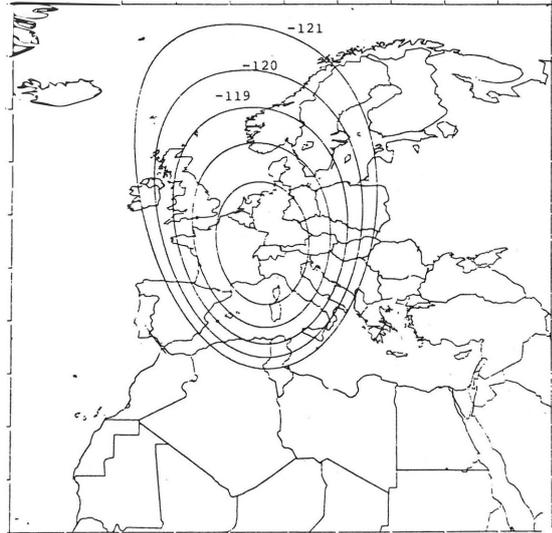


Bild 2

Bedeckungsgebiet der OTS-Spotbeam-Antenne

Die Konturen sind konstante Werte der Flußdichte in dBW/m²

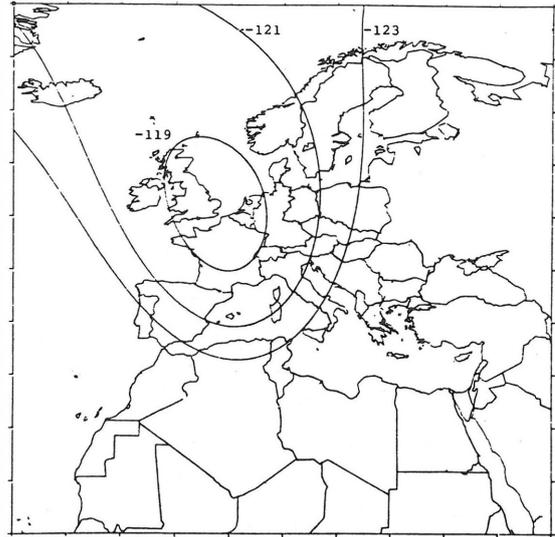


Bild 3

Bedeckungsgebiet der ECS-spot-west-Antenne

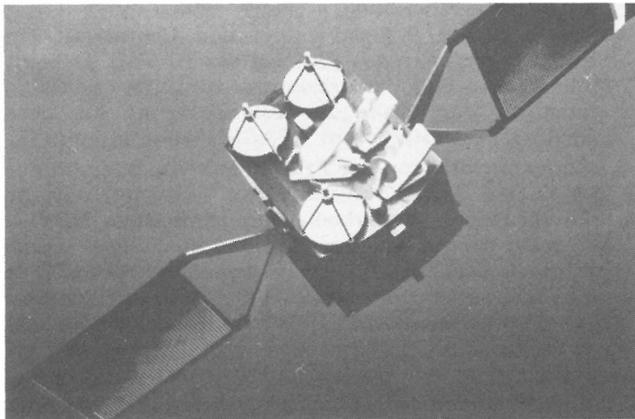
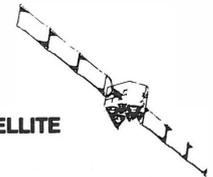


Bild 4

Mögliche Antennenkonfiguration eines ECS-Satelliten

**ECS
EUROPEAN COMMUNICATIONS SATELLITE**



- 3-AXIS STABILISED TELECOMMUNICATIONS SPACECRAFT, DERIVED AND EXPANDED FROM BASIC DESIGN AND CONFIGURATION PROVEN ON OTS
 - OVERALL DIMENSIONS: - STOWED CONFIGURATION: 2 x 2 x 2 M
- SOLAR ARRAYS DEPLOYED, SPAN 14 M
 - IN-ORBIT MASS : 642 KG
 - DESIGN LIFETIME : 7 YEARS
 - EACH SATELLITE CARRIES 12 REPEATER CHAINS, WITH 9 IN USE SIMULTANEOUSLY IN SUNLIGHT OR ECLIPSE
 - TWO SATELLITES IN GEOSYNCHRONOUS ORBIT, ONE OPERATIONAL AND THE OTHER A BACK-UP SPARE
 - SATELLITES POSITIONED AT 10°E AND 13°E
- PLANNED LAUNCHES : ECS-1, ECS-2 : WITH ARIANE 1983, 1984
ECS-3, 4 AND 5 : AS AND WHEN NECESSARY TO SUSTAIN THE BASELINE 10-YEAR COMMUNICATION SERVICE DURING 1984-1992
- THE ECS SYSTEM WILL BE USED AND OWNED BY EUTELSAT, COLLECTIVE BODY OF 19 EUROPEAN PTT ADMINISTRATIONS
- SERVICES PROVIDED:
- TRUNK TELEPHONE EXCHANGE - 20.000 CHANNELS, USING THREE SPOTBEAM ANTENNAS
 - EBU TELEVISION TRAFFIC - 2 CHANNELS, USING ONE EUROBEAM ANTENNA
- EXPANSION IS BEING CONSIDERED FOR SPECIALISED TRAFFIC

Bild 5

Daten des ECS-Systems

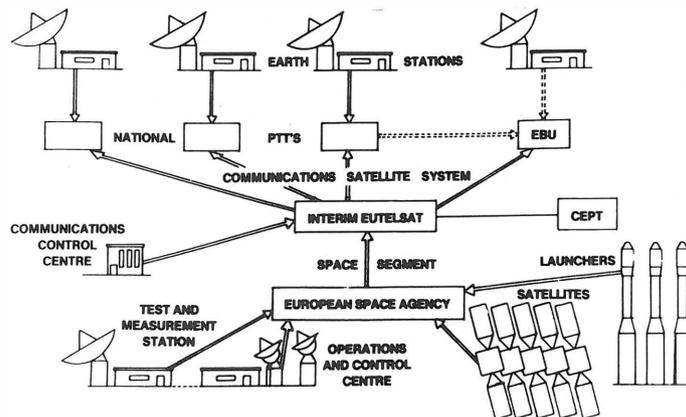


Bild 6

Organisation des ECS-Systems

- b) ECS 1 und 2 (European Communication Satellite); Punkt-zu-Punkt-Kommunikationssatelliten (erfolgreicher Start am 16. Juni 1983, voraussichtlicher Start des 2. Satelliten 1984); es ist beabsichtigt, innerhalb der nächsten zehn Jahre insgesamt fünf ECS-Satelliten für ein europäisches Verteilsystem – im Auftrag der EUTELSAT – im Orbit zu positionieren.
- c) SPACE TELESCOPE; geplanter Start 1985 mit dem amerikanischen Raumtransporter (Shuttle); Europas Beitrag zum Space-Shuttle-Programm.
- d) ISPM (International Solar Polar Mission); ESA/NASA-Gemeinschaftsprogramm zur Erforschung des fernen Weltraums (1986).
- e) HIPPARCOS; ein Astronomiesatellit, der Mitte 1986 gestartet werden soll.
- f) GIOTTO; ein „Kamikaze-Satellit“ zur Erforschung des Halleyschen Kometen, der Ende 1985 wieder in unser Sonnensystem eintreten wird.
- g) L-Sat (Large Satellite); das L-Sat-Programm umfaßt die Entwicklung einer großen Plattform, die das erste Glied einer Reihe geostationärer Satelliten für Fernmeldemissionen und Fernsehübertragungen bildet. Der erste Start eines L-Sat ist für 1986 vorgesehen.

Inwieweit die vorgesehenen Starttermine, vor allem die der Kommunikationssatelliten eingehalten werden können, hängt – nicht zuletzt wegen des Fehlstarts einer „operationellen“ Ariane im Jahre 1982 – von der Verfügbarkeit geeigneter „Launchers“ ab.

2. Das ECS-System

Ebenso wie der OTS-Satellit werden die ECS-Satelliten im 14-GHz- und im 11-GHz-Bereich arbeiten. Internationale Regularien fordern, daß die maximal abgestrahlte Leistung unterhalb den von den Rundfunksatelliten im 12-GHz-Bereich abgestrahlten Leistungen liegt; trotzdem wird die Flußdichte im Empfangsgebiet ausreichend sein, um mit relativ einfachen Empfangseinrichtungen auskommen zu können. Da gegenüber dem OTS der ECS eine etwas andere Eingangsempfindlichkeit aufweist, muß zur Erreichung eines guten Empfangsstörabstandes die „up-link“-Bodenstation eine e.i.r.p. (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) von mehr als 80 dBW aufbringen, d. h. es werden für die Abstrahlung Parabolantennen mit einem Durchmesser von 7 bis 10 m benötigt.

Der ECS wird eine weitaus größere Übertragungskapazität und Lebenszeit als der OTS aufweisen. Der Satellit wird mit insgesamt zwölf Umsetzerkanälen ausgerüstet sein, von denen acht auf die leistungsstarke „spot west“-Antenne geschaltet werden können. Jeder dieser acht Kanäle kann für die Verteilung von Fernsehprogrammen verwendet werden. Die Empfangsantennen für den ECS müssen wegen des größeren Bedeckungsgebietes des „spotbeam“ und der damit verbundenen geringeren Flußdichte etwas größer als für den Empfang von OTS sein. Die **Bilder 1 bis 3** zeigen die verschiedenen Bedeckungsgebiete des OTS und des ECS.

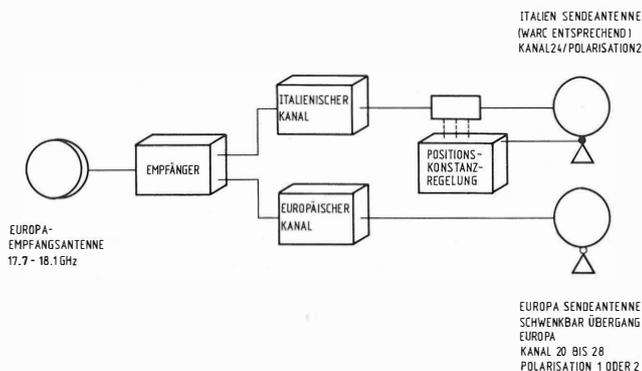


Bild 7
TV-Transponder des L-Sat

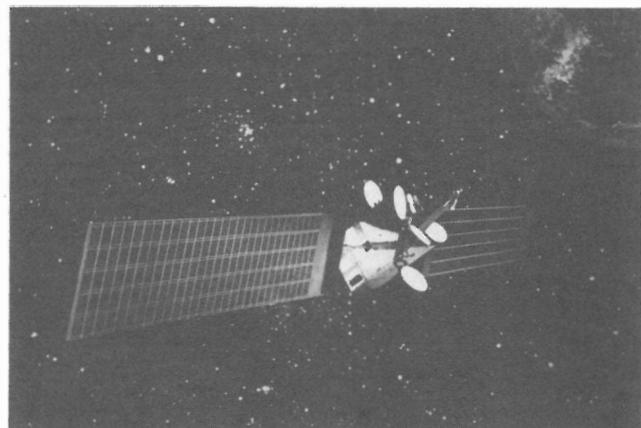
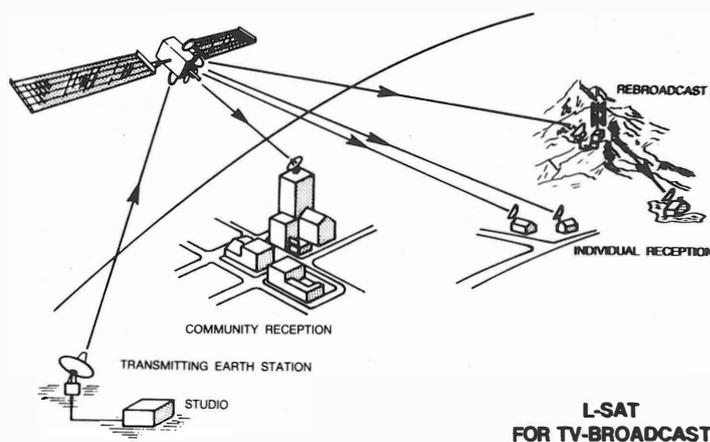


Bild 8
Künstlerische Impression des L-Sat



L-SAT
FOR TV-BROADCAST

Bild 9
Beispiel der verschiedenen Empfangsvarianten des L-Sat

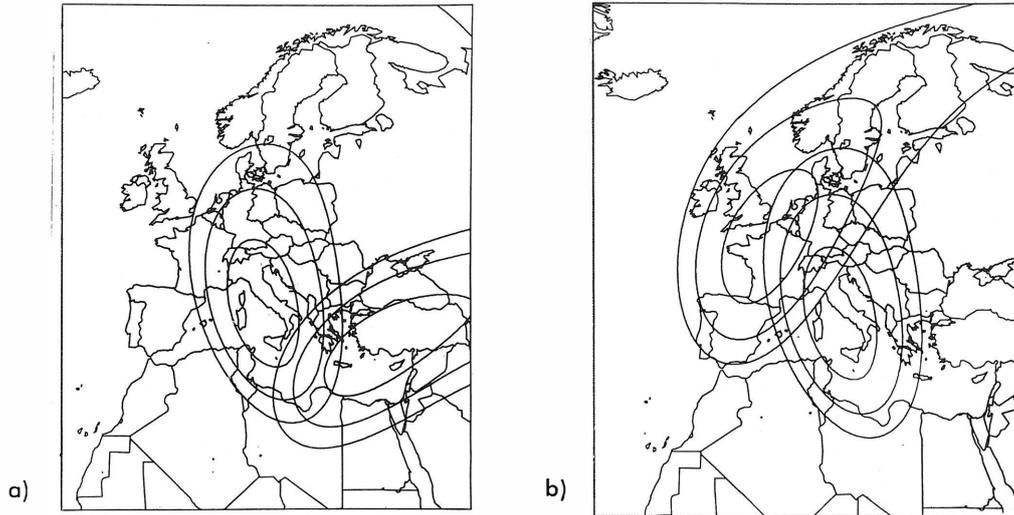


Bild 10

Kombination der italienischen Sendeantenne mit der europäischen Sendeantenne für ein Europaprogramm

- a) Mitteleuropa, Osteuropa mit Teilen von Vorderasien
b) Mitteleuropa und Nordeuropa

Der erste gestartete ECS-Satellit wird oft als ECS 2 bezeichnet; der Grund liegt darin, daß – solange noch kein Ersatzsatellit im Orbit ist – im Falle einer Störung des Raumsegmentes kein Anspruch auf Garantieleistung besteht. Dieser Umstand wird bei den Nutzungsgebühren entsprechend berücksichtigt werden. Mit der Inbetriebnahme des ECS 1, dessen Start etwa ein halbes Jahr

nach ECS 2 erfolgen soll, wird die EUTELSAT die volle Verantwortung und Garantie für das System übernehmen. Wie von der ESA zu erfahren war, sind derzeit 39 Gruppierungen an der Nutzung des ECS-Systems interessiert. Der DBP sollen zwei der zwölf Kanäle des ECS 2 für eine Dauernutzung zugesprochen worden sein.

Bekanntlich besteht bei einigen UER-Mitgliedsstaaten das Interesse, in Fortführung des OTS-Programmexperimentes, über den ECS ein gemeinsam produziertes europäisches Fernsehprogramm auszustrahlen, das einer breiteren Teilnehmerschicht – z. B. über Kabelanlagen oder nationale terrestrische Netze – zugänglich gemacht werden soll. Die Federführung des geplanten Europaprogramms – damit auch den Betrieb der „up-link“-Erdefunkstelle – wird die NOS (Hilversum) übernehmen. Während eine ARD-Beteiligung bis jetzt noch nicht feststeht, soll nach Information der ESA die BBC ihre Bereitschaft an der Mitwirkung an einem europäischen Fernsehprogramm bekundet haben. Bild 4 zeigt ein Beispiel einer möglichen Antennenkonfiguration für die verschiedenen Dienste von ECS 2 bis ECS 5.

Nachfolgend einige skizzierte Überlegungen der ESA über die Verteilung von europäischen Fernsehsatellitenprogrammen im Verbund mit Kabelanlagen:

In den meisten europäischen Ländern gibt es bereits weitverzweigte TV-Kabelnetze und Großgemeinschaftsanlagen; an vielen Stellen werden solche Netze sukzessiv ausgebaut. Mit der Errichtung von relativ preiswerten Empfangsstationen (18 000 bis 36 000 DM) könnten in diese Netze über ECS verteilte Programme eingespeist werden. Dies geschieht bereits über den OTS mit zwei Programmen (Bryan Haynes Satellite Corporation nach der Schweiz und Antenne 2 nach Tunesien). Rüstet man z. B. in Europa 10 000 Kabelsysteme für je 1000 Haushalte oder mehr mit Satellitenempfangsanlagen aus, so können damit 10 Millionen Haushalte mit Satellitensignalen versorgt werden; die große Zahl der somit erreichten Haushalte rechtfertigt die aufzubringenden Investitionskosten für die 10 000 Empfangsanlagen. Nimmt man als Mittelwert für die Investitionskosten einer Empfangsanlage 28 000 DM an, bringt als Lebenszeit einer Anlage 10 Jahre in Ansatz und rechnet eine jährliche Kapitalverzinsung von 8%, so sind monatlich pro

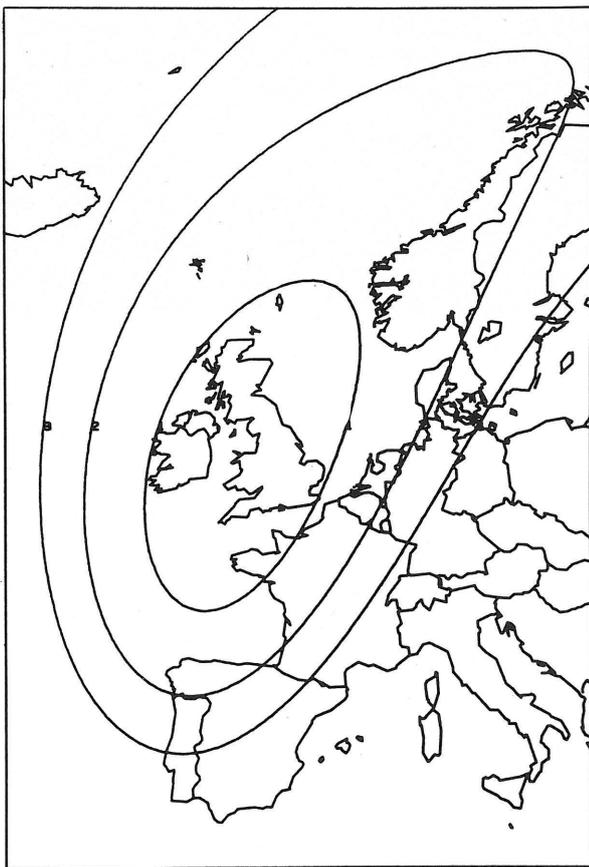


Bild 11

Beispiel einer Verwendung der Europaantenne für eine nationale Versorgung (Großbritannien)

MONTREUX 1983 — TECHNISCHE AUSSTELLUNG

28. MAI BIS 2. JUNI 1983

Mit dem 13. Internationalen Fernsehsymposium und der damit verbundenen fernsehtechnischen Ausstellung konnte Montreux seinen legendären Ruf als „Orakelstätte im Reiche der Television“ für Fragen „wie's weitergehen könnte, wie's weitergehen wird“ festigen und ausbauen: An die 50 Fachvorträge und 12 Podiumsdiskussionen einerseits und 225 Firmen mit etwa 7000 Mitarbeitern aus 18 Ländern andererseits vermittelten den über 2000 registrierten (zahlenden) Besuchern und etwa 10 000 Ausstellungsbesuchern aus rund 60 Ländern vielfältige Einblicke und Ausblicke.

Wie in früheren Jahren berichten auch nach der diesjährigen Veranstaltung Mitarbeiter des Instituts für Rundfunktechnik (IRT), München über ihre Erlebnisse in Montreux — nach bewährter Weise in zwei selbständigen Aufsätzen: Die Rückschau auf die Vorträge und „round table discussions“ wird Heft 5 dieser Zeitschrift bringen. Informationen und Eindrücke von der technischen Ausstellung sind im folgenden Bericht des vorliegenden Heftes zusammengetragen, wobei wir zur leichteren Orientierung das vielseitige und umfangreiche Gebiet der Technik des Fernseh Rundfunks in einzelne Themenbereiche gegliedert haben:

1. Fernsehbildaufnahme
(Farbkameras, Kameraröhren und Halbleitersensoren, Objektive, Stativer, Beleuchtungseinrichtungen)
2. Film im Fernsehen
(Filmmaterialien, Fernsehfilmabtaster, Farbkorrekturanlagen)
3. Fernsehbildwiedergabe
4. Fernsehprogrammaufzeichnung auf Magnetband
5. Elektronische Einzelbildspeichersysteme
6. Elektronische Grafik- und Bildmanipuliergeräte
7. Schriftgeneratoren, Untertitelungsgeräte
8. Spezielle digitale Videogeräte
(Zeitfehlerausgleicher, Bildsynchronisatoren, Standardkonverter, Bildverbesserungsgeräte)
9. Videomischersysteme
10. Videotext
11. Automation im Fernsehstudio
12. Fernsehmeßtechnik
(Videomeßtechnik, Sender- und Empfängermeßtechnik)
13. Rundfunkversorgung
(Terrestrische drahtlose Versorgung, Kabelfernsehen, Satellitenrundfunk).

Vorab soll versucht werden, aus der Vielfalt des in Montreux Gesehenen und Gehörten einige charakteristische Merkmale der gegenwärtigen Technik des Fernsehens sowie Entwicklungstendenzen herauszustellen.

Für die Fernsehprogrammproduktion stehen heute Geräte und Anlagen zur Verfügung, deren Funktionsweise und Aufbau in zunehmendem Maße von den faszinierenden Fortschritten der modernen Halbleitertechnologie, Mikroelektronik und Datenverarbeitungstechnik beeinflusst werden. Dies führt einerseits zu immer kompakteren, stabileren, bequemer handhabbaren und mit viel Automatik ausgerüsteten Ausführungsformen der klassischen Gerätetypen. Paradebeispiele dafür sind die

großen, rechnergestützten Kameraanlagen und das Labormodell einer röhrenlosen, mit CCD-Bildsensoren ausgerüsteten Farbfernsehkamera, der man große Chancen einräumt. Andererseits wird die Konzeption neuartiger Geräte möglich, die die Programmproduktion erleichtern oder bereichern, wie z. B. die Bildsynchronisatoren, die elektronischen Einzelbildspeicher-, Grafik- und Videotricksysteme. Mit diesen Geräten zieht die Digitaltechnik auf breiter Front in die Fernsehbetriebe ein. Zu voll digitalen Studios wird es dennoch weniger schnell kommen, als man vor zwei Jahren noch prognostizierte, denn dazu braucht man vor allem MAZ-Anlagen für digitale Bildsignale. Und diese werden in einer Ausführung gemäß dem CCIR-Digital-Standard mit 216 Mbit/s voraussichtlich auf Jahre noch sowohl in der Anschaffung als auch im Betrieb deutlich teurer sein als die heute ebenfalls sehr leistungsfähigen MAZ-Maschinen des B- und C-Formats mit Aufzeichnung analoger Signale.

In der Übertragungstechnik geht es vornehmlich um die Erschließung neuer Kanäle zum Fernsehteilnehmer über Breitbandkabel und Satellitenrundfunk. Auf diesem Sektor gibt es heute beides: eine bereits anwendungsreife Technik und anhaltend rege Entwicklungstätigkeiten, ungeachtet der rapide anwachsenden konkurrierenden Programmangebote auf Videokassette und Bildplatte.

Dem Ziel, den „Lustgewinn“ der Television durch verbesserte Bildqualität zu erhöhen, versucht man auf zwei verschiedenen Wegen näher zu kommen. Durch „High Definition Television (HDTV)“, nach japanischen Vorschlägen mit 1125 Zeilen, 60 Halbbildern, Zeilensprung 2:1, Seitenverhältnis 3:5 und einer Videobandbreite von 30 MHz. Die für Systemstudien und Experimente erforderlichen hochauflösenden Farbfernsehkameras, Dia- und Filmabtaster, MAZ-Anlagen sowie Monitore und



Bild 1
Geräte und Anlagen
des „High Definition Television“-Systems von PANASONIC

Fernsehprojektionsgeräte gibt es bereits (**Bild 1**). Unge­löst ist freilich noch das Problem des außerordentlich großen Bandbreitebedarfes bei drahtloser Rundfunk­übertragung. Die engagierten Firmen sehen daher zu­nächst eher in neu zu erschließenden Bereichen wie z. B. bei der Filmproduktion und im „Videoteater“ Anwen­dungs­chancen. Abgesehen vom Bandbreitebedarf dürf­ten die Hoffnungen auf eine erfolgreiche breite Einfüh­rung im Rundfunk verfrüht sein, solange kein billiges Verfahren der Großbildwiedergabe verfügbar ist, bei der die Vorteile des HDTV erst voll zur Geltung kommen.

