

RUNDFUNK- TECHNISCHE MITTEILUNGEN

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

INSTITUT FÜR
RUNDFUNKTECHNIK GMBH

AUS DEM INHALT:

John David Millward Neue Entwicklungen für die Anwendung digitaler Techniken bei der Filmabtastung

Gerhard Holoch
Albert Kaufmann Automatisches Verfahren zur Messung der Gradation und Farbwiedergabe bei Film und Fernsehen

Wolfgang Blobel Stichprobenumfang und -ortsverteilung bei meßtechnischen Untersuchungen von Rundfunk-Versorgungssituationen im Meter- und Dezimeterwellenbereich

Jürgen Mielke
Gerd Petke Großsignalverhalten von FM-Empfängern

Herbert Fix
Peter Wolf Die 32. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER

Gerd Petke Die 4. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörrundfunk)

Rolf Süverkrübbe Die 4. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R3 (Satelliten-Rundfunksysteme)

Tagungen und Ausstellungen - Buchbesprechungen - Nachrichten - Persönliches

3

1980

SIEMENS

Röhrengitter – aus Gas gewonnen, mit dem Laser geschnitten

Technische Höchstleistungen fordern den Einsatz bisher ungewöhnlicher Technologien. Ein Beispiel: Die Herstellung der Gitter für Siemens-Senderöhren der jüngsten Generation. Sie bestehen aus Graphit, das pyrolytisch aus Methan abgespalten wird und sich auf einer zylindrischen Form niederschlägt. Die Gitterstruktur schneidet der Laserstrahl mit mikroskopischer Präzision.

Zusammen mit einer zweiten technischen Besonderheit, einer teleskopgefederten Kathode,

bringt das Graphitgitter den modernen, siedekondensationsgekühlten Rundfunk-Senderöhren mit Leistungen bis zu 600 kW beachtliche Vorteile im Betrieb:

- Ohne Vorheizen volle Leistung schon zehn Sekunden nach dem Einschalten
- Besondere Eignung für Pulsdauermodulation – PDM
- Extrem günstiger Wirkungsgrad bei kleinster Bauweise.

Diese wenigen Stichworte kennzeichnen den heutigen Stand der mehr als 50jährigen Entwicklung und Fertigung von Senderöhren bei Siemens.

Wir liefern Rundfunk- und TV-Senderöhren für alle Leistungs- und Frequenzbereiche. Siemens AG, Bereich Senderöhren, Postfach 8017 09, D-8000 München 80, Bundesrepublik Deutschland.



**Auch bei Senderöhren: Siemens –
ein Partner, dem die Welt vertraut**

INHALTSVERZEICHNIS:

Neue Entwicklungen für die Anwendung digitaler Techniken bei der Filmabtastung 101 (John David Millward)	Die 32. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER 133 (Herbert Fix, Peter Wolf)
Automatisches Verfahren zur Messung der Gradation und Farbwiedergabe bei Film und Fernsehen 105 (Gerhard Holoch, Albert Kaufmann)	Die 4. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörrundfunk) 138 (Gerd Petke)
Stichprobenumfang und -ortsverteilung bei meßtechnischen Untersuchungen von Rundfunk-Versorgungssituationen im Meter- und Dezimeterwellenbereich 117 (Wolfgang Blobel)	Die 4. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R3 (Satelliten-Rundfunksysteme) 140 (Rolf Süverkrübbe)
Großsignalverhalten von FM-Empfängern 125 (Jürgen Mielke, Gerd Petke)	Tagungen und Ausstellungen 141
	Buchbesprechungen 142
	Nachrichten 145
	Persönliches 147

NEUE ENTWICKLUNGEN FÜR DIE ANWENDUNG DIGITALER TECHNIKEN BEI DER FILMABTASTUNG

VON JOHN DAVID MILLWARD¹

Manuskript eingegangen am 2. Februar 1980

Digitale Fernseh-Studioteknik

Zusammenfassung

Die Lichtpunkt-Filmabtastung wird seit etwa 30 Jahren im Fernsehen eingesetzt und hat ihre technische Leistungsfähigkeit bewiesen. Ein qualitätseinschränkender Faktor ist jedoch das Zeilensprungverfahren, das die erforderliche Fernsehbandbreite halbiert und die Probleme der Halbbilddeckung mit sich bringt. Nun ist es gelungen, das Hindernis des Zeilensprungs bei der Filmabtastung durch die Anwendung digitaler Techniken zu beseitigen. Obgleich es möglich wäre, mit analogen Techniken zu einem ähnlichen Ergebnis zu kommen, hält der Autor die im folgenden Aufsatz beschriebene Anwendung der Digitaltechnik für die einzige wirklich praktische und wirtschaftliche Lösung.

Summary New developments in the application of digital techniques to film-scanning

Flying-spot film-scanning has been in use in television for about thirty years and has proved its technical pertinency. Nevertheless, one factor that restricts the quality is the interlaced-scanning process, which halves the television bandwidth required, but brings with it the problems of field registration. By the employment of digital techniques, it is now possible to overcome that inconvenience of interlaced scanning. Although it would be possible to arrive at a similar result by means of analogue techniques, the author considers that the use of the digital technique described in the present article is the only really practical and economic solution.

Sommaire Nouveaux progrès dans l'application des techniques numériques à l'analyse des films

Les télécinémas à spot mobile sont utilisés en télévision depuis une trentaine d'années et leur intérêt technique ne fait aucun doute. Néanmoins, un des facteurs qui limitent la qualité est le processus d'entrelacement qui divise par deux la bande passante vidéo nécessaire, mais qui introduit le problème du positionnement correct des trames l'une par rapport à l'autre. L'emploi des techniques numériques permet de surmonter cette difficulté. Il aurait été possible de parvenir à des résultats similaires au moyen de techniques analogiques mais, selon l'auteur, le recours aux techniques numériques décrit dans l'article est la seule solution réellement économique et pratique.

1. Einleitung

Die Lichtpunkt-Filmabtastung wurde im Fernsehen erstmalig vor 30 Jahren eingesetzt, und seither hat die technische Leistungsfähigkeit dieses Verfahrens einen ausgezeichneten Ruf gewonnen. Dieser ist hauptsächlich auf die einwandfreie Farbdeckung, die gute Auflösung, die Rauschmutter besonders in den dunklen Bereichen, die geringe Überstrahlung, den großen Kontrastumfang und die vollkommene Abwesenheit von Nachzieheffekten zurückzuführen.

Außerdem wurden durch die Einführung des kontinuierlichen Capstan-Antriebs hervorragende Betriebsmöglichkeiten wie mehrformatiger, geräuschloser Lauf sowie schneller Vor- und Rücklauf geschaffen. Leider behindert das Prinzip des Zeilensprungs bei Fernsehsystemen die Erzielung eines vielseitigen Hochleistungs-Filmabtastverfahrens. Dieses Prinzip reduziert die erforderliche Fernsehbandbreite auf die Hälfte (und das ist natürlich absolut unumgänglich), auch muß beim Abtasten von kontinuierlich laufendem Film jedes Bild des Filmes mindestens zweimal abgetastet werden (und dies ist problematisch, da die perfekte Deckung der einzelnen

¹ John David Millward ist Entwickler für Filmabtaster bei RANK CINTEL, England.

Abtastungen wichtig ist). Anstelle eines Farbdeckungsproblems haben wir daher das Problem der Halbbilddeckung. In der Vergangenheit wurde es durch gründlich durchdachte, sinnreiche optische, mechanische bzw. elektronische Konstruktion gelöst, was Fertigung bzw. Abstimmung mit höchster Genauigkeit voraussetzte. Es liegt auf der Hand, daß die Wartung entsprechend kompliziert ist und daß ungenügende Wartung zu Leistungsverlusten führen kann.

Nach 30 Jahren haben wir nun den Punkt erreicht, an dem wir im Begriffe sind, dieses eine große Hindernis durch digitale Techniken zu überwinden. Obgleich dies theoretisch auch analog möglich ist, bietet die Digitaltechnik die einzige wirklich praktische und wirtschaftliche Lösung.

2. Anforderungen

Um das Problem der Halbbild/Halbbild-Deckung zu bewältigen, wird der Film sequentiell abgetastet und dann wird das auf diese Weise gewonnene Signal in das normale Zeilensprungsignal umgewandelt. Zu diesem Zweck muß das Fernsehsignal gespeichert werden, wofür Quarz-Analogverzögerungsleitungen in Frage kämen. Diese Leitungen sind jedoch in hohem Maße rausch- und reflexionsanfällig und lassen sich, da sie Verzögerungsleitungen sind, nicht leicht von sequentiell auf Zeilensprungbetrieb umstellen, es sei denn, man verwendet getrennte Einzelzeilen-Verzögerungsleitungen, bei denen das Signal wieder umgeleitet werden muß, wobei sich die Rausch- und Reflexionsprobleme verschärfen. Andererseits können Bilder nach dem Digitalverfahren nahezu unbegrenzt ohne Qualitätsverlust gespeichert werden und der Zugriff zu jedem Teil des Bildes ist relativ einfach. Die Grundvoraussetzungen sind daher eine Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzung, ein Speicher und eine Speichersteuerung. Die Kosten für diese Bauteile haben nun fast das Stadium erreicht, in dem die Einsparungen durch Vereinfachung der analogen Teile des Filmabtastsystems die der zusätzlichen Digitalteile wettmachen, und es ist damit zu rechnen, daß die Kosten für die digitale Speicherung weiterhin sinken werden.

Die erste Frage, die wir beantworten müssen, besteht darin, ob das farbcodierte Signal oder das YUV-Signal digitalisiert werden soll. Bei der Wahl des codierten Signals ließe sich die Speichergröße auf ein Mindestmaß beschränken, aber für ein Filmabtastverfahren, bei dem ein sequentielles Signal erzeugt wird, ist die Wahl nicht so einfach. Beim Abtasten eines Filmes nach dem 525-Zeilen-System (24 Bilder pro Sekunde) sind für jedes zweite Filmbild drei Ausgangs-Halbbilder erforderlich. Obgleich zwei der Halbbilder identisch sind, ist die Hilfsträgerphase unterschiedlich, so daß drei Halbbilder gespeichert werden müssen. Wird des weiteren ein Standbild in codierter Form benötigt, so empfiehlt sich die Speicherung von vier Bildern. Außerdem muß bei der Wahl des codierten Signals ein spezieller Farbcoder vorgesehen werden, mit dem das sequentielle Signal verschlüsselt wird, so daß die Hilfsträgerphase nach der Umsetzung stimmt. Da das Signal in digitaler Form vorliegt, kann eine digitale Vertikal-Aperture-

korrektur eingebaut werden, und dieser Prozeß ist am YUV-Signal viel einfacher durchzuführen.

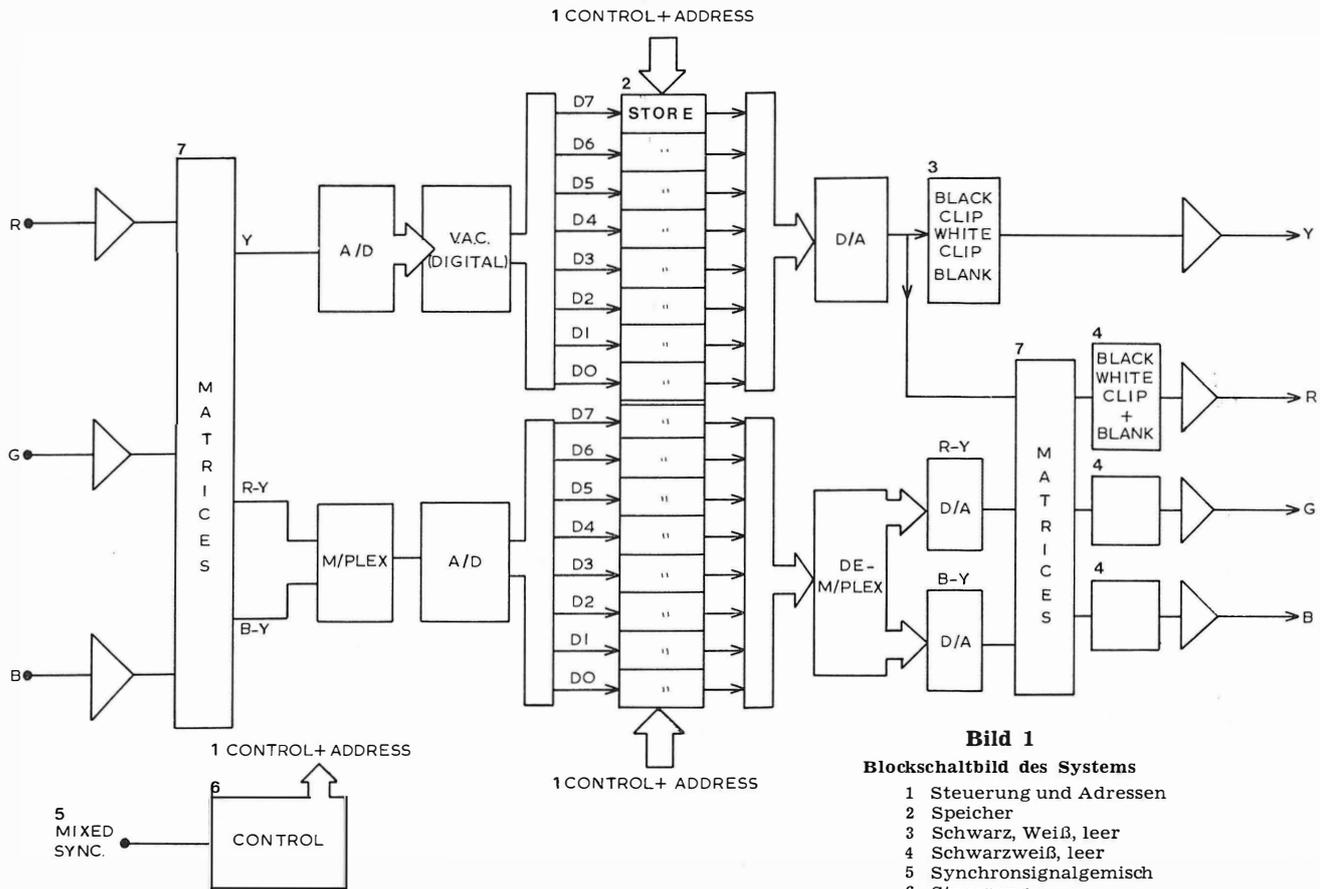
Es wurde daher beschlossen, das YUV-System zu verwenden, denn falls in Zukunft eine codierte Studionorm eingeführt wird, so kann dieses Signal auf digitalem Wege in die richtige Form gebracht werden.

3. Realisierung

Um ein einfaches System zu erhalten, wurden zwei getrennte Kanäle gleicher Bandbreite und Taktfrequenz benutzt, einer für Y und der andere für Multiplex-UV (**Bild 1**). Bei dieser Anordnung können die beiden Digitalkanäle praktisch identisch gemacht werden. Obgleich wir zwei Analog-Digital-Umsetzer brauchen, ist die Spezifizierung dieser Umsetzer bei YUV-Signalen nicht ganz so anspruchsvoll. Pro Kanal müssen jeweils zwei Halbbilder gespeichert werden, was insgesamt vier Halbbilder ergibt. Dieser Speicherumfang ist für den Betrieb mit 655 Zeilen bei 24 Bildern pro Sekunde, mit 625 Zeilen bei 25 und 18 Bildern pro Sekunde und mit 525 Zeilen bei 30, 24 und 18 Bildern pro Sekunde ausreichend.

Die Steuerung des Speichers wird dadurch vereinfacht, daß die vertikale Zeitablenkung der Bildabtaströhre mit der Filmbildfrequenz betrieben wird, so daß bei allen vorstehend genannten Bildfrequenzen ohne Interpolation ein Bild mit dem richtigen Seitenverhältnis erzielt werden kann, indem man einfach die Amplitude der vertikalen Zeitablenkung regelt. Jedes Filmbild wird daher nur einmal sequentiell abgetastet und alle aktiven Zeilen des Bildes werden in der einen Abtastung gespeichert, die zwei Halbbildern entspricht. Auch in diesem Fall ist die Frequenz der vertikalen Zeitablenkung und somit die Filmbildfrequenz der Einfachheit halber mit der Halbbildfrequenz verkoppelt. Beim Betrieb mit 525 Zeilen und 18 Bildern pro Sekunde beträgt die Nennfrequenz der Ausgangs-Halbbilder 60 Hz. Die Anzahl der hinsichtlich jedes Filmbildes gewonnenen Halbbilder unterliegt daher der sich wiederholenden Folge 3, 3, 4, was bedeutet, daß jeder zehnte Halbbildimpuls mit jedem dritten Bildimpuls phasengleich ist. Beim Betrieb mit 625 Zeilen und 18 Bildern pro Sekunde beträgt die zur Erzielung der Phasengleichheit erforderliche Istgeschwindigkeit 18,18 sich wiederholende Bilder pro Sekunde, was eine Folge von 3, 3, 3, 2 ergibt und wobei jeder elfte Halbbildimpuls mit jedem vierten Bildimpuls phasengleich ist. Die Filmgeschwindigkeit wird am Bedienpult eingestellt, und falls auf 18 Bilder pro Sekunde geschaltet wird, wenn der Film stehenbleibt, so arbeitet der Speicher genauso wie wenn der Film laufen würde, mit anderen Worten mit einer Eingangsfrequenz von 18 Bildern pro Sekunde. Die einzige Änderung besteht in der Amplitude der vertikalen Zeitablenkung.

Wir sehen, daß die Amplitude der vertikalen Zeitablenkung entsprechend den verschiedenen Filmformaten, Bildfrequenzen und Zeilennormen eingestellt wird. Beim Betrieb mit 625 Zeilen, 16-mm-Film und 25 Bildern pro Sekunde muß die vertikale Amplitude praktisch Null entsprechen. Unter diesen Bedingungen würde der Bildschirm bzw. der Schirmträger der



Kathodenstrahlröhre schnell einbrennen, und das kann nicht zugelassen werden. Die einfache Lösung besteht darin, die horizontale Zeitablenkung mit übernormaler Geschwindigkeit zu betreiben – wenn möglich mit einem festen Vielfachen. Wir haben uns für vier Drittel entschieden. Das aktive Bild wird daher in drei Viertel der normalen Zeit abgetastet und die vertikale Zeitablenkung muß dann eine Amplitude haben, die einem Viertel der vollen Standbildamplitude entspricht. Dies ist vom Standpunkt des Betriebs aus eine sichere Amplitude.

Nun arbeiten beide Zeitablenkungen mit nichtgenormten Frequenzen, doch da wir über einen Speicher verfügen, der die Eingabe in einer und die Ausgabe in einer anderen Frequenz gestattet, stellt dies kein Problem dar. Die einzige Komplikation besteht darin, daß ein separates Adressenregister für das Lesen und Schreiben und eine einfache Logikschaltung zum Trennen der Lese- und Schreibzyklen erforderlich sind. Auch ist es beim Ändern der Amplitude der vertikalen Zeitablenkung niemals erforderlich, von einer Zeilenorm auf eine andere zu interpolieren.

Was die Wahl des Speicher-Chips anbelangt, so kommen dynamische 16k/64k-RAMs oder CCDs in Frage. Wahlfreier Zugriff vereinfacht auch die Speichersteuerung. Da viele Firmen das 16k-RAM mit der gleichen Stiftanordnung und nach der gleichen Spezifizierung fertigen, fiel unsere Wahl auf diesen Baustein.

Jeder der beiden Kanäle des Systems enthält acht Datenbits mit einer Frequenz bis 20 MHz. Da RAMs nur bis 2 oder 3 MHz betrieben werden können, ist eine weitere Reduzierung der Datenrate erforderlich. Es stehen verschiedene serienparallele Alternativlösungen zur Verfügung; wir entschieden uns für ein System, bei dem jedes der insgesamt 16 Bits getrennt und gleich behandelt wurde. Jedes Bit wurde deshalb in ein serielles Schieberegister eingetaktet. Die Länge des Registers wurde so gewählt, daß ausreichende Speicherung und eine geeignete Zykluszeit für die RAMs gewährleistet sind. Ein typisches System kann z. B. eine Datenrate von 160 Mbit/s aufweisen. Jedes Bit kann in ein 20 Bit langes Schieberegister eingetaktet werden; nach je 20 Bits werden die Daten mit einer Frequenz von 1 MHz parallel auf 20 RAM-Chips übertragen. Es steht uns daher eine Zeit von einer Mikrosekunde zum Einschreiben in die und zum Auslesen aus den Chips zur Verfügung. Diese Zeit ist ausreichend für die Verwendung getrennter Lese- und Schreibzyklen mit verschiedenen Adressen. Bei diesem System werden alle RAM-Chips des Luminanzkanals über die gleichen sieben Adressendrähte und mit denselben Abtastimpulsen für Lesen/Schreiben, Reihen- und Spaltenadresse versorgt. Der Chrominanzkanal wird mit den gleichen Abtastimpulsen für Lesen/Schreiben, Reihen- und Spaltenadresse gespeist wie der Luminanzkanal, doch sind sieben getrennte Adressendrähte zur Verzögerung der Chrominanz um eine Zeile vorhan-

den, die die einzeilige Verzögerung durch die Vertikal-Aperturkorrektur im Luminanzkanal ausgleichen. Alle RAM-Chips des Speichers lesen bzw. schreiben daher gleichzeitig.

Die RAMs sind dynamisch, d. h. sie müssen mindestens alle zwei Millisekunden regeneriert werden. Bei dem gewählten System geschieht dies jedoch selbsttätig ohne zusätzliche Schaltungen, falls die niederwertigen Bits in den Adressenregistern als Reihenadresse gekennzeichnet sind. Selbst in der Betriebsart Standbild liegt die längste inaktive Periode während der Vertikalaustastung bei etwa einer Millisekunde, und nach dieser Periode erfolgt die vollkommene Regeneration innerhalb von 128 Adressen-

zyklen, was in dem vorstehenden Beispiel 128 Mikrosekunden dauern würde.

Weil die Speicherkosten abnehmen, kann in Zukunft mit weiteren Verbesserungen bei der Filmübertragung gerechnet werden, besonders was die Wiedergabe von Bewegungen anbelangt. Bewegung auf einem mit 24 Bildern pro Sekunde belichteten Film schneidet ungünstig ab im Vergleich mit Fernsehaufnahmen, die mit 50 oder 60 Halbbildern pro Sekunde abgetastet werden. Die Übertragung von Filmen könnte daher durch einfache Interpolation benachbarter Filmbilder erheblich verbessert werden, wenn mehr Filmbilder gespeichert würden.

AUTOMATISCHES VERFAHREN ZUR MESSUNG DER GRADATION UND FARBWIEDERGABE BEI FILM UND FERNSEHEN¹

VON GERHARD HOLOCH UND ALBERT KAUFMANN²

Manuskript eingegangen am 7. März 1980

Automation

Zusammenfassung

Anstoß für die Entwicklung eines automatischen Verfahrens zur Messung der Gradation und Farbwiedergabe bei Film und Fernsehen war der Wunsch nach einer schnellen und bequemen Erfassung sowie anschaulichen Darstellung dieser beiden, für eine gute Übertragung wichtigen Qualitätsparameter. Das im IRT aufgebaute System von Meßgeräten erlaubt bei entsprechender Kombination der einzelnen Komponenten die Messung sowohl einzelner Teilbereiche für sich (z. B. Bildgeber, Empfänger, Film) als auch der gesamten Übertragungskette von der Vorlage bis zum Bildschirm. Der eigentliche Meßablauf erfolgt prozessorgesteuert, wobei die Meßdaten zunächst auf einer Datenkassette zwischengespeichert werden. Die Auswertung mit grafischer Darstellung (z. B. der Farborte in einem Farbdigramm oder der Übertragungskennlinie) und mit Auflisten errechneter Werte (z. B. Farbwiedergabeindizes) übernimmt eine Rechenanlage. Da man auf diese Weise in relativ kurzer Zeit Zugriff zu den Ergebnissen erhält, eignet sich diese Methode besonderes für Untersuchungen, bei denen einzelne Parameter geändert werden.

Anhand von Blockschaltbildern und Fotos wird das komplette Gerätesystem sowie die Methode der Meßwerterfassung und -darstellung beschrieben. Als Anwendungsbeispiele werden die Ergebnisse einiger Teilbereichsmessungen und einer Über-alles-Messung von der Szene bis zum Bildschirm angegeben und diskutiert.

Summary An automatic method for measuring gradation and colour rendering in film and television

The reason for the development of an automatic method for measuring gradation and colour rendering in film and television, was the wish to have a rapid and easy method, as well as a clear representation of those two parameters, which are important for good transmission quality. The measuring equipment developed in the I.R.T. makes possible, by the appropriate combination of the individual components, the separate measurement of individual particular sections (for example, vision transmitter, receiver, film), as well as the measurement of the complete transmission chain from the original scene to the display screen. The actual measurement sequence is computer-controlled, the measured data first being put into intermediate storage on a data-cassette. The evaluation with graphical display (for example, of the colour points in a chromaticity diagram or of the transmission characteristic) and a listing of the calculated values (for example, colour-rendering indices) is carried out by the computer. Because, in this way, the results are available in a relatively short time, this method is particularly suitable for investigations in which individual parameters are varied.

The complete hardware system is described by means of block schematics and photographs, as is also the method of obtaining the measured values and representing them. By way of an example of its application, the authors indicate and discuss the results of some measurements on particular sections of the chain from the scene to the screen, and that of an overall measurement.

Sommaire Méthode de mesure automatique de la gradation et du rendu des couleurs sur le film et à la télévision

L'étude d'une méthode de mesure automatique de la gradation et du rendu des couleurs a été suscitée par le souhait de connaître rapidement et facilement la valeur de ces deux caractéristiques importantes pour la qualité de transmission et de présenter les résultats de manière claire. Dans l'appareil réalisé par l'I.R.T., une combinaison appropriée des divers éléments permet de mesurer séparément différentes sections de la chaîne (par exemple, l'analyseur, le récepteur ou le film) ou son ensemble, depuis la scène originale jusqu'à sa reproduction sur l'écran. La mesure se fait sous la commande d'un ordinateur qui, après mise en mémoire intermédiaire des données dans une cassette, procède à la présentation graphique des résultats (diagramme de chromaticité ou caractéristique de transmission, par exemple) et à l'impression d'une liste des valeurs calculées (par exemple, indice de rendu des couleurs). Les résultats sont disponibles assez rapidement, ce qui rend cette méthode particulièrement intéressante pour des études dans lesquelles on fait varier différents facteurs.

L'ensemble du matériel mis en oeuvre est décrit par des schémas fonctionnels et des photographies. On indique aussi les méthodes adoptées pour les mesures et pour la présentation des résultats. Un exemple d'application donne et discute les résultats de certaines mesures, notamment sur des éléments de la chaîne de reproduction et sur l'ensemble de celle-ci, de la scène à sa reproduction sur l'écran.

1. Einleitung

Als man Ende der Fünfziger-, Anfang der Sechzigerjahre bei uns anfang, farbmétrische Berechnungen für das Fernsehen anzustellen, war dies oft ein mühsames Unterfangen, da damals noch kein Computer zur Verfügung stand. Die Berechnungen wurden mit einfachen Tischrechnern durchgeführt, und die Farborte mußten von Hand in ein Farbdigramm eingetragen werden. Solche Auswertungen

konnten zu einer „geisttötenden“ Arbeit ausarten, da hierfür immer wieder die gleichen Handgriffe erforderlich waren. Die Ermittlung weniger Farborte dauerte viele Stunden.

Erst mit zunehmendem technologischen Fortschritt – speziell auf dem Gebiet der Computertechnik – war dann die Möglichkeit gegeben, solche Vorgänge so einzurichten, daß die einzelnen Funktionen mehr oder weniger selbständig ablaufen. Dabei beschränken sich die Möglichkeiten nicht allein auf farbmétrische Berechnungen. Eine Automatisierung des Meßablaufs bringt den großen Vorteil, daß die manuelle Arbeit stark reduziert wird und die gewünschten Resultate schnell erfaßt und anschaulich dargestellt werden können. Der rein wirtschaftliche Aspekt steht dabei im Hintergrund. Da man auf diese Weise in

¹ Erweitertes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 7. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Dortmund, 17. bis 21. September 1979.

² Dipl.-Ing. Gerhard Holoch ist Leiter des Arbeitsbereichs Fernseh-Filmtechnik (Elektronik) und Dipl.-Ing. Albert Kaufmann ist Leiter des Arbeitsbereichs Fernsehaufnahme und -wiedergabe im Institut für Rundfunktechnik, München.

relativ kurzer Zeit Zugriff zu den Ergebnissen erhält, ist ein automatisches Meßverfahren besonders für grundlegende Untersuchungen nützlich, bei denen einzelne Parameter geändert werden müssen.

Für die Beurteilung der Qualität einer Film- oder Fernseh wiedergabe gibt es eine Reihe relevanter Merkmale, z. B. Farbwiedergabe, Wiedergabe der Helligkeitsabstufungen, Schärfe und Störabstand. Daß diesbezüglich noch einige Verbesserungen und Untersuchungen notwendig sind, zeigen die qualitativen Unterschiede beim täglichen Programmablauf sowie die Probleme und offenstehenden Fragen, die gerade in letzter Zeit wieder die Anstalten beschäftigen, z. B.

- Welches ist die korrekte Grundeinstellung für Bildgeber und Empfänger?
- Wodurch wird die mangelhafte Wiedergabe der Schattenpartien bei der Filmabtastung verursacht?
- Welchen Einfluß haben die nichtidealen spektralen Aufnahmekurven eines Bildgebers auf Farbwiedergabe und Gradation bei der Abtastung verschiedener Filmmaterialien?

2. Meßanordnungen

2.1. NHK-System

Der Gedanke, wichtige Parameter einer Fernsehübertragung automatisch zu erfassen, ist nicht neu. So wurde schon 1971 aus den NHK Technical Research Laboratories ein automatisches Meßverfahren für die Farbwiedergabe elektronischer Kameras bekannt [1]. **Bild 1** zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild. Ein Farbtafelwechsler liefert nacheinander eine Reihe

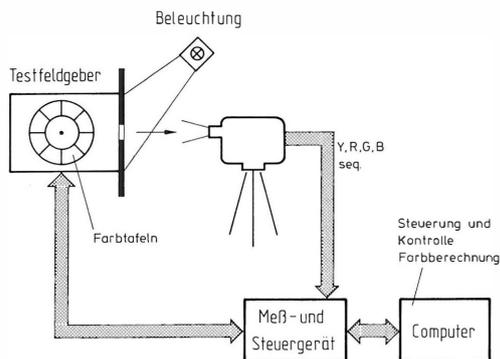


Bild 1

NHK-System zur automatischen Messung der Farbwiedergabe von E-Kameras

von Testfarbtafeln, die von einer Lichtquelle beleuchtet und von der zu prüfenden Fernsehkamera aufgenommen werden. Ein Meß- und Steuergerät übernimmt sowohl die Fortschaltung des Wechslers als auch die sequentielle Erfassung und Digitalisierung der Farbwertsignale R, G, B und des Helligkeitssignals Y. Ein Computer (Speicherkapazität 4 k-Worte) steuert die Meßwertaufbereitung, kontrolliert die Wechslersteuerung und gibt die Resultate der Farbberechnung – Farbkoordinaten, Helligkeitswerte und die Farbabweichungen ΔE – auf einer Liste aus. Ein Nachteil dieses Systems ist, daß mit der Messung der Farbkamera nur ein beschränkter

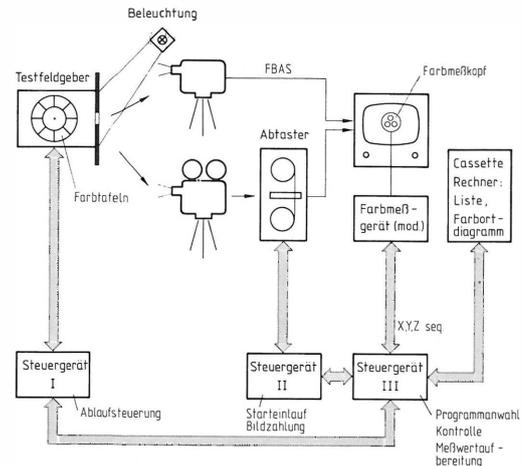


Bild 2

Meßaufbau zur automatischen Messung der Farbwiedergabe „Über alles“

Bereich der Übertragungskette erfaßt werden kann. Ferner kann nur eine Eigenschaft, nämlich die Farbwiedergabe, gemessen werden.

2.2. IRT-System

Das vom IRT entwickelte Gerätesystem erlaubt in seiner derzeitigen Entwicklungsstufe die Messung von Farbwiedergabe und Gradation sowohl einzelner Teilbereiche als auch der gesamten Übertragungskette von der Szene bis zum Bildschirm. Dabei wurde besonderer Wert gelegt auf folgende wichtige Forderungen: Das System sollte

- rasch genug messen,
- objektiv genug messen,
- flexibel sein sowohl hinsichtlich der Meßprozedur als auch unter Berücksichtigung des üblicherweise dezentralisierten Standortes der zu messenden Geräte.

Im einzelnen können folgende Übertragungsbe-reiche gemessen werden:

- Kamera allein
- Kamera und Empfänger
- Filmabtaster allein
- Filmabtaster und Empfänger
- Film und Filmabtaster und Empfänger
- Empfänger allein
- Film in der Projektion
- Projektor allein.

Die Eigenschaften der Beleuchtung sowie der Codierung werden miterfaßt. In den folgenden Abschnitten sollen einige der hier aufgezählten möglichen Meßanordnungen beschrieben werden.

2.2.1. Farbmessung „Über alles“

Als erstes Beispiel zeigt **Bild 2** den Meßaufbau für die Messung der Farbwiedergabe „Über alles“. Bei dieser Meßanordnung wird auch der Film als Speichermedium für das Fernsehen miterfaßt, so daß damit eine Vergleichsmessung Film – Elektronik möglich wird.

Ein Testfeldgeber liefert sequentiell eine Reihe von 23 ausgewählten Aufsichtstestfarben, die von

einer Lichtquelle beleuchtet und von einer E- und einer Filmkamera aufgenommen werden. Dabei werden die Ausschnitte so gewählt, daß die Tafeln in der Bildmitte etwa 10% der Bildfläche ausfüllen. Die FBAS-Signale von der E-Kamera und – nach Filmentwicklung – vom Filmabtaster werden dem Empfänger zugeführt. Die auf dem Bildschirm reproduzierten Farben werden von einem Farbmeßgerät erfaßt. Dieses Farbmeßgerät arbeitet nach dem Dreibereichsverfahren und wurde für diese Anwendung so umgebaut, daß über einen einzigen Meßwandler die Normfarbwerte nacheinander abgerufen werden können.

