C 21 738 F

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

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

Institut für Rundfunktechnik GmbH IRT

Horst Hessenmüller, Horst Jakubowski — Die Signalqualität bei digitaler Tonübertragung – subjektive Testergebnisse, objektive Meßverfahren

Günther Theile — Untersuchungen zur Standardisierung eines Studiokopfhörers

Michael Schmolke — Rundfunktechnik in ihren Wechselbeziehungen zu Politik und Wirtschaft, Programm-Machern und Hörerschaft

Hans-Dieter Godtmann — Die Bedeutung des Kurzwellenrundfunks für die Dritte Welt

Ulrich Paasche — 50 Jahre Großsenderanlage Ismaning

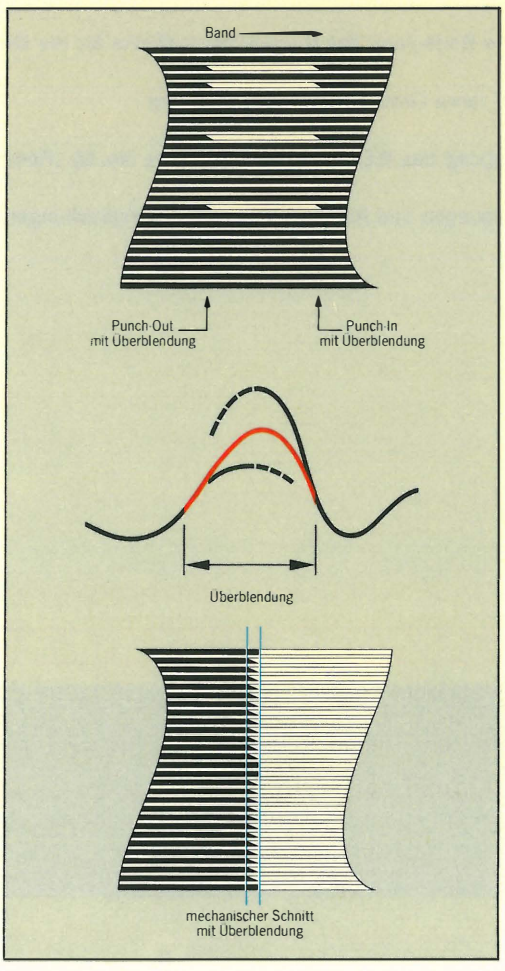
Werner Habermann — Tagung des IEC Technical Committee No. 60 „Recording"

Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

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

1/83
Januar/Februar
27. Jahrgang
Seiten 1 – 52

Das neue Digital-Format. Einfach aufregend.



Sony PCM-3324 – eine 24-Kanalmaschine im 1/2"-Format. Dynamikumfang mehr als 90 dB. Keine Gleichlaufschwankungen, kein Modulationsrauschen, kein Kopiereffekt, kein Generationsverlust beim Zusammenmischen von Spuren – eben digital und wirtschaftlich. Mechanischer Schnitt mit automatischer Überblendung, also stoßfreier Datenübergang. Vorbereitet für elektronischen Schnitt.

Noch ein paar Leckerbissen? Hochintegrierte, abgleichfreie 16-Bit-Konverter, langzeitstabile Einkristall-Ferritköpfe und andruckrollenloser Antrieb mit digitalem Servosystem. Mehrere Interfaces erlauben phasenstarre Verkopplung mit anderen Mehrkanalmaschinen, Zusammenschaltung mit Video-Einrichtungen und automatisches Mix-Down.

Sony PCM-3324 gehört zu einer Formatfamilie, die künftig den Bandaustausch zwischen Sony-, Studer- und MCI-Maschinen zuläßt.

Weitere Informationen direkt von

SONY

Sony Deutschland GmbH
Communication Products Group, Professional Audio Division
Hugo-Eckener-Straße 20, 5000 Köln 30
Sony Ges.m.b.H., Hauffgasse 24, A-1111 Wien

Abschied von Herbert Fix

Der deutsche Rundfunk trauert um Herbert Fix, und diese Trauer teilen alle seine Freunde aus dem großen internationalen Kreis der mit dem Rundfunk verbundenen Wissenschaft und Technik.

Es war ihm gesundheitlich nicht gut gegangen in den letzten eineinhalb Jahren, nachdem sich ein bis dahin scheinbar wenig gravierendes Leiden plötzlich verschlimmerte, das er sich wahrscheinlich im Kriege zugezogen hatte. Trotzdem hatten wir alle fest damit gerechnet, auch künftig nach seiner unmittelbar bevorstehenden Pensionierung noch weiter auf seine große Erfahrung und sein so sicheres Urteil zählen zu können. Nun ist es ganz anders gekommen. Am Sonntag, dem 19. Dezember 1982, starb er, gerade von einer Sitzung der Technischen Kommission ARD/ZDF nach München zurückgekehrt, zwei Tage bevor er sich im IRT verabschieden wollte. Er, der es gewohnt war, nichts dem Zufall zu überlassen, hatte sich gefreut und vorbereitet auf diesen weiteren Lebensabschnitt, den er vor allem seiner Familie und seinen weitgespannten Interessen und Neigungen auf den Gebieten der bildenden Kunst, der Historie und der Politik widmen wollte. Ein tragisches Schicksal hat es dazu nicht mehr kommen lassen.

Herbert Fix stand am Abschluß einer ungewöhnlich erfolgreichen Karriere, die ihn in hohe Ämter und die höchsten Funktionen des internationalen europäischen Rundfunks geführt hatte, er, dem in seiner großen persönlichen Bescheidenheit nichts ferner lag, als Karriere zu machen. 1918 in Landau in der Pfalz geboren, gehörte er

zur Generation derer, die viele ihrer besten Jahre auf Hitlers Schlachtfeldern opfern mußten. Nachdem er 1943 Hauptmann der Artillerie geworden und bei Kriegsende der russischen Gefangenschaft durch eine abenteuerliche Flucht nach Westen entgangen war, konnte er 1946 an der Technischen Hochschule Darmstadt das Studium der Nachrichtentechnik aufnehmen, das er in der kürzest möglichen Zeit von acht Semestern mit ausgezeichnetem Ergebnis abschloß.

Es entsprach seinem Engagement für Aufgaben des öffentlichen Lebens, daß er sich dann entschied, zum Rundfunk zu gehen, genauer gesagt in das Rundfunktechnische Institut in Nürnberg (RTI), wo er zunächst an der Verbesserung des damals ganz neuen UKW-Hörfunks arbeitete. 1953 fragte ihn der soeben berufene Leiter der neugegründeten Abteilung Fernsehen, Dr. Richard Theile, ob er nicht mit ihm zusammen am Aufbau des Fernsehens mitarbeiten wolle. Das war der Beginn einer überaus fruchtbaren Zusammenarbeit, die sich für beide Männer so erfolgreich entwikkelte, weil sie einander aufs Schönste ergänzten. Theile konnte sich seinen zunehmend vielfältiger werdenden Aufgaben im Bereich der Wissenschaft, der akademischen Lehre und internationaler Verbindungen deswegen so intensiv widmen, weil Fix gleichzeitig mit großer Effizienz, Umsicht und Tatkraft die Arbeiten des Instituts vorantrieb. Theile verstand es, seine Mitarbeiter für den Aufbau der Fernsehtechnik zu begeistern; Fix gelang es, diese Begeisterung wachzuhalten und in erfolgreiche Arbeiten umzusetzen. Davon zeugt eine ganze Reihe von Fortschritten der Fernsehtechnik, die damals im Institut für Rundfunktechnik – so hieß ab 1957 das nun für den ganzen deutschen Rundfunk tätige Institut – erarbeitet worden sind. Wenn es in den ersten Jahren mehr um die Technik der Bildaufnahme ging, um Probleme des Störabstands, der Kameraröhren Superikonoskop und Superorthikon sowie des Einsatzes der damals gerade entstehenden Transistoren, so konzentrierten sich die Arbeiten unter der fachkundigen Leitung von Herbert Fix etwa ab 1959 vor allem auf das neue Gebiet der magnetischen Bildaufzeichnung. Hier gelang es, den elektronischen Teil der Signalverarbeitung entscheidend zu verbessern und mit der elektronischen Zeitlupe unter Einsatz eines Plattenspeichers ein für den Produktionsbetrieb sehr wertvolles Hilfsmittel zu schaffen, das aus der heutigen Betriebspraxis nicht mehr wegzudenken ist.

Von allen diesen Arbeiten zeugt eine stolze Reihe von Veröffentlichungen in Zeitschriften und Büchern, wobei es den kooperativen Arbeitsstil von Herbert Fix kennzeichnet, daß er es in der Regel vorzog, nicht allein, sondern zusammen mit einem oder mehreren seiner Mitarbeiter zu publizieren. Diesem freundschaftlichen Arbeitsstil entsprach es, die Mitarbeiter niemals zu gängeln, sondern ihnen die für schöpferische wissenschaftliche Arbeit nötige Freiheit zu geben.

1974, nach dem plötzlichen Tod Professor Theiles, begann für Herbert Fix ein neuer entscheidend wichtiger Abschnitt seines beruflichen Lebens. Der großen allgemeinen Wertschätzung entsprechend, die er sich im Rundfunk und weitesten Kreisen der nationalen und internationalen Fernsehtechnik erworben hatte, betrauten ihn ARD und ZDF 1975 mit der Leitung des IRT. Wieder kennzeichnet es seinen Führungsstil, daß er dafür sorgte, diese Arbeit nicht allein zu leisten, sondern sie ab 1976 mit dem Schreiber dieser Zeilen zu teilen. Als er, ebenfalls 1975, gebeten wurde, im Interesse einer optimalen Koordination der Arbeiten zusätzlich Geschäftsführer der Rundfunk-Betriebstechnik in Nürnberg zu werden, übernahm er auch diese weitere Aufgabe.

Was ist das Geheimnis des Erfolgs des Ingenieurs und Institutsdirektors Herbert Fix? Zunächst gewiß sein außerordentlich präzises Gedächtnis, das den exzellenten Fachmann auszeichnete und mit einem stetig wachsenden Erfahrungsschatz versorgte. Dann aber vor allem die Autorität und Kraft seiner Persönlichkeit, die Vertrauen erwarb und Vertrauen ausstrahlte. So kam es, daß viele, vielleicht kann man sagen allzu viele, seinen Rat suchten und fanden. Herbert Fix war Vizepräsident und langjähriges Mitglied des Vorstands der Technischen Kommission der Europäischen Rundfunkunion UER, er arbeitete viele Jahre im Vorstand der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft, deren Jahrestagungen er wissenschaftlich leitete, er gehörte bis zuletzt zum Programm-Komitee des Internationalen Fernseh-Symposiums Montreux, er war „Fellow" der Royal Television Society und der Society of Motion Picture and Television Engineers und natürlich als Direktor des IRT auch Schriftleiter dieser Zeitschrift.

So war er bis zuletzt rastlos tätig.

Herbert Fix wird in unser aller Erinnerung weiterleben als eine geradlinige Persönlichkeit von höchster fachlicher Kompetenz, unbestechlichem, sicherem Urteil, großem Weitblick, stets zum Dialog bereit, von seinen Freunden hochgeschätzt und voll unermüdlicher Tatkraft für die Aufgaben, die ihm wichtig waren.

Ulrich Messerschmid

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 27 | 1983 | Heft 1

INHALTSVERZEICHNIS:

Abschied von Herbert Fix 1

Die Signalqualität bei digitaler Tonübertragung — subjektive Testergebnisse, objektive Meßverfahren 3
Horst Hessenmüller, Horst Jakubowski

Untersuchungen zur Standardisierung eines Studiokopfhörers 17
Günther Theile

Rundfunktechnik in ihren Wechselbeziehungen zu Politik und Wirtschaft, Programm-Machern und Hörerschaft 27
Michael Schmolke

Die Bedeutung des Kurzwellenrundfunks für die Dritte Welt 33
Hans-Dieter Godtmann

50 Jahre Großsenderanlage Ismaning 42
Ulrich Paasche

Tagung des IEC Technical Committee No. 60 „Recording“.... 44
Werner Habermann

Tagungen und Ausstellungen 46

Buchbesprechungen 46

Nachrichten 50

Persönliches 51

DIE SIGNALQUALITÄT BEI DIGITALER TONÜBERTRAGUNG — SUBJEKTIVE TESTERGEBNISSE, OBJEKTIVE MESSVERFAHREN[1]

VON HORST HESSENMÜLLER UND HORST JAKUBOWSKI[2]

Manuskript eingegangen am 16. November 1982

Digitale Tonübertragung

Zusammenfassung

Die nachstehenden Ausführungen zeigen, daß die Tonsignalqualität bei der digitalen Übertragung in erster Linie von den Parametern der Quellencodierung und von den Zeichenverfälschungen in der digitalen Ebene bei der Übertragung der Signale abhängt. Es werden die Ergebnisse von Hörtests vorgestellt, die die gewählten Quellen- und Kanalcodierungsparameter bestätigen. Ferner werden Meßverfahren erläutert und diskutiert, mit denen sich die verfahrensspezifischen Auswirkungen der digitalen Verarbeitung von Tonsignalen erfassen lassen. Ein wesentliches Anliegen ist dabei, stets einen Bezug zwischen gemessenen Werten und dem menschlichen Störempfinden aufzuzeigen.

Summary **Digital sound transmission quality — Results of subjective tests, objective measurement methods**

The article shows that in a digital transmission, the sound quality depends above all on the source coding parameters and on the bit-errors produced in the transmission channel. Results of listening tests are given which confirm the choice of source and channel coding parameters. Methods are described which serve to determine the effects specific to digital audio signal processing. The primary purpose has been to highlight at all times the relationship between the measured values and the subjective impression produced by disturbances.

Sommaire **Qualité de transmission du son numérique — Résultats d'essais subjectifs, méthodes de mesure objectives**

L'article montre qu'en transmission numérique, la qualité du son dépend avant tout des paramètres du codage à la source et des perturbations de signe sur les voies de transmission. On présente les résultats d'essais d'écoute, qui confirment le choix des paramètres du codage à la source et dans les voies. Par ailleurs, on décrit des procédés destinés à déterminer les effets spécifiques du traitement numérique des signaux audio. Le souci essentiel a été de mettre constamment en lumière la relation entre les valeurs mesurées et l'impression subjective produite par les perturbations.

1. Einleitung

Auf einigen Abschnitten der Tonsignalübertragungsstrecke vom Aufnahmestudio bis zum „Verbraucher“ ist trotz aller technologischen Fortschritte die analoge Tonsignaltechnik an Qualitätsgrenzen gestoßen, die von dem wachsenden Kreis bewußt hörender und auf Qualität achtender Hörer beanstandet werden. Zwar sind mit entsprechendem technischen Aufwand auch in der analogen Technik noch gewisse Qualitätsverbesserungen zu erreichen, die rapide Entwicklung der Halbleitertechnologie in den letzten zwanzig Jahren erlaubt es jedoch, einen neuen Weg zu gehen, den der digitalen Tonsignaltechnik.

Die Idee der Pulscodemodulation (PCM) als Grundlage für eine digitale Tonsignaltechnik ist schon relativ alt. Bereits 1938 hat Reeves ein Patent zur Nutzung der PCM zur Sprachübertragung ange-

[1] Dieser Aufsatz erschien in Engl./Franz. in der E.B.U. Rev. Tech./Rev. de l'U.E.R. Tech. Nr. 196 (Dezember 1982).

This article was published in English in the E.B.U. Rev. Tech. No. 196 (December 1982).

Cet article a été publié en français dans la Rev. de l'U.E.R. Tech. N° 196 (Décembre 1982).

[2] Dipl.-Ing. Horst Hessenmüller ist Leiter der Forschungsgruppe Digitale Multiplexverfahren im Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost beim FTZ, Darmstadt; Dipl.-Ing. Horst Jakubowski ist stellvertretender Leiter des Fachbereichs Studiotechnik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

meldet, doch erst heute erlauben die inzwischen zur Verfügung stehenden Bauelemente eine breite Anwendung der PCM-Technik. Wegen der geringeren Qualitätsanforderungen war es zu Beginn der technologischen Entwicklung zunächst nur möglich, Fernsprechsignale zu digitalisieren, sie in dieser Form zu übertragen und auch zu vermitteln. Die entsprechenden Empfehlungen des CCITT existieren seit einigen Jahren. In der ganzen Welt sind bereits Millionen digitaler Fernsprechstromkreise in Betrieb.

Nachdem es möglich war, Analog-Digital-Umsetzer herzustellen, die es erlaubten, eine größere Audiobandbreite zu verarbeiten und gleichzeitig ein höheres Auflösungsvermögen boten, konnte man daran denken, auch hochwertige Tonsignale, wie sie im Rundfunk- und Schallplattenbereich produziert werden, in digitaler Form zu verarbeiten. Zunächst dachte man nur an die digitale Übertragung in postalischen Leitungsnetzen zum Zwecke des nationalen und internationalen Programmaustausches. Inzwischen hat die digitale Tonsignaltechnik aber auch Einzug in die Produktionsstudios der Rundfunkanstalten und vor allem der Schallplattenindustrie gehalten. Besonders die Tonsignalspeichermedien, sowohl Magnetband als auch Schallplatte, die bisher schwächsten Glieder der Gesamtübertragungskette, profitieren von dieser Technik. Aber auch für die Aussendung von Hörrundfunksendungen und die bildbegleitenden Tonsignale des Fernsehens gewinnt die Digitaltechnik an Bedeutung, wie ihr geplanter Einsatz bei direktsendenden Rundfunksatelliten zeigt.

Der Hauptvorteil der digitalen Tonsignaltechnik liegt in der weitgehenden Unabhängigkeit der objektiv meßbaren und subjektiv beurteilbaren Tonsignalqualität von den Beeinträchtigungen durch die Übertagungsstrecke bzw. durch das Speichermedium. Dennoch vorhandene Störeinflüsse auf das bereits digitale Tonsignal und die Art der Quellencodierung, d. h. die Umwandlung des analogen in ein pulscodemoduliertes Tonsignal, bestimmen im wesentlichen die Qualität des Endproduktes.

Bekanntlich geht die Quellencodierung in drei Schritten vor sich:

- Abtastung (zeitliche Quantisierung),
- Amplitudenquantisierung,
- Codierung (Zuordnung von Codeworten zu den quantisierten Abtastwerten).

Die gewählte Abtastfrequenz, die Zahl der Amplitudenstufen zur Quantisierung des Signals und die Häufigkeit der Zerstörung der codierten Information auf den Übertragungswegen (einschließlich der Speicherung) sind auch die drei Hauptparameter zur Beschreibung der mit digitaler Technik erreichbaren Tonsignalqualität.

In der analogen Tonsignaltechnik, sowohl in der Tonsignalbearbeitung, der -speicherung als auch in der Tonsignalübertragung, existiert eine große Anzahl technischer Parameter, die zur Beschreibung der Qualität der jeweiligen Signalwege herangezogen werden muß. Bandbreite, Störpegelabstand, lineare und nichtlineare Verzerrungen, Übersprechdämpfung, Modulationsrauschen, Tonhöhenschwankungen u. a. m. sind typische Qualitätsparameter, zu deren Erfassung jeweils spezielle objektive Meßverfahren eingesetzt werden. Jahrzehntelange Erfahrungen haben für jeden dieser Parameter zu einer eindeutigen Zuordnung zwischen objektiven Meßwerten und subjektiven Störempfindungen geführt.

In der noch jungen digitalen Tonsignaltechnik fehlen nicht nur diese Erfahrungen, sondern es müssen überhaupt erst die notwendigen objektiven Meßmethoden zur Erfassung und Überprüfung der Qualitätsparameter entwickelt werden. Da es nicht sehr sinnvoll ist, über das Wahrnehmungsvermögen des menschlichen Gehörs hinausgehende Qualitätsansprüche zu stellen, ist es ganz besonders wichtig, den Zusammenhang der meßbaren oder berechenbaren qualitätsbestimmenden Werte in dieser Technik mit ihrem subjektiven Störeindruck aufzufinden.

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Qualitätsparameter der digitalen Tonsignaltechnik untersucht, Vorschläge für objektive Meßmethoden diskutiert und subjektive Untersuchungen beschrieben, die Fragen des notwendigen technischen Aufwandes zu klären suchten.

2. Beeinflussung der Signalqualität durch die Quellencodierung

2.1. Abtastfrequenz

Einen bekannten, unmittelbaren Einfluß auf die Qualität eines zu übertragenden Tonsignals hat die Audiobandbreite des Übertragungssystems. In der PCM-Technik werden bei der zeitlichen Quantisierung des Tonsignals Proben entnommen und deren Amplitudenwerte ermittelt. Die Häufigkeit dieser Probenentnahme steht in direktem Zusammenhang mit der erzielbaren Übertragungsbandbreite. Nach dem Abtasttheorem muß

$$f_S > 2\, f_B$$

sein, wobei f_S die Abtastfrequenz und f_B die Audiobandbreite ist. Um ein digitales System ökonomisch zu nutzen, sollte die zu übertragende Bitrate (Produkt aus Abtastfrequenz und Zahl der Bits pro Abtastprobe) möglichst klein gehalten werden, d. h. die Abtastfrequenz sollte so niedrig wie möglich liegen. Daraus leitet sich die Frage ab, welche Audioband-

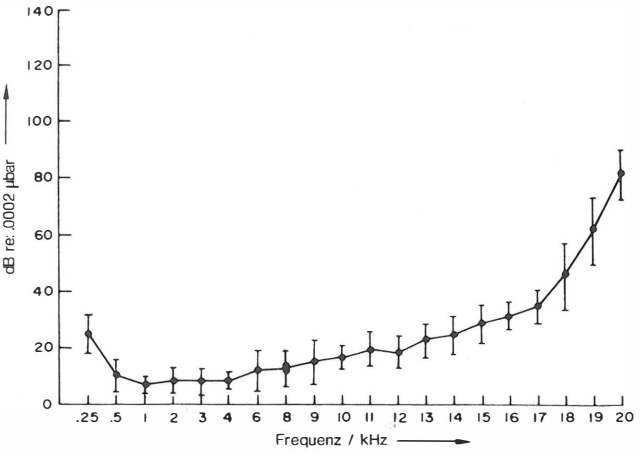


Bild 1
Mittlere Hörschwellenwerte und Standardabweichungen (N = 30 Ohren)

passes hoch genug und das Eingangssignal völlig oberwellenfrei ist, können im Wandler selbst, nach dem Tiefpaß, bedingt durch Nichtlinearitäten des Sample-and-hold-Verstärkers des Wandlers, Oberwellen entstehen, die wiederum zu Faltprodukten führen. Da im allgemeinen Oberwellen steigender Ordnung in der Amplitude abnehmen, ist die Wahrscheinlichkeit, daß Oberwellen beachtenswerter Amplitude im Bereich $> f_S/2$ auftreten, um so geringer, je niedriger die Frequenz der Grundwelle liegt. Darauf fußt eine bewährte Meßmethode [12], die ein Sinussignal mit einer Frequenz von 60 Hz verwendet. Vor dem empfangsseitigen Geräuschpegelmesser werden mittels eines Hochpasses mit einer oberen Grenzfrequenz von 400 Hz nicht nur die 60 Hz selbst, sondern auch noch eventuell vorhandene erste Oberwellen unterdrückt. Damit wird zwar auch der Beitrag des Bereichs bis 400 Hz von der Quantisierungsgeräuschmessung ausgeschlossen, da aber der prozentuale Anteil zur gesamten Nutzbandbreite sehr gering ist und zudem die tiefen Frequenzanteile durch das Bewertungsfilter nach CCIR-Rec. 468-3 wenig zum Meßergebnis beitragen, ist das völlig unbedenklich. Das Ergebnis dieser Meßmethode ist, wie angestrebt, die Erfassung des eigentlichen Quantisierungsgeräusches. Benutzt man z. B. ein Signal mit einer Frequenz zwischen 1 kHz und 5 kHz, so kann dieses mittels einer schmalbandigen Bandsperre vor dem Geräuschpegelmesser wieder entfernt werden. Häufig bedient man sich bei dieser Messung eines Gesamtklirrfaktormessers. Bei dieser Methode werden aber eventuelle Oberwellen des Quellensignals nicht mit ausgefiltert und liefern somit einen Beitrag zum Meßergebnis. Nichtlinearitäten im Wandler selbst können ebenfalls zu Oberwellenanteilen führen, die auch mitgemessen werden. Schließlich können die Oberwellenanteile des Quellensignals und die im Wandler entstandenen Oberwellenanteile, wenn ihre Frequenz $f_S/2$ überschreitet, zu Faltprodukten führen, die natürlich auch bei der Messung erfaßt werden. Als Ergebnis einer solchen Messung erhält man also eine Mischung aus Quantisierungsgeräusch, Signaloberwellen und Faltprodukten. Sicherlich kann man der Meinung sein, daß dieses Meßergebnis genau die praktischen Verhältnisse widerspiegelt, nur darf man dann das Meßergebnis nicht Quantisierungsgeräusch nennen. Das wahre Quantisierungsgeräusch aber ist zur Beurteilung eines PCM-Systems durchaus von Wichtigkeit, um so mehr, als es bei Einsatz der Geräuschpegelmeßmethode nach CCIR einen echten Vergleich zu den Geräuschpegelverhältnissen der analogen Technik zu ziehen erlaubt. Dagegen ist die subjektive Störwirkung z. B. der Faltprodukte, die in dem oben beschriebenen Mischprodukt verschiedener Störer durchaus dominant sein können, noch völlig unbekannt, so daß die Bedeutung der nach einer derartigen Meßmethode erzielten Werte nicht einzuschätzen ist.

In einem gleichförmig quantisierenden PCM-System ist der durch die Amplitudenquantisierung bedingte Störsignalpegel auch berechenbar [13]. Für das Verhältnis von maximaler Signalleistung zu Rauschleistung ergibt sich ein Wert von

$$S_{max}/N_q = 1{,}5\ s^2 \ ,$$

wobei s die Anzahl der Amplitudenstufen des Systems darstellt. In logarithmischer Darstellung ergibt sich mit

$$a_q = 10 \lg (S_{max}/N_q)$$

und

$$s = 2^n$$

die einfache Beziehung

$$a_q \approx (6n + 1{,}8)\ \text{dB} \ ,$$

wobei n die Zahl der Bits pro Abtastwert ist.

Dieser Wert wird in der Literatur und in Prospektangaben meistens als der systemkennzeichnende S/N_q-Wert angegeben. Er gilt aber nur für ein Signal, das alle Amplitudenstufen des Systems nutzt und ist zudem ein unbewerteter Effektivwert. Diesen Kennwert, der er zweifellos ist, sollte man deshalb besser Systemdynamik nennen, weil er den Abstand des kleinsten zum größten in einem PCM-System darstellbaren Pegel beschreibt.

Will man das Quantisierungsgeräusch berechnen, so muß man von diesem Wert ausgehend eine Umrechnung des Effektivwertes in einen Spitzenwert vornehmen, was erlaubt ist unter der Voraussetzung, daß das Quantisierungsgeräusch in seinem Spektrum einem weißen Rauschen gleichzusetzen ist. Weiterhin muß die Auswirkung der Bewertungskurve nach CCIR auf ein weißes Rauschen der Bandbreite des Übertragungskanals berücksichtigt werden. Bei einer Nutzbandbreite von z. B. 15 kHz ergibt sich für den Unterschied von Effektiv- zu Spitzenwert ein Wert von etwa 4 dB und für den zwischen unbewerteter und bewerteter Messung ein Wert von 8,5 dB. Insgesamt ist also ein Korrekturwert von $\Delta p \approx 12{,}5$ dB anzubringen.

Für einen Signalabtastwert, dessen Amplitude größer ist als das PCM-System zu übertragen vermag, stehen keine Codeworte zur Verfügung. Es wird, unabhängig von der Höhe der Pegelüberschreitung, das Codewort für den maximalen Systempegel ausgeben. Für das durch D/A-Wandlung wiedergewonnene analoge Signal bedeutet dies ein exaktes Clipping mit den damit verbundenen hörbaren und störenden Verzerrungen. Um diese Systemübersteuerung zu vermeiden, muß entweder ein Begrenzerverstärker eingesetzt oder eine Aussteuerungsreserve Δp_x vorgesehen werden, um die sich dann der Abstand zwischen Quantisierungsgeräusch- und Nutzsignalpegel reduziert.

Für das Quantisierungsgeräusch ergibt sich somit der bewertete Spitzenspannungswert zu

$$a_q^* = a_q - \Delta p - \Delta p_x \ .$$

Als Beispiel sei ein PCM-System berechnet mit einer gleichförmigen 14-Bit-Quantisierung, einer Bandbreite von 15 kHz und einer gewählten Aussteuerungsreserve von 6 dB:

$$a_q = 86\ \text{dB} \ ,$$

$$a_q^* = 86\ \text{dB} - 12{,}5\ \text{dB} - 6\ \text{dB} = 67{,}5\ \text{dB} \ .$$

Bei der Messung wird man meist auf einen geringfügig schlechteren Wert kommen, da die endliche Genauigkeit der Wandler meist noch zu einer Erhöhung des Quantisierungsrauschens um etwa 2 dB führt. Ein $a_q^* \approx 66$ dB wäre also in diesem Beispiel meßtechnisch zu erwarten. Da dieser Wert mit den wohlbekannten Geräuschkennwerten der Analogtechnik verglichen werden darf, ist damit auch eine gute Aussage über die in dem System zu erwartende

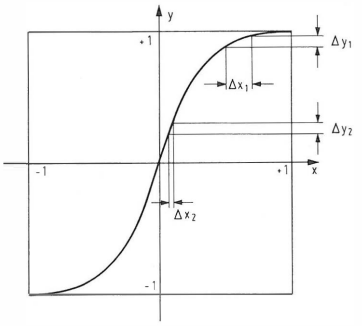


Bild 5

Normierte Kompressorkennlinie
x = Eingangsspannung
y = Ausgangsspannung

Störwirkung durch das Quantisierungsrauschen gegeben.

2.3. Kompandertechnik

Bisher wurde ausschließlich von gleichförmiger Quantisierung gesprochen. Aus Gründen einer ökonomischen Nutzung der Kapazität der Übertragungswege ist es jedoch erstrebenswert, die Bitrate möglichst gering zu halten. Da die Abtastfrequenz, und damit die Audiobandbreite, ohne Beeinträchtigung der Übertragungsqualität nicht verringert werden kann, wäre nur eine Reduzierung der Anzahl der Bits pro Abtastwert eine Möglichkeit, zu einer niedrigen Bitrate zu kommen. Eine Herabsetzung der Tonsignalqualität darf damit aber auch nicht verbunden sein, weshalb eine einfache Reduzierung der Bitzahl pro Abtastwert bei gleichförmiger Quantisierung ausgeschlossen ist.

