

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**

Karl Tetzner Meilensteine der Magnettonentwicklung

Günter Schneeberger Neue Prüfzeilenparameter für den Senderbetrieb – Überwachung der
Differenzträgerqualität

Klaus Breitkopf Numerische Bestimmung der nutzbaren Feldstärke eines UKW-Tonrundfunksenders
nach dem vereinfachten Multiplikationsverfahren mit Hilfe eines
programmierbaren Taschenrechners

Lothar Tschimpe Simulation und Messung von Empfangsfeldern in streuender Umgebung

Wido Kumm Beiträge zum modernen Rundfunkempfang

*Hans-Joachim Felbick,
Klaus Harder, Rüdiger Sand,
Günther Theile, Wolfgang Weinlein* Die technischen Präsentationen der deutschen Rundfunkanstalten
auf der Internationalen Funkausstellung

Ulrich Paasche Pressekolloquium Rundfunktechnik 1983

Tagungen und Ausstellungen – Nachrichten – Persönliches

Das Kamerasystem im Intelligenzverbund

Innerhalb dieser Familie von Computerkameras spricht man die gleiche Sprache ...

...die gleiche software ermöglicht den zentralen Abgleich aller oder einzelner Kameras von einem zentralen Kommandogerät aus. Dennoch kann auch jede Kamera individuell per Knopfdruck auf „Höchstform“ gebracht werden.



Studios können, falls erforderlich, auch gemischt ausgerüstet werden. Gleichwohl ist jede Kamera für eine Aufgabe besonders optimiert. Der Anwendungsbereich erstreckt sich vom Großstudio bzw. der aufwendigen Außenproduktion

über Aktualitätenstudio und Ansagestudio bis zum Standard-Übertragungswagen, wobei die schweren Stativkameras durch leichte tragbare Versionen sinnvoll ergänzt werden.

Hitachi Denshi (Europa) GmbH

SK-11 der tragbare Kamerakopf zum System SK-110

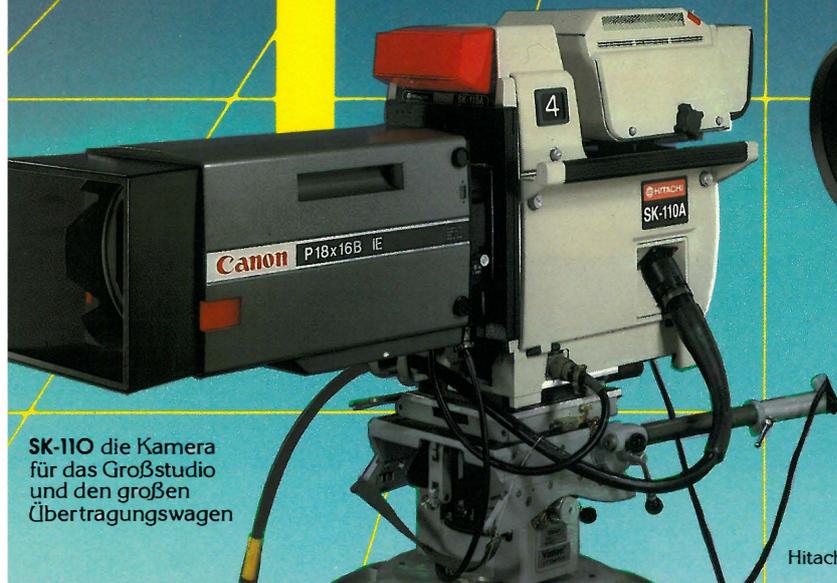


SK-970 die Kompaktkamera für den Übertragungswagen oder für das Aktualitätenstudio



SK-97 die EAP/EB-Kamera als tragbare Ergänzung der großen Kameras. Die ideale Kamera für das unbemannte Ansagestudio

SK-110 die Kamera für das Großstudio und den großen Übertragungswagen



 **HITACHI**

Hitachi Denshi (Europa) GmbH · Weiskircher Str 88 D-6054 Rodgau 1 Tel 06106/13027

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 27

1983

Heft 6

INHALTSVERZEICHNIS:

Meilensteine der Magnettonentwicklung 265 Karl Tetzner	Beiträge zum modernen Rundfunkempfang 287 Wido Kumm
Neue Prüfzeilenparameter für den Senderbetrieb — Überwachung der Differenzträgerqualität 272 Günter Schneeberger	Die technischen Präsentationen der deutschen Rundfunkanstalten auf der Internationalen Funkausstellung 292 Hans-Joachim Felbick, Klaus Harder, Rüdiger Sand, Günther Theile, Wolfgang Weinlein
Numerische Bestimmung der nutzbaren Feldstärke eines UKW-Tonrundfunksenders nach dem vereinfachten Multiplikationsverfahren mit Hilfe eines programmierbaren Taschenrechners 277 Klaus Breitkopf	Pressekolloquium Rundfunktechnik 1983 297 Ulrich Paasche
Simulation und Messung von Empfangsfeldern in streuender Umgebung 282 Lothar Tschimpke	Tagungen und Ausstellungen 299
	Nachrichten 300
	Persönliches 302