Die Automatisierung des Meßablaufs erfolgt mit Hilfe der unten angeordneten drei Steuergeräte, wobei die Steuergeräte I und III mit einem Mikroprozessor arbeiten, da diese beiden Geräte komplexere Funktionen zu erfüllen haben. Durch den Einsatz von Mikroprozessoren konnte einerseits die Entwicklung von Hardware auf ein Minimum eingeschränkt werden, andererseits wird dadurch die Flexibilität erhöht, da Änderungen in den Steueroperationen allein durch Programmänderungen durchgeführt werden können. Eine Ansicht des Testfeldgebers sowie der drei Steuergeräte zeigt **Bild 3** bzw. **Bild 4**.

Der Ablauf der Meßwerterfassung und -darstellung soll zunächst am Beispiel der Kameramessung beschrieben werden. Durch Eingabe einer Codenummer an den Steuergeräten I und III wird als erstes das entsprechende Programm aufgerufen – in diesem Fall das Programm „Farbmessung Kamera Über alles“. Nach dem Startkommando läuft eine Datenkassette in Bereitschaft (auf Anfang), anschließend wird über das Steuergerät I der Testfarbenwechsler auf die erste Testfarbe positioniert und kontrolliert. Dies geschieht mit Hilfe zweier Reflexionslichtschranken und einer am Karussell angebrachten optischen Codierung. Nach einer Freigabemeldung an das Steuer-

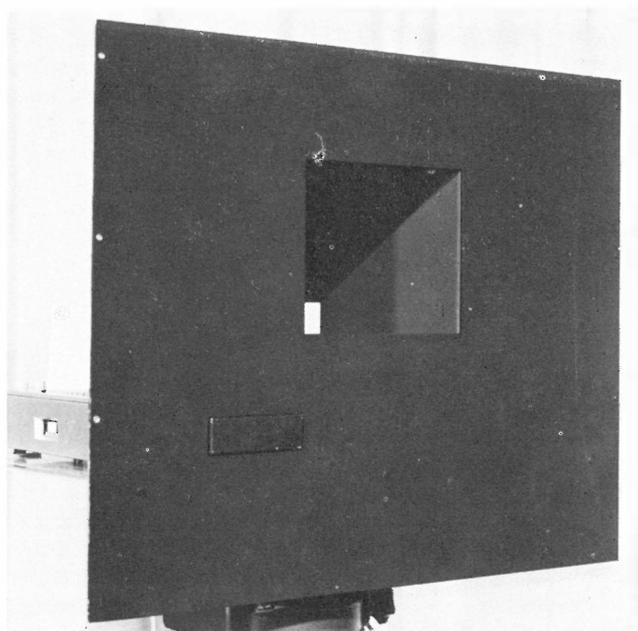


Bild 3
Ansicht des Testfeldgebers

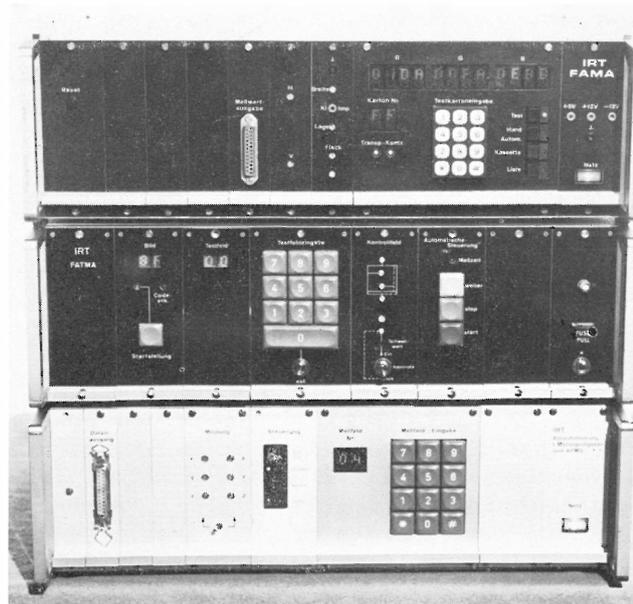


Bild 4
Ansicht der Steuergeräte I bis III

gerät III werden die im modifizierten Farbmeßgerät digitalisierten Normfarbwerte X, Y, Z sequentiell übernommen und nach einer Meßwertaufbereitung, die im wesentlichen aus einer Codewandlung von BCD nach ASCII besteht, auf eine Datenkassette aufgezeichnet. Nach Ablage des Meßwertes erfolgt Vollzugsmeldung an das Steuergerät I, welches seinerseits wieder den Transport und die Kontrolle zur nächsten Testfarbe übernimmt. Die gezeigten Vorgänge wiederholen sich, bis das gesamte Programm abgelaufen ist. Die auf der Kassette gespeicherten Daten werden – zeitunabhängig vom Meßvorgang – in ein Rechenprogramm eingelesen. Der Rechner gibt die Ergebnisse – individuelle und allgemeine Farbwiedergabeindices sowie Farbabweichungen – auf einer Liste aus; ferner werden gleichzeitig die Farborte mit Hilfe eines Plotters in ein CIE-1976-UCS-Diagramm eingetragen. Der gesamte Vorgang vom Aufnehmen der Testkarten bis zum fertigen Farbortdiagramm dauert nur etwa 20 Minuten.

Als externer Rechner wird ein Minicomputer mit einem 32-k-Worte-Speicher benutzt. Der für die Programme zur Berechnung und Aufzeichnung der Farborte benötigte Speicherplatz ist allerdings weit geringer und liegt (ohne Speicherbedarf für Compiler) bei etwa 3 kByte. Die Zwischenspeicherung der Meßdaten auf einer Kassette hat zwar den Nachteil eines Tempoverlustes, bringt jedoch andererseits den Vorteil, daß die Daten für spätere Nachbearbeitung, z. B. zum Zweck einer rechnerischen Optimierung der Farbwiedergabe, gesichert werden und daß ferner jeder handelsübliche Rechner mit ausreichender Speicherkapazität verwendet werden kann.

Im Fall der Filmmessung übernimmt das Steuergerät II abtasterspezifische Funktionen. Nach einem Positionierungsbefehl, der sowohl vom Steuergerät II als auch vom Steuergerät III aus erfolgen kann, wird der Film zunächst automatisch auf eine Startposition transportiert. Dies erfolgt mit Hilfe einer auf den Film aufgetragenen Codierung, die über eine

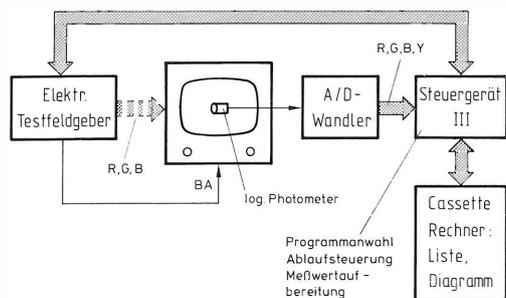


Bild 7

Meßaufbau zur automatischen Messung der Gradation eines Monitors

gramm geeignet sind. Der Rechner liefert wieder eine Liste mit den verschiedenen Indexwerten sowie über einen Plotter ein Farbortdiagramm.

In diesem elektronischen Testfeldgeber sind auch eine Reihe von Grauwerten programmiert, so daß mit dem gleichen Gerät auch eine Gradationsmessung durchgeführt werden kann. In diesem Fall muß im Meßaufbau das Farbmeßgerät durch ein Photometer ausgetauscht werden (**Bild 7**). Eine Ansicht des programmierbaren elektronischen Testfeldgebers zeigt **Bild 8**.

2.2.4. Messung von Farbwiedergabe und Gradation eines Filmabtasters

Sofern der Filmabtaster allein gemessen werden soll, vereinfacht sich der in den **Bildern 2** und **5** gezeigte Meßaufbau erheblich. Sowohl die Testfeldgeber als auch die Steereinheit III für die optoelektrische Meßwerterfassung und die entsprechenden Meßwandler (Farbmeßgerät bzw. Photometer) entfallen. Die Aufgabe der Testfeldgeber übernimmt jetzt die Filmschleife, auf der die oben genannten 23 Testfarben bzw. 21 Graufilter als Einzelfilter im Abstand von 10 Filmbildern montiert sind, wie dies in **Bild 9** gezeigt ist. Die Startposition wird – wie in **2.2.1.** schon erwähnt – durch eine Codierung markiert, die in Form von kleinen Löchern im BCD-Code in den Film eingestanzt wird. Die Information dieses „Synchronwortes“ wird am Abtaster über eine Lichtschranke ausgelesen. Eine zweite Lichtschranke über-

nimmt die Bildzählung. Dadurch wird es möglich, den Abtaster definiert zu starten und zu stoppen.

Die Automatisierung des Meßablaufs erfolgt mit Hilfe der beiden Steuergeräte I und II. Nach einem Programmaufruf und dem Startkommando von Steuergerät I wird über Steuergerät II zunächst der Einlauf auf die Startposition kontrolliert. Anschließend wird die erste Testfarbe im Bildfenster positioniert und kontrolliert. Nach einer Freigabemeldung an Steuergerät I werden parallel die Pegel der Farbwertsignale R, G, B und des Y-Signals gemessen, digitalisiert und nach einer Datenaufbereitung auf eine Kassette aufgezeichnet. Nach Ablage des Meßwertes erfolgt Vollzugsmeldung an das Steuergerät II, welches wieder den Transport und die Kontrolle zur nächsten Testfarbe übernimmt. Diese Vorgänge wiederholen sich, bis das gesamte Programm abgelaufen ist. Die anschließend in den Rechner eingelesenen Werte der Farbwertsignale bzw. des Helligkeitssignals werden rechnerisch so aufbereitet, als kämen sie von einem Empfänger mit einer „idealen“ Übertragungskennlinie. Die Ergebnisse werden wieder aufgelistet und in Form von Farbortdiagrammen bzw. Gradationskurven automatisch aufgezeichnet.

Im Gegensatz zu der in **2.2.1.** geschilderten Film-messung bei kontinuierlichem Filmablauf wird bei der hier gezeigten Sequenzsteuerung auch ein willkürli-

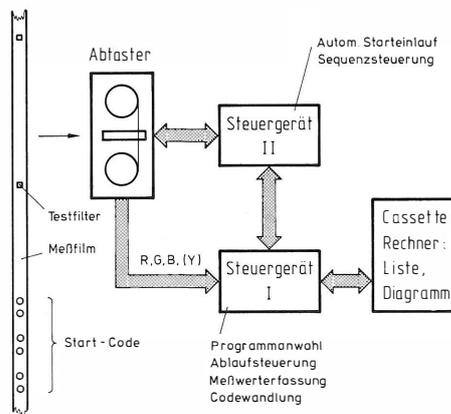


Bild 9

Meßaufbau zur automatischen Messung von Gradation und Farbwiedergabe eines Filmabtasters

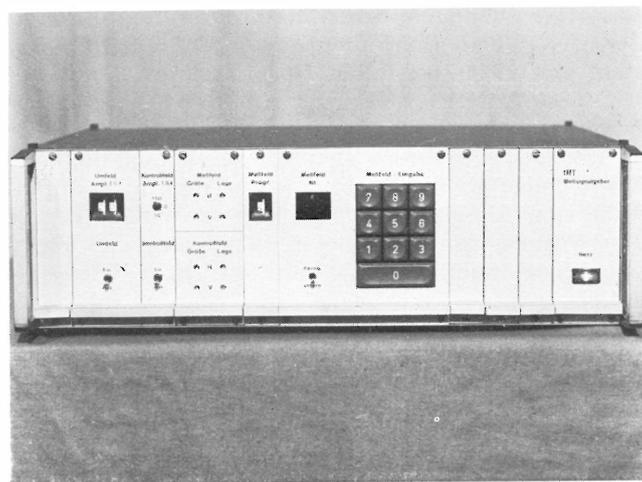


Bild 8

Ansicht des programmierbaren elektronischen Testfeldgebers

cher Zugriff zu einzelnen Testfeldern ermöglicht, indem das Stoppen der Felder im Bildfenster durch direkten Vergleich zweier Adressen erfolgt.

2.2.5. Messung von Farbwiedergabe und Gradation einer E-Kamera

Der Aufbau für die Messung der Farbwiedergabe einer E-Kamera (**Bild 10**) ähnelt dem Schaltungsaufbau des NHK-Verfahrens (**Bild 1**). Bei der IRT-Methode übernimmt jedoch das Steuergerät I die Ablaufsteuerung und Meßwerterfassung, während die Auswertung von einem externen Rechner durchgeführt wird. Außerdem werden die Farbwertsignale parallel erfaßt und es erfolgt eine Zwischenspeicherung der Meßwerte auf einer Kassette. Im Falle der Gradationsmessung wird lediglich anstelle des Farbtafelwechslers ein Graufilterwechsler eingesetzt

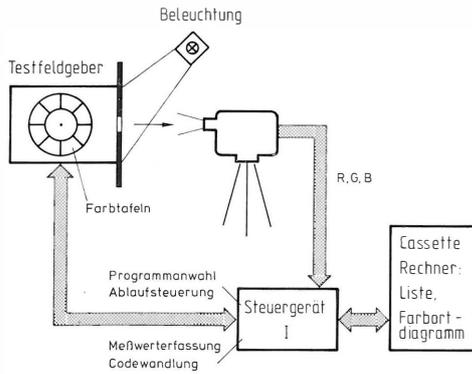


Bild 10

Meßaufbau zur automatischen Messung der Farbwiedergabe einer E-Kamera

(Bild 11). Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt in gleicher Weise wie unter 2.2.4. schon beschrieben.

2.2.6. Messung von Farbwiedergabe und Gradation eines Filmmaterials

Zur Messung der Farbwiedergabe bei Film in der Projektion wird ein Aufbau benutzt, wie er in Bild 12 schematisch dargestellt ist. Die Aufnahme-seite entspricht einem Teilbereich der Über-alles-Messung in Bild 2. Der Testfeldgeber liefert nacheinander in vorbestimmten Intervallen eine Reihe von 23 Aufsichtstestfarben, die von einer Lichtquelle beleuchtet und von der Filmkamera aufgenommen werden. Steuergerät I übernimmt dabei die Funktionen der Programmwahl und der Ablaufsteuerung des Testfeldgebers. Der entwickelte Film wird so in den Projektor eingelegt, daß eine Startmarkierung im Bildfenster erscheint. Die Automatisierung des Meßablaufs übernimmt das Steuergerät III. Nach Eingabe eines Programmcodes wird der Projektor gestartet und läuft kontinuierlich bis zum Programmende durch. Die Lokalisation der einzelnen Testfarben wird durch Bildzählung ermittelt. Das Farbmeßgerät mißt die drei Normfarbwerte und liefert sie auf den entsprechenden Abruf hin an das Steuergerät III, indem sie so transcodiert und formatiert werden, das sie für eine Aufzeichnung auf Kassette und für die Übernahme in ein Rechenprogramm geeignet sind. Der Rechner gibt die Ergebnisse der Berechnung – genau wie bei den anderen Messungen – auf einer Liste aus und zeichnet über einen Plotter die Farborte in ein Diagramm ein. Die Lichtart der Projek-

tionslampe sowie eventuelle Streulichteinflüsse des Projektors werden bei dieser Methode miterfaßt.

Die Gradation des Filmes läßt sich grundsätzlich in ähnlicher Weise messen, wenn an Stelle des Farbtafelwechslers der Graufilterwechsler und an Stelle des automatischen Farbmeßgerätes ein Photometer eingesetzt wird. Da man jedoch zur Kennzeichnung der Tonwiedergabeeigenschaft nur eine einzige Kennlinie benötigt, wird man diese zweckmäßigerweise nach der herkömmlichen Methode durch Aufnahme eines Graustufenkeils im Sensitometer und durch Auswertung im Filmmeßgerät bzw. Densitometer ermitteln. Bei Bedarf kann noch eine rechnerische Umformung in die fernsehmäßige Darstellung der Über-alles-Kennlinie erfolgen.

2.3. Betrachtungen zur Meßgenauigkeit

Die in [1] angegebene Meßgenauigkeit für die digitale Messung der Farbwertsignale liegt bei $\leq 0,5\%$. Dieser Wert wird auch bei all jenen hier beschriebenen Messungen erreicht, die das Steuergerät I zur Meßwert erfassung anwenden, und dürfte auch für

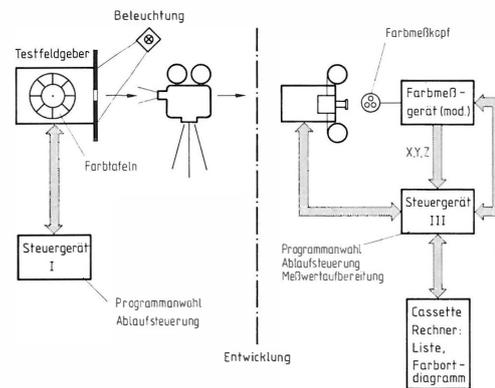


Bild 12

Meßaufbau zur automatischen Messung der Farbwiedergabe eines Filmes

alle Einsätze ausreichend sein. Eine für alle Meßaufbauten allgemein gültige Genauigkeitsangabe läßt sich nicht machen, da die relativen Fehler des Ergebnisses von der Genauigkeit der verwendeten Meßgeräte und von der letztlich gewählten Darstellung der Resultate abhängen. So ist z. B. der relative Fehler der $u'v'$ -Werte (Farbkoordinaten im CIE-UCS-System von 1976) von allen Normfarbwerten mit bestimmten Anteilen abhängig, d. h. der Fehler ist abhängig von der Testfarbe.

Wie jedoch mehrere Versuche zeigten, ist die Wiederholgenauigkeit der mit dieser Apparatur durchgeführten Messungen sehr groß, so daß z. B. die Abweichung der errechneten Werte für den Farbwiedergabeindex unter 5 Punkten bleibt. Dies entspricht einer Farbabweichung von weniger als 1.j.n.d.-CIE.

3. Beispiele von Meßergebnissen für Gradation und Farbwiedergabe

Für die Gradationsmessung wurden die schon erwähnten 21 Grauproben mit Dichteabständen von $\Delta D = 0,15$ verwendet. Die Farborte der gewählten 23 Testfarben sind in Bild 13 gezeigt. Die Nummern

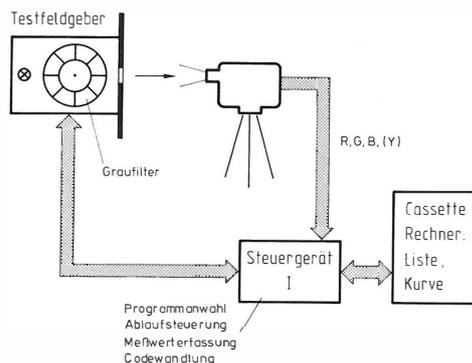


Bild 11

Meßaufbau zur automatischen Messung der Gradation einer E-Kamera

< 20 beziehen sich auf die bekannten CIE-Testfarben (DIN 6169), die Nummern > 20 auf zusätzliche, von EBU-G3 festgelegte Testfarben. Im folgenden werden die Ergebnisse kombiniert dargestellt: Farbdreieck mit Angaben einzelner Farbwiedergabeindices (gemäß DIN 6169) und Über-alles-Kennlinie im doppelt-logarithmischen Maßstab. Um eine einheitliche Darstellung zu ermöglichen, werden bei Messungen an Teilabschnitten der Übertragungskette die nicht gemessenen Abschnitte als ideal betrachtet und rechnerisch mit einbezogen. Die Messungen an Bildgebern beziehen sich auf betriebsgerechten Abgleich, mit Kennlinienvorentzerrung und Matrizierung. Lediglich bei der Filmabtastung wird noch eine Farbkorrektur im Anschluß an den Abtaster eingesetzt (nicht gezeichnet in den Bildern 2 und 9).

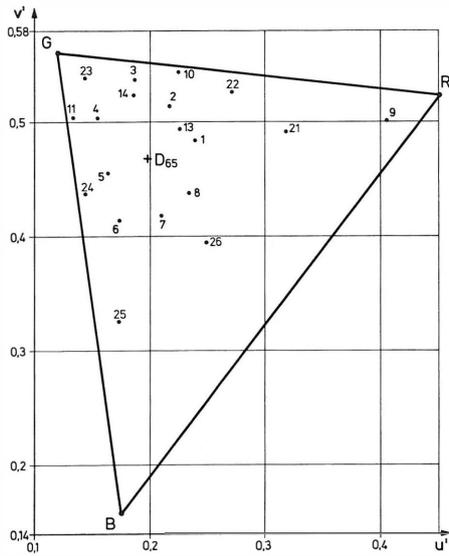


Bild 13

Farborte der gewählten 23 Testfarben

(Nr. 15, 16 und 17 neutral; Nr. 12 entfällt, da außerhalb des RGB-Bereichs)

3.1. Über-alles-Messungen bei Film und elektronischer Übertragung

Die Bilder 14 und 15 zeigen „Über alles“ gemessene Kennlinien und Farbdreiecke, aufgenommen mit einem guten Umkehrfilm bzw. einer Reportage-Farbfernsehkamera und wiedergegeben auf einem Farbmonitor. In beiden Fällen wurden Bildgeber und Empfänger so eingestellt, daß ein Kontrast von 50:1 (Film) bzw. 40:1 (E-Kamera) linear übertragen wird. Die Farbwiedergabe der Filmübertragung wurde durch Sättigungserhöhung und eine in einzelnen Farbbereichen wirksame Farbkorrektur (Colour-comp.) optimiert.

Vergleicht man die Kennlinien der beiden Bilder, so kann man feststellen, daß in beiden Fällen eine nahezu lineare Übertragung im geforderten Kontrastbereich 40:1 (bzw. 50:1) gegeben ist. Die Filmkennlinie zeigt die charakteristischen Abweichungen an beiden Enden, während bei der Elektronik eine stärkere Kompression im Schwarzen zu beobachten ist und die Linearität bis zum Weißmaximum erhalten bleibt.

Die Farbwiedergabe läßt sich aus den Farbabweichungen in den Diagrammen – erkenntlich durch den

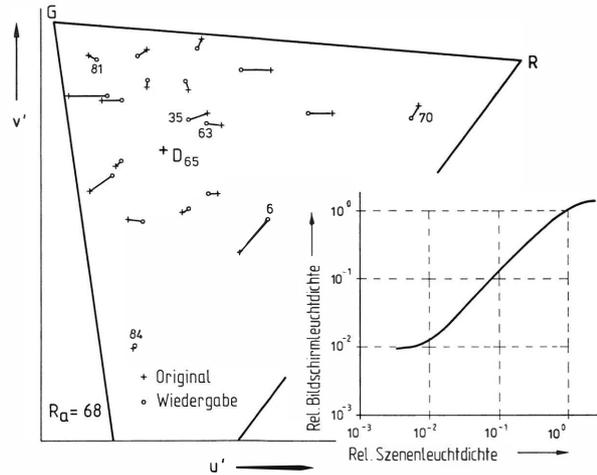


Bild 14

Über-alles-Messungen eines 15-DIN-Umkehrfilms (mit Farbkorrektur): Farbwiedergabe und Gradation

Abstand zwischen Original und Wiedergabe – nur unzureichend ersehen, weil die Helligkeitskomponente fehlt. Daher sind an einigen Farben Zahlenwerte eingetragen – der Übersichtlichkeit wegen nicht an allen Farben. Diese Werte stellen die nach DIN 6169 errechneten individuellen Farbwiedergabeindices R_i dar. Außerdem wird noch ein allgemeiner Farbwiedergabeindex R_a links angegeben.

(R_a ist ein Mittelwert aus acht schwächer gesättigten Testfarben im Bereich um den Weißpunkt D65. Definitionsgemäß bewegen sich die Indices im Bereich von maximal 100 bis zu hohen negativen Werten bei schlechter Farbwiedergabe. Als rohe Richtwerte kann über die Bewertung der Indices folgendes angegeben werden: $R_a > 50$ befriedigend, $R_a > 70$ gut. Wenn mehrere individuelle Indices R_i negativ werden und $R_a < 20$ wird, kann man von schlechter Wiedergabe sprechen).

Beim Film (Bild 14) finden wir im Purpur den schlechtesten R_i -Wert mit 6, erreichen aber durch die – hier objektbezogene – Farbkorrektur dennoch eine recht brauchbare allgemeine Farbwiedergabe mit $R_a = 68$. Die Farbamera erreicht in Verbindung mit dem gleichen Empfänger (Bild 15) $R_a = 74$ und im Grünen den schlechtesten Einzelindex von 30. Für

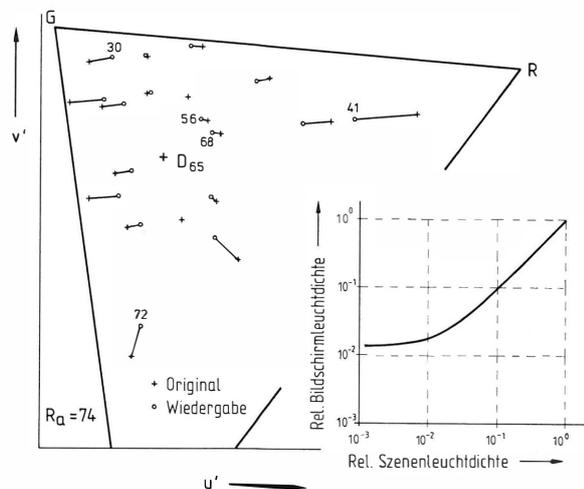


Bild 15

Über-alles-Messungen einer Reportage-Farbkamera: Farbwiedergabe und Gradation

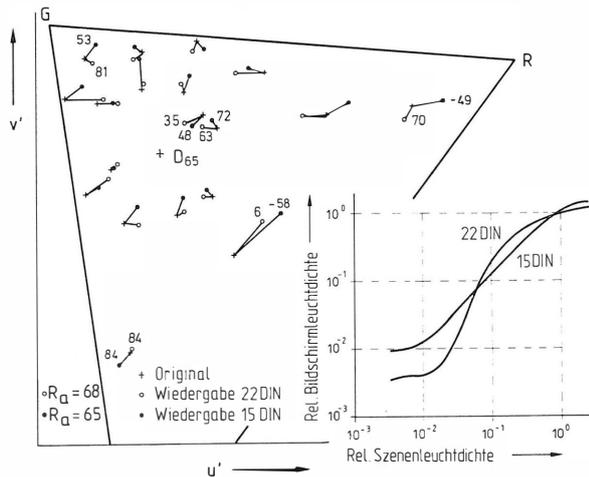


Bild 16

Über-alles-Messungen zweier Umkehrfilme (mit Farbkorrektur): Farbwiedergabe und Gradation

die beiden Hauttöne (Farben 1 und 13) und für gesättigtes Blau und Rot sind in den beiden Bildern ebenfalls noch die individuellen Indices R_i angegeben.

3.2. Einfluß der Kennlinienänderung auf die Über-alles-Übertragung

Die **Bilder 16** und **17** stellen nun erweiterte Diagramme der **Bilder 14** bzw. **15** dar. Hierbei werden unterschiedliche Kennlinienverläufe und ihre Rückwirkung auf die Farbwiedergabe gezeigt. Der zum 15-DIN-Film zusätzlich eingetragene 22-DIN-Umkehrfilm (**Bild 16**) weist eine stärker gekrümmte Kennlinie auf, die im allgemeinen mit einem normal eingestellten Abtaster nicht linearisiert werden kann. Für gesättigtes Rot und Purpur ergeben sich schlechte individuelle Indices (-49, -58). Schwächer gesättigte Farben und Hauttöne werden aber durch die elektronische Farbkorrektur auf recht gute Werte angehoben: $R_a = 65$.

Bei der E-Kamera (**Bild 17**) wurde der gemeinsame Schwarzwert um $\pm 5\%$ geändert, um den Einfluß

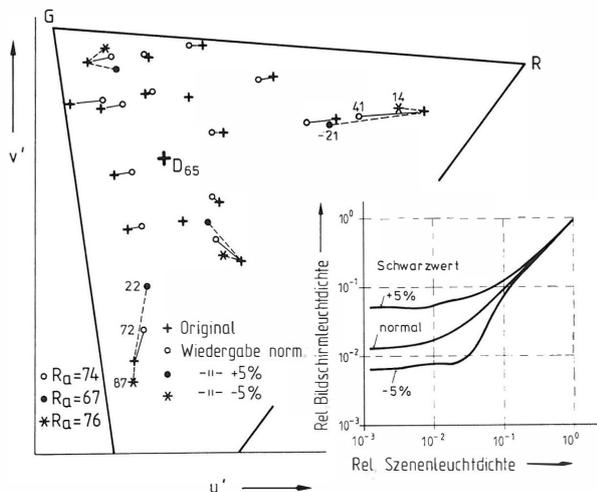


Bild 17

Über-alles-Messungen einer Reportagekamera mit Veränderung der gemeinsamen Schwarzwerteneinstellung: Farbwiedergabe und Gradation

auf Kennlinie und Farbwiedergabe zu erfassen. Hier kommt dem Anwender die relativ schnelle Meßwertaufnahme der Anordnung zugute, die das Studium einzelner Variationen ohne Gefahr von Drifteffekten erlaubt. Man erkennt beim Absenken des Schwarzwertes die steilere Gradation bei mittleren bis dunkleren Grautönen. Nahe Schwarz setzt dann die Begrenzung ein. Eine Anhebung des Schwarzwertes führt entsprechend zu einer flauerer Wiedergabe der dunklen Töne. Parallel dazu verändert sich auch die Farbwiedergabe. Für die Schwarzabsenkung ergibt sich ein geringfügig verbesserter Wert $R_a = 76$, während er für die Schwarzanhebung schlechter wird: $R_a = 67$. Für die gesättigten Farben Rot, Purpur, Blau und Grün sind die Änderungen auch im Farbdreieck eingetragen. Die R_i -Werte bei Rot und Blau zeigen, daß hierbei nicht immer die Veränderung mit dem allgemeinen Index konform läuft. Mit Anhebung des Schwarzwertes läßt sich jedoch ein Sättigungsabfall erkennen.

Die gezeigten Über-alles-Messungen könnten noch in vielen anderen Parametern variiert werden, um die einzelnen Einflüsse auf Gradation und Farbwiedergabe zu erfassen. Hierzu zählen Streulicht bei der Aufnahme und bei der Wiedergabe, Farbmatriizierung, Entwicklungseinflüsse beim Film usw. Diese Effekte lassen sich aber mit geringerem Aufwand erfassen, wenn nur Teilbereiche gemessen werden. Darauf wird in den folgenden Abschnitten eingegangen.

3.3. Messungen an Farbmonitoren

Bild 18 zeigt die Farbwiedergabe und die Kennlinie eines Farbmonitors mit ausgesuchten Phosphoren (gemäß EBU-Vorschrift). Da mit dunklem Umfeld und ohne Raumlicht gemessen wurde, ergibt sich eine lange lineare Kennlinie bei normgemäßer Einstellung der Grundleuchtdichte. Das Farbdreieck ist im Maßstab zu klein, um die meisten Abweichungen noch darstellen zu können. Die R_i -Werte sinken nicht unter 78 (bei Gelb) ab. Für die Hautfarbe, Rot und Blau werden Werte über 90 erzielt; schwächer gesättigte Farben liefern im Mittel ähnlich gute Werte: $R_a = 89$.

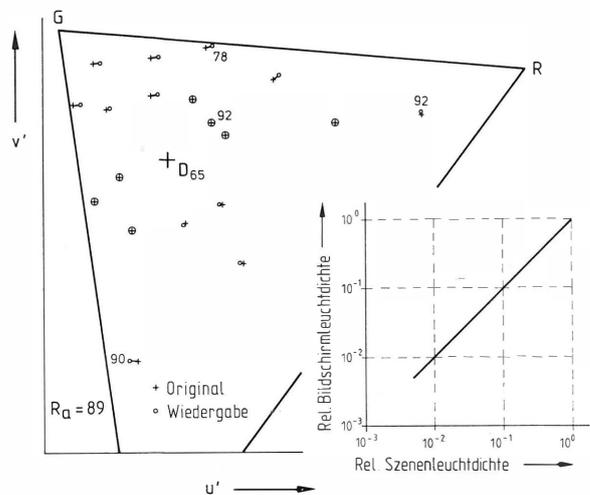


Bild 18

Messung von Farbwiedergabe und Gradation eines RGB-Empfängers mit engtolerierten Phosphoren

Mit dem für die Über-alles-Messungen verwendeten Empfänger ergeben sich bei linearer Einstellung weniger gute Farbwiedereigenschaften. Dies ist in **Bild 19** dargestellt, in dem auch die Abweichungen bei zwei anderen Einstellungen der Grundleuchtdichte des Empfängers zu sehen sind. Durch die niedrigere Grundeinstellung verläuft – wie bekannt – die Über-alles-Kennlinie soviel steiler, daß hier z. B. einem Szenenkontrast von 40:1 in der Wiedergabe ein Kontrast von 80:1 entspricht. Gleichzeitig ergibt sich bei der Farbwiedergabe eine Sättigungserhöhung, die meist zu einer Verkleinerung der durch die nicht ganz optimalen Phosphore gegebenen Farbabweichungen führt. Anhand der Indices für Rot ist dies deutlich erkennbar; bei Blau dagegen ist bereits eine gewisse Übersättigung bemerkbar. Für Farben geringerer Sättigung und für die Hauttöne ergibt sich insgesamt ein bescheidener Gewinn, was in der Vergrößerung des R_a -Wertes von 75 auf 77 zum Ausdruck kommt.