Bei der Quellencodierung von Fernsprechsignalen wird die Anzahl n der Bits je Abtastwert dadurch vermindert, daß man eine ungleichförmige Stufung der Quantisierungskennlinie einführt [14], so daß bei großen Signalmomentanwerten die Stufengröße a etwa proportional zum Signal wächst. Diese ungleichförmige Stufung kann man sich zunächst durch einen vor den eigentlichen Quantisierer geschalteten Vierpol (Kompressor) verwirklicht denken, dessen Eingangs- und Ausgangsgrößen über die Kompressionscharakteristik y(x) zusammenhängen. **Bild 5** zeigt eine normierte Kompressorkennlinie. Für den Abstand der mittleren Signalleistung S von der mittleren Quantisierungsverzerrungsleistung N_q gilt die Beziehung [14]

$$\frac{S}{N_q} = \frac{x^2_{eff}}{\frac{2}{3s^2}\int_0^{\infty} \frac{p(x)}{[y'(x)]^2}\,dx} \quad .$$

Dabei sind x_{eff} der auf den Einheitswiderstand bezogene Effektivwert der Signalspannung, s die Anzahl der Quantisierungsstufen, y(x) die normierte Kompressorcharakteristik und p(x) die von der Signalstruktur abhängige Wahrscheinlichkeitsdichte der Signalmomentanwerte. Mit der vorstehenden Gleichung läßt sich der Verlauf des Verhältnisses $10 \lg (S/N_q)$ als Funktion des Effektivwertes x_{eff} des Signals berechnen, sofern p(x) und y(x) bekannt sind.

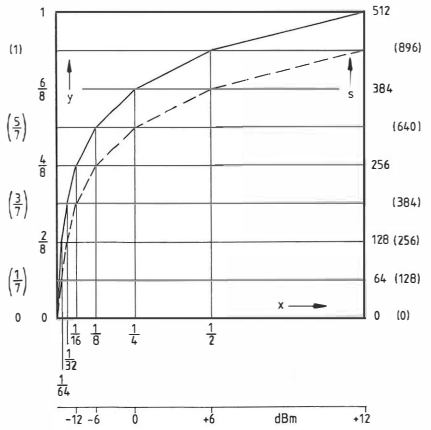


Bild 6

Momentanwertkompanderkennlinien
——— = 13-Segment-Kennlinie
— — — = 11-Segment-Kennlinie
s = Anzahl der Quantisierungsstufen
x = normierte Eingangsspannung
y = normierte Ausgangsspannung

2.3.1. Momentanwertkompander

Obwohl zunächst für ausgeschlossen gehalten, konnte gezeigt werden, daß auch bei der Quellencodierung von Tonsignalen die Anzahl n der Bits je Abtastwert durch Anwendung von Momentanwert-**kom**pressoren und -ex**pandern** (= Kompandern) mit Erfolg verringert werden kann [15]. Es wurde zunächst die von der Fernsprechtechnik bekannte 13-Segment-Kennlinie vorgeschlagen. Eine mathematische Beschreibung der Funktion y(x) erübrigt sich hier; das Bildungsgesetz wird aus **Bild 6** ausreichend deutlich. Ausgehend von 14 Bit je Abtastwert ist mit dieser Kennlinie eine Reduzierung auf 10 Bit möglich. Bemerkenswert ist jedoch der Einfluß dieser Kennlinie auf das Verhältnis S/N_q in Abhängigkeit von der Aussteuerung, das in **Bild 7** dargestellt ist. Während bei kleinen Pegeln kein Unterschied zur

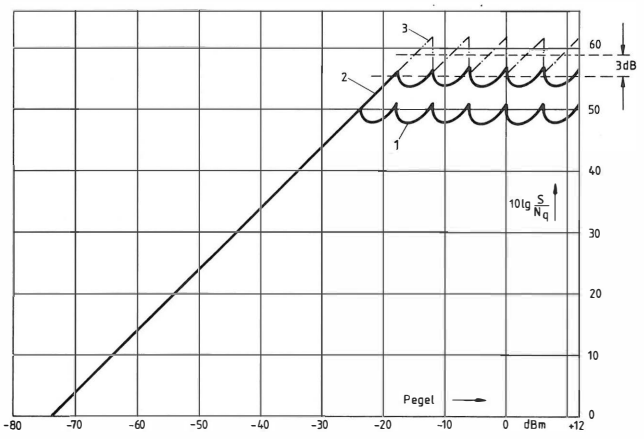


Bild 7

$10 \lg (S/N_q)$ als Funktion der Aussteuerung bei verschiedenen Kompandern für Sinussignale 1 kHz
1 = 13-Segment-Kennlinie
2 = 11-Segment-Kennlinie
3 = Quasi-Momentanwertkompander (5 Skalen)

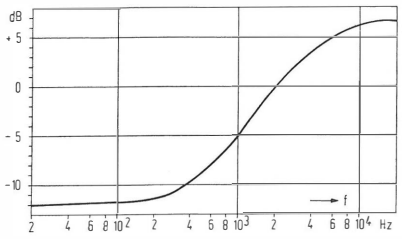


Bild 8

Frequenzgang der Preemphase nach CCITT-Empfehlung J.17
Einfügungsdämpfung 5 dB

Codierung in 14 Bit gegeben ist, bleibt bei höheren Signalpegeln 10 lg (S/N_q) konstant etwa 50 dB. Die in **Bild 7** dargestellte Kurve 1 wurde für Sinussignale berechnet. Erste Hörtests zeigten, daß dieses Verhalten bei kritischen Musikproben (z. B. Piano) hörbar war. Deshalb wurde der Einsatz der in der CCITT-Empfehlung J.17 beschriebenen Preemphase zuzüglich einer Einfügungsdämpfung von 5 dB sendeseitig und der zugehörigen Deemphase empfangsseitig vorgesehen (**Bild 8**). Derart über einen Codec (**Co**dierer und **Dec**odierer) verarbeitete Tonsignale genügten recht hohen Qualitätsansprüchen. Es zeigte sich jedoch, daß bei Hintereinanderschaltung mehrerer Codecs, womit in einer Übergangszeit gerechnet werden muß, erhebliche Qualitätseinbußen auftraten. Dies war der Grund für eine Modifizierung der 13-Segment-Kennlinie in der Weise, daß die Anzahl der Quantisierungsstufen in den äußeren Segmenten verdoppelt wurde. Man erhält auf diese Weise eine 11-Segment-Kennlinie, die in **Bild 6** gestrichelt dargestellt ist. Die zugehörigen normierten Ordinatenwerte stehen in **Bild 6** in Klammern. Durch diese Modifizierung der 13-Segment-Kennlinie erreicht man bei höheren Signalpegeln eine Verbesserung des S/N_q um 6 dB (**Bild 7**, Kurve 2). Allerdings ist auch bei Anwendung dieses Kompanders der Einsatz der oben genannten Preemphase erforderlich.

Ein Kompander des zuletzt beschriebenen Typs wird in der Bundesrepublik Deutschland in Geräten, die der Stereoübertragung zu den Sendern des Zweiten Deutschen Fernsehens dienen, bereits verwendet.

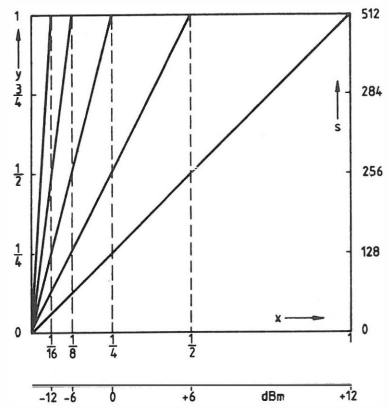


Bild 9

Kennlinie eines Quasi-Momentanwertkompanders mit 5 Skalen
s = Anzahl der Quantisierungsstufen
x = normierte Eingangsspannung
y = normierte Ausgangsspannung

2.3.2. Quasi-Momentanwertkompander

Im Research Department der British Broadcasting Corporation (BBC) wurde ein Codierverfahren mit Quasi-Momentanwertkompandierung entwickelt [16]. Bei diesem Verfahren werden anstelle einer ungleichförmigen Quantisierungsskala fünf gleichförmig gestufte Skalen mit jeweils um den Faktor 2 unterschiedlichen Intervallgrößen verwendet (**Bild 9**). Bei diesem Kompander werden zunächst 32 Abtastwerte mit einer Auflösung entsprechend 14 Bit codiert. Die 32 Codeworte werden gespeichert. Sodann wird in Abhängigkeit vom höchstwertigen der gespeicherten Codeworte die feine Quantisierung entweder beibehalten oder um die Faktoren 2, 4, 8 bzw. 16 vergrößert. In der Praxis geschieht dies durch Weglassen von 4 Bit der ursprünglich 14 Bit. Je nach verwendeter Quantisierungsskala werden die 4 Bit bei den MSB und/oder den LSB unterdrückt, so daß nur noch Codeworte zu 10 Bit ausgesendet werden. Voraussetzung für dieses Verfahren ist die zusätzliche Übertragung eines Skalenfaktorwortes mit 3 Bit zu jedem Block mit 32 codierten Abtastwerten, wodurch die für den Block verwendete Skala definiert ist. Die erforderliche Informationskapazität je Abtastwert erhöht sich dadurch auf 10,1 Bit. Kurve 3 in **Bild 7** zeigt für diese Kompanderart den Verlauf von 10 lg (S/N_q) in Abhängigkeit vom Signalpegel für Sinussignale mit f = 1 kHz. Man erkennt eine Verbesserung um etwa 3 dB gegenüber dem Momentanwertkompander 14/11 Bit, eine Preemphase einzusetzen ist jedoch auch bei diesem Kompander erforderlich.

Aus **Bild 7** ist zu erkennen, daß allen drei Kompandern der Verlauf von 10 lg (S/N_q) bei kleinen Pegeln gemeinsam ist. Sobald aber große Signalpegel auftreten, werden die Amplitudenmaxima dieser Signale gröber quantisiert, und zwar unterschiedlich für die verschiedenen Typen. Es gilt jedoch für alle das Prinzip des etwa konstanten Verlaufs von 10 lg (S/N_q) bei anwachsendem Signalpegel. Der entstehende subjektive Eindruck ist der eines das Nutzsignal begleitenden modulierten Rauschens (programme-modulated noise). Aus den Kurven von **Bild 7** ist aber keinerlei Auskunft über die Störwirkung dieses besonderen Störgeräusches zu erhalten. Es liegt deshalb nahe, auch bei kompandierten Signalen die CCIR-Störpegelmessung, wie unter Abschnitt **2.2.** beschrieben, einzusetzen und ein 60-Hz-Signal als Nutzsignal zu verwenden. Da bei der Quantisierungsgeräuschmessung im allgemeinen nicht auf den Pegelwert des geräuschauslösenden Nutzsignals, sondern auf dessen Nominalwert bezogen wird, eignet sich eine von **Bild 7** abweichende Darstellungsweise vielleicht besser (**Bild 10**).

Am Beispiel des 14/11-Bit-Kompanders mit 6 dB Aussteuerungsreserve, ohne Pre- und Deemphase, sollen die Störgeräuschverhältnisse diskutiert werden. Im Bereich kleiner Pegelwerte sind die in Abschnitt **2.2.** angegebenen Werte für gleichförmige Quantisierung wiederzufinden: 10 lg (S/N_q) = 86 dB und a_q^* = 66 dB. Man erkennt aber auch, daß der Quantisierungsgeräuschabstand im gröbsten Quantisierungsbereich (9 Bit) nur 36 dB beträgt. Mittels des Einsatzes einer Preemphase ist eine objektiv meßbare und subjektiv deutlich wahrnehmbare Herab-

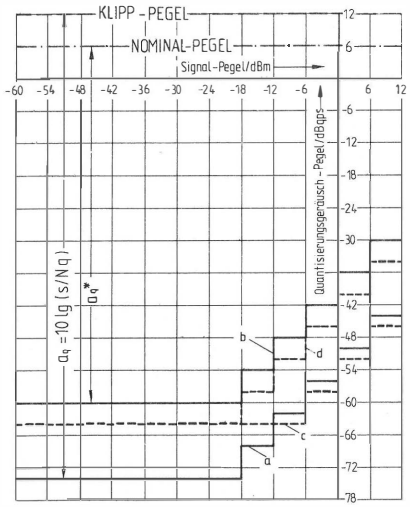


Bild 10

Quantisierungsgeräusch eines Momentanwertkompanders 14/11 Bit

Kurve a: Effektivwert, unbewertet, ohne Pre/Deemphase

Kurve b: Quasispitzenwert, bewertet (CCIR-Rec. 468-3), ohne Pre/Deemphase

Kurve c: wie b, aber mit CCITT-Pre/Deemphase, Meßfrequenz 60 Hz

Kurve d: wie c, aber Meßfrequenz 2,1 kHz

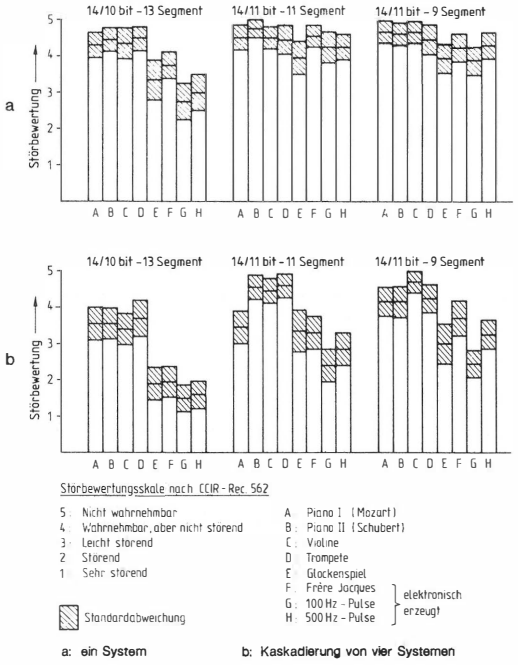


Bild 11

Hörtestergebnisse

setzung des Störgeräusches verbunden. Die Kurvenänderung, die Pre- und Deemphase in **Bild 10** bewirken, ist bei der CCITT-Preemphase von der gewählten Meßfrequenz abhängig. Der Gewinn setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, dem eigentlichen Deemphasegewinn von etwa 4 dB, erzielt durch Absenkung von Störpegeln im empfindlichsten Hörbereich, und der Absenkung tieffrequenter Signale durch die Preemphase vor der Wandlung, womit vermieden wird, daß sie in den Bereich gröbster Quantisierung gelangen.

Insgesamt erhält man aber auch bei der Geräuschpegelmessung, selbst unter Berücksichtigung des Einflusses von Pre- und Deemphase, Kurven, die nicht imstande sind, die Störwirkung des nutzsignalbegleitenden Rauschens auszudrücken. Eine Aussage über die erreichbare Tonsignalqualität bei unterschiedlichen Kompandertypen können deshalb nur Hörtests liefern. Der prinzipielle Aufbau derartiger Hörtests wird in der CCIR-Rec. 562 beschrieben [17]. Die Testsignale am Ausgang einer mit Kompander betriebenen digitalen Übertragungsstrecke werden mit den Quellensignalen verglichen und die Qualitätsminderung durch den Kompander wird nach einer 5-Punkte-Skala bewertet. Als Testsignale wurden in vielen Untersuchungen, die im Rahmen der UER durchgeführt wurden, sowohl kritische natürliche Programmsignale als auch synthetische Tonsignale verwendet. Ein Beispiel für eine Untersuchung unterschiedlicher Momentanwertkompander ist der Vergleich zwischen dem 13-Segment-Kompander 14/10 Bit, dem 11-Segment-Kompander 14/11 Bit und einem 9-Segment-Kompander, ebenfalls 14/11 Bit [12]. Ergebnis ist ein erkennbarer Vorteil eines 14/11-Bit- gegenüber dem 14/10-Bit-Kompander, ganz besonders deutlich bei der Kaskadierung von vier gleichen Codecs (**Bild 11**).

Seit vielen Jahren stehen sich sowohl innerhalb der UER als auch beim CMTT zwei rivalisierende Kompandersysteme zum Einsatz beim internationalen Programmaustausch und in der Satellitentechnik gegenüber: die Momentanwert- und die Quasi-Momentanwertkompander. Aus diesem Grunde sind von sehr vielen Rundfunkorganisationen spezielle Hörtests zum Vergleich dieser beiden Systeme durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind nicht ganz einheitlich. Obwohl aber Rechnersimulationen mit echten Programmsignalen gezeigt haben, daß bezüglich des Störgeräusches bei höheren Signalpegeln zwischen dem Quasi-Momentanwertkompander mit 5 Skalen und dem 11-Segment-Momentanwertkompander praktisch kein Unterschied besteht, konnte in Hörtests dennoch nachgewiesen werden, daß bei extrem empfindlichen synthetischen Testsignalen ein gerade noch wahrnehmbarer Unterschied zu Gunsten des Quasi-Momentanwertkompanders besteht. Ungeachtet dieses äußerst geringfügigen Unterschieds, der ohne praktische Bedeutung ist, bleibt aber der Vorteil, daß bei gleicher Signalqualität der Quasi-Momentanwertkompander ein Bit weniger pro Übertragungswort aufweist.

2.4. Transcodierung

Es wird in Zukunft notwendig werden, einzelne Abschnitte der gesamten digitalen Tonsignalübertragungsstrecke zusammenzuschalten, die sich z. B. in der Abtastfrequenz, der gewählten Auflösung oder dem verwendeten Kompandersystem voneinander unterscheiden. Selbst wenn einmal eine digitale Schnittstelle definiert sein wird, wäre eine unmittelbare Zusammenschaltung in der digitalen Ebene dann nicht möglich. Die Codestruktur des einen digitalen Systems muß erst in die des zweiten umgeformt werden. Zwei Möglichkeiten bieten sich für eine derartige „Transcodierung" an: sie kann in der

digitalen Ebene vollzogen werden oder auf dem Umweg über den Analogbereich. Welcher Weg gegangen werden sollte, muß für jeden Fall gesondert entschieden werden.

Sind z. B. zwei gleichförmig quantisierende Systeme gleicher Auflösung, aber unterschiedlicher Abtastfrequenz miteinander zu verbinden, so kann dies durch Zwischenschaltung eines Transcoders erreicht werden. Ein sehr universelles Gerät, das von einer beliebigen Abtastfrequenz in eine beliebige andere umzusetzen vermag, ist bereits entwickelt worden [18]. Die Alternative dazu ist eine D/A-Wandlung des Digitalsignals eines Systems und eine anschließende A/D-Wandlung im System mit der anderen Abtastfrequenz, eine Verbindung also über das Analogsignal. Weil sich dabei die Quantisierungsgeräusche beider Systeme addieren, wird der Gesamtquantisierungspegel um 3 dB steigen. Erfahrungen darüber, in welchem Maße mit einer digitalen Transcodierung eine Qualitätsminderung verbunden ist, liegen noch nicht vor. Ein Vergleich zwischen Kosten und erreichbarer Qualität wird entscheiden müssen, welche der beiden Methoden anzuwenden ist.

Soll mit der Umsetzung der Abtastfrequenz gleichzeitig eine Änderung der Amplitudenauflösung verbunden sein, kann die Entscheidung leichter fallen. Der Übergang von einem Produktionsstudio mit z. B. einer Abtastfrequenz von 48 kHz und einer 16-Bit-Auflösung der digitalen Worte auf eine Rundfunkübertragungsleitung mit 32 kHz Abtastfrequenz und einer Auflösung von 14 Bit ist auch über eine Analogschnittstelle verlustlos zu erreichen, da die Quantisierungsgeräusche des 16-Bit-Abschnittes 12 dB niedriger liegen als auf der 14-Bit-Strecke und somit auf dieser keinen nennenswerten Geräuschbeitrag leisten. Die Wahl der billigeren D/A-A/D-Wandlung ist darum naheliegend.

Stoßen unterschiedliche Kompandersysteme aufeinander, so ist die einfachste Lösung, eine Expansion des ersten Signals vorzunehmen und anschließend nach dem zweiten Kompandergesetz zu komprimieren. Allerdings ist auch dieser Vorgang mit einem Verlust an Störpegelabstand verbunden.

Oberstes Ziel in einem digitalen Tonsignalsystem der Zukunft muß es also sein, möglichst wenige unterschiedliche Standards zu haben und diese innerhalb einer Übertragungskette so wenig wie möglich zu wechseln.

2.5. Schlußfolgerungen für die Wahl der Parameter bei der Quellencodierung

Auf der Basis der geschilderten Überlegungen und Untersuchungsergebnisse ist innerhalb der UER eine Reihe von Entscheidungen getroffen worden. Für direktsendende Rundfunksatelliten wird für das Tonsignal eine Abtastfrequenz von 32 kHz empfohlen. Damit ist ein Anschluß gegeben an die im Rahmen des CMTT vorgeschlagene Abtastfrequenz für die digitalen Tonübertragungsleitungen. Sollten sich im Studiobereich Gründe ergeben, neben den 32 kHz noch eine höhere Abtastfrequenz verwenden zu wollen, so unterstützt die UER die Bemühungen, dann 48 kHz zu wählen.

Sowohl für die Leitungsverbindungen als auch für die Satellitenstrecke wird eine Amplitudenauflösung von 14 Bit je Abtastwert als ausreichend erachtet. Wenn die Kapazität des jeweiligen Übertragungskanals eine entsprechende Bitrate nicht zuläßt, sollten Kompander eingesetzt werden. Für internationale Leitungsverbindungen konnte über den Typ des einzusetzenden Kompanders noch keine Einigung gefunden werden; was die Satellitenübertragung betrifft, hat man sich innerhalb der UER verständigt, wenn notwendig den unter **2.3.2.** beschriebenen Quasi-Momentanwertkompander mit CCITT-Pre- und Deemphase zu verwenden. Im Studiobereich wird nicht nur wegen des höheren Quantisierungsrauschabstandes, sondern auch wegen einer bei der Produktion geforderten höheren Aussteuerungsreserve übereinstimmend eine 16-Bit-Auflösung als notwendig erachtet.

3. Beeinflussung der Signalqualität durch Bitfehler

3.1. Entstehung und Messung von Bitfehlern

In der analogen Übertragungstechnik akkumulieren sich die auf dem Übertragungsweg entstehenden Störgeräusche und führen so mit zunehmenden Streckenlängen zu einer Verringerung des Signal/Geräuschverhältnisses. Der Vorteil der digitalen Signalübertragung, zu der auch die Übertragung von PCM-Signalen gehört, liegt darin, daß sie sich wert- und zeitdiskreter Zeichen zur Übertragung der Information bedient. Im einfachsten Fall handelt es sich um Binärsignale, die nur zwei Amplitudenzustände (0 und 1) kennen. Derartige Signale entstehen in der Regel bei jeder A/D-Wandlung. Bei der digitalen Signalübertragung hat man nun die Möglichkeit der Regeneration der Zeichen am Ende des Übertragungsweges oder am Ausgang des Speichermediums; das heißt, daß die einzelnen Zeichen vollständig wiederhergestellt werden können, wenn die Impulsflanken eine Zeitschwelle und das Impulsdach eine Amplitudenschwelle als Folge von Störungen nicht über- bzw. unterschreiten. Sofern dies gelegentlich doch geschieht, kommt es zu Verfälschungen der binären Zeichen (Bits): $0 \rightarrow 1$, $1 \rightarrow 0$. Für einen bestimmten

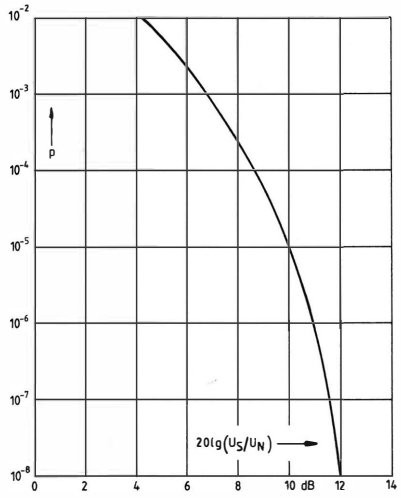


Bild 12
Bitfehlerhäufigkeit p
als Funktion des Störabstandes 20 lg (U_S/U_N) für Binärsignale
Störung durch weißes Rauschen

Zeitraum kann eine mittlere Bitfehlerhäufigkeit p definiert werden:

$$p = \frac{\text{Anzahl der gestörten Bits}}{\text{Anzahl der übertragenen Bits}} \quad .$$

Bild 12 zeigt die Abhängigkeit der Bitfehlerhäufigkeit vom Signal-Störabstand bei Störung von Binärsignalen durch weißes Rauschen. Die Kurve folgt der Gleichung

$$p = \frac{1}{2}\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{U_S}{U_N}\right)\right] \quad .$$

Dabei ist U_S der Effektivwert der digitalen Signalspannung und U_N derjenige der Störspannung. Bei dieser Art der Störung sind die Bitfehler über die Zeit stochastisch verteilt. Man trifft dieses Fehlerverhalten z. B. bei der Übertragung über Satelliten an. Auf anderen Übertragungsmedien, wie mit Schwund behafteten Funkfeldern, muß dies nicht gelten. Die Bitfehler können dann büschelartig auftreten; man spricht von sogenannten Burstfehlern. Dies gilt auch für Speichermedien (digitale Schallplatte, digitale Bandaufzeichnung).

Für die Qualität der digitalen Tonsignalübertragung ist es wichtig, das Fehlerverhalten der digitalen Übertragungssysteme zu kennen. Man bedient sich zur Bitfehlermessung einer Anordnung nach **Bild 13**. Sendeseitig wird in einem Generator eine definierte Quasi-Zufallsfolge binärer Zeichen (pseudo random binary sequence) PRBS erzeugt, die über eine digitale Schnittstelle an den Modulator (Leitungsendgerät) des digitalen Übertragungssystems abgegeben wird, der sie an die Erfordernisse der Übertragungsstrecke anpaßt. Im empfangsseitigen Demodulator, in dem gleichzeitig die Regeneration der binären Signale durchgeführt wird, führen die unter Umständen auf dem Übertragungsweg eingedrungenen Störungen zu Bitfehlern, sofern sie das oben erwähnte Maß überschritten haben. Über die empfangsseitige digitale Schnittstelle werden Binärsignal und zugehöriger Takt dem PRBS-Empfänger zugeleitet, in dem das empfangene, möglicherweise mit Bitfehlern behaftete PRBS-Signal mit einem örtlich synchron erzeugten Signal gleicher Zeichenfolge Bit für Bit verglichen wird. Bei den PRBS-Generatoren handelt es sich um rückgekoppelte Schieberegister mit m Stufen, wobei die Zykluslänge der Folge $(2^m - 1)$ Bit beträgt. Mit einem an den Ausgang des PRBS-Empfängers angeschlossenen Zähler kann die mittlere Bitfehlerhäufigkeit für verschiedene Blocklängen gemessen werden. Die Kenntnis dieser Meßwerte ist beim Vorliegen von Burstfehlern oft nicht ausreichend. In solchen Fällen empfiehlt sich eine genaue Analyse der Bitfehlerstruktur, die dann rechnergestützt ausgewertet werden kann. Während PRBS-Sender und -Empfänger bereits handelsüblich sind, sind Geräte zur Aufzeichnung der Bitfehlerstruktur derzeit nur eingeschränkt als Labormodelle verfügbar.

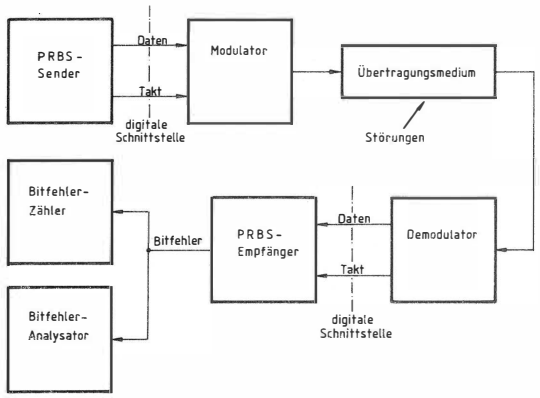


Bild 13

Anordnung zur Bitfehlermessung

3.2. Auswirkung von Bitfehlern

Es war eingangs erwähnt worden, daß jeder quantisierte Abtastwert durch ein aus n Bit bestehendes Codewort repräsentiert wird. Weil es sich bei den zu codierenden Analogsignalen um Wechselspannungen handelt – und auch aus anderen Gründen –, wird als Codiergesetz normalerweise der symmetrische Binärcode (Sign-Magnitude-Code) verwendet:

	Sign	Magnitude		
		MSB		LSB
+ U	1	1	1 . . . 1	1
+ 0	1	0	0 . . . 0	0
– 0	0	0	0 . . . 0	0
– U	0	1	1 . . . 1	1 .

Im Falle einer gleichförmigen Quantisierung und auch bei Verwendung des unter **2.3.2.** erwähnten Quasi-Momentanwertkompanders unterscheiden sich zwei aufeinanderfolgende Bits in ihrer Wertigkeit jeweils um den Faktor 2, so daß eine Verfälschung des niedrigstbewerteten Bits (LSB) den geringsten Amplitudenfehler bei der Decodierung bewirkt (und umgekehrt). Eine Störung des Sign verursacht eine Inversion des decodierten Analogwertes. Der

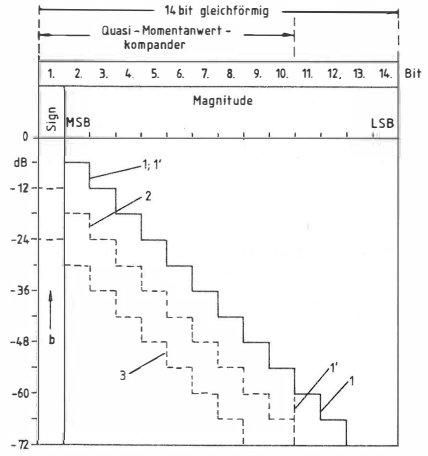


Bild 14

Durch Bitfehler hervorgerufene Amplitudenfehler bei der D/A-Umsetzung in Abhängigkeit von der Wertigkeit des gestörten Bits

b = Fehler, bezogen auf Vollaussteuerung des D/A-Umsetzers
1 = gleichförmige Codierung in 14 Bit
1' = max. Momentanwert im Block – 0 dB
2 = max. Momentanwert im Block – 12 dB
3 = max. Momentanwert im Block – 24 dB
} Quasi-Momentanwert-kompandierung in 10,1 Bit

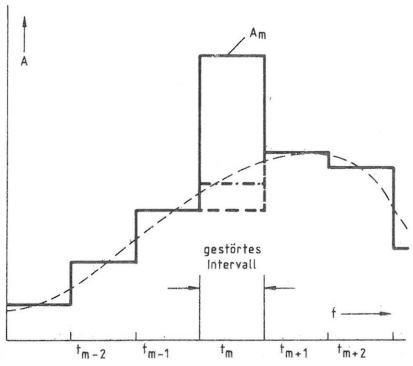


Bild 15

Fehlerverschleierungstechnik bei der D/A-Umsetzung

——— = A_m, fehlerhafter Abtastwert
—·—·— = A'_{mJ}, Schätzwert, Interpolation erster Ordnung
— — — = A'_{mE}, Schätzwert, Extrapolation der Ordnung Null

hieraus resultierende Amplitudenfehler ist von der Größe der codierten Abtastprobe abhängig und kann zwischen 0 % (Signalpause) und 100 % (Vollaussteuerung) des Aussteuerungsbereiches betragen. Diese Zusammenhänge sind in **Bild 14** dargestellt. Auf der Ordinate ist der durch ein fehlerhaftes Bit hervorgerufene Amplitudenfehler b, bezogen auf Vollaussteuerung des D/A-Wandlers im logarithmischen Maßstab, in Abhängigkeit von der Wertigkeit der Bits für gleichförmige Codierung in 14 Bit und für drei Skalen (maximale Momentanwerte im Block 0 dB, – 12 dB und – 24 dB) des 10-Bit-Quasi-Momentanwertkompanders beispielhaft aufgetragen. Man erkennt, daß der Fehler bei abnehmender Wertigkeit von Bit zu Bit um 6 dB abnimmt. Ein fehlerhaftes Vorzeichenbit bewirkt einen Fehler, der vom momentan codierten Abtastwert abhängt. Das bedeutet, daß in den Signalpausen ein fehlerhaftes Vorzeichenbit ohne jeden Einfluß ist. Dies ist ein wesentlicher Vorteil des Sign-Magnitude-Codes. Man erkennt auch, daß der Einsatz eines Momentanwert- oder Quasi-Momentanwertkompanders sich vorteilhaft auf den Einfluß von Bitfehlern auswirkt. Wenn nämlich in einem mit einer feingestuften Quantisierungsskala verarbeiteten Block von Abtastwerten Bitfehler auftreten, bewirken diese auch nur „kompandierte" Amplitudenfehler. Aus den Erfahrungen mit analog arbeitenden Kompandern konnte dieses Verhalten erwartet werden.