MEILENSTEINE DER MAGNETTONENTWICKLUNG

VON KARL TETZNER¹

Manuskript eingegangen am 8. August 1983

Geschichte der Magnettonaufzeichnung

Zusammenfassung

In diesem ersten Teil eines Vortrages, gehalten im Oktober 1982 vor dem Studienkreis Rundfunk und Geschichte in Münster und in einer erweiterten Fassung wiederholt im IRT in München im November des gleichen Jahres, wird versucht, die Entwicklung der Magnettontechnik von den theoretischen Überlegungen eines Oberlin Smith (1888) bis in die 50er Jahre unseres Jahrhunderts nachzuzeichnen. Dem Verfasser hatte man seinerzeit die Auflage gemacht, nachzuprüfen, ob Erfindungen auf diesem Gebiet spontanen Einfällen entsprungen waren oder ob sie Bedürfnisse der Zeit erfüllen sollten. Schon daraus erhellt, daß es sich eher um eine lebendige Beschreibung einer technischen Entwicklung handelt, was den Stil naturgemäß beeinflusst.

Summary Milestones in the development of magnetic sound

In this first part of a paper read in October 1982 before the study group on broadcasting and history at Münster and repeated in an extended version, at the IRT at Munich in November of the same year, an attempt is made to outline the development of magnetic sound-recording equipment, from the theoretical deliberations of a certain Oberlin Smith (1888) to the 1950s. The author had, at that time, been assigned the task of examining whether the inventions in that field had originated from spontaneous ideas or whether they had been intended to respond to the requirements of the period. It already becomes evident from this, that it is rather a matter of a lively description than of a technical discourse, which has naturally had an influence on the style.

Sommaire Etapes du développement de l'enregistrement magnétique audio

Première partie d'une communication présentée à Münster en octobre 1982 devant un groupe d'étude sur l'histoire de la radiodiffusion, puis sous une forme plus développée à l'IRT de Munich en novembre de la même année. L'auteur décrit l'évolution de l'enregistrement magnétique depuis les spéculations théoriques d'un certain Oberlin Smith (1888) jusque vers 1955. Il avait été chargé de rechercher si les inventions dans ce domaine avaient été spontanées, ou si elles avaient été faites en réponse aux besoins de l'époque. Il s'agit donc davantage d'un panorama familial que d'une étude technique et le style s'en ressent naturellement.

1. Einleitung

Ob eine Erfindung oder Entdeckung einer spontanen Idee entsprang oder ob Neuerungen geschaffen wurden, weil sie einem zeitbedingten Bedürfnis entsprachen, kann im nachhinein häufig nicht mehr eindeutig geklärt werden. Ob beispielsweise Samuel Finley Breese Morse registrierender Telegraf tatsächlich ein dringendes Bedürfnis erfüllen sollte, kann man heute nur unzulänglich beantworten. Er

wurde nach langjährigen Vorbereitungen und oft demütigender Geldsuche schließlich am 24. Mai 1844 zwischen Boston und Washington eingerichtet, aber die geringe Inanspruchnahme in der ersten Zeit läßt rückblickend eher darauf schließen, daß die Amerikaner den Morsetelegraphen staunend vielleicht, aber sonst eher gleichgültig hingenommen haben. Und ob Thomas Alva Edison bei der Konzipierung seines Phonographen im Dezember 1877 einen Bedarf der Menschheit an Sprach- und Musikaufzeichnung vor Augen hatte, ist ungewiß. Vielleicht ging der ungewöhnlich fleißige Vielerfinder einfach davon aus, das Machbare zu machen. Sicherlich sah das zehn Jahre

¹ Prof. Karl Tetzner liest an der FU Berlin über die Entwicklung der elektronischen Medien und leitet das Redaktionsbüro für Elektronik in Icking/Isartal.

später, als Emil Berliner die „richtige“ Schallplatte erfand, anders aus. Die Bezeichnung „richtig“ ist korrekt, weil Edison schon 1878, also ein Jahr nach der Erfindung des Phonographen, nach der Tonwalze auch eine Schallplatte – mit Tiefenschrift – zum Patent angemeldet hatte; er ließ das Projekt aber wieder fallen. Berliner hingegen wollte einen Tonträger schaffen, der sich leichter vervielfältigen ließ als die Walze – dafür gab es wirklich Bedarf!