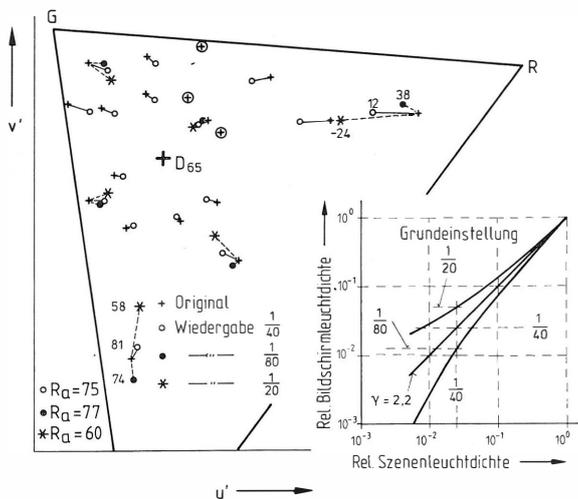


Bild 19

Farbwiedergabe und Gradation eines Farbempfängers bei Veränderung der Grundhelligkeit

Wird die Grundleuchtdichte angehoben, ergibt sich eine flachere Kennlinie: In unserem Beispiel entspricht dem Szenenkontrast von 40:1 ein Kontrast von 20:1 auf dem Bildschirm. Da sich dabei die Kennlinie nur unwesentlich krümmt, kann man feststellen, daß die sogenannte Helligkeitseinstellung der Empfänger eigentlich in fast idealer Weise die Gradation beeinflusst [3]. Die Farbwiedergabe wird durch die flachere Kennlinieneinstellung verschlechtert. Dies erkennt man an den längeren Fehlervektoren bei den gesättigten Testfarben und bei der Hautfarbe in **Bild 19**. Allgemein tritt eine Entsättigung auf. Bei den für R_a maßgebenden Testfarben sind die Abweichungen der Übersichtlichkeit halber nicht eingetragen. Der gegenüber der Normaleinstellung kleinere R_a -Wert von 60 zeigt deutlich die auch hier vorhandene Verschlechterung.

3.4. Messungen am Filmabtaster

Um eine möglichst optimale filmbezogene Farb- und Tonwertreproduktion zu erhalten, soll der Film-

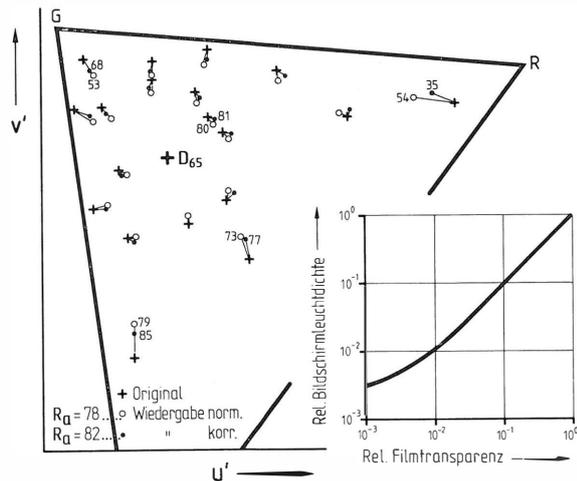


Bild 20

Farbwiedergabe und Gradation eines Filmabtasters mit Normaleinstellung und angehobener Sättigung

abtaster nur gemäß der Kennlinie der Bildröhre vorentzerren, die Farben jedoch unverändert übertragen. Andererseits soll aber mit zusätzlichen Korrekturereinheiten im Anschluß an den Abtaster eine Korrektur der filmspezifischen Fehler in Kennlinie und Farbwiedergabe vorgenommen werden können. Hier werden nun Messungen an einem Abtaster in der Anordnung nach **Bild 9** ohne und mit zusätzlichem Korrekturgerät erläutert.

Bild 20 zeigt die Resultate für den Abtaster in beiden Versionen, wobei ein idealer Monitor rechnerisch berücksichtigt wurde. Bereits ohne Korrektur wurde ein R_a -Wert von 74 erreicht. Da die Farbabweichungen vorwiegend zu einer Entsättigung führen, erfolgt die Korrektur nur in Form einer Sättigungserhöhung. Dadurch läßt sich für schwächer gesättigte Farben ein $R_a = 82$ erzielen, und auch bei höher gesättigten Farben ergibt sich eine Verbesserung. Die Hautfarbe bleibt mit $R_1 = 81$ annähernd unverändert. Die Kennlinie ist über einen Kontrastbereich von $> 100:1$ linearisiert. (Dies wurde durch eine verbesserte Kennlinienvorentzerrung erreicht.) Mit

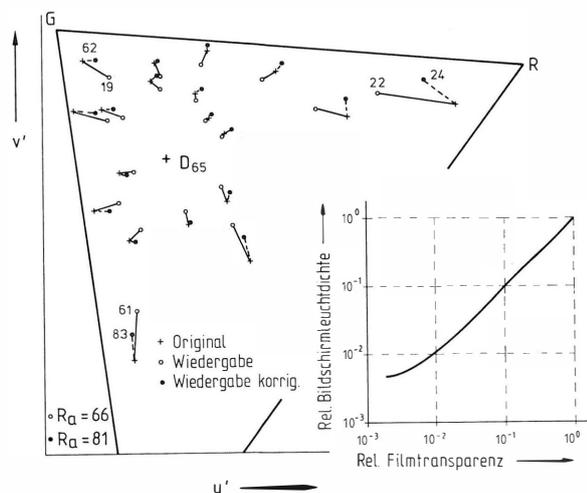


Bild 21

Farbwiedergabe und Gradation von Filmabtaster und Farbempfänger, mit und ohne Farbkorrekturereinheit

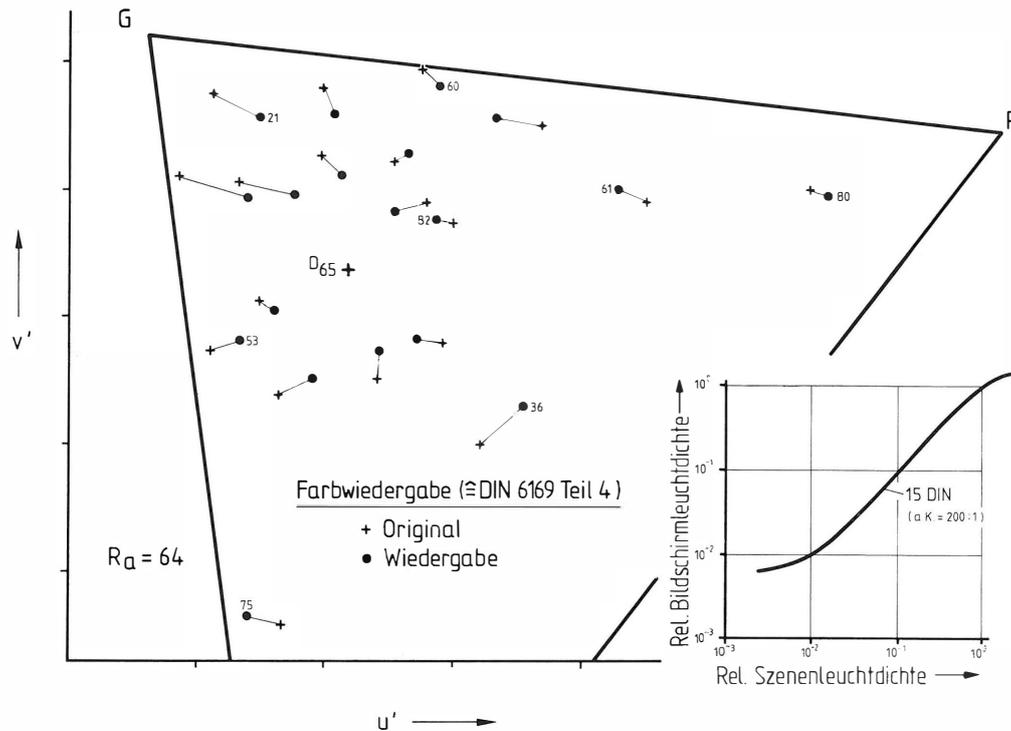


Bild 22
Farbwiedergabe und Gradation eines Umkehrfilmes niedriger Empfindlichkeit

einem derartig eingestellten Filmabtaster läßt sich eine gute filmbezogene Farb- und Tonwertübertragung ermöglichen.

In **Bild 21** wird nun der Empfänger mit in die Messung des Abtasters einbezogen. Da es sich um den gleichen Empfänger handelt, der in **Bild 19** einzeln gemessen dargestellt ist, kann man eine entsprechende Verschlechterung der Farbwiedergabe erwarten. Der Kennlinienverlauf bleibt dagegen unverändert gut. In der Tat fällt ohne Korrektur der allgemeine Farbwiedergabeindex auf 66, wobei auch die Indices für die gesättigten Farben kleiner werden. Durch eine – gegenüber **Bild 20** neu eingestellte – Farbkorrektur können jedoch die Fehler von Abtaster und Empfänger deutlich verringert werden, was sich in $R_a = 81$ und den besseren R_i -Werten für Grün und Blau ausdrückt. Diese Messung ist übrigens ein Beispiel für die Kombination von Teilbereichen der Übertragungskette.

3.5. Messungen an Filmen

Mit der Meßanordnung nach **Bild 12** wurden einige Umkehrfilme untersucht. Die separate Messung des Projektors erbrachte nur minimale Farbabweichungen ($R_a = 90$), so daß diese gegenüber den Ergebnissen bei den Filmen nicht ins Gewicht fallen. Die streulichtbedingten Kennlinienabweichungen eines guten Projektionsobjektivs sind ebenfalls sehr gering. Gemäß DIN 6169 Teil 4 erfolgt die Berechnung der Farbwiedergabe aus den Meßergebnissen so, daß die Farbstiche erster Ordnung eliminiert werden. Dies entspricht einem Neutralabgleich bei der Filmabtastung durch Verstärkungsänderung in den Farbkanal R und B. In **Bild 22** ist ein 15-DIN-Umkehrfilm in Farbwiedergabe und Kennlinie dargestellt. Die

Filmkennlinie wurde hierbei so umgezeichnet, als sei sie mit einer idealen Abtastung gemessen. Dadurch wird ein direkter Vergleich mit den übrigen Bildern möglich: insbesondere **Bild 14** bietet sich hierfür an, weil dort derselbe Film verwendet wurde. Man erkennt die lange, in weiten Bereichen lineare Kennlinie mit einem ausnutzbaren Kontrastbereich von 200:1. Die Farbwiedergabe der schwächer gesättigten Testfarben ist mit $R_a = 64$ sehr beachtlich. Für stärker gesättigte Farben und für einen Hautton sind die individuellen Indices eingetragen. Im Grün- und Purpurbereich zeigt der Film Schwächen, die bei der Abtastung durch Farbkorrektur teilweise wieder ausgeglichen werden können.

Mit einem Farbumkehrfilm mittlerer Empfindlichkeit von 22 DIN, der außerdem noch mit 1x forcierter Entwicklung untersucht wurde, ergeben sich die in **Bild 23** dargestellten Verhältnisse. Die Kennlinien werden mit steigender Empfindlichkeit kürzer und im Mittenbereich steiler. Der übertragbare Kontrastbereich gemäß der Definition nach Rothaler wird kleiner [4]. Während der 15-DIN-Film noch – von der Abtastung her gesehen – einen Belichtungsspielraum von etwa 1 Blende bietet, müßten die 22-DIN- und 25-DIN-Filme bei der Abtastung noch eine zusätzliche Kennlinienkorrektur erhalten, um die Krümmungen und den steileren Verlauf zu kompensieren (vergleiche mit **Bild 15**). Heute setzt der Störabstand dieser Maßnahme noch eine Grenze.

Die Farbwiedergabe des 22-DIN- und des forcierteren 25-DIN-Filmes zeigt im Bereich der schwächer gesättigten Testfarben deutliche Entsättigungen, die mit steigender Empfindlichkeit noch zunehmen: $R_a = 29$ bzw. 16. Auch bei den gesättigten Farben sind deutliche Farbabweichungen festzustellen. **Bild 24**

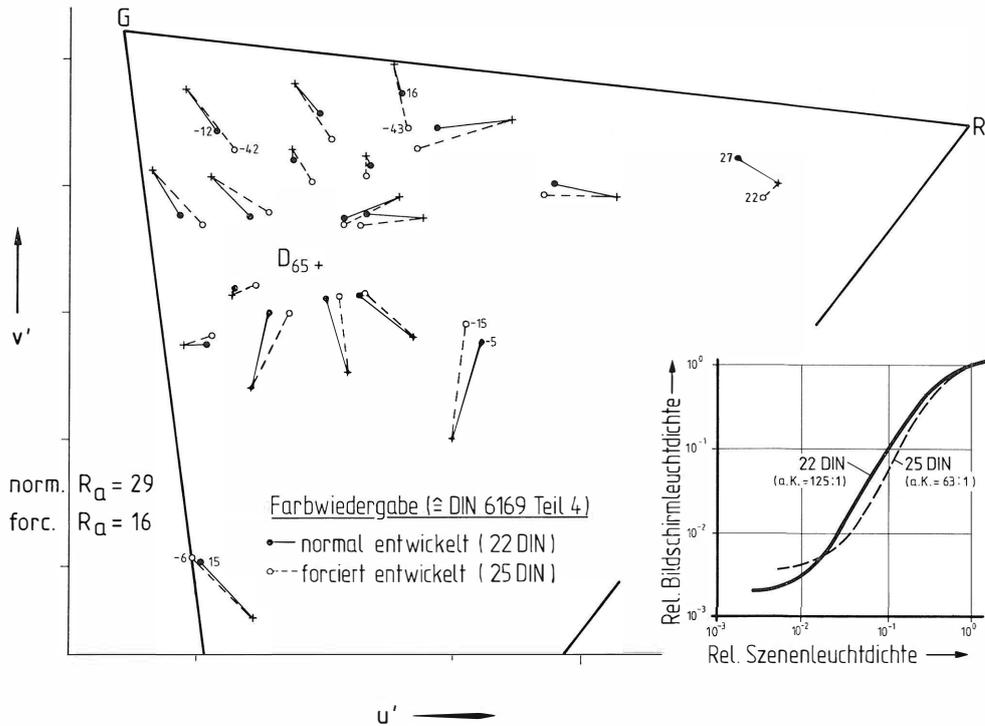


Bild 23

Farbwiedergabe und Gradation eines Umkehrfilmes mittlerer Empfindlichkeit ohne und mit forcierter Entwicklung

zeigt die Abhängigkeit der Farbwiedergabe (R_a) von der Empfindlichkeit, wobei eine Anzahl von Messungen an unterschiedlichen Filmen und Forcierungen statistisch ausgewertet wurde. Aus Messungen an Filmen ergibt sich somit deutlich, daß mit wachsender Filmempfindlichkeit die Farbwiedergabe und die Kennlinieneigenschaften gemeinsam – und sicher nicht ohne gegenseitige Beeinflussung – schlechter werden.

3.6. Messungen an Farbfernsehcameras

Die Meßanordnung gemäß Bild 10 für die Farbmessung und der ähnliche Aufbau für Kennlinienuntersuchungen an Farbkameras sind bereits seit einiger Zeit in Verwendung, so daß hiermit schon mehr Erfahrungen vorliegen. Als Beispiele sind in den Bildern 25 und 26 die Einflüsse von Schwarzwertän-

derungen sowie von elektrischer bzw. Filterumstimmung auf Gradation und Farbwiedergabe gezeigt. Der Monitor wurde bei der Berechnung als ideal angesetzt.

Die in Bild 25 verwendete Kamera ist identisch mit der für die Über-alles-Messungen eingesetzten, so daß mit Bild 15 verglichen werden kann. Durch den Wegfall der Fehler des Monitors ergibt sich jetzt eine bessere Farbwiedergabe bei nahezu unveränderten Kennlinieneigenschaften. Man erkennt, daß Abweichungen der Schwarzwerteneinstellung in beiden Richtungen zu einer Verschlechterung der Farbwiedergabe führen. Die allgemeinen Farbwiedergabein-

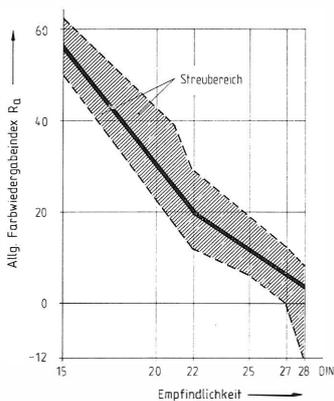


Bild 24

Lichtempfindlichkeit und allgemeiner Farbwiedergabeindex bei Farbumkehrfilmen, gemessen über einen Projektor

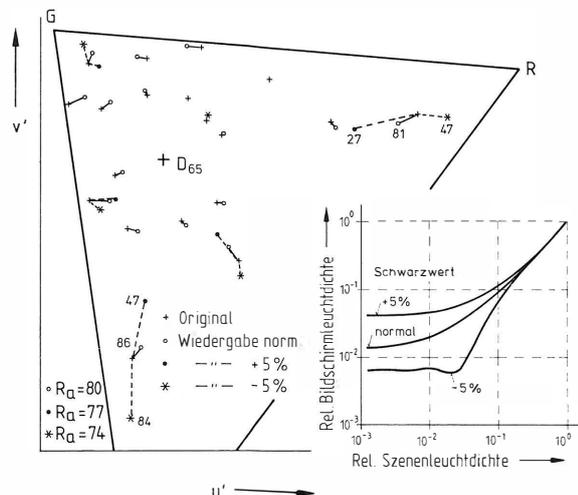


Bild 25

Farbwiedergabe und Gradation einer Reportage-Farbkamera bei Veränderung der allgemeinen Schwarzwerteneinstellung

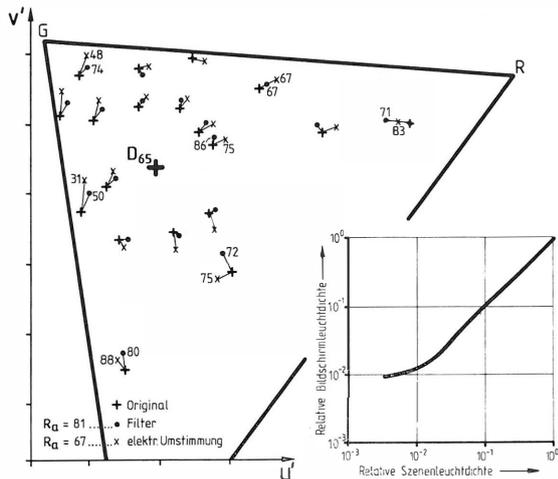


Bild 26

Farbwiedergabe und Gradation einer Farbkamera bei Umstimmung auf Tageslichtlampe 5600 K mittels Konversionsfilter bzw. elektrisch mittels Verstärkungsänderung in R und B

dices R_a gehen von 80 auf 77 bzw. 74 zurück, und auch bei den gesättigten Farben ergeben sich schlechtere individuelle Indices – gezeigt an den Farben Rot und Blau.

Die Einflüsse der Beleuchtung auf die Farbwiedergabe können mit der gleichen Meßanordnung untersucht werden. Bild 26 zeigt eine andere Farbkamera, die auf eine Tageslichtlampe ($T_n = 5600$ K) neutral abgeglichen wurde, und zwar auf zweierlei Weisen: rein elektrisch durch Verstärkungsänderungen in den Kanälen Rot und Blau bzw. mit Farbkonversionsfilter und zusätzlicher elektronischer Feinkorrektur in den beiden Farbkanälen. Die Kennlinieneigenschaften bleiben unverändert. Man erkennt die bessere Farbwiedergabe bei der Umstimmung mit Filter, denn die Kamera ist auf eine niedrige Farbtemperatur (etwa 3000 K) farbmétrisch optimiert. Für die elektrische Umstimmung spricht die Tatsache, daß Lichtverluste vermieden werden – wichtig bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen im Außeneinsatz. Die Farben mit geringerer Sättigung werden – elek-

trisch umgestimmt – etwas übersättigt wiedergegeben, wobei der R_a -Wert von 81 auf 67 sinkt. Im Bereich der gesättigten Cyan- und Grüntöne läßt sich eine Verschiebung nach Grün hin und bei Purpur nach Blau hin feststellen. Die angegebenen individuellen Indices in Verbindung mit der Richtung der Farbabweichung lassen die im einzelnen zu erwartenden Farbfehler erkennen. Daß die elektrische Umstimmung prinzipiell fehlerbehaftet ist, wurde bereits in [5] gezeigt. Die hier praktisch erzielten Werte stimmen in der Tendenz mit den seinerzeit berechneten Verhältnissen überein.

4. Schlußbemerkung

Die in 3. zusammengestellten Ergebnisse zeigen die Möglichkeiten des Meßsystems, bei welchem Über-alles-Untersuchungen und Messungen einzelner Glieder der Übertragungskette mit einem sinnvollen Zeitaufwand möglich sind. Weitere Untersuchungen werden die diversen Streulichteinflüsse – aufnahme- und wiedergabeseitig –, die Veränderungen durch Störsignale und Röhrentoleranzen in Farbkameras, Aufnahmebeleuchtung und Filmentwicklung einbeziehen, um genauere Aussagen über die einzelnen Fehlerbereiche zu bekommen.

Abschließend sei allen Damen und Herren aus den Abteilungen FFT, FAW und VMT gedankt, die bei den umfangreichen Arbeiten in dem Team mitgearbeitet haben.

SCHRIFTTUM

- [1] Saito, T.: A Colorimetric Measuring Instrument for Color Television Cameras. J. of the SMPTE Vol. 80 (1971), S. 286 bis 291.
- [2] Lang, H.; Illiettschko, G.: Prüfung der Farbwiedergabe mit Hilfe eines programmierbaren Farbbalkengebers. Rundfunktech. Mitt. 20 (1976), S. 242 bis 246.
- [3] Großkopf, H.: Experimentelle Analyse der Halbtonwiedergabe im Fernsehen. Rundfunktech. Mitt. 10 (1966), S. 226 bis 246.
- [4] Rothaler, M.: Vorschlag zur Kennzeichnung des ausnutzbaren Objektumfangs von Fernsehfarbfilmern. Fernseh- und Kinotech. 12 (1979), S. 429 bis 433.
- [5] Kaufmann, A.; Sauter, D.: Einfluß neuerer Leuchtstoffe der Farbbildröhren auf die Spektralwertkurven von Kameras. Rundfunktech. Mitt. 15 (1971), S. 153 bis 162.

STICHPROBENUMFANG UND -ORTSVERTEILUNG BEI MESSTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN VON RUNDFUNK-VERSORGUNGSSITUATIONEN IM METER- UND DEZIMETERWELLENBEREICH

VON WOLFGANG BLOBEL¹

Manuskript eingegangen am 16. April 1980

Rundfunkversorgung

Zusammenfassung

Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im Bereich der Rundfunkfrequenzen wird entlang der Erdoberfläche durch zahlreiche Parameter, wie Bodentopographie, Bodenbeschaffenheit, Bewuchs, Bebauung und Atmosphäre, beeinflußt. Die daraus sich ergebenden Versorgungssituationen können mit rein mathematisch-physikalischen Methoden nur sehr unvollkommen erfaßt werden, da nicht alle Einflußgrößen im erforderlichen Umfang numerisch zur Verfügung stehen. Einer totalen meßtechnischen Erfassung des Versorgungsgebietes eines Senders stehen wiederum die damit verbundenen hohen Aufwendungen entgegen. Aus praktischen und ökonomischen Gründen werden deshalb statistische Methoden zusammen mit meßtechnischen Ermittlungen und daraus resultierenden Näherungslösungen benutzt. In dieser Arbeit wird die statistische Methodik zur Auswahl des erforderlichen Stichprobenumfangs und der Stichprobenorte angegeben und auf die Genauigkeit eingegangen, die bei einer statistischen Versorgungsaussage mittels Stichproben zu berücksichtigen ist.

Summary The scale and spatial distribution of random measurements for the determination of VHF and UHF broadcasting coverage conditions

The propagation of electromagnetic waves in the broadcasting frequency bands along the surface of the Earth is influenced by numerous factors such as the topography of the ground, the nature of the terrain, flora, buildings and weather. The coverage conditions resulting therefrom can be determined only very incompletely by purely mathematical-physical methods, because not all the data that affect them are available in sufficient numbers. A complete determination by measurement of the service area of a transmitter is, however, prohibited by the high expenditure involved thereby. Consequently, on practical and economic grounds, use is made of statistical methods jointly with measurements and of the resulting approximations. The present article indicates the statistical methodology for the choice of the necessary scale and localities of the random tests, and it discusses the accuracy required in a statistical coverage determination based on random measurements.

Sommaire Nombre et répartition sur le terrain des mesures aléatoires destinées à déterminer la couverture assurée par des émetteurs de radiodiffusion O. m. et O. dm.

La propagation à la surface de la Terre des ondes électromagnétiques dans les bandes de radiodiffusion est influencée par de nombreux facteurs tels que la topographie, la nature du terrain, la flore, les bâtiments et les conditions météorologiques. Le calcul basé sur des hypothèses physiques ne permet donc de déterminer la couverture que d'une manière très incomplète, car on ne dispose pas d'un nombre suffisant de toutes les données qui interviennent. D'un autre côté, il est exclu de déterminer complètement la zone de service d'un émetteur par des mesures, car les frais seraient prohibitifs. On est donc amené, pour des raisons pratiques et économiques, à combiner des mesures et des traitements statistiques, avec les approximations qui en résultent. Le présent article décrit la méthodologie statistique permettant de fixer le nombre et l'emplacement des points de mesure. Il étudie aussi la précision à obtenir dans la détermination statistique de la couverture, à partir de mesures en des points choisis au hasard.

1. Statistische Modelle der Grundgesamtheit

In der Statistik wird das Kollektiv oder die Menge, die mittels Stichproben auf ein bestimmtes Merkmal hin untersucht werden soll, als Grundgesamtheit bezeichnet. Bei der Ermittlung dieser Grundgesamtheit im Bereich der drahtlosen Rundfunkversorgung handelt es sich zunächst einmal um die Definition von Versorgungseinheiten innerhalb eines begrenzten geographischen Gebietes. Die Versorgung wird im allgemeinen für eine bestimmte Höhe über dem Erdboden [7] vereinbart, so daß sich die gesuchten Versorgungseinheiten als Teilflächen einer nicht ebenen Gebietsfläche F darstellen lassen. Diese Teilflächen müssen in ihren Abmessungen so gewählt werden, daß das Merkmal „versorgt“ entweder nur einmal darin vorkommen kann oder aber mindestens einmal darin vorkommen muß. Diese Überlegungen führen zu 2 verschiedenen statistischen Modellen für die Grundgesamtheit, die im folgenden als $\lambda/4$ -Modell bzw. als Wohngebäudemodell bezeichnet werden.

Das $\lambda/4$ -Modell berücksichtigt, daß die Aussage „versorgt“ bzw. „nicht versorgt“ bereits in Abständen von einer viertel Wellenlänge alternieren kann. Dieses Modell ist auf eine stark gestörte Wellenausbreitung, also auf inhomogene Felder, zugeschnitten und ließe sich z. B. bei der Untersuchung der drahtlosen Rundfunkversorgung von Kraftfahrzeugen in bebauten Gebieten anwenden.

Das Wohngebäudemodell unterstellt, daß auf dem Gebäude und dem dazugehörenden Gelände die Wellenausbreitung entweder relativ homogen ist und Feldstärkeunterschiede mit der Aussagedifferenz „versorgt“ oder „nicht versorgt“ erst im Abstand von 2 Wohngebäudeeinheiten alternieren können oder aber, daß die Feldverteilung inhomogen ist, jedoch das Merkmal „versorgt“ mindestens einmal innerhalb einer Wohngebäudeeinheit vorkommt. Das Wohngebäudemodell berücksichtigt somit die Versorgungssituation des Heimempfanges.

Das $\lambda/4$ -Modell ist frequenzabhängig. Das Wohngebäudemodell wird dagegen von der Baustruktur beeinflusst. Die folgende Tabelle enthält für beide Modelle einige, auf den Quadratmeter be-

¹ Ing. (grad.) Wolfgang Blobel ist Leiter des Arbeitsbereiches Rundfunkversorgung beim Westdeutschen Rundfunk, Köln.

zogene normierte Grundgesamtheiten N_x für Frequenzen zwischen 100 und 800 MHz und für Bebauungsverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland.

Modelle		Normierte Grundgesamtheit N_x (max. Merkmalshäufigkeit/km ²)
$\lambda/4$ -Modell für stark inhomogene Ausbreitung	800 MHz	113 600 000
	600 MHz	63 900 000
	400 MHz	28 800 000
	200 MHz	7 100 000
	100 MHz	1 775 000
Wohngebäudemodell für homogene bis mäßig inhomogene Ausbreitung	Siedlungen	2 000
	Kleinstädte	1 100
	Mittelstädte	700
	Großstädte	400

Die gesuchte Grundgesamtheit N ergibt sich dann jeweils aus dem Produkt von normierter Grundgesamtheit N_x und Versorgungsfläche F

$$N = N_x \cdot F \quad (1)$$

2. Vertrauensbereich und statistischer Fehler

Aus Kostengründen wird nicht die komplette Grundgesamtheit N auf ihre Versorgungssituation hin untersucht, sondern nur eine Stichprobenauswahl mit möglichst niedrigem Umfang. Diesem Minimierungstrend steht allerdings der Sachverhalt entgegen, daß mit kleiner werdendem Stichprobenumfang n der Vertrauensbereich, mit dem von dem Stichprobenmittelwert auf den Mittelwert der Grundgesamtheit geschlossen werden kann, abnimmt und der statistische Fehler steigt. Vertrauensbereich und statistischer Fehler bestimmen zusammen die Genauigkeit der Versorgungsaussage. Somit muß bei der Verwendung von Stichproben stets ein Kompromiß zwischen vertretbarem Stichprobenaufwand und erforderlicher Genauigkeit geschlossen werden.

Es ist üblich, den Vertrauensbereich mit 95,5 % einzusetzen und den statistischen Fehler s entsprechend den Erfordernissen vorzugeben. Bei Rundfunkversorgungsermittlungen wird mit einem statistischen Fehler in einem Bereich zwischen 1 und 10 % gerechnet.

3. Normalverteilung

Bei statistischen Ermittlungen ist die Verteilungsfunktion, mit der das zu untersuchende Merkmal in der Grundgesamtheit und in den Stichproben vorliegt, von Bedeutung. Die Verteilungsfunktion gibt die prozentuale Häufigkeit wieder, mit der das Merkmal bzw. die Merkmalsklassen vorkommen, und bestimmt außerdem die mathematische Formulierung der statistischen Zusammenhänge. Die bekannteste Verteilung ist die Normalverteilung nach de Moivre und Gauß, bei der die Häufigkeitsverteilung eines Merkmals die Form einer Glockenkurve hat.

Bei Versorgungsuntersuchungen im Bereich der drahtlosen Übertragungstechnik ist das Versorgungs-

ergebnis vorwiegend normal- oder log-normalverteilt, wenn der Durchmesser des Untersuchungsgebietes in Richtung auf den Sender sehr viel kleiner ist als die Entfernung zum Sender. Die Log-Normalverteilung unterscheidet sich von der Normalverteilung durch den logarithmisch organisierten Maßstab des zu untersuchenden Merkmals. Bei speziellen Parametern, wie z. B. der Feldstärke in Versorgungsbereichen hinter der optischen Sicht, ist dagegen die Rayleigh-Verteilung (Scattering-Empfang) gültig. Die Rice-Nakagami-Verteilung ist zwischen der Log-Normal- und der Rayleigh-Verteilung angesiedelt.

Im vorliegenden Fall gibt es nur die zwei Merkmalsklassen „versorgt“ und „nicht versorgt“. Von Interesse ist dabei das Verhältnis des Merkmals „versorgt“ zur Grundgesamtheit N , welches in Prozenten ausgedrückt die Versorgung ergibt. Entnimmt man der Grundgesamtheit N den Stichprobenumfang n und zählt die Anzahl der Fälle, die das Merkmal „versorgt“ aufweisen, dann sind $n+1$ Stichprobenergebnisse möglich ($0/n, 1/n, 2/n, \dots, n/n$). Diese Stichprobenergebnisse treten nach den Gesetzen der Statistik [1, 2, 3] mit einer Wahrscheinlichkeit auf, die durch die Binomialverteilung nach Bernoulli beschrieben wird und bei ausreichend großem n in die Normalverteilung übergeht. Die hier angestellten Betrachtungen stützen sich auf die Gesetzmäßigkeit normalverteilter Stichproben.

4. Wahrscheinliche Versorgung p

Die Parameter Grundgesamtheit N , Vertrauensbereich, statistischer Fehler s , Stichprobenumfang n und gesuchte Versorgungsprozente V und V_n sind abhängige Variable, deren mathematischer Zusammenhang durch Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmt werden. Das bedeutet, daß zur Berechnung einer der 5 Variablen Wertangaben zu den verbleibenden 4 Variablen in das Rechenverfahren einzubringen sind. Die Berechnung des Stichprobenumfangs n erfordert unter anderem eine Angabe über die Versorgungsprozente, also über diejenige Variable, deren Wert erst mit Hilfe von Stichproben ermittelt werden soll. Theoretisch ist dieses Problem durch ein Iterationsverfahren lösbar. In der Praxis wird durch Schätzung eine „wahrscheinliche Versorgung p “ ermittelt und über diese der Stichprobenumfang n bestimmt.

Bei der wahrscheinlichen Versorgung p handelt es sich also um die Voraussage eines Meßergebnisses auf Grund von Erfahrungswerten. Je umfangreicher die Erfahrung des Schätzenden ist, um so größer wird die Chance sein, daß geschätzte und gemessene Versorgungsprozente übereinstimmen, bzw. in noch vertretbaren Grenzen differieren.

Voraussetzungen für eine gute Schätzung sind:

- Gute Kenntnisse vom Ausbreitungs-, Beugungs- und Reflexionsverhalten der Meter- und Dezimeterwellen.
- Berücksichtigung verbindlicher Versorgungsrichtlinien.
- Einbeziehen früherer Meßwerte aus dem gleichen und aus benachbarten Versorgungsgebieten.