Zur Zeit aussichtsreicher erscheint indessen der zweite Weg mit Systemen erhöhter Bildqualität zu sein, die bei 625 Zeilen (bzw. 525 Zeilen) bleiben und durch Einsatz digitaler Bildspeicher im Fernsehempfangsgerät bemerkenswerte Verbesserungen (insbesondere durch Besei­tigung des Flimmerns, durch Rauschminderung und Reduktion von „cross colour“ und „cross luminance“) er­zielen, wie PHILIPS in Montreux eindrucksvoll für unbewegte Bilder demonstrierte. F. Pilz

1. Fern­seh­bil­dauf­nah­me

1.1. Farb­ka­me­ras

Die hier gezeigte Fülle an Typen kann nicht voll­ständig aufgelistet werden, zumal auch der Nicht-Rund­funk-Bereich in der Ausstellung angesprochen war.

Die große Studiokamera einschließlich ihrer tragbaren, in das gleiche Bediensystem eingebundenen Variante wird heute kaum noch ohne ausgefeilte Abgleichauto­matik angeboten. Auch scheint das Triax-Kamerakabel gegenüber den Vieladerausführungen die übliche Ver­bindung zwischen diesen Kameras und den Prozessor­Verstärkern zu werden. Außerdem bleibt man hierbei der RGB-Übertragung treu und codiert erst im Prozessor.

RCA bietet neben der bekannten Kamera TK 47B die tragbare Version TKP 47 mit einer verkleinerten, mikro­prozessorgesteuerten Bedieneinheit an. Bei BOSCH und THOMSON sah man eine aus der KCI 90 weiter ent­wickelte KCI 100 (**Bild 2**) bzw. die C-Version der TTV 1525. Diese Gemeinschaftsentwicklung hat nun drei 25-mm-Plumbikons (in der bekannten tragbaren Ausfüh­rung sind 18-mm-Röhren im R- und B-Kanal) einge­setzt; sicher ein Zugeständnis an den Markt, der die größeren Röhren bevorzugt.

PHILIPS hat der LDK-6-Kameraanlage die LDK 614 (**Bild 3**) als tragbare Kamera zugeordnet, wobei bis auf den manuellen Abgleich einiger Funktionen alle Be­dienfunktionen des gemeinsamen Bedienfeldes identisch sind. HITACHI bietet mit der SK-110 und der tragbaren SK-11 ein vollautomatisiertes Konzept an – mit 30-mm-



Bild 2

Farbfernsehkamera KCI 100 von BOSCH

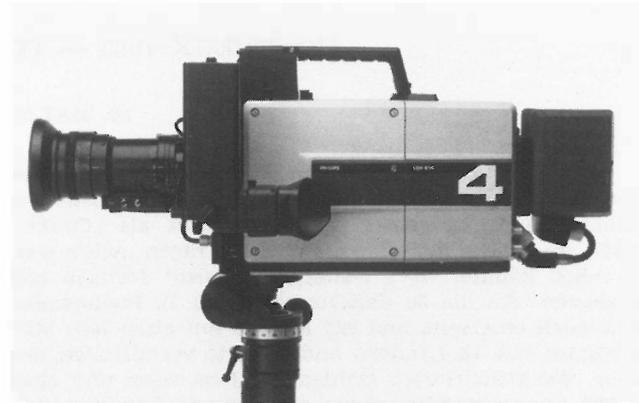


Bild 3

Farbfernsehkamera LDK 614 von PHILIPS

Röhren in der großen und mit 18-mm-Röhren in der kleinen Kamera. Zusätzlich wurde eine kleinere, leichtere und mit 18-mm-Röhren ausgerüstete Automatik-Studiokamera SK-970 (**Bild 4**) zusammen mit ihrer tragbaren Version SK-97 als Prototyp vorgestellt. Man hat also zwei Eisen im Feuer! IKEGAMI wartete neben der EC 35 mit der neuen Automatik-Studiokamera HK 381 auf, die mit 25-mm-Röhren arbeitet.

AMPEX und LINK bauen ihre automatisierten Studiokameras mit 18-mm-LOC-Röhren auf und beziehen den Coder in die Kamera ein (Kompaktkamera). AMPEX bietet mit der BCC 20 eine tragbare und mit der BCC 21 eine Studioversion, während bei LINK (Typ 130) nur eine elegant wirkende Studiokamera zu sehen war. Daß man bei all diesen Kameras nicht nur den Grundabgleich automatisiert und durch seine Verfeinerung die Qualität der Bildsignale bis in die Ecken verbessert, sondern auch für den Betrieb wichtige Bedienfunktionen speichert, ist heute beinahe selbstverständlich – vor vier Jahren emp­fand man es als Sensation.

Kleinere Universalkameras mit nur einigen wenigen Automatikfunktionen fand man bei BOSCH in der KCP und der KCA 110 – gegenüber dem Vorläufer verfeinert –, ebenso bei PHILIPS in der LDK 14 SL und bei RCA in der TK 86. IKEGAMI zeigte die E-Version der HL 79 mit verbesserten Detailkorrekturen und einer automatischen Kontrastkompression sowie die kleinere HL 83. Bei HITACHI und SONY fand man bekannte Kameras wie die SK-81 und die SK-91 bzw. die BVP-

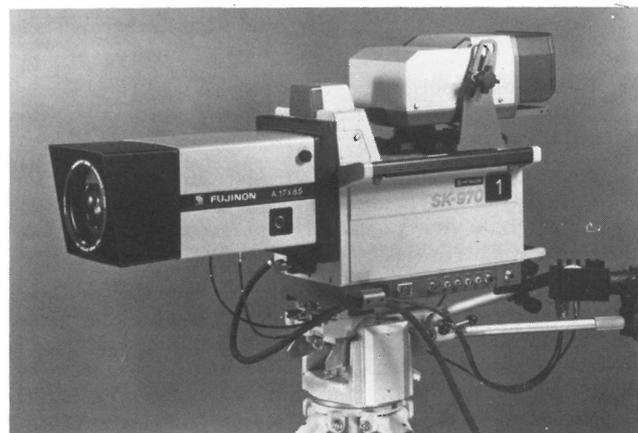


Bild 4

Farbfernsehkamera SK-970 von HITACHI



Bild 5
Farbfernsehkamera KY-950/900 E von JVC



Bild 7
Recorderkamera „QuarterCam KBF 1“ von BOSCH

330 A. Neue Kameras in dieser Klasse zeigten AMPEX mit der FPC 10, PANASONIC mit der WV 888 und BELL-JVC mit den Kameras KY-900 und KY-950, wobei 18-mm-Satikon- oder -Plumbikonröhren zur Wahl stehen (**Bild 5**).

Noch kleinere EB-Kameras, die für Kamera-Recorder-Kombinationen geeignet sind, setzen 13-mm-Plumbikons oder 18-mm-MF-(Mixed-Field-)Satikons ein, so die BVP-3P von SONY oder die TTV 1623 von THOMSON-CSF (**Bild 6**). Letztere Kamera wird für den Betrieb bei abgesetztem Recorder mit einem Automatikzusatz angeboten, der für einen exzellenten Deckungsabgleich sorgt. Weitere Kameras dieser Art bieten RCA für das Hawkeye-System, BOSCH nicht nur für die QuarterCam (**Bild 7**), sondern auch separat mit Coderzusatz (KCF 1), PANASONIC für die Recam und HARRIS als Einzelkamera TC 90 an. Man staunt über die Qualitätseigenschaften dieser kleinen 3-Röhren-Kameras, wo erst bei etwa 18 dB Verstärkung die Grenzen deutlich werden.

An Ein-Röhren-Kameras gab es außer der bekannten, mit MF-Trinicon bestückten SONY BVP-110 und der Betacam BVP-1P nichts Neues zu sehen. Aus der großen Zahl der für den professionellen Markt angebotenen Drei-Röhren-Farbkameras seien hier nur einige neue Entwicklungen erwähnt: HITACHI FP-15, BELL-JVC KY-310, PANASONIC WV 555 sowie die verbesserten

GRUNDIG FAC 72, BOSCH TCU 100 und PHILIPS LDK 44.

1.2. Kameraröhren und Halbleitersensoren

Die interessanteste Attraktion auf diesem Sektor, eine experimentelle Farbkamera mit drei Halbleiter-CCD-Sensoren auf einem Prismenfarbteiler (**Bild 8**), zeigte RCA in speziellen Vorführungen außerhalb der Ausstellung. Die Sensoren werden nach dem Prinzip der getrennten Aufnahme- und Zwischenspeicherfläche hergestellt, von der Rückseite belichtet, haben nur 4,8 mm x 6,4 mm Bildfläche (entsprechend 13-mm-Röhren) und sind mit Überbelichtungsschutz versehen. Noch nie sah man Farbbilder mit derart geringen Überbelichtungs-, Nachzieh- und Einbrenneffekten! Auch die sonstigen Störungen, hervorgerufen durch die relativ geringe Zahl von 403 Sensorelementen (pixels) pro Zeile, sind erstaunlich gering. Das eingefrorene Rauschen (fixed pattern noise) in Form feiner senkrechter Störstrukturen ist erst

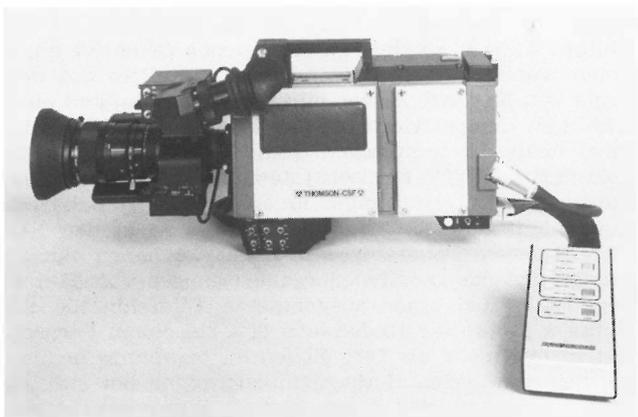


Bild 6
Recorderkamera TTV 1623 von THOMSON-CSF

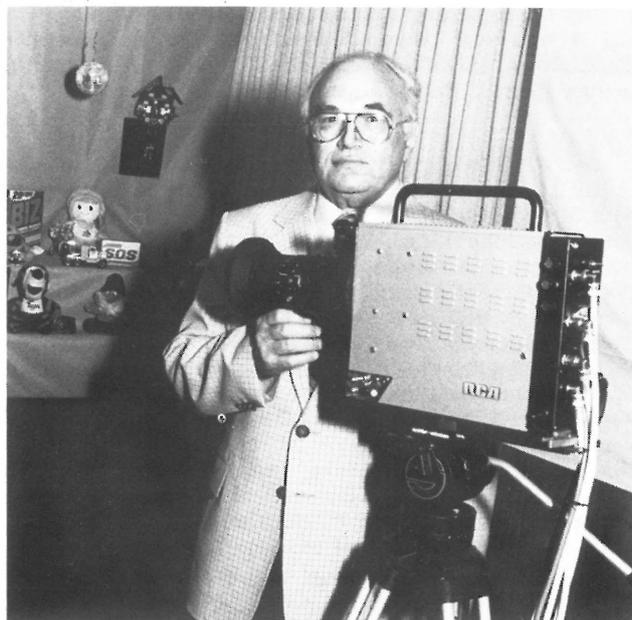


Bild 8
RCA-Ingenieur Sid Bendell
mit dem Labormodell der Broadcast-CCD-Kamera



Bild 9

Varioobjektiv ANGENIEUX 15 x 9 — f : 1,5 für
18-mm-Kameraröhren

bei + 18 dB Verstärkung erkennbar. Da auch die Blauempfindlichkeit kein Problem mehr zu sein scheint, wird man in absehbarer Zeit in EB-Kameras statt Röhren derartige Sensoren finden — zumindest auf dem US-Markt. Man versicherte jedoch, auch für 625 Zeilen entsprechende Sensoren in Kürze herstellen zu können. Andere Hersteller wie THOMSON-CSF, PHILIPS, EEV, HITACHI arbeiten ebenfalls an Halbleiter-Flächensensoren, hatten aber in Montreux lediglich Datenblätter vorzuweisen.

Bei Röhren läuft das Rennen Bleioxid-Speicherschichten (Plumbikon, Leddikon) gegen Selen-Speicherschichten (Satikon) weiter, wobei letztere durch einfachere Fertigung und günstigere Preise aufholen, die Plumbikons jedoch noch bei Empfindlichkeit und Trägheit eine Nasenlänge voraus bleiben. Streulicht, Aufquellen und Auflösung sind bei Satikons etwas besser.

Röhren mit geringer Kapazität gegen Masse (LOC) und Dioden-Strahlerzeuger werden selbst bei 30-mm-Typen angeboten, um bei Kameras mit höherer Auflösung und Bandbreiten bis 20 MHz eingesetzt werden zu können. Andererseits haben die 13-mm-Röhren mit statischer Fokussierung und magnetischer Ablenkung (PHILIPS) und die 18-mm-Röhren mit der umgekehrten Technologie (SONY, Mixed-Field-Röhren) Anwendung in den kleinen Recorderkameras gefunden.

1.3. Objektive

Bei ANGENIEUX fand man das bewährte Varioobjektiv 15 x 9 — f : 1,5 (Bild 9) und für den Reportageeinsatz mit kleinen 13-mm-Röhren den Typ 15 x 7 — f : 1,4 sowie spezielle 12fach-Zoomobjektive für HDTV. Testprojektoren für Automatikkameras sind baulich entweder dem Objektiv oder der Kamera zugeordnet. So verwendet z. B. PHILIPS für die Kamera LDK 6 integrierte Testprojektoren von SCHNEIDER und CANON. SCHNEIDER zeigte neue Studiozooms im bewährten äußeren Design: 15fach, TV 65 bzw. TV 64 (Bild 10) für 30-mm- bzw. 25-mm-Röhren, beide mit einschwenkbarem Brennweitenverlängerer 2x und verbesserter Qualität in den Grenzbereichen. Natürlich fand man bei SCHNEIDER auch die leichten 14fach-Reportagezooms TV 44, die jetzt auch von CANON und FUJI Konkurrenz bekommen (J 13 x 9 BIE II mit 1,45 kg Gewicht).

Bei CANON wurde auch ein 40fach-AÜ-Zoom für 25-mm- und 30-mm-Röhren gezeigt, das mit dem 2x-Extender auf 0,7° horizontalen Blickwinkel kommt und 30 kg wiegt. FUJI stellte ebenfalls ein Objektiv mit extremem Zoombereich (44 x 18 ESM) vor und ein äußerst weitwinkeliges Reportagezoom. Für Electronic Cinemato-



Bild 10

Varioobjektiv SCHNEIDER 15 x 13 — f : 1,7 Typ TV 64 für
25-mm-Kameraröhren

graphy fand man bei CANON fünf Festobjektive T : 1,5 sowie ein spezielles Zoom 5 x 10,5 T : 1,6. Auch für HDTV bieten ANGENIEUX, FUJI und CANON spezielle Varioobjektive an, wobei der Brennweitenbereich meist unter 15fach gewählt wird.

1.4. Stativ

Bei Stativen und Zubehör können nur wenige Neuheiten erwähnt werden. SACHTLER stellte den Schwenk- und Neigekopf Video 20 neu vor und ergänzt damit eine Reihe von 12 Typen für unterschiedliche Anforderungen. VINTEN stellte neben weiterentwickelten Stativ- und Dollsystemen eine neue Kamerafernsteuerungsanlage vor; AEG bot ähnliches bereits vor 2 Jahren und stellte es ergänzt wieder aus.

1.5. Beleuchtungseinrichtungen

Dieser Zweig war in Montreux in diesem Jahr sehr schwach vertreten. Lediglich SIEMENS stellte eine Sitralux-Lichtstellanlage vor. Leuchten und Leuchtenhänger sind auf der „Film 83“ in England und der bühnentechnischen Tagung in Heilbronn zu sehen. A. Kaufmann

2. Film im Fernsehen

2.1. Filmmaterialien

Im Gegensatz zu den vergangenen Jahren konnte man diesmal den Eindruck mit nach Hause nehmen, daß die auf der Ausstellung vertretenen Rohfilmfirmen nicht mehr — wie bisher mit dem Rücken zur Wand — die zukünftige Bedeutung des Films für das Fernsehen zu verteidigen suchten, sondern zu einer neuen Offensive angetreten waren. Dieser Aufwind war vor allem auf dem Stand von KODAK zu verspüren, wo man anhand einer Bildfolge demonstrierte, daß die Negativmaterialien schon heute die technischen Qualitätsanforderungen der diskutierten HDTV-Fernsehsysteme erreichen bzw. sogar übertreffen. Untersuchungen an simulierten Bildübertragungen mit unterschiedlichen Bandbreiten in den KODAK Research Laboratories in Rochester haben nämlich gezeigt, daß das Detailwiedergabevermögen von 35-mm-Negativfilm bei einer ausgenutzten Bildfeldgröße von 21 mm x 14 mm die Bildschärfe erst bei einem Fernsehsystem mit mehr als 1400 Zeilen zu begrenzen beginnt. Bei der simulierten Hochzeilenübertragung hat sich außerdem ergeben, daß durch digitale Signalverarbeitung neben der Bildschärfe auch der Störabstand und die Tonwertwiedergabe in den Schatten verbessert werden können. Man erhofft sich dadurch, den speziellen „film-look“

(wie er bis heute nur in der Kinoprojektion erlebbar ist) auch bei der Wiedergabe der Filme im Fernsehen besser zur Wirkung zu bringen. Allerdings ist – aufgrund der Aufnahme­frequenz mit 24 bzw. 25 Bildern/s – die Auflösung schneller Bewegungsvorgänge bei der Filmwiedergabe nach wie vor unzureichend. Die praktische Bedeutung dieser Untersuchungen liegt vor allem in dem Nachweis, daß man bei der Einführung von HDTV auf existierende Spielfilme hoher Qualität als Programmquellen zurückgreifen könnte.

Auch für die künftige Verwendung von Film im Fernsehen nach heutigem Standard scheinen die Rohfilmfirmen dem Negativmaterial die größeren Chancen einzuräumen. So wurden bei KODAK ein neuer mittelpfindlicher Eastman-Color-Negativfilm für 16 mm (7291 mit EI = 100) und ein neues hochempfindliches Material sowohl für das 16-mm- (7294 mit EI = 320) als auch für das 35-mm-Filmformat (5294 mit EI = 400) in der Abtastung gezeigt. Die neuen Typen wurden hinsichtlich Filmkörnigkeit, Schärfe und Farbwiedergabe verbessert. Bei der Angabe der Lichtempfindlichkeit fällt auf, daß man nicht mehr – wie bisher – nach ISO einen DIN/ASA-Wert angibt, sondern nur noch sogenannte Exposure-Indices (EI). Diese dürften zwar weitgehend den ASA-Werten entsprechen, jedoch werden hierbei auch die Ergebnisse praktischer Tests (unter Berücksichtigung der Wiedergabebedingungen) mit einbezogen. Damit trägt man nun auch offiziell der Praxis bei Spielfilmproduktionen Rechnung, die Lichtempfindlichkeit jeweils durch Probelichtungen zu ermitteln, um so an die untere ausnutzbare Grenze zu kommen. Das kann dann allerdings dazu führen, daß für das gleiche Rohfilmmaterial unterschiedliche EI-Werte angegeben werden, je nachdem, ob es sich um ein 16-mm- oder 35-mm-Format handelt.

Auch bei FUJI PHOTO FILM wurden die Verbesserungen an den neuen Negativmaterialien (A 8511/8521 mit EI = 125 und AX 8512/8522 mit EI = 320) herausgestellt. Durch neue Doppelstrukturkörner (DSG) erreicht man – trotz Steigerung der Empfindlichkeit – relativ feinkörnige Schichten. Außerdem konnte der Belichtungsspielraum deutlich erweitert werden, so daß die Materialien jetzt – ohne größere Qualitätseinbußen – bis 2 Blenden unterbelichtet werden können. Daneben wurde die Stabilität der Farbstoffe so verbessert, daß jetzt selbst bei Klimabedingungen, wie sie bei den Rundfunkanstalten für die Aufbewahrung von Farbfilmen im Archiv gegeben sind (Temperatur < 20 °C, relative Feuchte 40 bis 50 %), mit einer Lebensdauer von 100 Jahren gerechnet werden kann.

Auf dem Stand von AGFA GEVAERT wurden vor allem die Verbesserungen bei dem mittelpfindlichen Umkehrmaterial Typ 702 als Nachfolger von T710 hervorgehoben. Den deutlich gesteigerten Störabstand und die bessere Schärfe erzielt man durch die Einführung der sogenannten CRL-Technologie, die ja bereits bei dem hochempfindlichen Typ 732 mit Erfolg eingesetzt wurde. Ferner wurde ein in Schärfe und Farbsättigung verbessertes Umkehrkopiermaterial vorgestellt. Dieser Typ 782 ist jetzt auch für die Lichttonwiedergabe verwendbar. Bei AGFA GEVAERT spricht man bei den neuen Materialien von der dritten Generation der Gevachrome-II-Familie, da bei der Entwicklung eine Kompatibilität zu den bisher verwendeten Typen bestehen bleibt.

2.2. Fernsehfilmabtaster

Auf dem Gebiet der Fernsehfilmabtastung kommen auf den Bildgeber seit einiger Zeit neue Aufgaben zu, was sich nunmehr auch geräteseitig auszuwirken beginnt. Wurde der Abtaster bisher in erster Linie zur Abspiegelung von Filmen im täglichen Sendebetrieb eingesetzt, so wird er jetzt zunehmend auch zur Nachbearbeitung



Bild 11
Fernsehfilmabtaster ADS 1 von RANK CINTEL
mit CCD-Zeilensensoren und zwei Filmlaufwerken

einschließlich Überspielung auf Videomagnetband verwendet.

Besonders deutlich war der Trend zur Spezialisierung bei RANK CINTEL festzustellen, wo für jeden dieser Anwendungsfälle ein eigener Abtastertyp gezeigt wurde. Der erstmals 1982 bei der IBC als Prototyp vorgestellte ADS 1 (Bild 11), der vorrangig für den Sendebetrieb konzipiert ist, ist ein – in Zusammenarbeit mit der BBC entwickelter – Abtaster mit CCD-Zeilensensoren. Bis zu 3 Filmlaufwerke sind im elektronischen Multiplexbetrieb kombinierbar, wodurch A/B-Betrieb und vorprogrammierbare Überblendungen ermöglicht werden. Zur Erleichterung der Abspiegelung im Sendebetrieb sind zahlreiche Automatikfunktionen vorhanden: Schwarz- und Weißwerthaltung, automatische Farbkorrektur mit dynamischer Dunkelentsättigung, Schärfenachstellung usw. Zur Unterdrückung der besonders bei der Negativabtastung störenden Kratzer und Staubpartikel wurde eine „elektronische Staubkorrektur“ vorgesehen. Mit Hilfe eines vierten CCD-Sensors und Infrarotbeleuchtung werden Kratzer und Staubteilchen auf dem Filmbild ermittelt. Die Korrektur der Fehlstellen erfolgt – ähnlich wie bei der Dropout-Kompensation von Magnetbändern – durch elektronische Eintastung benachbarter Bildpunkte. Ein Demonstrationsband zeigte die Wirkungsweise, jedoch war das Ergebnis noch nicht völlig zufriedenstellend. Beim ADS 1 kann der optische Kanal sehr einfach zwischen 16-mm- und 35-mm-Abtastformat umgeschaltet werden, ein Auswechseln von Optikblöcken ist hier nicht erforderlich. Das Laufwerk wurde so ausgelegt, daß Klebestellen möglichst geringe Bildstandschwankungen verursachen. Ein störungsfreier Anlauf wird durch Ausnutzung des Bildspeichers erzielt, wobei der Film zunächst ein kurzes Stück zurückgespult wird und erst nach Beendigung der Hochlaufphase vom Standbild auf das Bewegtbild überblendet wird. Soweit man auf der Ausstellung ein Urteil abgeben konnte, ist die erzielbare Bildqualität recht gut. Allerdings wurden nur Positive abgetastet, da man bei RANK der Meinung ist, daß bei

der Negativabtastung mit CCD-Sensoren die Schattenpartien übermäßig stark rauschen. Nach Angaben von RANK CINTEL ist der ADS 1 erstaunlich preiswert und soll in der Einfachversion nur die Hälfte vergleichbarer CCD-Abtaster anderer Hersteller kosten.