Immer wieder erhebt sich die Frage: Was ist Idee, wieviel war Planung? Wer kann das nach langen Jahrzehnten immer exakt sagen? Zwar gibt es über manche grundlegende Erfindungen viel Papier – wer weiß aber heute genau, was damals im Hirn des Erfinders wirklich vorging? Gelegentlich läßt sich doch nachweisen, welche der beiden Versionen – spontane Eingebung oder exakte Planung – richtig war. Am Beispiel des für uns Europäer so erstaunlichen Herausbringens der wirklich funktionierenden Videoaufzeichnung mit vier rotierenden Köpfen durch Ampex im Jahre 1956 kann nachgewiesen werden, daß es eben auch absolut bedarfsgerechte Erfindungen von großer Tragweite gibt.

Es ist gefragt worden, ob der Tonfilm geschaffen wurde, um ein Bedürfnis zu erfüllen. Vogt, Masolle und Engl, die Triergon-Gruppe von 1922, mußte schmerzhaft erfahren, wie sehr es die Mächtigen einer Branche in der Hand haben, über Bedarf oder Nicht-Bedarf zu bestimmen. Als die drei Erfinder am 17. September 1922 im Alhambra-Palast in Berlin mit ihrem ersten Lichttonfilm Brauchbares demonstrierten, jubelten Teilnehmer und Presse. Dieser Beifall hatte überhaupt nichts bewirkt. Die Filmzaren mit der Angst im Nacken wegen ihrer riesigen Stummfilmbestände, die sich international müheles vermarkten ließen, und auch die Theaterbesitzer machten nicht mit. Triergon war am Ende. Daß der tönende Film, zunächst mit 40-cm-Schallplatten und 33 $\frac{1}{3}$ U/min, also der Nadeltonfilm, auf dem Umweg über die USA schließlich doch wieder zurückkehrte, ist ein anderes Kapitel. Bevor Europa und Deutschland einstiegen, mußte in den Vereinigten Staaten ein Tonfilmtaumel ausbrechen, mußte am 6. Oktober 1927 in New York der Negerimitator Al Jolson als „The Jazz Singer“ groß gefeiert werden. Nur wenige wußten hierzulande, daß mit dem 1923 verschleuderten Lichttonfilm bereits ein komplettes System zur Verfügung gestanden hatte.

Erfindergeist, Geschäftssinn und nackte Marktmacht haben sich häufig genug verbündet, schlugen aber fast ebenso oft auch widerstrebende Richtungen ein. Fügt man eine gehörige Prise Patentstreitigkeiten hinzu, dann nimmt es nicht wunder, daß Bemerkenswertes und Nützlichendes in unserer technischen Welt manchmal gefördert, oft gehemmt und zuweilen unterdrückt werden. Die Geschichte einer jeden Erfindung hat mehrere Seiten. Nur das harmlose Gemüt sieht alleine und überall die strahlende Leuchtkraft des erfinderischen Genies.

2. Oberlin Smith war der erste

Der Themenstellung entsprechend soll nicht von den ganz frühen Versuchen der Tonaufzeichnung abseits der Schallplatte bzw. der Tonwalze gesprochen werden. Es gab da allerlei unklare erste Vor-

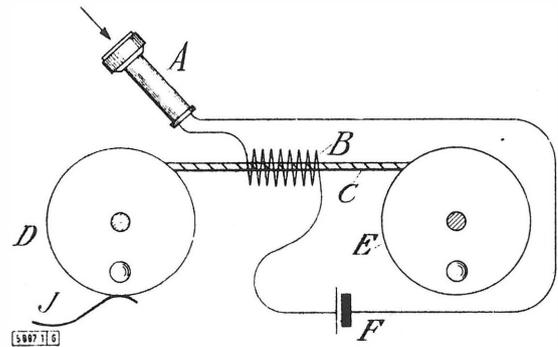


Bild 1

Schema der von Oberlin Smith 1888 erdachten Tonaufzeichnung

Der von der mit der Feder J gebremsten Spule ablaufende Wollfaden mit eingearbeiteten Eisenfeilspänen (C) wird von der Spule B magnetisiert

A ist ein Kohlekörnermikrofon, versorgt von der Batterie F
Bei der Wiedergabe wird A durch einen Hörer ersetzt, F entfällt

stellungen von der magnetischen Aufzeichnung. Immerhin ist auf den Engländer Oberlin Smith zu verweisen; er berichtete am 8. September 1888 in der Zeitschrift „Electrical World“ über „Some possible forms of Phonographs“, wobei er sich andere Möglichkeiten der Schallaufzeichnung ausdachte. Mehr als „ausdenken“ dürfte es nicht gewesen sein, denn sein Laufwerk mit Baumwollfäden plus Eisenfeilspänen als Tonträger scheint niemals realisiert worden zu sein (Bild 1).