Am Ausgang eines empfangsseitigen D/A-Wandlers entsteht üblicherweise die in **Bild 15** dargestellte „Treppenspannung". Ein durch einen Bitfehler verfälschtes Codewort bewirkt einen Störimpuls der Dauer $T_o = 1/f_o$ einer Abtastperiode. In **Bild 16** sind für zwei verschieden große Störimpulse U_1 und U_2 die spektralen Amplitudendichtefunktionen $F_1(f)$ und $F_2(f)$ in Abhängigkeit von der Frequenz f aufgetragen. Es gilt die Gleichung

$$F(f) = \frac{U}{f_o} \cdot \frac{\sin\left(\pi \frac{f}{f_o}\right)}{\pi \frac{f}{f_o}} \quad .$$

Die Spektren für zwei verschieden große Impulse

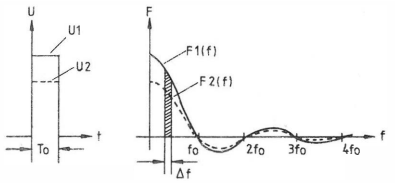


Bild 16

Spektrale Amplitudendichte von Störimpulsen

sind einander ähnlich; die Ordinatenwerte unterscheiden sich nur um den Faktor U_1/U_2. Es wird das gesamte Übertragungsband von $f = 0$ bis $f = f_o/2$ mit einer geringen Dämpfung (etwa 3,9 dB) belegt. Vom Zuhörer werden die Störimpulse als mehr oder weniger laute Klicks wahrgenommen. Während bei der Fernsprechübertragung dadurch keine merkliche Störung entsteht, ist die Übertragung hochwertiger Tonsignale ohne wirkungsvolle Gegenmaßnahmen nicht möglich.

3.3. Maßnahmen gegen die Auswirkung von Bitfehlern

Bei Maßnahmen gegen die Auswirkung von Bitfehlern hat man zu unterscheiden zwischen Fehlererkennung und Fehlerkorrektur. In beiden Fällen werden die binären Zeichen (Bits) zu Blöcken zusammengefaßt, die durch Zusatz redundanter Information unterstützt werden. Bei der Fehlererkennung wird lediglich die Tatsache erkannt, daß in einem Block ein oder mehrere Fehler aufgetreten sind, ohne daß die genaue Lage der fehlerhaften Bits bekannt ist. Bei der Fehlerkorrektur ist letzteres der Fall. Im Block aufgetretene Bitfehler können exakt korrigiert werden.

3.3.1. Bitfehlererkennung und -verschleierung

Sofern die mittlere Bitfehlerhäufigkeit einen Wert von etwa 10^{-5} nicht übersteigt und sichergestellt ist, daß in einem Codewort nur ein Bitfehler auftritt, kann auf eine Bitfehlerkorrektur verzichtet werden (siehe unter **3.4.**), das Erkennen des Bitfehlers in dem Codewort reicht aus. Diese Kenntnis kann ein Paritätsbit vermitteln, das zusätzlich zu einem Codewort bzw. zu mehreren Codewörtern eines Kanals oder mehrerer Kanäle ausgesendet wird. Das Paritätsbit kann beispielsweise so gewählt werden, daß die Anzahl der „Einsen" im geschützten Block immer eine gerade Zahl ist. Führt die empfangsseitige Paritätsprüfung zu einem anderen Ergebnis, so wird eine der in **Bild 15** dargestellten Fehlerverschleierungstechniken angewandt, indem an die Stelle des fehlerhaften Abtastwertes A_m ein Schätzwert A'_m gesetzt wird, der dem ungestörten Abtastwert möglichst nahekommt. Im **Bild 15** sind zwei Möglichkeiten erläutert:

1. Wiederholung des vorangegangenen ungestörten Abtastwertes (Extrapolation der Ordnung Null):
$$A'_{mE} = A_{m-1} \quad .$$
2. Arithmetischer Mittelwert aus den zeitlich benachbarten Abtastwerten (Interpolation erster Ordnung):
$$A'_{mI} = \frac{A_{m-1} + A_{m+1}}{2} \quad .$$

Die Wirksamkeit der Verfahren ist wegen der verschieden großen Restfehler unterschiedlich. Objektive Messungen mit dem unter **3.5.2.** beschriebenen Verfahren und subjektive Tests (siehe **3.4.**) haben gezeigt, daß als Fehlerverschleierungstechnik nur die Interpolation Verwendung finden sollte. Bei Anwendung dieses Verfahrens ist es aber nicht sinnvoll, alle Bits eines Codewortes durch Paritätsprüfung zu überwachen, weil der nach der Fehlerverschleierung verbleibende Fehler unter Umständen größer sein kann als die Störung durch einen Bitfehler auf einem LSB. Es konnte gezeigt werden, daß bei

- gleichförmiger Codierung in 14 Bit das Vorzeichenbit (Sign) und die 6 MSB zu schützen sind

und bei

- Verwendung eines 10-Bit-Momentanwertkompanders das Vorzeichenbit und 4 MSB zu schützen sind.

Eine Bitfehlerverschleierung der vorstehend geschilderten Art ist bei den meisten Anwendungsfällen wie

- Übertragungssysteme für den Programmaustausch,
- Satellitenrundfunksysteme und
- breitbandige Verteilnetze über Lichtwellenleiter bis zum Endteilnehmer

ausreichend. Die meisten Systemvorschläge sehen diese Verschleierungstechnik vor.

3.3.2. Bitfehlerkorrektur

In Anwendungsfällen der digitalen Tonübertragung, bei denen die mittlere Bitfehlerhäufigkeit 10^{-5} übersteigt oder große zusammenhängende Blöcke von Bitfehlern auftreten, ist die einfache Fehlererkennung mit anschließender Fehlerverschleierung nicht mehr ausreichend. Man muß fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes einsetzen. Es hieße den Rahmen dieser Arbeit zu sprengen, wollte man auch nur eine Aufzählung der möglichen Verfahren geben. Hier sei auf die einschlägige Literatur verwiesen, z. B. [20, 21]. Nachstehend werden nur drei Anwendungsbeispiele für fehlersichernde Codes kurz erläutert:

1. Die Entwicklung eines digitalen Schallplattensystems („compact disc") machte den Einsatz eines leistungsfähigen Fehlersicherungsverfahrens notwendig, weil das verwendete Speicherverfahren Fehlerbursts größerer Länge bewirken kann. Es wird der **C**ross **I**nterleave **R**eed Solomon **C**ode (CIRC) verwendet, der eine zweifache Reed-Solomon-Codierung [21] mit $33^1/_3$ % Redundanz beinhaltet und in der Lage ist, Fehlerbursts bis zu 4000 Bit zu überbrücken. Es wird eine kombinierte Fehlerkorrektur- und Fehlerverschleierungstechnik angewendet. Für $p = 10^{-4}$ kommt ein Fall in 10 Stunden, für $p = 10^{-3}$ kommen 100 Fälle von Fehlerverschleierung pro Minute vor. Für $p = 10^{-3}$ tritt innerhalb von 750 Stunden nur ein fehlerhaftes, nicht erkanntes Codewort auf. Ähnliche Verfahren werden für die noch in der Entwicklung befindliche Magnetbandaufzeichnung digitaler Tonsignale überlegt [22, 23]. Auch hierbei sind größere Fehlerbursts zu korrigieren.
2. Für die Übertragung von 16 digitalisierten stereofonischen Hörfunkkanälen über einen Rundfunksatellitentransponder ist ein (63,44)-BCH-Code (nach **B**ose-**C**haudhuri-**H**oquengem [24]) vorgesehen, bei dem ein Block von 63 Bit 44 zur Informationsübertragung nutzbare Plätze hat. Die Decodierstrategie ist so gewählt, daß in einem 63-Bit-Block 2 Fehler korrigiert oder maximal 5 Fehler erkannt werden, die durch Fehlerverschleierung zu behandeln sind. Für $p = 10^{-3}$ tritt weniger als 1 unerkannter Bitfehler pro Stunde auf. Die Gruppe der BCH-Codes ist nicht so sehr für Bündelfehler als vielmehr für hohe Bitfehlerhäufigkeiten bei aufeinanderfolgenden, unabhängig voneinander gestörten Symbolen geeignet [24].
3. Auf eine wichtige Anwendung eines fehlerkorrigierenden Codes sei noch hingewiesen. In Abschnitt **2.3.2.** war ein Quasi-Momentanwertkompander beschrieben worden, der, ebenso wie die gleichförmige Codierung in 14 Bit, von der UER für bestimmte Anwendungsfälle empfohlen wurde. Bei dieser Art der Codierung werden zwar die Codeworte zu 10 Bit zweckmäßig durch Paritätsprüfung in Kombination mit Fehlerverschleierung geschützt, doch muß das zu jedem Block von 32 Abtastwerten gehörende Skalenfaktorwort besonders geschützt werden, da seine Störung durch Bitfehler ernsthafte Folgen hat. In [16] wird beschrieben, daß die Skalenfaktorwerte dreier Blöcke ($5^3 = 125$ notwendige Kombinationen) zusammengefaßt und mit 7 Bit übertragen werden können. Durch Verwendung eines (11,7)-Hamming-Codes [21] können Einzelfehler je 11-Bit-Block bis zu $p = 10^{-5}$ korrigiert werden.

   Es muß noch gesagt werden, daß die Anwendbarkeit komplizierter fehlerkorrigierender Codes in größerem Umfange erst durch die Darstellbarkeit der aufwendigen Decodierschaltungen in VLSI-Schaltkreisen möglich wurde.

3.4. Bitfehlerverschleierung — Ergebnisse von Hörtests

Eine Bitfehlerverschleierungstechnik ist nur anwendbar, wenn die Bitfehler statistisch verteilt sind und die Bitfehlerhäufigkeit nicht zu groß ist, da sonst die Restfehler der Schätzwerte und die Bitfehler im ungeschützten Teil des Wortes zu erkennbaren Qualitätsminderungen führen würden. Um die Grenze für die zulässige Bitfehlerhäufigkeit zu ermitteln, wurden Hörtests durchgeführt.

Eine Untersuchung wurde an einem digitalen Übertragungssystem mit einem Momentanwertkompander 14/10 Bit vorgenommen (Abtastfrequenz 32 kHz) [25]. In diesem System wurden Bitfehler generiert und die gestörten Abtastwerte durch Schätzwerte ersetzt, die aus Extrapolationen der Ordnung Null und Interpolationen erster Ordnung erhalten wurden. Es war das Ziel der Untersuchung, die Qualitätsminderung im Audiosignal in Abhängigkeit von der Bitfehlerhäufigkeit und den verwendeten Verschleierungsverfahren zu ermitteln. Da bei Mitgabe eines Paritätsbits pro Abtastwert nur eine Bitfehlererkennung möglich ist, wenn ein, drei oder fünf Bitfehler im geschützten Teil des Wortes auftreten, konnten die Bitfehlerverschleierungen nur

Übertragungsfunktion zu ersetzen ist, um ein Minimum an Klangfarbenfehlern zu gewährleisten.

Die Praxis hat bereits erwiesen, daß die Diffusfeldanpassung des Kunstkopfes die optimale Entzerrung darstellt im Hinblick auf die Lautsprecherwiedergabe [16, 17, 18].

Die Diffusfeldanpassung von Kopfhörern dagegen ist bisher noch nicht mit intensitätsstereofonen Signalen erprobt worden. Doch für die Richtigkeit dieser zunächst rein theoretisch begründeten Forderung, den nach DIN 45 619 [8] sowie IEC-Publication 268-7 [6] vorgeschriebenen Bezug „Freifeld" durch den Bezug „Diffusfeld" zu ersetzen, gibt es bereits einige praktische Hinweise:

1. Wenn ein Kopfhörer tatsächlich die Übertragungsfunktion Lautsprecher – Ohrkanal nachbilden würde, wäre der Klangeindruck ebenso schlecht wie der des Lautsprechers im reflexionsarmen Raum. Das gilt auch, wenn der Bezug „Lautsprecher in Stereoanordnung" zugrunde gelegt wird (LSE-Verfahren [20]). Wesentlich günstiger wäre der Bezug „Lautsprecher im Wohnraum" für die Bestimmung der Übertragungsfunktion. Er enthält zwar sehr viele schwer definierbare Parameter, doch die Intention „lautprechersimulierendes Klangbild" würde weitaus besser realisiert werden. Es ist aus dieser Sicht verständlich, daß weder die vielen in der Literatur zu findenden Sondenmessungen an Kopfhörern (im Freifeld) noch die genauen Nachbildungen der speziellen Übertragungsfunktionen von den Kopfhörerherstellern aufgegriffen worden sind, um den Kopfhörer zu verbessern.
2. Den Herstellern von Kopfhörern ist die „Klangfarbenschwäche" der exakt freifeldentzerrten Kopfhörer bekannt. Man versucht noch heute, durch entsprechende Erweiterung des Toleranzfeldes der DIN 45 500 [9] ein besseres Klangbild zu ermöglichen (vgl. z. B. [19]). Größere Toleranzen sind aber genau der falsche Weg. Vielmehr sollte die richtige Definition gefunden werden und das Toleranzfeld der vorgeschriebenen Entzerrung endlich enger gefaßt werden.
3. Messungen an Kopfhörern zeigen, daß die Toleranzen der standardisierten Freifeldanpassung gern in Richtung Diffusfeldanpassung ausgenutzt werden (siehe **4.1.**).

3.2. Sondenmessungen

IEC-Publication 268-7 [6] sowie DIN 45 619, Blatt 1 [8] schreiben vor, die Freifeldübertragungsmaße von Kopfhörern „durch Lautstärkevergleich mit einer fortschreitenden Schallwelle" zu bestimmen. Dieses Verfahren wurde eingeführt unter der Annahme, daß dann – unabhängig von der Kopfhörerbauart – ein „gleicher Klangeindruck" [21] wie bei Lautsprecherwiedergabe erreicht wird, wenn der Kopfhörer für jede Terz die gleiche Lautheit erzeugt. Diese Annahme erscheint einleuchtend. Doch es ist bereits theoretisch abgeleitet worden, daß Unterschiede der Ergebnisse zwischen Lautheitsvergleichs- und Sondenmessungen zu erwarten sind, wenn die Lautheit von Hörereignissen verglichen wird, deren Orte nicht übereinstimmen („source location effect" [22]). Der

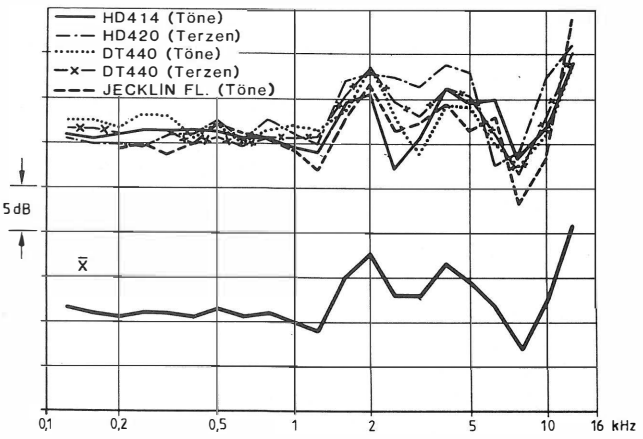


Bild 5
Differenzen von Kopfhörer-Freifeldübertragungsmaßen
(Lautheits- minus Sondenmessungen)

„source location effect" tritt besonders auf bei den standardisierten Kopfhörermessungen. **Bild 5** zeigt einige Differenzen der Freifeldübertragungsmaße verschiedener Kopfhörer (Lautheits- minus Sondenmessungen, aus Literaturangaben und eigene Ergebnisse), darunter der mittlere Unterschied. Deutlich ist zu erkennen, daß besonders im Bereich der mittleren Frequenzen die Lautheitsmessung höhere Werte liefert. Diese Divergenzen lassen sich wahrscheinlich vermeiden, wenn die Lokalisation der Schallquellen beim Lautheitsvergleich unterbunden wird. Dies würde nur gelingen mit

- reinen Tönen,
- fixiertem Kopf,
- Unkenntnis der Versuchsperson über den Schallquellenort,
- Unterbrechung von Körperschall-Nebenwegen.

Derartige Anforderungen sind jedoch nicht praktikabel für einen Kopfhörer-Meßstandard. Bisher ist auch nur für tiefe Frequenzen nachgewiesen worden, daß unter diesen Umständen Lautheitsvergleichsmessungen die gleichen Ergebnisse bringen wie Sondenmessungen [22].

Messungen haben weiterhin gezeigt, daß der „source location effect" auch im diffusen Schallfeld nicht ausreichend unterdrückt werden kann. Dies selbst dann nicht, wenn der Lautheitsvergleich einohrig erfolgt. Die Entfernungswahrnehmung ist unterschiedlich beim Kopfhörer-Hören und beim Hören im Hallraum. Dies hat zur Folge, daß ähnliche Unterschiede der Übertragungsmaße zwischen Lautheitsvergleichs- und Sondenmessungen auftreten wie im Freifeld.

Der Unterschied der Ergebnisse zwischen Lautheitsvergleichs- und Sondenmessungen ist kleiner, wenn die Entfernungswahrnehmungen besser übereinstimmen. Wie beispielsweise die Lautheit im Freifeld mit derjenigen im Diffusfeld verglichen, so kommt man leicht zu dem Schluß von Robinson, Whittle, Bowsher [23]: „Loudness is determined solely by sound pressures at the ears." Dieser Schluß ist falsch. Eigene Untersuchungen und solche von Mathers, Landsdowne [24] zeigen beispielsweise, daß bei Lautsprecherwiedergabe und Kopfhörerwiedergabe

im Ohrkanal Schalldruckpegelunterschiede zwischen 7,5 und 14 dB gemessen werden, wenn die Versuchsperson beide Darbietungen auf „gleich laut" eingestellt hat. Dieser Effekt ist entfernungs- und signalabhängig; „gleich laute" Kopfhörerwiedergabe erzeugt den größeren Schalldruckpegel im Ohr. Entsprechende Effekte sind bei der Kopfhörerwiedergabe zu beobachten, wenn zwischen Kunstkopfsignalen und intensitätsstereofonen Signalen umgeschaltet wird.

Insgesamt ergibt sich, daß die Methode des Lautheitsvergleiches für die Ermittlung von Übertragungsfunktionen des Außenohres und von Kopfhörern ungeeignet ist. Die Lautheit ist nachweislich eine Wahrnehmungsgröße, die besonders stark von den räumlichen Wahrnehmungsgrößen abhängt. Die Lautheit ist nicht vollständig determiniert durch den Schalldruck im Ohrkanal. Zu fordern ist deshalb die Sondenmessung. Sondenmessungen können sehr einfach mit Miniatur-Elektretmikrofonen durchgeführt werden. Folgende Punkte müssen lediglich beachtet werden:

1. Der Meßpunkt muß sich mindestens 4 mm hinter dem Ohrkanaleingang befinden.
2. Die Meßsondenanordnung darf die Schallausbreitung am Außenohr nicht stören (bis zur Ohrkanalebene 4 mm einwärts).
3. Die Außenohrübertragungsfunktion im Bezugsschallfeld und die Übertragungsfunktion des Kopfhörers müssen an jeder Versuchsperson direkt nacheinander gemessen werden, ohne zwischendurch die Sondenanordnung auch nur geringfügig zu verändern.

Die Sonde braucht nicht entzerrt zu werden, da der Quotient aus Außenohr- und Kopfhörerübertragungsfunktion gebildet wird (Relativmessung). Infolge der Relativmessung hat die Position der Sonde im Ohrkanal praktisch keinen Einfluß auf das Meßergebnis. Meßfehler, die aufgrund der unterschiedlichen Abschlüsse am Ohrkanaleingang denkbar sind, können vernachlässigt werden, da Kopfhörer üblicher Bauart im Verhältnis zum Ohrkanalvolumen ein ausreichend großes Abschlußvolumen am Ohrkanaleingang einschließen [25].

Der zeitliche und apparative Aufwand der Sondenmessung ist geringer als der einer Lautheitsmessung. Unter Umständen ist eine Sondenmessung beinahe ebenso leicht durchführbar wie eine Kupplermessung: Eine Mittelung über verschiedene Versuchspersonen kann entfallen, wenn eine typische Versuchsperson einmalig ermittelt worden ist. Als typisch kann diejenige Versuchsperson gelten, deren „Bündelungsmaß" den Werten in **Bild 6** nahekommt (Sondenmessung!), siehe **3.3.** Die typische Versuchsperson kann bei allen Messungen praktisch als optimaler Kuppler fungieren. Es ist denkbar, daß in Zukunft das typische menschliche Außenohr durch eine entsprechende Nachbildung (Kunstkopf) ersetzt werden kann.

3.3. Überführbarkeit

Wird anstelle des Freifeldes (frontaler Schalleinfall) das Diffusfeld als Bezug genommen, so ergibt sich eine spezifische Differenz der Übertragungsmaße. **Bild 6** zeigt das „Bündelungsmaß" des Außenohres, also die Differenz 0°-Freifeld- minus Diffusfeldübertragungsmaß („diffusfeldbezogenes Freifeldübertragungsmaß" [26], DFFvorne). Das DFFvorne wurde an fünf Versuchspersonen mit der Sonde gemessen. Im Vergleich dazu die mittlere Kurve aus Lautheitsmessungen [23] sowie die Angabe in der ISO 454 [27]. Das DFFvorne ist grundsätzlich geeignet, um die Freifeldanpassung eines Kopfhörers in die Diffusfeldanpassung und umgekehrt zu überführen. **Bild 7** zeigt, daß das Bündelungsmaß einer typischen Versuchsperson dem mittleren Bündelungsmaß recht nahekommt.

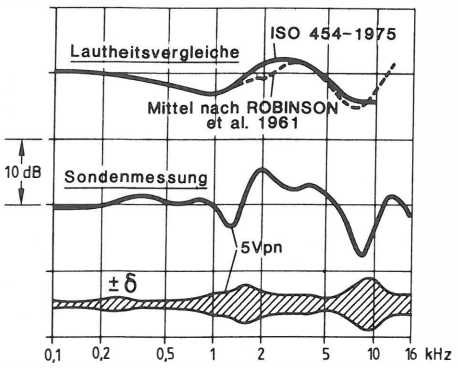


Bild 6
Bündelungsmaß des Außenohres
(Lautheits- bzw. Sondenmessung)

Es ist also nicht erforderlich, das Diffusfeldübertragungsmaß eines Kopfhörers im Hallraum zu messen, sondern man kann – allerdings mit Sondenmessungen – weiterhin das Freifeldübertragungsmaß bestimmen. Dies kann dann leicht mit Hilfe des hier vorgestellten DFFvorne (Bündelungsmaßes) in das Diffusfeldübertragungsmaß überführt werden. Wird das Freifeld als Bezug gewählt, so ergibt sich bei Sondenmessungen ein Kopfhörer, der lineare Verzerrungen entsprechend der DFFvorne-Kurve **(Bild 7)** verursacht (siehe **2.2.**).

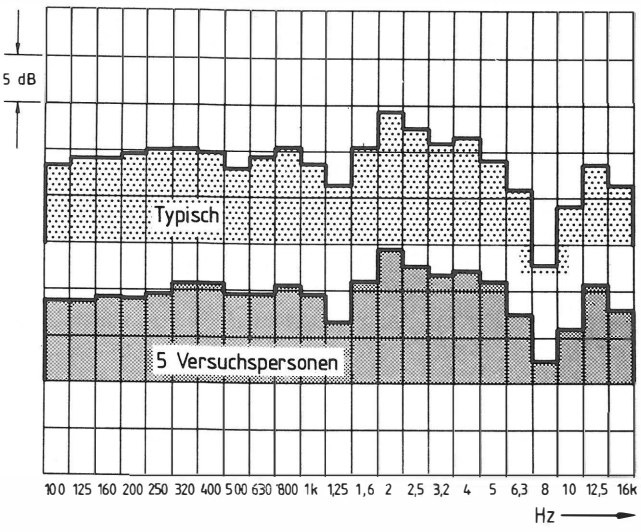


Bild 7
Bündelungsmaß des Außenohres
(Sondenmessung, Mittelwerte und typische Werte)

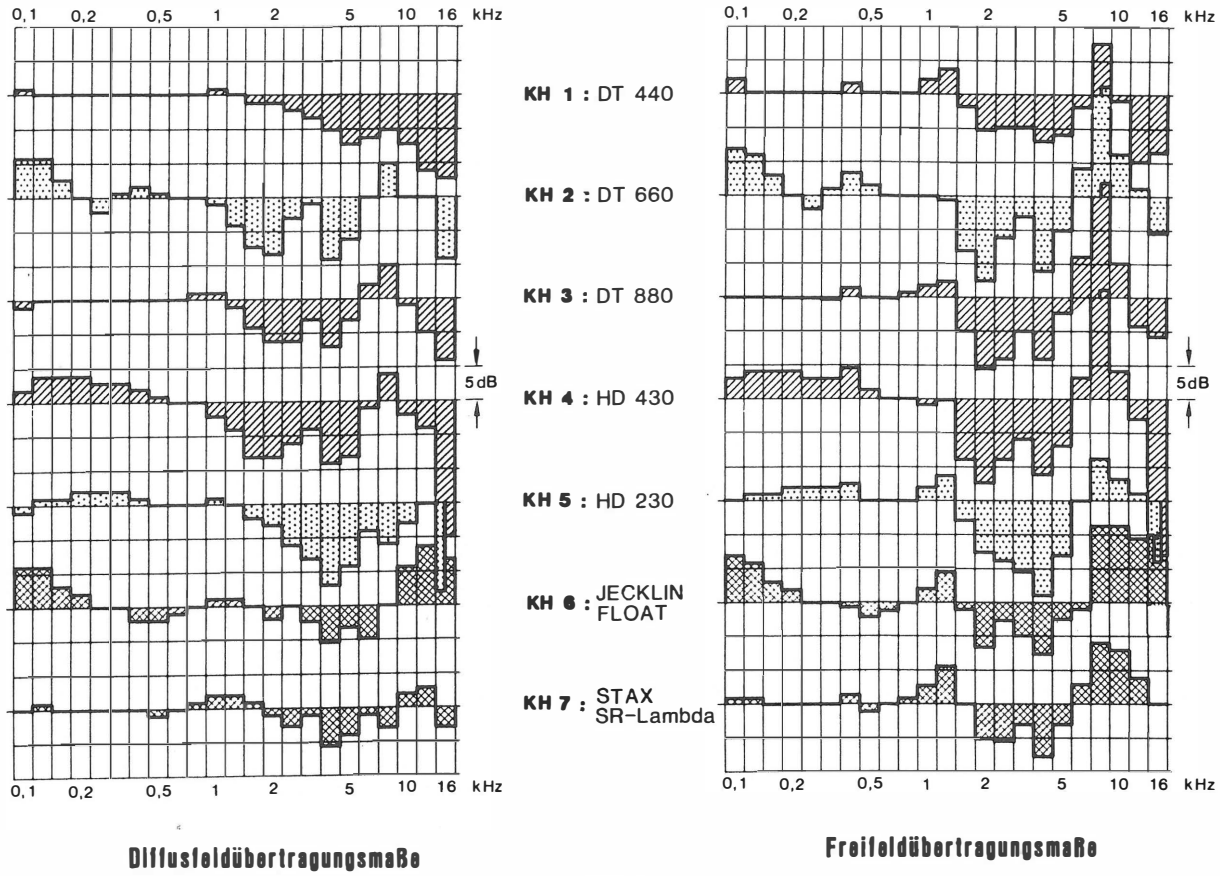


Bild 8
Übertragungsmaße von sieben Kopfhörern
(Sondenmessungen am typischen Ohr)

Auch an den beiden Kurven in **Bild 6** wird übrigens deutlich, daß Lautheitsvergleichsmessungen besonders im Bereich der mittleren Frequenzen gegenüber Sondenmessungen divergieren. Die Divergenzen sind bei der Bestimmung des Bündelungsmaßes offenbar geringer als bei Kopfhörermessungen, weil die räumlichen Eigenschaften der zu vergleichenden Hörereignisse sich weniger unterscheiden (siehe **2.3.**).

Die Kurve in **Bild 5** sowie das Bündelungsmaß (Sondenmessung) in **Bild 6** legen es nahe, eine Korrekturkurve anzugeben, welche die Differenz darstellt zwischen dem Freifeldübertragungsmaß (Lautheitsmessung nach Norm) und dem Diffusfeldübertragungsmaß (Sondenmessung) eines Kopfhörers. Damit könnte möglicherweise erreicht werden, daß trotz einer neuen Standardisierung, die Diffusfeldanpassung und Sondenmessung fordert, die Lautheitsmessung alternativ angewendet werden darf. Allerdings müßte dazu geklärt werden, wie groß die Unterschiede zwischen Norm-Lautheitsvergleich und Norm-Sondenmessung sind. Die Kurve in **Bild 5** gibt nur einen Anhalt; sie müßte sorgfältig ausgemessen werden, um damit rechnerisch eine zutreffende Überführung vornehmen zu können.