Nach wie vor bleibt der bewährte Mk IIIC, der nach dem Punktlichtabtastprinzip arbeitet, das große Zugpferd bei RANK CINTEL. Er wird aufgrund seiner hervorragenden Bildübertragungseigenschaften und der vielen Steuerungsmöglichkeiten besonders für die Filmbearbeitung und Überspielung auf Magnetband empfohlen. Einige Verbesserungen sind: Shuttle-Betrieb wie bei Magnetbandmaschinen zwischen 1/10 und 10- bzw. 20-facher Normalgeschwindigkeit (für 35-mm- oder 16-mm-Filmformat); Digiscan III, ein digitaler Bildspeicher mit verbesserter vertikaler Aperturkorrektur für S8 und unscharfe 16-mm-Kopien; ein „sekundärer“ Farbkorrektor, der mit Amigo (siehe 2.3.) programmiert werden kann. Speziell für den Mk IIIC wurde – für die Überspielung verschrammter Filmmaterialien – eine Naßabtasteinrichtung nach dem Eintauchprinzip gezeigt, die von GEYER entwickelt wurde und von PETERSON in den USA gefertigt wird. Dabei durchläuft das verschrammte Material (meist ein Negativ) wie bei der Naßkopierung einen mit Perchloräthylen gefüllten Behälter. Die Kratzer werden mit dieser Flüssigkeit, die ähnliche Brechungseigenschaften wie der Filmträger hat, ausgefüllt und bleiben so während des Abtastvorgangs unsichtbar. Anschließend wird der Film getrocknet.

MARCONI zeigte wiederum seinen Filmabtaster B 3410 mit CCD-Zeilensensoren und volldigitaler Signalverarbeitung. Inzwischen ist der Abtaster, der in Montreux 1981 als Prototyp vorgestellt wurde, voll funktionsfähig und kann mit dem Steuerungssystem Prefix (siehe 2.3.) in allen Funktionen vorprogrammiert werden. Die bei Bildgebern mit CCD-Sensoren etwas problematische Übertragung kontrastreicher Filme (z. B. Spielfilme auf normalem Kinepositiv) wurde beim B 3410 dadurch gelöst, daß die Sensoren mit Vorbelichtung betrieben werden. Damit soll es möglich sein, noch in tiefsten Schattenpartien ($D_{\max} = 2,7$) Details mit Dichtedifferenzen von $\Delta D = 0,1$ unterscheidbar wiederzugeben.

Der FDL 60 von BOSCH blieb in seiner Grundkonzeption unverändert, wurde jedoch durch die Entwicklung von vielen Zusatzgeräten zu einem universellen System erweitert. So kann heute mit dem Grundgerät und entsprechender Ausstattung sowohl der tägliche Sendebetrieb als auch eine umfassende Produktionsnachbearbeitung durchgeführt werden. Folgende neue Optionen wurden vorgestellt:

- Ein volldigitales System zur horizontalen Lageverschiebung bei der Fernseh wiedergabe von Cinemascopefilmen (Pan Scan). Bei der Bearbeitung wird das Filmbild in voller Breite auf dem Bildschirm wiedergegeben (sogenannte Letterbox-Darstellung), so daß mit Hilfe von 2 seitlichen Grenzlinien der zu sendende Ausschnitt sehr einfach festgelegt werden kann. Die Lage der Grenzlinien wird dann zusammen mit der Bildnummer abgespeichert.
- Mit dem Filmtimer kann die Filmlaufgeschwindigkeit (variabel zwischen 16 und 30 Bildern/s) exakt festgelegt werden. Dadurch lassen sich Filmbeiträge beliebig raffen oder strecken, ohne daß der Bildinhalt beeinträchtigt wird. Die 1/2-Umschaltung verkoppelt zwei Abtaster für den manuellen oder vorprogrammierbaren Überblendungsbetrieb und das A/B-Interface ermöglicht durch Zeitcodevergleich die parallele Steuerung zweier Filmabtaster durch ein Laufwerkbedienpult.
- Mit der Freeze/Defreeze-Einrichtung kann jetzt von einem stehenden auf ein bewegtes Bild umgeschaltet

werden, wodurch sich ein sendefähiges Startverhalten ergibt.

- Mit dem digitalen Filmkornreduzierer FDGR läßt sich bei der Abtastung das durch die Filmkörnigkeit verursachte Rauschen entweder automatisch oder in festen Stufen bis 10 dB verringern. Im Gegensatz zu den universell einsetzbaren Rauschminderern, die das FBAS-Signal beeinflussen, wirkt der FDGR direkt auf das Luminanzsignal ein. Mit Hilfe eines Vollbildspeichers wird ein rekursives Filter realisiert, wodurch das unkorrelierte Filmkornrauschen in aufeinanderfolgenden Bildern reduziert wird. Durch einen Bewegungsdetektor wird sichergestellt, daß nur der Störabstand ruhender Bildteile beeinflusst wird und Verschleppungseffekte bei Bewegung in der Szene vermieden werden.
- Von SCHMITZER wird für den FDL 60 jetzt auch ein Wetgate zur schrammenfreien Abtastung nach dem Eintauchprinzip angeboten. Dabei ist das eigentliche Naßfenster in den Optikkblock integriert und muß bei Formatwechsel mit ausgetauscht werden.

Neben den Filmabtastgeräten wurden auf der Ausstellung auch Hilfsmittel für den Abgleich gezeigt. So stellte KODAK einen Testfilm und ein Monitoreinstellgerät vor, mit denen die Überspielung von Farbfilm auf Videomagnetband erleichtert und verbessert werden sollen:

- Der Telecine-Analysis-Film (TAF), der neben 8 Farbfächern noch einen 6stufigen Graukeil und ein neutrales Umfeld hat. Mit diesen Testfeldern kann der Abtaster reproduzierbar abgeglichen werden, wobei die Farben zur Einstellung der Matrixkoeffizienten (speziell bei der Negativabtastung) am Vektorskop dienen.
- Der Eastman Color Monitor Analyser (ECMA) ist eine Kombination aus Signalgenerator und Photometer. Damit läßt sich der Farbkontrollempfänger, der zur Überwachung bei der Filmüberspielung verwendet wird, in Spitzenleuchtdichte und Grundhelligkeit auf einen einmal als optimal gefundenen Wert wieder einstellen.

2.3. Farbkorrekturanlagen

Bei den Anlagen zur elektronischen Farbkorrektur von Fernsehfarbfilmen standen auf der Ausstellung vor allem die anlagegebundenen, programmierbaren Geräte im Rampenlicht. Jeder der drei renommierten Abtasterhersteller in Europa hat nunmehr ein Konzept entwickelt, mit dem der Korrektor so in den jeweiligen Abtastertyp integriert wird, daß eine direkte Beeinflussung



Bild 12

Steuergerät „Amigo“ von RANK CINTEL für den Mk-IIIC-Filmabtaster



Bild 13

Steuergerät „Prefix“ von MARCONI für den B-3410-Filmabtaster

der wichtigsten Betriebsfunktionen über eine fernbedienbare Steuereinheit möglich ist. Dies ist vor allem bei der Negativabtastung von Bedeutung. Gemeinsames Ziel aller demonstrierten Anlagen ist es, eine benutzerfreundliche Bedienung der Tastenfelder zu ermöglichen, ohne daß der Bediener ein Computerspezialist sein muß.

Bei RANK CINTEL wurde mit Amigo (**Bild 12**) – als Nachfolger für Topsy – eine rechnergestützte Steuereinheit für den Mk-IIIIC-Abtaster vorgestellt. Neben den bisherigen Funktionen gibt es jetzt auch eine szenenweise Programmierung der Pan-Bewegung und Zoom-einstellung, der Filmtransportgeschwindigkeit sowie der Farbkorrektur (im A/B-Betrieb). Die übliche RGB-Farbkorrektur wurde um einen „sekundären Farbkorrektor“ erweitert, so daß nunmehr die drei Grund- und Komplementärfarben in sechs Sektoren (d. h. ohne gegenseitige Beeinflussung) gezielt verändert werden können. Alle Abtaster- und Farbkorrektureinstellungen (maximal 400 Korrekturdatensätze [Events] im flüchtigen Speicher) lassen sich auf einem Datensichtgerät darstellen. Dabei wurde besonderer Wert auf ein möglichst kleines Tastenfeld gelegt. Ein integriertes Diagnosesystem prüft die diversen Speicher und zeigt eventuelle Fehler auf dem Sichtgerät an.

Für die vorprogrammierbare Steuerung des B 3410 wurde von MARCONI das Prefix-System entwickelt (**Bild 13**). Die mikroprozessorgesteuerte Korrekturereinheit hat eine Speicherkapazität von 900 Korrekturdatensät-

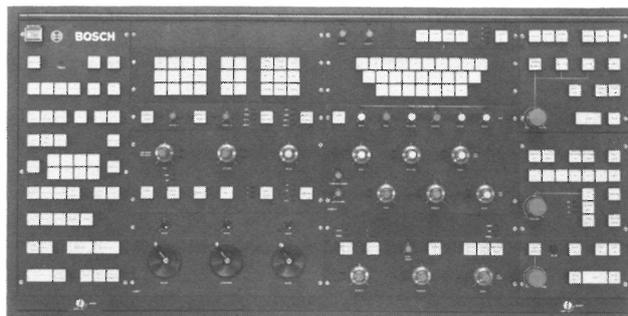


Bild 14

Film-Reproduktions-Programmierer FRP 60 von BOSCH für den FDL-60-Filmabtaster

zen. Im „editing mode“ können abgespeicherte Korrekturdaten modifiziert werden und im „overriding mode“ läßt sich nachträglich noch eine manuelle Feinkorrektur durchführen.

Von BOSCH wurde erstmals der lange erwartete FRP 60 (Film-Reproduktions-Programmierer) zur Steuerung des FDL-60-Abtasters demonstriert (**Bild 14**). Es ist ein rechnergestütztes System, mit dem alle nur denkbaren Funktionen für die Filmnachbearbeitung szenenweise und bildgenau vorprogrammiert werden können, wie z. B. Schwarz- und Weißwert, $\Delta\gamma$, Dunkelentsättigung, sekundäre Farbkorrektur, Schattendehnung, Pan-Scan-Bildausschnittfestlegungen, Filmlaufgeschwindigkeit, Tonpegel, Überblendung usw. Infolge der großen Anzahl an Schaltfunktionen ergeben sich zwangsläufig sehr viele Tasten und Bedienelemente, worunter die Übersichtlichkeit auf den ersten Blick etwas zu leiden scheint. Zur schnelleren Identifikation der Korrekturdaten können jeweils Kommentare in die Korrekturlisten mit eingegeben werden. Insgesamt sind 48 Analogkanäle mit 12 Bit Auflösung programmierbar und bis zu 800 Korrekturdatensätze können zusammen mit der Bildposition gespeichert werden. Für immer wiederkehrende, ähnliche Szenen stehen 8 zusätzliche Speicher mit unmittelbarem Zugriff zur Verfügung. Eine „override“-Funktion ermöglicht nachträgliche Feinkorrekturen. Das Farbkorrektursystem kann mit einem automatischen Szenenwechsellerner ergänzt werden. Der Dialog zwischen Bediener und Korrektursystem wird durch ein Datensichtgerät erleichtert. Dabei wird auch die aktuelle Position des momentan abgetasteten Filmbildes innerhalb der Szene grafisch durch einen Pfeil angezeigt, was die Arbeit sicherlich erleichtern wird.

M. Rothaler

3. Fernsehbeeldwiedergabe

Besondere technische Leckerbissen auf dem Gebiet der Fernsehbeeldwiedergabe waren zwei in Montreux am Rande der Ausstellung vorgestellte Zukunftsentwicklungen. Die im Rahmen der High-Definition-TV-Präsentation im Ballsaal des Montreux-Palace-Hotels ausgestellten Fernsehprojektionsanlagen von GENERAL ELECTRIC, von PANASONIC und SONY sowie die dort aufgebauten Direktsichtgeräte mit ihren 1125-Zeilen-60-Hz-Bildern im 3:5-Format zeigten, was mit entsprechend großem Aufwand erreichbar ist. Als einzige europäische Firma hatte sich BARCO mit einem 76-cm-Monitor in den exklusiven HDTV-Kreis gewagt. Praxisnäher und ebenfalls sehr beeindruckend war die „HIFI Zero“-Demonstration der PHILIPS Research Laboratories, Eindhoven, die als Studie ein neues Empfängerkonzept für normale PAL-Signale zeigte. Durch Bildspeicher und einen Decoder mit Rekursivfilter wird praktisch völlige Flimmerfreiheit bzw. eine bei stehenden

Bildern bemerkenswerte Bildverbesserung erreicht; die Beseitigung des Schmierens bei bewegten Bildern durch einen Bewegungsdetektor befriedigte allerdings noch nicht.

Aus der alltäglichen Technik hörte man, daß die in letzter Zeit oftmals bemängelte Bildschirm-Ungleichmäßigkeit bei Monitorröhren, die ernsthaft die Frage aufwarf, ob man für einige besonders anspruchsvolle Arbeiten (wie die Farbkorrektur) Heimempfänger nehmen sollte, nun weitgehend behoben sein soll. Als Kompromiß zwischen den in dieser Beziehung besonders bei größeren Bildformaten kritischen High-Resolution-Bildröhren (Tripelabstand etwa 0,3 mm) und den Röhren mit Standardauflösung (0,5 bis 0,6 mm) wird nun ein Medium-Resolution-Typ mit einem Tripelabstand von etwa 0,4 mm angeboten, bei dem man auch die Black-Matrix-Technik zur Kontrasterhöhung ohne die bisher oftmals störende Wolkigkeit zu beherrschen glaubt. Monitore mit dieser Röhrenausführung zeigten tatsächlich eine allen Klasse-1-Ansprüchen genügende Qualität; es ist zu hoffen, daß diese Ergebnisse auch in der Serie gehalten werden.

Auch in diesem Jahr sah man auf den Ausstellerständen vorwiegend Barco-Monitore, vor allem des

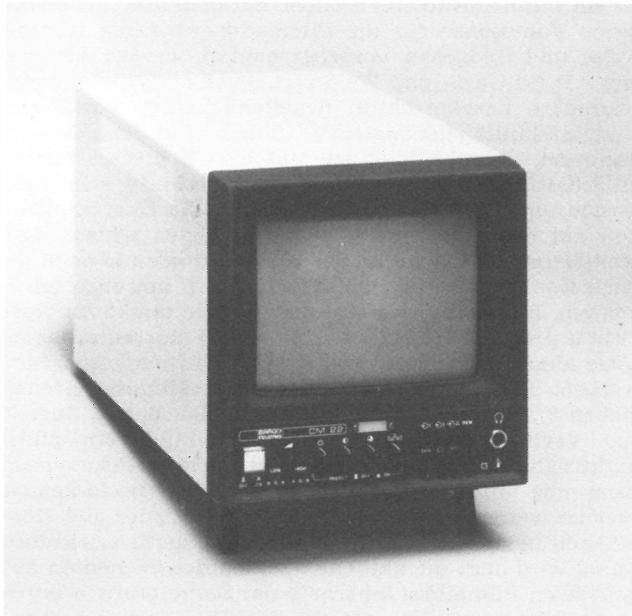


Bild 15

Farbmonitore mit der neuen hochauflösenden 22-cm-Bildröhre
oben: CM 22 von BARCO
unten: MC 22 BA von BOSCH

Typs CTVM 3/51, die – alter Tradition entsprechend – den Firmen von BARCO zu sehr günstigen Konditionen zur Verfügung gestellt worden waren. Auf dem Barco-Stand selbst wurde als Neuheit ein kleiner Farbmonitor CM 22 (**Bild 15** oben) mit einer neuen hochauflösenden Inline-Bildröhre (theoretische Grenzfrequenz über 5 MHz) gezeigt. Zwei Geräte passen nebeneinander in ein 19-Zoll-Gestell. Batteriebetriebmöglichkeit und zusätzliche RGB-Eingänge versprechen viele Anwendungsmöglichkeiten für EB/EAP, Vorschau sowie für Grafik- und Datenanzeige.

Spezielle Inline-Bildröhrentypen mit Rundaperturmaske haben inzwischen eine Qualität erreicht, die sie auch für Klasse-1-Monitore geeignet machen. BARCO bietet dementsprechend in ihrer bekannten Klasse-1-CTVM-3-Reihe auch eine „J“-Version mit diesen Röhren an; bei 37 cm Bilddiagonale wird eine High-Resolution- und bei 51 cm eine Medium-Resolution-Ausführung verwendet. Zu den Varianten und Optionen der CTVM-3-Reihe wie Kammfilterdecoder, Multistandarddecoder, Vertikal-Interval-Zeitcode-Anzeige und Sound-in-Sync-Betrieb ist nun noch die Einblendung einer Bildbegrenzungslinie (Safe area frame) sowie die Ausstattung mit Komponenteneingängen Y, R-Y, B-Y hinzugekommen. Im Sinne des Barco-Slogans „The most consistent and complete line of monitors“ bietet BARCO als einziger Hersteller auch einen allerdings recht teuren Klasse-1-Monitor mit hochauflösender 66-cm-Delta-Farbbildröhre an.

BOSCH stellte ebenfalls einen kleinen Monitor mit der neuen hochauflösenden 22-cm-Bildröhre besonders für Vorschau und EB/EAP-Einsatz vor (**Bild 15** unten). Das Gerät ist mechanisch und im Design so ausgelegt, daß es ohne Schwierigkeit gegen die Schwarzweißmonitore M 24 BA und M 24 BB ausgetauscht oder mit diesen kombiniert werden kann. Dabei lassen sich auch hier zwei Monitore nebeneinander in einem 19-Zoll-Gestell unterbringen. Für EB/EAP-Betrieb ist ein Batteriepack (Bosch-Standardbatterie) für 1/2 Stunde Betriebsdauer mit zwei Griffschrauben leicht an der Monitorrückseite anflanschar. Die Netz/Batterie-Umschaltung erfolgt bei fehlendem Netz automatisch.

Ab Herbst 83 wird die Bosch-Farbpräzisionsmonitor-Reihe MC...BA eine sogenannte Grauwertautomatik erhalten. Sie arbeitet mit Auswertung einer unmittelbar nach der V-Austastlücke eingeblendeten Grauzeile, die bei Normal-Bildgröße vom Maskenrand abgedeckt wird, und mit Strahlstromrückkopplung. Die Grauwertautomatik soll die Einlaufzeit erheblich verkürzen (Grauwert nach 15 s stabil) und auch die Langzeitstabilität weiter verbessern. Eine Nachrüstung älterer Geräte wäre technisch möglich, ist aber zunächst nicht geplant. In dem ohnehin nur wenig Wünsche offenlassenden Bosch-Monitor-Programm ist auch hier eine C-Linie mit Inline-Lochmaskenröhren hoher und mittlerer Auflösung hinzugekommen.

Als Vertreter für Deutschland führte BOSCH mit der Bezeichnung PJ 5055 „Talaria“ eine nochmals verbesserte Version des bekannten, mit einer einzigen Lichtventilröhre arbeitenden Farbfernseh-Großbildprojektors der amerikanischen GENERAL ELECTRIC vor (**Bild 16**). Mit einem auf 1000 Lumen erhöhten Lichtstrom wird die maximale Bildbreite nun mit 7 m angegeben. Diese Leistung hat mit rund 240 000 DM allerdings auch ihren Preis. Wieder sehr beeindruckend war das auf dem Bosch-Stand schon gewohnte, in Größe, Bildqualität, aber auch im Preis nochmals um einiges höherliegende Farbfernseh-Großbild von GRETAG-EIDOPHOR.

An weiteren, preisgünstigeren Fernsehprojektoren waren das neue, auch für den Privatbereich gedachte Rückprojektionsgerät „Cinema 9065“ von GRUNDIG (**Bild 17**) mit 165 cm Bildschirmdiagonale und hoher



Bild 20

Tragbarer 1-Zoll-B-Format-Recorder BCN 21 von BOSCH



Bild 21

Tragbarer Highband-U-matic-Recorder PR-4800 E von JVC
(Bell & Howell)

lungen bestätigt, die entweder die Verbesserung der Signalqualität oder betriebstechnische Erleichterungen zum Ziel hatten. Neben SONY bietet nunmehr auch JVC einen 3/4-Zoll-Schnittrecorder (PR-8800 E) sowie einen tragbaren Highband-U-matic-Recorder (PR-4800 E) mit Hinterbandkontrolle an (Bild 21).

Einen Blick in die Zukunft ermöglichte der von SONY am Rande der Ausstellung demonstrierte gegenwärtige Stand der digitalen Komponentenaufzeichnung. Die Bildqualität wie auch die Qualität der vier digitalen Tonkanäle, welche zeitmultiplex im 220 Mbit/s-Video/Audio-Bitstrom aufgezeichnet wurden, war bei den gezeigten Betriebsarten und selbst bei abgeschaltetem Fehlerschutz beeindruckend gut. Die Ergebnisse dieses Versuches lassen erwarten, daß nach Festlegung eines einheitlichen Aufzeichnungsformats – das in etwa 2 Jahren erreicht sein könnte – ein digitaler Komponentenrecorder ab 1987 zur Verfügung stehen wird.

H. Schachlbauer

5. Elektronische Einzelbildspeichersysteme

Diese englisch „electronic still stores“ genannten Systeme zählten zu den vielumlagerten Exponaten der Ausstellung. Es handelt sich dabei um einen neuen Gerätetyp, der auf Magnetplatte an die hundert oder mehr Fernseh-Einzelbilder zusammen mit Adressen selektiv abrufbar speichert und damit im Fernsehbetrieb interessante Alternativen zur bisherigen Verfahrensweise mit Dias, Fotos, Telebildern, Grafiken und ähnlichen Bildvorlagen bei Programmproduktion, Sendeabwicklung und im Bildarchiv eröffnet.

Seit der letzten Ausstellung in Montreux haben mehrere Firmen ihre damals vorgeführten Labormodelle zur Anwendungsreife gebracht oder ihr Angebotsspektrum erweitert; neue Anbieter sind hinzugekommen. Den vorgestellten Geräten gemeinsam ist: es werden handelsübliche, für die moderne elektronische Datenverarbeitung zu hoher Perfektion und Betriebssicherheit entwickelte Magnetplattenlaufwerke (zumeist vom Typ der sogenannten Winchesterplatte) verwendet, und es wird digital aufgezeichnet, allerdings nicht in Echtzeit, sondern über einen Pufferspeicher mit einer an die übliche Betriebsweise der Plattenlaufwerke angepaßten Datenrate. Diese beträgt etwa 1 MByte/s, so daß die Aufzeichnung (und ebenso der Abruf) eines Fernsehbildes, das nach der 4:2:2-Version des CCIR-Digitalstandards codiert ist, etwa eine Sekunde beansprucht. Die Unterschiede der Angebote liegen in ihrer Ausbaufähigkeit und im Komfort der Suchhilfen für das Auffinden der gewünschten Bilder.

Bei QUANTEL wird jetzt das „Digital Library System DLS 6001“ wahlweise mit Plattenlaufwerken verschieden hoher Speicherkapazität (80, 160 oder 470 Vollbilder je Platte) und das zugehörige Steuergerät mit dem leistungsfähigen Minicomputer 68 000 anstelle des bisher verwendeten Typs LSI 11 ausgerüstet. Ein voll ausgebautes System mit 8 Laufwerken vermag bis zu 3700 Bilder aufzunehmen. Bemerkenswert ist außerdem die Anschlußmöglichkeit des DLS 6001 an ein Bildarchiv hoher Speicherkapazität mit Hilfe eines VAX-Rechners. Aber auch mit entgegengesetzter Zielsetzung war QUANTEL erfolgreich tätig: Für bescheidene Ansprüche wird eine extrem einfache und preisgünstige Systemvariante mit nur 80 Vollbildern und einem Pufferspeicher angeboten. „keywords“ und die Möglichkeit, gleichzeitig jeweils 16 verkleinerte Bilder aus dem Speichervorrat darzustellen, erleichtern es, die gewünschten Bilder zu finden und zu „stacks“ für den sukzessiven Abruf zu ordnen.