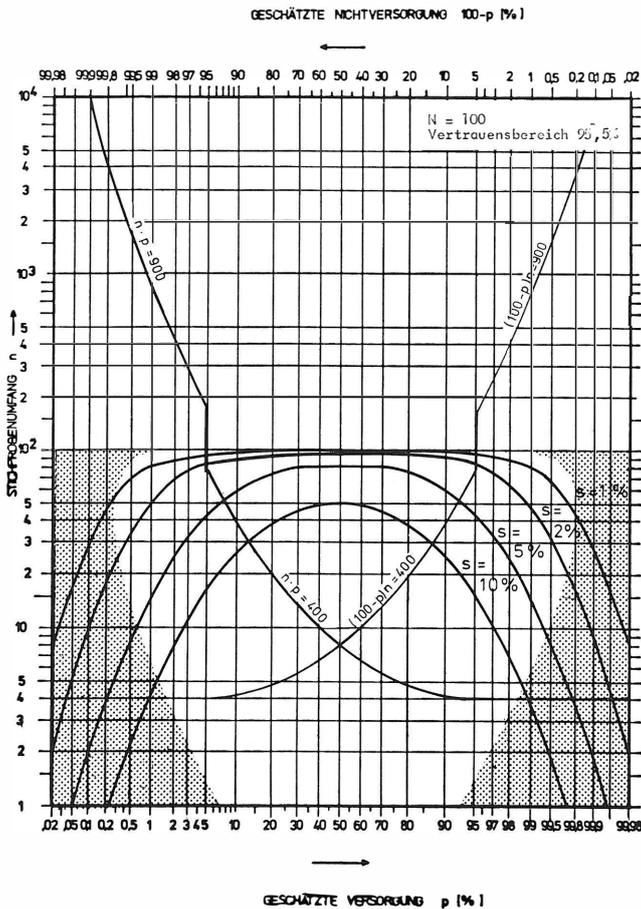


Bild 1

Stichprobenumfang n als Funktion der geschätzten wahrscheinlichen Versorgung p für eine Grundgesamtheit $N = 100$
Punktraster = meßtechnisch-rechnerisch unzulässiger Stichprobenbereich (gilt für die Bilder 1, 2, 3, 5, 6 und 7)

- Einkalkulieren der Einfallsrichtungen der zu beurteilenden Nutz- und Störsender.
- Beschaffen und Benutzen von Zahlenmaterial über die topographische und morphographische Situation (Höhen, Entfernungen, Geländeform, Bewuchs, Bebauung) sowie über die Anzahl von betroffenen Hauseinheiten, bzw. Einwohnerzahlen.
- Durchführen und Einbeziehen einer ersten Stichprobenmessung vor Ort, von der angenommen wird, daß sie die mittlere Versorgungssituation wiedergibt.

5. Stichprobenumfang

Wenn der zuvor vorgeschlagene Vertrauensbereich von 95,5% generell akzeptiert wird, kann der Stichprobenumfang n für Grundgesamtheiten von $N \geq 10\,000$ nach der Beziehung

$$n_1 \approx \frac{4 p (100 - p)}{s^2} \quad (2)$$

und für Grundgesamtheiten von $N < 10\,000$ mit

$$n_2 \approx \frac{4 N \cdot p (100 - p)}{(N - 1) s^2 + 4 p (100 - p)} \quad (3)$$

geschätzt werden.

In diesen Gleichungen bedeuten p die wahrscheinliche Versorgung und s den zugestandenen statistischen Fehler, beide Angaben in Prozent. Die grafischen Darstellungen in **Bild 1** bis **Bild 3** verdeutlichen die Zusammenhänge und Einflüsse der Variablen N , p und s . Es fällt auf, daß bei $p = 50\%$, also bei labiler Versorgungssituation, der Stichprobenumfang n sein Maximum hat und sowohl höhere als auch kleinere p -Werte einen geringeren Stichprobenumfang ergeben.

Dieses Stichprobenverhalten hat z. B. bei der Untersuchung der Versorgung Konsequenzen in Gebieten, in denen die $F_{50/50}$ -Feldstärke [8, 9] die für eine Versorgung erforderliche Mindestfeldstärke erreicht. Da die $F_{50/50}$ -Feldstärkewerte auf einer 50prozentigen Orts- und Zeitwahrscheinlichkeit basieren, ist der Bereich der Mindestfeldstärke besonders stichprobenintensiv [10]. Den prinzipiellen Zusammenhang zwischen $F_{50/50}$ -Werten und Stichprobenumfang zeigt **Bild 4**.

Die **Bilder 5 bis 7** zeigen eine andere Darstellung der Stichprobenverhältnisse. Hier wird der Stichprobenumfang n als Funktion der Grundgesamtheit N ausgewiesen. Sehr deutlich ist zu erkennen, daß bei hohen Werten der Versorgungswahrscheinlichkeit p , bzw. bei niedrigen Werten der Nichtversorgungswahrscheinlichkeit $(100 - p)$, der Stichprobenumfang n bei steigender Grundgesamtheit N nicht mehr zunimmt.

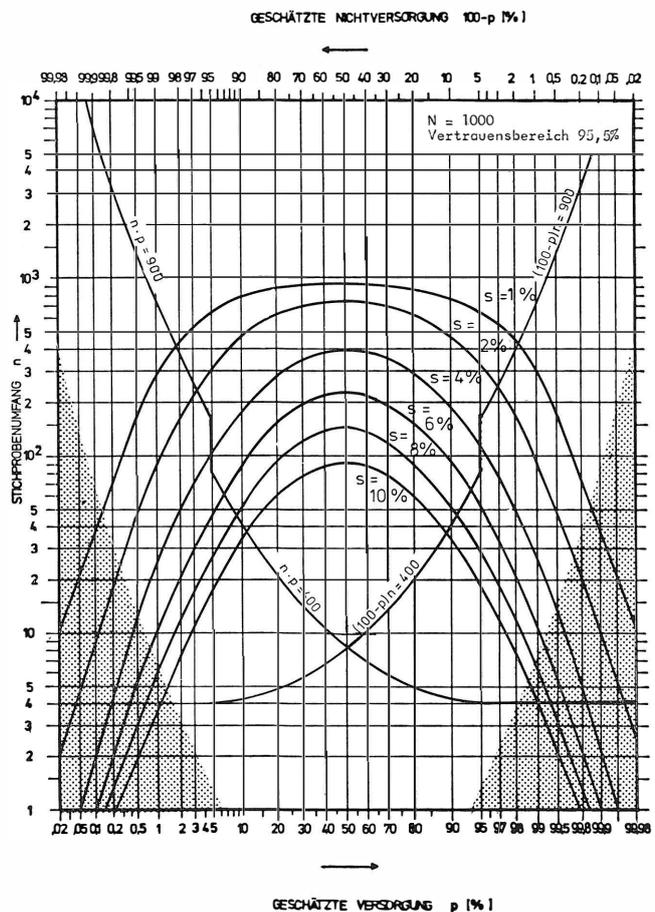


Bild 2

Stichprobenumfang n als Funktion der geschätzten wahrscheinlichen Versorgung p für eine Grundgesamtheit $N = 1000$

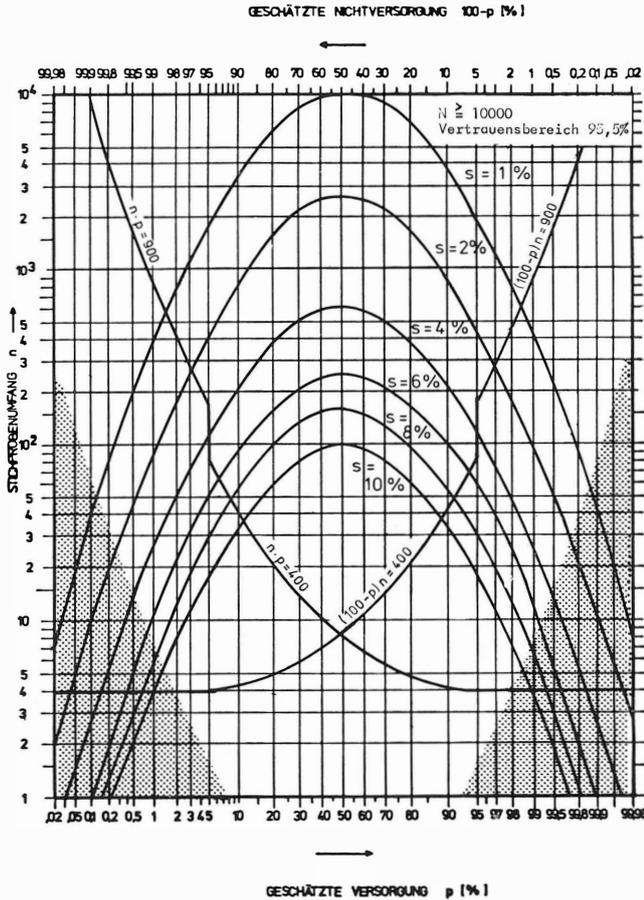


Bild 3

Stichprobenumfang n als Funktion der geschätzten wahrscheinlichen Versorgung p für eine Grundgesamtheit $N \geq 10000$

6. Statistische Grenzen der Normalverteilung

Die hier behandelte Stichprobenermittlung stützt sich auf normalverteilte Stichproben. Die Normalverteilung ist eine stetige Verteilung, die ihre Gültigkeit einbüßt, sobald die Stetigkeit verloren geht, z. B. wenn der Stichprobenumfang zu niedrig wird oder aber eine Versorgung von $p < 5\%$ oder $(100 - p) < 5\%$ vorliegt. Die Normalverteilung geht in diesen Fällen entweder in die diskrete „hypergeo-

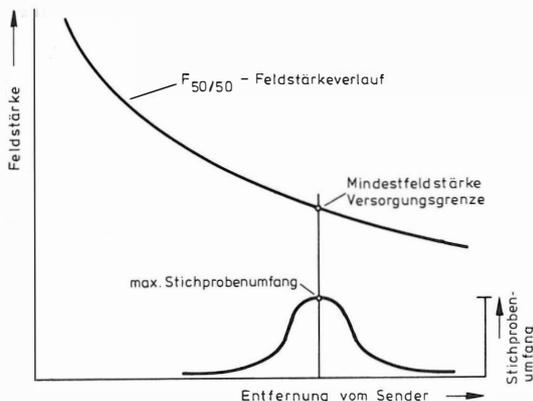


Bild 4

Prinzipieller Zusammenhang zwischen $F_{50/50}$ -Feldstärke und Stichprobenumfang

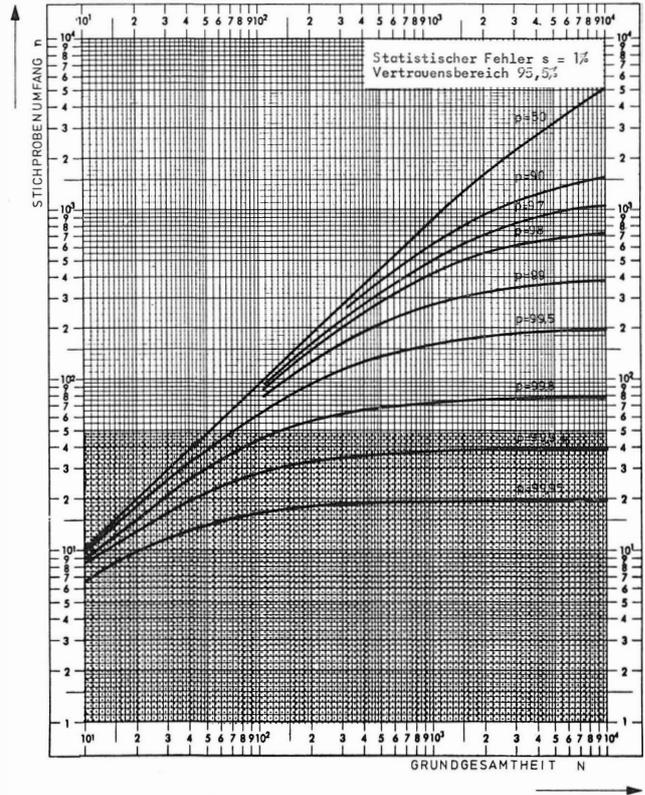


Bild 5

Stichprobenumfang n als Funktion der Grundgesamtheit N für einen statistischen Fehler $s = 1\%$

metrische Verteilung“ oder in die diskrete „Poisson-Verteilung“ über.

Eine hypergeometrische Verteilung liegt vor für $n \cdot p < 400$ bei $p \geq 5\%$ oder $(100 - p) \geq 5\%$, (4)

eine Poisson-Verteilung für

$n \cdot p < 900$ bei $p < 5\%$ oder $(100 - p) < 5\%$. (5)

Das bedeutet:

- Wenn die geschätzte Versorgung den Wert $p < 5\%$ bzw. $(100 - p) < 5\%$ ausmacht oder der Stichprobenumfang zwischen $n = 80$ und $n = 4$ liegt, sollte mittels Gleichungen (4) und (5) geprüft werden, ob die Normalverteilung noch gültig ist;
- wenn der Stichprobenumfang Werte von $n < 4$ hat, kann die Normalverteilung nicht mehr zuverlässig angewendet werden.

Der Übergang von der Normalverteilung zur hypergeometrischen Verteilung und zur Poisson-Verteilung ist fließend. Die hier angegebenen Grenzen besagen, daß bis an diese Grenzen die Gleichungen (2) und (3) der Normalverteilung noch gut brauchbar angewendet werden können und daß bei Überschreiten der Grenzen die statistischen Parameter mit den Rechenregeln der Normalverteilung nicht mehr zuverlässig beschrieben werden. Die verschiedenen Approximationsverfahren, die zu den Verteilungen in den Grenzbereichen überführen, sind etwas aufwendiger zu handhaben, so daß auf ihre Wiedergabe hier verzichtet wird, zumal die meisten Versorgungssituationen mit der Normalverteilung abgehandelt werden können.

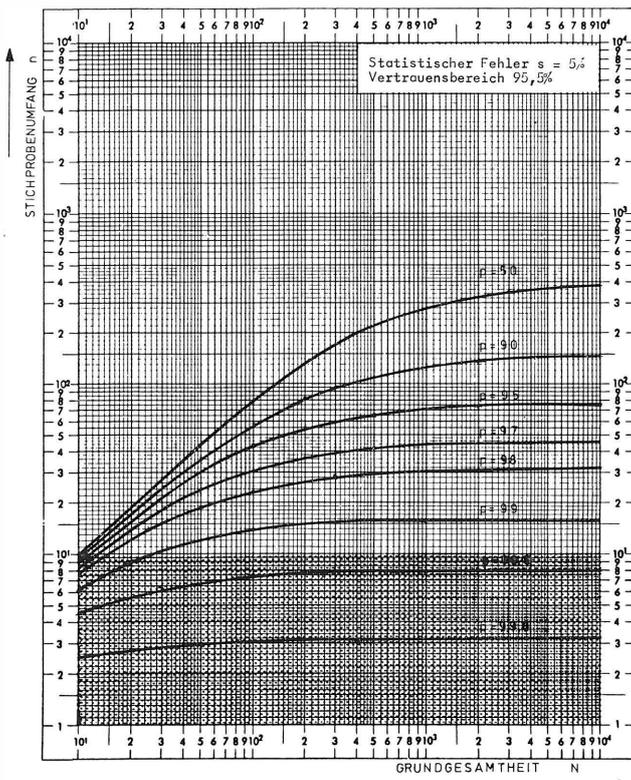


Bild 6

Stichprobenumfang n als Funktion der Grundgesamtheit N
für einen statistischen Fehler $s = 5\%$

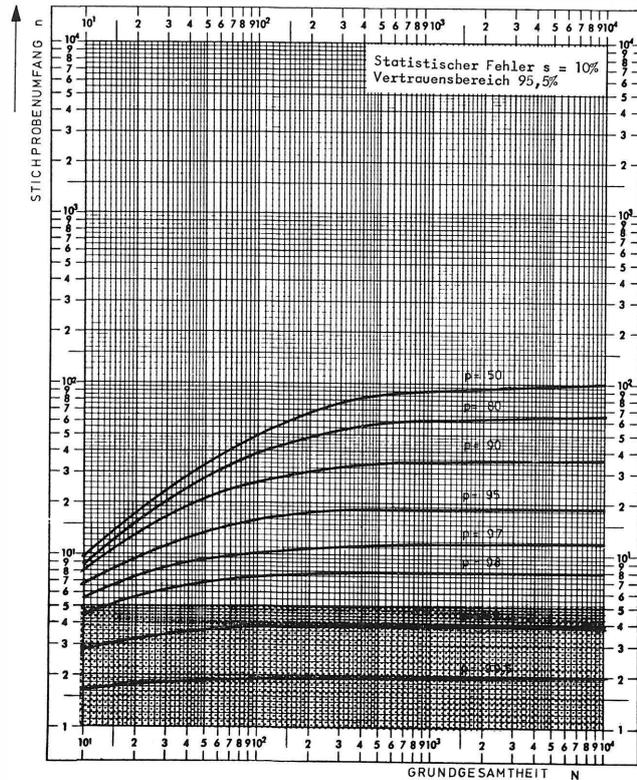


Bild 7

Stichprobenumfang n als Funktion der Grundgesamtheit N
für einen statistischen Fehler $s = 10\%$

7. Stichprobenortsverteilung

Die Auswahl der Stichprobenorte, also die Ermittlung der Meßpunkte im zu untersuchenden Versorgungsgebiet, erfolgt vorrangig nach statistischen Kriterien des Zufalls. Eine Zufallsauswahl der Stichprobenorte entsteht, wenn das zu untersuchende Versorgungsgebiet in Quadrate aufgeteilt wird, die dem Element der Grundgesamtheit N – z. B. einer Wohngebäudeeinheit – entsprechen, und diese sodann zeilen- und spaltenweise durchnummeriert werden, so daß aus einer Tabelle mit Zufallszahlen oder über einen Zufallszahlengenerator eine Ortsauswahl gemäß dem erforderlichen Stichprobenumfang n gezogen werden kann (Bild 8). Die Bauobjekte im Versorgungsgebiet sollten nach Lage, Form und Beschaffenheit selbst eine Zufallsverteilung aufweisen. Im allgemeinen kann man dies zumindest angenähert unterstellen, es sei denn, man habe eine ausgesprochene Reißbrettstadt zu untersuchen, die nur aus geraden, rechtwinkligen Straßen und Häusern gleicher Konstruktion besteht. In diesem Falle ist der Zufallsverteilung eine strukturierte, gesetzmäßige Verteilung unterlegt, die getrennt zu behandeln ist. Die ermittelten Stichprobenorte sind noch auf ihre Zugänglichkeit mit einem Meßfahrzeug zu überprüfen und wenn nötig zu modifizieren.

Unter welchen Bedingungen ein Stichprobenort als „versorgt“ oder „nicht versorgt“ zu gelten hat, hängt nicht von statistischen, sondern von physikalischen Größen ab, deren Grenzwerte erreicht, unter- oder überschritten worden sind. Die Grenzwerte selbst sind im allgemeinen zwischen den Interessen-

gruppen verbindlich vereinbart und in Richtlinien [7] niedergelegt.

8. Prozentuales Meßergebnis der Ortsverteilung

Die Meßergebnisse an den Stichprobenorten sind für die statistische Aussage als Proportionsgröße einzubringen, d. h. es interessiert nur die Bewertung „versorgt“ oder „nicht versorgt“. Die meßtechnischen

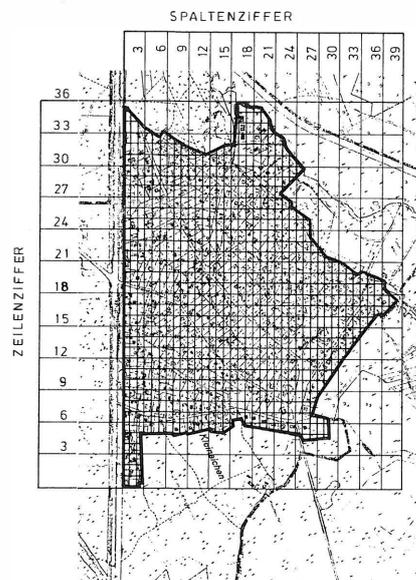


Bild 8

Spalten- und Zeileneinteilung eines Versorgungsgebietes für die Zuweisung von Stichproben mittels Zufallsverfahren

Versorgungsprozente V ergeben sich dann aus dem Verhältnis von versorgten Meßpunkten m zum Stichprobenumfang n :

$$V = \frac{m}{n} \cdot 100 (\%) \quad (6)$$

Das eigentliche prozentuale Stichprobenversorgungsergebnis V_n setzt sich aus Meßergebnis und statistischem Fehler zusammen:

$$V_n = \frac{m}{n} \cdot 100 \pm s (\%) \quad (7)$$

Für die letztlich interessierenden Versorgungsprozente der Grundgesamtheit N ist zusätzlich noch der vereinbarte Vertrauensbereich von 95,5 % – häufig auch als 5-Prozent-Signifikanzniveau bezeichnet – zu berücksichtigen.

9. Unsicherheitsbereich des prozentualen Meßergebnisses

In der Praxis besteht erfahrungsgemäß die Tendenz, den Stichprobenumfang n durch einen überhöhten Schätzwert der wahrscheinlichen Versorgung p bzw. der Nichtversorgung $(100 - p)$ und durch Tolerierung eines erhöhten statistischen Fehlers s klein zu halten. Dies kann zu einem extrem niedrigen Stichprobenumfang und damit zu Situationen führen, bei denen die geschätzte Versorgungswahrscheinlichkeit p über das Meßergebnis m rechnerisch gar nicht mehr ermittelt werden kann. Beispielsweise ergibt ein Stichprobenumfang von $n = 4$ mit den $n + 1 = 5$ möglichen Meßergebnissen $m = 0, 1, 2, 3, 4$ auch nur die folgenden 5 Rechenergebnisse: $V = 0 \%, 25 \%, 50 \%, 75 \%, 100 \%$. Das bedeutet: Bei einem angenommenen Fehler $s = 5 \%$ erfaßt die Berechnung von V_n nur die Bereiche von 0 bis 5 %, von 20 bis 30 %, von 45 bis 55 %, von 70 bis 80 % und von 95 bis 100 %. Zwischen diesen Prozentbereichen liegen durch Messung nicht zugängliche Dunkelbereiche der prozentualen Versorgung. Diese Unsicherheit läßt sich beseitigen, wenn bei der Wahl des Stichprobenumfanges n und des statistischen Fehlers s die folgende Regel

$$n \cdot s \geq 50 \quad (8)$$

eingehalten wird. In den **Bildern 1 bis 6** ist aus demselben Grunde der Grenzbereich $n \cdot s = 50$ als „meßtechnisch-rechnerisch unzuverlässiger Stichprobenbereich“ gekennzeichnet.

10. Bewertung von Differenzen zwischen den Schätzwerten der wahrscheinlichen Versorgung und den Meßergebnissen

Die an n Stichprobenorten durchgeführten Versorgungsmessungen zeigen im allgemeinen ein gegenüber der Versorgungsschätzung p abweichendes Versorgungsergebnis V . Nur in wenigen Fällen werden sich Messung und Schätzung decken, d. h. wird V gleich p sein. Bestehen aber solche Abweichungen, ist das Ergebnis zu korrigieren. Die Differenz des Stichprobenumfanges Δn berechnet sich dabei aus

$$\Delta n \approx n \left[\frac{V(100 - V)}{p(100 - p)} - 1 \right] \quad (9)$$

Im Rechenergebnis ist zu beachten, daß für positive

Werte von Δn zu wenig und für negative Werte zu viele Stichprobenorte untersucht wurden.

$\Delta n =$ positiver Wert \rightarrow zu wenig Stichproben,
 $\Delta n =$ negativer Wert \rightarrow zu viele Stichproben.

Wenn sich herausstellt, daß zu wenig Stichproben verwendet wurden, besteht die Möglichkeit, entweder die fehlenden Stichproben Δn unter Fortsetzung des Zufallszahlenspiels zu ergänzen und meßtechnisch nachzuholen, oder sich mit einem größeren statistischen Fehler s_2 zufriedenzugeben.

$$s_2 \approx s_1 \sqrt{\frac{V(100 - V)}{p(100 - p)}} (\%) \quad (10)$$

Wenn zu viele Stichproben untersucht wurden, dann ist bei dem zugestandenen statistischen Fehler die Wirtschaftlichkeit nicht optimal gewesen. Allerdings kann in einem solchen Fall das Meßergebnis V mit einem kleineren statistischen Fehler s_2 ausgewiesen werden.

11. Geklumpte Versorgungssituation

In der Statistik versteht man unter einer geklumpten Grundgesamtheit eine Menge, die sich in Teilmengen abgrenzen läßt, wobei das interessierende Merkmal in jeder Teilmenge einen anderen Mittelwert hat. Diese Klumpen werden einzeln behandelt, und erst aus den Einzelergebnissen wird ein Gesamtergebnis gebildet. Für ein Versorgungsgebiet mit unterschiedlicher Versorgungssituation – z. B. eine Hanglage mit guter und eine anschließende Tallage mit weniger guter Versorgung – sind korrekterweise die erforderlichen Stichproben für jedes Teilgebiet separat zu ermitteln.

Ein Beispiel soll dies erläutern. Das in **Bild 9** dargestellte Versorgungsgebiet mit 851 Wohngebäuden

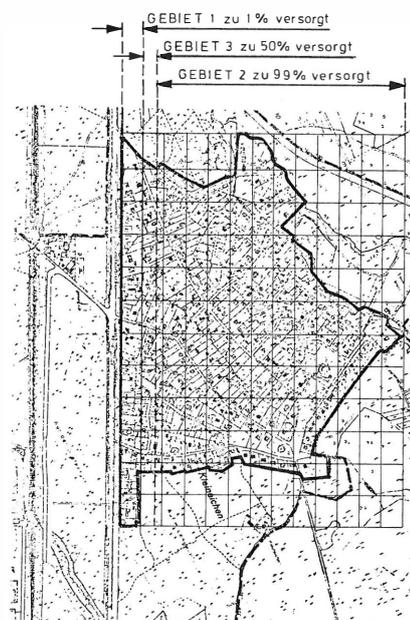


Bild 9

Beispiel eines „geklumpten“ Versorgungsgebietes, das eines geraden, hohen Straßendamms wegen in ein schlecht, in ein ungewiß und in ein gut versorgtes Gebiet unterteilt werden kann

kann in drei unterschiedlich versorgte Teilgebiete aufgeteilt werden:

- Gebiet 1 wird mit 694 Wohngebäuden zu 99,0 %,
- Gebiet 2 wird mit 101 Wohngebäuden zu 1,0 %,
- Gebiet 3 wird mit 56 Wohngebäuden zu 50,0 %

als versorgt geschätzt.

Der errechnete Stichprobenumfang n der Teilgebiete ist entsprechend nachstehender Tabelle:

Gebiet	Stichprobenumfang n			
	$s = 1 \%$	$s = 2,5 \%$	$s = 5 \%$	$s = 10 \%$
Gebiet 1 $N_1 = 694$ $p_1 = 99 \%$	252	58	15	4
Gebiet 2 $N_2 = 101$ $p_2 = 1 \%$	80	39	14	4
Gebiet 3 $N_3 = 56$ $p_3 = 50 \%$	56	54	49	36
Σn	388	151	73	44

Die gesamten wahrscheinlichen Versorgungsprozente p_{ges} ergeben sich aus den Teilprozenten zu

$$p_{ges} = \frac{p_1 \cdot N_1 + p_2 \cdot N_2 + \dots + p_z \cdot N_z}{N_1 + N_2 + \dots + N_z} (\%) \quad (11)$$

In unserem Beispiel

$$p_{ges} = \frac{99 \cdot 694 + 1 \cdot 101 + 50 \cdot 56}{694 + 101 + 56} = 84,14 \%$$

Würde das ganze Gebiet mit seiner Versorgungswahrscheinlichkeit von 84,14 % geschlossen behandelt, ergäbe dies die folgenden Werte für den Stichprobenumfang:

Gebiet 1 + 2 + 3	Stichprobenumfang n			
	$s = 1 \%$	$s = 2,5 \%$	$s = 5 \%$	$s = 10 \%$
$N_{ges} = 851$ $p_{ges} = 84,14 \%$	733	426	171	50

Der Vergleich dieser Werte mit den vorhergehenden läßt erkennen, daß die separate Ermittlung der Stichproben in den Teilgebieten nicht nur korrekter, sondern auch effektiver ausfällt, insbesondere wenn ein niedriger statistischer Fehler gefordert wird.

12. Flächen- und Einwohnerversorgung

Die Festlegung, Wohngebäudeeinheiten als Grundgesamtheit N einzusetzen, führt zu einer Flächenversorgungsangabe. Dort, wo ein Untersuchungsgebiet eine einheitliche gleich verteilte Baustruktur aufweist und die Einwohnerzahl aus amtlichen Unterlagen entnommen werden kann, entspricht die Flächenversorgungsangabe gleichzeitig auch einer Ein-

wohnerversorgungsangabe. Etwas schwieriger wird die Situation, wenn in einem Untersuchungsgebiet prozentual unterschiedlich versorgte Flächen vorkommen und diese außerdem aus unterschiedlichen Baustrukturen, wie ein- und mehrgeschossigen Gebäuden, Wohnhochhäusern, Geschäftshochhäusern und ähnlichem, bestehen. Hier kann versucht werden, selektiv die Gebiete mit gleicher prozentualer Flächenversorgung auf prozentuale Einwohnerversorgung unter Einbeziehung von Bewohnungsanalysen umzurechnen.

13. Stichprobenzeitverteilung

Mit dem bisher Dargelegten ist ausreichend beschrieben, auf welche Weise der ortsabhängige Stichprobenumfang ermittelt werden kann. Da eine Versorgungssituation aber zusätzlich noch eine Zeitabhängigkeit zeigt, soll nachfolgend kurz auf das Wesentlichste dieser Zeitfunktion eingegangen werden. Ursache der Zeitfunktion sind tages- und jahreszeitliche Schwankungen, wie Sonneneinstrahlung, Regen, Schnee, Trockenheit, Be- und Entlaubung, Luftfeuchtigkeit, Inversionsschichten und im Kurzwellenbereich auch die Sonnenfleckenaktivität.

Der Einfluß einer Zeitfunktion auf eine Versorgungssituation kann im allgemeinen unbeachtet bleiben, wenn zwischen Sender- und Empfängerantenne

- eine direkte Sichtverbindung besteht,
- dabei sichergestellt ist, daß das dazwischen liegende Gelände die 1. Fresnelsche Zone nicht tangiert
- und die Reflexionen auf Grund der ebenen umgebenden Geländestruktur in ihrem Einfluß vernachlässigt werden können.

Der Einfluß kann nicht mehr vernachlässigt werden, wenn andere topographische Verhältnisse vorliegen und wenn als Hindernisse ein oder mehrere beugende Kanten zwischen Sender- und Empfängerantenne vorhanden sind. Die Summe dieser Einflüsse führt mit ihren Schwankungen zu einer Zeitfunktion der Versorgung, über die nun mittels eines zusätzlichen Stichprobenumfanges n_t eine Aussage zu machen ist. Die Ermittlung des Stichprobenumfanges n_t wird je nach Bestandteilen der Zeitfunktion unterschiedlich vorgenommen.

Wenn sichergestellt werden kann, daß alle Zeiteinflüsse Zufallsgrößen sind, dann sind statistisch gültige Stichproben n_t festzulegen. Als erstes ist dazu eine Grundgesamtheit der „Zeiteinheit“ zu definieren. Aus Registrierungen ist bekannt, daß der Übergang einer Versorgungssituation an einem Stichprobenort vom Merkmal „versorgt“ in das Merkmal „nicht versorgt“, z. B. bei Schneefall, Regen oder Bildung einer Inversionsschicht, im Mittel in einer Zeiteinheit von ungefähr 3 Stunden abläuft. Bezogen auf 1 Jahr ergibt dies eine Grundgesamtheit von

$$T = \frac{24 \cdot 365}{3} = 2920 \text{ Einheiten} \quad (12)$$

Bei zeitlich stark schwankenden oder nur kurzzeitig auftretenden Zeitereignissen, z. B. Störungen durch „Man-made Noise“, hat die Zeitgrundgesamtheit T höhere Werte, da gegebenenfalls die Ereigniszeit im Sekundenbereich liegt. Je nach Fragestellung

kann der zeitliche Stichprobenumfang durch Einschränkung der Ermittlungszeit auf bestimmte Tageszeiten und einige Wochen Dauer begrenzt werden. Die zeitliche Grundgesamtheit ist stets

$$T = \frac{\text{Ermittlungszeit}}{\text{Ereigniszeit innerh. d. Ermittlungszeit}} \quad (13)$$

Der zeitabhängige Stichprobenumfang n_t würde dann, wiederum für einen Vertrauensbereich von 95,5 %, für einen statistischen Fehler s und eine zu schätzende wahrscheinliche Versorgungsänderung Δp , wie folgt ermittelt:

$$n_t \approx \frac{4 T \cdot \Delta p (100 - \Delta p)}{(T-1) s^2 + 4 \Delta p (100 - \Delta p)} \quad (14)$$

Die prozentualen Meßergebnisse V_t und V_{st} und die Korrekturwerte n_t und s_{st} können in Analogie zu den Gleichungen (6), (7), (9) und (10) entwickelt und angewendet werden.

Wenn dagegen nicht sicher ist, daß die Zeiteinflüsse Zufallsgrößen sind, sondern unterstellt werden muß, daß eine Systematik vorliegt, z. B. ein Tag/Nacht- oder Winter/Sommerzyklus, dem allenfalls ein geringer Zufallseffekt überlagert ist, dann müssen unmittelbar alle extremen Versorgungssituationen als Zusatzstichproben n_s herangezogen werden. Die Meßergebnisse sind demnach als zeitliche Versorgungsschwankungen zu interpretieren, die keine statistische, sondern eine systematische Größe darstellen.

Ein Beispiel einer selten vorkommenden gemischten statistisch-systematischen Zeitfunktion ist die Heißluftzone über Kraftwerken und Hochöfen, wenn diese in eine Versorgungslinie hineinragen, wie z. B. das Braunkohlenkraftwerk Weißweiler in die FS-Ballverbindung Langenberg → Aachen-Stolberg. Das Aufheizen des Braunkohlenkraftwerkes erfolgt zur Abdeckung der Spitzenstrombelastung an Wochentagen in den Morgenstunden, ist also vorwiegend ein systematischer Vorgang. Windstille und Windrichtung, die den genauen Standort der Heißluftzone bestimmen, sind vorwiegend zufällig organisiert und liefern den statistischen Anteil.

14. Gesamter Stichprobenumfang für Orts- und Zeitfunktion

Der gesamte Stichprobenumfang n_{ges} aus Orts- und Zeitfunktion berechnet sich, wenn beide Verteilungen zufallsbedingt sind und jeder Stichprobenort auch voll zeitverteilt zu erfassen ist, zu

$$n_{ges1} = n \cdot n_t \quad (15)$$

Wenn die Ortsverteilung in eine von der Zeitfunktion Abhängige n_2 und eine Unabhängige n_1 aufgeteilt werden kann, verringert sich der gesamte Stichprobenumfang auf

$$n_{ges2} = n_1 + n_2 \cdot n_t \quad (16)$$

Eine weitere Senkung des Gesamtstichprobenumfangs wird erreicht, wenn zur Erfassung der Zeitfunk-

tion ein einziger repräsentativer Stichprobenort angegeben werden kann.

$$n_{ges3} = n + n_t \quad (17)$$

Mit einem solchen repräsentativen Stichprobenort läßt sich sehr effektiv eine Langzeitregistrierung mit automatischer Stichprobenentnahme und rechnergestützter statistischer Auswertung einsetzen. Repräsentativ ist ein Stichprobenort, wenn er aus einem Stichprobenortsverteilungsverfahren als geeignet ausgewählt wurde, weil er z. B. den statistischen Mittelwert des untersuchten Merkmals aufweist. Andere Repräsentationsmerkmale können sein: Rundfunkteilnehmerdichte, geographischer Mittelpunkt oder sonstige in dem jeweiligen Zusammenhang nachweislich typische Stichprobenorte.