Ernst wurde es, als Valdemar Poulsen, Angestellter der Kopenhagener Fernsprechgesellschaft, im Jahr 1898 vom Deutschen Reichspatentamt in Berlin das Patent 109 569 zugeteilt bekam; es schützte seine Maschine für die magnetische Aufzeichnung von Schallereignissen. Benutzt wurde Klaviersaitendraht, wendelförmig auf eine Walze gewickelt und von einem kombinierten Lösch-, Sprech- und Hörkopf abgetastet. Der Draht war derart aufgewickelt, daß sich die Windungen nicht berührten. Die beiden Pole des „Kopfes“ (Elektromagnet) umfaßten den Draht, der dadurch beim Drehen des Zylinders wie von

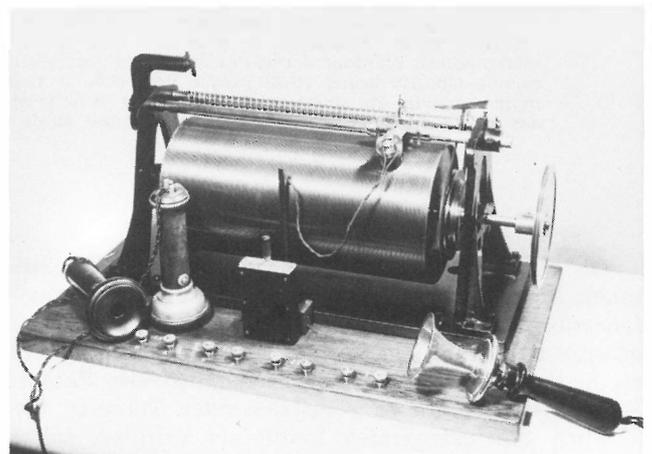


Bild 2

Das „Telegraphon“ von Poulsen aus dem Jahre 1898
Es trug 380 Windungen, lief mit 3 m/s und speicherte 50 s
Heute steht es im Deutschen Museum in München