Die amerikanische Firma HARRIS demonstrierte ihr flexibel auf- und ausbaufähiges Modell IRIS II jetzt im PAL-Standard. Dem Vernehmen nach soll das digitale „Innenleben“ der Anlage, das zur Zeit noch auf einem früheren SMPTE-Vorschlag mit 14,3 MHz Abtastfrequenz und der 4:1:1-Unterfamilie basiert, demnächst auf die seit 1982 geltende CCIR-Norm für digitale Bildsignale im Studio umgestellt werden. Im Betriebskonzept des Systems ist vorgesehen, daß die ohnehin erforderlichen Pufferspeicher bei Bedarf auch als Rauschverminderer für die Einzelbilder einsetzbar sind. Als „Suchhilfen“ für das Auffinden der gewünschten Bilder im Speichervorrat dienen verbale Bildbeschreibungen und -verzeichnisse auf dem Daten-Display des Kontrollgerätes.

Viel Beachtung fand das von RANK CINTEL vorgestellte „Slide File“, das aus einer gemeinsamen Entwicklung mit der BBC hervorgegangen ist. Das bewußt bescheiden gehaltene Konzept mit einer Kapazität von maximal 80 Vollbildern, zwei Pufferspeichern, einer „poly-photo“-Suchhilfe mit 30 verkleinerten Bildern (Bild 22), einfachem numerischen Abruf der Bilder und eingebautem Datenkassettenrecorder zum Nach- oder Umladen der Platte (mit 20 Bildern pro Kassette) wird vermutlich den Bedürfnissen und Preisvorstellungen vieler kleiner Fernsehproduktionsstätten entsprechen.

Auch die Firma AMPEX, die bereits in den 70er Jahren gemeinsam mit der amerikanischen Rundfunkgesellschaft CBS ein aufsehenerregendes „electronic still store“-System auf der Basis digitaler Signalspeicherung auf Magnetplatten – allerdings mit „Echtzeit“-Aufzeichnung – entwickelt hatte, ist nach mehrjähriger Zurückhaltung wieder in Erscheinung getreten: Vorgeführt wurde das brandneue Modell ESS-3 (Bild 23); es soll im

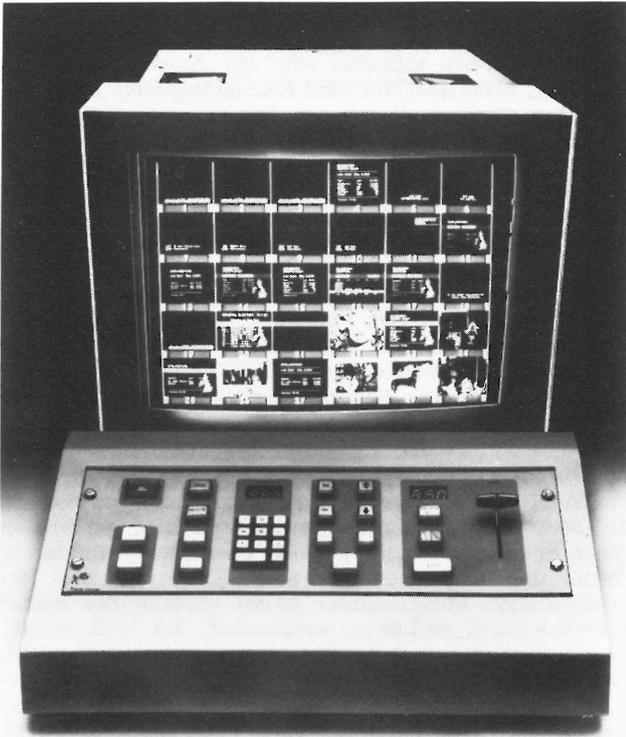


Bild 22

Steuergerät und „poly-photo-display“ des elektronischen Einzelbildspeichersystems „Slide File“ von RANK CINTEL

Frühjahr 1984 lieferbar sein. Mit dieser Entwicklung geht jetzt auch AMPEX beim Bau von elektronischen Einzelbildspeichersystemen den im Vergleich zur Echtzeit-Aufzeichnung weniger schwierigen Weg der Speichertechnik mit reduzierter Aufzeichnungsgeschwindigkeit. Im übrigen ist ESS-3 wie die Angebote der Konkurrenz modular ausbaufähig (bis zu 5 Plattenlaufwerken à 400 Bilder) und mit Bedienungskomfort (optischen Suchhilfen) gut ausgestattet.

Erwähnt sei noch das von der englischen GUNNERFIELD MARKETING LTD. vorgestellte Modell GML 8500. Seine Schnittstellen-Elektronik ist zur Verbindung von 1 bis 4 Winchesterplattenlaufwerken, 1 bis 4 Frame Stores (vom Typ DFS 8560) und von bis zu 4 Fernbedieneinheiten (mit vieradrigem Kabel) eingerichtet. Auf Wunsch ist ein 1/2-Zoll-Magnetbandlaufwerk als Langzeit- oder Massenspeicher anschließbar. Die optische

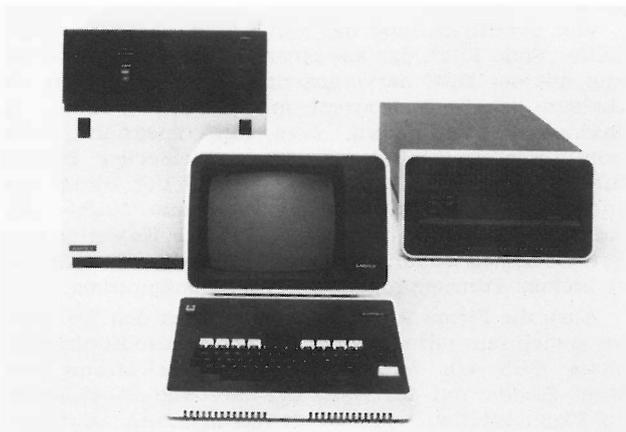


Bild 23

Elektronisches Einzelbildspeichersystem ESS-3 von AMPEX

Suchhilfe arbeitet mit der gleichzeitigen Abbildung von 64 komprimierten Bildern.

Ingesamt gesehen läßt die auf dem Gebiete der elektronischen Einzelbildspeichersysteme immer noch zunehmende Zahl konkurrierender Hersteller auf eine für den Kunden günstige Preisentwicklung hoffen. F. Pilz

6. Elektronische Grafik- und Bildmanipuliergeräte

6.1. Grafiksysteme

Bei den sogenannten „Digital Paint Systems“ wird der Versuch unternommen, dem üblicherweise mit Zeichenstift oder Pinsel agierenden Künstler das elektronische Pendant in Form eines Schreibgriffels und einer „elektronischen“ Palette in die Hand zu geben. Um den Künstler bei seiner Arbeit möglichst frei von technischem Beiwerk zu halten, hat sich für den Dialog mit dem Rechner das „grafische Tablett“ allgemein durchgesetzt. Zur Darstellung des jeweils verfügbaren „Menüs“ (z. B. Farbpalette, Pinselstärke, geometrische Grundfiguren, Schriftarten) wird in der Regel ein gesonderter Bildschirm verwendet.

Obwohl das von AMPEX auf der letzten Montreux-Ausstellung vorgestellte Paint-System AVA zwischenzeitlich wieder zurückgezogen wurde, unterstreichen auf der anderen Seite die von QUANTEL (Digital Paint Box 7001) und AURORA (Aurora/100) gezeigten Geräte die Bedeutung dieser Malsysteme, die sich insbesondere zur raschen Editierung von Schautafeln, Wetterkarten, Statistiken o. ä. vorzüglich eignen. Bei den meisten Systemen lassen sich auch Einzelbilder aus einem laufenden Fernsehprogramm übernehmen und anschließend mit dem Grafiksystem modifizieren.

Neu im Reigen dieser „Paint Boxes“ sind nun zwei Grafiksysteme von BOSCH. Mit dem „Graphic Paint System FPS 1000“ wird ein auf dem 16-Bit-Mikroprozessor TMS 9900 basierendes Malsystem mit einer Auflösung von 640 x 480 x 4 Bit angeboten, das aus einer Palette von 65 000 Farben 16 Farben gleichzeitig darzustellen erlaubt, zahlreiche Pinselstärken und -formen verfügbar hält und auf einer 10-MByte-Wechselplatte bis zu 64 Bilder abzuspeichern gestattet. Noch einen Schritt weiter geht BOSCH mit dem „Graphics and Animation System FGS 4000“, das eine Kombination von Schriftgenerator, Malsystem und Echtzeit-Animations-einrichtung darstellt.

6.2. Bildmanipulier- und Trickgeräte

Die Realisierung elektronischer Trickgeräte zur erleichterten und verbesserten Nachbildung „optischer“ Effekte bei Fernsehbildern war erst durch die Anwendung der digitalen Signalverarbeitung unter Einbeziehung eines Bildspeichers möglich geworden. Welche Beeinflussungsmöglichkeiten für die Geometrie von Fernsehbildern in Echtzeit bei Einsatz dieser Techniken durchführbar werden, hatte AMPEX bereits vor zwei Jahren mit seinem System ADO eindrucksvoll demonstriert.

Mit einer Steigerung der mit diesen Techniken möglichen Bildmanipulationen konnte dieses Mal die Firma QUANTEL aufwarten; die Vielfalt der mit ihrem System DVM 8001 MIRAGE realisierbaren Effekte reichte von Bewegungen in allen Koordinatenrichtungen, Rotationen um jede beliebige Achse im dreidimensionalen Raum, Formatänderungen in horizontaler und vertikaler Richtung von Null bis zur mehrfachen Überschreibung der normalen Fernsehbildgröße bis hin zur Abwicklung der Fernsehbilder um nahezu jeden beliebig vorgegebenen Körper im Raum und der Nachbildung des „Umläutervorgangs“ der gerade übertragenen „Vorlage“. Eindrucksvoll war hierbei die hohe Bildqualität, die nur über einen entsprechend großen gerätetechnischen Aufwand

erzielt werden konnte und zu praktisch ruckfreien Bewegungen bei gleichzeitig nahezu vollständiger Unterdrückung von Störkomponenten (den sogenannten Alias-effekten) führte. Die unter den Typenbezeichnungen DPE 5001 (einkanalig) und DPE 5001 PLUS (mit bis zu 5 Kanälen) angebotenen Trickgeräte sind weiterhin im Programm der gleichen Firma. Zusätzlich wird von QUANTEL jetzt noch die preisgünstigere Version DPE 5001 SP angeboten, die eine Auswahl von Standardeffekten des einkanaligen Systems DPE 5001 aufweist und durch eine ergonomisch günstig gestaltete Bedieneinheit eine einfache Handhabung des Gerätes über Drucktasten und Joystick erlaubt.

Der voll nach den CCIR-Spezifizierungen für den digitalen Studiostandard arbeitende und mit einem Bildspeicher von 8,4 MBit ausgestattete „PAL Video Effects Framestore 6101 P“ von QUESTECH bietet zwar nicht ganz die vielseitigen Effektmöglichkeiten von MIRAGE, weist jedoch mit der Kammfilterdecodierung zur Trennung von Luminanz und Chrominanz, mit RGB-Ein- und -Ausgängen für normunabhängigen Betrieb und mit digitalen ECL-Schnittstellen besondere Ausstattungsmerkmale auf, die das Gerät auch für zukünftige Erweiterungen vorbereitet erscheinen lassen. Intern generierte Testsignale und ein mikroprozessorgesteuertes Überwachungssystem mit Selbstdiagnosemöglichkeiten lassen auch eine einfache Instandhaltung des Gerätes erwarten.

Die von NEC vorgestellte Trickeinrichtung E-FLEX PAL läßt sich in einer Sonderausführung auch mit 2 Kanälen ausstatten, wobei dann in der Betriebsart „Reciprocal“ die Vorgänge von Kanal 1 im Kanal 2 genau invers ausgeführt werden. Auch läßt sich damit das „Umblättern von Seiten“ und das „Rotieren eines Würfels“ von einer Kontrollkonsole aus abwickeln. Neben der im System bereits vorgesehenen Speichermöglichkeit von 128 Ereignissen können mit Hilfe eines optionell erhältlichen Magnetblasenspeicher-Bausteins jeweils weitere 128 x 4 Ereignisse festgehalten werden. Weitere Tricksysteme wurden von AMERICAN DATA (Flexikey), THOMSON-CSF (TTV 5305) und VITAL INDUSTRIES (SQUEEZOOM) angeboten.

7. Schriftgeneratoren, Untertitelungsgeräte

Dank verbesserter Halbleitertechnologie und zunehmendem Einsatz des Mikrocomputers begnügen sich zahlreiche Schriftgeneratoren gegenwärtig nicht mehr mit der alleinigen Erzeugung von Schriftzeichen, sondern erlauben bei einem Zugriff auf eine immer größere Zahl von Schriftarten mehr und mehr auch Darstellungsmanipulationen in Echtzeit. So gestattet zum Beispiel der „Caption Generator Cypher“ von QUANTEL Formatänderungen, Rotationen, Bewegungen in allen Richtungen und perspektivische Wiedergabe von Schriftzügen in quasi dreidimensionaler Darstellung, wobei bei Bewegungen im Raum der Schattenwurf der Schrift entsprechend der vorgegebenen Einfallrichtung des Lichtes „naturgetreu“ mitverändert wird. Für die Realisierung dieser Bewegungseffekte bedient man sich der gleichen Techniken, wie sie im Bildmanipuliergerät MIRAGE der gleichen Firma angewendet werden. Zahlreiche Animationseffekte erlaubt auch der Schriftgenerator „Vidifont Graphics V“ von THOMSON-CSF, der zur Grafikeingabe mit einem zusätzlichen Grafiktablett ausgerüstet werden kann (Bild 24).

Aus der Vielzahl angebotener Schriftgeneratoren soll hier nur eine Auswahl erstmals auf der Ausstellung präsentierter Geräte getroffen werden. Eine ganze Palette von „Type Writern“ ist im Angebot der FOR-A COMPANY, das von den 4-Seitenspeicher-Modellen VTW-200 mit 7 x 9-Zeichen-Matrix und VTW-210 mit

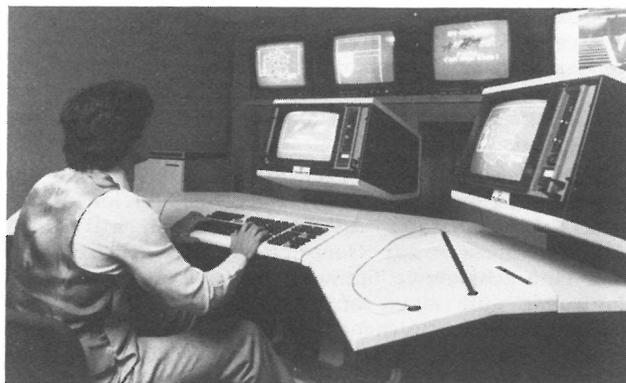


Bild 24

Elektronisches Grafiksystem TTV 3320 „Vidifont Graphics V“ von THOMSON-CSF

16 x 20-Zeichen-Matrix, Generierung von Rand/Schatteneffekten und drei Darstellungarten (normal, horizontales und vertikales Rollen) bis hin zu den 8-Seitenspeicher-Modellen VTW-300 und VTW-600 mit jeweils 24 x 24-Zeichen-Matrix reicht, wobei letzteres bereits standardmäßig mit einem zusätzlichen Vorschaukanal ausgerüstet ist und optionell mit einem Farbzusatz für 8 wählbare Farben, Lichtgriffel, Überblendeinheit mit 8 Schablonen und zusätzlichen Speichermöglichkeiten (Magnetkarte für 1 Seite, Diskette für bis zu 620 Seiten) ausgestattet werden kann.

Drei Modelle sogenannter „Teleproduction Graphic Titler“ sind im Angebot der QUANTA CORPORATION. Neben dem preisgünstigen Modell MG-100 MICROGEN, das in fünf verschiedenen Sprachversionen (deutsch, englisch, französisch, spanisch, skandinavisch) angeboten wird und bereits eine Auswahl unter 256 Farben ermöglicht, wurde von QUANTA in der Q7-Reihe das neue Modell „Select 7“ vorgestellt, das bei einer Horizontalauflösung von 20 ns u. a. über 7 Schriftarten, 5 Schriftgrößen, proportionale Schrittweite und wortweise mögliche Umschaltung der in 16 Helligkeits- und 8 Farbtonabstufungen wählbaren Farben verfügt. Im Spitzenmodell QUANTAFONT Q8 der gleichen Firma ist schließlich das Laden verschiedener Schriftarten möglich, wobei die Zeichen in 24 verschiedenen Größen und einer aus 16 Millionen Farbabstufungen wählbaren Farbe dargestellt werden können.

Als neues Modell bietet AMPEX seine „Remote Graphic Unit RGU-2“ an, die zahlreiche Features seines bekannten Schriftgenerators CHYRON IV in einer preisgünstigeren Form enthält. Besondere Ausstattungsmerkmale dieses Gerätes sind die hohe Auflösung von 27 ns, die mit CHYRON IV kompatible Zeichenbibliothek, die von Buchstabe zu Buchstabe wählbare Farbe aus einer Palette von 64 Farben und die Darstellung von bis zu 62 Zeichen pro Reihe und bis zu 20 Reihen pro Seite, wobei auch die Farbe des Hintergrundes über minimal 8 Fernsehzeilen unterschiedlich gewählt werden kann.

Der für kleinere Studios und Außenübertragungswagen konzipierte Schriftgenerator SCRIPTEL V von UNITEL verfügt über 4 Zeichengrößen, 2 Darstellungsarten (12 Reihen mit 32 Zeichen, 8 Reihen mit 16 Zeichen) und einen internen 16-Seiten-Speicher, wobei zur Erweiterung der Speichermöglichkeiten optionell ein Diskettenlaufwerk anschließbar ist. Zu dem mikroprozessorgesteuerten Modell SCRIPTEL P ist jetzt eine Reihe von Optionen erhältlich, um eine breitere Anwendung dieses Gerätes sicherzustellen: PWP für die gleichzeitige Darstellung lateinischer und arabischer Schriftzeichen auf dem Bildschirm; „Subtel“ für die automatische Untertitelung von Fernsehsendungen auf Band oder Film, wobei als Zeitbezug der UER/SMPTE-Zeitcode, die TV-Bild-

synchronisation oder ein interner Zeitgeber herangezogen werden kann; „Graphitel“ für die punktweise Generierung eigener Zeichen und Symbole; „Computer“ für die Verbindung zu einem Rechner, um Ergebnisse von Wettkämpfen oder Wahlen automatisch zur Darstellung zu bringen.

Auch der vor zwei Jahren erstmals vorgestellte und jetzt auch in einer lateinisch/arabischen Version erhältliche Schriftgenerator ASTON 3 läßt sich mit einem „Font Composer“ zur Generierung von Schriftzeichen über eine Schwarzweißkamera und mit einem „Subtitle Controller“ für einen automatischen Untertitelbetrieb ausrüsten. Mehrsprachenausführungen sind schließlich auch für die Untertitelsysteme von SCREEN ELECTRONICS (CGM-200 S: lateinisch/arabisch) und TORE SEEM A/S (Digital 8000: lateinisch/arabisch, lateinisch/kyrillisch oder lateinisch/griechisch) erhältlich.

8. Spezielle digitale Videogeräte

Fortschreitende Technologie, sinkende Preise für Halbleiterspeicher und der zunehmende Einsatz von Mikrocomputern lassen auch bei Zeitfehlerausgleichern und Bildsynchronisatoren die immer stärkere Einbeziehung über den eigentlichen Korrekturvorgang hinausgehender Zusatzfunktionen für einen universelleren Einsatz dieser Geräte erkennen. Diese Entwicklung kommt auch in der zunehmenden Verwendung der aufwendigeren Komponentencodierung anstelle der zunächst vorherrschenden geschlossenen Codierung bei diesen mit digitalem Innenleben arbeitenden Geräten zum Ausdruck; allerdings ist die vom CCIR vorgeschlagene 4 : 2 : 2-Studioform erst bei wenigen Geräten anzutreffen.

8.1. Zeitfehlerausgleicher

Bildverbesserungsmöglichkeiten bei Mehrfachkopien und Erleichterungen für den Editiervorgang bis hin zur Übernahme von Mischerfunktionen bei der Nachbearbeitung kennzeichnen die jüngste Generation der auf dem Markt befindlichen Zeitfehlerausgleicher, so daß der Anteil der nur für eine Zeitbasis Korrektur ausgelegten Geräte immer stärker zurückgeht. Auffallend ist auch, daß Zeitfehlerausgleicher in CCD-Technologie kaum noch im Angebot sind.

So verfügt bereits das mit einem „floating-window“ von 16 Zeilen ausgestattete Grundmodell 1002-S von GML über zahlreiche Möglichkeiten der Bildverbesserung, wobei das Gerät auch gegenüber kurzzeitig fehlenden oder störsitzenüberlagerten Sync-Signalen in hohem Maße immun ist. Das nach Herstellerangaben Signale aller auf dem Markt befindlichen Schrägspurmaschinen akzeptierende Gerät ermöglicht die vollsynchronisierte Wiedergabe selbst bei Stop- und Slow-motion-Betrieb einfacher U-matic-Geräte. Im Modell 2002-S der gleichen Firma lassen sich darüber hinaus Veränderungen der Farbbalance und Korrekturen der insbesondere bei einfachen „Colour-under“-Geräten auftretenden Laufzeitunterschiede zwischen Luminanz und Chrominanz vornehmen; optionell kann dieses Modell außerdem mit einem „Direct-colour“-Eingang für professionelle Aufzeichnungsgeräte und Bildplattenspieler ausgerüstet werden, wobei sich die verarbeitbare Bandbreite von 3 MHz auf 5,5 MHz ($\pm 0,5$ dB) erhöht. Schließlich ist das mit zwei Zeitfehlerkorrekturkanälen und einem „Digital-Effects“-Prozessor ausgestattete Spitzenmodell 4004-S zusätzlich in der Lage, verschiedene Überblendeffekte ohne Zuhilfenahme eines gesonderten A/B-Mischers vorzunehmen, so daß dieses Gerät im Zusammenspiel mit drei Aufzeichnungsmaschinen eine für viele Anwendungen ausreichende Nachbearbeitungsmöglichkeit zu äußerst kostengünstigen Bedingungen ermöglicht.

Eine ähnliche Aufteilung nimmt auch der japanische Hersteller FOR-A COMPANY bei seinen Zeitfehlerausgleichern vor. Während das bereits mit Komponentencodierung und einem Korrekturfenster von 16 Zeilen ausgestattete Basismodell FA-410 Zeitfehler aller mit Heterodyn-Prozessen arbeitenden Aufzeichnungsgeräte (3/4-Zoll-U-matic, VHS, Betamax, neue 1/4-Zoll-Technik) auszugleichen gestattet und das Modell FA-430 P über zusätzliche Möglichkeiten der Bilddetailverbesserung in H- und V-Richtung, Farbkorrektur und Rauschverminderung für Luminanz und Chrominanz verfügt, ist das Digital-TTL-System FA-450 P des gleichen Herstellers ebenfalls zweikanalig und mit zusätzlichen Mischerfunktionen ausgestattet, wobei alle Einstellmöglichkeiten (wie auch beim Modell FA-430 P) über eine abgesetzte Konsole vorgenommen werden.

SONY bietet zu dem für Anwendungen bei servogesteuerten „Colour-under“-Maschinen vorgesehenen und mit 29-Zeilen-Korrekturfenster, Komponentencodierung (Abtastung: Y = 10,9 MHz; C = 5,4 MHz; 8-Bit-Quantisierung) und Dropout-Kompensation ausgestatteten Modell BVT-800 P und dem zum Einsatz bei seinen C-Format-Maschinen konzipierten und mit 20-Zeilen-Korrekturfenster, geschlossener Codierung (Abtastung mit 4facher Farbträgerfrequenz; 8-Bit-Quantisierung) und Geschwindigkeitsfehlerkorrektur arbeitenden Modell BVT-2000 P nun zusätzlich unter der Typenbezeichnung BKH-2100 (NTSC)/2200 (PAL)/2300 (PAL-SECAM umschaltbar) die aus 4 Platinen bestehende Einsteckversion eines Zeitfehlerausgleichers für seine Geräteserie BVH-2000 an, die mit einer neuartigen Korrekturschaltung zur verbesserten Geschwindigkeitsfehlerkompensation ausgestattet ist und ein erkennbares Schwarzweißbild bis zum 50fachen der Normalgeschwindigkeit des Bandgerätes erlaubt.