Ein häufiges Beispiel, bei dem solche Zeitabhängigkeiten von Bedeutung sind, ist die Ansteuerung eines FS-Umsetzers über beugende Kanten mit Mindestfeldstärkewerten. In der Planungsphase werden hier Feldstärke und Ansteuerqualität mehrmals nachkontrolliert. In der anschließenden Betriebsphase verbleiben diese FS-Umsetzer in einer Stichprobenkontrolle, so daß Veränderungen z. B. durch Bewuchs, der womöglich erst nach Jahren störend wirksam wird, rechtzeitig entgegengewirkt werden kann. Ähnliche kritische Versorgungssituationen können auch bei Ballverbindungen, Kopfstellen von Kabelanlagen sowie an den Versorgungsgrenzen eines Senders beobachtet werden.

SCHRIFTTUM

- [1] Wallis, W. A.; Roberts, H. V.: Statistics, A New Approach. The Free Press, Glencoe/New York 1956. Deutscher Titel: Methoden der Statistik und ein neuer Weg zu ihrem Verständnis. Übersetzt von H. v. Waldheim, 2., unveränderte Aufl., Rudolf Haufe Verlag, Freiburg 1962.
- [2] Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968.
- [3] Swoboda, H.: Knaurs Buch der modernen Statistik. Droemersch Verlagsanstalt, München 1971.
- [4] Gemperlein, H.: Beitrag zur Bestimmung der FS-Versorgung. Interne Mitt. der Arbeitsgruppe Rundfunkversorgung AK 7/84 C, 1968.
- [5] Gressmann, R.; Kaltbeitzler, H.: Vereinfachte Verfahren zur Bestimmung der Versorgungswahrscheinlichkeit und deren Anwendung auf UKW-Netzplanung. Tech. Hausmitt. des NWDR, Sonderheft 1952: Unterlagen der UKW-Netzplanungen. S. 3 bis 17.
- [6] Grosskopf, J.: Die Verfahren zur Ermittlung der Versorgungswahrscheinlichkeit im Feld eines von beliebig vielen Störsendern beeinflussten Nutzsenders. Tech. Hausmitt. des NWDR, Sonderheft 1952: Unterlagen für UKW-Netzplanungen. S. 18 bis 34.
- [7] ARD/DBP-Richtlinie 176 R 10 über die Fernsehversorgung.
- [8] CCIR: VHF and UHF propagation curves for the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz. Rec. 370-1, XIVth Plenary Assembly Kyoto, 1978, Bd. V, S. 123 bis 148. Hrsg. von der UIT, Genf 1978.
- [9] CCIR: Methods and statistics for estimating field-strength values in the land mobile services using the frequency range 30 MHz to 1 GHz. Rep. 567-1, XIVth Plenary Assembly Kyoto, 1978, Bd. V, S. 163 bis 172. Hrsg. von der UIT, Genf 1978.
- [10] CCIR: Measurement of field strength for VHF (metric) and UHF (decimetric) broadcast services, including television. Rep. 228-2, XIVth Plenary Assembly Kyoto, 1978, Bd. V, S. 172 bis 179. Hrsg. von der UIT, Genf 1978.

GROSSIGNALVERHALTEN VON FM-EMPFÄNGERN¹

VON JÜRGEN MIELKE UND GERD PETKE²

Manuskript eingegangen am 24. März 1980

Empfängertechnik

Zusammenfassung

Störungen durch andere Sender können die Übertragungsqualität im UKW-Hörrundfunk zum Teil erheblich beeinträchtigen. Die Ursache dafür ist nicht immer eine unzureichende Selektion der Empfänger, sondern häufig auch ihre mangelhafte Großsignalfestigkeit. Es werden Verfahren beschrieben, mit denen das Großsignalverhalten einiger FM-Empfänger bestimmt wird. Darüber hinaus wird eine Möglichkeit aufgezeigt, wie aus den Meßwerten die Intermodulationsstörungen ermittelt werden können, die beim Empfang über Kabelrundfunksysteme zu erwarten sind.

Summary The performance of FM receivers in the presence of strong signals

FM reception can be severely impaired by interfering transmitters. The cause of this phenomena is not always a lack of selectivity in the receiver, but it may rather be a lack of immunity in the receiver to strong signals. The article describes methods that can be used to determine the performance of FM receivers in the presence of strong signals. It is also shown how, from the results of measurements, the intermodulation products that appear in cable-distribution systems carrying FM signals can be deduced.

Sommaire Comportement des récepteurs à modulation de fréquence en présence de signaux forts

La réception en modulation de fréquence peut être sévèrement perturbée par des émetteurs brouilleurs. La cause de ce phénomène ne réside pas toujours dans le manque de sélectivité des récepteurs, mais elle est fréquemment due à un défaut d'immunité du récepteur vis-à-vis des signaux forts. L'article décrit des méthodes permettant de déterminer le comportement des récepteurs MF en présence de signaux forts. On indique comment on peut déduire des résultats de mesure les produits d'intermodulation qui apparaissent dans les réseaux de radiodistribution par câble.

1. Einleitung

Der Wunsch, auch entferntere UKW-Sender mit brauchbarer Qualität zu empfangen, hat wegen der relativ geringen Reichweite der Ultrakurzwellen im Laufe der Jahre zu immer empfindlicheren UKW-Empfängern geführt. Gerade die begrenzte Reichweite der Ultrakurzwellen bedingt aber auch ein sehr dichtes Sendernetz. Störungen frequenzmäßig benachbarter Sender sind nur durch sorgfältige Frequenzplanungen zu vermeiden. Aber auch Sender mit größeren Frequenzabständen zum Nutzsender können die Übertragungsqualität beeinträchtigen, wenn sie mit zu großen RF-Signalpegeln an den Empfängereingang gelangen. Dabei sind es weniger die unzureichenden Selektionseigenschaften der Empfänger als ihre mangelnde Großsignalfestigkeit, die zu Störungen führt.

Aufgrund des dichten Sendernetzes sind die Sender des Versorgungsbereiches (Ortssender) relativ häufig mit großen Feldstärken zu empfangen. Große RF-Signalpegel können aber in den Eingangs- und Mischstufen der Empfänger zu Intermodulationen führen. Davon sind insbesondere die empfindlicheren Geräte betroffen. Die entstehenden Intermodulationsprodukte führen zu Mehrfachempfangsstellen und können den Empfang anderer Sender beeinträchtigen oder – bei schwächeren Sendern – sogar ganz verhindern.

Eine neue Bedeutung gewinnt dieses Problem bei Überlegungen zur Errichtung von Kabelrundfunknetzen. Hierbei muß dem Großsignalverhalten der Empfänger eine weitaus größere Beachtung geschenkt werden, weil eine Vielzahl von Sendern mit annähernd gleichen, relativ großen RF-Signalpegeln an den Empfängereingang gelangt. Da sich verschiedene Empfänger sehr unterschiedlich verhalten, ist die Großsignalfestigkeit an einer Reihe von Geräten meßtechnisch untersucht worden. Eine theoretische Betrachtung der Zusammenhänge erleichtert die Auswertung und Deutung der Meßergebnisse.

2. Allgemeine Betrachtungen

Die Verstärkerkennlinien eines Empfängers (RF-, ZF-Verstärker) werden mehr oder weniger von einer Geraden abweichen, wenn man größere Teilstücke davon betrachtet. Im allgemeinen sind die Kennlinien derart gekrümmt, daß die Verstärkung mit zunehmender Aussteuerung abnimmt. Dies hat eine Stauchung oder Kompression des Signals zur Folge. Die obere Aussteuerungsgrenze wird üblicherweise durch den Punkt festgelegt, bei dem das Signal um 1 dB komprimiert wird. Eine Verstärkerkennlinie läßt sich mathematisch durch eine Polynom n-ten Grades beschreiben:

$$u_a = k_0 + k_1 \cdot u_e + k_2 \cdot u_e^2 + k_3 \cdot u_e^3 + \dots + k_n \cdot u_e^n \quad (1)$$

Gibt man auf den Eingang eines Empfängers ein zusammengesetztes Signal u_e , das aus mehreren trägerfrequenten Einzelschwingungen besteht, so wird sich das Ausgangssignal nicht nur durch die Frequenzlage vom Eingangssignal unterscheiden. Durch die Kennlinienterme k_2 , k_3 bis k_n entstehen nicht-lineare Verzerrungen, die trotz begrenzter Bandbreite des ZF-Verstärkers teilweise in den Übertra-

¹ Dieser Aufsatz erscheint zugleich in Engl./Franz in der E.B.U. Rev. Tech./Rev. de l'U.E.R. Tech. Nr. 181 (Juni 1980).

This article is published simultaneously in English in the E.B.U. Rev. Tech. No. 181 (June 1980).

Cet article est publié simultanément en français dans la Rev. de l'U.E.R. Tech. N° 181 (Juin 1980).

² Ing. (grad.) Jürgen Mielke ist Leiter und Dipl.-Ing. Gerd Petke ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Arbeitsbereiches Übertragungstechnik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

gungsbereich fallen. An Hand eines Beispiels sollen die Verhältnisse näher erläutert werden. Betrachtet werden soll der Fall, bei dem das Eingangssignal aus 3 Trägerschwingungen ($A \cdot \cos \omega_A t + B \cdot \cos \omega_B t + C \cdot \cos \omega_C t$) besteht. Um den Rechenaufwand in Grenzen zu halten, sollen nur Glieder bis zur 3. Ordnung berücksichtigt werden. Unter Anwendung einiger

trigonometrischer Umformungen erhält man die in **Tabelle 1** angegebenen Werte. Besondere Beachtung verdienen hierbei die Intermodulationsprodukte (IM-Produkte) 3. Ordnung von der Form $2f_1 - f_2$ und der sogenannte Triple Beat ($f_A \pm f_B \pm f_C$), weil diese teilweise wieder in den Durchlaßbereich des ZF-Verstärkers fallen und damit auch demoduliert werden

Ordnungszahl	Komponente	Term	signifikante Frequenz
0	Gleichstrom-Anteil	k_0	0
1	Grundwelle	$k_1 \cdot A \cdot \cos \omega_A t$	f_A
1	Grundwelle	$k_1 \cdot B \cdot \cos \omega_B t$	f_B
1	Grundwelle	$k_1 \cdot C \cdot \cos \omega_C t$	f_C
2	Gleichstrom-Anteil	$\frac{1}{2} k_2 \cdot A^2$	0
2	Gleichstrom-Anteil	$\frac{1}{2} k_2 \cdot B^2$	0
2	Gleichstrom-Anteil	$\frac{1}{2} k_2 \cdot C^2$	0
2	Harmonische	$\frac{1}{2} k_2 \cdot A^2 \cdot \cos 2\omega_A t$	$2 f_A$
2	Harmonische	$\frac{1}{2} k_2 \cdot B^2 \cdot \cos 2\omega_B t$	$2 f_B$
2	Harmonische	$\frac{1}{2} k_2 \cdot C^2 \cdot \cos 2\omega_C t$	$2 f_C$
2	Intermodulation	$k_2 \cdot A \cdot B \cdot \cos (\omega_A \pm \omega_B) t$	$f_A \pm f_B$
2	Intermodulation	$k_2 \cdot A \cdot C \cdot \cos (\omega_A \pm \omega_C) t$	$f_A \pm f_C$
2	Intermodulation	$k_2 \cdot B \cdot C \cdot \cos (\omega_B \pm \omega_C) t$	$f_B \pm f_C$
3	Grundwelle	$\frac{3}{4} k_3 \cdot A^3 \cdot \cos \omega_A t$	f_A
3	Grundwelle	$\frac{3}{4} k_3 \cdot B^3 \cdot \cos \omega_B t$	f_B
3	Grundwelle	$\frac{3}{4} k_3 \cdot C^3 \cdot \cos \omega_C t$	f_C
3	Harmonische	$\frac{1}{4} k_3 \cdot A^3 \cdot \cos 3\omega_A t$	$3 f_A$
3	Harmonische	$\frac{1}{4} k_3 \cdot B^3 \cdot \cos 3\omega_B t$	$3 f_B$
3	Harmonische	$\frac{1}{4} k_3 \cdot C^3 \cdot \cos 3\omega_C t$	$3 f_C$
3	Intermodulation	$\frac{3}{2} k_3 \cdot A (B^2 + C^2) \cos \omega_A t$	f_A
3	Intermodulation	$\frac{3}{2} k_3 \cdot B (A^2 + C^2) \cos \omega_B t$	f_B
3	Intermodulation	$\frac{3}{2} k_3 \cdot C (A^2 + B^2) \cos \omega_C t$	f_C
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot A^2 \cdot B \cdot \cos (2\omega_A \pm \omega_B) t$	$2 f_A \pm f_B$
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot A^2 \cdot C \cdot \cos (2\omega_A \pm \omega_C) t$	$2 f_A \pm f_C$
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot B^2 \cdot C \cdot \cos (2\omega_B \pm \omega_C) t$	$2 f_B \pm f_C$
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot B^2 \cdot A \cdot \cos (2\omega_B \pm \omega_A) t$	$2 f_B \pm f_A$
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot C^2 \cdot A \cdot \cos (2\omega_C \pm \omega_A) t$	$2 f_C \pm f_A$
3	Intermodulation	$\frac{3}{4} k_3 \cdot C^2 \cdot B \cdot \cos (2\omega_C \pm \omega_B) t$	$2 f_C \pm f_B$
3	Intermodulation (Kreuzmodulation)	$\frac{3}{2} k_3 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \cos (\omega_A \pm \omega_B \pm \omega_C) t$	$f_A \pm f_B \pm f_C$

Tabelle 1

Frequenzspektrum bei Aussteuerung mit drei verschiedenfrequenten Eingangssignalen

$$\text{Eingangssignal: } u_e = A \cdot \cos \omega_A t + B \cdot \cos \omega_B t + C \cdot \cos \omega_C t$$

N Träger	$\alpha \pm \beta$	$\alpha \pm \beta \pm \gamma$	$2\alpha \pm \beta$	2. und 3. Harmo- nische	Summe
1	-	-	-	2	2
2	2	-	4	4	10
3	6	4	12	6	28
4	12	16	24	8	60
5	20	40	40	10	110
6	30	80	60	12	182
7	42	140	84	14	280
8	56	224	112	16	408
9	72	336	144	18	570
10	90	480	180	20	770
12	132	880	264	24	1300
15	210	1820	420	30	2480
20	380	4560	760	40	5740
21	420	5320	840	42	6622
25	600	9200	1200	50	11050
30	870	16240	1740	60	18910
35	1190	26180	2380	70	29825
40	1560	39520	3120	80	44280
120	14280	1123360	28560	240	1166440

Tabelle 2
Anzahl der nichtlinearen Verzerrungsprodukte

können. Ein Vergleich der Amplituden des Triple Beat und der IM-Produkte 3. Ordnung (d_3) zeigt, daß die Amplitude des Triple Beat 6 dB größer ist. Auch steigt die Zahl der Triple Beats mit zunehmender Trägerzahl stärker an als die der IM-Produkte. In **Tabelle 2** ist die Anzahl der verschiedenen Verzerrungsprodukte in Abhängigkeit von der Zahl der Träger dargestellt. Betrachtet man ein System mit 40 Kanälen, z. B. die Übertragung des UKW-Bandes über Kabel, so stellt man fest, daß etwa 40 000 Triple Beats und über 3000 IM-Produkte 3. Ordnung entstehen.

Triple Beats von der Form $f_A + f_B + f_C$ fallen nicht in den Abstimmbereich des Empfängers (UKW-Band), so daß sich die Gesamtzahl um ein Viertel reduziert. Ähnlich ist es mit den IM-Produkten, auch hier fällt nur die Hälfte der Kombinationen von der Form $2f_A - f_B$ in den Übertragungsbereich. Es bleiben damit noch etwa 30 000 Verzerrungsprodukte übrig, die in den Abstimmbereich des Empfängers fallen. Dies würde zu einem Anstieg der Verzerrungsprodukte um mehr als 44 dB führen. Durch die Selektion der Kanäle liegen die Verhältnisse bei FM-Empfängern jedoch wesentlich günstiger.

Tabelle 1 zeigt ferner, daß die Amplituden der Verzerrungsprodukte 3. Ordnung mit der dritten Potenz der Amplitude des Eingangssignals ansteigen. Ändert man die Eingangsspannung des Nutzsignals um 10 dB, so wird sich der Pegel des Verzerrungsproduktes 3. Ordnung um 30 dB ändern. In **Bild 1** sind die Verhältnisse für einen Verstärker mit einer Verstärkung von 20 dB dargestellt. Da die Kennlinie für das Nutzsignal (u_e/u_a) flacher verläuft als die des Verzerrungsproduktes, werden sich beide Kurven in einem fiktiven Punkt schneiden. Dieser Punkt wird allgemein als „Intercept-Punkt“ bezeichnet. Der wahre Schnittpunkt beider Kurven liegt aufgrund

der bereits erwähnten Kompression unter dem Intercept-Punkt. Bei der Messung des Großsignalverhaltens von FM-Heimempfängern sowie bei der Abschätzung der Tauglichkeit von bestimmten Empfängern für Kabelrundfunkanlagen sind diese Zusammenhänge von Bedeutung.

3. Meßverfahren

Für Großsignalmessungen an FM-Empfängern werden in einem IEC-Normentwurf (Publikation 315, Teil 4) mehrere Meßverfahren empfohlen. Das dort beschriebene **Zweisignal-Meßverfahren** wurde in leicht abgewandelter Form übernommen.

Bei einem RF-Pegel von 40 dB (pW) am Empfängerereingang wird bei einem Frequenzhub von $\pm 22,5$ kHz der Bezugswert für den NF-Pegel am Ausgang des Empfängers gemessen. Anschließend wird ermittelt, bei welchem Nutzsignalpegel ein Geräuschspannungsabstand (nach CCIR-Empfehlung 468-2) von 30 dB, bezogen auf $\pm 22,5$ kHz Hub, erreicht wird. Dann wird das Nutzsignal durch zwei Störsignale ersetzt, deren IM-Produkt 3. Ordnung ($2f_1 - f_2$) wieder in den Nutzkanal fällt. Der Pegel der beiden Störsignale wird so eingestellt, daß die entstehenden IM-Produkte (d_3) ebenso groß werden wie vorher das Nutzsignal und damit wieder zu einem Geräuschspannungsabstand von 30 dB führen.

Die Großsignalfestigkeit nach dem **Zweisignal-Meßverfahren** für 30 dB Geräuschspannungsabstand ist dann die Differenz zwischen erforderlichem RF-Pegel und dem Pegel des IM-Produktes, d. h. die Differenz zwischen Störsignalpegel und Nutzsignalpegel für den geforderten Geräuschspannungsabstand. Damit wird berücksichtigt, daß Eingangsschaltungen von Rundfunkempfängern nicht großsignalfester werden, wenn ihre Empfindlichkeit

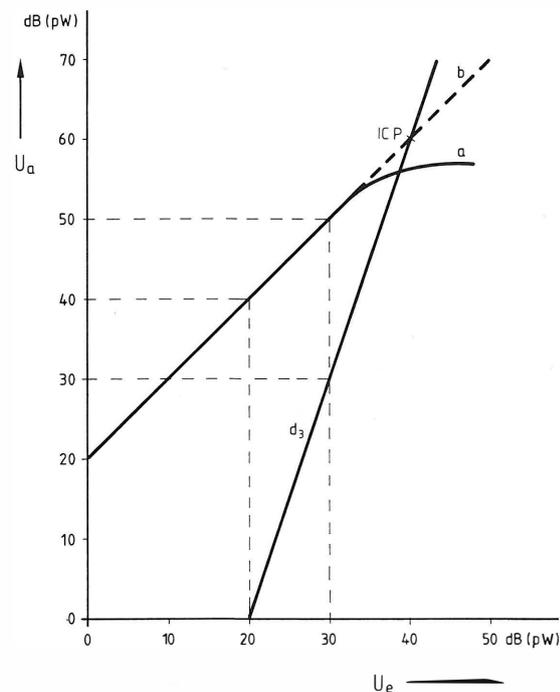


Bild 1
Zusammenhang zwischen Verstärkerkennlinie und IM-Produkten 3. Ordnung

lediglich durch Vorschalten von Dämpfungsgliedern reduziert wird.

Die Messungen wurden als Funktion des Abstandes zwischen Abstimmfrequenz des Empfängers und der Frequenz des näher liegenden Störsenders durchgeführt. Der andere Störsender hat dann jeweils den doppelten Frequenzabstand. Der geringste Frequenzabstand sollte mindestens 300 kHz betragen. Ähnliche Messungen lassen sich auch für IM-Produkte fünfter ($3f_1 - 2f_2$) oder höherer Ordnung durchführen. Für die Frequenzabstände gelten dann entsprechende Aussagen. Ebenso lassen sich diese Messungen für andere Geräuschspannungsabstände - z. B. 40 dB - durchführen.

Oft ist es wünschenswert, die Verzerrungen bei Anwesenheit eines starken Nutzsenders zu erfassen. Dies ist nur mit einem Dreisignal-Meßverfahren möglich. Da das im IEC-Normentwurf vorgeschlagene Dreisignal-Meßverfahren weniger geeignet erschien, wurde ein neues Meßverfahren entwickelt. Der Nutzsender wird mit einer Frequenz von 1 kHz und einem Hub von ± 40 kHz frequenzmoduliert. Der NF-Pegel am Empfängerenausgang dient als Bezugswert für die entstehenden IM-Produkte. Nach Abschalten der Nutzmodulation werden zwei Störsignale mit ebenso großem Pegel wie das Nutzsignal zugeschaltet. Die Frequenzen werden so gewählt, daß das IM-Produkt 3. Ordnung in den Nutzkanal fällt. Der entstehende Interferenzpfeif wird durch leichtes Verstimmen des Nutzsenders auf etwa 6 kHz eingestellt. Diese Frequenz führt zu einem maximalen Ausschlag am Geräuschspannungsmesser (CCIR-Empfehlung 468-2). Wegen der geringen Pegel der IM-Produkte empfiehlt es sich jedoch, den NF-Störpegel selektiv zu messen. Man erhält so für verschiedene RF-Pegel in Abhängigkeit vom Frequenzabstand der beiden Störsender den zugehörigen Fremdspannungsabstand.

4. Meßergebnisse

4.1. Zweitonmessung

Wie aus 3. hervorgeht, arbeitet das Zweitonverfahren nach dem Prinzip der Rauschunterdrückung. Das durch die beiden Störsignale entstehende IM-Produkt soll zu dem gleichen Geräuschspannungsabstand führen wie der entsprechende Pegel des Nutzsignals. Diese Zweitonmessung wurde an 17 Heimempfängern und 2 Ballempfängern durchgeführt. **Tabelle 3** zeigt, welche Störsenderpegel in Abhängigkeit vom Frequenzabstand zulässig sind. Die Werte für die Großsignalfestigkeit wurden für 30 dB Geräuschspannungsabstand ermittelt und in **Bild 2** dargestellt. Sie lassen sich in gewissen Grenzen für beliebige Geräuschspannungsabstände umrechnen. Berücksichtigt man, daß die IM-Produkte 3. Ordnung in **Bild 1** bei Änderung des Eingangspegels um 10 dB sich um 30 dB ändern, so kommt man zu folgender Formel:

$$A_x \approx A_{30} - \frac{2}{3} (x - 30) \text{ (dB)} \quad (2)$$

Dabei stellt A_x die Großsignalfestigkeit für den Geräuschspannungsabstand x dar.

Empfänger	Geräuschspannungsabstände in dB	Nutzsender	Erforderliche RF-Pegel in dB (pW)							
			Störsender bei Δf (kHz)							
			300	400	600	800	1000	2000	5000	
1	30	-10	45	47	51	55	57	59	66	
	40	0	48	50	55	59	61	63	70	
2	30	-4,5	37	48	53	55	54	54	54	
	40	+4,5	47	49	54	59	57	57	57	
3	30	-9	-8	-7	-3	12	24	55	57	
	40	0	0	0	1	14	26	57	60	
4	30	-8	42	43	45	47	47	50	60	
	40	+2	43	45	47	49	50	53	63	
5	30	+1	58	53	54	55	55	59	65	
	40	+10	59	57	57	57	57	61	68	
6	30	-9	50	50	50	52	55	62	71	
	40	+1	52	52	53	56	59	65	75	
7	30	-5	42	42	42	42	43	48	65	
	40	+6	45	46	45	44	49	51	73	
8	30	-10	51	53	55	57	60	72	79	
	40	0	56	57	59	61	64	76	80	
9	30	+2	32	34	38	42	45	58	67	
	40	+9	32	34	39	43	46	59	69	
10	30	-1	35	56	65	67	68	73	80	
	40	+5	38	62	68	69	70	76	80	
11	30	-3	61	62	63	65	67	73	80	
	40	+6	63	63	64	66	68	75	80	
12	30	-10	65	42	44	48	51	61	69	
	40	+3	69	47	53	57	60	68	75	
13	30	-9	58	59	60	60	61	64	73	
	40	+1	62	63	63	64	65	69	78	
14	30	-6	46	48	52	55	57	66	80	
	40	+5	50	52	55	58	61	70	80	
15	30	-8	45	43	45	47	48	51	53	
	40	+2	46	46	48	50	52	54	56	
16	30	-3	50	52	45	46	48	51	53	
	40	+6	58	53	47	49	50	54	56	
17	30	-5	54	55	59	62	64	72	80	
	40	+5	57	59	62	65	68	76	80	
18 EU 6201 BE R & S	30	-1	72	69	71	73	75	83	84	
	40	+9	73	73	75	77	79	87	88	
19 EBU BE Tfk	30	-5	69	65	67	69	70	74	82	
	40	+5	70	69	71	73	75	79	86	

Tabelle 3

Großsignalfestigkeit nach dem Zweisignal-Meßverfahren

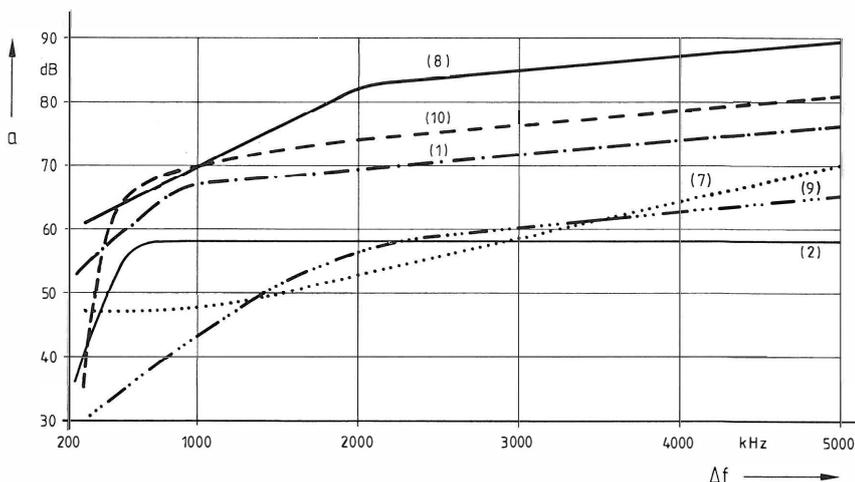


Bild 2
Großsignalfestigkeit verschiedener Empfänger (Zweissignal-Meßverfahren)
 Δf : Frequenzdifferenz zwischen Empfangsfrequenz f_0 und erster Störsenderfrequenz f_1

Bild 2 zeigt, wie unterschiedlich das Großsignalverhalten einiger Empfänger ist. Das gilt sowohl für dicht benachbarte wie auch für weitab liegende Störsender. So erhöht sich z. B. beim Empfänger 2 die Weitabselektion überhaupt nicht. Die Selektion bei 5 MHz ist dieselbe wie bei 1 MHz und damit bleibt auch die Großsignalfestigkeit konstant. Der Empfänger 7 dagegen verändert seine Nahselektionseigenschaften (300 bis 1000 kHz) kaum. Die Weitabselektion ändert sich dagegen (gemessen an anderen Empfängern) sehr stark. Dieses Meßverfahren gestattet somit auf relativ einfache Weise Aussagen über das Großsignalverhalten von Empfängern. Vorausgesetzt wird dabei allerdings ein schwacher Nutzsender.

4.2. Dreitonmessung

Die Dreitonmessungen wurden nur an einigen Heimempfängern mit ausgesprochen gutem oder schlechtem Großsignalverhalten durchgeführt. Darüber hinaus wurden auch die beiden Ballempfänger (siehe **Tabelle 4**) in die Messungen mit einbezogen. **Bild 3** zeigt die Ergebnisse der Dreitonmessung für vier Empfänger, einen Heimempfänger mit hoher und zwei mit geringer Großsignalfestigkeit sowie einen Ballempfänger. Man sieht, daß der gute Heimempfänger (8), der eine geregelte Eingangsstufe besitzt, nur geringfügig schlechter ist als der Ballempfänger (19), während die schlechten Heimempfänger (2, 15) dagegen schon bei 20 dB geringeren Störpegeln zu schlechteren NF-Störabständen führen. Analog zur Zweitonmethode zeigt der Empfänger 2 auch hier bei hohen RF-Pegeln eine ungenügende Weitabselektion.

5. Mathematische Zusammenhänge und Interpretation der Meßergebnisse

Bei Kabelrundfunkanlagen stellt sich das Problem, eine Vielzahl von Kanälen mit annähernd gleichen Pegeln zu übertragen. Die Frage, ob sich eine ausreichende Übertragungsqualität mit den untersuchten Empfängern für solche Anlagen realisieren läßt, ist aufgrund der Meßergebnisse nicht direkt zu

beantworten. Durch Messungen mit einem vierten Sender, dessen RF-Pegel weit über dem der übrigen Sender lag, wurde sichergestellt, daß sich der Fremdspannungsabstand durch das größere RF-Signal am Empfängereingang nicht verschlechtert. Das gilt jedoch nur, solange keine weiteren IM-Produkte auf die Frequenz des Nutzsenders fallen. Die Störwirkung aller Sender, deren IM-Produkte berücksichtigt

Empfänger	RF-Pegel dB (pW)	Fremdspannungsabstände in dB bei Δf (kHz)						
		300	400	600	800	1000	2000	5000
19 EBU BE Tfk	80	42	44	48	51	54	68	87
	70	66	68	71	75	77	90	-
	60	94	96	98	101	-	-	-
18 EU 6201 BE R & S	80	64	68	77	78	78	79	75
	70	83	87	99	101	101	101	97
	60	100	-	-	-	-	-	-
17	60	-	3	21	22	24	33	58
	50	-	32	53	53	57	67	90
	40	-	67	90	90	-	-	-
15	60	41	39	38	38	39	47	60
	50	48	48	56	63	69	87	90
	40	76	79	87	90	-	-	-
2	70	21	16	16	18	21	13	24
	60	21	22	24	27	29	37	38
	50	42	48	56	62	67	73	81
8	80	29	29	31	34	38	58	83
	70	48	45	49	56	62	83	-
	60	68	72	77	82	-	-	-

Tabelle 4
Fremdspannungsabstände nach dem Dreissignal-Meßverfahren

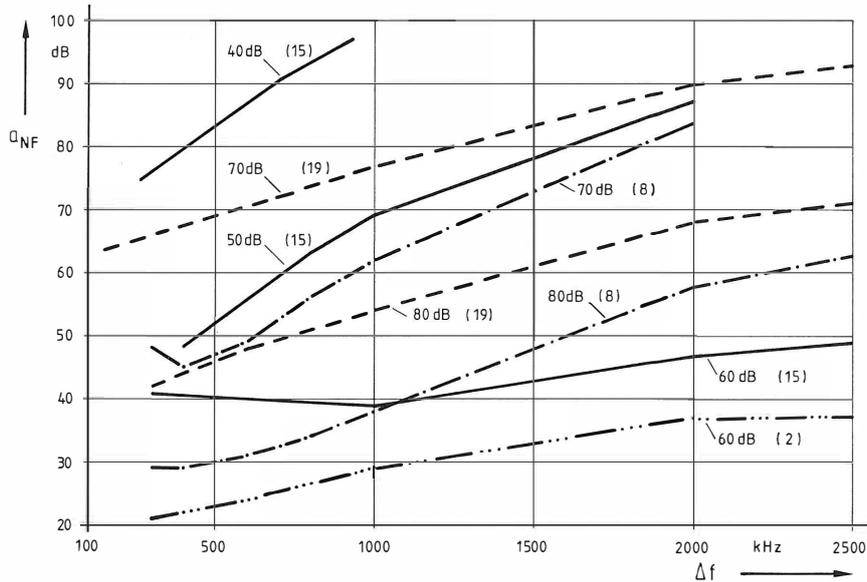


Bild 3
Fremdspannungsabstände nach dem Dreisignal-Meßverfahren

werden müssen, läßt sich aus den bestehenden mathematischen Zusammenhängen ermitteln.

Zwischen Fremdspannungsabstand a_{NF} und hochfrequentem Störabstand a_{RF} besteht folgende Beziehung:

$$a_{NF} = a_{RF} - 20 \lg \frac{f \cdot D(f)}{\Delta F} \quad (3)$$

Darin sind f die Differenzfrequenz zwischen Nutzsinal und IM-Produkt, $D(f)$ die Pegelabsenkung durch die Deemphasis und ΔF der Bezugshub. Mit

$$D(f) = 1/\sqrt{1 + (2\pi f \cdot 50 \mu s)^2}$$

erhält man für $f = 6 \text{ kHz}$ und $\Delta F = \pm 40 \text{ kHz}$

$$a_{NF} = a_{RF} + 23 \text{ dB} \quad (4)$$

Die Umrechnung auf den hochfrequenten Störabstand ließe in gewissen Grenzen auch die Berücksichtigung der Schutzabstandskurve zu [1], da die IM-Produkte auch als störende Gleich- oder Nebkanalsender aufgefaßt werden können.