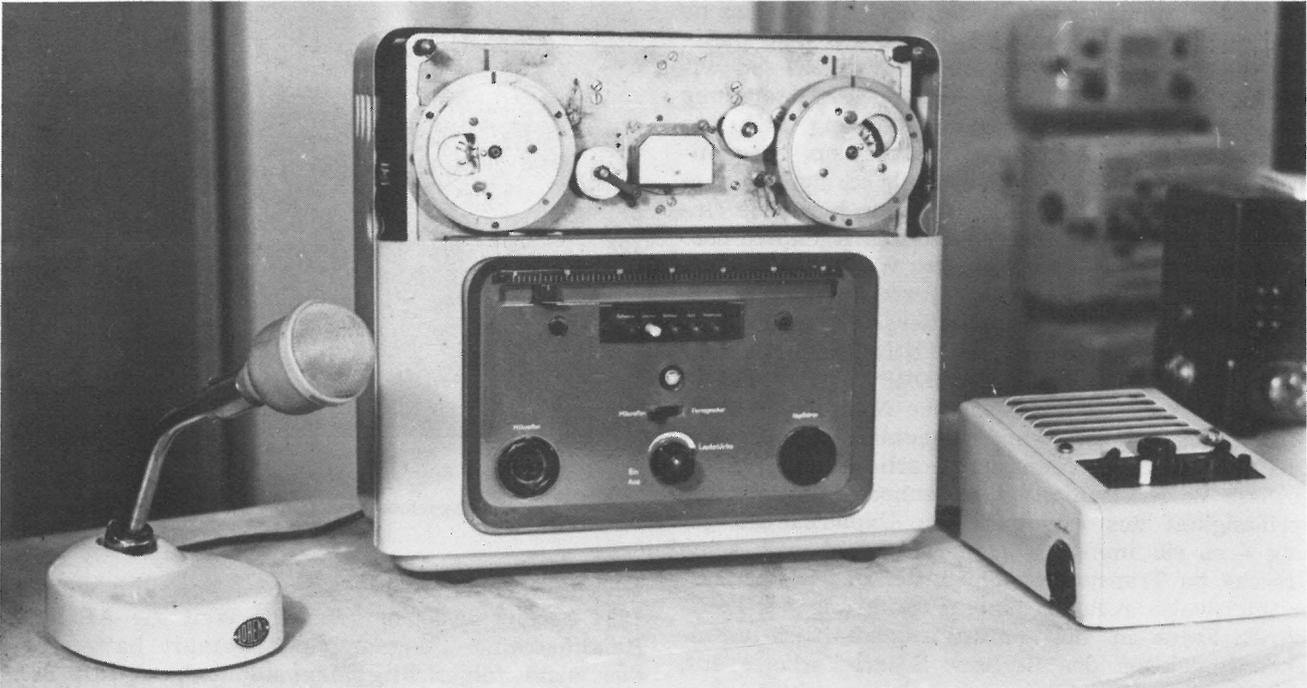


Bild 3
„Lorenz Stahlton“ aus dem Jahre 1949

einer Schiene geführt wurde. Die Lautstärke blieb sehr begrenzt, denn eine Verstärkeranordnung – etwa eine Röhre – gab es damals noch nicht (**Bild 2**).

Aus dem Poulsenschen „Telegraphon“ entwickelten Firmen wie Mix & Genest tatsächlich funktionierende Diktiergeräte, wobei der Draht später durch Stahlband ersetzt wurde. Als nach dem Ersten Weltkrieg die Verstärkerröhre in die Reichweite der Techniker kam, und zwar in einer zumindest brauchbaren Form, wurde sie auch bei der Stahltontechnik eingeführt, was erhebliche Verbesserungen zur Folge hatte. Hier ist u. a. der deutsche Physiker Dr. Curt Stille zu nennen, der sich mit Firmen wie Vox Schallplattengesellschaft, mit C. Lorenz AG und später auch mit Mix & Genest und Schuchhard verbündete – klangvolle Namen der Telefontechnik. Aus dieser Zeit sind Gerätenamen wie „Echophon“, „Daylygraph“ und „Textophon“ bekannt. Stille entwickelte auch für die englische Firma British Blattnerphone Stahlbandmaschinen für den Musiktonfilm; er meldete noch 1931 Patente in dieser Richtung an. Er hatte übrigens schon vor dem Ersten Weltkrieg mit Stahldrahtgeräten experimentiert und auf dieser Basis während des Krieges 1914/18 Horchgeräte entwickelt. Stille verkaufte später seine Patente an Marconi und Western Electric; er starb im Alter von 84 Jahren am 7. September 1957. Zuletzt hatte er, wie es in seiner Todesanzeige heißt, von der „Altersversorgung der Intelligenz“ in Ost-Berlin gelebt.

Stahldraht- und Stahlbandmaschinen waren oft widerborstig. Hierzu Obering. Heinrich Kluth, Murnau/Oberbayern, in der ETZ vom 21. August 1961: „Stahldrähte und Stahlbänder haben die unangenehme Eigenschaft, sich nur widerwillig in vorge-schriebenen Bahnen zu bewegen. Sie sind zwar sehr elastisch, benehmen sich aber überaus selbständig, wenn sie sich plötzlich selbst überlassen werden. Ein

zu einer Spule aufgewickelter Draht schnurrt mit erheblicher Energie auseinander, wenn er bricht oder reißt. Bei einem aufgewickelten Stahlband ist das Bestreben, sich beim Nachlassen der Wickelenergie geradezurichten, noch energischer.“ Wie Kluth zu berichten weiß, war es vielfach unmöglich, den aufgeschnurrten Stahl wieder so zu legen, daß die Rolle ohne Störungen weiter glatt abgewickelt werden konnte; Bruchstellen ließen sich nur schwierig reparieren, eventuell nur mit der Schweißtechnik, wobei die magnetischen Eigenschaften des Drahtes oder des Bandes auf einer gewissen Strecke gestört wurden, was sich in krachenden Nebengeräuschen äußerte. Später, als der Drahtdurchmesser immer kleiner wurde, ließen sich die Bruchstellen einfach kneten, was aber auch nicht ideal war. Es ist bemerkenswert, daß die Stahltontechnik nach dem letzten Krieg erneut aufgegriffen wurde, obwohl es schon lange das Magnetband gab. Schaub zeigte 1949 auf der Hannover Messe seinen „Luxus-Super“ mit einer Kombination von Stahltoneinrichtung und Plattenspieler. Lorenz bot auf der gleichen Messe sein „Lorenz Stahlton“ an (**Bild 3**), eine Diktiermaschine mit einer Stunde Aufnahmezeit, damals bezeichnet als der „nimmermüde Sekretär für Industrie, Handel, Behörden und Presse, fernbesprechbar und als Telefongesprächs-Aufzeichnungsanlage brauchbar“. Das war ein bemerkenswertes Beispiel für die Zählebigkeit mancher Techniken.