Der Vollständigkeit halber seien noch erwähnt: der von MICROTOME nun auf einen Korrekturbereich von 24 Zeilen erweiterte PAL/SECAM-Zeitfehlerausgleicher 2080, der im Schwarzweiß/SECAM-Betrieb und bei Farbträgerrückführung über die volle Videobandbreite (5,5 MHz) verfügt und optionell mit Dropout-Kompensation, Bilddetailverbesserung und Rauschunterdrückung auszustatten ist; der von RCA auf die eigene Bandgeräteserie TR-800 abgestimmte Zeitfehlerausgleicher TBC 210-P, bei dem mit Hilfe einer Abtastschaltung der Anschluß an das Aufzeichnungsgerät detektiert und dann automatisch die wichtigsten Kontrollfunktionen auf die Steuerkonsole des Aufzeichnungsgerätes umgeschaltet werden; der von HARRIS bereits bei der letzten Montreux-Ausstellung angekündigte Zeitfehlerausgleicher HVS 517, der bei einem 16-Zeilen-Speicher zur Zeitbasis Korrektur und bei Komponentencodierung eine Bandbreite von 3,5 MHz (± 3 dB) bei Farbbetrieb und 5,5 MHz (± 3 dB) bei Monochrome-Betrieb aufweist, mit der SECAM-Option auch den „Direct-colour“-Betrieb zuläßt und RGB-Ausgänge zur Verfügung hält.

8.2. Bildsynchronisatoren

Bei den Bildsynchronisatoren besteht weiterhin die Tendenz, neben aufwendigen Geräten für zusätzliche Bildmanipulationen preiswertere Ausführungen in möglichst kompakter Bauweise für den reinen Synchronisierbetrieb zur Verfügung zu stellen. Zu dieser Geräte-kategorie gehört insbesondere der erstmals auf der IBC 80 vorgestellte Bildsynchronisator DFS 1751 von QUANTEL, zu dem nun auch ein digitaler Tonsynchronisator DAS 175 mit gleich geringen Abmessungen (19-Zoll-Einschub, 4,5 cm hoch, 43 cm tief) hinzugekommen ist, mit dem der durch den Bildsynchronisierbetrieb in unterschiedlicher Größe gegebene Zeitversatz zwischen Bild und Ton für zwei hochwertige Tonkanäle und einen Zeitcodekanal vollautomatisch ausgeglichen werden

kann, wobei sich das Gerät mit jedem beliebigen Bildsynchronisator zusammenschalten läßt. Nicht ganz so kompakte Ausmaße weist der für PAL, PAL-M und NTSC erhältliche Bildsynchronisator S-130 von MICRO-TIME auf (19 Zoll breit, 9 cm hoch, 43 cm tief), der in der PAL-Version die Abtastung mit 3facher Farbträgerfrequenz und die Quantisierung mit 8 Bit vornimmt, Speicherraum für alle Referenz-, Prüfzeilen- und Datensignale (z. B. Videotext) bereithält und bei fehlendem Eingangssignal die automatische Umschaltung wahlweise auf „Freeze“-Betrieb oder Bildschwarz gestattet.

Der erstmals in Montreux gezeigte „Frame Synchronizer HVS 631“ von HARRIS bildet das Kernstück des von der gleichen Firma gefertigten Digital-Still-Store-Systems IRIS II. Neben den optionellen Möglichkeiten der Bildverbesserung durch getrennt einstellbare Rauschunterdrückung für Luminanz und Chrominanz und der Realisierung von Bildkompression und Lageverschiebung weist das allerdings mit einer von der CCIR-Digitalnorm abweichenden Komponentencodierung arbeitende Gerät bereits in der Standardversion den RGB-Mode auf, um direkt mit Geräten auf RGB-Basis (wie Farbcoder oder RGB-Farbkorrektoren) zusammenarbeiten zu können und um mit seinen RGB-Ein- und -Ausgängen für zukünftige analoge Komponentengeräte gerüstet zu sein.

Weiter im Angebot sind die Bildsynchronisatoren DFS 3001 von QUANTEL und 6001 P von QUESTECH, wobei sich letzterer über ein mikroprozessorunterstütztes Steuersystem mit einer Reihe von optionell angebotenen „Control Panels“ (z. B. für häufig verwendete Trickeffekte, zur Zusammenstellung und Speicherung von Effektsequenzen oder zur Aktivierung des Quadsplit-Betriebs) zusammenschalten läßt, die durch ihre Standardgröße (8" x 4") mit den gängigsten Mischer-Bedienkonsolen größtmäßig harmonisieren.

8.3. Standardkonverter

Gegenüber früheren Montreux-Ausstellungen blieb das Angebot an Standardkonvertern vergleichsweise gering. Neben den bereits bekannten Gerätetypen ACE von GEC-McMichael und DSC 4005 von QUANTEL war von letzterer Firma unter der Bezeichnung SILK ein digitaler Standardkonverter für die Umwandlung der Normen NTSC, PAL und SECAM vorgestellt worden, der durch dreidimensionale Interpolation mit Hilfe adaptiv wirkender, nichtrekursiver Digitalfilter besonders weiche („silky“) Bewegungsabläufe sicherstellt. Darüber hinaus ist dieses Gerät mit einer „overscan“-Einrichtung ausgerüstet, um die durch eine zu breite Austastung entstandenen schwarzen Bildränder zu überschreiben.

Nicht unerwähnt bleiben sollte noch die neue deutsche Entwicklung eines Standardkonverters, der außerhalb der Ausstellung gezeigte „Digital TV Standard Converter STC 2003“ von G. F. VIDEO TECHNIK in Barsinghausen, der neben der Normwandlung auch die Arbeitsweise als Bildsynchronisator, Zeitfehlerausgleicher und Testbildgenerator für PAL, SECAM und NTSC erlaubt.

8.4. Bildverbesserungsgeräte

Der unter Einsatz eines Bildspeichers als Universalgerät für die gleichzeitige Rauschreduktion, Bilddetailverbesserung und Farbkorrektur von SONY konzipierte „Digital Video Multi-Prozessor BVX-30“ hat auch zwei Jahre nach Erscheinen der NTSC-Version noch keine PAL-Ausführung nach sich gezogen. Offensichtlich ist die Nachfrage nach solchen doch recht aufwendigen Geräten vergleichsweise gering. Auch das mit Korrekturmöglichkeiten für Farbe (Gamma, Pegel, Schwarzwert), Bilddetail (horizontal, vertikal) und Videosignal (Pegel von Luminanz und Chrominanz, Sync- und Burst-Signalform) ausgestattete „Image Correction System ICS-4000“ der FOR-A COMPANY ist bisher nur als NTSC-Version erhältlich.

G. MÖLL

9. Videomischersysteme

Gegenüber den 1981 in Montreux angebotenen Mischersystemen ist keine grundsätzliche Neuerung festzustellen. Erweiterungen findet man dagegen bei den bereits angesprochenen digitalen Videoeffekten, die in große Produktionsmischer integriert werden. Außerdem

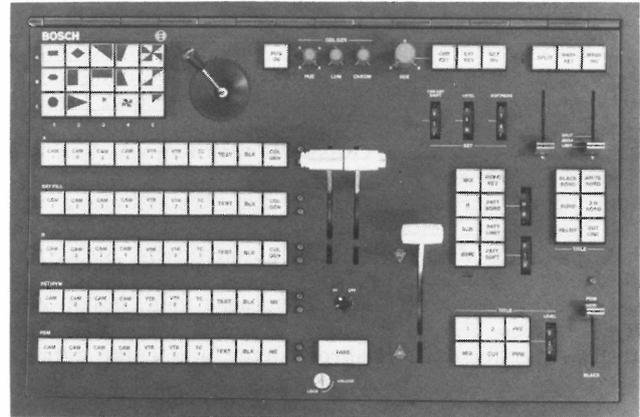


Bild 25

Bedienpult des Kompakt-Videomischers R 51 ME von BOSCH

wird die Steuerlogik heute besonders für die komplizierten „Mehrebenen-Montagen“ und die vorprogrammierten Schnittabläufe mittels Mikroprozessorsteuerung und -speicherung durchgeführt. Vom einfachen Mischer für Kleinreportagewagen (Bild 25) bis zu extremen Großanlagen war alles vertreten. Hier seien nur die wesentlichen Firmen erwähnt (AMERICAN DATA, BOSCH, THOMSON, GRASS VALLEY, CENTRAL DYNAMICS, PHILIPS, AMPEX), bei denen neben den Produktionsmischern auch Videokreuzschienenanlagen ausgestellt waren. Alle diese Systeme sind einkanalig für codierte Videosignale ausgelegt. Daneben gab es – zunächst nur für experimentelle Zwecke und Systemstudien – Dreikanalmischer für die Signalkomponenten Y, U und V zu sehen.

A. Kaufmann

10. Videotext

Während in der Vergangenheit Geräte und Systeme für den UK-Teletext-Standard praktisch nur von britischen Firmen angeboten wurden, zeigte ALBRECHT (Schwabach) zwei auf der Basis von IRT-Entwicklungen entstandene Geräte, die insbesondere für regionalen Videotext von Bedeutung sind. Der „Videotext-Kombinierer“ dient dazu, Tafeln aus verschiedenen, auch asynchron ankommenden Videotextprogrammen auszuwählen und zu einem neuen Videotextzyklus zusammenzufügen. Darüber hinaus lassen sich mit diesem Gerät auch dezentral eingegebene Untertitel ohne Datenverkehr mit dem Zentralrechner direkt in den Videotextzyklus einfügen, wie dies bei einem Gemeinschaftsprogramm aus regionalen Fernsehbeiträgen wünschenswert ist. Außerdem läßt sich mit dem Kombinerer unter Nutzung weiterer Zeilen in der vertikalen Austastlücke (z. B. am Senderausgang) die Zugriffszeit entsprechend verkürzen. Als weiteres Gerät zeigte ALBRECHT das ebenfalls auf einer IRT-Entwicklung basierende kleine Videotextsystem TX-83. In einem einzigen Gerät werden hierbei die Videotexttafeln editiert (zusätzlich ist eine Langzeit-speicherung auf Disketten möglich), der gewünschte Übertragungszyklus zusammengestellt und das einzuschickende, mit dem Fernsehsignal synchrone Videotext-Datensignal erzeugt. Im Grundausbau für rund 50 Seiten soll das Gerät einschließlich Farbmonitor (ebenso wie

auch der Kombinierer) etwa 50 000 DM kosten; mit beiden Geräten läßt sich damit eine regionale Videotext-Editierstation ohne großen Aufwand realisieren, wobei der Kombinierer dazu dient, überregionale Seiten und Untertitel in den Übertragungszyklus einzufügen. In einer Sonderausführung TX 83-S1 ist das System nach einem Anforderungsprofil von IRT und SFB speziell für die Editierung und Sendung von Untertiteln bei aktuellen Sendungen konzipiert.

Um den Zeitaufwand für die Videotext-Untertitelung zu vermindern, ist an der Universität Southampton in Zusammenarbeit mit IBA und Oracle Teletext Limited das Untertitel-Eingabesystem NEWFOR entstanden, dessen Nachbau VG ELECTRONICS übernommen hat. Das System eignet sich neben der zeitcodegesteuerten Untertitelerhebung vor allem für die Live-Untertitelung und soll hierbei den Zeitaufwand um bis zu 40 % verkürzen. Erreicht wird dies durch eine automatische Aufgliederung des eingegebenen Textes nach linguistischen Gesichtspunkten der englischen Sprache und durch eine automatische Festlegung der Standzeit der einzelnen Untertitel entsprechend ihrer Länge und einer vorgebbaren Lesezeit. Häufig gebrauchte Wörter können hierbei vom Benutzer über frei wählbare Abkürzungen aufgerufen werden. Auf der Basis des auch bei der Berliner Videotextanlage benutzten Editierterminals VG 1062 bietet die gleiche Firma das modular aufgebaute Videotextsystem TTS-4 an, das in der einfachsten Ausführung für die Übertragung eines einzelnen Magazins mit maximal 144 Tafeln (einschließlich Mehrfachtafeln) ausgelegt ist und sich auf einen 8-Magazin-Betrieb mit Anschlußmöglichkeiten von bis zu 32 Terminals erweitern läßt. Für die Archivierung von Tafeln kann ein Doppel-Disketten-Laufwerk angeschlossen werden.

ASTON zeigte ein neues Videotext-Editierterminal, das unter Verwendung eines Mikroprozessors und durch Einsatz eines 2-Seiten-Speichers gegenüber dem Vorgängermodell mit verbesserten Editiermöglichkeiten aufwartet und bereits Vorkehrungen für eine Erweiterung auf „Level 2/3“ des UK-Teletext-Standards aufweist.

Die für Bildschirmtext und Videotext nach dem französischen Antiope-System gleichermaßen geeignete Eingabestation TEXTEL V von UNITEL läßt sich nun auch mit einer Grafikerweiterung zur Generierung frei definierbarer Zeichen (DRCS) versehen, wobei die Umsetzung von Grafikvorlagen unmittelbar in DRCS über eine Schwarzweißkamera mit nachgeschaltetem „Digitizer“ erfolgt. Dieser zunächst nur in einer Ausführung für 95 DRCS-Zeichen mit 8 x 10-Zeichen-Matrix verfügbare Zusatz soll bis Ende dieses Jahres auch in einer für den neuen deutschen Bildschirmtextstandard einsetzbaren Version mit 12 x 10-Zeichen-Matrix erhältlich sein. Schließlich ist noch das Untertitelsystem SUBTEX der gleichen Firma für die Editierung, Speicherung und zeitcodegesteuerte Übertragung von Untertiteln zu erwähnen, bei dem für Rechnerdialog, Editierung und Übertragung je ein eigenes Sichtgerät vorgesehen ist.

G. Möll

11. Automation im Fernsehstudio

Auf dem Gebiet der Automationstechnik im Fernsehstudio gibt es wenig Sensationelles, vielmehr eine kontinuierliche Weiterentwicklung im Detail, insbesondere zum Zweck der besseren Bedienbarkeit der immer komplexer werdenden Geräte.

Typische Beispiele dafür finden sich auf dem Gebiet der **MAZ-Schnittbearbeitung**: Nach wie vor beliebt sind Funktionstastaturen (wegen der zunehmenden Zahl der Funktionen), jedoch droht die Zahl der Tasten ins Unermessliche, zumindest aber ins Unübersichtliche zu steigen. Eine Abhilfe dafür sind Soft-Keys, also Tasten,

deren Funktion ständig wechselt und jeweils elektronisch angezeigt wird. Im maschineneigenen Editor der neuen MAZ-Maschine VPR-3 von AMPEX wird dieses Prinzip angewandt und erlaubt dort die Kontrolle eines gut ausgebauten Schnittsystems für bis zu fünf Maschinen mit nur sechs Tasten.

Da jedoch bei Betriebsleuten Soft-Keys wegen des fehlenden Bezugs zwischen Funktion und „Tasten-Geographie“ nicht so sehr beliebt sind, geht CMX nun einen anderen bemerkenswerten Weg: Im Schnittsystem 3400 + wird ein Keyboard verwendet, das gänzlich aus Soft-Keys besteht. Die Funktionen dieser Tasten wechseln allerdings nicht dauernd, sondern können vom Benutzer nach seinem speziellen Geschmack frei programmiert werden. Fünfstellige Leuchtanzeigen in jeder Taste kennzeichnen die programmierte Funktion. Das so programmierte Feld wird abgespeichert und steht auf Wunsch jederzeit wieder zur Verfügung. Somit ist jeder Benutzer für die Ergonomie seines Tastenfeldes selbst verantwortlich. Geplant ist bei dem genannten System für die Zukunft sogar die Möglichkeit der Spracheingabe für Befehle.

Abgesehen von dieser Zukunftsvision wurde eine große Zahl einfacher Schnittsysteme angeboten, insbesondere auch für die Anwendung bei der Elektronischen Berichterstattung. Dazu gehören das BVE-800 von SONY für U-matic- und das RM 88 von JVC für U-matic- und sogar VHS-Kassetten. Speziell zur Erleichterung des Werbeschnitts zeigte AEG die Kopplungsmöglichkeiten eines MOSAIC-Systems mit einem beliebigen Rechner. Dieser dient zur gesamten Verwaltung der Werbespots, d. h. zur Archivierung, Spotzusammenstellung und Kostenabrechnung. Über ein Standardformat (SMPTE-Vorschlag) werden die Daten für den aktuellen Werbeschnitt an das Schnittsystem übermittelt.

Die **Tonnachbearbeitung** wird bei Videoproduktionen heute noch etwas stiefmütterlich behandelt. Um sich die Möglichkeiten von Schneidetisch und Synchronstudio, wie sie vom Film her bekannt sind, auch für Videoproduktionen zunutze zu machen, bieten einige Firmen Synchronizer an, die die Verkopplung eines Videogerätes (meist U-matic) mit einem Schneidetisch ermöglichen. Wegen des völlig anderen steuerungstechnischen Verhaltens dieser beiden Gerätetypen konnte eine wirklich starre Verkopplung jedoch bisher nicht erreicht werden; es trat stets ein Nachlaufen der Laufwerke untereinander auf („Gummiband-Effekt“). Absolut gelöst hat dieses Problem nunmehr STEENBECK durch eine Methode, die auf den ersten Blick archaisch anmutet, aber sehr gut funktioniert: die mechanische Kopplung einer U-matic mit einem Schneidetisch. Die Firma bietet unter der Bezeichnung ST 941 V einen solchen Videobild-Tonschneidetisch an; dabei ist ein JVC-U-matic-Gerät in den Schneidetisch integriert und wird vom Schneidetisch mechanisch über eine biegsame Welle angetrieben. Eine patentierte Auswertung der Kontrollspur des Videogerätes vermeidet jeden Schlupf zwischen den Magnetfilmlaufwerken einerseits und der MAZ andererseits. Das Ergebnis ist eine tatsächlich starre Verkopplung, die ein Arbeiten ermöglicht, wie es beim Film üblich ist.

Für den Bereich der **elektronischen Farbkorrektur** zeigt BOSCH eine beachtenswerte Gesamtlösung: den Film-Reproduktions-Programmierer FRP 60 (siehe 2.3. und Bild 14). Mit modularen, nach Kundenwunsch kombinierbaren Bedienfeldern werden alle Erfordernisse der Farbkorrektur einschließlich der Fernbedienung von Abtaster und MAZ erfüllt. Die Bedienkonzeption ist so gestaltet, daß „nicht das System den Bediener führt, sondern der Bediener das System“, d. h. ohne eine Bevormundung des Bedieners sind alle denkbaren Aktivitäten realisierbar.

Für den Bereich der **automatischen Sendeabwicklung** stellte GRASS VALLEY als Ergänzung seiner Misch-einrichtungen das „M 200 Modular Automation System“ vor. Im Dialogverkehr mit dem Benutzer lassen sich bis zu 200 Events abspeichern. DELTA-SYSTEM schließlich zeigte die erste von fünf rechnergesteuerten automati-schen Sendestraßen, die für das Kabelfernsehen in Lud-wigshafen eingesetzt werden sollen. Jede Anlage besteht aus einem komfortablen Bediengerät, den davon ge-steuerten Video- und Audiokreuzschienen sowie -mischern und dem Datenmonitor, der die Sendepläne wie-dergibt. Die genaue Zeit wird einer Uhr entnommen, die vom Zeitzeichensender DCF-77 synchronisiert wird.

K.-H. Trißl

12. Fernsehmeßtechnik

12.1. Videomeßtechnik

Auch aus dem Bereich der Videomeßtechnik waren in Montreux wieder eine nennenswerte Anzahl von Neu-heiten oder zumindest „Europapremieren“ zu entdecken. Zwar handelt es sich hierbei nicht um „Highlights“, sondern im wesentlichen um Weiterentwicklungen be-kannter Gerätekonzepte, meist in Richtung höhere Prä-zision und Stabilität auf der einen und komfortablere Handhabung auf der anderen Seite. Die nachfolgenden Ausführungen sind alphabetisch nach Herstellerfirmen gegliedert.

Als eine neue Variante ihres schon 1981 vorgestell-ten, erfolgreichen Videogenerators VG 1000 präsentierte GRUNDIG seinen FuBK-Testbildgeber VG 1001 (Bild 26), der freilich mit dieser inoffiziellen Bezeichnung nur sehr unvollkommen beschrieben ist. Bietet er doch neben einem normgerechten FuBK-Testbild einschließlich digi-tal erzeugtem Kreis sämtliche Bildmuster und den sehr stabilen, auf Wunsch extern synchronisierbaren Takt-geber des Basismodells VG 1000. Die Verfügbarkeit einer weiteren Option „Schrifteinblendung“ (z. B. für Stations-kennung) und nicht zuletzt der mit 6200 DM sehr gün-stige Preis dürften diesem Gerät einen breiten Einsatz-bereich bei den Rundfunkanstalten eröffnen.

Am Stand von MARCONI fiel zunächst ein neues, mikrocomputergesteuertes Effektivwertvoltmeter 2610 auf, dessen Bandbreite von 5 Hz bis 25 MHz reicht, das aber auch für die Messung von Gleichspannungen bzw. von Wechsellsignalen mit Gleichkomponente geeignet ist. Der echte Effektivwert ist auch für komplexere und stark unsymmetrische Signalformen (Crestfaktor bis 7:1) gewährleistet, wobei die digitale LCD-Anzeige wahl-weise auf Volt, dBV oder dBm schaltbar ist. Ein zusätz-lich eingebautes, in dB geeichtes Zeigerinstrument ist vor allem dann sehr hilfreich, wenn das Gerät zum Ab-gleich von Maximal- oder Minimalwerten verwendet wird, wofür sich ein Digital-Display nur sehr bedingt eignet. An besonderem Bedienkomfort sei die automa-tische Bereichswahl ebenso erwähnt wie die Möglichkeit, den Bezugswert für relative Messungen bzw. die Bezugs-impedanz beim dBm-Modus per Tastatur einzugeben. Demgegenüber darf die angebotene IEEE-Bus-Option fast schon als selbstverständlich angesehen werden. Rundfunktypische Anwendungen reichen von Pegelmes-sungen im Audiobereich (Mikrofone, Tonabnehmer usw.) bis hin zur Videorauschmessung und hier insbesondere zur präzisen Überprüfung von Rauschmeßgeräten.

Ein weiteres erwähnenswertes Marconi-Gerät ist der digital arbeitende Testsignalgenerator und -Einblen-der 2923. Hiermit lassen sich die vier CCIR-Prüfzeilen-signale erzeugen und in ein zugeliefertes Programmsi-gnal im Bereich der Zeilen 6 bis 22 bzw. 319 bis 335 ein-mischen, oder aber an Stelle des Programmsignals eine Reihe vorprogrammierter Vollbildsignale einschließlich



Bild 26

Videogenerator VG 1001 (FuBK-Testbildgeber) von GRUNDIG

Bounce-Signal generieren. Mit einem freundsynchroni-sierbaren Taktgeber optionell ausgestattet, ist das Gerät als autarke Testsignalquelle betreibbar, ansonsten als ein stabiler Prüfzeilengenerator und -Einmischer, dem auch zwei zusätzliche externe Signale, beispielsweise Videotext und Datenzeile, zugeführt werden können.

PHILIPS (Kopenhagen) zeigte wiederum eine ganze Reihe videomeßtechnischer Neuheiten. Zunächst erwäh-nenswert: der etwas ungewöhnliche digitale Testsignal-generator PM 5630, der an sechs Ausgängen sechs ver-schiedene Prüfsignale (insbesondere für den Empfänger-abgleich) zur Verfügung stellt. Mit einem hochstabilen Taktgeber einschließlich aller normgemäßen Ausgänge ausgerüstet, ließe er sich zwar auch im Studio als Takt- und Testsignalquelle einsetzen, doch erscheint er wegen der simultanen Verfügbarkeit aller Testsignale geradezu prädestiniert für die Großserien-Prüffelder bei Empfän-gerherstellern. Anders der digitale Testsignalgenerator PM 5631, der an seinem Ausgang jeweils eines von 99 auswählbaren Vollbild-Testsignalen bzw. -signalkombi-nationen abgibt. Ein genlock-fähiger Taktgeber mit 8er-Sequenz-Impuls ist Grundausstattung, ein IEEE-Bus-Interface Option. Der Einsatzschwerpunkt für dieses Ge-rät dürfte bei Prüffeld und Instandhaltung profession-eller Videogeräte liegen.