Mit zunehmendem Abstand zwischen Nutzsender und störenden Sendern nimmt der Pegel der IM-Produkte 3. Ordnung ab, der RF-Störabstand nimmt zu. Das läßt sich durch eine für die Intermodulation wirksame, fiktive Selektionskurve der Empfänger erklären. Durch diese Selektionseigenschaft werden bei konstanten RF-Pegeln am Empfängereingang die für die Intermodulation wirksamen Pegel mit steigendem Frequenzabstand immer geringer. Nach **Tabelle 1** gilt für die IM-Produkte 3. Ordnung folgender Zusammenhang:

$$I = \frac{3}{4} k_3 \cdot A^2 \cdot B \cdot \cos(2\omega_A - \omega_B) t \quad (5)$$

Setzt man $k_3 = 4/3$, so gilt im logarithmischen Maßstab für die Pegel

$$i = 2a + b \quad (6)$$

Der Verlauf des Fremdspannungsabstandes als Funktion des Frequenzversatzes kann in weiten Be-

reichen durch eine Gerade angenähert werden (**Bild 3**). Unter diesen Voraussetzungen läßt sich die fiktive Selektionskurve aus den gemessenen Fremdspannungsabständen herleiten. Mit Hilfe von **Bild 4** sollen die Zusammenhänge erläutert werden.

Die Gerade g_1 stellt den Pegelverlauf der IM-Produkte dar. Für die fiktive Selektionskurve wird die Gerade g_2 angenommen. Die Pegel a und b der störenden Sender mit den Frequenzabständen $\Delta f = f$ und $\Delta f = 2f$ führen nach Gl. (6) zu den IM-Produkten

$$i_1 = 2a + b \quad (6a)$$

die Pegel b und c mit den Frequenzabständen $\Delta f = 2f$ und $\Delta f = 4f$ zu

$$i_2 = 2b + c \quad (6b)$$

Die Pegel der IM-Produkte i_1 und i_2 sind im Frequenzabstand $\Delta f = f$ und $\Delta f = 2f$ aufgetragen. Setzt man

$$a - b = \Delta a \quad (7)$$

so ist nach **Bild 4**

$$a - c = 3\Delta a \quad (8)$$

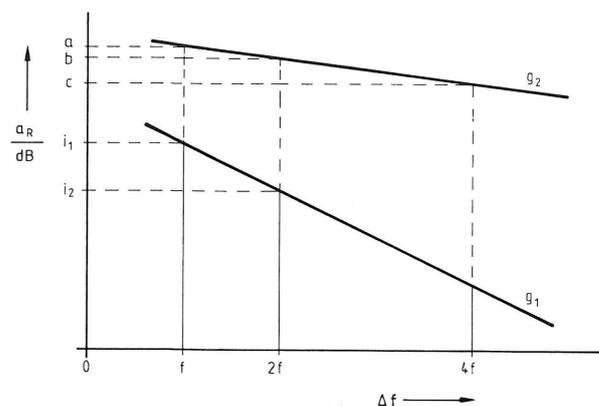


Bild 4
Zusammenhang zwischen fiktiver Selektionskurve g_2 und IM-Produkten 3. Ordnung g_1

Mit den Gln. (6–8) erhält man

$$i_1 = 3a - \Delta a, \quad (9a)$$

$$i_2 = 3a - 5\Delta a. \quad (9b)$$

Der Wert für a ergibt sich damit zu

$$a = (5i_1 - i_2)/12. \quad (10)$$

Zwischen den Steigungen der Geraden g_1 und g_2 erhält man aus den Gln. (9a und 9b) folgenden Zusammenhang:

$$\Delta i = i_1 - i_2 = a - b + a - c = 4\Delta a. \quad (11)$$

Damit liegen die Parameter der Geraden g_2 fest. Man sieht, daß ihre Steigung nur ein Viertel der Steigung von g_1 beträgt.

Berechnet man die fiktive Selektionskurve direkt aus den gemessenen Fremdspannungsabständen, so lassen sich mit Hilfe dieser Kurve alle IM-Produkte 3. Ordnung, auch die Triple-Beats, bestimmen. IM-Produkte, die nicht auf die Frequenz des Nutzensenders fallen, können wegen der ZF-Selektion des Empfängers jedoch vernachlässigt werden, solange ihr Frequenzabstand 100 kHz nicht unterschreitet [1, 2].

Für ein Kabelrundfunksystem mit bis zu 40 Kanälen wurden sämtliche IM-Produkte 3. Ordnung berechnet. Zur Ermittlung des Fremdspannungsabstandes wurden die Verzerrungsprodukte, die auf die Frequenz des Nutzensenders fallen, quadratisch addiert. Zugrunde gelegt wurde die fiktive Selektionskurve eines Ballempfängers für einen Pegel von 70 dB (pW) – etwa 24 mV an 60 Ω (Bild 5). Die Ergebnisse sind für 5, 10, 20 und 40 Kanäle mit Kanalabständen zwischen 300 und 500 kHz in Tabelle 5 dargestellt. Man sieht, daß sich der Fremdspannungsabstand a_{NF} beim Übergang von 5 auf 40 Kanäle nur um etwa 4 bis 5 dB verschlechtert, wenn der Nutzkanal K_0 am Anfang (A) oder am Ende (E) des Systems liegt. Für einen Nutzkanal, der in der Mitte (M) des Abstimmereiches liegt, ist die Änderung dagegen fast doppelt so groß (etwa 8 dB), da der in der Mitte gelegene Nutzkanal den geringsten Fremdspannungsabstand besitzt. Eine Benachteiligung der mittleren Kanäle läßt sich durch die Wahl geeigneter Kanalabstände (zur Mitte hin größere Kanalabstände als am Rande) teilweise umgehen. Bei der Betrachtung geringerer

Δf (kHz)	K_0	a_{NF} (dB)			
		A	M	E	...
350	A	60,21	57,24	56,26	56,16
	M	56,82	51,18	48,92	48,11
	E	wie A	wie A	wie A	wie A
300, 400	A	63,33	59,37	58,31	58,20
	M	57,79	52,58	50,26	49,44
	E	62,68	59,37	58,31	58,20
300, 400 400, 300	A	67,60	62,18	60,67	60,55
	M	63,72	55,02	52,91	51,67
	E	66,00	61,05	59,67	59,52
400	A	61,34	58,64	57,84	57,78
	M	57,62	52,35	50,29	49,65
	E	wie A	wie A	wie A	wie A
300, 500	A	64,81	60,96	60,09	60,02
	M	58,59	53,71	51,56	50,91
	E	63,50	60,96	60,09	60,02
350, 450	A	64,49	60,71	59,85	59,79
	M	58,59	53,70	51,58	50,94
	E	63,83	60,71	59,85	59,79
350, 450 450, 350	A	68,40	63,42	62,20	62,13
	M	64,52	56,24	54,40	53,46
	E	66,80	62,53	61,46	61,37
Anzahl der Kanäle (K)		5	10	20	40

Tabelle 5
Durch Intermodulation hervorgerufene Fremdspannungsabstände beim Ballempfänger
 $a_{RF} = 70$ dB (pW)

Kanalzahlen muß berücksichtigt werden, daß diese als Teil eines umfangreicheren Systems angesehen wurden. Stünde dagegen für 5 Kanäle das gleiche Band wie für 40 Kanäle zur Verfügung, so käme man

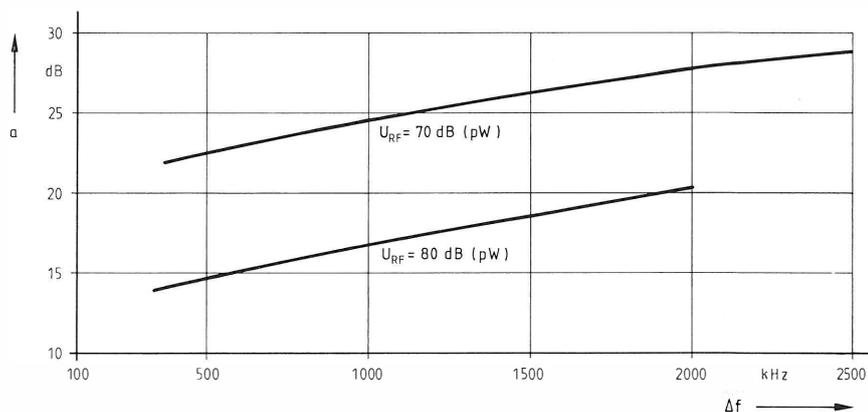


Bild 5
Fiktive Selektionskurven eines Ballempfängers für verschiedene RF-Pegel

aufgrund der größeren Kanalabstände zu deutlich besseren Werten.

Der zulässige RF-Pegel für andere Fremdspannungsabstände läßt sich näherungsweise nach folgender Gleichung berechnen:

$$\Delta a_{RF} = \Delta a_{NF} / 2 \quad . \quad (12)$$

Diese Beziehung gilt nur, solange der Verzerrungsfaktor k_3 konstant bleibt.

Die gleiche Rechnung läßt sich auch für die anderen untersuchten Empfänger durchführen. Eine ungefähre Abschätzung, welche Fremdspannungsabstände für diese Geräte zu erwarten sind, erhält man durch Parallelverschiebung der Kurven in **Bild 3**. Muß die Kurve des Fremdspannungsabstandes für

einen Empfänger um 10 dB verschoben werden, damit sie sich mit der des Ballempfängers deckt, so sind auch die Fremdspannungsabstände der **Tabelle 5** um 10 dB zu korrigieren. Sie gelten dann annähernd für den RF-Pegel der jeweiligen Empfängerkurve. Die Umrechnung auf andere RF-Pegel kann nach Gl. (12) erfolgen.

SCHRIFTTUM

- [1] C C I R : Standards for FM sound broadcasting at VHF. Rec. 412-2, XIVth Plenary Assembly Kyoto, 1978, Bd. X, S. 83 bis 86. Hrsg. von der UIT, Genf 1978.
- [2] Mielke, E. J.: Einfluß der Betriebsselektion auf die Übertragungsqualität im UKW-FM-Hörrundfunk. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 245 bis 254.

DIE 32. JAHRESTAGUNG DER TECHNISCHEN KOMMISSION DER UER

LONDON, 14. BIS 18. APRIL 1980

1. Einleitung

Zur 32. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER hatte die britische Rundfunkorganisation BBC nach London eingeladen. Die Tagung fand in der Zeit vom 14. bis 18. April 1980 in der „Langham Gallery“ gegenüber dem „Broadcasting House“ statt. Zuvor war am 12. April der Vorstand (das „Bureau“) der Technischen Kommission zusammengetreten, um die Tagung vorzubereiten.

Wichtige Diskussionspunkte waren auf der diesjährigen Tagung zweifellos die Ergebnisse der Weltweiten Funkverwaltungskonferenz (WARC) im Jahre 1979 und die sich daraus ergebenden Vorbereitungen für die in den nächsten Jahren folgenden Planungskonferenzen für den KW- und UKW-Bereich (siehe 2.3.1.). Die Bemühungen der europäischen Rundfunkorganisationen, zu einem einheitlichen Standard bei der Digitalisierung von Fernsehsignalen zu gelangen, fanden ihren Niederschlag in langen und zum Teil kontrovers geführten Diskussionen (siehe 2.4.).

Die Tagung wurde vom Vorsitzenden C. Terzani (RAI) geleitet. Es nahmen etwa 110 Personen teil, neben Mitarbeitern von Vollmitgliedern der UER auch solche von assoziierten Mitgliedern aus Japan, Kanada, Korea und den Vereinigten Staaten von Amerika. Außerdem waren Delegierte von internationalen Organisationen wie CCIR, CEPT, CISPR, ESA und IEC anwesend. Die ARD war durch F. Müller-Römer, D. Schwarze und R. Thiele vertreten, das ZDF durch R. Kaiser und K. Schneider. Als gemeinsame Vertreter von ARD und ZDF nahmen H. Eden, H. Fix und P. Wolf (IRT) teil. Die Deutsche Bundespost hatte wieder H. Krath (BPM) und O. Seidelmann entsandt.

2. Aktivitäten der Technischen Kommission

Im vergangenen Jahr waren die verschiedenen Arbeitsgruppen der Technischen Kommission der UER in ihrer neuen Organisationsform tätig. Wie in [1] erläutert, gibt es nunmehr nur noch vier große Arbeitsgruppen (siehe Diagramm):

- Studio-Produktionstechnik (G)
- Übertragungstechnik und Betriebsabwicklung (T)
- Ton- und Fernseh-Rundfunksysteme (R)
- Neue Systeme und Dienste (V).

Jede dieser vier Arbeitsgruppen gliedert sich in mehrere Untergruppen, die ihrerseits wiederum Spezialisten- und Ad-hoc-Gruppen gebildet haben.

Zu Beginn berichtete der Vorsitzende über die 3. Internationale Konferenz der Rundfunk-Unionen, die in der Zeit vom 28. 2. bis 5. 3. 1980 in Tokio stattfand. Zu dieser sogenannten Inter-Unions-Konferenz waren Vertreter Internationaler Rundfunkorganisationen wie

- Asia-Pacific Broadcasting Union (ABU)
- Asociación Interamericana de Radiodifusión (AIR)
- Arab States Broadcasting Union (ASBU)
- Caribbean Broadcasting Union (CBU)
- North American National Broadcasters Association (NANBA)
- Organisation Internationale de Radiodiffusion et Télévision (OIRT)
- Union de Radiodiffusions et Télévisions Nationales d'Afrique (URTNA)

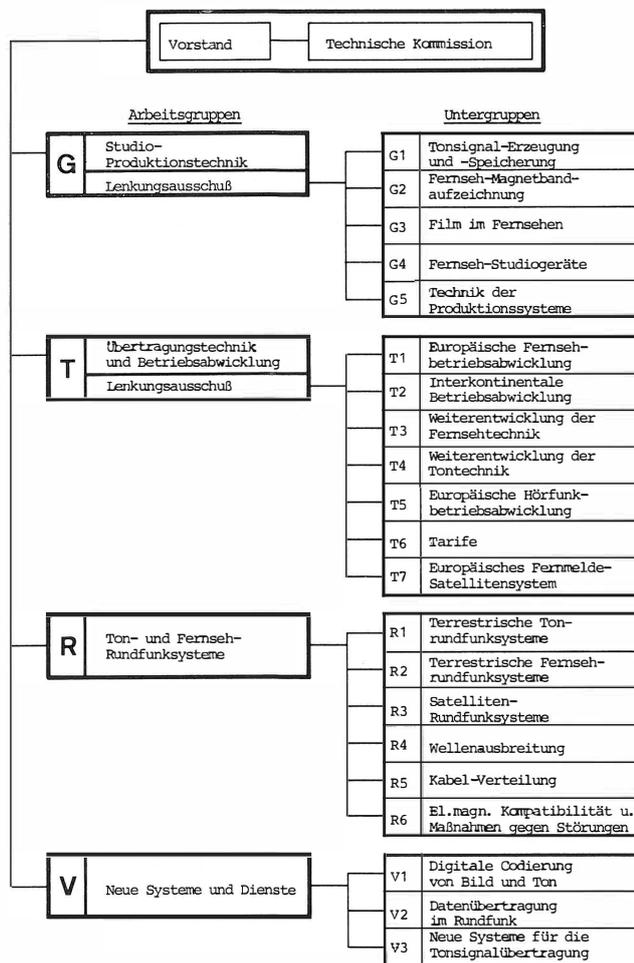
nach Japan gekommen, um Fragen von gemeinsamem Interesse zu erörtern. Unter anderem wurden 12 Empfehlungen verabschiedet, die den Bereich Technik betreffen. Sie befassen sich mit Themen wie

- Zusammenarbeit im Hinblick auf die WARC-Folgekonferenzen
- Reduzierung der Leistung von Mittelwellensendern während der Nachtzeit
- Internationale Standardisierung von Geräten (z. B. für EB)
- Betrieb von transportablen Erdefunkstellen für EB
- Internationaler Standard für die Digitalisierung von Hörfunk- und Fernsehsignalen.

Sämtliche technischen Empfehlungen der Inter-Unions-Konferenz wurden von der Technischen Kommission gebilligt und zur Ratifizierung an den Verwaltungsrat der UER weitergeleitet.

2.1. Studio-Produktionstechnik (Arbeitsgruppe G)

Auf dem Gebiet der Studio-Produktionstechnik stehen auf internationaler Ebene naturgemäß Probleme des Programmaustausches im Vordergrund, für die Technische Kommission der UER damit Fragen der Magnet-



Die Struktur der Technischen Kommission der UER

bandaufzeichnung von Bild und Ton sowie der Filmtechnik.

Bei der Magnetbandaufzeichnung von Bild und Ton ist gegenwärtig das Hauptthema die Digitaltechnik. Auf der Tonseite wurde ein sogenanntes „EBU-Statement“ verfaßt, in dem **Anforderungen an digitale Tonplatten** festgelegt werden und angegeben ist, in welchen Bereichen des Rundfunks Digitalplatten eingesetzt werden könnten (z. B. auch für die Archivierung). Außerdem wurde eine Spezialistengruppe ins Leben gerufen, die sich mit den **Anforderungen an digitale Ton-Magnetbandaufzeichnungen** befassen soll.

Die **digitale Aufzeichnung von Fernsehsignalen** soll in einer anderen Spezialistengruppe mit dem Namen „MAGNUM“ (**Magnétoscope Numérique**) behandelt werden. Hauptaufgabe dieser Gruppe wird es sein, einen einheitlichen Digitalstandard für den internationalen Fernsehprogrammaustausch auf Magnetband zu finden. Die Arbeiten dieser Gruppe müssen im engen Zusammenhang mit den Bemühungen gesehen werden, zu einem einheitlichen Standard für die Digitalisierung von Fernsehsignalen im Studiobereich zu gelangen (siehe 2.4).

Nachdem im vergangenen Jahr die Technische Kommission der UER die Empfehlung verabschiedet hatte, bei **1-Zoll-Fernseh-Magnetbandaufzeichnungen** für den internationalen Programmaustausch nach vorheriger Verabredung das sogenannte B-Format zu verwenden [1], wurde in diesem Jahr eine entsprechende Empfehlung für das C-Format ausgesprochen. Damit ist es nicht gelungen, sich zumindest im Rahmen der UER auf ein einziges 1-Zoll-Magnetbandaufzeichnungsverfahren für den internationalen Fernsehprogrammaustausch zu einigen.

Die UER hatte vor einiger Zeit empfohlen, beim **Austausch von Fernsehprogrammmaterial zu Ansichtszwecken** entweder VCR- oder U-Matic-Kassetten zu verwenden. Jetzt ist man der Ansicht, daß dem VCR-Format kein langes Leben mehr beschieden sein wird und empfiehlt, bevorzugt U-Matic-Kassetten zu verwenden. Die Arbeitsgruppe „Studio-Produktionstechnik“ befaßt sich jedoch nicht nur mit Problemen, die im Zusammenhang mit dem internationalen Programmaustausch stehen. Einige Untergruppen behandeln auch allgemeine Fragen der Studioteknik wie zum Beispiel die Einführung neuer Geräte und Systeme im Bereich der Studio- und Produktionstechnik (Bild und Ton) oder einheitliche Meßverfahren und Abgleichvorschriften für Studiogeräte (z. B. für Farbkameras und -monitore). Weiterhin ist eine Untergruppe gebeten worden, bei einem von der Fernseh-Programmkommission der UER veranstalteten Workshop „Einsatz der Elektronik bei der Grafik im Fernsehen“ mitzuarbeiten.

Eine andere Spezialistengruppe hat eine UER-Empfehlung mit dem Titel „**Arbeitsmöglichkeiten von EB-Teams im Ausland**“ ausgearbeitet, in der angegeben ist, welche Ausrüstung und was für Geräte die Rundfunkorganisation des Gastlandes wenn möglich zur Verfügung stellen sollte.

2.2. Übertragungstechnik und Betriebsabwicklung (Arbeitsgruppe T)

Bei der Aussprache über die Aktivitäten der Arbeitsgruppe T war ein Hauptdiskussionspunkt die Frage, ob der zukünftige, von der CEPT betriebene **Europäische Kommunikationssatellit (ECS)**, der etwa zwischen 1983 und 1985 betriebsfähig sein soll, in das bisher rein terrestrische Eurovisionsleitungsnetz mit einbezogen werden soll. Sorgfältige Analysen der Technischen Zentrale der UER haben ergeben, daß ein kombiniertes terrestrisches/ECS-Eurovisionsleitungsnetz zur Zeit etwa um 15 % teurer wäre als ein rein terrestrisches Netz. Geht man von der allgemeinen Kostenentwicklung und der

bisher üblichen Zunahme der Eurovisionsübertragungen aus, dann wäre etwa im Jahre 1990 das kombinierte Eurovisionsleitungsnetz um 15 % billiger. Obwohl die Nutzung des ECS auch betriebliche Vorteile bietet, ist kaum zu erwarten, daß sich die UER für die Verwendung der ersten Generation des ECS im Rahmen der Eurovision aussprechen wird. Eine Entscheidung darüber muß bis Ende Juni dieses Jahres getroffen werden.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß man von technischer Seite starke Bedenken gegen einen sogenannten „Halbtransponderbetrieb“¹ hegt, da die Qualität der über den Satelliten übertragenen Fernsehsignale dadurch verschlechtert wird. Außerdem wäre bei dieser Betriebsart eine Verwendung von kleinen Erdefunkstellen kaum möglich.

Nach wie vor bereitet der Technischen Zentrale der UER die Inbetriebnahme des **Fernschalt- und Überwachungssystems RNS** (Remote Network Switching) für das Eurovisionsleitungsnetz beträchtliche Schwierigkeiten. Zum einen sind es immer wieder Gerätefehler, die die Funktion des Systems verhindern, zum anderen sollen auch die Bedieneinheiten beim Eurovisionskontrollzentrum (EVC) in Brüssel verbessert werden. Bereits jetzt ist abzusehen, daß die zunächst veranschlagten zusätzlichen Kosten für das System um mehr als 50 % überschritten werden.

Seit mehreren Jahren ist die zunehmende Tendenz zu erkennen, in der Vertikalaustattung eines Fernsehsignals zusätzliche Informationen wie z. B. Prüfzeilensignale, Datensignale und Videotext zu übertragen. Das zeilensequentielle **SECAM-Verfahren** hat hier den Nachteil, daß zur Kennzeichnung der sogenannten Rot- und Blauzeilen im SECAM-Signal in den Zeilen 7 bis 15 und 320 bis 328 der Vertikalaustattung **Identifikationssignale** übertragen werden. Diese Zeilen können damit bisher für andere Zwecke nicht verwendet werden. Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Zeilenidentifizierung im SECAM-Signal auch auf andere Weise erfolgen kann. Damit sind zumindest auf lange Sicht auch im SECAM-Signal die Zeilen 7 bis 15 und 320 bis 328 für andere Zwecke nutzbar. Aus diesem Grunde empfiehlt die UER, bei Neuinvestitionen nur noch solche SECAM-Geräte zu beschaffen, die auch ohne Identifikationssignale in der Vertikalausstattung fehlerfrei arbeiten. Bis auf weiteres werden die SECAM-Signale auf den Eurovisionsleitungen jedoch weiterhin mit Identifikationssignalen in der Vertikalaustattung versehen sein.

Es wurde außerdem beschlossen, im Eurovisionsleitungsnetz die **Amplitude der SIS-Signale** generell von 1,0 V auf 0,7 V zu reduzieren. Der Grund hierfür liegt darin, daß bei 1-V-SIS-Signalen häufig Übersteuerungseffekte durch die Preemphase bei FM-Übertragungen beobachtet wurden.

Die Arbeitsgruppe T befaßt sich außer mit diesen rein betrieblichen Aspekten der Signalübertragung über die Eurovisionsleitungen auch mit der zukünftigen digitalen Übertragung von Bild und Ton über große Entfernungen. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe V.

Nach wie vor geht man bei der **Übertragung von digitalen Fernsehsignalen** über die Landesgrenzen davon aus, daß die Datenrate bei etwa 34 Mbit/s liegen wird. Darin sollen enthalten sein

- das Videosignal
- zwei Tonsignale hoher Qualität
- Datensignale.

¹ Beim Halbtransponderbetrieb werden über einen Satellitentransponder zwei Fernsehsignale übertragen.

Bei der reinen **Tonsignalübertragung in digitaler Form** ist man der Meinung, daß eine Datenrate von 2048 kbit/s, wie sie sich von der vorgesehenen digitalen Übertragungshierarchie der Fernmeldeverwaltungen anbietet, zu hoch ist. Bevorzugt würde der Zugriff zu Datenraten zwischen 64 und 2048 kbit/s. Allerdings hat man sich bei der UER bisher nicht auf ein Verfahren zur digitalen Codierung von Tonsignalen einigen können.

2.3. Ton- und Fernsehrundfunksysteme (Arbeitsgruppe R)

Die Aktivitäten der Arbeitsgruppe R, ihrer Untergruppen, Spezialisten- und Ad-hoc-Gruppen konzentrierten sich im vergangenen Jahr naturgemäß auf die Vorbereitung der Weltweiten Funkverwaltungskonferenz (WARC), die im Herbst 1979 in Genf stattfand. Nach der WARC war es die Aufgabe der Arbeitsgruppe, die Ergebnisse der Konferenz zu analysieren und die in den kommenden Jahren stattfindenden Planungskonferenzen auf europäischer Ebene vorzubereiten.

Über die **Ergebnisse der WARC '79** ist an anderer Stelle ausführlich berichtet worden [2, 3]. Außerdem soll im Sommer dieses Jahres ein Dokument der UER (SPB-Serie) erscheinen, in dem die Ergebnisse der WARC nochmals eingehend analysiert werden.

2.3.1. WARC-Folgekonferenzen

Aufgrund der Ergebnisse der WARC '79 werden in den kommenden Jahren folgende für den Rundfunk wichtige Konferenzen der Internationalen Fernmeldeunion (UIT) stattfinden:

- Planungskonferenz für den Kurzwellenbereich wahrscheinlich im Jahre 1984
- Planungskonferenz für den Hörrundfunk im UKW-Bereich (87,5 bis 108 MHz) in der Region 1 im Jahre 1983
- Planungskonferenz für die Aufwärtsverbindungen von Rundfunksatelliten in den Regionen 1 und 3 (Termin noch unbekannt).

Aufgrund der Tatsache, daß die von der Technischen Kommission der UER eingesetzte Ad-hoc-Arbeitsgruppe zur Vorbereitung der WARC '79 so außerordentlich erfolgreich tätig gewesen ist, wurde beschlossen, auch für die **Vorbereitung der Kurzwellenplanungskonferenz** eine spezielle Arbeitsgruppe einzusetzen. Sie hat den Status einer Spezialistengruppe (Bezeichnung R/HF) und soll von Frau Huet (TDF) geleitet werden, die bereits die Ad-hoc-Gruppe zur Vorbereitung der WARC '79 federführend betreute. Zur Behandlung von technischen Fragen im Zusammenhang mit der Kurzwellenplanungskonferenz (z. B. Systemcharakteristiken, Einseitenbandtechnik) wurde eine weitere Spezialistengruppe mit der Bezeichnung R1/HF ins Leben gerufen.

Die **Vorbereitung der UKW-Planungskonferenz** liegt in den Händen der Untergruppe R1 (Terrestrische Tonrundfunksysteme). Diese Untergruppe hat bereits eine Spezialistengruppe (Bezeichnung R1/FM) gebildet, die Unterlagen für die Frequenzplanung im Bereich 87,5 bis 108 MHz (z. B. das optimale Frequenzraster) erarbeiten soll.

2.3.2. Rundfunksatelliten

Weitere umfangreiche Aktivitäten der Arbeitsgruppe R liegen auf dem Gebiet der zukünftigen Rundfunksatelliten. Der Vertreter der ESA berichtete über das **L-SAT-Projekt**, das anstelle des bisherigen H-Sat-Projektes nunmehr von der ESA vorangetrieben wird. Die Satellitenplattform des L-SAT wird mehrere Experimentaleinrichtungen tragen, unter anderem zwei Transponder für den 12-GHz-Satellitenrundfunk. Einer dieser Transponder wird entsprechend den Festlegungen der Rundfunk-

satelliten-WARC 1977 im Kanal 24 Italien versorgen, da dieses Land die Finanzierung der Rundfunknutzlast des L-SAT übernommen hat. Für den zweiten Transponder war zunächst Kanal 28 vorgesehen, der entsprechend der WARC '77 ebenfalls Italien zugeteilt ist. Da beide Kanäle (24 und 28) in der oberen Hälfte des 12-GHz-Bereiches liegen und da wegen des deutsch-französischen Satellitenprojektes wahrscheinlich zunächst Empfänger für die untere Hälfte des 12-GHz-Bereiches vorhanden sein werden, wurde von der Technischen Kommission der UER vorgeschlagen, den einen Transponder einschließlich Antenne so auszulegen, daß wahlweise in Kanal 20 oder 28 gesendet wird. Auf diese Weise könnten sich sämtliche aktiven Mitglieder der UER an den L-SAT-Experimenten beteiligen. Die Kosten des L-SAT würden sich durch diesen Vorschlag allerdings erhöhen.

Mit dem Bau des L-SAT wird voraussichtlich Anfang 1981 begonnen, der Start ist für April 1984 geplant. Finanziell getragen wird das Projekt von den sieben europäischen Ländern Belgien, Dänemark, Großbritannien, Holland, Italien, Spanien und der Schweiz. Interesse haben auch Österreich und Kanada bekundet.

Für die weitere Zukunft denkt man bereits an Tonrundfunkversuche im 1-GHz-Bereich mit einer zweiten Generation des L-SAT (L-SAT-II). Besonders im Hinblick auf das deutsch-französische Satellitenprojekt (geplanter Start des Satelliten Ende 1983) und auf das Nord-sat-Projekt (präoperationeller Betrieb für 1986 geplant) muß die **Frage einheitlicher Tonübertragungsverfahren beim Satellitenrundfunk** und deren Kompatibilität zum terrestrischen Rundfunk baldmöglichst beantwortet werden. Bekanntlich ist geplant, mehrere Tonsignale entweder gemeinsam mit dem Fernsehsignal oder unabhängig von diesem in einem separaten Satellitenkanal zu übertragen.

So ist beim deutsch-französischen Satellitenprojekt vorgesehen, zusammen mit einem Fernsehsignal zwei Tonsignale auf frequenzmodulierten Unterträgern zu übertragen und in einem separaten Fernsehkanal mehrere hochwertige Stereotonsignale (mindestens 12) wahrscheinlich in digitaler Form auszustrahlen.

Mit diesen Systemfragen, vor allem aber mit den Fragen einer internationalen Normung soll sich eine Spezialistengruppe der UER vordringlich befassen, die den Namen V3/MUX trägt. Die Bezeichnung V3/MUX deutet an, daß diese Spezialistengruppe bei der Arbeitsgruppe V (Neue Systeme und Dienste) angesiedelt ist. Durch entsprechende personelle Zusammensetzung ist aber ein enger Kontakt zur Arbeitsgruppe R gewährleistet.

2.3.3. Weitere Aktivitäten

Von den vielen in der Arbeitsgruppe R außerdem behandelten Problemen sei noch eines genannt, und zwar die Frage der **Übertragung von Zusatzinformationen im Hörrundfunk**. Insgesamt gibt es inzwischen 5 verschiedene Verfahren, denen gemeinsam ist, daß sie für den UKW-Rundfunk gedacht sind, mit Unterträgern bei etwa 19 oder 57 kHz arbeiten und eine Datenrate von etwa 600 bit/s ermöglichen. Im Spätsommer 1980 sollen mit diesen Verfahren vergleichende Feldversuche in der Schweiz unternommen werden. Die Wünsche der Hörfunk-Programmkommission der UER an ein solches Informationsübertragungsverfahren sollen in einem Fragebogen erkundet werden.

2.4. Neue Systeme und Dienste (Arbeitsgruppe V)

Wie bereits eingangs erwähnt, nahmen im Rahmen der Aussprache über die Tätigkeit der Arbeitsgruppe V die Diskussionen über einen möglichst einheitlichen

Standard bei der **Digitalisierung von Videosignalen im Fernsehstudio** einen sehr breiten Raum ein.

Vor der Tagung der Technischen Kommission der UER hatte die Untergruppe V1 (Digitale Codierung von Bild und Ton) einen Vorschlag ausgearbeitet, der darauf basiert, die drei videofrequenten Komponenten eines Farbfernsehsignals, nämlich Y (Luminanz), B-Y und R-Y (Chrominanz) mit Frequenzen von 12 bzw. 4 MHz abzutasten und danach mit 8 Bit je Abtastwert linear zu codieren. Die Eigenschaften eines nach diesem Vorschlag arbeitenden Digitalsystems wurden der Technischen Kommission der UER in London eingehend demonstriert.

Vor der Sitzung der Technischen Kommission hatte es den Anschein, als würde dieses sogenannte 12:4:4-System von sämtlichen UER-Mitgliedern getragen. Dann aber wurde bekannt, daß in den USA eine von der SMPTE eingesetzte „Task Force“ sich neuerdings ebenfalls mit der Komponentencodierung von Farbfernsehsignalen befaßt. Zwar hatte man sich dort bisher ganz auf die geschlossene Codierung des NTSC-Signals konzentriert und deshalb noch keine konkreten Vorschläge für eine Digitalnorm mit Komponentencodierung ausgearbeitet, war aber der Meinung, daß im vorgeschlagenen 12:4:4-System insbesondere die Abtastrate von 4 MHz für die Chrominanzkomponenten zu niedrig und damit für die USA nicht annehmbar sei.

Mit dem Argument, daß es bei geeigneter Wahl der Abtastfrequenzen für Luminanz und Chrominanz möglich sein müßte, einen Digitalstandard zu finden, der auch für Nordamerika akzeptabel wäre, bemühten sich die USA, die Mitgliedsorganisationen der UER davon zu überzeugen, daß es wohl verfrüht sei, sich schon jetzt auf einen einheitlichen Digitalstandard in Europa zu einigen. Insbesondere schien das Schlagwort einer möglichen „Weltnorm“ große Überzeugungskraft zu haben, mit deren Hilfe zumindest im Bereich des Fernsehstudios die unterschiedlichen Systeme NTSC, SECAM und PAL überwunden werden könnten. Dabei wird jedoch häufig übersehen, daß trotz möglicher, annähernd gleicher digitaler Datenraten sich das NTSC-System vom SECAM- und PAL-Verfahren in der Zeilenzahl und in der Bildwechselfrequenz unterscheidet.