3. Das Magnetband

Inzwischen aber gab es das Magnetband schon 20 Jahre. Das Verdienst an dieser Erfindung gehört, wie allgemein bekannt, dem kleinen eher scheu wirkenden Dresdner Fritz Pfeumer, der um 1928 in der Zigarettenindustrie als Fachmann für metallisiertes Papier bekannt war („Goldmundstück“). Ob er auf

den Ausführungen von Oberlin Smith fußte oder ob ihm das Patent von Ernst Ruhmer aus dem Jahre 1909 unter die Augen gekommen war, wissen wir nicht. Ruhmer ließ sich ein Verfahren zur Herstellung von Phonogrammen durch Einstäubung klebriger Programmträger mit einem Pulver aus magnetischem Material schützen. Jedenfalls schlug Pfeumer vor und bekam patentiert: „Auf eine biegsame Unterlage aus zähem Papier oder durch irgendein chemisches Verfahren hergestellte Werkstoffe, sogenannte Filme, aus Zellulosederivate, z. B. Azetylzellulose, Zelluloid, Viskose oder dergl. aufzubringen“. Er nannte dieses Band „Lautschriftträger“; es wurde durch das später angefochtene DRP 500 900 vom 31. Januar 1928 geschützt. Nach der Nichtigkeitserklärung dieses Patenten wurde Pfeumers Zusatzpatent DRP 552 787 zum Hauptpatent erhoben. Es schlug gewisse Verbesserungen vor, dennoch blieb die Zuverlässigkeit des Pfeumerschen Papierbandes gering – es riß immer wieder, was wohl auch seine Ursache im Transportsystem hatte. Das Reißen trat beispielsweise auch bei einer Vorführung des Lautschriftträgers in der naturwissenschaftlich-technischen Redaktion des Berliner Scherl-Verlages auf, wie Heinrich Kluth gesprächsweise berichtete. Immerhin brachten derlei Vorführungen die Pfeumersche Erfindung in die Zeitungsspalten und damit u. a. auch zur Kenntnis von Geheimrat Dr. phil. Hermann Bücher, damals Vorstandsvorsitzender der AEG. Er gab eine eingehende Untersuchung in Auftrag, was 1932 zu einem neuen Patent (DRP 605 152) führte. Es sah noch immer Papier als Träger vor, beschichtet mit Carbonyleisenpulver, dessen Partikelabmessung unter $\frac{1}{1000}$ mm lag. Es ist bekannt, daß man bei der AEG zur Entscheidung kam, die Bandentwicklung im wesentlichen der BASF zu übertragen und sich voll der apparativen Entwicklung zu widmen. Dr. W. Gaus von der BASF schlug dann vor, anstelle des unzuverlässigen Papiers als Träger Azetylzellulose zu nehmen, deren Eigenschaften dem Chemiekonzern gut bekannt waren. Damit entsprach man auch den ursprünglichen Vorschlägen von Pfeumer. Das Eisenpulver wurde in dieses Material eingebettet. Die Laboruntersuchungen fielen günstig aus – das erste

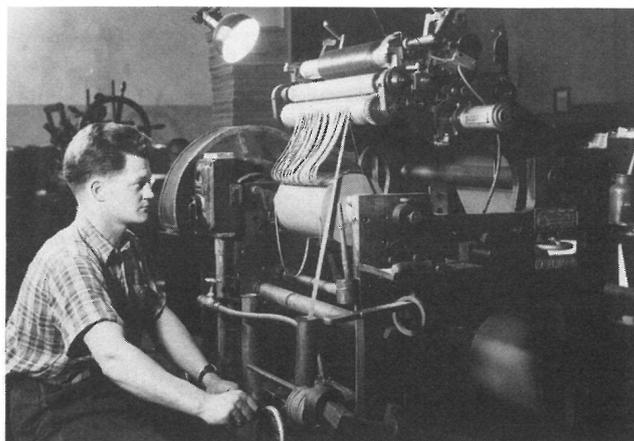


Bild 5

Eine alte Magnetband-Schneidemaschine der BASF

wirkliche Tonband war geboren! Von ihm wurden 1934 bereits 50 000 m gefertigt. Weil die AEG die Bandmaschine „Magnetophon“ getauft hatte, hieß das Band folgerichtig Magnetophonband mit dem Zusatz C. C stand für Cellit, was die Markenbezeichnung für Azetylzellulose war. Die Herstellung folgte den Grundsätzen der Fotofilmproduktion (Bild 4). Man goß einen Grundfilm und verband ihn mit den schön gleichmäßig verteilten magnetisierbaren Teilchen. Es entstanden Rollen von 1000 m Länge und 1 m Breite, die dann sorgfältig in 6,5 mm breite Streifen geschnitten wurden, was seither noch immer ein Arbeitsgang ist, der hohe Präzision voraussetzt (Bild 5). Die 1000-m-Bänder wurden auf Metallspulen gewickelt. Später, und das gilt insbesondere für die Nachkriegszeit, entstanden in rascher Folge neue Typen von Magnettonbändern – für Langspielzwecke das Doppelspielband usw. Die Entwicklung ist auch heute, 50 Jahre nach dem Beginn, noch nicht abgeschlossen.