Ebenfalls neuartig: der Sync-Testgenerator PM 5634, ein Gerät, welches gezielte Normwidrigkeiten bei den Zeilen- und Farbsynchronsignalen zu erzeugen gestat-tet. Bis zu $\pm 8\%$ Abweichung von der nominalen Zeilen-frequenz bzw. ± 800 Hz von der Farbträgerfrequenz (in Form definierter Sprünge reproduziert) erlaubt Prüfung und Abgleich des Einrast- und Synchronisationsverhal-tens jeder Art von Videogeräten mit diesbezüglichen Schaltungsteilen. Darüber hinaus sind Anti-PAL-Si-gnale für den Decoderabgleich verfügbar.

Schließlich zeigte PHILIPS den Prototyp seines lange angekündigten digitalen Studio-Prüfzeilengenerators 5651, der in Bälde auf den Markt kommen soll. Die vier CCIR-Prüfzeilensignale werden (Luminanzanteil und Chrominanzhüllkurve getrennt) mittels PROMs und D/A-Wandlern bei 20 MHz bzw. 10 MHz Taktfrequenz generiert und nach erfolgter Farbträgermodulation ad-diert. Der Einmischbereich (Zeile 8 bis 22 bzw. 321 bis 335) entspricht den Vorstellungen des Rundfunks; für den trotz hoher Präzision und Stabilität angekündigten günstigen Preis dürfte dies ebenfalls zutreffen.

Zu guter Letzt von PHILIPS: der Teletext-Testgene-rator PM 5645. Er erzeugt im UK-Teletext-Standard vier verschiedene Testseiten, die sich acht Magazinadressen verschonend lassen, wobei pro Magazin die Übertragung von 1, 10 oder 100 Seiten einstellbar ist. Abgesehen von die-sen Übertragungsformalisten läßt sich des weiteren im Datenausgangssignal die Augenhöhe kontinuierlich vari-ieren bzw. zwischen vorwählbaren Einstellungen um-schalten. Als zusätzliche Störgrößen lassen sich weißes Rauschen und Gleichkanal-Sinusstörungen in variabler Dosierung zusetzen. Somit eignet sich dieses Gerät ins-

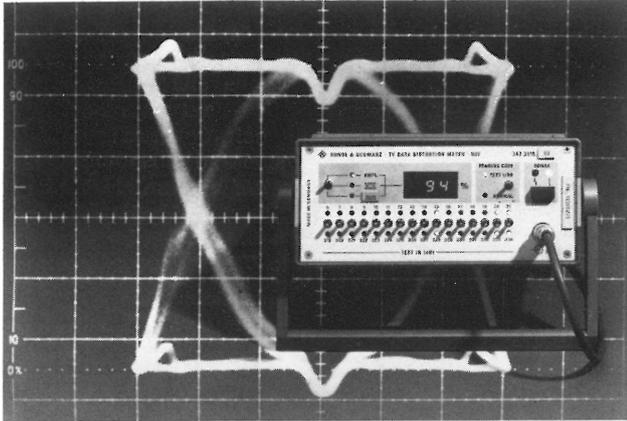


Bild 27

TV Data Distortion Meter DZF von ROHDE & SCHWARZ

besondere für die Überprüfung von Videotextdecodern und Videosignalwegen, aber natürlich auch für die Kalibrierung von Augenhöhen-Meßgeräten.

Das letztgenannte Stichwort liefert den passenden Übergang zu ROHDE & SCHWARZ und dessen Data Distortion Meter DZF (Bild 27). Dieses Gerät dient der objektiven und reproduzierbaren Qualitätsbeurteilung von Videotextsignalen und mißt hierzu neben deren Amplitude die Augenhöhe, vorzugsweise in der von der Deutschen Bundespost vorgeschlagenen Meßzeile 328, aber auch wahlweise in den Videotext-Programmzeilen. Der Meßmodus „halbe Augenhöhe“ läßt durch Vergleich mit der „vollen Augenhöhe“ Rückschlüsse auf Begrenzungseffekte im Videotextsignal zu. Geringfügig modifiziert eignet sich das Gerät auch für Messungen bei anderen Bitraten, beispielsweise bei Antiope oder bei der 2,5-MBit-Biphase-Datenzeile 16/329.

Der schon 1981 in Montreux als Prototyp vorgestellte Videostörspannungsmesser UPSF 2 ist nun endlich in seiner endgültigen Version verfügbar. Er dient zum bewerteten und unbewerteten Messen von Störspannungen in nahezu sämtlichen Einrichtungen einer Fernsehübertragungskette, angefangen bei der Kamera über die MAZ bis hin zum Sender. Außer im Vollbild ist auch die Messung in einer beliebigen Zeile oder in einem beliebig positionierbaren Fleck möglich, wobei das Resultat wahlweise als Effektiv- oder Spitze-Spitze-Wert abgerufen werden kann. Bei der Störabstandsermittlung wird übrigens das gemessene Rauschen auf den ebenfalls gemessenen Weißimpulspegel in der Prüfzeile bezogen. Farbrauschmessungen, besonders wichtig für die analoge Magnetaufzeichnungstechnik, erfolgen getrennt nach Amplituden- und Phasenkomponente. Eine ganze Reihe von Filtern – entsprechend CCIR für den Luminanzanteil bzw. nach IEC-Vorschlägen bei der Farbrauschmessung – sind im Gerät enthalten, das im übrigen auch ohne den Farbrauschmeßeinschub erhältlich ist.

Kurze Erwähnung verdient auch eine neue Modifikation des bekannten R & S-Video-Testsignalgenerators SPF 2, nämlich dessen Variante 09. Sie dient der Erzeugung eines FuBK-Testbildes (Kreis als Option) bzw. weiterer 30 wählbarer Vollbild-Testsignale, die aus den vom Grundgerät angebotenen internen Teilsignalen ableitbar bzw. kombinierbar sind. Der bekannte Testsignalvorrat des Grundgerätes ist dabei weiterhin verfügbar.

Schließlich sei noch auf das neue TV-Oszilloskop OPF hingewiesen, das zusammen mit einem passend erhältlichen Bildmonitor gerade eine 19-Zoll-Breite ergibt. Das OPF stellt sich eher als ein gutes Betriebsmeßgerät denn als Konkurrenz zum „großen Bruder OKF“ dar. Zwar ist es ebenfalls mit (auf den Prüfzeilenbereich eingeschränkter) Zeilenwahl und mit sämtlichen Filtern aus-

gerüstet, um z. B. Differentielle Amplitude, Treppenlinearität und Chrominanz/Luminanz-Übersprechen zu ermitteln, jedoch sind Bedienkomfort und Genauigkeit (wie bei dem sehr günstigen Preis zu vermuten) vergleichsweise geringer. Dennoch dürften sich für dieses Meßgerät viele Einsatzmöglichkeiten anbieten.

Im Bereich der Präzisions-Prüfzeilenoszilloskope war auch in diesem Jahr nichts Neues zu verzeichnen, und auch die „konventionellen“ (analog messenden) Prüfzeilenmeßautomaten scheinen inzwischen einen mehr oder weniger endgültigen Stand erreicht zu haben. Ein wenig mehr läßt sich hingegen von der neuesten Generation automatischer Prüfzeilenmeßgeräte berichten, die per Computer eine digitale Echtzeitverarbeitung der zu vermessenden Signale vornehmen:

TEKTRONIX bietet zu dem vor 2 Jahren vorgestellten ANSWER-Meßsystem, das sich freilich im europäischen Rundfunkbereich noch nicht recht einführen konnte, zwei Software-Optionen an: zum einen eine Mehrnormenausführung für wahlweise 525- bzw. 625-Zeilen-Systeme und zum anderen eine Erweiterung für die Messung von Lage, Breite und Anstiegszeiten der Synchronsignale und des Burst bzw. der Dauer der Auslastzeiten.

Ganz neu und überraschend stellte THOMSON-CSF sein Computer-Assisted-Testsystem THOMCAT vor. Dieses besteht aus dem digitalen Prüfsignalgenerator TTV 8410 und dem Meßsystem TTV 8420, welches das zu messende Signal digitalisiert und dann der dritten Systemkomponente, einem handelsüblichen Kleincomputer APPLE II zuführt. Dessen Software ist für die weitere Verarbeitung der digitalisierten Proben zum resultierenden numerischen Meßwert bzw. zur grafischen Darstellung auf dem Terminal-Bildschirm ausgelegt und steuert im übrigen auch, je nach Meßaufgabe, den Signalgenerator.

Schon diese Konfiguration zeigt, daß hiermit weniger an Fernsehleitungsmessungen gedacht ist, bei denen ja der Generator dem Messenden nicht unmittelbar zugänglich ist. Vielmehr scheint dieses System für die einfache und präzise Untersuchung von Videogeräten im Prüffeld- und Instandhaltungsbereich konzipiert zu sein. Beachtlich sind die Genauigkeitsangaben: diverse Amplituden $\pm 0,3\%$, oder etwa die Störabstandsmeßgrenze von 72 dB. So wurde z. B. im Meßsystem TTV 8420 ein ungewöhnlich hoher Auflösungsaufwand getrieben: 2084 Proben pro Zeile zu je 12 Bit!

Abschließend sei noch erwähnt, daß neben dem Prüfzeilenbetrieb auch ein Vollbildmodus vorgesehen ist und daß natürlich jede Art von Datenverarbeitungsperipherie wie Floppy Disk oder Printer angeschlossen werden kann, wie das bei einem computergestützten System heute üblich ist.

A. Heller

12.2. Sender- und Empfängermeßtechnik

Verbesserte und weiterentwickelte Meßgeräte gibt es auch für die Sender- und Empfangstechnik: Erstmalig vorgestellt wurde der TV-Zweitton-Meßdemodulator FATF (Bild 28), der von ROHDE & SCHWARZ in Zusammenarbeit mit den Rundfunkanstalten und der Deutschen Bundespost speziell für Messungen an Sendern mit zwei Tonträgern entwickelt wurde. Er benötigt als Eingangssignal ein ZF-Signal (z. B. von einem TV-Meßdemodulator AMF 2), kann aber auch mit einem eigenen RF-Empfangsteil ausgerüstet werden. Dank hoher Selektivität ist ein Tonträger bei gleichzeitiger Anwesenheit des jeweiligen anderen Tonträgers und des Bildträgers mit hoher Qualität demodulierbar. Sollen beide Tonträger gleichzeitig demoduliert werden, muß man auch weiterhin den bekannten TV-Meßdemodulator AMF 2 von ROHDE & SCHWARZ verwenden. Er ist inzwischen auch mit einem Synthesizersillator erhältlich. Ball-



Bild 28

TV-Zweitton-Meßdemodulator FATF von ROHDE & SCHWARZ

empfang eines festen Kanals ist mit dem TV-Empfangsteil ED 002 möglich, das als Zusatzgerät angeboten wird.

Das neue, bereits in 12.1. erwähnte TV-Oszilloskop OPF von ROHDE & SCHWARZ bietet neben der üblichen Ausstattung eines Prüfzeilenoszilloskops mit einer zusätzlichen Option die Möglichkeit der xy-Darstellung von Inphase- und Quadraturkomponente eines Bild-ZF-Signals, wie sie z. B. der TV-Meßdemodulator AMF2 liefert. Durch entsprechendes Hellasten nur einer Prüfzeile lassen sich statische Phasenfehler des Bildträgers auch während des Programmsignals erkennen. Damit erhält man indirekt eine Aussage über die Intercarriertonqualität einer Fernsehenders. Zur vollautomatischen Überwachung von Videoübertragungswegen empfiehlt sich der neue Prüfzeilengenerator und -Eintaster SKF von ROHDE & SCHWARZ, ein auf dem Konzept des Video-Testsignalgenerators SPF2 beruhendes Betriebsgerät. Das IEC-Bus-Interface UPIF erlaubt die rechnergesteuerte Messung der Prüfzeilenparameter mit dem bekannten Prüfzeilenanalysator UPF.

TEKTRONIX stellte ein neues programmierbares Audio-Testsystem vor, das aus dem Programmable Oscillator SG 5010 und dem Programmable Distortion Analyzer AA 5001 besteht. Damit sind auch ohne einen Steuerrechner Wobbelmessungen möglich. PHILIPS zeigte vier verschiedene Fernsehmodulatoren: PM 5669, PM 5671, PM 5672 und PM 5673. Als (Meß-)Demodulator war der schon länger bekannte PM 5560 zu sehen. Dieses Gerät soll in absehbarer Zukunft mit einem zweiten Tondemodulator für das Zweittonträgerverfahren angeboten werden. HIRSCHMANN machte auf ein neues Fernseh-Pegelmeßgerät FPM 136 E2 ZV aufmerksam, das beide Tonträger selektiv messen kann. KATHREIN zeigte einen mikrocomputergesteuerten TV/Radio-Meßempfänger, mit dem neben Fernsehsignalen in den Standard- und Sonderkanalbereichen auch Tonrundfunksignale in den Bereichen LW, MW, KW und UKW empfangen werden können. Preiswerte Spektrumanalysatoren speziell für Messungen an CATV-Anlagen wurden von WAVETEK und TEXSCAN vorgeführt. R. Gorol

13. Rundfunkversorgung

13.1. Terrestrische drahtlose Versorgung (Sendertechnik)

Sender und Umsetzer, die tragenden Säulen unserer Rundfunkversorgung, gehörten wie in früheren Jahren zum Erscheinungsbild der diesjährigen Ausstellung. Die Leistungen der Exponate reichten von wenigen Watt für kleine Füllsender und Umsetzer bis zu 10 kW und mehr bei Großsendern, wobei Leistungen bis zu 2 kW in volltransistorisierter Technik möglich sind. Größere Leistungen bleiben nach wie vor Vakuumröhren vorbehalten. Seit Jahren gibt es Tetroden aller Leistungsklassen von

verschiedenen Herstellern für die Anwendung in Fernsendlern. Für den UHF-Bereich kommen auch – vor allem bei Leistungen von mehr als 10 kW – sogenannte Klystrons mit gegenüber Tetroden völlig anderen Eigenschaften zur Anwendung. Seit aber 20-kW-UHF-Tetroden verfügbar sind, hat sich zwischen den Befürwortern von Tetroden- und den Anhängern von Klystronkonzepten eine gewisse Polarisierung herausgebildet, da beide Konzepte sowohl Vorteile als auch Nachteile aufweisen. Die Diskussion darüber könnte sich in Zukunft aufgrund eines neuartigen Röhrentyps vielleicht erübrigen. Die Firma EIMAC/VARIAN zeigte auf der diesjährigen Ausstellung eine Röhre, die die Vorteile der Tetrode mit denen des Klystrons vereint. Daher wurde diese Röhre Klystrode genannt. Das zugrundeliegende Prinzip der induktiven Auskopplung wurde bereits 1939 erfunden, durch Einsatz modernster Technologien ist es aber jetzt erst sinnvoll anwendbar geworden. Vorerst gibt es eine derartige Röhre jedoch nur für Tonendstufen. In etwa einem Jahr soll auch ein für den Bildsender geeigneter Typ entwickelt sein. Dank hohem Wirkungsgrad, langer Lebensdauer und guter Verstärkung könnte die Klystrode für Hersteller und Betreiber eines Senders gleichermaßen Vorteile bringen.

Modulatoren für das Zweittonträgerverfahren bieten jetzt neben ROHDE & SCHWARZ auch andere Firmen an, wie z. B. BARCO, BOSCH, HIRSCHMANN, PHILIPS und THOMSON.

Auf dem Freigelände zeigten die Deutsche Bundespost und ROHDE & SCHWARZ gemeinsam eine mobile UHF-Doppelsendeanlage. In einem Euro-Container sind zwei komplette stereofähige 2-kW-Combined-Sender mit sämtlichen Steuer- und Meßeinrichtungen untergebracht. Innerhalb kurzer Zeit kann ein solcher Sender den Ersatzbetrieb an einem Senderstandort aufnehmen, an dem z. B. eine größere Baumaßnahme durchgeführt werden muß. R. Gorol

13.2. Kabelfernsehen (CATV-Anlagen)

Dieser besonders investitionsträchtige Geschäftsbereich der Fernsehtechnik stellte sich sowohl im Vortragsprogramm, wo man dem „Kabel-TV“ wiederum zwei volle Tage eingeräumt hatte, als auch auf der Ausstellung mit seinem gegenwärtigen technischen Angebot und seinen neuen Entwicklungen in der Hoffnung auf einen entsprechenden Umsatz dar.

Alle einschlägigen europäischen Firmen präsentierten Anlagen- und Zubehörmaterial für Kopfstationen, Streckennetze, Hausverteilanlagen, Teilnehmeranschlüsse sowie Service-, Meß- und Überwachungseinrichtungen für große und kleine Kabelnetze. Komplett Rundfunkempfangsstellen mit modernen Kanalaufbereitungseinheiten für Fernseh- und Rundfunksignale wurden von den Firmen BOSCH, CATEC, FUBA, HIRSCHMANN, JERROLD, KATHREIN, LINDSAY, MEGASAT, PLISCH, TELESTE und WISI vorgestellt. Die Anlagen der deutschen und z. T. auch der ausländischen Hersteller sind so konzipiert, daß sie die einschlägigen technischen Richtlinien der Bundespost erfüllen. Bei den Prozessoreinheiten in den Kopfstationen ist die Verwendung von lauffehlerfreien SAW-Filtern für Sende-, Empfangs- und Umsetzereinheiten inzwischen Stand der Technik, ebenso die Verwendung von offsettauglichen Frequenzaufbereitungsanlagen (in vielen Fällen in Synthesizertechnik), deren technische Daten deutlich besser sind, als es die Pflichtenhefte fordern.

Für große Kopfstationen wurden qualitativ hochwertige TV-Modulatoreinheiten für Mono- und Stereoton u. a. von BARCO, PHILIPS, PLISCH und ROHDE & SCHWARZ vorgestellt. Bei den TV-Empfangseinheiten ist der technische Standard leider noch nicht so hoch;

vereinzelt gibt es noch TV-Demodulatoren, die statt der qualitativ besseren Synchrondemodulation mit der veralteten Hüllkurvendemodulation arbeiten; in einigen Fällen sind die Selektionswerte der TV-Empfangsteile bei Nachbarkanalbelegung unzureichend. Ebenso läßt die Qualität des Fernsehtons noch Wünsche offen, hier besonders der Störabstand. Hochwertige TV-Empfänger wurden u. a. von BARCO, PLISCH, ROHDE & SCHWARZ und TEKTRONIX gezeigt.

Wegen der in Zukunft zu erwartenden großen Zahl der zu übertragenden TV-Programme ist es unverständlich, daß heute noch zahlreiche Aufbereitungseinheiten angeboten werden, die nicht nachbarkanaltauglich sind. Für das Streckennetz sind bei allen Anbietern Anlagen bis 300 MHz erhältlich. Anlagen mit vergrößerter Kanalzahl, die über 400 MHz hinausgehen, werden u. a. von FUBA, HIRSCHMANN, JERROLD und LINDSAY angeboten. Neben den normalen Rundfunkverteileinheiten haben alle Anbieter die diversen Möglichkeiten zur Nutzung von Rückkanälen in ihrem Programm, für einfache Anlagen unter passiver Umgehung der Vorwärtsverstärker, für größere Anlagen den aktiven Zweiwegverstärker.

Eine große Angebotspalette gab es für die aktuelle optische Übertragung (ARCODAN, BOSCH, HIRSCHMANN, LTT, NEC, NKF, SIEMENS) und bei den Satellitenempfangseinrichtungen (ARCODAN, DX EUROPA, HIRSCHMANN, JERROLD, KATHREIN, TELESTE, WISI usw.). Wegen der noch ungeklärten Systemfrage fehlten Prozessor- bzw. Decodiereinrichtungen für Satellitenempfang. Während der ersten Ausstellungstage konnte die OTS/ECS-Satellitenanlage von KATHREIN im praktischen Betrieb besichtigt werden. NKF stellte fiberoptische TV-Mehrkanal-Übertragungsanlagen mit FM- und mit PCM-Modulation vor, die Streckenlängen von mehr als 10 km erlauben.

Erwähnenswert sind noch der neue Schaltkonverter von TEXSCAN, der adressierbare Pay-TV-Converter von JERROLD und die Scramble-Einrichtung von MAGNAVOX. Zur Überwachung von Kabelprogrammen bietet BARCO das B-Mosaic-System an. Auf einem Monitor können bis zu 16 verschiedene Kabelprogramme gleichzeitig überwacht werden. Die TV-Bilder sind mosaikförmig in verkleinerter Form auf einem einzigen Bildschirm untergebracht.

S. Dinsel

13.3. Satellitenrundfunk

In größerem Umfang als 1981 wurden in diesem Jahr wieder von mehreren Herstellern Satellitenempfangseinrichtungen vorgestellt. Die Zielrichtung der Angebote hat sich jedoch gegenüber früheren Ausstellungen verlagert. Anlagen zum Einzelempfang von Rundfunksatelliten wurden zwar gezeigt, Unterlagen waren aber meist nur auf gezielte Anfragen erhältlich, und technische Neuerungen oder wesentliche Weiterentwicklungen waren nicht zu verzeichnen. Dagegen standen Empfangseinrichtungen für die Satelliten OTS und ECS oder Baugruppen solcher Empfänger stark im Vordergrund.

Der Grund für diese veränderte Einstellung liegt offenbar an den Verzögerungen bei allen Projekten für den Satellitenrundfunk in Europa, an den bekannten Problemen der Standardisierung eines Übertragungssystems und andererseits am Näherrücken der ECS-Starttermine sowie an der erklärten Absicht einiger Gesellschaften in Großbritannien und der Schweiz, Fernsehprogramme über ECS an Kabelkopfstationen auszusenden. Diese Tendenz, Satelliten des festen Funkdienstes bei der Zulieferung von Fernsehprogrammen einzusetzen, ist ja auch bei der Deutschen Bundespost erkennbar. Alle bekannten Antennenhersteller haben sich auf diese Tendenz eingestellt und bieten Anlagen mit Antennendurchmessern von typisch 3 m und FET-Vorverstärkern



Bild 29

Transportable Erdefunkstelle (für die Satelliten OTS und ECS) der britischen Firma GEC-McMichael

mit einer Rauschzahl von etwa 3,5 dB an, die mit zweifacher linearer Polarisation arbeiten und im allgemeinen die Frequenzbänder von OTS und ECS abdecken. Mit einer solchen Anlage ist im Bereich des ECS-Spotbeam gerade noch eine befriedigende Bildqualität ohne große Reserven für Regendämpfung zu erwarten. Meist wird in den Firmenunterlagen darauf hingewiesen, daß die Innenbaugruppen auch für den Satellitenrundfunk verwendbar sind. Ein rauscharmer Mischer als Eingangsstufe ohne FET-Vorverstärker nach dem Konishi-Prinzip wurde nur noch von der japanischen Firma DX-Antenna angeboten.

Besonders interessant war die Vorstellung einer transportablen Erdefunkstelle – ebenfalls für OTS und ECS – durch die britische Firma GEC-McMichael (**Bild 29**). Das Konzept ähnelt dem der BBC-Station, jedoch ist die GEC-Anlage auch für den Empfangsweg mit guten Bildqualitäten ausgerüstet. Auf einem Anhänger ist eine 3-m-Antenne montiert, die einen Einstellbereich um 360° im Azimut und 0° bis 90° in der Elevation aufweist. (Die bekannten transportablen Erdefunkstellen der BBC und der IBA haben Empfangszüge nur für die Ausrichtung der Antenne auf den Satelliten, nicht jedoch für den Fernsehempfang; die BBC-Antenne ist nicht auf sehr große Elevationswinkel einstellbar.) Sende- und Empfangsweg befinden sich in einer Kabine ebenfalls auf dem Anhänger. Die Stromversorgung ist extern und bestand bei der gezeigten Version aus einem Generator im Zugwagen, einem Range-Rover, dessen Motor auch den Generator antrieb. Einige technische Daten: Sendeleistung = max. 1100 W, G/T = 22,5 dB/K, Rüstzeit am Ort ≤ 30 min. Über diese Anlage wurden aus Montreux Kamerabilder zum OTS gesendet und von dieser wie auch von Empfangsanlagen anderer Hersteller wieder empfangen und an verschiedenen Ständen gezeigt. Daneben fanden an drei Tagen für jeweils 45 min Übertragungen aus London durch die private Gesellschaft Satellite Television PCL (Brian Haynes) über OTS statt.

R. Süverkrübbe

Ausblick auf „Montreux 1985“

Das nächste, 14. Internationale Fernsehsymposium soll vom 6. Juni bis 12. Juni 1985 wiederum in Montreux stattfinden.