Aus diesem Grunde konnte sich die Technische Kommission der UER in London nicht entschließen, das 12:4:4-System als einheitlichen Digitalstandard für den Studiobereich in Europa bereits jetzt zu empfehlen. Man einigte sich vielmehr auf einen Kompromißvorschlag der britischen IBA. Danach soll in einem Beitrag der UER dem CCIR (Studienkommission 11) nahegelegt werden, in einer Empfehlung diejenigen Parameter eines zukünftigen, weitgehend kompatiblen Digitalstandards zu spezifizieren, über die bereits jetzt in Europa und den USA eine Einigung erzielt wurde.

Diese Parameter sind:

- Codierung: Die drei Komponenten eines Farbfernsehsignals (entweder R, G, B oder Y, B-Y, R-Y) werden getrennt codiert.
- Abtastmuster: Das Bild der Abtastimpulse (auf einem FS-Empfänger) ist statisch; also keine bewegten Strukturen. (Abtastfrequenzen ein Vielfaches der Zeilenfrequenz.)
- Lage der Abtastimpulse: Die Lage der Chrominanz-Abtastimpulse fällt zeitlich mit der Lage von Luminanz-Abtastimpulsen zusammen.
- Anzahl der Abtastwerte pro Zeile: Für sämtliche Fernsehsysteme soll die Anzahl der Abtastwerte pro Fernsehzeile kompatibel (am besten gleich) sein.

Zur Wahl der Abtastfrequenzen sollen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Das 12:4:4-System der UER soll in einem weiteren CCIR-Beitrag für die Studienkommission 11 beschrieben werden und ist zur Information über die Studien der UER sowie als Ergänzung für den bereits existierenden CCIR-Bericht 629-1 (Fernsehsysteme unter Verwendung digitaler Modulationstechniken) gedacht. Es wird in diesem CCIR-Beitrag jedoch zum Ausdruck gebracht, daß das 12:4:4-System als Basis für einen europäischen Standard dienen soll, falls eine weitergehende Einigung nicht erzielt werden kann.

Auch auf einem anderen Gebiet, nämlich dem der **Videotextsysteme**, ist es der UER bisher nicht gelungen, zu einem einheitlichen Standard zu gelangen. Nach wie vor stehen sich das britische Teletext- und das französische Antiope-Verfahren konkurrierend gegenüber, und es erscheint unrealistisch anzunehmen, man werde sich im europäischen Raum auf ein gemeinsames Verfahren einigen können.

Daher konzentriert die Untergruppe V2 (Datenübertragung im Rundfunk) ihre Bemühungen darauf, die beiden Systeme Teletext und Antiope so zu modifizieren, daß ihre Gemeinsamkeiten möglichst groß werden. Damit wäre die Möglichkeit gegeben, relativ einfache Empfänger (Decoder) zu entwickeln, die es gestatten, Signale beider Systeme zu verarbeiten. Bei einem gemeinsamen Treffen mit der Industrie, das im November 1980 in Lüttich stattfinden soll, will man versuchen, die Haupteigenschaften eines derartigen Decoders zu definieren.

3. Neuwahl des Vorstandes

Die in der Satzung der UER festgelegte zweijährige Amtsperiode des Vorstandes (des „Bureau“) der Technischen Kommission läuft Ende 1980 aus. Daher wurde in London der Vorstand neu gewählt. Wählbar und stimmberechtigt waren die aktiven UER-Mitgliedsorganisationen. Das sind gegenwärtig 35 Rundfunkorganisationen in 31 Ländern.

Aufgrund des Wahlergebnisses wird sich der Vorstand der Technischen Kommission der UER für die am 1. Januar 1981 beginnende Amtsperiode 1981/1982 wie folgt zusammensetzen:

Vorsitzender:

C. Terzani, RAI, Italien

Stellvertreter des Vorsitzenden:

H. Fix, ARD/ZDF, Bundesrepublik Deutschland

E. Gavilan, RTVE, Spanien

Mitglieder:

J. F. Arnaud, TDF, Frankreich

D. Erden, TRT, Türkei

M. Harbi, RTA, Algerien

K. Ilmonen, YLE, Finnland

P. Rainger, BBC, Großbritannien

H. R. Züst, SRG, Schweiz

4. Bemerkungen zum Umfang der Arbeiten in der Technischen Kommission

Es hat sich in London sehr deutlich gezeigt, daß die Aktivitäten der Technischen Kommission der UER und ihrer Arbeitsgruppen ein Ausmaß angenommen haben, das für den einzelnen kaum noch überschaubar ist. Das äußerte sich zum Beispiel darin, daß die Dokumente, die zur Sitzung der Technischen Kommission an die Teilnehmer verteilt wurden, einen Umfang von mehr als 800 Seiten hatten.

Aus diesem Grunde war es nicht möglich, im Rahmen dieses Berichtes einen auch nur annähernd vollständigen Überblick über die Arbeiten der Technischen Kommission der UER zu geben. Sollte der interessierte Leser sein Spezialgebiet in diesem Bericht vermissen, so wird auf das ausführliche Protokoll der Technischen Zentrale der UER verwiesen, das in Kürze erscheinen wird. Es trägt die Nummer Com. T. 357.

Man war sich in London darüber einig, daß es eine Aufgabe des Vorstandes der Technischen Kommission sein muß, nach Mitteln und Wegen zu suchen, den Arbeitsumfang der Kommission wieder auf ein erträgliches Maß zu reduzieren und damit auch die erforderlichen finanziellen Aufwendungen für die Arbeitsgruppen auf einem vertretbaren Niveau zu halten.

5. Nächste Jahrestagungen

Die portugiesischen Rundfunkorganisationen RDP und RTP haben die Technische Kommission der UER zu ihrer 33. Jahrestagung in der Zeit vom 6. bis 11. April

1981 nach Funchal auf die Insel Madeira eingeladen. Für die folgenden Jahre liegen Einladungen nach Irland und Dänemark vor.

SCHRIFTTUM

- [1] Fix, H.; Wolf, P.: Die 31. Jahrestagung der Technischen Kommission der UER, Berlin, 2. bis 6. April 1979. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 144 bis 147.
- [2] Eden, H; u. a.: Die Weltweite Funkverwaltungskonferenz (WARC), Genf 1979. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 37 bis 44.
- [3] Cheveau, L.; Kopitz, D.; Terzani, C.: Broadcasting and the World Administrative Radio Conference. EBU Rev. Tech. No. 179 (Februar 1980), S. 3 bis 13.
Berichte über Tagungen von Arbeitsgruppen der Technischen Kommission der UER findet man in den Rundfunktech. Mitt.:
23 (1979): S. 196 (R1), S. 198 (R3), S. 200 (R4).
24 (1980): S. 92 (R4), S. 93 (T7).

Herbert Fix, Peter Wolf
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 4. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R1 (TERRESTRISCHER HÖRRUNDFUNK)

GENF, 4. BIS 8. FEBRUAR 1980

Die Unterarbeitsgruppe R1 traf sich in der Zeit vom 4. bis 8. Februar 1980 in Genf zu ihrer vierten Tagung, an der 24 Fachleute aus 14 Ländern teilnahmen. Zur Vertiefung des Meinungsaustausches waren am 7. Februar auch Vertreter der Industrie eingeladen worden. Den Vorsitz der Unterarbeitsgruppe führte E. Schwarz von der Schweizerischen PTT.

Die Anzahl der eingereichten Dokumente lag mit 24 diesmal wesentlich unter der der letzten Tagung. Zu den wichtigsten Themen, die behandelt wurden, gehörten:

- Lang- und Mittelwellenrundfunk
- Kurzwellenrundfunk
- UKW-Rundfunk
- Übertragungssysteme für Zusatzinformationen
- Meinungsaustausch mit Vertretern der Industrie
- Weitere Aktivitäten.

1. Lang- und Mittelwellenrundfunk

Obwohl seit Inkrafttreten des Genfer Lang- und Mittelwellenplanes mehr als ein Jahr vergangen ist, gibt es immer noch einige Sender, die nicht in Übereinstimmung mit dem Plan betrieben werden. Besonders in Afrika ist die Umstellung einiger Sender auf die neue Frequenz noch nicht erfolgt. Sender der ARD sind davon jedoch nicht betroffen. Der spanische Sender Bilbao, der gegenüber dem Sender Rias Berlin noch mit 1 kHz Versatz arbeitete, ist offensichtlich auf die zugewiesene Frequenz umgestellt worden.

Im März dieses Jahres fand für die Region 2 (Amerika) eine Lang- und Mittelwellenkonferenz statt. Ein Beobachter der UER hat an dieser Planungskonferenz teilgenommen. Ob die Sendeleistung in Nordamerika weiterhin auf 50 kW begrenzt bleibt, erscheint zweifelhaft. Auch der Übergang auf ein 9-kHz-Raster (bisher 10 kHz) ist nicht wahrscheinlich. Mit größeren Störungen für Europa wird jedoch auch dann nicht gerechnet, wenn das 10-kHz-Raster beibehalten wird und die Sendeleistungen in gewissem Umfang erhöht werden.

2. Kurzwellenrundfunk

Die angestrebten Erweiterungen für den Kurzwellenbereich blieben auf der WARC 1979 weit hinter den Erwartungen zurück. Dies gilt insbesondere für den Bereich unter 6 MHz. Die Einführung der Einseitenbandtechnik scheint daher auf längere Sicht unumgänglich zu sein. Wenn auch, wie auf der WARC beschlossen, die Kurzwellenplanungskonferenz nur auf der Basis von Zweiseitenbandaussendungen durchgeführt wird, so wird doch eine spätere Einführung der SSB-Technik von Anfang an mit berücksichtigt werden müssen. Dazu müssen die Planungsparameter so festgelegt werden, daß sie die spätere Umstellung auf SSB-Technik nicht erschweren. Von der Untergruppe R1 wurde daher ermittelt, welche Untersuchungen zur Festlegung der Planungsparameter noch durchgeführt werden müssen. Dazu gehören im wesentlichen die folgenden Punkte:

- Kanalraster für DSB, SSB
- Schutzabstände für DSB, SSB
- Ausgesendete Bandbreite
- Erforderliche Sendeleistung für SSB (Versorgung wie bei DSB)

- Trägerreduzierung
- Antennencharakteristik
- Empfängereigenschaften
- Finanzielle Aspekte.

3. UKW-Rundfunk

Der Termin für die UKW-Planungskonferenz (Region 1) wurde auf der WARC für 1983 festgelegt. Im Hinblick auf diese Konferenz kommt dem künftigen Kanalraster besondere Bedeutung zu. Im Stockholmer Abkommen von 1961 waren für Westeuropa Sendefrequenzen festgelegt worden, die einem Kanalraster von 100 kHz entsprechen. Diese Festlegung wurde ohne Berücksichtigung der damals noch nicht existierenden, inzwischen aber in vielen Staaten eingeführten Stereophonie getroffen. Zur Klärung der Rasterfrage und zur Vorbereitung der Planungskonferenz war die Spezialistengruppe R1/FM unter dem Vorsitz von F. Angeli (RAI) gegründet worden. Aufgrund der Vorarbeit, die diese Gruppe auf ihrem ersten Treffen in Turin geleistet hatte, war es der Untergruppe R1 möglich, hinsichtlich des Kanalrasters einen CCIR-Beitrag zu entwerfen. Da das Optimum für monofone Versorgung zwischen 75 und 100 kHz, das für stereofone Versorgung zwischen 100 und 125 kHz liegt, entschied man sich unter Beachtung weiterer Randbedingungen, das bisherige Kanalraster beizubehalten. Neuere Untersuchungen (IRT) bestätigten, daß ein 100-kHz-Raster auch im Hinblick auf bisher bekannte Systeme zur Übertragung von Zusatzinformationen günstiger ist als ein 125-kHz-Raster.

4. Übertragungssysteme für Zusatzinformationen

Innerhalb der UER sind derzeit fünf Systeme zur Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Rundfunk bekannt. Alle fünf Verfahren nutzen dazu die Frequenzbereiche um 19 oder 57 kHz aus. Zwei dieser Systeme, das holländische SPI- und das schwedische PI-Verfahren, haben das Entwicklungsstadium schon hinter sich gebracht. Das schwedische PI-Verfahren ist seit Ende 1978 als Personenrufsystem (Ersatz für Eurofunk) in Schweden eingeführt. Für Untersuchungen im IRT wurde das PI-Signal im 1. Programm von November 1979 bis März 1980 in der Südkette des Bayerischen Rundfunks abgestrahlt. Das SPI-Signal wird seit Ende 1977 von allen holländischen UKW-Sendern mit ausgesendet. Ein verbesserter SPI-Decoder wurde während der Tagung vorgestellt. Die Überlegenheit des neuen Decoders in Gegenwart von Reflexionen (Mehrwegeausbreitung), verglichen mit dem Vorgänger, war beeindruckend.

Während von französischer Seite (TDF) auf der letzten Tagung noch ein System mit einem 57-kHz-Hilfsträger bevorzugt wurde, war zwischenzeitlich festgestellt worden, daß ein Hilfsträger von 58,3 kHz zu den geringsten Störungen im Hauptprogramm führt. Aus den vorgespielten Bandaufnahmen ließ sich die Überlegenheit dieses Systems weniger deutlich ableiten.

Die Untergruppe V2 hat die Aufgabe, bei der Untersuchung der verschiedenen Möglichkeiten zur Übertragung von Daten im Hörrundfunk mitzuwirken und weitgehend einen einheitlichen Standard zu erarbeiten. Um bei der Lösung der Probleme doppelte Arbeit zu vermeiden, war der Vorsitzende dieser Untergruppe, M. Comi-

netti (RAI), zur Diskussion dieses Tagesordnungspunktes eingeladen worden. Im Hinblick auf die fortgeschrittene Entwicklung dieser Systeme wurde Übereinstimmung erzielt, die Lösung der Übertragungstechnischen Probleme der Untergruppe R1 zu überlassen. Die Untergruppe V2 wird sich dagegen mehr mit Fragen der Codierung, der Codesicherung sowie der Organisation des Datenstromes zu befassen haben.

Um hinsichtlich der verschiedenen Übertragungssysteme zu objektiven Versuchsergebnissen zu kommen, sollen in der zweiten Hälfte dieses Jahres in der Schweiz Feldversuche mit einigen Systemen durchgeführt werden. Zur Vorbereitung dieser Feldversuche wurde eine Ad-hoc-Gruppe (R1-DAT) gebildet.

5. Meinungsaustausch mit Vertretern der Industrie

Von einem Gespräch mit Vertretern der Industrie erhoffte man einen günstigen Einfluß auf die weitere Entwicklung im Bereich des Hörrundfunks durch Koordinierung beiderseitiger Interessen. Insbesondere bestand die Absicht, Wege zu ermitteln, auf denen neuartige Sender- und Empfängertechnologien kostengünstig eingeführt werden können. Das Ergebnis dieser Zusammenkunft blieb jedoch hinter den Erwartungen zurück. Beeindruckend war dagegen ein Einführungsvortrag von R. C. V. Macario (Universität Swansea, G. B.) über neue SSB-Empfängerkonzepte. Zu der Frage der Kosten, die die Einführung der SSB-Technik auf der Empfangsseite mit sich bringen müßte, gab lediglich der Vertreter der japanischen Industrie seine Vorstellung bekannt. Mit 90 Dollar erschienen diese Mehrkosten aber fast allen Mitgliedern der Unterarbeitsgruppe zu hoch angesetzt.

6. Weitere Aktivitäten

Für den Verkehrsfunkatlas der UER ist eine Neuauflage vorgesehen, sie soll Anfang 1981 erscheinen. Der Atlas wird dann mehr als die doppelte Seitenzahl haben und bei einer Auflage von 20 000 Exemplaren etwa 8 DM kosten.

In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, daß der Verkehrsfunkatlas nach der für 1983 angesetzten Planungskonferenz für den VHF-Bereich überholt sein wird. Es wurde deshalb die Frage aufgeworfen, ob es nicht sinnvoll sei, mit der Herausgabe des überarbeiteten Werkes noch bis 1983 zu warten. Die überwiegende Mehrzahl vertrat dazu die Auffassung, daß mit einem Inkrafttreten des neuen UKW-Planes kaum vor 1985 zu rechnen sei. Ein Zeitraum von 5 Jahren sei dagegen durchaus eine akzeptable Lebensdauer für einen Radio-Atlas.

Bezüglich der Modulationsaufbereitung im AM- und FM-Tonrundfunk war von der UER ein Fragebogen an sämtliche Mitglieder verschickt worden. Die Antworten dazu wurden von der Technischen Zentrale zusammengefaßt und der Untergruppe vorgelegt. Die Auswertung zu einem neuen Technischen Dokument war jedoch in der Kürze der Zeit nicht möglich. Dies soll bis zur nächsten Tagung in Zusammenarbeit mit dem IRT geschehen.

Um die anstehenden Probleme besser und ausführlicher behandeln zu können, wird die Unterarbeitsgruppe in diesem Jahr noch einmal zusammentreffen. Die nächste Tagung wird daher vom 3. bis 7. November dieses Jahres voraussichtlich in Brüssel oder Genf stattfinden.

Gerd Petke
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 4. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R3 (SATELLITEN-RUNDFUNKSYSTEME)

MARSEILLE, 4. BIS 6. MÄRZ 1980

An der Tagung nahmen 23 Vertreter aus 16 Rundfunkorganisationen und 2 Fernmeldeverwaltungen sowie 3 Experten der ESA (European Space Agency) und 2 Vertreter der Technischen Zentrale der UER teil. Den Vorsitz führte G. J. Phillips (BBC).

Die Tagesordnung enthielt unter anderem folgende besonders wichtige Punkte:

- Tonübertragungsverfahren
- Probleme der Aufwärtsverbindungen für Rundfunksatelliten
- UHF-Tonrundfunk
- Experimentalsatelliten
- Beiträge zur CCIR-Zwischentagung.

1. Tonübertragungsverfahren

Eine große Zahl von Dokumenten befaßte sich mit den Möglichkeiten, mehrere hochwertige Tonsignale entweder gemeinsam mit dem Fernsehsignal oder unabhängig von diesem in einem separaten Satellitenkanal zu übertragen. In einer Studie der Nordsat-Gruppe ist eine Reihe von denkbaren Verfahren aufgeführt und den sehr weitgehenden Anforderungen dieser Gruppe gegenübergestellt worden. Zwei sehr komplexe Verfahren wurden in die engere Wahl gezogen und werden weiter untersucht. Bei dem einen Verfahren handelt es sich um eine Kombination aus der Übertragung digitaler Signale in der horizontalen Austastlücke und der Übertragung eines PCM-Multiplexsignals mittels Unterträger. Beim zweiten Verfahren wird der hochfrequente Träger während der horizontalen Austastzeit durch ein digitales Tonmultiplexsignal phasen- oder frequenzmoduliert und während der aktiven Zeilendauer durch ein analoges Bildsignal frequenzmoduliert.

Demgegenüber ist beim deutsch-französischen Satellitenprojekt die Übertragung von 2 Tonsignalen auf frequenzmodulierten Unterträgern vorgesehen. Weitere hochwertige Tonsignale können, wahrscheinlich mit digitalen Verfahren, in einem separaten Kanal übertragen werden.

Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren wurden diskutiert. Probleme der Kompatibilität mit bestehenden Empfängern und die Anwendbarkeit im terrestrischen Fernsehen wurden ausführlich besprochen. Bei Mitsendung digitaler Signale im Videosignal ergeben sich bei SECAM besondere Probleme. Digital modulierte Unterträger können speziell bei relativ hohen Frequenzlagen unter Umständen zu erhöhten Nachbarkanalstörungen führen.

Das Gebiet der neuen Tonübertragungsverfahren soll gesondert durch die jetzt eingesetzte Spezialistengruppe V3-MUX bearbeitet werden. Die Aufgabenstellung dieser Gruppe wurde leicht überarbeitet. Die Untergruppe R3 wird darin durch ihren Vorsitzenden vertreten sein.

2. Probleme der Aufwärtsverbindungen für Rundfunksatelliten

Die WARC 1979 hat den Aufwärtsverbindungen für den Satellitenrundfunk drei verschiedene Frequenzbereiche zugewiesen. In Westeuropa hat sich die CEPT generell für die Nutzung des Bereiches 17,3 bis 18,1 GHz ausgesprochen. Hier treten Interferenzprobleme vor allem für

die Satellitenposition 19° W auf. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich durch die ebenfalls vorhandenen Zuweisungen für Radaranwendungen in der unteren und für Feste Funkdienste und Feste Satellitenfunkdienste in der oberen Bandhälfte. Innerhalb der CEPT wird sich die Gruppe R26 auf ihrer Sitzung im Juni mit diesem Problem befassen.

Über viele der in die Planung der Aufwärtsverbindungen eingehenden Parameter bestehen zur Zeit noch unterschiedliche Auffassungen. Neue Planungsrechnungen, die deren Einfluß auf die Interferenzsituation aufzeigen, müssen noch vorgenommen werden. J. F. Arnaud (TDF) wurde gebeten, die Studien auf diesem Gebiet zu koordinieren, ohne daß zunächst formell eine Gruppe eingesetzt wurde. Eine solche Gruppe wird wahrscheinlich während der Arbeiten in der R3 zur Vorbereitung auf die UIT-Konferenz zur Planung der Aufwärtsverbindungen notwendig werden.

3. UHF-Tonrundfunk

Obwohl die WARC 1979 kein Frequenzband für einen solchen Dienst zugewiesen hat und innerhalb der UER auch eine Einigung über eventuell zu nutzende UHF-Kanäle wenig aussichtsreich erscheint, ist die ESA weiterhin an Tonrundfunksatelliten interessiert und bereitet einen neuen CCIR-Beitrag hierzu vor. Nach Ansicht der ESA wird es möglich sein, Empfangsantennen bei 1,5 GHz mit einem Gewinn von 3 dB zu verwenden und dadurch auf entsprechend geringere Sendeleistungen zu kommen.

Die Entschließung CM der WARC 1979 fordert die nächste, sich mit Weltraumfunkdiensten befassende UIT-Konferenz auf, die Frequenzzuteilung an den Satelliten-tonrundfunk erneut zu betrachten. Da bislang nicht klar ist, auf welche der verschiedenen künftigen Konferenzen diese Entschließung zutrifft, ist anzustreben, daß dieser Punkt auf die Tagesordnung der nächsten geeigneten Konferenz gesetzt wird und daß Vorschläge zur Zuteilung von einigen Verwaltungen eingebracht werden.

4. Experimentalsatelliten

Anhand von mehreren Dokumenten wurde über das L-Sat-Projekt der ESA berichtet. Der Satellitenkörper wird mehrere Experimentaleinrichtungen tragen. Dazu zählen zwei Transponder für den 12-GHz-Satellitenrundfunk. Einer davon wird mit Kanal 24 über eine WARC-konforme Antenne Italien versorgen, das die Finanzierung der Rundfunknutzlast trägt. Der zweite Transponder ist mit einer Sendeantenne mit kreisförmigem Strahlquerschnitt verbunden. Beide Antennen sind unabhängig voneinander ausrichtbar, so daß insgesamt zumindest für Gemeinschaftsempfang eine nahezu europäische Bedeckung erreicht werden kann. Es ist jedoch damit zu rechnen, daß die Ausstrahlung im Kanal 24 im allgemeinen auf Italien gerichtet bleibt. Für den zweiten Transponder ist zunächst der Kanal 28 vorgesehen. Beide Kanäle sind laut WARC 1977 Italien zugeteilt. Da beide Kanäle in der oberen Hälfte des 12-GHz-Bereiches liegen und aus Gründen der Empfängertechnik vielfach der Wunsch nach Nutzung eines Kanals im unteren Teilbereich geäußert wurde, wird noch die Möglichkeit betrachtet, anstatt des Kanals 28 den Kanal 20 zu verwenden. Auch die Frage nach der wahlweisen Verwendung beider Polarisationsrichtungen wurde erörtert. Derartige

Änderungen am Satellitenkonzept würden zusätzliche Kosten bedeuten, und von den Vertretern der ESA wurde die Möglichkeit einer Kostenbeteiligung interessierter Organisationen angesprochen. Diese Frage soll auf der nächsten Sitzung der Technischen Kommission der UER erörtert werden.

Ein Fragebogen der UER an die Mitgliedsorganisationen nach deren Interesse an Experimenten über L-Sat ist noch nicht von allen beantwortet worden.

Zum Stand des Nordsat-Projektes wurde mitgeteilt, daß die erarbeiteten Berichte zur Zeit verteilt werden. Eine englische Fassung wird auch der R3 zugänglich gemacht werden. Nach einer Auswertung aller Reaktionen und einer Diskussion darüber wird der Nordische Rat im Februar 1981 neue Richtlinien erstellen. Ein präoperativer Betrieb des Systems wird frühestens 1986 möglich.

Über das deutsch-französische Satellitenprojekt wurde ebenfalls berichtet.

5. Beiträge zur CCIR-Zwischentagung

Beiträge zu folgenden Themen wurden diskutiert und nach einigen Modifikationen von der Untergruppe angenommen:

- Ein neues Studienprogramm mit dem Ziel, die Ausstrahlung von mehreren Tonsignalen in einem terrestrischen oder Satellitenfernsehsenderkanal zu standardisieren.
- Modulationsverfahren für Begleittonsignale zum Fernsehbild im Satellitenrundfunk.
- Eigenschaften von Empfangsanlagen für den 12-GHz-Satellitenrundfunk.
- Der Einfluß der kopolaren und kontrapolaren Strahlungsdiagramme der Satellitenempfangsantenne auf

die Interferenz zwischen den Aufwärtsverbindungen zu Rundfunksatelliten.

- Satellitentonrundfunk mit Koffer- und Autoempfängern.
- Der Schutz des terrestrischen Rundfunks im Band 620 bis 790 MHz gegen Satellitensendungen.

Ein außerdem vorgesehener Beitrag über die Ergebnisse von Planungsrechnungen für Aufwärtsstrecken zu Rundfunksatelliten wurde nach eingehender Diskussion zunächst zurückgestellt, da einige der den Rechnungen zugrundeliegenden Voraussetzungen nach neueren Erkenntnissen und nach den Ergebnissen der WARC 1979 nicht mehr zutreffend waren. Ein neuer Beitrag soll nach weiteren Rechnungen aufgrund anderer Voraussetzungen bis zur CCIR-Schlußtagung 1981 erstellt werden.

6. Sonstiges

Der Vorsitzende der Spezialistengruppe R3-OTS, Pham Tat (TDF), berichtete kurz über die OTS-Versuche, die im wesentlichen abgeschlossen sind. Die Untergruppe sprach sich für die Zusammenstellung aller Ergebnisse zu einem Schlußbericht aus.

Die bisher kaum aktive Spezialistengruppe R3-H-SAT wurde in R3-Test umbenannt und erhielt die Aufgabe, sich künftig mit allen zur Verfügung stehenden Experimentalsatelliten zu befassen. Den Vorsitz dieser Gruppe wird weiterhin J. F. Arnaud (TDF) führen.

Die nächste Sitzung der R3 wird voraussichtlich etwa im März 1981 auf Einladung der RAI in Italien stattfinden.

Rolf Süverkrübbe
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

	Termine		
22. 8. - 28. 8. 1980 Düsseldorf	hifi 80 Internationale Ausstellung mit Festival	20. 9. - 23. 9. 1980 Brighton	IBC 80 8th International Broadcasting Convention
29. 8. - 7. 9. 1980 Amsterdam	Firato 80 Internationale Funkausstellung	30. 9. - 3. 10. 1980 Stuttgart	NTG-Fachtagung Text- und Bild- kommunikation
4. 9. - 8. 9. 1980 Mailand	Salone Internazionale della Musica e High Fidelity	2. 10. - 4. 10. 1980 Berlin	NTG-Fachtagung Meßtechnik in der optischen Nachrichtentechnik
8. 9. - 12. 9. 1980 Warschau	10th European Microwave Conference (EuMC)	6. 10. - 10. 10. 1980 Berlin	8. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)
12. 9. - 18. 9. 1980 Köln	photokina	6. 11. - 12. 11. 1980 München	electronica

BUCHBESPRECHUNGEN

The History of Broadcasting in the United Kingdom, Vol. IV: Sound & Vision. Von Asa Briggs. 1082 Seiten, 69 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 22 cm x 14 cm, Leineneinband, Oxford University Press, Oxford, New York, Melbourne 1979, Preis £ 25.00, ISBN 0-19-212967-8.

Das nur in englischer Sprache erschienene Buch ist der 4. Band einer Reihe über die Geschichte des Rundfunks in Großbritannien. Der Autor behandelt in diesem Band die Zeit von 1945 bis 1955, eine Zeit, die man als kritische Jahre für den britischen Rundfunk bezeichnen kann. Neben der Einführung des Fernsehens durch die BBC im Jahre 1946 gehört zu diesem Jahrzehnt auch die Beendigung des Rundfunkmonopols für die BBC (1954).

Das Buch ist eine sehr ausführliche Studie und enthält eine Fülle bisher unveröffentlichter Dokumente, von denen viele aus dem umfangreichen BBC-Archiv stammen. Es wird sehr ausführlich dargelegt, wie sich in Großbritannien wirtschaftliche und politische Interessengruppen bildeten, die das neue Medium Fernsehen nicht der BBC allein überlassen wollten. Das Buch endet mit der Einführung der ersten kommerziellen Fernsehanstalt ITA im Jahre 1955.

Wenn man liest, daß es einigen Monopolgegnern nicht um das Programm, sondern um Macht und finanziellen Gewinn ging, so glaubt man Parallelen zum Versuch gewisser einflußreicher Gruppen in der Bundesrepublik Deutschland zu erkennen, auch bei uns das Rundfunkmonopol aufzuheben.

Rolf Hengstler

Taschenbuch Elektrotechnik, Band 3: Bauelemente und Bausteine der Informationstechnik. Hrsg. Eugen Philipow. 951 Seiten, 1184 Bilder, 214 Tafeln, Format 22 cm x 14,7 cm, Kunststoffeinband, Carl Hanser Verlag, München-Wien 1978, Preis 58,- DM, nur 48,- DM bei Subskription auf das gesamte Werk (6 Bände), ISBN 3-446-12310-5.

Das „Taschenbuch der Elektrotechnik“, eine Lizenzausgabe des VEB Verlags Technik, Berlin, erscheint nach und nach für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland beim Carl Hanser Verlag, und zwar in völlig neuer, auf 6 Bände konzipierter Form. **Band 1** (Allgemeine Grundlagen) und **Band 2** (Grundlagen der Informationstechnik) sind bereits in den RTM 2/77 und 2/79 besprochen worden. Inzwischen ist auch **Band 3** ausgeliefert.

Der Name „Taschenbuch“ sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich bei dieser Reihe um ein breit angelegtes Handbuch handelt, das nach Art und Umfang in der deutschen Fachliteratur über Elektrotechnik wohl einmalig ist.

Der vorliegende Band gliedert sich in vier Hauptabschnitte. Der erste Hauptabschnitt behandelt Fertigungstechnologien für Bauelemente und Geräte. Hier werden Gestaltung elektronischer Geräte, Technologie elektronischer Funktionseinheiten, Vakuumtechnik, Dünnschichttechnologie und Festkörpertechnologie dargelegt. Der zweite Hauptabschnitt beschreibt Bausteine der Informationstechnik. Neben passiven, vakuumelektronischen und Halbleiterbauelementen sind neuere Technologien aufgenommen worden, wie integrierte Schaltungen, Optoelektronik und Supraleitung. Zu „Bausteinen“ zählen hier auch Leitungen und Antennen, eine Einteilung die durchaus logisch und konsequent ist. Der dritte Hauptabschnitt

befaßt sich mit Elementarbauteilen der Informationstechnik. Hier werden Elemente der Nieder-, Hochfrequenz- und Digitaltechnik aufgezeigt. Dazu gehören Verstärker, Generatoren, Modulations- und Mischeinrichtungen, Frequenz- und Schallwandler, Filter, elektroakustische Speicher sowie Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler. Nach diesen drei Hauptabschnitten findet der Leser jeweils Literaturangaben für weitergehende Studien. Reichhaltige Zitate erleichtern das Auffinden einschlägiger Quellen. Der vierte Hauptabschnitt schließt den Band mit einem ausführlichen Sachwörterverzeichnis.

Wie schon die ersten zwei Bände kann auch der vorliegende Band 3 vom „Taschenbuch Elektrotechnik“ dem theoretischen und in der Praxis stehenden Elektroingenieur sowie dem Studenten empfohlen werden.

Martin Dahme

Handbuch der Tonstudioteknik. Hrsg.: Schule für Rundfunktechnik, Nürnberg. 2., verbesserte Auflage, 861 Seiten, mehr als 600 Bilder und Tabellen, Format 24,5 cm x 17 cm, Leineneinband, Verlag Dokumentation Saur KG, München 1978, Preis 48,- DM, ISBN 3-7940-7065-8.

Der Schule für Rundfunktechnik gebührt Dank dafür, daß sie sich einer so schwierigen Aufgabe wie der Herausgabe des Handbuchs der Tonstudioteknik gestellt hat. Man kann ihr bestätigen, daß sie diese Aufgabe hervorragend gelöst hat. Sie ist mit diesem Handbuch einem ganz dringenden Bedürfnis nachgekommen, denn im gesamten deutschen Sprachraum wird nichts vergleichbares angeboten. Zum ersten Mal gibt es jetzt ein Standardwerk, in dem diese Technik in ihrer ganzen Komplexität behandelt wird. Elektrische Schallübertragung, Tonaufnahmetechnik, Schallspeicherung, Tonstudiobetriebstechnik, Synchrontechnik, Tonschaltungstechnik und Tonmeßtechnik sind die Themen, über die man sich in diesem Werk umfassend unterrichten kann, dazu kommen noch Kapitel über allgemeine Akustik und Raumakustik, über Schallerzeugung und Schallwahrnehmung, sogar ein Kapitel mit den Grundlagen der Fernsehtechnik, wobei man allerdings den Bezug zum Titel des Buches nicht mehr finden kann. Das Ganze ist von Praktikern der Rundfunkanstalten geschrieben, von Mitarbeitern des Instituts für Rundfunktechnik und der Schule für Rundfunktechnik. Hier finden sich keine Allgemeinplätze, sondern betriebsnahe Beschreibungen, Definitionen und Hinweise. Dieser Band will kein Lehrbuch sein, sondern ein Nachschlagewerk, gleich interessant für den erfahrenen Studiotekniker wie für den Anfänger in diesem Metier, für den Planer wie für den Geräteentwickler.