4. Gütebeurteilung von Kopfhörern

4.1. Messungen an Kopfhörern

An 7 Kopfhörern unterschiedlicher Bauart wurde das Freifeld- und das Diffusfeldübertragungsmaß gemessen [28]. Dies geschah an einer typischen Versuchsperson [26] (Sondenmessung). Analog zur Kunstkopfentzerrung [16] wurden Terzen benutzt, da eine schmalbandigere Messung eher Nachteile bringt [16], Terzfrequenzgänge aber für die Beurteilung von linearen Verzerrungen ausreichen [16]. Die Meßergebnisse sind in **Bild 8** zusammengefaßt. Sie zeigen zunächst – wie erwartet –, daß alle Kopfhörer besser diffusfeldangepaßt sind als freifeldangepaßt. Man sieht auch, daß die Kopfhörer eine recht unterschiedliche Entzerrung aufweisen. Weiterhin ist festzustellen, daß ein anerkannt guter Kopfhörer, der STAX-SR-Lambda, bereits besonders gut diffusfeldangepaßt ist.

4.2. Hörversuch

Um zu prüfen, ob die Diffusfeldanpassung wie bei der Kunstkopfentzerrung auch bei der Kopfhörerentzerrung eine minimale Klangverfälschung ergibt, wurden alle 7 Kopfhörer über entsprechende Filter nach den Meßdaten in **Bild 8** sowohl freifeld- als auch diffusfeldangepaßt. Im Hörversuch konnte die Versuchsperson beliebig umschalten zwischen Kopfhörer mit Freifeld-, mit Diffusfeldanpassung und ohne Korrektur. Während einer Sitzung wurde nur einer der Kopfhörer eingesetzt.

Das Testmaterial wurde sorgfältig in Vorversuchen ausgewählt; es bestand aus den Programmarten „Orchester", „Jazz 1 und 2", „Pop" und „Sprache". Für die Programmart „Orchester" wurden 5 Beispiele herangezogen, und zwar jeweils die gleichen Ausschnitte von 5 verschiedenen Aufnahmen eines

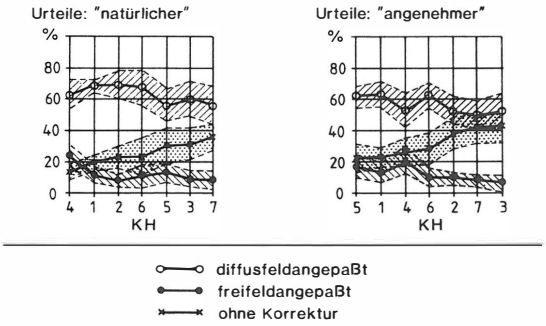


Bild 9
Kopfhörergütebeurteilung
Gesamtergebnis, siehe Text

Orchesterstückes. Die Aufnahmen wurden von verschiedenen Tonmeistern im Laufe der letzten 20 Jahre gemacht, so daß sichergestellt war, daß nicht ein spezielles Klangbild eines Tonmeisters das Testergebnis beeinflußt.

24 Versuchspersonen nahmen an dem Hörtest teil. Beteiligt waren überwiegend Fachleute des Hörfunks (darunter 4 Tonmeister), Fachleute von HiFi-Testzeitschriften sowie in der Beurteilung der Übertragungsqualität geübte Versuchspersonen. Für jeden Kopfhörer mußte für jedes Testbeispiel entschieden werden, welches der drei Klangbilder (eine der 3 möglichen Entzerrungen) bevorzugt wurde, und zwar hinsichtlich der Beurteilungsaspekte „natürlich" und „angenehm". Diese Beurteilungsaspekte haben sich bei verschiedenen Gütebeurteilungstests von Lautsprechern und Kopfhörern als besonders signifikant herausgestellt [29, 30].

Das Ergebnis des Hörversuchs zeigt **Bild 9**. Eingetragen sind die Mittelwerte und Vertrauensbereiche über alle 9 Programmbeispiele für die Urteile „natürlicher" und „angenehmer". Man erkennt, daß die Diffusfeldanpassung bei allen Kopfhörern signifikant bevorzugt wurde, nur beim Beurteilungsaspekt „angenehm" liegt die Signifikanz für die Kopfhörer 7 und 3 niedriger. Abhängig vom Originalübertragungsmaß der verschiedenen Kopfhörer variieren die Häufigkeiten. Besonders gering ist der Beurteilungsabstand zwischen dem Kopfhörer 7 (STAX-SR-Lambda) ohne Korrektur und dem mit Diffusfeldanpassung. Dies paßt zu der guten Übereinstimmung des Originalübertragungsmaßes und des – offensichtlich – optimalen Diffusfeldübertragungsmaßes (**Bild 8**).

Die Freifeldübertragungsmaße werden erwartungsgemäß deutlich gegenüber den entsprechenden Diffusfeldübertragungsmaßen abgelehnt; gegenüber den entsprechenden Übertragungsmaßen ohne Korrektur dagegen weniger, besonders bei den Kopfhörern 4 (HD 430) und 1 (DT 440). Das Gesamtergebnis zeigt darüber hinaus, daß die Diffusfeldanpassung eine besonders natürliche Wiedergabe gewährleistet. Ein ebenso angenehmes Klangbild ist damit aber bei den Kopfhörern 2, 3, 4 und 7 nicht impliziert, offenbar hat der Hersteller hier ein auf bestimmtes Programmaterial abgestimmtes Klangbild realisiert.

Die **Bilder 10** und **11** ermöglichen eine entsprechende Feinanalyse. Sie zeigen im Detail, daß der

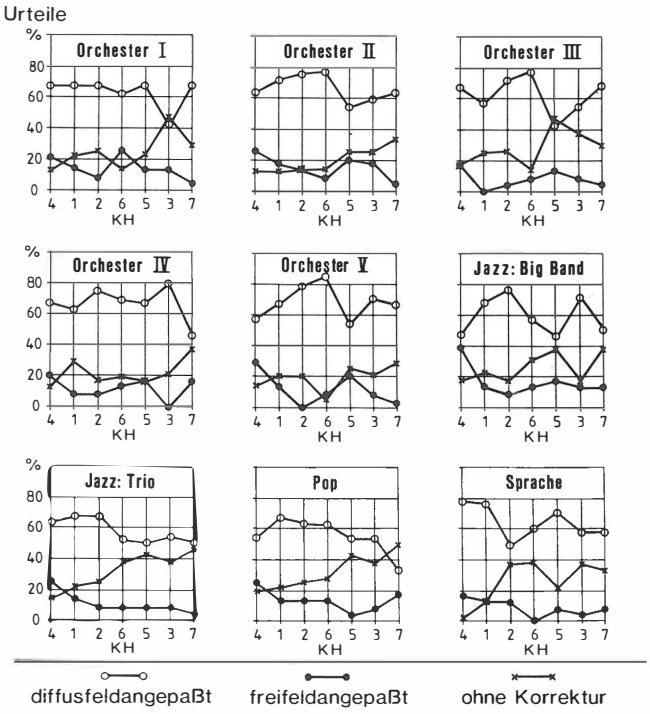


Bild 10
Kopfhörergütebeurteilung
Einzelergebnisse für den Beurteilungsaspekt „natürlich"

diffusfeldangepaßte Kopfhörer in wenigen Einzelfällen ein weniger angenehmes Klangbild hervorbrachte als die herstellerseitig vorgenommene Entzerrung. Diese Einzelfälle berühren jedoch in keiner Weise die Überlegenheit der Diffusfeldanpassung.

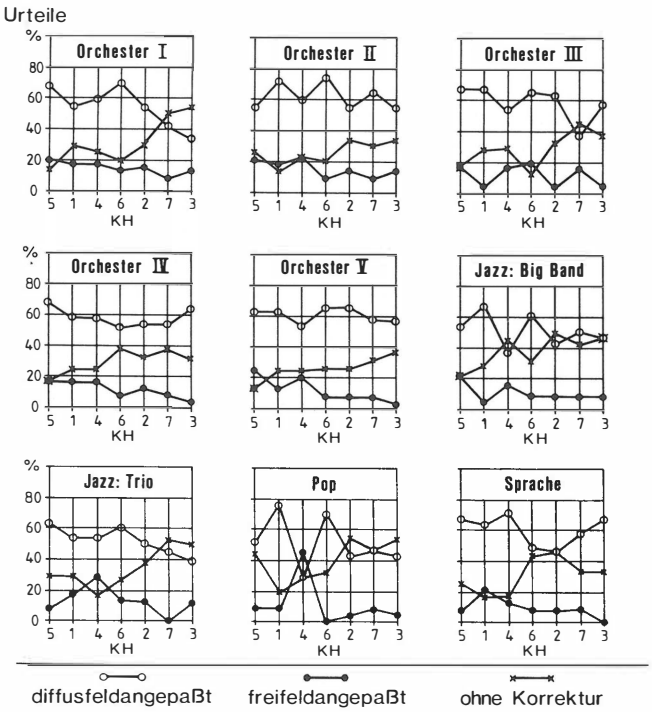


Bild 11
Kopfhörergütebeurteilung
Einzelergebnisse für den Beurteilungsaspekt „angenehm"

Es hat sich darüber hinaus gezeigt, daß die Klangbilder der verschiedenen, einheitlich diffusfeldangepaßten Kopfhörer nur geringfügig voneinander abweichen. Die Ähnlichkeit der Klangbilder, die Kopfhörer ganz unterschiedlicher Bauart hervorbrachten, überraschte. Der teilweise hohe Preisunterschied, beispielsweise zwischen dem STAX-SR-Lambda und dem DT 880, erschien kaum gerechtfertigt.

5. Ergebnis

Die theoretischen Vorstellungen über die Funktion des Gehörs beim räumlichen Hören sind erweitert und mit Hilfe des Assoziationsmodells beschrieben worden. Die daraus abgeleiteten neuen Erkenntnisse zur optimalen Kopfhörerentzerrung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die standardisierte Freifeldanpassung des Kopfhörers stellt bei Wiedergabe intensitätsstereofoner Signale eine im Prinzip falsche Entzerrung dar. Der Bezug „freies Schallfeld" ergibt grundsätzlich keinen zufriedenstellenden Klangeindruck: Die Übertragungsfunktion des Kopfhörers wird zwar aus der Wirkung der Richtcharakteristik des Außenohres im freien Schallfeld abgeleitet, doch die Nachbildung geschieht viel zu ungenau, als daß das Gehör diese spektralen Merkmale tatsächlich im Lokalisationsprozeß auswerten könnte. Wäre die Genauigkeit ausreichend, so würde bei Darbietung eines Monosignals der Lokalisationsprozeß stattfinden, das Hörereignis würde außerhalb des Kopfes auftreten. In diesem Fall wäre der Klangeindruck aber ebenso schlecht wie der des Lautsprechers im reflexionsarmen Raum. Bei Wiedergabe von intensitätsstereofonen Signalen kann darüber hinaus auch theoretisch keine Außer-Kopf-Lokalisation auftreten; eine „Verrechnung" der richtungsspezifischen Ohrsignalmerkmale, die der Kopfhörer reproduziert, kann nicht erfolgen. Das aber bedeutet, daß das ebene Freifeldübertragungsmaß Klangfarbenfehler verursacht, die das Klangbild erheblich beeinträchtigen.
2. Für die Entzerrung eines Kopfhörers darf nicht eine einzige Bezugsrichtung zugrunde gelegt werden, sondern die Gesamtheit aller Übertragungsfunktionen des Außenohres ist durch eine entsprechende mittlere Übertragungsfunktion zu ersetzen. Dies leistet der Bezug „diffuses Schallfeld". Gütebeurteilungstests von Kopfhörern haben ergeben, daß die Diffusfeldanpassung (d. h. ein ebenes Diffusfeldübertragungsmaß) ein optimales Klangbild liefert.
3. Lautheitsmessungen nach DIN 45 619 [8] und IEC-Publication 268-7 [6] führen zu fehlerhaften Ergebnissen. Ein Lautheitsvergleich ist nur korrekt, wenn die zu vergleichenden Hörereignisse identische räumliche Merkmale aufweisen. Es läßt sich beispielsweise zeigen, daß ein Lautsprechersignal, welches als „gleich laut" empfunden wird wie ein entsprechendes Kopfhörersignal, einen um 7,5 bis 14 dB geringeren Schalldruckpegel im Ohrkanal verursacht als das Kopfhörersignal. Der Unterschied ist frequenzabhängig und hängt vom Lautsprecherort ebenso ab wie vom Testsignal. Die Lautheit ist nicht vollständig determiniert durch den Schalldruck im Ohrkanal.
4. Entsprechende Sondenmessungen weichen, besonders im Frequenzbereich oberhalb 1,6 kHz, stark ab von den Lautheitsmessungen. Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich in der Gehöreigenschaft, gegebene spektrale Merkmale der Ohrsignale entweder für die Bildung des Hörereignisortes oder für die Bildung der Klangfarbe auszuwerten. Da beim standardisierten Lautheitsvergleich weder gleiche Hörereignisorte auftreten noch der Lokalisationsprozeß des Gehörs sicher ausgeschaltet werden kann, sollte nicht die vom Lokalisationsprozeß abhängige Bewertung des Ohrsignalspektrums, sondern das physikalisch meßbare Ohrsignalspektrum für Kopfhörermessungen zugrunde gelegt werden. Sondenmessungen sind praktisch leichter und schneller durchführbar als Lautheitsmessungen. Sie erfordern weniger Versuchspersonen; unter Umständen läßt sich sogar von Fall zu Fall eine typische Versuchsperson ermitteln, die bei allen Messungen als optimaler „Kuppler" fungiert. Es ist denkbar, daß in Zukunft das typische menschliche Außenohr durch eine entsprechende Nachbildung (Kunstkopf) ersetzt werden kann.
5. Es ist nicht erforderlich, das Diffusfeldübertragungsmaß des Kopfhörers im Hallraum zu messen, sondern man kann – allerdings mit Sondenmessungen – weiterhin das Kopfhörer-Freifeldübertragungsmaß bestimmen. Dies kann dann leicht mit Hilfe des sogenannten „Bündelungsmaßes" (0°-Freifeldübertragungsmaß minus Diffusfeldübertragungsmaß) des Außenohres rechnerisch überführt werden in das Kopfhörer-Diffusfeldübertragungsmaß.

Es wird vorgeschlagen, eine nationale und internationale Standardisierung für hochwertige Kopfhörer zu erarbeiten. Im Gegensatz zu den derzeitigen Normen, die ein ebenes Freifeldübertragungsmaß und Lautheitsvergleichsmessungen vorschreiben und große Toleranzen zulassen, sollte die Norm für hochwertige Kopfhörer ein ebenes Diffusfeldübertragungsmaß sowie Sondenmessungen am (typischen) Außenohr vorschreiben. Diese Vorschrift gewährleistet eine optimale Klangneutralität, so daß der Toleranzschlauch wesentlich enger ausfallen kann als bisher.

Auf der Grundlage dieser physikalischen Meßvorschrift lassen sich dann Mindestanforderungen an Studiokopfhörer festlegen, die – ähnlich wie bei Mikrofonen und Lautsprechern – ein ausreichend einheitliches Klangbild sicherstellen. Für die subjektive Beurteilung der Qualität von Tonübertragungen im Rundfunk ist die Abhörsituation „Kopfhörerwiedergabe" damit hinreichend definiert; sie sollte deshalb aufgenommen werden in die CCIR-Recommendation 562 [3].

SCHRIFTTUM

[1] Theile, G.: Entwicklung und Eigenschaften des Studio-Kunstkopfes KU 81. Rundfunktech. Mitt. 27 (1983), in Vorbereitung.

[2] Peus, S.: Entwicklung eines neuen Studio-Kunstkopfes. Funkschau 55 (1983), in Druck.

[3] CCIR: Subjective assessment of sound quality. Rec. 562-1, Volume X — Part 1. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1982.

[4] EBU: Determination of the acoustical properties of control rooms and listening rooms for broadcasting programmes. Tech. Rec. R 22-1980. Hrsg. v. d. UER, Brüssel.

[5] CCIR: Determination of the acoustical properties of control rooms and high-quality listening rooms in broadcasting. Rep. 797-1, Volume X — Part 1. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1982.

[6] IEC: Sound system equipment. Publ. 268-3, Part 7: Headphones and headsets. Hrsg. v. d. IEC, Genf 1981.

[7] IEC: High fidelity audio equipment and systems. Minimum performance requirements. Draft-Publ. 581, Part 10: Headphones. Hrsg. v. d. IEC.

[8] DIN 45 619, Blatt 1: Kopfhörer: Bestimmung des Freifeldübertragungsmaßes durch Lautstärkevergleich mit einer fortschreitenden Schallwelle. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1975. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin — Köln.

[9] DIN 45 500, Teil 10: Heimstudio-Technik (HiFi), Mindestanforderungen an dynamische Kopfhörer nach dem Tauchspulenprinzip. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1975. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin — Köln.

[10] Theile, G.: Zur Theorie der optimalen Wiedergabe stereofoner Signale über Lautsprecher und Kopfhörer. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 155 bis 170.

[11] Theile, G.: Über die Lokalisation im überlagerten Schallfeld. Dissertation. Technische Universität Berlin, 1980.

[12] Platte, H. J.: Zur Beurteilung der Außenohrübertragungseigenschaften für den Nachrichtenempfänger „menschliches Gehör". Dissertation. Technische Hochschule Aachen, 1979.

[13] Laws, P.: Zum Problem des Entfernungshörens und der Im-Kopf-Lokalisiertheit von Hörereignissen. Dissertation. Technische Hochschule Aachen, 1972.

[14] Platte, H. J.; Laws, P.; v. Hövel, H.: Anordnung zur genauen Reproduktion von Ohrsignalen. Fortschritte der Akustik. DAGA 75, Braunschweig. Physik Verlag, Weinheim 1975, S. 361 bis 363.

[15] Platte, H. J.; Laws, P.: Technische Probleme beim Einsatz kopfbezogener stereofoner Übertragungsverfahren. Runfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 22 bis 27.

[16] Theile, G.: Zur Kompatibilität von Kunstkopfsignalen mit intensitätsstereofonen Signalen bei Lautsprecherwiedergabe: Die Klangfarbe. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 146 bis 154.

[17] BBC: An assessment of the NEUMANN antificial head type KU 81. Technical Memorandum PH-1739. Internal Correspondence, 1982.

[18] HR: Abschlußbericht der Arbeitsgruppe Kunstkopf-Stereofonie. Interne Mitteilung des Hessischen Rundfunks, Frankfurt 1982.

[19] Wischgoll, K. J.: Der halboffene Stereokopfhörer. Funkschau 53 (1981), S. 73 bis 74.

[20] Blauert, J.; Laws, P.: Verfahren zur orts- und klanggetreuen Simulation von Lautsprecherbeschallungen mit Hilfe von Kopfhörern. Acustica 29 (1973), S. 273 bis 277.

[21] Griese, H. J.: Was ist das „Freifeld-Übertragungsmaß" eines Kopfhörers? Funkschau 50 (1978), S. 811 bis 812.

[22] Rudmose, W.: The case of the missing 6 dB. J. of the Acoust. Soc. Am. 71 (1982), S. 650 bis 659.

[23] Robinson, D. W.; Whittle, L. S.; Bowsher, J. M.: The loudness of diffuse sound fields. Acustica 11 (1961), S. 397 bis 404.

[24] Mathers, C. D.; Lansdowne, K. F.: Hearing risk to wearers of circumaural headphones: an investigation. BBC-Report RD 1979/3.

[25] Schröter, J.: Persönliche Mitteilung über aktuelle Messungen am Lehrstuhl für allgemeine Elektrotechnik und Akustik. Ruhruniversität Bochum, 1982.

[26] Theile, G.; Spikofski, G.: Zur Bedeutung des menschlichen Rumpfes für die Lokalisation in der Medianebene. Fortschritte der Akustik. DAGA 82, Göttingen. VDE-Verlag, Berlin 1982 (in Druck).

[27] ISO 454: Acoustics relation between sound pressure levels of narrow bands of noise in a diffuse field and in a frontally-incident freefield for equal loudness. Hrsg. v. d. International Organization for Standardization, Genf 1975.

[28] Theile, G.: Untersuchungen zur optimalen Kopfhörerentzerrung. Fortschritte der Akustik. DAGA 82, Göttingen. VDE-Verlag, Berlin 1982 (in Druck).

[29] Wilkens, H.; Bünning, H.: Vergleich der subjektiven Beurteilung von Lautsprechern aus Paarvergleichen und Einzelbeurteilungen. Fortschritte der Akustik. DAGA 78, Bochum. VDE-Verlag, Berlin 1978.

[30] Stiftung Warentest: Test Kopfhörer. „test", Zeitschrift der Stiftung Warentest, H. 7 (1981), S. 58 bis 63.

RUNDFUNKTECHNIK IN IHREN WECHSELBEZIEHUNGEN ZU POLITIK UND WIRTSCHAFT, PROGRAMM-MACHERN UND HÖRERSCHAFT[1]

VON MICHAEL SCHMOLKE[2]

Manuskript eingegangen am 13. Dezember 1982

Kommunikationswissenschaft

VORBEMERKUNG DER SCHRIFTLEITUNG

Die Jahrestagung 1982 des Studienkreises Rundfunk und Geschichte e. V. in Münster war vor allem der „Geschichte der Rundfunktechnik" gewidmet.

Wir glauben, daß einige der dort gehaltenen Vorträge für unsere Leser von großem Interesse sind, obwohl sie in ihrer Themenstellung über den Rahmen der in den RTM normalerweise publizierten Aufsätze hinausgehen. Im vorliegenden Heft bringen wir zwei dieser Aufsätze; weitere Veröffentlichungen dieser Reihe sind für ein späteres Heft geplant. Der größeren Lebendigkeit wegen haben wir die Autoren gebeten, den Stil des gesprochenen Vortrags weitestgehend zu erhalten und auf größere Umarbeitungen zu verzichten. Wir hoffen auf das Einverständnis unserer Leser.

Zusammenfassung

In der Gegenwart stehen wir vor großen rundfunktechnischen Veränderungen. Obwohl Zahl und Größenordnung der technischen Innovationen größer sind als in der Phase der Einführung des öffentlichen Rundfunks, wird kein neues Medium im eigentlichen Sinne entstehen. Kommunikationspolitisch sind jedoch ähnliche Begleiterscheinungen zu beobachten wie in den 20er Jahren. Für den Endverbraucher von elektronischer Kommunikationstechnik (im Falle des Rundfunks: für den Rezipienten) ist die Situation jedoch weniger durchschaubar denn je. Auch für den Kommunikator, z. B. den Journalisten, wird die Technik, je leichter er — z. B. infolge von Miniaturisierung und Elektronisierung — damit umgehen kann, immer weniger transparent. Aber sie bleibt ihm Werkzeug, während sie für den größeren Teil des Publikums schon längst Spielzeug ist und noch immer mehr wird, technisch aber Rätsel oder „Wunder" bleibt.

Wie Menschen mit dieser Kommunikationstechnik umgegangen sind bzw. heute umgehen, wie sie ihr Leben, ihre Gewohnheiten, ihre Verhaltensweisen beeinflußt (hat), dies zu erforschen, wäre Aufgabe der „Alltagsgeschichte": Menschen haben heute „Medienlebensläufe". Aber auch technische Geräte, z. B. „das Radio" oder „der Fernseher", haben ihre „Lebensgeschichten", die um so interessanter sind, je selbstverständlicher diese Geräte zum Alltag des Menschen gehören. In diesem Sinne kann Technik-Geschichte nicht mehr ausschließlich in technischen Kategorien betrieben werden.

Summary **Broadcasting technical practice in correlation with politics and economics, programme-makers and audiences**

We are at present confronted by great changes in broadcasting technical practice. Notwithstanding that the number and the importance of the technical innovations are greater than in the initial stages of public broadcasting, no really novel medium is to be expected. However, from the point of view of communication policy, secondary phenomena analogous to those of the 1920s may be observed. For the final user of the electronic communication facilities (that is to say, in the case of broadcasting, for the listener), however, the situation is less clear than ever. For the communicator — for example the journalist — too, the technique becomes less and less transparent, as it becomes easier for him to handle (thanks, for example, to miniaturisation and electronisation). But for him it remains a tool, whereas, for most of the public, it has long since become a plaything and will continue to be so increasingly, while nevertheless, on the technical plane, remaining a puzzle or a „miracle".

An investigation into the manner in which people have used or are today using that communication facility and how it is influencing (or has influenced) their lives, their habits and their attitudes, would be a task of „every-day history"; today, people have „media curricula vitae", but also technical equipment, for example, „the radio", „the television receiver", they have their „life histories", that are all the more interesting the more obviously such equipment belongs to the every-day life of man. In that sense, the history of the technique can no longer be expressed exclusively in technical categories.

Sommaire **Répercussions des techniques de radiodiffusion dans les domaines politique et économique, chez les programmateurs et chez les auditeurs**

Nous sommes actuellement en présence de profonds bouleversements qui affectent les techniques de radiodiffusion. Si les innovations techniques sont plus nombreuses et plus importantes qu'aux premiers temps de la radiodiffusion publique, il ne s'agit en l'occurrence d'aucun moyen nouveau de communication à proprement parler. Sur le plan de la communication elle-même, on peut toutefois observer des phénomènes secondaires analogues à ceux des années 1920. Pour l'utilisateur final des techniques électroniques de communication (l'auditeur dans le cas de la radiodiffusion), la situation est moins claire que jamais. Pour l'informateur aussi, le journaliste par exemple, la technique devient de moins en moins transparente, alors qu'elle est de plus en plus facile à exploiter (grâce notamment à la miniaturisation et à l'électronisation). Mais elle reste pour lui un instrument de travail, contrairement à la majorité du public pour qui elle est depuis longtemps et deviendra de plus en plus un moyen de loisir, tout en demeurant un phénomène complexe et mystérieux.

C'est à l'„histoire de tous les jours" qu'il appartiendrait d'étudier comment les gens ont utilisé et utilisent actuellement la technique de communication et dans quelle mesure celle-ci influence ou a influencé leur vie, leurs habitudes et leur comportement; actuellement, les gens ont leurs curriculum vitae liés aux médias, mais les appareils techniques tels que les récepteurs de radio et de télévision ont aussi leurs biographies qui sont d'autant plus intéressantes qu'il devient évident que ces appareils font partie de la vie quotidienne de l'homme. Dans ce sens, l'histoire de la technique ne peut plus être confinée uniquement dans des catégories techniques.

[1] Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 13. Jahrestagung des Studienkreises Rundfunk und Geschichte e. V. in Münster, 1. und 2. Oktober 1982.

[2] Prof. Dr. Michael Schmolke ist Vorstand des Instituts für Publizistik und Kommunikationswissenschaft an der Universität Salzburg.

1. Rundfunktechnik als Aufgabe der Alltagsgeschichte

Im Kontext des Gesamtthemas der 13. Jahrestagung des Studienkreises Rundfunk und Geschichte stellt der folgende Beitrag einen Problemaufriß dar, der durch zwei Rahmenbedingungen beeinflußt ist:

1. durch den Erfahrungs- und Kenntnisrahmen des Referenten, der keineswegs spezialisierter Rundfunkhistoriker ist, sehr wohl aber bewußter, reflektierender Rezipient und ehemaliger, aber immer noch sehr bewußter Berufskommunikator. Durch diese beiden Positionen ist auch das publizistisch-kommunikationswissenschaftliche Interesse näher bestimmt: Institutionen und Sachen zu erforschen ist wichtig zur Erhellung von Kommunikationsprozessen und kommunikativen Verhältnissen; unter keinen Umständen aber darf die Tatsache außer acht gelassen werden, daß gesellschaftliche Kommunikation unter Menschen stattfindet, die einander – in austauschbaren, in der Massenkommunikation aber festgelegten Rollen – gegenüberstehen, zueinander Subjekt zu Subjekt sind, mögen auch Technik, Institutionen und gesellschaftliche Rahmenbedingungen für entfremdende Distanz sorgen.

   Daß „wer was zu wem" sagt (Lasswell), bleibt Basis kommunikationswissenschaftlicher, aber auch speziell rundfunkhistorischer Fragestellung. So sehr historische Forschung nur in der Vereinzelung des Gegenstandes zur jeweils erreichbaren Gewißheit vordringen kann, so sehr scheint es geboten, mindestens für alle sozialhistorischen Arbeitsgebiete ein Postulat der Erhellung zwischenmenschlicher Beziehungsfelder aufzustellen. Das Folgende wird sich also überwiegend dem „Wer" und „Wem" zuwenden, wobei im Rahmen der gleichen Tagung ein Vortrag die Reihe der Themen beschließt, der sich mit dem „Was" auseinanderzusetzen verspricht: Technische Innovation und Programmentwicklung von F. J. in der Smitten.

2. Der andere Umstand, der als eine Überfülle von Material gegeben ist, sich der Dialektik unterwerfen, nicht aber beiseite schieben läßt, ist die rundfunk- und allgemeine kommunikationspolitische Lage in der aktuellen Situation: Wirtschaftsmächte, politische Meinungskörper und politische Institutionen ringen spätestens seit dem KtK-Bericht („Telekommunikationsbericht") auf einem Felde miteinander, das nicht nur aus der Parzelle „Rundfunklandschaft" besteht, von dem man aber schon heute mit Gewißheit sagen kann, daß eben diese Parzelle – wahrscheinlich aber auch ihre Nachbarn – am Ende dieses Ringens sehr verändert aussehen werden. Viele von uns wissen vieles von dieser Auseinandersetzung, und es wäre laienhafter Dünkel, wollte man die Analyse des gegenwärtigen Tauziehens jetzt riskieren.

   Nicht weniges davon erinnert an Abläufe, wie sie W. B. Lerg für die Weimarer Zeit beschrieben hat. Basis und Munition zugleich ist ein ganzes Arsenal technischer, meist elektronischer Innovationen. Wenn ich es richtig überschaue, war dieses Arsenal zu Beginn der 70er Jahre bereits vorhanden oder in recht genau prognostizierbarer Entstehung begriffen. Die einschlägigen Techniker und die hinter ihnen stehenden Wirtschaftsgewaltigen wußten das, und sie kannten durchaus die Potenz ihrer Munition; die Politiker hingegen waren, von Ausnahmen abgesehen, technisch ahnungslos, ahnten aber sehr wohl, daß da kommunikationspolitisch etwas auf sie zukam, was mit öffentlichem Anstand und, wenn irgend möglich, ohne Verlust an Macht bewältigt werden mußte. Auch diese jetzt schon Zeitgeschichte werdende Entwicklung meine ich, soweit ich den Lergschen Band 1 von „Rundfunk in Deutschland" richtig verstanden habe, in weitreichenden Parallelitäten zu den zwanziger Jahren beobachten zu können. Es war wohl damals der Machtanspruch, insbesondere der unmittelbare Zugriffsanspruch der Politiker viel unverblümter, und die Quelle des Anspruches, sein Urmotiv, mag stärker staatspolitisch, näher am mittelalterlichen Regaliendenken gewesen sein, während es heute mit populistischer Fassade auftritt. Aber das Hin und Her zwischen Wissenschaft und Staat, das Vorprellen, Abwehren und Hinhalten, die Taktik der „Papiere" und nicht zuletzt die unter- und überirdische „Vor"-Arbeiter-Rolle der Post damals wie heute lassen es als reizvolles Thema erscheinen, die Parallelitäten einmal struktur- und sachanalytisch zu vergleichen.