Koordination des Berichtes: F. Pilz

DIE 1. TAGUNG DER CCIR-INTERIM-ARBEITSGRUPPE IWP 10/8

PARIS, 26. BIS 28. APRIL 1983

Auf Empfehlung der Regionalen Funkverwaltungs-konferenz für den UKW-FM-Tonrundfunk hat der CCIR eine Interim-Arbeitsgruppe gegründet, in der Möglichkeiten und Grenzwerte zur „Verbesserung des Pegels von unerwünschten Aussendungen von UKW-FM-Rundfunk-sendern in Frequenzbereichen der Flugfunkdienste“ untersucht werden sollen. Die erste Tagung der IWP 10/8 fand in der Pariser Zentrale der TDF statt. Unter dem Vorsitz von A. Keller (TDF) nahmen insgesamt 23 Fach-leute aus 12 Ländern an der Sitzung teil.

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe war mit dem Titel schon recht klar umrissen. Durch die Belegung des Fre-quenzbereichs zwischen 100 MHz und 108 MHz mit Hör-rundfunksendern steigt die Wahrscheinlichkeit, daß unerwünschte Aussendungen von Rundfunksendeanlagen in die benachbarten Frequenzbereiche der Flugfunk-dienste fallen und dort Störungen verursachen. Bei den unerwünschten Aussendungen werden im Zusammen-hang mit den Flugfunkdiensten im Sprachgebrauch zwei Arten unterschieden:

A1) Nebenaussendungen

Aussendungen auf Frequenzen, die insbesondere durch Intermodulation mehrerer Signale in einer Sendean-lage entstehen und in die Flugfunkbereiche fallen.

A2) Randaussendungen

Aussendungen von Hörrundfunksendern auf Frequen-zen unmittelbar außerhalb der erforderlichen Band-breite, die bei Trägerfrequenzen in der Nähe der obern Bereichsgrenze von 108 MHz in die Flugfunkbe-reiche fallen.

1. Grenzwerte für Nebenaussendungen

In der Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO-Funk) sind in Anhang 8 bereits Grenzwerte für Neben-aussendungen festgelegt. Danach muß deren Pegel für Senderleistungen über 25 W (unter 25 W) mindestens 60 dB (40 dB) unter der Trägerleistung liegen, ohne 1 mW (25 μ W) zu überschreiten. Aus technischen oder betrieb-lichen Gründen können von bestimmten Diensten jedoch schärfere Unterdrückungen gefordert werden. Die erforderlichen Dämpfungswerte müssen dann zwischen den zuständigen Verwaltungen vereinbart werden.

Im Schlußdokument der 1. Sitzungsperiode der Re-gionalen Funkverwaltungs-konferenz (Genf 1982) wird er-klärt (Kap. 5.3.7.4), daß es technisch möglich ist, in Rund-funksendern erzeugte Intermodulationsprodukte 3. Ord-nung so weit zu unterdrücken, daß ihre Strahlungslei-stung 85 dB unter der effektiven Strahlungsleistung des Senders liegt. Darüber hinaus sei es durch verbesserte Filter am Senderausgang sogar möglich, die Unterdrük-kung anderer Nebenaussendungen auf etwa 90 dB zu verbessern. Mit Rücksicht auf die zusätzlichen Kosten sollten diese Werte jedoch nur verlangt werden, wenn die Kompatibilität mit dem Flugnavigationsdienst dies erfordert.

Die bei Untersuchungen in der Bundesrepublik Deutschland an UKW-FM-Sendern festgestellte gering-ste Unterdrückung von Nebenaussendungen betrug 73 dB für Transistorsender bei Verwendung von Bandpaß-weichen. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, daß bereits bei Frequenzabständen von 1,8 MHz die Ne-benaussendungen von neueren Transistorsendern mit Bandpaßweichen ohne erhöhten Aufwand um 85 dB un-

terdrückt werden können. Bei größerem Aufwand zur Unterdrückung der Nebenaussendungen wurden an eini-gen Sendeanlagen sogar Werte bis zu 110 dB erreicht.

Neben der Bundesrepublik Deutschland haben noch acht andere Länder Beiträge zur IWP 10/8 eingereicht, in denen sie ihre Erfahrungen und Überlegungen zum Problem der Nebenaussendungen sowie entsprechende Meßwerte darlegten. Die Meßwerte aus anderen Län-dern lagen etwa im gleichen Bereich wie unsere eigenen Meßergebnisse. Trotzdem konnte man sich in der Sit-zung unserer Auffassung, daß die Nebenaussendungen von Sendeanlagen für den Hörrundfunk erforderlichen-falls hinreichend unterdrückt werden können und bei der Aufstellung eines UKW-Frequenzplanes nicht be-rücksichtigt zu werden brauchen, nur teilweise anschlie-ßen. Nach einer ausführlichen Diskussion der Beiträge wurden die unterschiedlichen Meinungen und Stellung-nahmen in einer Darstellung der gegenwärtigen Situa-tion wie folgt zusammengefaßt:

1. „In der Regel werden in der Region 1, insbesondere in Europa, mehrere FM-Rundfunksender auf eine Antenne geschaltet, während dies in anderen Regio-nen, z. B. in den USA, eine Ausnahme darstellt. Die Verwendung von zusammengeschalteten Sendern kann schwierige Situationen mit Nebenaussendungen herbeiführen, insbesondere mit Intermodulationspro-dukten 3. Ordnung, die, abhängig von der Frequenz-zuteilung für Rundfunksender, in den dem Flugfunk-dienst zugeteilten Frequenzbereich (108 bis 137 MHz) fallen können. Deshalb muß die Fußnote 10 in An-hang 8 der VO-Funk im Zusammenhang mit FM-Rundfunksendern im Bereich 87,5 bis 108 MHz beson-ders beachtet werden.“
2. „Die von den Teilnehmern der IWP eingereichten Meßergebnisse zeigten einen großen Streubereich der Nebenaussendungen bei bestehenden Sendeanlagen. Alle geschilderten Erfahrungen betrafen Nebenaus-sendungen von Sendern mit weniger als 50 kW Sen-derleistung. Die Meßergebnisse zeigten, abhängig von Filterung, Alter und Anlage und besonderen Schal-tungscharakteristika, Nebenaussendungen im Bereich von etwa -60 dB bis etwa -100 dB (bezogen auf die Senderleistung). Die IWP ist der Auffassung, daß für Senderleistungen von mehr als 50 kW beträchtliche Kompatibilitätsprobleme auftreten können, insbeson-dere bei zusammengeschalteten Sendern.“
3. „In Anerkennung der Tatsache, daß der Rundfunk-dienst zur Überwindung der Kompatibilitätsprobleme zwischen Rundfunk- und Flugfunkdiensten beitragen muß, sind die zur 2. Sitzungsperiode der Regionalen Funkverwaltungs-konferenz empfohlenen Grenzwerte für Nebenaussendungen eine beträchtliche Verbesse-rung der in Anhang 8 der VO-Funk enthaltenen Werte.“
4. „Es ist wichtig, angemessene Grenzwerte für Neben-aussendungen bezogen auf die Senderleistung und durch Umrechnung bezogen auf die Strahlungslei-stung festzulegen.“
5. „Absatz 4 von Anhang 8 der VO-Funk trifft beson-ders auf den FM-Rundfunk zu. Strengere Grenzwerte für Nebenaussendungen als die im Anhang festgeleg-ten sind aus folgenden Gründen erreichbar:
 - a) geeignete Geräte stehen zur Verfügung,

- b) sie werden nahezu von allen Sendeanlagen eingehalten,
- c) sie werden von einigen Verwaltungen aufgrund nationaler Vereinbarungen bereits gefordert.“
6. „Verglichen mit den Tausenden gegenwärtig vorhandenen und betriebenen FM-Rundfunksendern sind die Standorte, an denen Störungen der Flugfunkdienste vorkommen, relativ gering. Im Hinblick auf die Ausweitung des Frequenzbereichs von 100 MHz auf 108 MHz sind für die Frequenzplanung in der Region 1 strengere Grenzwerte für Nebenaussendungen als die in Anhang 8 der VO-Funk enthaltenen Werte allgemein anwendbar. Unter Berücksichtigung von Sicherheit, technischen und ökonomischen Faktoren sind von Fall zu Fall besondere Erwägungen eines noch strengeren Grenzwertes (d. h. weitere 10 dB) erforderlich, um sicherzustellen, daß keine Störung der Flugfunkdienste verursacht wird.“
7. „Gegenwärtig kostet z. B. der Einbau eines einzelnen Filters in eine Sendeanlage (Dämpfung rund 15 bis 20 dB) etwa 5000 bis 10 000 DM bei 10 kW Senderleistung und bis zu etwa 25 000 DM oder mehr für Sender mit 50 kW Ausgangsleistung. Der Preis hängt von mehreren Faktoren ab.“
8. „In der 2. Sitzungsperiode der Regionalen Funkverwaltungskonferenz soll die Frequenzplanung zukünftiger FM-Rundfunksender vermutlich unter der Voraussetzung durchgeführt werden, daß die Grenzwerte für Nebenaussendungen für alle Sendeanlagen gelten – unabhängig davon, ob mehrere Sender auf eine einzige Antenne geschaltet sind und unabhängig vom Frequenzabstand dieser Sender.“

Die Abwägung aller Möglichkeiten zur Unterdrückung von Nebenaussendungen sowie die Tatsache, daß die festgelegten Grenzwerte im Bedarfsfall, d. h. dann, wenn die Flugfunkdienste gestört werden könnten, unter allen Betriebsbedingungen ständig einzuhalten sind, führte zur Empfehlung nachstehender Grenzwerte für A1-Störungen:

„Wegen des besonderen Sachverhalts in Region 1 und in einigen Gegenden der Region 3 ist die IWP 10/8 der Meinung, daß dort, wo mit Störungen vom Typ A1 im Flugfunkbereich zu rechnen ist, in der 2. Sitzungsperiode der Regionalen Funkverwaltungskonferenz für die Frequenzplanung folgende Maximalpegel für Nebenaussendungen verwendet werden dürfen.

Die folgenden Empfehlungen betreffen Maximalpegel für Nebenaussendungen, ausgedrückt als mittlere Leistung einer beliebigen Nebenaussendung, die der Antennenspeiseleitung von einem Sender zugeführt wird, gemessen nach allen Filtern und Senderweichen, die den Pegel der Nebenaussendung beeinflussen könnten.

Die mittlere Leistung der Nebenaussendungen von Rundfunksendern, die in die den Flugfunkdiensten zugeteilten Frequenzbereiche fallen, sollte für Senderleistungen bis etwa 8 kW 25 μ W nicht überschreiten. Die Dämpfung (mittlere Leistung innerhalb der erforderlichen Bandbreite, bezogen auf die mittlere Leistung der betreffenden Nebenaussendung) oberhalb etwa 8 kW Senderleistung sollte mindestens 85 dB betragen.

In Situationen, in denen mit den oben empfohlenen Grenzwerten keine Kompatibilität mit den Flugfunkdiensten erreicht werden kann, ist eine weitere Un-

terdrückung um 10 dB technisch möglich und kann von Fall zu Fall erforderlich sein. Dieser höhere Wert wurde jedoch nicht als allgemeiner Grenzwert empfohlen, da es schwierig ist, ihn unter allen Betriebsbedingungen ständig einzuhalten. Neben Sicherheitsfaktoren sollten in diesem Fall auch ökonomische Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

Anmerkungen

1. Für zusammengeschaltete Rundfunksender, die von einer gemeinsamen Antenne strahlen und deren Frequenzabstand nicht kleiner als 1,8 MHz ist, werden die oben genannten Pegel als realistisch angesehen.
2. Für Kompatibilitätsuntersuchungen kann die abgestrahlte Leistung der Nebenaussendung aus den oben angegebenen Pegeln berechnet werden, indem die Verluste der Antennenspeiseleitung und der Antennengewinn für die Frequenz der Nebenaussendung berücksichtigt werden.
3. Es ist unwahrscheinlich, daß Sender mit Ausgangsleistungen > 50 kW verwendet werden.“

2. Möglichkeiten zur Verminderung der Randaussendungen

Der IWP lag nur ein Dokument von Kanada vor, in dem Meßergebnisse der Randaussendungen von Rundfunksendern aufgeführt waren. Deshalb wurde von den deutschen Sitzungsteilnehmern noch ein Auszug aus CCIR-Dok. IWP 8/12-10 als Dokument zur IWP 10/8 nachgereicht. In diesem Dokument sind RF-Schutzabstandsmessungen zwischen Rundfunkdienst und Flugfunkdiensten beschrieben.

Das kanadische Dokument zeigt für 200 kHz (300 kHz) Frequenzabstand Unterdrückungen der Randaussendungen zwischen 67 dB (> 70 dB) und 75 dB (85 dB). Der Pegel der Randaussendungen hängt u. a. von Parametern wie Programmart, Frequenzhub und Preemphasis (50 μ s oder 75 μ s) ab. Die im Dokument der Bundesrepublik Deutschland enthaltenen Tabellen zeigen im ungünstigsten Fall für 200 kHz (300 Hz) Frequenzabstand einen RF-Schutzabstand von -74 dB (-78 dB) bei ILS und -78 dB (-79 dB) bei VOR. Da keine Einigung über die Brauchbarkeit der unterschiedlichen Darstellungen erzielt werden konnte, werden die Meßwerte aus beiden Dokumenten im Anhang zum Bericht der IWP enthalten sein.

Keines der eingereichten Dokumente enthielt Informationen über mögliche Verminderungen der Randaussendungen. Verschiedene Möglichkeiten zur Filterung der FM-Signale wurden in der IWP diskutiert. Jedoch war man der Auffassung, daß bestimmte Filterarten auch die Übertragungsqualität für das Tonsignal beeinträchtigen könnten. Deshalb wurde empfohlen, Untersuchungen durchzuführen, ob eine Filterung der FM-Signale erfolgreich angewendet werden kann.

Die Randaussendungen von Rundfunksendern können nur in den oberen Kanälen des Rundfunkbereichs zu Störungen der Flugfunkdienste führen. Es wurde vereinbart, daß Typ-A2-Störungen der Flugfunkdienste durch FM-Sender (z. B. auf 107,9 MHz) von Fall zu Fall behandelt werden sollten, um die beste Kompromißlösung zu finden (z. B. Leistungsbegrenzung, Filterung usw.), welche sowohl die Interessen des Rundfunks als auch der Flugnavigation berücksichtigt.

Jürgen Mielke
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 7. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE V2 (DATENÜBERTRAGUNG IM RUNDFUNK)

KOPENHAGEN, 8. BIS 10. JUNI 1983

Auf Einladung des dänischen Rundfunks fand die 7. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe V2 vom 8. bis 10. Juni 1983 im Kopenhagener Fernsehzentrum von Danmarks Radio statt. Unter dem Vorsitz von Dr. Cominetti (RAI) nahmen insgesamt 17 Vertreter von europäischen Rundfunkorganisationen und assoziierten Fernmeldeverwaltungen sowie der Technischen Zentrale der UER an dieser Tagung teil. Schwerpunkte des Treffens waren neben der Fortschreibung der Spezifizierungen der beiden für Videotext in Europa eingesetzten Basissysteme auf höhere „Levels“ und dem Aufsuchen geeigneter Möglichkeiten für den immer stärker werdenden Wunsch nach einem internationalen Austausch von Videotexttafeln und Untertiteln insbesondere alle für die Unterarbeitsgruppe im Zusammenhang mit der Festlegung eines einheitlichen europäischen Übertragungsstandards für Rundfunksatelliten relevanten Fragen.

1. Fortschreibung der bestehenden Videotext-Basissysteme

Mit der Technischen Verlautbarung D 38 und den beiden als Appendices dieses Statements veröffentlichten Technischen Dokumenten 3240 und 3241 waren von der Unterarbeitsgruppe bereits in bezug auf die Darstellungsmöglichkeiten korrespondierende Erweiterungen der beiden in Europa eingesetzten Videotext-Basissysteme auf den „Level 2“ nach der für den britischen Videotext vorgesehenen fünfstufigen Erweiterungsstufen vorgelegt worden, die insbesondere einen auch auf die Darstellung der akzentuierten Schriftzeichen und Sonderbuchstaben des lateinischen Alphabets erweiterten Zeichensatz und einzelzeichenbezogene Darstellungsattribute umfassen.

In der mit der Fortschreibung des zeilenungebundenen britischen Videotextsystems beauftragten Spezialistengruppe V2/FF (Chairman: G. McKenzie, IBA), deren Treffen der Kopenhagener Tagung der Unterarbeitsgruppe unmittelbar vorausging, wurde ein von der britischen Halbleiter- und Empfängerindustrie in Zusammenarbeit mit BBC und IBA erarbeiteter „Level-3-UK-Teletext“-Vorschlag angekündigt, der weitgehend auf dem im Annex I des CCIR-Berichtes 957 dokumentierten britischen Videotextsystem aufbaut, aber den zwischenzeitlich bei CEPT für einen künftigen europäischen Bildschirmtextstandard vorgenommenen Festlegungen besser entsprechen soll. Um Übereinstimmungen bzw. Unterschiede zwischen diesem Vorschlag und den CEPT-Festlegungen eindeutig ausmachen zu können, wurden der im Namen von Eurotech in der Spezialistengruppe mitarbeitende Industrievertreter (B. Rogers, UK) und ein Vertreter der Rundfunkseite (G. Möll, ARD/ZDF) beauftragt, eine Vergleichsanalyse dieser Spezifizierungen für „Level-3-UK-Teletext“ mit den auf der Grundlage der CEPT-Vereinbarungen von der Deutschen Bundespost herausgegebenen Rahmenbedingungen FTZ 157 D2 für Endgeräte nach dem zukünftigen deutschen Bildschirmtextstandard vorzunehmen. Gemeinsame Zielsetzung der Unterarbeitsgruppe ist es, bei den nächsten Erweiterungsschritten für Videotext die Festlegung der Darstellungsmöglichkeiten in möglichst hoher Übereinstimmung mit Bildschirmtext zu halten, um die jetzt für die Endgeräte des neuen deutschen Bildschirmtextstandards in der Entwicklung befindlichen Spezialschaltkreise auch für Videotext einsetzbar zu machen, und Abstriche nur dort

zuzulassen, wo sie für das Verteilmedium Videotext nicht relevant sind oder bei Wegfall zu einer merklichen Kostenverringerung für den Decoder führen.

Die für die Fortschreibung des zeilenungebundenen Formats zuständige Spezialistengruppe V2/FV (Chairman: C. Séchet, CCETT) hatte bereits eine erste Analyse für eine auf der Basis des neuen deutschen Bildschirmtextstandards vorgenommene Erweiterung für den zeilenungebundenen Videotext vorgelegt, die zu dem Ergebnis kam, daß die Darstellungsmöglichkeiten der künftigen europäischen Bildschirmtext-Norm weitgehend von einem zeilenungebundenen „Level 3“-Videotextsystem übernommen werden können, wobei die im neuen Bildschirmtextstandard für Videotext nicht relevanten Festlegungen von untergeordneter Bedeutung sind und zugunsten einer gemeinsamen Nutzung der Decoder-Hardware für beide Textübertragungssysteme zurückgestellt werden sollten. Andere aus dieser Spezialistengruppe weitergereichte Papiere betrafen Codierungsverfahren für frei definierbare Zeichen (DRCS) und Alphageometrie, Fragen der Untertitelung und Möglichkeiten des bedingten Zugriffs zu übertragenen Videotextinformationen.

2. Datenübertragung innerhalb der künftigen europäischen Satellitennorm

Die eine Woche vor dem Kopenhagener Treffen in Genf stattgefundenen Beratungen und Demonstrationen der UER im Zusammenhang mit der Festlegung eines einheitlichen europäischen Übertragungsstandards für Rundfunksatelliten hatten naturgemäß einen besonderen Einfluß auf die Tagung der Unterarbeitsgruppe, gehören doch die Spezifizierungen der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten des Ton/Daten-Multiplexes für eine Datenübertragung innerhalb des Satellitenkanals zu den nächsten Aufgaben dieser Unterarbeitsgruppe.

Im Rahmen der Spezifizierung des Satellitenübertragungsstandards war die Unterarbeitsgruppe zunächst zur Vorlage eines geeigneten Identifikationssystems angehalten, das eine Kennzeichnung und Auswertung der über den Satellitenkanal empfangbaren Dienste ermöglichen soll. Die für ein solches Programm-Identifikationssystem notwendige Spezifizierung hatte die NG- („Non graphic“-)Spezialistengruppe (Chairman: L. Sundin, Schwedische PTT) innerhalb der V2 bereits in mehreren Treffen erarbeitet. Als Übertragungsmöglichkeiten innerhalb des „C-MAC-PACKET“-Systems waren die Zeile 625, ein eigens zugeordneter Datenkanal (mit Kanaladresse „0“) und die von den verschiedenen Diensten selbst benutzten Datenkanäle vorgegeben. Problemfelder bei der Spezifizierung bestanden vor allem in der noch zulässigen Ansprechzeit und in dem erforderlichen Fehlerschutz für die über das Identifikationssystem zu übertragenden Informationen. Nach einer abschließenden Überarbeitung in einem gemeinsam mit Vertretern der UER-Gruppen V1/EVSS und V4 veranstalteten Treffen in Genf bildet diese Spezifizierung nun Teil 4 des neuen UER-Berichtes (SPB 284/Com. T 490, 4th revised version) des Fernsehstandards für eine 625-Zeilen-12-GHz-Rundfunksatellitenübertragung. In Anbetracht der Allgemeingültigkeit des in dieser Spezifizierung festgelegten Programm-Identifikationssystems (so z. B. auch für den terrestrischen Fernseh Rundfunk) hat die Unterar-

beitsgruppe dem Vorschlag der NG-Spezialistengruppe zugestimmt, diese Festlegung auch als eigenständiges Dokument dem CCIR zuzuleiten.

Bei einer Umfrage innerhalb der Unterarbeitsgruppe hatten die in der Gruppe vertretenen europäischen Rundfunkorganisationen ihre Meinung bekundet, sowohl Zeilen der vertikalen Austastlücke innerhalb des C-MAC-Signals als auch Kanäle im digitalen Ton/Daten-Multiplex für eine Datenübertragung verwenden zu können, wobei auch die Koexistenz dieser beiden Datenübertragungsmöglichkeiten im gleichen Satellitenkanal für erforderlich gehalten wird. Die V-Lücke wäre insbesondere in einer Übergangszeit für die Übertragung der gegenwärtigen Videotextdienste über den Satellitenkanal heranzuziehen, um empfangsseitig die bisherigen Videotextdecoder weiterbenutzen zu können; dagegen sollte der digitale Multiplex vorzugsweise neu einzurichtenden Diensten (z. B. „Enhanced“ Videotext, Telesoftware, zugriffsbeschränkte Informationsdienste) vorbehalten bleiben.

Um zum Einführungszeitpunkt solcher neuer Dienste einen geeigneten Standard verfügbar zu haben, erscheint die Spezifizierung eines einheitlichen Standards für die Datenübertragung innerhalb des Ton/Daten-Multiplexes der künftigen Satellitennorm nun äußerst dringend. So betraute die Unterarbeitsgruppe die NG-Spezialistengruppe mit der Ausarbeitung eines solchen Standards, wobei die „Terms of Reference“ dieser Gruppe der neuen Aufgabenstellung entsprechend angepaßt wurden.

Für die Festlegung eines „Enhanced Teletext“ zur Übertragung im Ton/Daten-Multiplex des Satellitenkanals besteht hierbei die berechtigte Hoffnung, daß die derzeit noch gegebenen Codierungsunterschiede bei den Basisversionen der beiden europäischen Videotextsysteme überwunden werden können, da weder von der Struktur des Datenkanals noch von der Codierung insbesondere der für „Level 4“ (Alphageometrie) erforderlichen Instruktionen eine Aufrechterhaltung unterschiedlicher Codierungssprachen wie bei der V-Lücken-Übertragung noch zwingend gegeben ist.

Unterschiede im Störverhalten bei der Datenübertragung in der V-Lücke des C-MAC-Signals und innerhalb des digitalen Ton/Daten-Multiplexes kamen im Zusammenhang mit der Übertragung von Videotext-Untertiteln über den Satelliten zur Sprache. In Anbetracht der Tatsache, daß 6 bis 8% der Bevölkerung Westeuropas hörgeschädigt sind, sollte der Untertitelübertragung logischerweise der gleiche „failure point“ wie der eine Fernsehsendung begleitenden Tonübertragung zugestanden werden. Während bei der Übertragung der Untertitel in der V-Lücke des C-MAC-Signals ohne besondere Maßnahmen eine mit dem Ton (bei erhöhtem Fehlerschutz) praktisch übereinstimmende Signalausfallgrenze gegeben ist, müssen bei der Untertitelübertragung im digitalen Multiplex zusätzliche Fehlerschutzmaßnahmen (z. B. erhöhter Datenschutz der Zeichencodes, Mehrfachübertragung der Datenfolgen, Einsatz einer Majoritätslogik) für eine Übereinstimmung der Ausfallgrenzen ergriffen werden, die allerdings bei der für Untertitel erforderlichen geringen Übertragungsrate (für Untertitel in englischer Sprache ist beispielsweise eine maximale Bitrate von etwa 120 Bytes/s erforderlich) ohne besondere Schwierigkeiten erreichbar sein sollte.