Zu den einzelnen Themen werden sowohl grundlegende Begriffsbestimmungen gegeben und die physikalischen Zusammenhänge erläutert als auch, sehr detailliert, konkrete Firmenprodukte besprochen, ihre Funktion und ihre Einsatzweise. Jeder einzelne Abschnitt wird abgeschlossen durch ein ausführliches Verzeichnis relevanter DIN-Normen, Technischer Pflichtenhefte des Rundfunks und anderer Richtlinien sowie durch eine umfangreiche Literaturzusammenstellung.

Bei der heutigen sehr schnellen Fortentwicklung der Technik ist mit der detaillierten Darstellung momentan eingesetzter Betriebsgeräte und der jetzigen Betriebstechnik natürlich auch die Gefahr verbunden, an Aktu-

alität zu verlieren, um so mehr, als die Anfänge der Arbeiten an diesem Buch bis in das Jahr 1973 zurückreichen. Zwar ist ein großer Teil der angesammelten Fakten von länger andauernder oder gar ständiger Gültigkeit, aber es wäre doch wünschenswert, von Zeit zu Zeit eine Neuauflage dieses Werkes mit jeweils aktualisiertem Stand zu erarbeiten. Dabei könnten auch die noch vorhandenen kleinen Fehler ausgemerzt werden, die man bei intensiver Arbeit mit diesem Buch hie und da noch entdeckt, die allerdings, das sei nochmals betont, den sehr guten Gesamteindruck überhaupt nicht beeinträchtigen.

Die hier besprochene 2. Auflage stellt der 1. Auflage gegenüber schon einen Fortschritt dar, denn aus der anfänglichen Loseblattsammlung, die nur Mitarbeitern der Rundfunkanstalten zugänglich war, ist jetzt ein handliches Buch geworden, das allen Interessenten zugänglich ist, auch denen, die sich außerhalb des Rundfunkbetriebes mit Tonstudioteknik befassen.

Horst Jakobowski

Halbleiterelektronik, Lehrbuch. Von A. Möschwitzter und K. Lunze. 4., bearb. Auflage, 576 Seiten, zahlr. Bilder, Format 24,5 cm x 17,5 cm, gebunden, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1980, Preis 62,80 DM, ISBN 3-7785-0608-0.

Das vorliegende Buch ist Bestandteil des umfangreichen Lehrwerks „Halbleiterelektronik“, aus dem die Bände „Wissensspeicher“ und „Arbeitsbuch“ bereits in früheren Nummern der RTM rezensiert wurden.

Ohne Halbleiterbauelemente ist die Realisierung informationsverarbeitender Systeme schlechthin undenkbar geworden. Die Tatsache, daß integrierte Schaltkreise der Analog- und Digitaltechnik in immer stärkerem Maße Verbreitung finden, darf nicht zu der Annahme führen, daß der Anwender sich über die innere Funktionsweise dieser „black boxes“ keine Gedanken mehr zu machen braucht. Erstens existieren nach wie vor genügend Anwendungen für diskrete Halbleiterbauelemente und zweitens gehört es zum Handwerkszeug des Elektroingenieurs, das Verhalten auch komplexerer Schaltungen in solchen Fällen analysieren zu können, wo die Datenblätter der Hersteller keine Informationen mehr liefern.

Das vorliegende Lehrbuch erscheint in der vierten Auflage und wendet sich an Studierende, Hersteller und Anwender diskreter und integrierter elektronischer Halbleiterbauelemente. Es enthält 6 Kapitel und ist im Stoffumfang so bemessen, daß es den vermittelten Lehrinhalt für etwa 2 Studienjahre umfaßt.

Im ersten Kapitel werden die Stromflußmechanismen in Halbleiterbauelementen behandelt, wobei einerseits die neuesten Erkenntnisse Berücksichtigung finden, andererseits aber kurioserweise auch noch alte Längeneinheiten wie das Angström zu finden sind. Dem in der Halbleitertechnik äußerst wichtigen PN-Übergang ist das nächste Kapitel gewidmet. Neben der Beschreibung des Verhaltens der Ladungsträger in der Sperrschicht werden die Strom-Spannungskennlinien, das dynamische und das thermische Verhalten sowie die wichtigsten technischen Anwendungsformen beschrieben.

Thema des dritten Kapitels ist der Bipolartransistor in den verschiedenen technischen Varianten, sein Funktionsprinzip, die Strom-Spannungskennlinien, Ersatzschaltungen, die Kleinsignal- und Großsignalparameter, das thermische Verhalten und das Rauschen. Ähnlich gegliedert ist der folgende Abschnitt über den Feldeffekttransistor, hier durchweg als MISFET bezeichnet, aus der angelsächsischen Literatur bei uns besser als MOSFET eingeführt. Die Eindeutschung der Begriffe Source (Quelle Q), Drain (Senke S) und Drain (Tor T) und der

damit verbundenen Parameter fordert vom Leser ein gewisses Umdenken.

Das nächste Kapitel bringt die Grundlagen der integrierten Schaltungen mit den Stichworten: Technologien, Dimensionierung von Widerständen, Kapazitäten, Bipolar- und MISFET-Transistoren, Entwurfsprinzipien integrierter Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik sowie die Large-Scale-Integration (LSI). Im letzten Kapitel werden spezielle Bauelemente der Leistungselektronik (Thyristoren, Gleichrichter, Transistoren), der Mikrowellentechnik (Tunneldiode, Varaktordiode, Schottkydiode, Bipolar- und Feldeffekttransistoren, Gunndiode u. a.) und der Optoelektronik behandelt.

Das umfangreiche Stoffgebiet ist didaktisch sehr gut aufbereitet, eine Reihe von Schemata und Übersichten erleichtert dem Leser die Orientierung und gibt ihm einen roten Faden. Das Werk ist sowohl als Lehrbuch als auch zum Selbststudium sehr gut geeignet und sei Studierenden sowie Entwicklern und Forschern gleichermaßen zur Anschaffung empfohlen.

Bodo Morgenstern

Signalübertragung. Einführung in die Theorie der Nachrichtentechnik. Von H. D. Lüke. 2., überarb. u. erw. Auflage, 241 Seiten, 184 Bilder, 3 Tabellen, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1979, Preis 39,- DM, ISBN 3-540-09437-7.

Das Lehrbuch wendet sich an Studierende der Nachrichtentechnik sowie an den in der Praxis stehenden Ingenieur. Es macht den Leser mit den wichtigsten theoretischen Methoden zur Lösung von Problemen vertraut, die bei der Übertragung von Signalen über störbehaftete Systeme auftreten. Vorausgesetzt werden fundierte mathematische Fähigkeiten und Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik.

Leitfaden des Werkes ist die Frage: Wie verhält sich ein Signal bei der Übertragung durch ein System? Da Signale ihrer Natur nach zeitvariabel sind, bietet es sich an, die Methoden der Nachrichtentechnik – soweit möglich – anhand einfacher Beispiele aus dem Zeitbereich heraus aufzubauen und sie dadurch besonders anschaulich zu machen.

Einführend werden die Begriffe Signal und System erläutert. Es wird gezeigt, daß sich die Signalübertragung über lineare, zeitinvariante (LTI-) Systeme mit dem Faltungintegral berechnen läßt. Der Diracstoß wird als Mittel zur Bestimmung der Eigenschaften von LTI-Systemen eingeführt, und für den Umgang mit Faltungintegralen wird eine spezielle Algebra angegeben.

Thema eines weiteren Kapitels ist die Fourier-Transformation. Nach der Definition des Fourier-Integrals werden die Vorteile bei der Behandlung nachrichtentechnischer Systeme im Frequenzbereich aufgezeigt und an einigen besonders anschaulichen Beispielen verdeutlicht. Das für quantisierte Nachrichtenübertragungen fundamentale Abtasttheorem wird im nächsten Kapitel erläutert und auf die Abtastung im Zeit- und im Frequenzbereich angewendet.

Für die Statistische Signalbeschreibung sind Korrelationsverfahren besonders wichtig. Ihnen ist ein weiteres Kapitel gewidmet, auf dem die Statistische Signalbeschreibung dann aufbaut. Als typische, idealisierte LTI-Systeme werden das verzerrungsfreie System, der Tiefpaß und der Bandpaß im Zeit- und im Frequenzbereich diskutiert. Je ein Kapitel über die Grundlagen der digitalen und der analogen Modulationsverfahren runden das Werk ab.

Jedes der insgesamt 8 Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung und einer Sammlung von Aufgaben, an

hand derer der Leser seinen Lernerfolg kontrollieren kann. Ein zusätzliches Kapitel mit vollständig gelösten Aufgaben deckt noch einmal das Spektrum einiger typischer Anwendungen ab.

Der Autor hat es verstanden, den anspruchsvollen Stoff in moderner, didaktisch geschickter Form darzustellen. Das Buch ist deshalb jedem, der sich mit Signalübertragungsverfahren befaßt, sehr zu empfehlen.

Bodo Morgenstern

Videorecorder-Technik. Grundlagen, Schaltungstechnik und Service. Von Friedrich Manz. 200 Seiten, 147 Bilder, Format 24 cm x 16 cm, gebunden, Vogel-Verlag, Würzburg 1979, Preis 28,- DM, ISBN 3-8023-0621-X.

Die Technik der Videorecorder wird in diesem Buch in drei grundsätzlichen Abschnitten behandelt, die – wie es im Vorwort heißt – dem Interessenten das Verständnis der komplexen Vorgänge erleichtern sollen und die auch den Praktiker profitieren lassen. Alle Beispiele beziehen sich auf die Systeme BETAMAX, VCR/SVR und VHS. Die Grundlagen der magnetischen Bildaufzeichnung nehmen dabei etwa die Hälfte des Umfanges ein, wobei auf die wesentlichen Merkmale der Videosignalverarbeitung bei Aufnahme und Wiedergabe und das Servosystem eingegangen wird. Anhand von Blockschaltbildern werden die grundsätzlichen Erläuterungen vertieft.

Die für den fachlich vorbelasteten Techniker gedachten Besprechungen einzelner Schaltungsauszüge stellen einen weiteren Schwerpunkt dieses Buches dar. Es erscheint hier jedoch überflüssig, bereits in den Grundlagen besprochene Vorgänge erneut, oft mit ähnlichem Bildmaterial zu wiederholen. Weniger die detaillierte Schaltungsbeschreibung eines beliebigen Recorders wäre angebracht, als ausführlicher die Signalverarbeitung am Beispiel von Oszillogrammen zu erläutern. Ebenso würde die den verschiedenen Systemen eigene Lösung der Bandführung und des Einfädungsprinzips mehr Beachtung verdienen.

Der Abschnitt Videoservice ist durch zahlreiche Bildschirmfotos illustriert und gibt eine aufschlußreiche Diagnose aller möglichen Fehlerursachen wieder. Gerade hier kann auch der Laie lernen, wie unterschiedliche Fehler richtig zu interpretieren sind.

Die Absicht des Verfassers, auf diesem relativ jungen Gebiet aufklärend zu wirken, wird durch eine Sammlung englischer Begriffe der Video- und Fernsehtechnik vervollständigt.

Das Buch wäre generell jedem zu empfehlen, der im Besitz eines Videorecorders ist, denn Literatur dieser Art ist im Augenblick noch Mangelware. Leider findet der Fachmann sowohl in den Beschreibungen als auch im Bildmaterial zahlreiche Unzulänglichkeiten und Fehler, und dem Druckfehlerteufel ist auch nicht genug zu Leibe gerückt worden. Das an sich gute Buch sollte in dieser Hinsicht möglichst bald überarbeitet werden.

Gerhard Welz

Nachrichtenverarbeitung. Band 3: Entwurf von Schaltwerken mit Mikroprozessoren. Von G. Schaller und W. Nüchel. 139 Bilder, 8 Tabellen, zahlr. Beispiele, Format 19 cm x 12,5 cm, Taschenbuchausgabe, Teubner Studien-skripten, Stuttgart 1979, Preis 12,80 DM, ISBN 3-519-00053-9.

Der vorliegende, dritte Band setzt die Reihe „Nachrichtenverarbeitung“ der Autoren fort. Während in den ersten beiden Bänden digitale Schaltkreise und der Entwurf digitaler Schaltwerke behandelt wurden, ist der

Entwurf von Schaltwerken mit Mikroprozessoren Gegenstand dieses Werkes.

Der Markt für Mikroprozessoren und Mikrocomputer hat sich aufgrund des raschen Fortschritts in der Technologie der Großintegration von Schaltkreisen, der damit verbundenen Vielfalt verschiedener Typen und dem einhergehenden Preisverfall für diese Komponenten enorm erweitert. Dadurch befassen sich immer mehr Anwender mit dieser Technik.

Dem Anfänger wird die Einführung in die Mikroprozessortechnik wegen der erwähnten Typenvielfalt und der damit verbundenen Verschiedenartigkeit der Architekturen häufig erschwert. Das vorliegende Skriptum hat deshalb zum Ziel, dem Leser die gemeinsamen Merkmale aller Mikrocomputer nahezubringen. Es baut auf einem hypothetischen Mikrocomputer auf, der einerseits nicht zu kompliziert ist und andererseits die wesentlichen Komponenten kommerzieller Mikrocomputer enthält.

Nach einer allgemeinen Einführung werden zunächst die Hardwarekomponenten des Mikrocomputers behandelt. Hier erhält der Leser Informationen über die Grundstruktur des Mikrocomputers, dessen Einzelbausteine über Bus-Strukturen miteinander in Verbindung stehen. Danach werden Mikroprozessor, Halbleiterspeicher und Ein-/Ausgabebausteine detaillierter beschrieben. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit der Software des Mikrocomputers. Als Themenkreise sind hier zu nennen: Arten von Programmiersprachen, Arten der Adressierung und Befehlsvorrat des Mikroprozessors.

Die Handhabung des Mikrocomputers wird in einem weiteren Abschnitt an der Simulation einfacher Schalt-netze (z. B. OR, AND, NAND, Codeumsetzer usw.) gezeigt. Für den Anwender sind Entwicklungshilfen sehr oft von großem Nutzen. Eine Reihe von Möglichkeiten (Trainingssysteme, Mikroprozessor-Entwicklungssysteme und Crossassembler für Großrechner) werden als nächster Themenkreis behandelt. Im letzten Abschnitt steht der Entwurf komplexerer Schaltkreise im Mittelpunkt. Ausgehend von der allgemeinen Entwurfssystematik wird in zwei Beispielen (Ampelsteuerung, Tastaturabfrageprogramm) das Prinzip dargestellt.

Das Buch setzt Grundkenntnisse der konventionellen Digitalelektronik voraus und ist insbesondere dem Studierenden der Ingenieurwissenschaften und anderen interessierten Lesern als Einführung sehr zu empfehlen.

Bodo Morgenstern

Die Redaktion hat außerdem folgende Bücher erhalten:

Telefunken-Laborbuch, Band VI. Hrsg. AEG-Telefunken Zentralabteilung Firmenverlag, Berlin 1980, 416 Seiten, 451 Bilder, 38 Tabellen, Format DIN A 6, Kunststoffeinband, Preis 19,80 DM, ISBN 3-87087-120-2.

Die Reihe der Telefunken-Laborbücher ist ein seit Jahren bewährtes Hilfsmittel für Labor, Service und Ausbildung. Die Laborbücher vermitteln in gleicher Weise Anregungen für die Lösung spezieller Schaltungsaufgaben, wie sie auch Auskunft geben über viele wichtige Fragen der Elektronik und insbesondere der Übertragungs- und Darstellungstechnik.

Der jetzt erschienene Band VI dieser Reihe bringt, ebenso wie seine zum Teil noch lieferbaren Vorgänger, wieder eine Fülle von praktischen Angaben, Grundlagen und Anwendungshinweisen. Auch in diesem neuen Band haben viele Laboringenieure Bekanntes, aber nicht immer Gegenwärtiges in eine zwar gedrängte, aber trotzdem übersichtliche und leicht verständliche Form gebracht.

NACHRICHTEN

Rundfunkteilnehmer-Statistik

Stand 31. März 1980

	Gebühren- pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 12. 79	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 613 026	+ 35 806	17,0
HR	1 986 114	+ 16 657	9,3
NDR	4 016 784	+ 28 004	18,9
RB	282 704	+ 1 692	1,3
SR	373 158	+ 2 926	1,7
SFB	917 523	+ 8 380	4,3
SDR	2 096 858	+ 17 852	9,8
SWF	2 547 282	+ 22 049	12,0
WDR	5 467 307	+ 15 850	25,7
Summe	21 300 756	+ 149 216	100,0
Fernsehen			
BR	3 327 134	+ 32 459	17,0
HR	1 801 172	+ 12 919	9,2
NDR	3 726 290	+ 20 500	19,1
RB	260 427	+ 1 878	1,3
SR	349 916	+ 2 411	1,8
SFB	836 465	+ 1 937	4,3
SDR	1 799 474	+ 13 370	9,2
SWF	2 242 105	+ 16 983	11,5
WDR	5 197 718	+ 16 705	26,6
Summe	19 540 701	+ 119 162	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernseh Rundfunk befreiten Teilnehmer betrug 2 997 381 am 31. 3. 1980.

RUNDFUNKVERSORGUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwellensender

Inbetriebnahmen

Südwestfunk

Der SWF hat folgende Füllsender in Betrieb genommen:

Station	Pro- gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimet Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Baden- Baden IV	G	5	88,5	0,05	H	ND	31. 03. 80
Bad Ma- rienberg IV	G	14	91,3	0,1	H	210; 340	31. 03. 80
Branden- kopf IV	G	35	97,6	0,1	H	ND	31. 03. 80
Koblenz IV	G	41	99,4	0,2	H	ND	31. 03. 80

Änderungen

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

Station	Pro- gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimet Grad	Tag der Änderung
Norddeutscher Rundfunk							
Kiel IV	G	29	95,7	1	H	ND	20. 02. 80
Südwestfunk							
Baden- Baden III ¹	3S	24	94,1	0,5	H	ND	1. 04. 80
Bad Marien- berg III ²	3S	20	93,1	25	H	210; 340	1. 04. 80
Blauen III ¹	3S	33	97,0	8,4	H	ND	1. 04. 80
Branden- kopf III ¹	3S	42	99,7	0,5	H	ND	1. 04. 80
Donners- berg III ²	3S	10	89,9	30	H	ND	1. 04. 80
Eifel I	1S	10	90,0	4	H	ND	1. 04. 80
Eifel III ²	3S	38	98,5	8	H	ND	1. 04. 80
Feldberg/ Schww. III ¹	3S	23	93,8	5	H	ND	1. 04. 80
Freiburg III ¹	3S	41	99,2	0,5	H	113	1. 04. 80
Grenzach- Whylen III ¹	3S	18	92,3	0,05	H	360 20;	1. 04. 80
Haardkopf III ²	3S	14	91,125	25	H	285	1. 04. 80
Hohe Möhr III ¹	3S	33	96,8	0,5	H	ND	1. 04. 80
Hornis- grinde III ¹	3S	38	98,4	80	H	ND	1. 04. 80
Koblenz III ²	3S	15	91,6	10	H	ND	1. 04. 80
Laufenburg -Ch- III ²	3S	10	90,1	0,05	H	345	1. 04. 80
Linz (Rhein) III ²	3S	26	94,8	50	H	ND	1. 04. 80
Mainz/Ka- stel III ²	3S	22	93,7	0,1	H	ND	1. 04. 80
Potzberg III ²	3S	35	97,5	20	H	135; 315	1. 04. 80
Raichberg III ¹	3S	24	94,3	25	H	ND	1. 04. 80
Saarburg III ²	3S	12	90,6	5	H	140	1. 04. 80
Trier III ²	3S	37	98,2	0,1	H	120	1. 04. 80
Waldburg III ¹	3S	39	98,7	18	H	ND	1. 04. 80
Wannen- berg III ¹	3S	38	98,5	1	H	ND	1. 04. 80
Witthoh III ¹	3S	34	97,1	37,5	H	135	1. 04. 80

¹ Verk.-Kenn. „E“

² Verk.-Kenn. „D“

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Bayerischer Rundfunk						
Sinzing	60	4P	50	H	333	26. 03. 80
Unterrodach	42	0	20	H	60; 150; 310	21. 03. 80
Zeitlarn	39	4M	50	H	55; 151	26. 03. 80
Hessischer Rundfunk						
Kirchhof	51	2M	20	H	260; 350	25. 04. 80
Ortenberg	31	2P	7	V	315	13. 03. 80
Taunusstein	23	1M	80	H	65; 220; 340	1. 04. 80
Südwestfunk						
Ohlsbach	55	1M	60	V	45	11. 04. 80
Westdeutscher Rundfunk						
Remscheid	12	4M	2	H	30; 155; 275	28. 04. 80
Vollme	12	0	0,5	H	55	25. 04. 80

Änderungen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Hessischer Rundfunk						
Reichelsheim	11	4P	15	H	124	9. 04. 80
Südwestfunk						
Büdingen -Ch-	9	6P	2,5	H	50; 300	1. 04. 80

Solargenerator für den deutsch-französischen Fernsehsatelliten

In absolut staubfreien Laboratorien wird ein Entwicklungsmodell des Solarstromversorgungssystems für den direktsendenden Fernsehsatelliten (TV-Sat) erprobt. Rund 3600 Silizium-Solarzellen sind auf einem „Sonnenflügel“ mit den Maßen 3,18 m x 1,44 m aufgeklebt und miteinander verschweißt.



Der aus zwölf solcher Panels bestehende Solargenerator wird im Weltraum auch noch am Ende einer siebenjährigen Mission eine elektrische Leistung von etwa 4 kW erzeugen. Entsprechend einem Übereinkommen zwischen Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet direktsenderer Fernseh- und Rundfunksatelliten in einem gemeinsamen Programm sollen 1983/84 zwei Prototypen des TV-Sat mit der europäischen Trägerrakete Ariane gestartet werden.

Nach einer AEG-Telefunken-Presseinformation

PERSÖNLICHES

Franz Miseré 75 Jahre alt

Am 3. Juli 1980 vollendet Dr.-Ing. Franz Miseré, Technischer Direktor des Hessischen Rundfunks von 1945 bis 1970, sein 75. Lebensjahr. Über seinen Lebensweg und seine Verdienste für den deutschen Rundfunk wurde in RTM 14 (1970), S. 176 ausführlicher berichtet. Der Hessische Rundfunk verdankt Franz Miseré in dessen 25 Dienstjahren den Aufbau des Sendernetzes, der Studios und der zugehörigen technischen Infrastruktur für eine reibungslose Produktion und Ausstrahlung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen.

Nach seiner Pensionierung hat er die mühevollen Arbeit auf sich genommen, eine Dokumentation der Technik des HR seit 1945 zusammenzustellen. Das Werk liegt seit einiger Zeit vor und ist eine wertvolle Quelle für alle Interessenten an der Geschichte der Entwicklung der Rundfunktechnik, die ja in zunehmendem Maße Aufmerksamkeit gewinnt. Für diese Leistung in seinem Ruhestand verdient Franz Miseré besonderen Dank und hohe Anerkennung.

Miseré ist mit vielen Mitarbeitern des Hessischen Rundfunks und den Altkollegen der Technischen Kommission auch weiterhin persönlich verbunden geblieben und nimmt an geselligen Zusammenkünften nach Möglichkeit gern teil. Für die kommenden Jahre wünscht ihm seine Freunde persönliches Wohlergehen und Freude an den angenehmen Dingen des Daseins an der Seite seiner Lebensgefährtin.

Rolf Thiele

Heinrich Thielcke 60 Jahre alt



Heinrich Thielcke, geboren in Hamburg, wurde am 28. Mai 60 Jahre alt. Sein Name kann nicht genannt werden, ohne an ARD-Kommissionsarbeit zu denken, insbesondere an seine Tätigkeit in der Senderbetriebsleiter-Konferenz, deren Vorsitz er seit April 1966 inne hat. Doch die Rückblende sieht ihn zunächst, nach Abschluß des Ingenieurstudiums im Jahre 1948, bei der Reparatur von Modelleisenbahnen. Der Arbeitsmarkt bot kurz nach der Währungsreform keine breite Palette für junge Ingenieure.

Am 15. Oktober 1948 konnte er dann seine eigentliche Laufbahn in der Hochfrequenzabteilung des Nordwestdeutschen Rundfunks beginnen. Es war die Zeit, in der die Rundfunklandschaft wieder zum Leben erweckt werden mußte. Ein ideales Tätigkeitsfeld für einen vom Schaffensdrang erfüllten Ingenieur und unter einem Wegbereiter wie Prof. Dr. Werner Nestel, dem ehemaligen Technischen Direktor. Heinrich Thielcke hat diese Chance wahrgenommen und nach der ersten Phase des Wiederaufbaus von Mittelwellensendern sich ganz den neuen Techniken von Ultrakurzwellen- und Fernsehsehteranlagen verschrieben.

Erste Veröffentlichungen über die Automatisierung von Sendern und die Prüfung von Fernseh-Meßmodulatoren und -Ballempfängern trugen seinen Namen bald über die Grenzen des NWDR hinaus. Nach dessen Teilung wurde Heinrich Thielcke als Vertreter des NDR am

1. Januar 1957 Mitglied der Arbeitskommission 5 – Sender- und Empfängertechnik – (AK 5), der Vorgängerin der heutigen Senderbetriebsleiter-Konferenz (SBL). Von 23 Jahren Mitgliedschaft 14 Jahre den Vorsitz dieser Gruppierung inne zu haben, legt wohl am ehesten Zeugnis ab für die Anerkennung und Bestätigung, die ihm zuteil werden, nicht nur aus dem Kreis der SBL-Kollegen, sondern auch von Seiten der Technischen Kommission ARD/ZDF.

Seine vielfältigen Beziehungen zu Vertretern der Industrie und Vertretern ausländischer Rundfunkanstalten unterstreichen dies nur.

Naturngemäß bilden sich aus dieser Stellung heraus, gepaart mit Aktivität und Fachwissen, breite „Angriffsflächen“ zur Anknüpfung von Bindungen zu weiteren Kommissionen wie Prüfzeilenausschuß (Fernseh-Leitungsausschuß), Postkommission, TEKO, FuBK und vielen Ad-hoc-Arbeitsgruppen, an denen er beteiligt ist.

Besonders herausgehoben zu werden verdient der „ERFA“ (abgeleitet von Erfahrungsaustausch), eine Gruppierung von Fachreferenten des FTZ und Mitgliedern der SBL-Konferenz. Im ERFA werden alle sender-technischen Probleme behandelt, die sowohl die DBP als auch die ARD gemeinsam betreffen. Es ist nicht zuletzt auch Heinrich Thielckes Verdienst, daß dieser Arbeitskreis, ursprünglich geschaffen zur Vereinheitlichung von Pflichtenheften, zu einer ständigen Einrichtung geworden ist. Sie trägt nicht unerheblich zu einheitlichen Lösungen sendertechnischer Probleme in der föderativen Rundfunklandschaft der Bundesrepublik Deutschland bei.

Es sei nicht verschwiegen, daß Heinrich Thielcke neben diesen umfangreichen Aufgaben auch noch Mitarbeiter des NDR ist und hier gefordert wird. Von 1963 bis 1973 stellvertretender Hauptabteilungsleiter der „Senderbetriebstechnik“, leitet er seitdem nach Umorganisation im Hause die Abteilung „Sendertechnik“ des NDR.

Wir, und ich möchte alle einschließen, die sich angesprochen fühlen, wünschen ihm mit dem Wahlspruch des großen Vorbildes für Modellbahnen: „Wir haben immer grün“, gute Fahrt in die Zukunft.

Robert Wahrlich

Günter Roeßler geehrt

In Anerkennung seiner Verdienste um den technischen Ausbau der Deutschen Welle hat der Bundespräsident dem Technischen Direktor Günter Roeßler das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen. Intendant Conrad Ahlers überreichte die Auszeichnung am 28. April 1980.

Heinerich Hartmann

Kurt Hoffmann †

Wenige Wochen nach Vollendung seines 80. Lebensjahres verstarb am 16. Mai 1980 Dr. Kurt Hoffmann, der langjährige Leiter des früheren Rundfunktechnischen Instituts und der Rundfunk-Betriebstechnik GmbH. (Anlässlich seines Geburtstages am 3. Januar 1980 haben die RTM in Heft 1/1980 in einer Würdigung seiner gedacht.)

Kurt Hoffmann war maßgeblich an den ersten Fernsehversuchen in Deutschland beteiligt. Der Aufbau der Ausbildungsstätte für Rundfunktechnik (später Schule für Rundfunktechnik) gehört mit zu seinen Verdiensten.

Die Redaktion

Hans-Joachim Edler von Braunmühl †

Im Alter von fast 80 Jahren starb am 19. April 1980 Dr. phil. Hans-Joachim Edler von Braunmühl in seinem geliebten Baden-Baden. Seine Arbeit für den deutschen Rundfunk begann er 1929 bei der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft in Berlin und beendete sie 38 Jahre später als Technischer Direktor des Südwestfunks. 1967, im Alter von 67 Jahren trat er in den Ruhestand.

Er hat dem deutschen Rundfunk in dieser Zeit mehr gegeben als technische Leistung, wissenschaftliche Durcharbeitung rundfunktechnischer Probleme und was alles sonst für einen Rundfunkbetrieb notwendig ist, er hat auch in ganz entscheidendem Maße den Stil des deutschen Rundfunkhauses geprägt. Er sah im Funkhaus immer eine Stätte des gemeinsamen Wirkens von Kunst und Technik in enger Verbindung.

Schon während seiner Tätigkeit in der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft hat er sich stets darum bemüht, ein sinnvolles, harmonisches Zusammenarbeiten zwischen Kunst und Technik zu erreichen. Beide Gruppen sprachen damals – und meist auch noch heute – eine verschiedene Sprache. Für von Braunmühl war es eine wichtige Forderung an die Techniker, die Sprache der Künstler verstehen zu lernen, und er war bemüht, den Künstlern die Sprache der Techniker nahe zu bringen. Hierfür brachte er persönlich zwei ganz wesentliche Voraussetzungen mit, eine überdurchschnittliche Allgemeinbildung und eine große Musikalität. Für ihn war ein Gespräch mit einem Dirigenten von Weltruf eine ganz normale Sache. Sie verstanden sich sofort, und damit war für die gegenseitige Achtung zwischen Techniker und Künstler auf höchster Ebene eine Atmosphäre geschaffen, die sich bis in den gesamten Funkhausbetrieb auswirkte.

Zwei Dinge gab es, die er bei seinen Mitarbeitern nicht gerne sah. Das eine war die Entwicklung eines Laborjargons, der den sprachlichen Kontakt erschwerte, und das zweite war eine gewisse Überheblichkeit in der Beurteilung künstlerischer Dinge, die uns Technikern gelegentlich eigen ist. „Man hüte sich, das Urteil von technischen Ohren als maßgebend zu betrachten“, sagte er in einem Vortrag vor der UER.

Ebenso wie er die Verbindung von Technikern und Programmschaffenden als eine wichtige Aufgabe ansah, hielt er auch eine Verbindung zwischen dem Rundfunk, der Industrie, den Laboratorien der Hochschulen und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für unbedingt wichtig. Dabei hat er immer wieder betont, daß

eine Zusammenarbeit nur dann den richtigen Erfolg bringen kann, wenn auch der Rundfunk selbst über eigene leistungsfähige Laboratorien verfügt; zumal dieser im Gegensatz zu allen anderen Institutionen den ständigen Kontakt zu den Künstlern hat und mit ihnen experimentieren kann.

Das Laboratorium der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft, dem von Braunmühl vorstand, konnte sich hierbei durchaus mit den anderen oben genannten Institutionen messen. Von den Leistungen dieses Laboratoriums seien nur zwei genannt, die ihm und seinem leider viel zu früh verstorbenen Mitarbeiter Walter Weber zu verdanken sind: die Entdeckung der Hochfrequenzmagnetisierung für Magnettonaufnahmen und die Herausgabe des Buches „Einführung in die angewandte Akustik“. Dieses Buch, das 1936 erschien, war bald ein ständiger Begleiter für alle, die mit der Rundfunktechnik zu tun hatten.

Viel Arbeit und Zeit opferte von Braunmühl auch für die in den 30er Jahren sehr lebhaft arbeitenden Rundfunknormen. Er war Vorsitzender im Deutschen Ausschuß für Elektroakustik und musikalische Akustik, Mitglied des Stimmtonausschusses und des Ausschusses für Mikrophone, sowie deutscher Vertreter im ISO-Komitee 43.

Dann kam der Krieg, der nicht viel Zeit für Entwicklung und Forschung ließ. Nach seinem Ende ging von Braunmühl für 4 Jahre nach England zur British Acoustic Film Ltd. in London, 1950 kam er nach Deutschland zurück und ging zum Südwestfunk, dessen Technischer Direktor er 1960 wurde. Daraus ergaben sich für ihn viele neue Aufgabengebiete, die UKW-Sendernetze mußten gebaut werden, die Fernsehtechnik wurde eingeführt, die wiederum Studios und Netze ganz neuer Art erforderte. Vor diesen Aufgaben standen alle neuen deutschen Rundfunkanstalten, und man braucht nicht hervorzuheben, daß er sie mit seinen Mitarbeitern trotz der besonders schwierigen Versorgungssituation des Südwestfunks gelöst hat.

Nach dem großen Erfolg der von ihm so entscheidend verbesserten Magnettonaufzeichnung für den Hörrundfunk war er einer der ersten, der erkannt hatte, wie wichtig auch die magnetische Bildaufzeichnung für das Fernsehen sein wird. Er reiste in die Vereinigten Staaten und studierte dort sorgfältig die Bildaufzeichnungsverfahren. So wurde der Südwestfunk die erste deutsche Anstalt, bei der die Bildaufzeichnung auf Magnetband eingeführt wurde.

Im Kreis der Technischen Direktoren der ARD war er ein geachteter und beliebter Kollege. Als Nachfolger des Südwestfunk-Direktors Becker hat er sich stets – getreu seinem Grundsatz, mit dem er bei der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft seine Arbeit angetreten hatte – für eine eigene Entwicklungs- und Forschungsabteilung der Rundfunkanstalten eingesetzt. Das Institut für Rundfunktechnik hat ihm hierfür zu danken.

Heinrich Kösters

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

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

Redaktion: Ing. (grad.) R. Hengstler, H. Stiebner, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45, Ruf (089) 38 59 383, Fernschreiber 5/215 805 irtm d.

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

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9–11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 98,— DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 30. 6. 1980. Einzelpreis dieses Heftes 24,— DM. Für gezeichnete Artikel bleiben alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Vervielfältigung und der Übersetzung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung der Bilder vorbehalten.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9–11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10.

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