2. Innovationen, Politik und Transparenz

Es gibt jedoch auch Verschiedenheiten, von denen zwei besonders auffallen: Erstens, das heute in den Gesamtprozeß Gesellschaft einzubringende Bündel von Innovationen ist erheblich reichhaltiger als jenes aus der Zeit der Röhren und Hochantennen. Da Gesellschaft und Technik um vieles komplizierter sind als vor 60 Jahren, ist der Bedarf an vereinfachenden Etiketten (Reduktionen) größer, und so sei jenem heutigen Bündel simplifizierend das der Mikroelektronik aufgeklebt: „Auf Gedeih und Verderb", wie es der Club of Rome genannt hat [1]. Der wesentliche Unterschied zur ersten elektronischen Innovationswelle, die uns Radio und Weltfunk beschert haben, liegt darin, daß man mit mikroelektronischen Bausteinen bzw. Systemen nicht nur das öffentliche Medium Rundfunk, sondern unser ganzes kommunikatives Leben verändern kann, Wissensspeicherung und Prozeßsteuerung eingeschlossen. Das brauchte man damals nicht zu ahnen, und es klingt fast beruhigend, wenn Lerg zwar einerseits den frühen Gebrauch des Neuwortes Fernsehen eruiert hat, andererseits aber auch die um 1930 formulierte Prognose, mit der Sache Fernsehen würde es noch zehn bis zwanzig Jahre dauern. Dabei wertete er eine zeitgenössische Stimme aus, die uns wieder in die Gegenwart führt: „... da Banken und Industrie wohl wüßten, daß hier nichts zu verdienen sei, und offenbar keinen Pfennig gäben, dürfe auch die Post jene Versuche nicht mehr aus ihren öffentlichen Mitteln subventionieren" [2]. Am heutigen Innovationenbündel aber hängen klar erkennbar Industrien, Arbeitsplätze und vielleicht auch Expansion. Deshalb darf auch die Post, die deutsche wie übrigens ebenso die

österreichische, z. B. in Sachen Bildschirmtext eher klotzen als kleckern und die Breitbandverkabelung auch dort programmverteilend vorantreiben, wo gar keine sogenannten Pilotprojekte vorgesehen sind [3].

Zweiter Unterschied: die Transparenz. Da die kommunikationspolitischen Kompetenzen in der Bundesrepublik Deutschland – wie auch in Österreich – relativ klar geregelt sind und nicht erst wie in den zwanziger Jahren aus dem Machtpotential der Länder- bzw. Zentralgewalten erwachsen und definiert werden müssen, können größere kommunikationspolitische Veränderungen, auch wenn Wirtschaft und Industrie noch so sehr wollen, nicht ohne Dazwischenschaltung relativ transparenter Klärungsprozesse installiert werden. Expertenkommissionen, und zwar große, öffentlich rechenschaftlegende, und „Pilotprojekte" sind beinahe schon ritualisierte Formen solcher Klärungsprozesse. Beide dauern lange und sind sehr teuer. Insbesondere die Pilotprojekte erscheinen mir – und jetzt darf ich einmal den Beobachtungsposten des ebenso neutralen wie kleinen, d. h. ohnmächtigen Ausländers einnehmen – eher als Innovationsverzögerungsinstitutionen. Auf der anderen Seite sind sie so perfektionistisch aufwendig ausgestattet, daß sie sich in wesentlichen Strukturen und Elementen selbst dann nicht zurücknehmen lassen werden, wenn die „Piloten" nicht ans ursprünglich markierte Ziel gelangen sollten. Es sei auch die ketzerische Bemerkung erlaubt, daß es den „Banken und Industrien" vielleicht sehr recht war, daß sich die als Versuch deklarierte Einführung der Innovation mit Hilfe des kunstvoll konstruierten Projektgebildes so lange verzögern ließ: die inzwischen mit anderen Freuden der Mikroelektronik vertraut gewordene und so mindestens sektorweise auf den Geschmack gebrachte Öffentlichkeit – das „breite Publikum" – glaubt jetzt eh nicht mehr, daß es beim Versuch bleiben könnte, und die Produktionsanlagen und -möglichkeiten sind heute wahrscheinlich schon viel effizienter rationalisiert, als das etwa im Jahre 1977 der Fall war.

Schließlich hege ich Zweifel an der oft beschworenen Kommissions- und Projekttransparenz. Wollte man auch nur an den kommunikationswissenschaftlichen Fachinstituten die Berichte der Kommissionen und der wissenschaftlichen Begleitstudienteams sorgfältig verfolgen und auswerten, brauchte man dafür je Institut mehr als eine volle Arbeitskraft. Hätte man diese übrig, so würde man sie produktiv – d. h. forschungsmitteleinbringend – in Begleitstudien arbeiten lassen. So sehr also das Begleitstudienwesen die einschlägigen Wissenschaften „gekräftigt" hat, so sehr hat es sie auch hermetisiert; zu viele und immer dicker werdende Berichte wirken genauso wie gar keine: die Transparenz überfüttert ihre Kinder, und die eigentlich gedachten Transparenznutznießer haben wenig von den Resultaten. Es sollten doch wohl die Endverbraucher und auch die dem Wandel wahrscheinlich am stärksten ausgesetzte Berufsgruppe, nämlich die Journalisten sein, die sich ein Bild machen können sollten – und nicht nur die Politiker oder gar Wirtschaftsentscheider, die ihr Bild eher aus streng vertraulichen Marktstudien gewinnen oder längst gewonnen haben.

Wie läßt sich die Hauptgruppe der Nutzer von Rundfunktechnik, besser: Medientechnik schlechthin, beschreiben?

3. Nutznießer und Nutzer

Die Nutzer, oft auch nur Benutzer, sind zu unterscheiden von den politischen und ökonomischen Nutznießern, und diesem Wortspiel soll kein negativer Beigeschmack anhaften, denn Nutznießer sind ja nicht nur jene, die an gefestigter oder wieder expandierender Elektro- und Elektronikindustrie das große Geld verdienen, sondern auch alle, denen die Möglichkeit, ihr tägliches Brot zu verdienen, erhalten oder neu geschaffen wird. Mit Nutzern hingegen sind jene gemeint, die sich kommunikativer Technik bedienen. Es sind dies zwei Gruppen: Berufskommunikatoren und Rezipienten. Seitdem es technisch bedingte Medien gibt, seit Gutenberg also, muß sich mindestens eine dieser Gruppen, anfangs waren es nur die „Tagesschriftsteller", mit Verbreitungstechnik irgendwie ins Benehmen setzen. Es ist nützlich, an dieser Stelle an die von Harry Pross getroffene Unterscheidung zwischen primären, sekundären und tertiären Medien zu erinnern [4]. Technologisch sind primäre Medien, insofern kein Benutzer ein Gerät braucht, eigentlich Nicht-Medien, wenn wir uns durch die Prosssche Mitteilung „Meldehunde sind noch immer im Gebrauch" nicht aus der „Techno-Logik" werfen lassen. Bei den sekundären Medien braucht nur der Empfänger kein Gerät, es sei denn die Brille zum Zeitunglesen; zur Anwendung und Nutzung tertiärer Medien aber brauchen Kommunikatoren und Rezipienten Geräte: Sender und Radio zum Beispiel.

4. Kommunikatoren und Technik

Der Umgang mit publizistischem Gerät ist auf der Sekundär- und auch auf der Tertiärebene wohl von den rein technischen Machern, etwa den Erfindern, Setzern, Druckern, Telegrafisten und Telefonisten, Funktechnikern, Kabelträgern und Beleuchtern, auch den Filmvorführern, im Rahmen ihrer Berufsnotwendigkeiten reflektiert worden, kaum jedoch von den beiden erwähnten Nutzergruppen, die Bastler einmal ausgenommen. Erst in jüngster Zeit wehren sich die Printmedienjournalisten vehement dagegen, zu Redaktionstechnikern am Bildschirm umfunktioniert zu werden, und ebenfalls erst in jüngster Zeit hat mir ein Funkjournalist gestanden, ihm und seinen Kollegen mache es durchaus Spaß, die miniaturisierte Fernsehkamera selbst vors Auge zu nehmen, um einen Drei-Minuten-Beitrag für die X-Y-Abendschau auch technisch selbst zu realisieren. Früher kam für ähnliche Lappalien ein Acht-Mann-Team vom WDR Köln ins Münsteraner Publizistik-Institut gefahren, um dort Starkstromleitungen zu verlegen, Scheinwerfer-Batterien aufzustellen und nach sorgfältig eingehaltener Mittagspause ein Mini-Statement von Henk Prakke auf Film und Tonband zu bannen. In der sogenannten Praktikerliteratur, in jenen gutgemeinten und nicht selten aufschlußreichen Arbeiten nachdenkender Journalisten, die vor und nach der Jahrhundertwende ihre Erfahrungen in all-

gemeinverständlichen Büchern niederlegten [5], findet man nur selten Reflexionen über die Technik, unteren deren Bedingungen sie – die Praktiker – doch auch arbeiten mußten: „Für den Journalismus ist die Technik konstituierend", sagt Siegfried Weischenberg [6], aber wenn auch der Beruf „auf der Grundlage von technisch-ökonomischen Umwälzungen" entstanden ist, so hat es doch bis tief in unser Jahrhundert hinein eine klare Rollentrennung zwischen geistiger Produktion und technischer Herstellung gegeben. Drucktechnik, Nachrichtenzulieferungstechnik und später auch Funktechnik schlugen in abgeleiteten Funktionen auf die journalistische Arbeit durch, nämlich in Mengen- und Zeitbegrenzungen. Heute noch strukturieren Mengen- und Zeitvorgaben („Um fünf machen wir die Seite zu" oder „Wir haben keine Gummiseiten, bitte noch genau 25 Zeilen") den Tagesverlauf des Zeitungsjournalisten, und er denkt kaum darüber nach, daß ihn das schwere mechanische Material in dieses Korsett gezwängt hat. Was das früheste Fernsehen in die Sackgasse geführt hat, nämlich das „den Gesetzen der Mechanik und damit der Trägheit unterworfene Gerät" (Lerg), war für mehr als dreieinhalb Jahrhunderte die technische Basis für Zeitung und Zeitschrift und wird es wohl im Bereich Druck noch lange bleiben. Paradoxerweise setzt die Technik-Reflexion der schreibenden Journalisten erst ein, wo eine partielle Entstofflichung und damit auch eine gewisse Abbindung von der Zeit einsetzt, nämlich bei den elektronischen Setz- und Umbruchverfahren: Die Miniaturisierung durch Mikroelektronik miniaturisiert auch den Graben zwischen den technischen und den Schreibtischberufen der Journalistik.

Bei den funkjournalistischen Berufen scheint die Entwicklung anders verlaufen zu sein. Urgrund der Zwänge war die Zeit. Die 24 Stunden eines Tages sind genauso wenig dehnbar wie das Schiff des Metteurs. Solange alles (mit Ausnahme von Schallplatten) live ins Mikrofon gesprochen, gesungen und gefiedelt werden mußte, mag es noch mit dem Mut zur Nichtperfektion zugegangen sein: Karl Valentins Assistenz beim Vortrag des Liedes von der Glocke parodiert das allzu Menschliche. Ohne dies durch wissenschaftliches Material belegen zu können, vermute ich, daß die Erfindung der Aufzeichnungs- und Sofortwiedergabemöglichkeit, also der Magnetaufzeichnung, eine einschneidende Veränderung der funkjournalistischen wie auch der übrigen Produktionsarbeit war: Mit Hilfe der Technik konnte der Zeit ein Schnippchen geschlagen werden. Wie wir wissen, hat sich die Zeit gerächt. Aufgezeichnete Programme, ob Ton oder Bild, sind sekundengenau disponibel; sie ermöglichen Präzisionsprogramme, und ihre Macher unterwerfen sich mit Berufsstolz deren perfekter Abwicklung. Es gibt einen medienselbstkritischen Fernsehfilm über Produktion und Ausstrahlung einer ZDF-„heute"-Sendung, in welchem der Sekunden-Masochismus in die Heroik eines generalstäblich geplanten Sieges über die Zeit umschlägt, gar nicht so fern jener mechanischen Heroik, die uns in nicht wenigen filmischen Umsetzungen anlaufender Rotationsdruckmaschinen begegnet. Dieser von sichtbarer Technik geprägte Stil ist in Veränderung begriffen. Überall wo elektronische Bauelemente eingesetzt werden können, wird die Publikationstechnik kleiner, leiser und sauberer. Der Journalist bedient sich ihrer ohne Heizer [7], und vielleicht ist die Zeit nicht fern, in der das technische Personal in Medienbetrieben statussymbolischen Wert bekommen wird, so wie ihn die Chauffeure der Direktoren und Minister haben.

5. Rezipienten und Technik

Für die andere Gruppe der Benutzer, das Publikum nämlich, die Rezipienten, sollte es, seitdem es für das Medium Rundfunk Empfangsgeräte brauchte, schon von Anfang an möglichst „kinderleicht" sein, kinderleicht: ein Ausdruck, den der „Spiegel" vor kurzem für den jetzt erreichten Stand der Benutzbarkeit von Videokassettenrecordern verwendet hat.

Freilich, wer je noch seinen Detektor selbst gebaut hat, kann sich vorstellen, daß es in den ersten Radiojahren doch nicht kinderleicht, sondern daß auch auf der Empfängerseite allerhand technisches Geschick vonnöten war, wollte man den Reichssender Breslau auch nur mit „low fidelity" abhören. Einen D.K.E. richtig ein- und abzustimmen, erheischte mehr Fingerspitzengefühl als die Fernbedienungstasten eines heutigen Fernsehgerätes, und selbst jener vielröhrige, „Super" genannte Empfänger der Marke Mende, der seit Beginn des Zweiten Weltkrieges meine Kindheit begleitete, hatte seine Tükken: in der mehr als einminütigen Aufheizphase erzeugten seine Röhren gewaltiges Prasseln und Krachen, was sich nur durch einen nicht zu leichten Schlag auf das polierte Edelholzgehäuse abstellen ließ. Stärkster Eindruck meiner kindlichen Radiohörer-Sozialisation war neben dem krachenden Super und dem kleinbürgerlichen „Eiffelturm" des unrühmlich mißbrauchten Senders Gleiwitz der Gewitterschalter an ländlichen Hochantennen in der Grafschaft Glatz: Jedenfalls wenn Unwetter drohte, war mit seiner Hilfe die Antenne vom Gerät und damit wohl auch vom blitzgefährdeten Haus zu trennen und stattdessen zu erden, eine offenbar nur in meiner kindlichen Erinnerung komische, in Wirklichkeit aber notwendige Vorkehrung wenn man die Tatsache bedenkt, daß schon die erste deutsche Radiosendung aus dem VOX-Haus mit dem Satz geendet haben soll: „... und vergessen Sie nicht, die Antenne zu erden!" [8] und daß ferner seit 1929 jeder postalisch gemeldete Rundfunkhörer durch die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft kostenlos haftpflichtversichert war: „für Schäden durch Rundfunkempfänger und -antennen" [9].

Nicht nur in Karl Valentins erwähntem Sketch, sondern überall wo der Hörer seinen Hörgenuß technisch verbessern wollte, etwa beim Antennenbau, spielte Draht eine viel wichtigere Rolle als heute: Weder „Drahtloser Dienst" noch allgemein drahtloser Rundfunk hätten ohne Draht funktioniert, während heute, wo viele schon wieder am jetzt Kabel genannten Draht hängen, alle Bedienungsfunktionen selbstverständlich drahtlos gesteuert werden, infrarot oder mit Ultraschall, aber jedenfalls wirklich kinderleicht [10], wovon man sich in jeder Familie mit mehreren Kindern und Fernsehgeräten,

DIE BEDEUTUNG DES KURZWELLENRUNDFUNKS FÜR DIE DRITTE WELT[1]

VON HANS-DIETER GODTMANN[2]

Manuskript eingegangen am 4. Januar 1983 Kurzwellenrundfunk

Zusammenfassung

Der Kurzwellenrundfunk hat gegenüber anderen Rundfunkmedien qualitative Nachteile, weil wegen der starken Überbelegung vielfach Interferenzen auftreten und weil aufgrund verschiedener physikalischer Phänomene die Übertragung über die Ionosphäre nicht stabil ist. Trotzdem hat er stark an Bedeutung zugenommen — die Aufwärtsentwicklung während der letzten 30 Jahre wird an Beispielen verdeutlicht. Das liegt daran, daß für verschiedene Rundfunkdienste nur die Kurzwelle in Frage kommt. Eine große Rolle spielt der Kurzwellenrundfunk für die Länder der Dritten Welt. Die Entwicklung des Rundfunks in diesen Ländern wird dargestellt und die Bedeutung der Kurzwelle gegenüber den anderen Medien aufgrund der politischen, infrastrukturellen und wirtschaftlichen Gegebenheiten aufgezeigt. Auf die Sendungen der Auslandsdienste in diese Zielgebiete wird eingegangen. Beleuchtet werden auch die Einflüsse der Empfangsgeräteentwicklung. Zum Schluß werden repräsentative Ergebnisse aus der Hörerforschung beschrieben.

Summary **The significance of high-frequency broadcasting for the Third World**

Compared with other broadcasting media, broadcasting in the high-frequency bands has qualitative disadvantages because interference frequently occurs on account of the serious overcrowding on those bands and because, through the influence of various physical phenomena, propagation by way of the ionosphere is not stable. Nevertheless, it has considerably increased in importance — the continuing development over the past thirty years is described by means of examples. This is due to the fact that, for certain broadcasting services, only the high-frequency bands can be used. A large part is played by HF broadcasting in the countries of the Third World; the evolution of broadcasting in those countries is described, and the importance of the HF bands, compared with the other media, is discussed on the basis of the political, infrastructural and economic data. Mention is made also of transmissions by the external services to those target areas, as well as of the influence of the development of receiving equipment. Finally, representative results of audience research are given.

Sommaire **L'importance de la radiodiffusion en ondes décamétriques pour les pays du tiers-monde**

Par rapport à d'autres systèmes de radiodiffusion, la radiodiffusion en 0.dam présente sur le plan de la qualité des inconvénients dus aux nombreux brouillages provoqués par l'encombrement important de ces bandes et à l'instabilité de la propagation ionosphérique qui résulte de l'influence de divers phénomènes physiques. L'emploi de ce procédé s'est néanmoins fortement accru et son développement incessant au cours des trente dernières années est illustré par des exemples. Cette situation tient au fait que, pour certaines organismes de radiodiffusion, seules les ondes décamétriques sont exploitables. La radiodiffusion en 0.dam joue un rôle important dans les pays du tiers-monde. On décrit l'évolution de la radiodiffusion dans ces pays et on souligne l'importance des ondes décamétriques par rapport à d'autres bandes sur le plan politique, infrastructurel et économique. On signale les émissions des organismes étrangers vers ces pays et on insiste également sur l'impact du développement des récepteurs. On présente pour terminer des résultats significatifs de recherches en matière d'écoute.

1. Einleitung

Als ich im letzten Sommerurlaub auf Bornholm wieder einmal Deutsche Welle hörte, fragte meine zweijährige Tochter: „Pappi, hörst Du wieder Quietsche-Welle?“ Mit dieser Wortschöpfung charakterisierte sie die Übertragungsqualität an diesem Tage treffend. Kurzwellenübertragungen sind nicht stabil; ihre Qualität hängt von der launischen Ionosphäre ab. Nach Ort und Zeit unterschiedlich sind sie oft durch Überlagerungen anderer Sender mehr oder weniger stark gestört.

Kann ein solches Medium in der heutigen Zeit technischer Perfektion überhaupt noch Bedeutung haben? In Industrieländern wie der Bundesrepublik sind technische Qualität und Programmvielfalt im Fernsehen und im UKW-Rundfunk beachtlich. Neue Technologien, die diese Qualität noch verbessern und das Programmangebot erhöhen können, befinden sich in Planung und Entwicklung. 1985 werden Frankreich und die Bundesrepublik je einen Rundfunksatelliten haben, 1986 wird Großbritannien nachziehen. Durch Spill-over wird es möglich sein, auch Satelliten-Rundfunkprogramme anderer Länder zu empfangen. In der Bundesrepublik werden, wenn alle zugeteilten Satellitenfrequenzen belegt sind, theoretisch zwischen 30 und 50 ausländische Satellitenprogramme empfangbar sein, vorausgesetzt, sie werden nicht für terrestrische Richtfunksysteme benutzt.

Die Deutsche Bundespost plant, ein integriertes Nachrichtennetz aufzubauen, das, in der Struktur mit dem Telefonnetz vergleichbar, die ganze Bundesrepublik bedeckt. In diesem Netz werden dann alle derzeitigen und zukünftigen Fernmeldedienste zusammengefaßt sein. Außerdem ist vorgesehen, daß Teilnehmer aus einer Vielzahl von Programmen gleichzeitig mehrere Fernseh- und Hörfunkprogramme hoher technischer Qualität über eine zentrale Vermittlungsstelle abrufen können. Unter dem Namen Bigfon werden z. Z. in verschiedenen Städten Versuchsnetze aufgebaut.

Durch Zusatzinformationen in Fernseh- und Hörfunkprogrammen wird der Bedienungskomfort von Empfangsgeräten und Recordern erleichtert. Dank Rundfunksatelliten und Kabel wird es möglich sein,

[1] Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 13. Jahrestagung des Studienkreises Rundfunk und Geschichte e. V. in Münster, 1. und 2. Oktober 1982.

[2] Dr.-Ing. Hans-Dieter Godtmann ist Hauptabteilungsleiter Zentrale Technik und stellvertretender Technischer Direktor bei der Deutschen Welle, Köln.

Hörfunkprogramme digital zu übertragen und deren technische Qualität damit erheblich zu verbessern. Es ist zu erwarten, daß auf der Basis preiswerter hochintegrierter Halbleiter-Bauelemente in den Fernsehempfängern in naher Zukunft die digitale Signalverarbeitung eingeführt wird. Dadurch wird die Bildqualität bei Beibehaltung der Fernsehnorm beachtlich gesteigert werden. Parallel dazu laufen Arbeiten an einer Norm für höher auflösende großformatige Fernsehbilder.

2. Die Kurzwelle – Beispiele für ihren Einsatz

Angesichts dieser schon vorhandenen und der zukünftigen technischen Perfektion und Vielfalt des Programmangebots mag es auf den ersten Blick verwundern, daß die Kurzwelle in der Medienlandschaft noch eine so bedeutende Rolle spielt. Die Motive für das Senden und Hören sind sehr unterschiedlich. Es gibt gezielte propagandistische Information ins andere politische Lager, z. B. durch Radio Moskau, Radio Peking und Radio Berlin International, aber auch durch Radio Free Europe und Radio Liberty, zum anderen Auslandsdienste, die den politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Standpunkt ihres Landes erläutern und verständlich machen wollen und die in dem Ruf stehen, objektiv, neutral und unabhängig zu sein, z. B. BBC und DW. Ihre Bedeutung wird leider durch das „Jamming" unterstrichen; mit enormem Kostenaufwand setzen einige Länder Störsender ein, die verhindern sollen, daß die Bürger unerwünschte Informationen erhalten. Die Kurzwelle dient auch dazu, Bürger, die ganz oder zeitweise im Ausland leben, oder Urlauber mit Programmen aus dem Heimatland zu versorgen. In einigen wirtschaftlich stärkeren, großflächigen oder sehr gebirgigen Ländern wird die Kurzwelle als Ergänzung zur Landesversorgung dünnbesiedelter Gebiete benutzt. In Entwicklungsländern ist sie oft das bedeutendste Medium für die Landesversorgung. Sicherlich haben auch die Landesrundfunkanstalten in der Bundesrepublik, die Kurzwelle einsetzen und noch ausbauen wollen, ihre Argumente.

Es wäre vermutlich reizvoll, gerade den letzten Punkt näher zu betrachten. Grundsätzlich stellen alle diese Beispiele interessante Themen dar. Ich möchte mich auf die Bedeutung der Kurzwelle für die Dritte Welt konzentrieren, weil sie für diese Länder oft nicht ein, sondern das Medium schlechthin ist. Ihre Bedeutung stellt sich unterschiedlich dar, je nachdem, ob es aus der Sicht der Regierung des Entwicklungslandes, der Einwohner dieses Landes oder eines Auslandsdienstes, der in dieses Land sendet, gesehen wird. Für die Menschen, die in diesen Ländern leben, ist die Kurzwelle jedenfalls oft das einzige Medium, aktuelle Informationen zu erhalten, ihren Kenntnisstand zu erweitern oder auch Unterhaltungsprogramme zu empfangen. Für sie existiert nämlich die eingangs erwähnte wunderschöne Palette an Qualität und Quantität im Rundfunk nicht. Für sie ist die Kurzwelle ein enorm wichtiges Medium, um Lebensqualität und -standard zu verbessern sowie den politischen Standpunkt und die Entscheidungen der eigenen Regierung und der Regierungen anderer Länder zu erfahren und eventuell verstehen zu können.

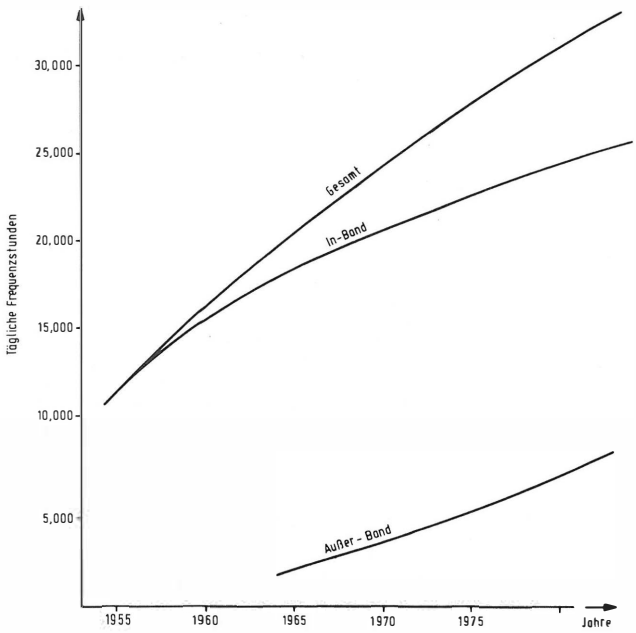


Bild 1
Zunahme der Senderbetriebsstunden im Kurzwellenrundfunk

3. Die Entwicklung des Kurzwellenrundfunks während der letzten 30 Jahre

Der Kurzwellenrundfunk zeigte in den vergangenen dreißig Jahren weltweit eine stetige Aufwärtsentwicklung. Dies gilt sowohl für das Programmangebot als auch für Senderzahl und -leistung. Aus der Entwicklung der letzten Jahre muß extrapoliert werden, daß der Trend in naher Zukunft unvermindert anhält. In diesen dreißig Jahren hat sich die Zahl der Frequenzstunden, d. h. der Senderbetriebsstunden mehr als verdreifacht, und zwar von etwa 10 000 Stunden auf über 30 0000 täglich (**Bild 1**). Einen sehr großen Teil der 10 000 Stunden zu Beginn dieses Zeitraums nahmen kleine private kommerzielle Stationen in Lateinamerika ein. Mit meist nur 1 kW Leistung (und weniger) bis – in Ausnahmefällen – maximal 10 kW lag ihr Ziel in der lokalen Versorgung einer Stadt oder gar nur eines Stadtgebietes. Die Steigerung in der ersten Hälfte des dreißigjährigen Zeitraums wurde hauptsächlich durch den starken Ausbau der Auslandsdienste bestimmt. Danach stagnierten deren Senderzahlen, sieht man von Radio Moskau und der Deutschen Welle ab, die einen erheblichen Nachholbedarf hatte.

Zwar begannen in der zweiten Hälfte auch OPEC-Länder mit dem Aufbau von Auslandsdiensten, dominant beim Zuwachs an Senderzahlen wurden jedoch die Entwicklungsländer. Dabei darf jedoch nicht verkannt werden, daß auch heute noch ihr Anteil am Kuchen der Frequenzstunden relativ gering ist. Das gilt nicht nur für das einzelne Land, sondern auch für die Gesamtheit. 30 von mehr als 130 Ländern nutzen mehr als 60 % der gesamten Frequenzstunden. Noch besser wird die Situation durch **Bild 2** verdeutlicht.

Die Entwicklungsländer installierten zur Landesversorgung überwiegend Sender der Leistungsklasse 20 bis 100 kW. Für die großen Auslandsdienste traten durch die Installation der neuen Sender zuneh-

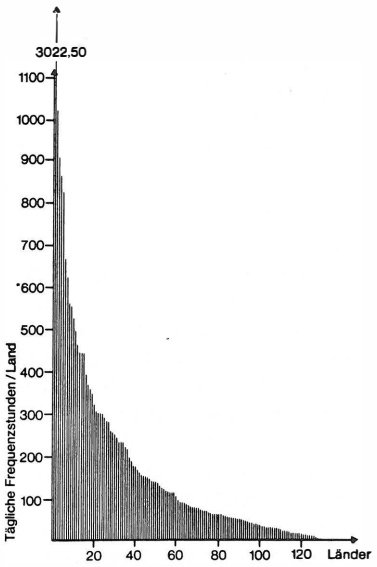


Bild 2

Häufigkeit der Kurzwellenbenutzung
(nach Frequenzstunden geordnet)

Band (m)	Radio Regulatios bisheriger Zustand (kHz)	Kanal-zahl	WARC '79 zukünftig. Zustand (kHz)	Kanal-zahl	Verände-rung ab
49	5950– 6200	49	5950– 6200	49	–
41	7100– 7300	39	7100– 7300	39	–
31	9500– 9775	54	9500– 9900	79	1. 7. 94
25	11700–11975	54	11650–12050	79	1. 7. 89
22	–		13600–13800	39	1. 7. 89
19	15100–15450	69	15100–15600	99	1. 7. 89
16	17700–17900	39	17550–17900	69	1. 7. 89
13	21450–21750	59	21450–21850	79	1. 7. 89
11	25600–26100	99	25670–26100	85	1. 1. 82
	Summe 2350	462	Summe 3130	617	

Tabelle 1

Frequenzbereiche für den Kurzwellenrundfunk

mend Interferenzprobleme auf; die Empfangsfeldstärken in den Zielgebieten reichten nicht mehr aus. Sie konterten mit Erhöhung der Senderleistung. **Bild 3** verdeutlicht die Entwicklung der Senderleistung während der letzten beiden Dekaden. Der Anteil der Sender über 100 kW liegt heute schon bei fast 60 %. Je höher die Leistungsklasse, desto höher ist die Konzentration auf wenige Länder. In der Klasse 100 bis 200 kW sind noch 90 Länder vertreten, in der von 200 bis 350 kW 45, in der über 350 kW nur noch 24.