1939 produzierte das Werk Ludwigshafen der BASF bereits 12 000 km Band, zumeist an den Rundfunk, aber auch an Schallplattenfirmen verkauft.

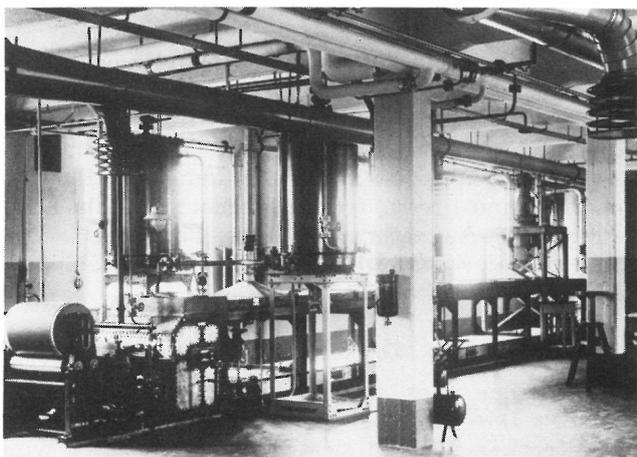


Bild 4

Komplette Folienzieh- und Tonbandgießmaschine
Gebaut 1938 von der Firma Koebig, Radebeul bei Dresden

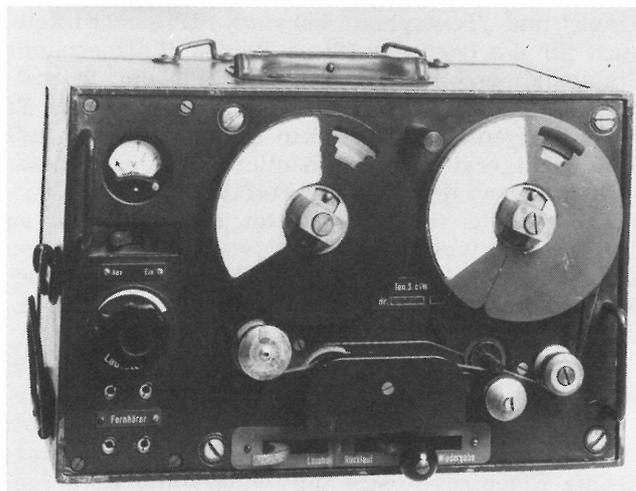


Bild 6

Federwerk-Tonbandgerät der Wehrmacht (1940),
Modell Tonschreiber c (W)

Später nahm die Wehrmacht große Bandmengen für die Wortberichte der PK-Kompanien ab, die mit Federwerk-Magnetophonen ausgerüstet waren (**Bild 6**). 1943 wurde das Werk Ludwigshafen total zerstört; der Wiederaufbau gelang nicht, zumal keine Gießmaschinen erhältlich waren. Daher wurde die Bandherstellung in die zum gleichen Konzern gehörende Filmfabrik Wolfen verlegt. Not macht erfinderisch; der Leiter der Farbengruppe, Karl Pflaumer – nicht Pfeumer –, schlug vor, den damals neuen und vor allem erhältlichen Kunststoff Polyvinylchlorid als Trägermaterial zu verwenden, für dessen Verarbeitung keine komplizierten Gießmaschinen nötig sind. Die im Werk vorhandenen Kalanders genühten, um das magnetische Eisenoxid mit Polyvinylchloridpulver zu dünnen Folien auszuwalzen. 1944 konnten alle Interessenten ausreichende Mengen der neuen Bänder bekommen. Sie hießen „Massebänder“, weil Träger und Pulver zu einer homogenen Masse vermengt waren. Weil sie nach dem Luvithermverfahren produziert wurden, trugen sie den Zusatz L.