Im Zusammenhang mit der Untertitelübertragung über den Satelliten war die u. a. auch bei den erfolgreichen EURIKON-Programmversuchen über den OTS-Satelliten aufgeworfene Frage nach der technischen Durchführbarkeit mehrsprachiger Untertitelsendungen bei der durch den Satelliten gegebenen grenzüberschrei-

tenden Programmverbreitung von Interesse. Nach eingehenden Beratungen formulierte die Unterarbeitsgruppe ihre Meinung dahingehend, daß bis zur Festlegung eines einheitlichen europäischen Untertitelungsstandards für den Satelliten jeweils vom Ursprungsland der TV-Sendung eine Duplizierung der Untertitelübertragung in den jeweils in diesem Land nicht verwendeten, zweiten europäischen Videotextstandard vorzunehmen ist, wobei hierzu eine oder mehrere noch festzulegende Zeilen in der V-Lücke des C-MAC-Signals zusätzlich zu belegen sind. Durch diese dann jeweils nur sendeseitig erforderliche Maßnahme können so europaweit die gegenwärtig in jedem Land eingesetzten Videotextdecoder weiterverwendet werden, womit der Empfangsseite keine zusätzlichen Kosten entstehen.

3. Sonstige Aktivitäten

Ein weiterer Diskussionspunkt während des Treffens war die Auflistung der technischen Möglichkeiten für den internationalen Austausch von Videotexttafeln, wie dies aufgrund eines im März dieses Jahres in Genf stattgefundenen Treffens von Videotext-Redakteuren vom Programmkomitee der UER in einem Bericht (Com. TV/SPG 2203) formuliert worden war. Interessierende Inhalte von grenzüberschreitender Bedeutung sieht man hier insbesondere im Bereich von Nachrichten, Wettervorhersagen, Geldmarktmitteilungen oder Straßenverkehrs- und Fluginformationen. Auf bilateraler Basis besteht bereits ein solcher Austausch zwischen Großbritannien und Österreich (BBC-ORF) bzw. zwischen Frankreich und Belgien (A2F/FR 3-RTBF). Von den verschiedenen technischen Möglichkeiten des Tafelaustausches (im Videotextformat in der V-Lücke über das Eurovisionsnetz, mit standardisierten Rechner-Kommunikationsprotokollen über Datenleitungen, im Bildschirmtextformat über Fernsprechleitungen) scheint die Verwendung von Bildschirmtext als Übertragungsmedium auf längere Sicht wohl die günstigste Lösung darzustellen, da sicherlich auch in Zukunft die Darstellungsmöglichkeiten von Videotext eher eine Untermenge von Bildschirmtext bleiben werden und außerdem die europäischen Fernmeldeverwaltungen für den grenzüberschreitenden Bildschirmtextverkehr bereits geeignete „Gateways“ für eventuell notwendige Transcodierungen (z. B. von 7-Bit- auf 8-Bit-Codierung) in Ansatz bringen. Für einen solchen Tafelaustausch über Bildschirmtext müssen allerdings noch die erforderlichen Schnittstellengeräte für Eingabe bzw. Entnahme geschaffen werden.

Der in der Vergangenheit nicht gerade geübten Zurückhaltung in der Belegung der vertikalen Austastlücke mit Prüfzeilensignalen steht jetzt das immer stärker werdende Bestreben nach Ausdehnung der Datenübertragungsmöglichkeiten in der V-Lücke insbesondere für Videotext entgegen. Um hier vielleicht doch auf längere Sicht eine Umkehrung dieser Entwicklung einzuleiten, wurde auf Anregung der FF-Spezialistengruppe ein entsprechendes Statement formuliert, um zukünftig eine ökonomischere Nutzung der V-Lücke beispielsweise durch sequentielle Übertragung der Prüfzeilensignale zu erreichen. Auf eine solche wünschenswerte Entwicklung soll insbesondere die Meßgeräteindustrie für den Bau geeigneter Prüfzeilengeräte möglichst frühzeitig hingewiesen werden.

Die nächste Sitzung der Unterarbeitsgruppe V2 wird auf Einladung der spanischen Rundfunkorganisation RTVE Ende Februar/Anfang März 1984 in Madrid stattfinden.

Gerhard Möll
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

2. 9. – 11. 9. 1983 Berlin	Internationale Funkausstellung	17. 10. – 21. 10. 1983 München	Systems 83
5. 9. – 9. 9. 1983 Nürnberg	EuMC 13th European Microwave Conference	23. 10. – 26. 10. 1983 Genf	ECOC 9th European Conference on Optical Communication
11. 9. – 14. 9. 1983 Birmingham	CAST 83 Internationale Ausstellung für Kabel- und Satelliten-Fernsehen	26. 10. – 1. 11. 1983 Genf	TELECOM 83 4. Weltausstellung der Telekommunikation
3. 10. – 7. 10. 1983 Kleinheubach	Jahrestagung des U.R.S.I.-Landesausschusses	9. 11. – 15. 11. 1983 Düsseldorf	INTERKAMA 83

BUCHBESPRECHUNGEN

Informationselektronik. Operationsverstärker – Schaltungen und Anwendungen. Von Hartmut Hiller. 182 Seiten, 135 Bilder, 7 Tabellen, Format 21,6 cm x 14,7 cm, Broschur, VEB Verlag Technik, Berlin 1982, Preis 18,- DM, Bestellnummer 553 074 2.

In diesem Buch werden sämtliche Anwendungsmöglichkeiten des Operationsverstärkers behandelt. Dies geschieht in einer knappen, übersichtlichen Form, die den praktischen Gebrauch sehr erleichtert.

Die Abschnitte 1 und 2 erklären den Operationsverstärker als ideales Bauelement und erläutern seine grundlegenden Kenngrößen. Der Abschnitt 3 ist den Grundschaltungen des Operationsverstärkers gewidmet. Abschnitt 4 geht auf die Kenngrößen des realen Operationsverstärkers ein. Dieser Abschnitt ist interessant für den Schaltungsentwurf. Er weist auf die dabei auftretenden Probleme hin und ermöglicht es, die Kenndaten und Kennlinien der Datenblätter richtig zu interpretieren. Danach wird in Abschnitt 5 ein Operationsverstärker beschrieben, dessen signifikante Kenngrößen mittels eingespeistem Strom variiert werden können.

Die folgenden sechs Abschnitte behandeln die gesamte Schaltungstechnik der Operationsverstärker. Es werden Brückenschaltungen (Abschnitt 6), lineare Schaltungen (Abschnitt 7), nichtlineare Schaltungen (Abschnitt 8), Generatorschaltungen (Abschnitt 9), Anwendungen des Operationsverstärkers in der Digitaltechnik (Abschnitt 10) und Stromdifferenzverstärker (Abschnitt 11) vorgestellt. Dies geschieht in einer sachlichen und geordneten Form, die trotz des knappen Buchumfangs (182 Seiten) keine Wünsche offenläßt. Jede Schaltungsvariante wird anhand eines Schaltbildes vorgestellt, die Besonderheiten werden beschrieben und ihre Dimensionierung mathematisch erläutert, so daß die praktische Auslegung leicht möglich wird. Der letzte Abschnitt (12) gibt praktische Hinweise für den Umgang mit Operationsverstärkern, zur Auswertung von Datenblättern und zur Schaltungsausführung. Abgerundet wird das Buch durch ein umfangreiches Literaturverzeichnis, das nach Abschnitten gegliedert ist, und durch ein Stichwortverzeichnis.

Das vorliegende Buch ist eine wertvolle Hilfe für jeden, der sich mit der Schaltungsentwicklung unter Nutzung von Operationsverstärkern beschäftigt, egal ob Amateur, Student oder Fachmann. Es ist dem Autor gelungen, ein Werk zu schaffen, das alle auftretenden Fra-

gen von der Theorie des Operationsverstärkers bis zu seiner praktischen Anwendung sachlich knapp anspricht und nötigenfalls auf weiterführende Literatur verweist. Alles in allem handelt es sich um ein gelungenes Werk, auch vom Preis her gesehen.

Herbert Mücke

Einführung in die Elektrotechnik. Arbeitsbuch. Von Klaus Lunze und Eberhard Wagner. 4., bearbeitete Auflage. 296 Seiten, 318 Bilder und Tabellen, Format 24,5 cm x 17,5 cm, gebunden, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1983, Preis 48,- DM, ISBN 3-7785-0766-4.

Es handelt sich um eine Sammlung von etwa 180 Aufgaben zu den Grundlagen der Elektrotechnik, nämlich zu Stromkreisen, elektrischen und magnetischen Feldern. Nach dem Aufgabentext kommt jeweils ein Lösungshinweis, der auf das Lehrbuch der Autoren Bezug nimmt. Daran schließt sich eine ausführliche Lösung an.

Das Beste am Arbeitsbuch ist die abschließende Diskussion zu jeder einzelnen Aufgabe, in der viele Hinweise auf die Praxis gegeben werden, so daß man auch bei vermeintlich primitiven Lehrbuchaufgaben immer merkt, worauf es den Autoren ankommt und wo der so geübte Lehrstoff später angewandt wird.

Ein gewiß nicht wesentlicher Punkt der Kritik richtet sich an den Verlag, der an einigen wenigen Stellen nicht berücksichtigt hat, daß das Buch in der Bundesrepublik verkauft werden soll. So wird man z. B. auf das Gesetzblatt der DDR hingewiesen, wenn es um die Definition der Einheit der Stromstärke geht.

Eberhard Stark

Introduction to Physics for Scientists and Engineers. Von Frederick J. Bueche. 905 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 23,5 cm x 18 cm, kartoniert, McGraw-Hill, Hamburg 1980, Preis 46,22 DM, ISBN 0-07-066204-5.

Das vorliegende Buch beinhaltet eine umfassende Einführung in die Physik und ist besonders für Studenten naturwissenschaftlicher Fachrichtungen geeignet, aber auch als Nachschlagewerk für Physiker oder Ingenieure.

Die Grundlagen der Physik werden in 6 Bereichen dargestellt: Mechanik, Wärme und Thermodynamik, Elektrizität und Elektrodynamik, Wellen und Licht, Atom- und Kernphysik, Relativitätstheorie. Einführende Kapi-

tel und ein Anhang befassen sich mit Meßsystemen, Vektorrechnung, Trigonometrischen Funktionen und Integralrechnung. Vermißt habe ich eine Darstellung der Fehlerrechnung, die für den experimentell arbeitenden Studenten und Naturwissenschaftler von grundlegender Bedeutung ist.

Die einzelnen Kapitel werden durch kurze interessante Anmerkungen über die historische Entwicklung der Physik und deren Bedeutung in der damaligen Zeit aufgelockert. Am Ende jedes Kapitels sind Fragen zusammengestellt, die eine Überprüfung des Verständnisses ermöglichen und ausgezeichnet zum Selbststudium für Studenten geeignet sind. Die Ansprüche an das mathematische Verständnis des Lesers steigen von Kapitel zu Kapitel, und neue mathematische Grundlagen werden dort eingeführt, wo sie zur Darstellung der physikalischen Phänomene benötigt werden. So ist immer ein praxisnaher Bezug der abstrakten Mathematik zur Lösung physikalischer Probleme gewährleistet.

Besonders hervorzuheben ist auch die durchgehende Benutzung des SI-Systems (System International), auch wenn immer wieder auf die Beziehungen zu anderen Meßsystemen hingewiesen wird.

Hinweise auf weiterführende Literatur oder ein Literaturverzeichnis fehlen leider, aber da sich das Buch auch an Studierende mit Nebenfach Physik wendet, ist dieser Mangel nur von geringer Bedeutung.

Rainer Großkopf

Halbleiter-Elektronik. Band 14: Integrierte MOS-Schaltungen. Von Herbert Weiß und Karlheinz Horninger. Hrsg. Walter Heywang und Rudolf Müller. 344 Seiten, 181 Bilder und Tabellen, Format 23 cm x 15,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1982, Preis 74,- DM bzw. 29,60 US\$, ISBN 3-540-11545-5.

Das Buch gibt zunächst einen Überblick über MOS-Bauelemente und MOS-Herstellungstechniken. Danach werden MOS-Grundsaltungen sehr ausführlich behandelt, insbesondere Gatter, Schieberegister, Speicher (jeweils dynamische und statische Technik) sowie Analogschaltungen. Neben den gemessenen Kennlinien wird dabei immer die zugehörige Theorie sehr anschaulich abgehandelt, so daß sich ein hervorragendes Lehrbuch ergibt, das allerdings auch für den Praktiker viel hergibt, der MOS-Schaltungen einsetzt und sich genau über deren Wirkungsweise informieren will. Dafür würde man sich

allerdings noch wünschen, daß jeweils Beispiele auf dem Markt angebotener Schaltkreise angegeben würden.

Die beiden Schlußkapitel befassen sich mit der Entwurfstechnik für integrierte MOS-Schaltungen und mit Schaltungsarten. Aus verständlichen Gründen beschränken sich die Autoren dabei auf allgemeine Entwurfsprinzipien, die aber sehr gut erläutert werden.

Insgesamt gibt das Werk einen hervorragenden Einblick in die verschiedenen Arten integrierter MOS-Schaltungen.

Eberhard Stark

Fundamentals of Electricity and Magnetism. Von Arthur F. Kip. 630 Seiten, zahlreiche Bilder, Format 21 cm x 15 cm, kartoniert, McGraw-Hill, Hamburg 1981, Preis 40,90 DM, ISBN 07-07-085381-9.

Dieses Lehrbuch vermittelt die Grundlagen der Elektrostatik und der Elektrodynamik und wendet sich damit hauptsächlich an Studenten der Physik und der Ingenieurwissenschaften. Grundlegende Gesetze werden durch experimentelle Beobachtungen eingeführt, und auch die weitere theoretische Entwicklung geschieht in engem Bezug zum Experiment. Auch die Fragen am Ende jedes Kapitels beziehen sich soweit wie möglich auf experimentelle Anwendungen und lassen das Buch für das Selbststudium geeignet erscheinen.

In einigen Punkten geht das Buch über die klassische Elektrodynamik hinaus und behandelt Gebiete der Festkörperphysik, um die Leitfähigkeit in Metallen und Halbleitern besser verständlich zu machen, oder es greift über in die Quantenmechanik, um die Verbindung zwischen Elektrodynamik und spezieller Relativitätstheorie aufzuzeigen.

Mathematische Grundlagen der Vektoranalysis, der Differential- und Integralrechnung werden im Anhang behandelt, aber für den Leser baut sich die Mathematik in Zusammenhang mit der Behandlung der physikalischen Probleme ständig auf. Die Betonung des Buches liegt aber darauf, ein physikalisches Verständnis der grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik zu erzielen. So wird im theoretischen Teil besonderer Wert darauf gelegt, die zusammenfassende Beschreibung elektromagnetischer Phänomene darzustellen, die durch den Gebrauch der Maxwell'schen Gleichungen möglich wird.

Ein Literaturverzeichnis ist nicht vorhanden, aber im Text wird vereinzelt auf Originalarbeiten hingewiesen, die wegweisend für die jeweiligen Gebiete waren.

Rainer Großkopf

NACHRICHTEN

Albrecht Ziemer nach Mainz berufen

Zum Technischen Direktor des ZDF berief Intendant Prof. Dieter Stolte mit Zustimmung des Verwaltungsrats Dr.-Ing. Albrecht Ziemer, bis jetzt verantwortlich für Planung, Projektierung und Verkauf des Unternehmensbereichs Informatik der Dornier-System GmbH, Friedrichshafen. Die Leitung der Technischen Direktion beim ZDF war durch den Tod von Manfred Zarius vakant geworden. Dr. Ziemer wird sein Amt am 1. Januar 1984 antreten.

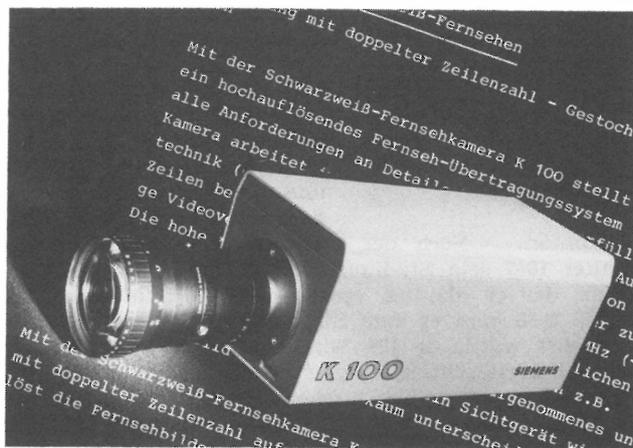
Howard Steele mit der Goldmedaille der Royal Television Society ausgezeichnet

Auf dem Jahresbankett der Royal Television Society wurde Howard Steele, der Managing Director der Sony Broadcast Ltd., am 23. Mai 1983 in London mit der Goldmedaille dieser Gesellschaft für „seine herausragenden Leistungen beim Fernsehen über einen Zeitraum von mehr als 25 Jahren“ geehrt. Besonders hervorgehoben wurden seine Leistungen bei der Planung und Erstellung von Fernsehstudios, die Einführung des UHF-Farbfernsehens bei der ITV und seine Mitarbeit bei der nationalen und internationalen Normung.

Hochauflösende Schwarzweiß-Fernsehkamera

Mit der Schwarzweiß-Fernsehkamera K 100 wurde ein hochauflösendes Fernsehübertragungssystem vorgestellt, das alle Anforderungen an Detaillierbarkeit er-

füllt. Die Kamera arbeitet im Vergleich zur herkömmlichen Aufnahmetechnik (625 Zeilen) mit der doppelten Zeilenzahl von 1249 Zeilen bei 50 Hz (bzw. 1023 Zeilen bei 60 Hz).



Die Kamera ist mit einer hochauflösenden 1"-Vidikon-Aufnahmeröhre bestückt. Der zugehörige Videoverstärker hat eine Bandbreite von 25 MHz (-3 dB). Die hohe Auflösung und der hohe Kontrast ermöglichen eine so gute Bildschärfe, daß sich z.B. bei Reproduktionen ein mit der Kamera aufgenommenes und im Zwischenzeilenverfahren über ein Sichtgerät wiedergegebenes Bild vom Original kaum unterscheidet.

Nach einer Siemens-Pressinformation

PERSÖNLICHES

Paul Send 70 Jahre alt



Am 20. Mai 1983 vollendete Oberingenieur Paul Send sein siebzigstes Lebensjahr. Über 40 Jahre seines Arbeitslebens widmete er der Rundfunk- und Fernsehtechnik in der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und beim Südwestfunk in Baden-Baden.

Paul Send wurde in Landeck/Schlesien geboren. Nach Schulbesuch und einer Ausbildung in Maschinenbau interessierte ihn die aufwärtsstrebende Rundfunktechnik so sehr, daß er sich einem zweiten Beruf zuwandte. Er besuchte ab 1934 die Funktechnische Schule in Insterburg/Ostpommern und trat nach Abschluß in die Tontechnik des Reichssenders Breslau ein. Als Toningenieur war er dort bis zur Einberufung in die Wehrmacht tätig. Nach dem Krieg arbeitete er zunächst in der rundfunktechnischen Zentralstelle, ehe er 1946 als Toningenieur zum neugegründeten Südwestfunk nach Baden-Baden kam.

Als das Fernsehen aufgebaut wurde, war Paul Send einer der Männer der ersten Stunde. Er fuhr die ersten Probesendungen noch aus einem Rundfunkstudio und war aktiv am Aufbau der ersten Fernsehstudios in der legendären „Stadthalle“ in Baden-Baden beteiligt. Im Jahre 1958 wurde er zum Oberingenieur ernannt. Unter den Technischen Direktoren Becker und Dr. von Braunmühl hat er in hohem Maße an Planung und Bau des neuen Produktionszentrums und des zentralen Fernsehbetriebsgebäudes des Südwestfunks mitgewirkt. Er war es, der in der Sendeabwicklung neue, rationelle Techniken einführte.

1964 wurde Paul Send zum Hauptabteilungsleiter der Betriebstechnik und 1968 zum Hauptabteilungsleiter der Fernsehtechnik und stellvertretenden Technischen Direktor berufen. Ab 1970 war er im neugegründeten Fernsehproduktionsbetrieb bis zum Eintritt in den Ruhestand im Jahre 1976 als Hauptabteilungsleiter der Fernsehtechnik und Stellvertreter des Produktionschefs tätig. Außerdem vertrat er den Südwestfunk als Fernsehbetriebsleiter.

Paul Send hat sich um den Fernsehbetrieb des Südwestfunks sehr verdient gemacht. Durch unermüden Fleiß in der Verwirklichung seiner Ideen für Technik und Produktion und durch seine geradlinige Persönlichkeit ist er für viele Mitarbeiter zum Vorbild geworden.

Gerhard Ortleb

Peter Müller 65 Jahre alt

Oberingenieur Peter Müller, der 30 Jahre lang maßgebliche Positionen in der Fernsehtechnik des Südwestfunks bekleidete, vollendete am 20. Mai 1983 sein fünf- und sechzigstes Lebensjahr. In Neuerburg/Eifel geboren, besuchte er das humanistische Gymnasium in Prüm/Eifel und machte dort sein Abitur. Nach dem Arbeitsdienst kam er zur Luftwaffe und wurde in der Nachrichtentechnik und als Flugzeugführer ausgebildet. Zuletzt war er Staf-

felkapitän. - Nach der Gefangenschaft begann Peter Müller 1947 sein Studium an der Fachhochschule Konstanz, das er als Ing. (grad.) erfolgreich abschloß. Im Jahre 1950 kam er zum Südwestfunk in Baden-Baden. Zunächst wurde er für Sonderaufgaben innerhalb der Verwaltungsdirektion eingesetzt, ehe er im Jahre 1953 in den Bereich der Technischen Direktion kam. Hier gehörte er zusammen mit den Oberingenieuren Paul Send und Ottokar Schulze zu den Mitarbeitern, die die Vorbereitungen für den Fernsehbetrieb beim Südwestfunk trafen. Aufgrund seiner Arbeit an der Kamera, als Bild- und Produktionsingenieur bei Studio- und Außenüber-

tragungen war Peter Müller bald hervorragender Berater vieler namhafter Regisseure, für die Fernsehtechnik und Fernsehproduktionsmethoden absolutes Neuland waren. Für zahlreiche Live-Fernsehspiele aus dem Fernsehstudio „Stadthalle“ Baden-Baden zeichnete er produktionstechnisch verantwortlich. In eigenen, erfolgreichen Regietätigkeiten bei Film- und E-Produktionen stellte er auch seine kreativen Fähigkeiten unter Beweis.

Als Oberingenieur erhielt Peter Müller 1964 eine leitende Stellung im neuerbauten Produktionszentrum. Seine Hauptaufgaben waren die Entwicklung neuer Produktionstechniken sowie die Schulung junger Mitarbeiter. Im Jahre 1969 wurde er Abteilungsleiter der Fernsehproduktionstechnik, später zusätzlich Leiter der Fernsehbetriebstechnik. Mitarbeit in der AK 12 und in verschiedenen Ad-hoc-Gruppen ergänzten seinen Wirkungskreis. 1970 war er Technischer Leiter des ARD-Teams für die Fußballweltmeisterschaft in Mexiko. Mehr als zehn Jahre nahm er die fernsehtechnische Betreuung der Donaueschinger Musiktage des SWF wahr. Von 1976 bis zu seinem Ausscheiden im Jahre 1980 vertrat er den SWF in der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz.

Peter Müller vereint in seiner Person die Liebe zu dem, was humanistische Bildung vermittelt, mit dem Engagement eines Technikers aus Profession; so ist es verständlich, daß er ebenso an der Entwicklung neuer Programmformen wie an der Verbesserung der Produktionsmethoden maßgeblich und verdienstvoll beteiligt war.

Gerhard Ortleb

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

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

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

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45. Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 105,- DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 26. 8. 1983. Einzelpreis dieses Heftes 29,90 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 14.

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