Diese Entwicklung bei der Kurzwelle brachte es mit sich, daß die Überbelegung ständig wuchs und die Interferenzprobleme immer größer wurden. Die Konkurrenz nahm zu, der Wettlauf wurde immer härter, Erfolgschancen hatten nur noch die Stärkeren. Das führte dazu, daß sich alle betroffenen Rundfunkanstalten auf der letzten Funkverwaltungskonferenz 1979 über die Notwendigkeit einer Erweiterung der Kurzwellenrundfunkbänder einig waren. Verwirklichen ließ sich aber nur ein Gesamtzuwachs von etwa 33 %, geplant in zwei Stufen in den Jahren 1989 und 1994 (**Tabelle 1**). In den beiden unteren, beliebten und meistgehörten Kurzwellenbändern konnte keine Veränderung erreicht werden. Eine Ironie des Schicksals war es dabei, daß gerade die Verwaltungen der Entwicklungsländer, deren Rundfunkanstalten vielleicht am dringendsten Frequenzbereichserweiterungen brauchen, diese blokkieren mußten. Aus wirtschaftlichen und infrastrukturellen Gründen benötigen sie den Kurzwellenbereich nämlich auch dringend für Fernmeldedienste.

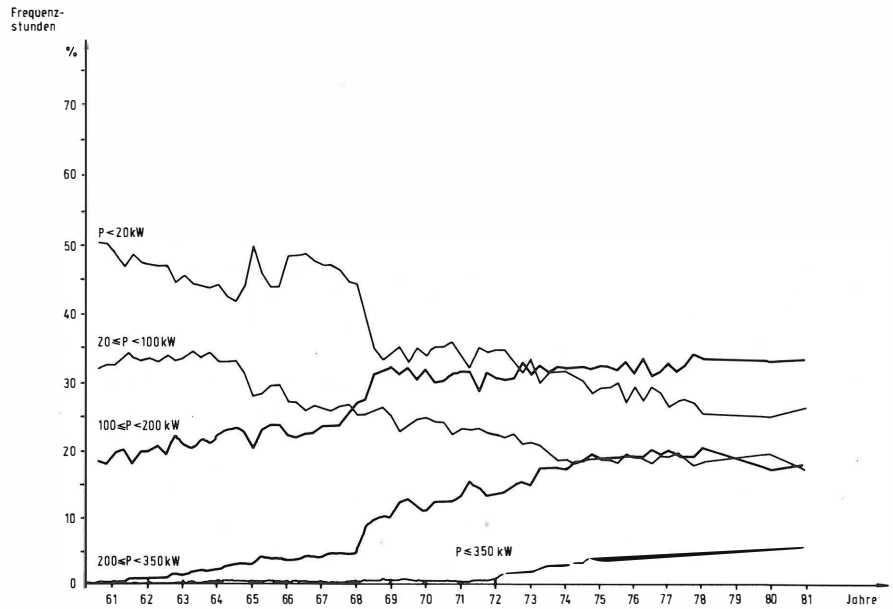


Bild 3

Änderungen der Senderleistungen in den Jahren 1960 bis 1981

Es wundert daher nicht, daß die Entwicklungsländer eine Rundfunk-Kurzwellenplanungskonferenz forderten und auch durchsetzten mit dem Ziel, ihre Situation zu verbessern. Die Konferenz wird in zwei Teilen in den Jahren 1984 und 1986 stattfinden. Die Diskussionen zur Vorbereitung der ersten Konferenz spiegeln bereits deutlich die unterschiedlichen Interessenlagen wider. Schon die vorgeschlagene Tagesordnung stößt bei den USA und Großbritannien auf Widerspruch. Inzwischen hat die Internationale Fernmeldeunion empfohlen, die Kurzwelle – soweit dies möglich ist – nur für internationale Versorgungsaufgaben einzusetzen. Das zielt in die Richtung, daß sie nur bei den wirtschaftlich schwachen Entwicklungsländern zur Landesversorgung benutzt werden soll.

4. Entwicklung des Rundfunks in den Ländern der Dritten Welt

Der Begriff Entwicklungsländer, die auch als Dritte Welt bezeichnet werden, wurde zu Beginn der fünfziger Jahre geprägt. Eine einheitliche Definition gibt es ebenso wenig wie eine international verbindliche Liste der Entwicklungsländer. Die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse in der Dritten Welt sind von Land zu Land verschieden. Aber für so gut wie alle gilt: ungenügende Versorgung mit Nahrungsmitteln, schlechter Gesundheitszustand, zu wenig Bildungsmöglichkeiten, Arbeitslosigkeit, niedriger Lebensstandard bei extrem ungleicher Verteilung der vorhandenen Güter und Dienstleistungen. Die Wirtschaft ist geprägt von einer Struktur, die einerseits in traditionellen Formen vornehmlich in der Landwirtschaft verharrt und andererseits vereinzelt über einen modernen dynamischen Sektor, meist im Industriebereich, verfügt. Die wirtschaftliche und soziale Entwicklung ist durch zahlreiche F'aktoren verschiedener Art erschwert.

Die Vereinten Nationen, die Weltbank und der Entwicklungshilfe-Ausschuß der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) gehen zwar von ähnlichen Kriterien aus (z. B. Brutto-Inlandsprodukt pro Kopf der Bevölkerung), bewerten diese jedoch unterschiedlich. Maximal werden etwa 130 Länder als Entwicklungsländer eingestuft; sie umfassen 3/4 der Gesamtbevölkerung der Welt. Über 700 Millionen Menschen leben in totaler Armut in ländlichen Gebieten der Dritten Welt. Die Vereinten Nationen führen eine Liste besonders betroffenener Entwicklungsländer („most seriously affected countries"), kurz MSAC-Liste genannt, die insgesamt 45 Länder umfaßt. Diese verteilen sich wie folgt: Afrika 28, Asien und Ozeanien 12, Lateinamerika 5. Meine Analysen, vor allem die zahlenmäßigen, konzentrieren sich hauptsächlich auf diese Länder. In ihnen leben etwa eine Milliarde Menschen. Die anderen Länder der Dritten Welt haben je nach Entwicklungsstand mehr oder weniger ähnliche Probleme.

Die Entwicklungsländer in Afrika und Asien sind noch junge Staaten. Bis auf zwei Länder erhielten die afrikanischen ihre Unabhängigkeit Ende der fünfziger und in den sechziger Jahren, einige wenige noch später. In Asien kam, von Ausnahmen abgesehen, der Tag der Unabhängigkeit für einen Teil erst Ende der vierziger Jahre. Der Prozeß zog sich bis in die siebziger Jahre hin. In Lateinamerika erhielten die meisten Staaten ihre Unabhängigkeit schon im ersten Viertel des 19. Jahrhunderts, nur wenige erst nach dem Zweiten Weltkrieg.

Bedingt auch durch den Zeitpunkt der Unabhängigkeit entwickelten sich die Rundfunksysteme in Lateinamerika auf der einen und in Afrika und Asien auf der anderen Seite völlig unterschiedlich. Die meisten lateinamerikanischen Staaten wurden bereits vor der Einführung des Rundfunks in der Welt unabhängig. Der Rundfunk entwickelte sich dort schon recht früh aufgrund der räumlichen Nähe und der wirtschaftlichen Abhängigkeit nach dem USA-Modell. Es entstanden viele, meist kommerziell orientierte Privatstationen. Die staatliche Kontrolle beschränkte sich auf die Lizenzgebung, durch die nur die technischen und juristischen Aspekte geregelt wurden. Im gegenseitigen Konkurrenzkampf der Privatstationen gingen Macht und Einfluß zunehmend in die Hände weniger Interessengruppen über.

Mitte der sechziger Jahre begannen die Regierungen der Entwicklungsländer die große Bedeutung des Rundfunks zu erkennen. Sie fingen an, die Kontrolle auszudehnen. Sie erließen Gesetze, errichteten zum Teil eigene Stationen und erwarben Anteile an Schlüsselstationen. Trotzdem sind auch heute noch über 90 % aller Rundfunksender (das gilt für Fernsehen und Hörfunk) kommerziell betriebene Unternehmungen. Die Regierungen schufen teilweise Abteilungen, die die Programme der Privatstationen auf ihren politischen Inhalt hin kontrollierten. Die Kontrolle ist äußerst wirksam. Als Beispiel sei nur die Falklandkrise angeführt. Die argentinische Bevölkerung wurde bis zum Schluß über die wahre Situation nicht unterrichtet und von der Niederlage völlig überrascht. Die Regierungen erkannten aber auch, daß es für die Entwicklung ihrer Länder wichtig war, die arme Landbevölkerung in die Rundfunkversorgung mit einzubeziehen und bauten, sofern sie finanziell dazu in der Lage waren, dafür Stationen. Diese Bevölkerungsgruppen (ihr Anteil liegt bei 50 % der Gesamtbevölkerung) waren bis dahin überhaupt nicht mit Rundfunk versorgt, da die rein kommerziell orientierten Privatstationen sich naturgemäß nur an Gruppen mit hoher Kaufkraft wenden.

In den Entwicklungsländern Afrikas und Asiens, die, wie ich schon erwähnte, viel später ihre politische Unabhängigkeit erhielten, wurde der Rundfunk im wesentlichen von den Kolonialmächten aufgebaut. Sie wollten ihren politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Einfluß auf die für sie wichtige Oberschicht ausweiten. Dementsprechend wurden nur die Hauptstädte versorgt. Mit Erreichen der Unabhängigkeit änderte sich zunächst daran grundsätzlich nichts. Die jeweiligen Regierungen übernahmen in direkter oder indirekter Weise die Kontrolle über den Rundfunk und nutzten ihn zunächst nur zur Stärkung ihrer Macht. Das änderte sich in den letzten 10 bis 15 Jahren allmählich, ähnlich wie in Lateinamerika. Es war fast immer ein politischer Machtkampf, ein Aufstand, ein Krieg, eine radikale Revision der kulturellen und ökonomischen Politik,

kurz gesagt, eine Krise oder ein irgendwie anders gearteter Wendepunkt, der die jeweilige Regierung erkennen ließ, welch ungeheure Bedeutung dem Rundfunk in ihrem Land zukommt.

Die Bevölkerung war kritischer und selbstbewußter geworden. Es war wichtig, nicht nur die Oberschicht zu erreichen, sondern auch die breite Bevölkerung zu informieren und zu unterhalten. Die Regierungen konnten nicht zulassen, daß in weiten Gebieten ihres Landes nur der Empfang ausländischer Rundfunkprogramme möglich war. Sie erkannten aber vor allem, daß sie nach der politischen Unabhängigkeit die wirtschaftliche nur erreichen bzw. ihr näherkommen konnten, wenn Produktivität und Lebensstandard der breiten Bevölkerung wuchsen. Sie mußten daher in ihre Entwicklungspolitik die politische, soziale, kulturelle und ökonomische Bildung des größten Teils der Bevölkerung, der außerhalb der Haupt- oder anderer Städte lebt, mit einbeziehen. Etwa 70 bis 90 % der Bevölkerung der meisten Länder Afrikas und Asiens leben und arbeiten auf dem Land.

Für diese Entwicklungspolitik kommen Zeitungen und schriftliches Material wegen der erheblichen infrastrukturellen Probleme bei der Verteilung und wegen des ausgeprägten Analphabetentums nicht in Frage. Die Situation ist in den Erdteilen und von Land zu Land sehr unterschiedlich. In den Entwicklungsländern Afrikas liegt der Anteil an Analphabeten fast überall über 70 %, meist über 80 %, im Maximum bis zu 98 %, in Asien, wo die Situation etwas besser ist, meist zwischen 20 % und 80 %, und in den Entwicklungsländern Lateinamerikas ist sie mit fast immer unter 30 % Analphabeten noch am günstigsten. Als Massenmedium kann nur der Rundfunk Bedeutung haben und hier die Kurz- und Mittelwelle. Die Entwicklungsländer Afrikas und Asiens begannen, Sender aufzubauen. Der gesamte Rundfunk kam fest in die Hand der jeweiligen Regierung. Es gibt nur wenige Ausnahmen, kommerzielle Sender und Missionssender, die jedoch keine Rolle spielen. Dabei muß noch berücksichtigt werden, daß es praktisch keine demokratischen Regierungen nach unserem Verständnis gibt. Die Bedeutung des Rundfunks in diesen Ländern wird auch dadurch deutlich, daß bei einem Staatsstreich oder einer Revolution immer zuerst zusammen mit dem Flughafen und dem Präsidentenpalast die Rundfunkstation angegriffen und besetzt wurde. Eines der wichtigsten Anliegen der meisten jungen Staaten in Afrika und Asien war und ist die politische Integration. Die Kolonialmächte hatten ohne Rücksicht auf politische, wirtschaftliche und kulturelle Bindungen völlig willkürlich Grenzen gezogen. Die Rundfunkstationen bauten die Programme so auf, daß die politische Zusammengehörigkeit gefördert wurde. Dabei wurden mit der Zeit die Methoden zunehmend geschickter. Einerseits wurde das Programmangebot in den Vernakulärsprachen (Landessprachen, Landesdialekte) ständig erweitert, andererseits bemühte man sich, durch Sprachkurse die offizielle Staatssprache zu fördern. Die Programme in Vernakulärsprachen liegen bei den Ländern Afrikas zwischen 4 und 21. In Asien bestehen ähnliche Probleme.

In diesen Programmen wurde der Nationalstolz stimuliert, z. B. durch Berichte über große sportliche oder politische Ereignisse, bei denen das jeweilige Land eine bedeutende Rolle spielte. Unterhaltungssendungen, die anfangs völlig fehlten, wurden erst mit der Zeit ins Programm eingebaut. Man versuchte kurz gesagt alles, um zu erreichen, daß der Bürger mit der Regierung zufrieden war, sich zunehmend mit dem Staat identifizierte und am politischen Geschehen, natürlich im Sinne der Regierung, teilnahm. Es gibt eine Reihe von Studien, die überzeugende Daten dafür liefert, daß der Rundfunk den Regierungen geholfen hat, ihren Zielen näher zu kommen.

Schlüssig bewiesen werden konnte der Erfolg des Rundfunks auf dem Bildungs- und Schulungssektor. Es soll nicht verschwiegen werden, daß der Rundfunk allein hier nicht die optimale Lösung darstellt. Ergänzende Maßnahmen, z. B. ein Tutorensystem, steigern die Wirkung. Es konnte allerdings eindeutig festgestellt werden, daß der Rundfunk eine sehr bedeutende Rolle spielt. Erfolge konnten auf so wichtigen Gebieten wie in der landwirtschaftlichen Technik, der Vermittlung moderner Anbaumethoden und der Schädlingsbekämpfung, bei der Familienplanung, der Hygiene und dem Gesundheitswesen zur Vermeidung bestimmter, verbreiteter Krankheiten erreicht werden.

Das Programmangebot auf den Gebieten Information und Bildung ist hoch. Einige Beispiele, die untersucht wurden, zeigen einen Informationsanteil von 16 bis 45 %, einen Bildungsanteil von 20 bis über 30 %. Obervolta strahlt derzeit Landfunk in 15 Landessprachen aus; mehr als ein Drittel der Sendezeit steht für die Landfunkprogramme zur Verfügung. In Benin werden 30 % der Sendezeit für einen Landfunk in zwölf Sprachen genutzt. Im Vergleich dazu liegt der Anteil an Bildung bei den ARD-Hörfunkprogrammen 1, 2 und 3 im Durchschnitt unter 3 %, der an Information knapp über 20 %. Der Kultur kommt in den Programmen der staatlichen Rundfunkanstalten der Dritten Welt eine besondere Bedeutung zu. Die Regierungen waren und sind daran interessiert, daß bei allen Neuerungen und Schulungen, die zur Entwicklung und Hebung des Lebensstandards notwendig sind und deshalb auch durch den Rundfunk vermittelt werden, die eigenständigen kulturellen Besonderheiten nicht verlorengehen. Sie erhöhten daher mit der Zeit das Angebot an Kulturprogrammen, um einen kulturellen Selbstausdruck zu erreichen, die nationale Identität zu verstärken und um die Einflüsse von außen weniger wirksam werden zu lassen.

5. Technische und wirtschaftliche Möglichkeiten für den Rundfunk in den Entwicklungsländern

Welche Bedeutung haben nun das Fernsehen und der Hörfunk in den Entwicklungsländern? Eine entscheidende Rolle spielen dabei die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten. Die Kosten für Produktion, Ausstrahlung und Empfang sind beim Fernsehen enorm hoch. Das führt bei der Produktion dazu, daß diejenigen Entwicklungsländer, die Fernsehen eingeführt haben, in Abhängigkeit von ihrer

wirtschaftlichen Lage mehr oder weniger Programm-Material aus dem Ausland verwenden und weitgehend darauf verzichten müssen, das Programm allein nach ihren Vorstellungen und Zielen zu gestalten. Die Ausstrahlungskosten sind hoch, weil die Reichweite eines Fernsehsenders aufgrund der quasi optischen Ausbreitung recht begrenzt ist. Folglich muß für eine flächendeckende Versorgung das ganze Land mit einem Netz von Fernsehsendern überzogen werden. Dazu kommt, daß dafür oft die infrastrukturellen Voraussetzungen fehlen. Sie würden ganz erhebliche Vorlaufkosten verursachen. Die Empfänger sind so teuer, daß nur die Oberschicht in den Städten in der Lage ist, sie zu kaufen. Der Preis beträgt oft das Mehrfache des Jahreseinkommens eines Landarbeiters. Außerdem ist wegen der fehlenden Infrastruktur auf dem Lande oft nicht einmal die zum Betreiben der Empfänger notwendige elektrische Energie vorhanden.

Betrachtet man die in der eingangs erwähnten MSAC-Liste eingestuften Länder, so ergibt sich, daß in Lateinamerika alle Städte mit Fernsehen versorgt sind, die Landbevölkerung dagegen im allgemeinen nicht; die Fernsehsender haben fast nur kommerzielle Interessen. In Asien verfügen mehr als 80 % der Länder über Fernsehen, allerdings jeweils nur über wenige Sender zur Versorgung der Hauptstadt oder von Ballungsgebieten. In Afrika gibt es in der Hälfte aller Länder Fernsehen, doch hat etwa nur die Hälfte von ihnen einen Sender für die Hauptstadt; sonst sind fast ausnahmslos nur die großen Städte versorgt. Das Fernsehen dient hier meist der Staatsführung als Prestigeobjekt. Es wurde teilweise zu besonderen Anlässen eingeführt, z. B. durch Amin in Uganda anläßlich der OAU-Konferenz. Auch liegt die Absicht vor, die Oberschicht zufriedenzustellen und sich damit gewogen zu halten. Andererseits darf nicht verkannt werden, daß dadurch die Kluft zwischen reich und arm größer wird und die Unzufriedenheit bei der armen Bevölkerung wachsen kann. Es ist daher durchaus nicht sicher, ob die Staatsführungen, die bisher auf Fernsehen verzichtet haben, nicht besser beraten sind. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es auch Fälle gibt, in denen ein Industriestaat seinerseits aus Prestigegründen im Rahmen der Entwicklungshilfe eine Fernsehstation offerierte und aufbaute, nicht zuletzt mit der Absicht, durch sein Programmangebot Einfluß zu nehmen.

Welche Chancen bestehen in Zukunft für die Entwicklungsländer, einen großen Teil ihrer Bevölkerung mit Fernsehen zu versorgen, also dieses Medium für die gewünschte politische, soziale, wirtschaftliche und kulturelle Bildung einzusetzen? Eine Vorstellung von der Größenordnung der damit verbundenen Kosten vermittelt ein Vergleich. Wollte man in der Bundesrepublik für ein einziges Fernsehprogramm ein terrestrisches Sendernetz mit dem derzeitigen Versorgungsgrad errichten, so wären dafür Investitionen in Höhe von etwa 250 Millionen DM notwendig. Die jährlichen Betriebskosten lägen bei rund 50 Millionen DM. Würde man sich in einem Wirtschaftsverbund einen Satellitenkanal sichern, dann betrüge die Erstinvestitionssumme 70 bis 100 Millionen DM; die jährlichen Betriebskosten einschließlich Abschreibungen lägen bei etwa 10 Millionen DM. Diese Beträge sind im Verhältnis zu den Gesamtsystemkosten, die hauptsächlich durch die Empfängerkosten bestimmt werden, noch gering. Eine Erstbeschaffung der derzeit vorhandenen Empfangsgeräte würde Kosten von 20 bis 80 Milliarden DM verursachen, je nachdem, ob Schwarzweiß oder Farbe, ein terrestrisches oder ein Satelliten-Sendernetz gewählt wird. Diese Kosten hätte zwar nicht die Rundfunkanstalt oder der Staat zu tragen, aber die Volkswirtschaft des Landes müßte in der Lage sein, einen solchen Kraftakt zu vollbringen. Die Zahlen lassen sich sicher nicht auf ein Entwicklungsland entsprechend seiner Größe und seiner geographischen Verhältnisse umrechnen. Ein geringerer Versorgungsgrad könnte ohne weiteres akzeptiert werden. Andererseits müssen noch Vorlaufkosten für entsprechende infrastrukturelle Maßnahmen berücksichtigt werden. Die Größenordnung der Zahlen macht aber deutlich, daß auf absehbare Zeit – von Ausnahmen abgesehen – Fernsehen in den ärmeren Entwicklungsländern für die Versorgung breiter Bevölkerungsschichten nicht eingesetzt werden kann.

Bleibt also nur der Hörfunk. Hier sind in den letzten Jahren die Voraussetzungen auf dem Empfängermarkt geschaffen worden. Es gibt gute, preiswerte Empfänger, die nicht von der Netzversorgung abhängen und mit einem einzigen Batteriesatz lange Laufzeiten erreichen. Für den UKW-Rundfunk liegen die Probleme auf der Senderseite allerdings ähnlich wie beim Fernsehen. Man benötigt ein teures, über das ganze Land sinnvoll verteiltes Sendernetz und dazu die notwendigen infrastrukturellen Voraussetzungen. Daher spielt UKW in den Entwicklungsländern eine ähnlich unbedeutende Rolle wie das Fernsehen.

Aus der MSAC-Liste ergibt sich folgende Situation: In Lateinamerika gibt es kommerzielle Sender zur Versorgung der Stadtbevölkerung. In Asien und Ozeanien haben nur zwei von den zwölf Ländern UKW-Sender zur Versorgung großer Städte. In Afrika besitzen 50 % der Länder keinen UKW-Rundfunk; der Rest hat einen oder zwei Sender. Ausnahmen bilden nur die beiden flächenmäßig sehr kleinen Länder Burundi und Ruanda, die eine nennenswerte Versorgung mit UKW-Rundfunk erreichen. Dabei ist zu erwähnen, daß in Ruanda ein Sender wegen der schlechten infrastrukturellen Lage mit einer Solaranlage betrieben wird.

Das einzige Medium, das für die Entwicklungsländer zur großflächigen Versorgung bei vertretbaren Kosten in Frage kam und auch in absehbarer Zukunft in Frage kommen wird, ist der Mittel- und Kurzwellenrundfunk. In Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren kann ein Kurzwellensender höherer Leistung theoretisch die 500- bis 2000fache Fläche eines UKW-Senders versorgen. Bei der Mittelwelle liegen die Verhältnisse während der Dunkelheit ähnlich. Tagsüber ist die Reichweite allerdings stark begrenzt. Es wundert daher nicht, daß die staatlichen Rundfunkanstalten der Entwicklungsländer den Kurz- und Mittelwellenrundfunk in den letzten 15 Jahren stark ausgebaut haben. Dabei bietet die Kurzwelle den Vorteil, auch tagsüber eine großflächige Versorgung sicherzustellen. Die Bilanz sieht

Die Untersuchungen zeigen, daß die Auslandsdienste in der Dritten Welt eine gute Resonanz haben.

Fragt man, ob die Bedeutung der Kurzwelle für die Dritte Welt und die daraus resultierende rasche Entwicklung bei Programm und Sendern, bei Empfänger- und Hörerzahlen besonders typische Phänomene sind, dann heißt die Antwort sicher nein, wenn man die Entwicklung des Rundfunks insgesamt betrachtet. Überall auf der Erde, ob in Industrienationen oder in Ländern der Dritten Welt, geht der Trend hin zu umfassender Information und Unterhaltung, zu immer mehr Programmen, zu immer besserer technischer Qualität. Diese Bedürfnisse liegen vor sowohl bei denen, die Programme empfangen, als auch bei denen, die sie anbieten. Die Antwort lautet sicher ja, wenn man das technische Medium Kurzwelle allein betrachtet. Aus wirtschaftlichen und infrastrukturellen Gründen wird auch in absehbarer Zukunft die überwiegende Zahl der Bürger der Dritten Welt nur Mittel- und Kurzwellenrundfunksendungen empfangen und auch aus politischen Gründen die gesamte Bevölkerung eines Entwicklungslandes oft nur über die Kurzwelle Informationen aus dem Ausland erhalten können. Diese Gegebenheiten und Entwicklungen führen zwangsläufig dazu, daß der Kurzwellenboom in der Welt anhalten wird und die Probleme durch die Überbelegung der Frequenzbänder immer größer werden.

SCHRIFTTUM

[1] Katz, E.; Wedell, G.: Broadcasting in the Third World. The Macmillan Press Ltd., London 1978.

[2] World Radio TV Handbook. Billboard Publications, London.

[3] Politik der Partner. 5. Auflage. Hrsg. v. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit, Bonn 1981.

[4] Fischer Almanach 82. Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt 1982.

[5] BBC Handbook. Hrsg. v. d. British Broadcasting Corporation, London.

[6] DW-Handbuch. Hrsg. v. d. Deutschen Welle, Köln. Haude & Spenersche Verlangsbuchhandlung, Berlin.

[7] Kurian, T.: Encyclopedia of the Third World. Mansell Publishing Ltd., London 1982.

[8] EBU: Statistic on the occupancy of the HF-bands for broadcasting. Tech. Doc. 3242. Hrsg. v. d. UER, Brüssel (erscheint in Kürze).

50 JAHRE GROSSENDERANLAGE ISMANING

Am Freitag, dem 3. Dezember 1982 feierte der Bayerische Rundfunk das 50jährige Bestehen seiner Großsenderanlage München-Ismaning. Dieser Großsender dokumentiert ein Stück Rundfunkgeschichte, das bis in die ersten Jahre des Rundfunks in Deutschland zurückreicht. Nachdem die damalige Deutsche Reichspost bereits ab 1924 an verschiedenen Stellen Münchens Mittelwellensender kleiner Leistung betrieben hatte, entschloß man sich, Anfang der 30er Jahre für München und Umgebung einen großen Mittelwellensender zu bauen, der die damals beträchtliche Leistung von 60 kW liefern sollte.

Ein für die Sender- und Antennenanlage nahezu ideales Gelände fand man etwa 20 km nordöstlich der Stadt, im Erdinger Moos, nahe Ismaning: Das Gelände war völlig eben, war weder bebaut noch von Freileitungen durchzogen, und der Boden wies eine hohe elektrische Leitfähigkeit auf, weil das Grundwasser im Moor hoch stand. Im Frühjahr 1931 rückten die ersten Handwerker an und begannen mit dem Bau der Sender- und Maschinenhallen sowie der Werkstätten, Lager und Verwaltungsräume. Kurz darauf errichtete man als Antennenträger den heute 156 m hohen Holzturm, der jahrzehntelang das Wahrzeichen der Großsenderanlage war und dessen Holz man damals aus Amerika holen mußte. Denn nur dort gab es jenes nichtleitende Material, das wesentlich widerstandsfähiger gegen Witterung und Fäulnis als die deutsche Kiefer war: das Holz der südamerikanischen Pechkiefer. Lange Stämme waren zusammengebunden worden und wurden dann als große Flöße über den Atlantik bis Rotterdam gebracht. Von dort aus beförderte man das Holz auf dem Rhein und später auf der Schiene an seinen Bestimmungsort. Ende 1932 gab es in Bayern bereits über 300 000 Rundfunkteilnehmer.

Der rasche Anstieg der Hörerzahl zwang die Deutsche Reichspost, die damals alle Rundfunksender betrieb, Sender mit höheren Leistungen einzusetzen. Nachdem Ende der 30er Jahre die Leistung des Mittelwellensenders auf 100 kW erhöht worden war, erhielt der Großsender in den frühen 40er Jahren eine weitere zusätzliche Bedeutung durch den Ausbau zur zweiten Kurzwellensendestelle der Deutschen Reichspost mit vier leistungsstarken Kurzwellensendern, da die Kurzwellensender in Zeesen für den umfangreichen Auslandsdienst nicht mehr ausreichten.

Am 30. April 1945 wurden die nahezu unzerstörten Sendeanlagen von der amerikanischen Armee übernommen. Bereits 12 Tage später wurden die Mittelwellensendungen für „Radio München – ein Sender der Militärregierung“ wieder aufgenommen. Wenig später begannen auch die Sendungen für die „Stimme Amerikas“ (VOA) auf Kurzwelle.

Am 25. Januar 1949, dem Gründungstag des Bayerischen Rundfunks, ging der Großsender entsprechend einem Gesetz der amerikanischen Militärregierung in das Eigentum des BR über. Seitdem hat der BR beträchtliche Mittel für die Erweiterung und Modernisierung des Großsenders aufgewendet. Es wurden bereits in den frühen 50er Jahren UKW-Sender mit den dazugehörigen

Bild 1
Holzsendeturm und Sendergebäude des Großsenders München-Ismaning im Jahre 1932

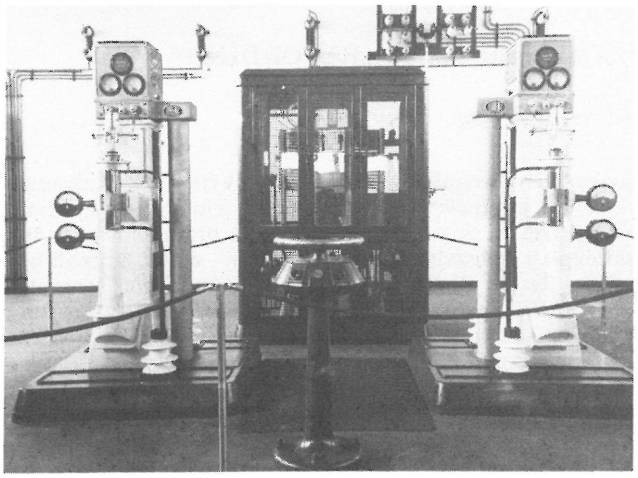


Bild 2

Der erste Ismaninger Mittelwellensender mit einer Telefonieleistung von 60 kW

Rechts ist die Betriebsröhre, links die Reserveröhre zu erkennen. Beide Röhren waren wassergekühlt und standen frei auf einem Porzellangestell. Wenn eine Röhre ausfiel, konnten mit dem Handrad mit einer einzigen Drehung sowohl die Heiz-, Gitter- und Anodenspannung als auch die Kühlwasserleitungen umgeschaltet werden.

Antennen installiert, der Kurzwellensender weiter verbessert und 1969 ein leistungsstarker 2 x 300-kW-Mittelwellensender sowie ein selbststrahlender Stahlrohrmast zur Abstrahlung des Mittelwellenprogramms in Betrieb genommen.

Nachdem der von der Internationalen Funkverwaltungskonferenz 1975 in Genf beschlossene Plan zur Neuordnung des Mittelwellen- und Langwellenbereichs für den Bayerischen Rundfunk den Verlust der besonders für den nächtlichen Fernempfang geeigneten Mittelwellenfrequenz 1602 kHz mit sich brachte, entschloß sich der BR für den Aufbau eines leistungsfähigen Kurzwellensenders mit einer zwischen 100 und 500 kW stufenlos einstellbaren Sendeleistung und einer neuen leistungsfähigen Kurzwellenantenne, um den Verlust seiner besten Mittelwelle wenigstens annähernd auszugleichen und um der Vielzahl der am Empfang deutschsprachiger Hörfunkprogramme interessierten Hörer im Ausland auch weiterhin die Möglichkeit zu geben, sich aus einem bayerischen Hörfunkprogramm zu informieren. Die neue Kurzwellenantenne wurde im August 1980, der neue Kurzwellensender vor wenigen Wochen in Betrieb genommen.

Außer dem 2 x 300-kW-Mittelwellensender und dem neuen Kurzwellensender, die beide das Programm „Bayern 1" übertragen, stehen heute in Ismaning fünf UKW-Sender für die Ausstrahlung der vier Hörfunkprogramme des BR und der Regionalprogramme für München, für Oberbayern und für Schwaben. Im Auftrag der amerikanischen Streitkräfte wird ein Mittelwellensender für das AFN-Programm vom BR betrieben. Als Relaisstationen hat der BR sechs Kurzwellensender an die „Stimme Amerikas" vermietet.

Wegen einer bevorstehenden, unvermeidlichen Maßnahme ist jedoch die Freude der BR-Techniker über das 50jährige Jubiläum der Großsenderanlage etwas getrübt: In einigen Monaten muß der 1932/34 erbaute Holzturm,

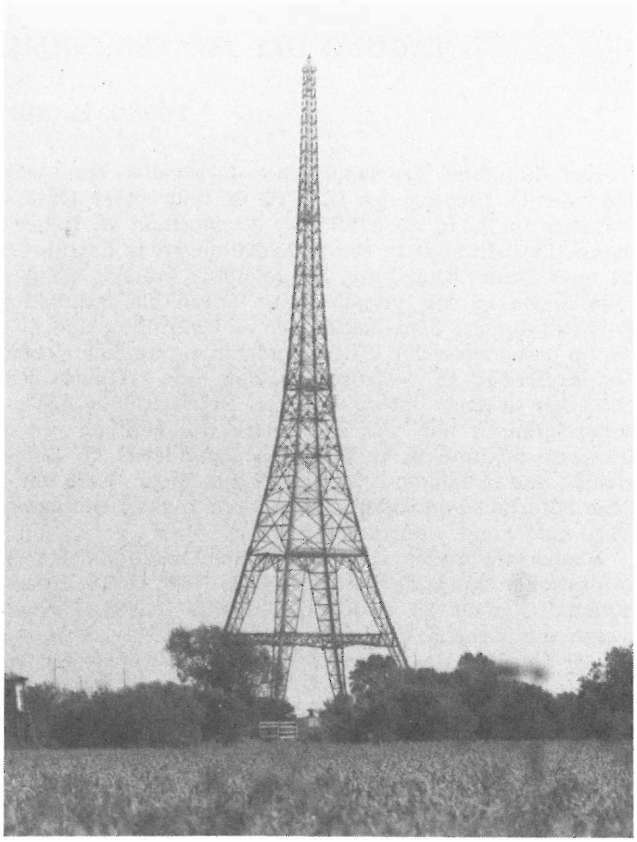


Bild 3

Der 1932/34 erbaute Holzturm, der nun abgebrochen werden muß

ein nostalgisches Denkmal aus den Anfangsjahren des Rundfunks, abgebrochen werden, weil seine Statik aufs äußerste gefährdet ist. Ein Gutachten ergab, daß wegen bleibender Verformungen die zulässigen mechanischen Spannungen in den Stäben und Anschlüssen teilweise erheblich überschritten sind. Da eine Sanierung des Turms unmöglich ist und um einem Einsturz und sich daraus ergebenden Folgeschäden an den übrigen Antennenanlagen vorzubeugen, mußte sich der BR vor einiger Zeit schweren Herzens entschließen, den Abbruchantrag zu stellen. Und dies bedeutet: Abschied nehmen von einem der schönsten und interessantesten Zeugen der 50jährigen Rundfunkgeschichte Ismanings.

Zum 50jährigen Jubiläum seiner Großsenderanlage München-Ismaning veröffentlichte der Bayerische Rundfunk eine etwa 80 Seiten starke Dokumentation über die Geschichte dieses Senders. Die Broschüre „50 Jahre Großsenderanlage Ismaning" enthält viele seltene Fotos aus den Anfangsjahren des Rundfunks und eine detaillierte Beschreibung über die technische Entwicklung und den technischen Fortschritt am Großsender Ismaning, insbesondere über die Funktionsweise der verschiedenen Sender- und Antennentypen, die von 1932 bis 1982 eingesetzt wurden. Neben zahlreichen Farbbildern von den heutigen, modernen Sender- und Antennenanlagen findet man in dieser Dokumentation auch eine vollständige, chronologische Übersicht über die Entwicklung der Rundfunktechnik in München von 1924 bis 1982 sowie einen Ausblick auf zukünftige Techniken für die Ausstrahlung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen.

Ulrich Paasche
Bayerischer Rundfunk, München

TAGUNG DES IEC TECHNICAL COMMITTEE No. 60 „RECORDING“

TOKIO, 25. BIS 30. OKTOBER 1982

Auf Einladung des japanischen Nationalen Komitees fand die 11. Sitzung des IEC TC 60 und seiner Unterkomitees in Tokio statt. Wie der Vorsitzende W. Habermann (Deutschland) in seiner Eröffnungsrede ausführte, ist man dieser Einladung um so lieber gefolgt, als gerade Japan in den vergangenen Jahren die technische Entwicklung auf dem Sektor der Aufzeichnung und dabei im besonderen der Videoaufzeichnung vorangetrieben hat. Außerdem sei festzustellen, daß man offensichtlich hier den Nutzen internationaler Standardisierungsarbeiten erkannt hat, was sich durch das gezeigte große Interesse dokumentierte: Von den gemeldeten 205 Delegierten aus 15 Ländern waren 123 aus Japan. Eine ähnliche Mitarbeit von seiten der anderen Industrienationen wäre manchmal wünschenswert.

Beobachter waren von folgenden internationalen Organisationen entsandt worden: CCIR, UER, OIRT, International Council for Educational Media (ICEM). Ferner waren das Central Office und das Technische Komitee Nr. 29 der IEC sowie die Technischen Komitees Nr. 36 und Nr. 42 der ISO vertreten.

Das TC 60 besitzt zur Zeit drei Unterkomitees:

SC 60A Tonaufzeichnung (Vorsitz: C. Henocq, USA)

SC 60B Videoaufzeichnung (Vorsitz: F. Remley, USA)

SC 60C Audiovisuelle und elektronische Informations- und Kommunikationssysteme (Vorsitz: H. Farmer, USA).

Der Arbeitsbereich des zuletzt genannten Sub-Committee war bis zur vergangenen Sitzung des TC 60 in Prag 1981 mit „Anwendung von Geräten und Systemen in Unterricht und Ausbildung“ gegeben. Ihm oblag das weite Feld der Bestimmung von Schnittstellen für die in Systemen verwendeten Komponenten, der Festlegung von zweckmäßigen Bedienphilosophien und Sicherheitsvorschriften bis hin zur Beschriftung von Einzelgeräten – allerdings beschränkt auf den Erziehungsbereich, da dort bis vor noch nicht allzulanger Zeit die hauptsächliche Verwendung von derartigen Systemen, z. B. in Sprachlabors und bei interaktiven audiovisuellen Unterrichtsmethoden, gegeben war.

Mit dem Vordringen der Audiovision in den Privatbereich hat sich die Notwendigkeit der Standardisierung von Systemschnittstellen noch verstärkt. Empfangs- und Aufzeichnungsgeräte für Ton und Bild, Verstärker, Lautsprecher müssen heute als Komponenten von Systemen gesehen werden und nicht nur als selbständige Einzelgeräte. Die „Software“ in Form von käuflichem, bespieltem Material sollte nicht nur in der Zahl der verwendeten Formate eingeschränkt sein; ein schneller Überblick über das aufgenommene Programm oder das automatische Auffinden vorgegebener Programmstellen erfordert eine geeignete Codierung. Die Systeme sollen mit der Umwelt interaktiv über Eingabegeräte, Fernbedienungen, Verbindungen zu übergeordneten Systemen (Bildschirmtext!) kommunizieren; neue Techniken wie HDTV und 3DTV, neue Verteilwege wie Satellit und Kabel werden zusätzliche Anwendungsgebiete eröffnen. Selbst Details wie international allgemeinverständliche Beschriftung durch sinnfällige Symbole und einheitliche Bedienung spielen eine Rolle.

Diese Entwicklung war der Grund für die Erweiterung des Aufgabenbereichs des SC 60C anläßlich der Sitzung in Prag und auch für die jetzt erfolgte Zustimmung zu der vorgeschlagenen Zusammenlegung des SC 60C mit dem IEC SC 29B „Audio Engineering“ zu einem neuen Technischen Komitee mit dem Titel „Audiovisuelle Systeme“. Man hofft, damit ein Forum geschaffen zu haben, das – vor allem, wenn die entsprechenden nationalen Spiegelgremien existieren – einen Engpaß beseitigt, der in der Vergangenheit zu manchen Unmutsäußerungen wegen mangelnder gegenseitiger Anpassung von Gerätekomponenten oder unzweckmäßigen Bedienprozeduren geführt hat.

Von einer noch weitergehenden Konzentration der IEC-Aktivitäten auf den Sektoren „Ton- und Bildtechnik“, wie sie von einigen IEC-Mitgliedsländern gefordert wurde, hat man derzeit Abstand genommen, da man glaubt, daß eine durch einen Zusammenschluß zu gewinnende höhere Effektivität der Arbeitsweise zunichte gemacht wird durch die Größe und die daraus resultierende Schwerfälligkeit der dann entstehenden Gremien.

Für den Rundfunkbereich sind vor allem die Sitzungsergebnisse der Sub-Committees 60A und 60B von Bedeutung. Das Arbeitsgebiet des Unterkomitees 60A läßt drei wesentliche Teilbereiche erkennen:

1. Neuausgabe der IEC-Publikation 94. Die Erstausgabe dieses für die gesamte Tonaufzeichnung auf Magnetband wichtigen Dokumentes erfolgte im Jahr 1968. Sie wurde mehrfach geändert und ergänzt (94A „Kassetten“ und 94B „8-Spur-Endlosband-Cartridge“). Anfang der 70er Jahre entschloß man sich, die Publikation völlig neu zu überarbeiten und in getrennte Abschnitte zu unterteilen. Erschienen sind bisher die Teile:

   94-1 Allgemeine Bedingungen und Forderungen

   94-2 Einstellbänder

   94-3 Meßmethoden (mit Änderung).

   Zu den Teilen 2 und 3 wird noch ein Verzeichnis der jeweils verfügbaren Einstellbänder und deren Hersteller veröffentlicht. Die weiteren Abschnitte sind kurz vor der Drucklegung oder werden in nächster Zukunft dem üblichen Abstimmungsverfahren unterworfen:

   94-4 Mechanische Bandeigenschaften

   94-5 Elektrische Bandeigenschaften

   94-6 Spulen und Wickelkerne (einschließlich Spurlagen)

   94-7 Kassetten

   94-8 8-Spur-Cartridge (entspricht der jetzigen 94B)

   94-9 Cartridge für professionelle Verwendung (NAB-Cartridge).

   Es ist damit zu rechnen, daß die Neuauflage der gesamten IEC-Publikation 94 bis etwa 1984 verfügbar ist. Zu erwähnen ist noch, daß für Kompaktkassetten ein Vorschlag für eine codierte Adressierung und für das 1/4-Zoll-Band der deutsche Vorschlag der Aufzeichnung des 80-Bit-Zeitcodes in einer Mittenspur vorliegt. Diese Vorschläge werden, sobald sie akzeptiert sind, als Teil 94-10 oder als Ergänzung zu 94-1 erscheinen.

2. Auch für die IEC-Publikation 98 (Aufnahme- und Wiedergabegeräte für Schallplatten) und 98A (Meßmethoden) ist eine Neuauflage geplant, die ebenfalls in etwa zwei Jahren vorliegen dürfte.

3. Auf dem Gebiet der digitalen Tonaufzeichnung (eingeschlossen die „Hybrid-Verfahren“, die ein digitales Tonsignal nach der Umformung in ein Videosignal auf Videorecordern aufzeichnen) hat das SC 60A ent-

scheidende Vorarbeit geleistet. Durch eine Umfrage konnten weltweit die derzeit angewandten Verfahren erfaßt werden, die beträchtliche Abweichungen voneinander zeigen. Trotzdem ergab sich in der professionellen Aufzeichnung eine eindeutige Mehrheit für die Abtastfrequenz 48 kHz bei linearer Quantisierung mit 16 Bit und Darstellung der negativen Zahlenwerte als 2er-Komplement. Daneben wird es zur Übertragung von Tonsignalen über Strecken die Abtastrate 32 kHz und für den Heimbereich die Abtastrate 44,1 kHz geben. Da der Zeitpunkt für eine Standardisierung heute noch verfrüht erscheint, wird man den Weg der Publizierung eines „IEC-Reports" wählen, der den gegenwärtigen Zustand erfassen und dokumentieren soll. Als erster Vorschlag für ein digitales Aufzeichnungsformat wurde das „Compact-Disc Digital Audio System" vom niederländischen Komitee eingereicht, das nunmehr zur Abstimmung den übrigen nationalen Komitees vorgelegt wird und bei positivem Ausgang in nicht zu ferner Zeit ein internationaler Standard werden kann.

Zur Beratung des Themas „Eigenschaften von Bändern für die digitale Tonaufzeichnung" wird eine neue Arbeitsgruppe gegründet werden, deren erster Diskussionsgegenstand ein vom deutschen Komitee eingereichter diesbezüglicher Entwurf ist.

Das wichtigste Arbeitsergebnis des SC 60B dürfte wohl die Verabschiedung des Meßverfahrens für den Farbstörabstand darstellen. Mit dem Vorliegen der endgültigen Publikation wird hier einem langjährigen Bedarf bei der meßtechnischen Beurteilung insbesondere von Aufzeichnungsgeräten entsprochen. Der Einführung des Verfahrens in die Praxis werden insofern keine Schwierigkeiten im Weg stehen, als die Meßgerätehersteller die geeignete „Hardware" in Kürze anbieten werden. Die Notwendigkeit der Festlegung spezieller Meßmethoden für Heimrecorder ist seit langem bekannt: Die üblicherweise auf der Studioqualität aufbauenden Meßsignale liefern bei der geringeren Qualität von Heimgeräten keine interpretierbaren Ergebnisse. Ein deutscher Entwurf, der u. a. auch den vom IRT vorgeschlagenen „Octopulse" enthält, sowie ein japanisches Arbeitspapier lagen als Diskussionsgrundlage vor. Die jetzt bevorstehende Meinungsfindung auf internationaler Ebene wird schwierig sein, da die praktische Erfahrung und geeignete Meßsignalgeneratoren fehlen.

Auf dem Sektor Heimrecorder sind die Formatbeschreibungen für „VHS" und „Beta" im Druck, während der Standardvorschlag „V 2000" zur Schlußabstimmung geht. Zum Thema „Kamerarecorder" wurden bisher lediglich Informationen über das „Betacam"-Format und das 1/4-Zoll-Format der Firma Bosch gegeben. Daneben stand eine erste Untersuchung über „8 mm Video" – der Videoaufzeichnung auf 8 mm breitem Metallband, bei der eine Aufzeichnungsdichte von etwa 0,3 m² Bandmaterial pro Stunde Spieldauer erreicht wurde (zum Vergleich: U-matic 6,5 m²/h, VHS 1,5 m²/h). Gegenwärtig ist man bestrebt, die unterschiedlichen Ansichten innerhalb Japans aneinander anzupassen mit dem Ziel eines einzigen, gemeinsamen Aufzeichnungsformates für den weltweiten Amateurmarkt.

Bei den Videoplatten hat das „Laser Video System" (LVS) den größten Vorsprung auf dem Weg zum internationalen Standard. Neu eingereicht wurde von japanischer Seite das „Video High Density" (VHD)-Format, wobei allerdings von der damit befaßten Arbeitsgruppe festgestellt wurde, daß damit selbst innerhalb Japans nur sehr geringe Erfahrungen vorliegen und von einer breitgestreuten Einführung nicht die Rede sein kann. Andererseits wurde das doch schon einen gewissen Marktanteil besitzende „Capacitance Electronic Disc" (CED)-Verfahren offiziell noch nicht zur Diskussion gestellt.

Das Thema „Zeitcode" ist auch mehr als 10 Jahre nach seinem Erscheinen noch aktuell und keineswegs abgeschlossen. Eine Neuausgabe der IEC-Publikation 461 wird den gegenwärtigen und gleichzeitig hoffentlich endgültigen Zustand dokumentieren und auch die Festlegungen hinsichtlich des Vertical-Interval-Zeitcodes (VITC) mit einschließen.

Im Gegensatz zur digitalen Tonaufzeichnung liegt die digitale Aufzeichnung von Videosignalen noch sehr im Argen. Man kann nur feststellen, daß die hochgestochenen Ansprüche bei der Empfehlung eines digitalen Studio-Interface-Standards seitens des CCIR die Entwicklung keinesweg beflügelt, sondern zu einer Stagnation geführt haben. Die Aktivitäten befinden sich allgemein noch im Versuchsstadium; nicht einmal der Schimmer eines allgemein akzeptierbaren Formates ist am Horizont zu erkennen, wie die zur Verfügung gestellte Information und die Diskussion ergeben haben.

Ob sich diese Situation bis zur nächsten Sitzung des IEC TC 60, die für April 1984 in der Bundesrepublik geplant ist, wesentlich ändern wird, bleibt abzuwarten.

Werner Habermann
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

7. 3. – 9. 3. 1983 Baden-Baden	NTG-Fachtagung Großintegration
8. 3. – 10. 3. 1983 Wiesbaden	Automatic Testing 83 Ausstellung für Meßtechnik
23. 3. – 25. 3. 1983 Garmisch-Partenkirchen	NTG-Fachtagung Neue Aspekte der Informations- und Systemtheorie
10. 4. – 13. 4. 1983 Las Vegas	NAB-Convention Ausstellung der National Association of Broadcasters
13. 4. – 20. 4. 1983 Hannover	Hannover-Messe 83
28. 5. – 2. 6. 1983 Montreux	13. Internationales Fernseh-Symposium und Technische Ausstellung
8. 6. – 10. 6. 1983 Chicago	ICCE International Conference on Consumer Electronics
9. 6. – 14. 6. 1983 Mailand	16. salone internazionale della musica e high fidelity e international video consumer electronics show
27. 6. – 1. 7. 1983 London	BKSTS 83 Internationale Ausstellung für Film- und Fernsehtechnologie
2. 9. – 11. 9. 1983 Berlin	Internationale Funkausstellung
5. 9. – 9. 9. 1983 Nürnberg	EuMC 12th European Microwave Conference
26. 10. – 1. 11. 1983 Genf	TELECOM 83 4. Weltausstellung der Telekommunikation
9. 11. – 15. 11. 1983 Düsseldorf	INTERKAMA 83

BUCHBESPRECHUNGEN

Handbuch der Digitalen Schaltungen. Von Emmo A. Zuiderveen. 648 Seiten, 646 Bilder, Format 16,5 cm x 23 cm, Leinenstruktureinband mit Schutzumschlag, Franzis-Verlag, München 1981, Preis 95,– DM, ISBN 3-7723-6771-2.

Die Digitaltechnik hat durch ihre rasante Entwicklung, hauptsächlich durch die leichte Integrierbarkeit auch sehr komplexer Schaltungen bedingt, in großen Bereichen der Technik ihre Anwendung gefunden. Diese Digitaltechnik, die vom Und-Gatter bis zum Mikroprozessor reicht, in einem „Handbuch" umfassend darzustellen, versucht dieses Buch. Und man kann sagen, daß es dem Verfasser und auch dem Bearbeiter gut gelungen ist. Es liegt hier als Übersetzung und Zusammenfassung eines 1979 in den Niederlanden erschienenen dreibändigen Werkes vor. Da Übersetzungen immer etwas problematisch sind, sollte man vorhandene kleine sprachliche Eigenwilligkeiten nicht überbewerten. Das Werk „Handbuch der Digitalen Schaltungen" ist – entsprechend den ursprünglichen drei Bänden – klar und übersichtlich in drei Kapitel gegliedert.

Teil I „Theoretische und praktische Grundlagen" befaßt sich mit den Grundlagen der Digitaltechnik, den Grundformen logischer Schaltungen sowie der Technik der verschiedenen logischen Familien. Hervorzuheben ist der Abschnitt über das Zusammenschalten der unterschiedlichen logischen Familien.

Teil II beschreibt die „Entwicklung logischer Schaltungen". Behandelt werden in einzelnen Abschnitten Logikkombinationen, Bus-Strukturen, Halbleiterspeicher, Schnittstellentechnik und Datenübertragung. Besonders zu erwähnen sind die Abschnitte über Störgrößen bei der Schaltungsrealisierung – wie Einfluß von Kabeln und Stromversorgung. Man vermißt allerdings einen Abschnitt über digitale Rechentechnik und deren hardwaremäßige Realisierung, die für Echtzeittechniken wie digitale Filter und Digitalprozessing unerläßlich ist.

Teil III „Mikroprozessoren" ist ausschließlich dem Mikroprozessor und seinen Schaltkreisen als wichtigste komplexe digitale integrierte Schaltung gewidmet. Es wird diese Technik in ihrem grundsätzlichen hardwaremäßigen Aufbau genauso behandelt wie die dazugehörige Software. In einzelnen Abschnitten werden Aufbau, Befehlssatz und Software, die Ein- und Ausgabeverfahren sowie die peripheren Geräte beschrieben. Zum Schluß wird an einem Beispiel ein Mikroprozessorentwurf mit dem MC-6800-Prozessor erläutert. Dazu ist anzumerken, daß durch das Ausgabedatum 1979 die neueren Entwicklungen auf diesem Gebiet fehlen.

Das Sachregister am Schluß würde man sich umfangreicher wünschen, ein Literaturverzeichnis fehlt ganz. Dieses Buch, das ein Nachschlagewerk sein will, erfüllt diesen Anspruch sicher. Alfred Schaumberger

Schlüssel zum Mikrocomputer. Von Dieter Nührmann. 219 Seiten, 153 Bilder, 15 Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, Leinenstruktureinband mit Schutzumschlag, Franzis-Verlag GmbH, München 1980, Preis 34,– DM, ISBN 3-7723-6781-X.

Wie schon der Titel vermuten läßt, handelt es sich um eine Einführung in die Welt der Mikroprozessoren und -computer. Angesprochen werden technisch interessierte Leser, die aber nicht Fachleute auf dem Gebiet der Elektronik oder Datenverarbeitung sein müssen.

Der Leser wird in unterhaltender und leicht verständlicher Weise zuerst mit der Arbeitsweise eines Mikroprozessors vertraut gemacht. Anschauliche Beispiele aus dem täglichen Leben erleichtern dies noch zusätzlich. Die Fragen nach Aufgaben, Größe, Kosten und Verschiedenartigkeit der zur Zeit gebräuchlichen Mikroprozessoren werden in kurzen Absätzen beantwortet. Über eine Einführung in das duale Zahlensystem und die Boolesche Algebra geht es weiter zur Beschreibung der Speicherbausteine und ihrer Architektur. Es werden noch einige der wichtigsten Peripheriegeräte vorgestellt, und schon ist der Übergang zum kompletten Mikrocomputer geschaffen.

Neben der Erläuterung der benötigten Hardware und ihrer Funktion wird auch die Software nicht vergessen. Die Aufgaben von Programmiersprachen und deren Übersetzern wird erklärt. Auch die Notwendigkeit Programme zu schreiben, damit der Mikrocomputer überhaupt arbeitet, wird klar zum Ausdruck gebracht.

Alles in allem ein echter Schlüssel zum Verständnis der „Mikros", ohne dabei allzusehr Details und Theorien auszuweiten, die bei einer Einführung nur stören würden.

Martin Wäger

Programmierbare Taschenrechner in der Elektrotechnik. Anwendung der TI 58 und TI 59. Von P. Vaske, F. Dürrscheidt, D. Selle. 320 Seiten, 143 Bilder, 32 Tabellen, zahlreiche Beispiele und Programme, Format 23 cm x 16 cm, Kunststoffbroschur, B. G. Teubner, Stuttgart 1981, Preis 39,80 DM, ISBN 3-519-06420-0.

Das vorliegende Buch befaßt sich mit der Lösung von Aufgaben aus Theorie und Praxis vieler Gebiete der Elektrotechnik unter Verwendung eines programmierbaren Taschenrechners. Aufgrund der weiten Streuung der Beispiele, des Umfangs sowie des übersichtlichen Aufbaus ist es vielseitig einsetzbar und für Studenten und Ingenieure gleichermaßen geeignet.

Einleitend werden spezifische Eigenschaften der verwendeten Rechner (TI 58, TI 59) erläutert, ihre Genauigkeit, interne Verarbeitung, Besonderheiten und Möglichkeiten. Es werden in gedrängter Form die Wege zu eigenen Programmen aufgezeigt. Daran anschließend werden anhand einer Fülle von Beispielen Lösungen aus den Gebieten Netzwerkanalyse, Nachrichtentechnik, Meß- und Regelungstechnik und Energietechnik vorgeführt.

Im nächsten Abschnitt folgen zahlreiche fertige Programme, die für sich selbst oder im Rahmen eigener Programme verwendet werden können. Die für die Lösungswege nötige Theorie wird dargestellt und auf weiterführende Literatur verwiesen. Daher sind diese Beispiele auch als Grundlage für die weitere Entwicklung eigener Programme hilfreich.

Der Umfang der Beispiele und die Sorgfalt der Darstellung machen das Buch zu einem wertvollen Hilfsmittel bei der Lösung vielschichtiger Probleme. Es sollte in keiner Bibliothek fehlen.

Heinz Fehlhammer

Bauwesen 4: Normen über Schallschutz. Planung, Berechnung, Prüfung. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 5. Auflage. 240 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21 cm x 14,5 cm, Plastikeinband, Bauverlag, Wiesbaden–Berlin 1982, Preis 58,– DM, ISBN 3-7625-1448-8.

Seit etwa 10 Jahren werden durch den „Normenausschuß Bauwesen" die DIN-Normen bestimmter Gebiete des Bauwesens als Taschenbuch in übersichtlicher Zusammenstellung herausgegeben. In den früheren Auflagen waren die Normen über den Schallschutz und den Wärmeschutz in einem Taschenbuch zusammengefaßt. Die vorliegende 5. Auflage enthält nur die z. Z. gültigen DIN-Normen zum „Schallschutz im Hochbau". Die DIN-Norm 4108 Teil 1 bis 5 „Wärmeschutz im Hochbau" erscheint seit ihrer Neufassung im August 1981 gesondert in einem anderen DIN-Taschenbuch. Außer der DIN 4108 gibt es noch andere Normen, die in dieser Auflage nicht mehr abgedruckt wurden. Diese sind:

die DIN 4109 Teil 4, die DIN 52 611 Teil 1 und 2,
die DIN 52 612 Teil 1, 2 und 3 und die DIN-Normen 52 613, 52 614 und 52 615 Teil 1.

Für die zurückgezogene DIN 4109 Teil 4 ist die DIN 18 560 Teil 1 und 2 „Estriche im Bauwesen" neu aufgenommen. Die DIN 52 213 „Bestimmung des Strömungswiderstandes" wurde gleichfalls in dieser Auflage neu abgedruckt. Die DIN 52 210 Teil 2 und 3 „Luft- und Trittschalldämmung" erscheint nun gegenüber der früheren Auflage in geänderter Form. Der vieldiskutierte Norm-Entwurf der DIN 4109 Teil 1, 2, 3, 5 und 6 vom Februar 1979 ist im Anhang dieses Buches aufgeführt, so daß ein Vergleich zu der alten noch gültigen DIN 4109 möglich ist.

Ein empfehlenswertes Taschenbuch für den praxisorientierten Fachmann auf dem Bau und im Labor, aber auch für den Auszubildenden interessant, wenn man bedenkt, daß es, verglichen mit den DIN-Norm-Blättern, sehr preisgünstig ist.

Georges Karamalis

Signalverarbeitende Dioden. Aus der Reihe: Halbleiter-Elektronik 8. Von Günther Kesel, Jürgen Hammerschmitt und Eckhard Lange. Hrsg. Walter Heywang und Rudolf Müller. 224 Seiten, 113 Bilder und Tabellen, Format 24 cm x 15 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1982, 74,– DM bzw. 32.90 US$, ISBN 3-540-11144-1.

Das vorliegende Werk aus der Reihe Halbleiterelektronik gehört zur Gruppe Einzelhalbleiter, die insgesamt die Bände 6 bis 12 enthält. Jeder Band vermittelt vertiefte Kenntnisse über die physikalische Wirkungsweise und die technologischen Herstellungsprinzipien spezieller Halbleiterbauelemente, in diesem Fall der signalverarbeitenden Dioden (PIN-Diode, Speichervaraktor, Mis-Varaktor, Schottky-Diode, Zener- und Lawinendiode).

Da die Grundlagen bereits in anderen Bänden abgehandelt sind, gehen die Autoren direkt in die Details der einzelnen Diodenarten. Anhand der unterschiedlichen Phänomene des Ladungsträgertransports wird das spezifische Verhalten jedes Typs behandelt. In den meisten Fällen werden darüber hinaus Informationen über Technologien sowie eine Reihe von Anwendungsbeispielen gegeben.

Ein kurzer Anhang enthält die Zusammenfassung einiger Grundlagen der Halbleiterphysik. Das Literaturverzeichnis – nach einzelnen Bauelementen gegliedert und den Kapiteln zugeordnet – gibt etwa den Stand von 1976 wieder.

Das Werk ist vor allen Dingen für Studierende der Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik von Interesse, die sich vertiefte Kenntnisse über signalverarbeitende Dioden verschaffen wollen, sowie für Anwender in Forschung und Entwicklung. Es eignet sich sehr gut zum Selbststudium. Vorausgesetzt werden elementare Kenntnisse der Halbleiterphysik und der Mathematik.

Bodo Morgenstern

Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe. Von Otto Zinke und Hans Seither. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage. XVIII, 350 Seiten, 275 Bilder und Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1982, Preis 68,– DM bzw. 30,20 US$, ISBN 3-540-11334-7.

Die Vielfalt der Literatur über aktive elektronische Bauelemente ist relativ groß, und der Interessierte findet ein breites Spektrum für die unterschiedlichsten Ansprüche. Das Thema passive Komponenten wird in manchen Büchern am Rande mitbehandelt. Geschlossene Werke über Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe findet man vergleichsweise nicht in dem Umfang, der der Bedeutung dieser Gruppe entspricht. Das Wiedererscheinen des vorliegenden Buches nach fast zwei Jahrzehnten ist deshalb begrüßenswert.

Ebenso wie bei den aktiven elektronischen Bauelementen hat die technologische Entwicklung auch bei

den passiven Komponenten zu einer Vielfalt neuer Formen und Eigenschaften geführt. Darüber hinaus hat sich gerade in letzter Zeit eine Reihe von Veränderungen bei den Normen und Prüfverfahren für elektronische Bauelemente ergeben.

Das vorliegende Buch behandelt zum einen die physikalischen Grundlagen der 3 wichtigsten Bauelemente Widerstand, Kondensator und Spule und gibt zum anderen einen umfassenden Überblick über die große Vielfalt der speziellen Bauformen für die unterschiedlichsten Anwendungen. Eine Reihe von Fachleuten lieferte zu einzelnen Unterthemen Beiträge. Das Buch enthält 3 Kapitel und einen Anhang, der sich mit den Grundlagen der Zuverlässigkeitsanalyse und -synthese befaßt.

Im ersten Kapitel werden Widerstände und ihre Werkstoffe behandelt. Einige Stichworte zum Thema sind: Spezifischer Widerstand, Temperaturkoeffizient, Heiß- und Kaltleiter, magnetfeld- und spannungsabhängiger Widerstand, Supraleitung, Skineffekt, Rauschen, Bauformen, Prüfverfahren und Anwendungsrichtlinien. Das zweite Kapitel befaßt sich mit Kondensatoren (Grundlagen, Gas-, Papier-, Kunststoff-, Keramik-, Glimmer- und Elektrolytkondensatoren, deren Prüfung und Anwendungsrichtlinien). Das letzte Kapitel ist den Spulen, Übertragern und magnetischen Werkstoffen gewidmet. Stichworte sind hier: Begriff der Induktivität, Induktivität verschiedener Leiteranordnungen, Spulen mit ferromagnetischem Kern, Übertrager, Eigenschaften von Magnetwerkstoffen.

Das Buch vermittelt dem Anwender von elektronischen Bauelementen und dem Studierenden umfassende Kenntnisse über die passiven Komponenten.

Bodo Morgenstern

Digitaltechnik. Von Werner Geier. 253 Seiten, 168 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, Kunststoffeinband, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1982, Preis 34,– DM, ISBN 3-7785-0778-8.

Die Digitaltechnik hat in den letzten Jahren derart an Bedeutung gewonnen, daß sie aus den meisten technischen Bereichen nicht mehr wegzudenken ist. Daher ist es notwendig, neben hochwissenschaftlichen, stark mathematisch orientierten Werken auch solche Bücher auf den Markt zu bringen, die in einer knappen, übersichtlichen und leicht verständlichen Art und Weise auch nicht hochschulgebildeten Interessierten das erforderliche Grundwissen vermitteln. Das vorliegende Buch behandelt in vier Kapiteln eine gründliche Einführung in die Schaltalgebra und deren Anwendungen, insbesondere in der Computertechnik. Abschließend werden die Grundfunktionen der Mikrocomputerbausteine beschrieben und ihr Zusammenwirken an Hand von schematischen Zeichnungen verdeutlicht.

Dem Leser wird zunächst eine schon sehr ansprechende Einleitung geboten, die vorwiegend mit Hilfe von anschaulichen Beispielen und grafischen Darstellungen Grundkenntnisse der Schaltungstechnik erläutert und dabei auf jeglichen überflüssigen mathematischen Aufwand verzichtet. Weiterhin sollte hervorgehoben werden, daß der Autor sich erfolgreich bemüht, den Leser mit den neuen Schaltsymbolen vertraut zu machen. Das zweite Kapitel beinhaltet die technischen Realisierungsmöglichkeiten digitaler Funktionen und gewährt auch einen interessanten Einblick in die Halbleitertechnologie. Erfreulicherweise werden im dritten Abschnitt „Sonderformen digitaler Schaltungen" sehr praxisbezogene Anwendungen behandelt. Jedoch setzt das Verständnis für diese Spezialschaltungen zusätzliches Wissen voraus, das im Rahmen dieses Buches nicht vermittelt wird. Die Gestaltung des Buchtextes und die klare Formulierung der physikalischen und technischen Zusammenhänge ermöglichen es dem interessierten Leser, sich mühelos Wissenswertes anzueignen.

Herbert Schmiedel

Neue Kommunikationsnetze. Prinzipien, Einrichtungen, Systeme. Von Peter R. Gerke. X, 273 Seiten, 153 Bilder, Format 23,5 cm x 16 cm, gebunden, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1982, Preis 98,– DM bzw. 43.60 US$, ISBN 3-540-11304-5.

Bedingt durch die stürmische Entwicklung der Halbleitertechnik befindet sich die Telekommunikation in einer Phase explosiver Ausweitung. Voraussetzung hierfür sind weltweite, funktionsfähige Kommunikationsnetze, mit deren Prinzipien, Einrichtungen und Systemen sich das vorliegende Buch in einem verhältnismäßig breiten Bereich befaßt, ohne jedoch Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

In neun Kapiteln werden u. a. in der Diskussion und in der Realisation befindliche Übermittlungs- und Vermittlungsprinzipien (in übergeordneter Form als Integration bezeichnet), Kopplungseinrichtungen, Signalisierung, Steuerungsstrukturen und Vermittlungssysteme mit teilweise beachtlicher Netzintelligenz sehr sorgfältig und übersichtlich beschrieben. An Stelle der bisher schwerpunktmäßig eingesetzten Analognetze treten in Zukunft zunehmend digitale Netze und Strukturen, mit einem breiten Spektrum neuer Kommunikationsdienste wie Mobiltelefon, Bildschirmtext, Videotext, Bildfernsprechen und Bildkonferenzen, um nur einige wenige zu nennen.

Der Autor wendet sich an Fachleute, die sich über Nachbargebiete informieren wollen, und an Studierende technischer Disziplinen. Vom Aufbau, Inhalt und den ausführlichen Literaturhinweisen her ist dieses Buch dem an dieser Thematik interessierten Leser zu empfehlen.

Heinz Dieter vom Stein

Mikroprozessortechnik. Eine Einführung mit dem M6800-System. Von Herbert Tholl. 204 Seiten, 86 Bilder, 33 Tabellen und 16 Beispiele, Format 23 cm x 16 cm, kartoniert, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart 1982, Preis 38,– DM, ISBN 3-519-06114-7.

Das Anwendungsspektrum von Mikroprozessoren und Mikrocomputern hat sich aufgrund des raschen Technologiefortschritts, der damit verbundenen Vielfalt verschiedener Typen und dem einhergehenden Preisverfall für diese Systeme enorm erweitert. Dadurch werden immer breitere Kreise von Anwendern mit dieser Technik befaßt, und zumindest für den Elektronik- und Nachrichtentechniker sind fundierte Kenntnisse der Mikroprozessortechnik heutzutage unentbehrlich.

Für den Anfänger ist die Einführung in dieses Fachgebiet wegen der erwähnten Typenvielfalt und der damit verbundenen Verschiedenartigkeit der Architekturen dann besonders effektiv, wenn er sich die Grundprinzipien der Wirkungsweise anhand eines konkreten Typs klarmacht. Das Angebot an typspezifischer Fachliteratur ist sehr vielfältig.

Das vorliegende Werk basiert auf der Mikroprozessorfamilie 6800 von Motorola. Es enthält, wie andere Systeme auch, die wesentlichen Komponenten wie z. B. CPU, RAM, ROM und Ein-/Ausgabewerke und ist wegen seiner übersichtlichen Struktur für die Lehre gut geeignet. Nach einer allgemeinen Einführung werden zunächst die Hardwarekomponenten der CPU behandelt. Hier erhält der Leser Informationen über die Architektur, die Adressierungsarten, den Befehlssatz und die Ablaufsteuerung. Es folgt ein Kapitel über die Assembler-Sprache (Syntax und Übersetzung von Programmen). Von wesentlicher Bedeutung ist die Kommunikation

zwischen Rechner und Peripherie. Entsprechenden Umfang hat deshalb das Kapitel, das die verschiedenen Ein-/Ausgabebausteine behandelt (PIA, ACIA, PTM, PIC, DMA). Ein weiterer Themenkreis sind die Speicherbausteine (RAM, ROM, PROM usw.). Das Entwurfsbeispiel eines mikroprozessorgesteuerten Digitalvoltnetzes und ein Anhang über einige wesentliche Grundlagen der Rechnertechnik (z. B. Zahlensysteme, Binärarithmetik, ASCII-Codes) runden das Werk ab.

Das Buch wendet sich an Studierende von Technischen Universitäten und Fachhochschulen, aber auch an den in der Praxis tätigen Ingenieur und Techniker. Die ansprechende Art der Darstellung in Wort und Bild zeigt, daß der Autor einschlägige Erfahrung in der Vermittlung von Fachwissen besitzt. Bodo Morgenstern

Zur Jahreswende 1982/83 hat die Redaktion wieder einige Jahr- und Taschenbücher erhalten, auf die an dieser Stelle hingewiesen werden soll:

Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 83. Über 350 Seiten, zahlreiche Bilder, Tabellen, Diagramme, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, Hüthig & Pflaum Verlag, München–Heidelberg, Preis 13,80 DM (Abo-Preis 11,– DM), ISBN 3-8101-0069-2.

Im Jahrbuch 83 findet der Leser wieder Gewohntes und Brauchbares, das auf den neuesten Stand gebracht worden ist. Völlig neu bearbeitete Texte stehen hier neben wenig veränderten. Angesprochen werden die Kapitel Allgemeines (Zahlentafeln, Rechenregeln, Internationales Einheitensystem), Elektromotoren (Bauformen, Schutz- und Betriebsarten, Klemmenbezeichnungen), Elektrische Antriebstechnik (Gleichlauf von elektrischen Maschinen, Abbremsen von Elektromotoren), Wicklungen (Tabellen, Berechnungshinweise), Stromrichtertechnik (Blockschaltbilder), Transformatoren (Ausführungen, Berechnungen) und Elektronik (Digitaltechnik). Das Fachwortlexikon sowie ein Kalendarium schließen das Jahrbuch ab.

Alles in allem ist dieses Jahrbuch in seiner bewährten Gestaltung ein wichtiges Nachschlagewerk für den Elektromaschinenbauer, wenn auch bei dieser Ausgabe das Register ein wenig durcheinandergeraten ist.

Jahrbuch für das Elektrohandwerk 83. Über 400 Seiten, zahlreiche Bilder, Tabellen, Diagramme, Schaltungsbeispiele, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, Hüthig & Pflaum Verlag, München–Heidelberg, Preis 13,80 DM (Abo-Preis 11,– DM), ISBN 3-8101-0068-4, ISSN 0344-6581.

Dem Elektrofachmann steht mit diesem Jahrbuch ein nützliches Nachschlagewerk für die tägliche Arbeit zur Verfügung. Durch die jährliche Überarbeitung wird gewährleistet, daß die neuesten Bestimmungen berücksichtigt sind. Den einzelnen Kapiteln Energieverteilung, Elektroinstallation im Wohnungsbau, Elektroanlagen in Gewerbe und Industrie, Schutz- und Prüfmaßnahmen, Unfallverhütung, Meßpraxis und Fehlersuche, Beleuchtungstechnik, Heizung, Lüftung, Klima, Elektrische Maschinen, Elektrische Hausgeräte, Steuerungs- und Regelungstechnik, Fernmelde- und Antennentechnik, Elektronik, Mathematik, Grundlagen, Formeln und Schaltpläne, Werkstoffe beinhalten eine Fülle von nützlichen Informationen und weiterführenden Literaturangaben. Ein Adreßteil mit Messekalender sowie das gewohnte Kalendarium runden das Jahrbuch ab.

Jahrbuch für Optik und Feinmechnik 1983. Hrsg. v. Dr. Dionys Hacman. 30. Jahrgang. 340 Seiten, Format 17 cm x 11,5 cm, Leineneinband, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1983, ISBN 3-7949-0380-3, ISSN 0075-272X.

Mit seiner 30. Ausgabe kann man das Jahrbuch wohl zu den Klassikern zählen. Wie immer ist es in die drei Hauptabschnitte Optik, Mechanik und Kurzberichte + Tabellen gegliedert. Der Abschnitt Optik beginnt mit einem geschichtlichen Rückblick, informiert dann über Korrektion und Durchrechnung optischer Systeme sowie über Laser und Holographie und schließt mit einem Bericht über die Meßtechnik im industriellen Infrarotbereich. Im Abschnitt Mechanik zuerst eine Abhandlung über das Messen mit Endmaßen, deren Istmaße bekannt sind; dann Auswuchttechniken, Verschleißfeste Schichten und Werkstückerkennungs- und -ordnungsgeräte. Die dann folgenden 25 Kurzberichte zeigen in groben Zügen die Entwicklung von Technik und Wissenschaft im vergangenen Jahr. Einige Tabellen und ein Bezugsquellennachweis vervollständigen das Jahrbuch.

Dieses Büchlein ist ein wirkliches Jahrbuch, das durch seine wissenschaftlich fundierten Beiträge und deren sorgsame Auswahl zu einer aussagekräftigen Darstellung des Fachbereichs Optik beiträgt. Empfehlenswert für wissenschaftlich Interessierte aller Fachbereiche, die mit der Optik in Berührung kommen.

Taschenbuch der Fernmelde-Praxis 1983. Hrsg. Heinz Pooch. Redaktion Alfons Kaltenbach und Heinz Pooch. XVIII, 510 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Tabellen und Tafeln, Format 15,5 cm x 10,5 cm, abwaschbarer Plastikeinband, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1983, Preis 34,– DM, ISBN 3-7549-0378-1.

Die Tatsache, daß das Buch nun schon im 20. Jahrgang vorliegt, weist auf seine Beliebtheit hin. Der neu erschienene Jahrgang hat einem Zukunftsthema breiten Raum gewidmet, den Vorstellungen des FTZ zum Ausbau eines integrierten Breitband-Fernmeldenetzes. Ein aktueller Ausblick, der weit in die achtziger Jahre reicht. Breites Interesse dürfte auch ein Beitrag von der DBP über das Messen der Sprachübertragungsgüte finden. Besondes erwähnt sei noch das vieldiskutierte Thema über die Zuverlässigkeit von Bauelementen, das von Herstellern und Anwendern nicht einheitlich beurteilt wird. Die übrigen Beiträge decken den Bereich fernmeldetechnischer Anwendungen nach dem neuesten Stand ab. Sie werden sicher auch manchem Spezialisten noch wertvolle Informationen geben können.

Sendertabelle. Rundfunksender – LW, MW, KW, UKW – die in Mitteleuropa empfangen werden. Aus der Reihe: RPB-electronic-taschenbücher, Nr. 46. Von R. Schneider und W. Redlich. 5., neubearbeitete Auflage. 102 Seiten, 11 Bilder, 4 Farbtafeln, Format 17,5 cm x 11,6 cm, kartoniert, Franzis-Verlag, München 1983, Preis 8,80 DM, ISBN 3-7723-0465-6.

Diese nützliche Sendertabelle liegt nun schon in 5. Auflage vor. Die neue Ausgabe basiert mit ihren Angaben für den Lang- und Mittelwellenrundfunk auf dem Genfer Wellenplan von 1975, auf zusätzlichen Informationen verschiedener Rundfunkanstalten und auf eigenen Beobachtungen der Autoren, die seit langem beim Rundfunk tätig sind. Die Tabelle ist jedem zu empfehlen, der auf der Suche nach der Frequenz eines bestimmten Senders ist.

Die wichtigsten UKW-Sender für Autofahrer. Aus der Reihe: Franzis-Mini-Tabellen. Von R. Schneider und W. Redlich. Format 17,5 cm x 10 cm, Plastiktasche, Franzis-Verlag, München 1983, Preis 5,80 DM, ISBN 3-7723-9691-7.

In dieser übersichtlichen Taschentabelle sind alle für den Autofahrer interessanten UKW- und Mittelwellensender mit Verkehrsdurchsagen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz aufgelistet. Neben der Frequenz der Station ist auch die Strahlungsleistung und die Bereichskennung angegeben. Die Tabellen werden vervollständigt durch eine Karte der UKW-Verkehrsrundfunksender mit den farbig unterlegten Bereichen A bis F sowie durch ein kleines Autoradio-Lexikon.

Die Redaktion

NACHRICHTEN

Vorführung des IRT-Rundfunk-Dispositionssystems beim niederländischen Rundfunk NOS in Hilversum

Auf Einladung der niederländischen Rundfunkanstalt NOS wurde das vom IRT entwickelte rechnergestützte Dispositionssystem für Personal und Gerät im Rundfunkbereich (RUDIS) vom 14. bis 16. Dezember 1982 in Hilversum vorgestellt.

Da die NOS eine Rechenanlage vom selben Typ der des IRT betreibt (HP 3000), konnten das RUDIS-System und die Personalstundenabrechnung PSN-BR ohne Probleme installiert werden. In vier Vorträgen vor zusammen rund 40 NOS-Mitarbeitern aus der Fernseh- und Hörfunkproduktion sowie aus der EDV wurde das zu dieser Zeit beim SWF eingesetzte Dispositionsmodell für den MAZ-Bereich vorgeführt. Die Herren Dr. H. Fehlhammer, D. Sauter und M. Wäger berichteten je nach Zusammensetzung der Zuhörergruppe über die Dispositionsverarbeitung, den EDV-spezifischen Aufbau, die Informationsdarstellung und die Handhabung des Systems.

In einer abschließenden Sitzung mit der Divisionsleitung der NOS in Anwesenheit des Produktionschefs, Herrn Hagenbeck, wurde die Notwendigkeit einer rechnergestützten Disposition klar herausgestellt.

Martin Wäger
Institut für Rundfunktechnik, München

RUNDFUNKVERSORGUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwellensender

Inbetriebnahmen

Vom Bayerischen Rundfunk wurden folgende Ultrakurzwellensender in Betrieb genommen:

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Bayerischer Rundfunk							
München-Ismaning	2S	51	102,2	5	H	165	3. 12. 82
Wendelstein/Oberbayern	4SG	54	103,3	5	H	0	3. 12. 82

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Bayerischer Rundfunk						
Teisnach	53	8P	50	H	200	19. 8. 82
Norddeutscher Rundfunk						
Speele	46	2M	3	H	55	25. 9. 82

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 31. Dezember 1982

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 9. 1982	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 818 441	+ 14 681	17,2
HR	2 099 583	+ 11 436	9,4
NDR	4 171 572	+ 21 183	18,7
RB	284 311	+ 184	1,3
SR	397 238	+ 3 309	1,8
SFB	889 513	– 4 509	4,0
SDR	2 230 902	+ 12 100	10,0
SWF	2 745 925	+ 17 414	12,3
WDR	5 626 617	+ 31 680	25,3
Summe	22 264 102	+ 107 478	100,0
Fernsehen			
BR	3 491 621	+ 9 089	17,2
HR	1 893 049	+ 6 056	9,3
NDR	3 828 633	+ 8 417	18,9
RB	258 286	– 260	1,3
SR	366 831	+ 1 802	1,8
SFB	818 995	– 3 074	4,0
SDR	1 898 826	+ 11 249	9,4
SWF	2 365 939	+ 8 592	11,7
WDR	5 339 944	+ 27 959	26,4
Summe	20 262 124	+ 69 830	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsehrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 468 036 am 31. Dezember 1982.

Dreidimensionales Fernsehbild

Unter der Bezeichnung „abdy-3D-color" bietet der Konzern Thomson-Brandt seit Mitte Januar 1983 Farbfernsehgeräte der Marken Nordmende und Saba mit einer Zusatzeinrichtung an, die „auf Knopfdruck dreidimensionale Bilder" liefert. Es handelt sich dabei um ein Verfahren, dessen optische Grundlagen schon aus älterer Literatur bekannt sind: Versetzt man ein in einem Bildrahmen dargebotenes normales, zweidimensionales Bild um einen gewissen Betrag in horizontaler Richtung und führt durch optische Trennmittel dem einen Auge nur das normale, dem anderen Auge nur das versetzte Bild zu, dann hat der Betrachter den Eindruck, das Bild befände sich in einem bestimmten Abstand hinter dem Bildrahmen. Zu diesem, nach stereoskopischen Gesetzen zu erwartenden Effekt kommt ein überraschendes Phänomen hinzu: Der hervorgerufene Raumeindruck belebt die persönliche Raumvorstellung so stark, daß man im Zusammenwirken mit seiner visuellen Erfahrung das Bild als in sich räumlich empfindet. Dieser Eindruck wird durch geeignete Bewegung im Bild noch unterstützt. Dabei entsteht tatsächlich ein erstaunlicher Raumeindruck, der aber natürlich nicht echte Raumverhältnisse vermittelt und auch nicht die 3D-typischen

Effekte (wie das Herauskommen von Gegenständen aus der Bildebene) ermöglicht.

Erstmals fernsehtechnisch realisiert und als „Quasi-Stereoskopische Videobildwiedergabe" vorgestellt wurde das Prinzip Anfang vorigen Jahres vom Institut für Rundfunktechnik in München. Dabei wird der Bildversatz mit zwei zusammengespiegelten Farbfernsehempfängern bzw. für größere Bilder mit einem Farbfernseh-Doppelprojektor erreicht. Zur Bildtrennung werden neutralgraue Polarisationsfilter verwendet, so daß das Raumbild in der gewohnten Farbbildqualität zu sehen ist.

Das 3D-Bild von Thomson-Brandt dagegen kombiniert die Quasi-Stereoskopie mit der bekannten Anaglyphentechnik. Diese Variante wurde von dem Hamburger Ingenieur Rolf Ganß entwickelt. Hierbei wird in einem normalen Farbfernsehempfänger lediglich der rote Farbauszug mit einer Verzögerungsleitung (etwa 600 ns) horizontal verschoben. Ganß nennt das Verfahren dementsprechend „abdy" (analglyphic by delay). Die Bildtrennung erfolgt mit einer Rot/Blaugrün-Farbfilterbrille, wie sie von den Anfang 1982 ausgestrahlten Anaglyphen-Fernsehsendungen bekannt ist.

Auch diese Variante ergibt einen deutlichen Raumeindruck. Allerdings hat sie die von der Anaglyphentechnik bekannten Unzulänglichkeiten: Beide Augen erhalten völlig unterschiedliche Farben. Eine Farbmischung im Gehirn erfolgt nur bedingt. Manchmal tritt ein „Farbwettstreit" auf, der sich im Umspringen des Farbeindrucks in die beiden Einzelfarben äußert. Bei gesättigten Farben ergibt sich ein irritierender „stereoskopischer Glanz". Der Effekt wurde auch bei den in Farbe ausgestrahlten Anaglyphensendungen (z. B. dem Film „Kiss me Kate" im Österreichischen Fernsehen) deutlich. Eine Verbreiterung der spektralen Durchlässigkeit der beiden Brillenfilter mit dem Ziel, einen natürlicheren, farbigeren Gesamteindruck zu erhalten, verschlechtert zwangsläufig die Bildtrennung, führt zu Doppelbildern und vermindert den Raumeindruck. Vorteilhaft bei „abdy" ist der Erhalt der Bildschärfe, was bei den bisherigen 3D-Anaglyphen-Sendungen aus übertragungstechnischen Gründen mit dem bestehenden Farbfernsehsystem nicht zu erreichen war.

Das Raumbild von Thomson-Brandt setzt offenbar auf das große Publikumsinteresse, das im vorigen Jahr dem dreidimensionalen Fernsehen mit mehr als 15 Millionen verkaufter Brillen entgegengebracht wurde. Man darf gespannt sein, ob dieser Technik, die nach einer Information des „Spiegel" mit einem Werbeetat von über einer Millionen Mark populär gemacht werden soll, ein Erfolg beschieden ist. Werden andere Firmen vielleicht sogar mit echtem 3D-Fernsehen nachziehen?

Rüdiger Sand
Institut für Rundfunktechnik, München

PERSÖNLICHES

Norbert Mayer 60 Jahre alt

Am 24. Januar 1983 vollendete Dr.-Ing. Norbert Mayer sein 60. Lebensjahr bei sehr guter Gesundheit und in völliger beruflicher und persönlicher Zufriedenheit. Schon allein diese glückliche Situation seines breiten Lebensraumes mag seine Freunde, Bekannten und Kollegen erfreuen, doch Norbert Mayer legt seinem Wirken wesentlich strengere Maßstäbe zugrunde.

In Faszination über die unendlichen Möglichkeiten der menschlichen Leistungsfähigkeit engagiert er sich unermüdlich, in einer fundierten und zugleich liebenswürdigen Weise und mit Erfolg, für die Erhaltung des hohen Ansehens der nationalen rundfunktechnischen Wissenschaft. Seine zunächst zurückhaltend wirkende, jedoch sehr zielbewußte Mitwirkung an vielen nationalen und internationalen Projekten der Fernsehtechnik hat nicht nur ihm ein hohes Maß an in- und ausländischer Anerkennung erbracht, sondern wird auch von seinen Gesprächspartnern bewundert.

Diejenigen, die Norbert Mayer beruflich näher kennengelernt haben und denen seine fast unerschöpfliche Vielseitigkeit geläufig ist, werden vermutlich sein hervorragendes technisches Engagement – womit er sicherlich unbewußt die unvergessenen Ziele seines ersten fernsehtechnischen Chefs, Professor Dr. Richard Theile, fortsetzt – als selten vorkommende Begabung oder gar innere Berufung empfinden. Hinzu kommt seine menschliche Größe, die Meinungen seiner Gesprächspartner zu respektieren. Für diejenigen aus dem Kreis der Fernsehtechnik, die ihn nur namentlich kennen, dürfte wissenswert sein, daß seine herausragende Fähigkeit, über rundfunktechnische Fragen oder Probleme zu verhandeln, auf einer nahezu 35jährigen Berufserfahrung im Dienst der Wissenschaft der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland beruht.

Nach dem Studium an der Technischen Hochschule in Karlsruhe wurde Norbert Mayer im Jahre 1949 der akademische Grad eines Diplom-Ingenieurs verliehen. Im selben Jahr begann seine wissenschaftliche Mitarbeit am Rundfunktechnischen Institut (RTI) – dem Vorläufer des Instituts für Rundfunktechnik – im Bereich der Raum- und Bauakustik. Was ihn wohl veranlaßte, das sehr komplexe und zu jener Zeit verhältnismäßig unzureichend erforschte Gebiet der Akustik zu verlassen und sich den sehr viel schwierigeren und international häufig umstrittenen Theorien der Fernsehtechnik zu widmen, mag möglicherweise sein Geheimnis bleiben.

Schon die Erfolge als Konstrukteur und Systementwickler beweisen hinreichend, daß Norbert Mayer rechtzeitig die für ihn und den Rundfunk optimale berufliche Fachrichtung gewählt sowie den unverzichtbar kooperativen Kollegenkreis angetroffen hat. Aus heutiger Sicht kann vermutet werden, daß viele seiner damaligen Rundfunkkollegen den gleichen Wunsch hatten, z. B. gemeinsam mit Professor Dr. Theile die erste bundesdeutsche Vidikon-Fernsehkamera zu entwickeln. Übrig bleibt nur die Frage, ob dieselben Herren auch bereit gewesen wären, das mit Norbert Mayer vergleichbare hohe Maß an technologischer Verantwortung zu übernehmen? Weitere nennenswerte Arbeiten seiner konstruktiven Tätigkeit auf dem Gebiet der Fernsehtechnik gehören zu den ersten Schritten des Farbfernsehens in Europa. Bereits im Jahre 1956 hat das IRT einen Farbdiaabtaster und einen Farbfernsehempfänger vorgeführt, die von ihm entwickelt wurden.

Ab 1957 wurde Norbert Mayer zum Leiter der IRT-Abteilung „Sonderentwicklung" berufen und hatte im nachfolgenden Jahrzehnt Gelegenheit – in der von ihm selbst angedeuteten „völligen Narrenfreiheit" –, die Systementwicklung der heutigen Fernsehtechnik maßgebend zu beeinflussen. Mehrere seiner fernsehtechnischen Ausarbeitungen, insbesondere seine Fachvorträge und einschlägigen Publikationen, sind nicht nur weltbeachtet, sondern nehmen heute einen bedeutenden Platz bei den Nachschlagewerken der Fernsehtechnik ein. Darunter fallen zumindest seine Dissertation über das FAM-Farbfernsehverfahren, die im Jahre 1962 zu seiner Promotion führte, und auch sein Fachbuch „Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis" sowie seine Mitarbeit beim Rintschen „Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker".

Es würde den Rahmen einer seriösen und verdienten Würdigung der beruflichen Leistungen von Norbert Mayer sprengen, die Vielzahl der nationalen und internationalen Gruppierungen von Experten der Fernsehtechnik namentlich aufzulisten, in denen er mitgewirkt hat oder heute noch mitwirkt, um die einschlägigen Interessen der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland bis in Detail zu begründen. Seinem fachlichen Wissen und der in schwierigsten Situationen nachgewiesenen hohen menschlichen Qualität hat er es zu verdanken, daß er ab 1980 zum Leiter des IRT-Fachbereichs „Fernseh-Studiotechnik" berufen wurde und nunmehr die Entwicklungs- und Forschungsarbeiten der Rundfunkanstalten auf dem Gebiet der Fensehtechnik maßgeblich lenken kann.

Stellvertretend für seine Bekannten und Kollegen aus ARD, ZDF und DBP wünscht ihm der Autor dieser Zeilen weiterhin viel Erfolg und lang anhaltende gute Gesundheit.

Gunnar Putnaerglis

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

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

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

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

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 105,— DM zuzüglich Versandspesen. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 10. 3. 1983. Einzelpreis dieses Heftes 27,80 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

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

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