4. Das Magnetophon

Die zielstrebige Entwicklung des Magnetbandes ist schließlich nur ein Teil der Geschichte. Die erwähnte Arbeitsteilung zwischen der AEG und der BASF hatte nicht zur Folge, daß sich die AEG beim Band abstinert verhielt. Vielmehr hatten die Berliner nach dem Erwerb der Pfeumerschen Patente selbst versucht, derlei Tonbänder zu fertigen. Das gelang, und man taufte sie „Magnetfilm“. Aber es blieb eine Episode; ab einem bestimmten Zeitpunkt befaßte man sich bei der AEG ausschließlich mit der Bandmaschine, wofür Dr. Volk ab 1932 im Kabelwerk Oberspree ein eigenes Labor einrichtete. Die Arbeiten verliefen nur schleppend. Erst als am 1. August des genannten Jahres der junge Diplomingenieur Edward Schüller, vom Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung kommend, in dieses Labor eintrat, wurde der Durchbruch erzielt. Dieses Ereignis nennt sich schlicht „Ringkopf“ (siehe **Bild 7**). Das Band lief an diesem gut gerundeten Kopf problemlos vorbei, was bei der damaligen hohen Bandgeschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde wichtig war. Schüller beseitigte mit seiner Erfindung die Streuung der Felder des Elektromagneten; der Magnetkopf bildete jetzt einen Ring mit einem sehr schmalen Spalt. Damit war eines der großen Probleme gelöst, die schon Poulsen beschäftigt hatten: Wie kann man die Einwirkung des Magnetfeldes auf den Tonträger punktförmig gestalten? Schüller hat es einmal so erklärt: „Das Feld des Elektromagneten wird im Ring gefesselt und kann nur an dem schmalen Spalt austreten. Anfangs war dieser $\frac{1}{10}$ mm breit, was die erwähnte hohe Bandgeschwindigkeit bedingte. Dennoch betrug die obere, noch aufgezeichnete Grenzfrequenz anfangs nur 6000 Hertz!“ Immerhin gelang mit dem Schüllerschen Ringkopf und dem Tonband C eine Tonqualität, die der damaligen 78er Schellackplatte entsprach. In der Literatur kann man aber auch nachlesen, daß die obere Grenzfrequenz des ersten Magnetophons bei nur 3000 Hertz gelegen haben soll. Was richtig war, dürfte heute

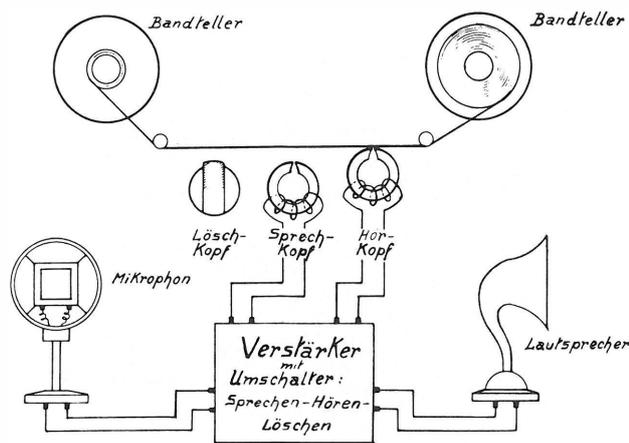


Bild 7

Grundschema des Magnetophons mit dem Verstärker mit Umschalter, den drei Köpfen, den Bandtellern, Mikrofon und Lautsprecher

(Zeichnung vom 15. September 1935)

kaum noch feststellbar sein. Vielleicht lag es an der Meßmethode.

Immerhin ergaben die bisherigen Arbeiten die Gewißheit, auf dem richtigen Wege zu sein. Man hatte aber auch manche Konkurrenz zu schlagen. Der damalige Rundfunk benutzte neben einigen Stahltonmaschinen mit 1,2 m Laufgeschwindigkeit (obere Grenzfrequenz 5000 Hertz) in großem Umfange Wachsplatten, dazu einige Folienschneider.

Probleme gab es noch viele. Zwar war das Azetylzelluloseband wesentlich robuster als das Original-Papierband von Pfeumer, aber Bandrisse gab es genug; schließlich war das Band nur $\frac{5}{1000}$ mm stark. Abhilfe schaffte der von Dr. Volk entwickelte Dreimotorenantrieb. Damit verlief der Bandtransport nicht nur feinfühler, sozusagen bandschonend, sondern erlaubte auch das Vor- und Zurückspulen mit der zehnfachen Normalgeschwindigkeit (**Bild 8**).

Die AEG wollte das Magnetophon bereits auf der 11. Großen Deutschen Funkausstellung Berlin 1934 vorstellen. Dieser Zeitpunkt geistert noch heute durch manche Veröffentlichungen, ausgelöst durch einige Presseinformationen der AEG, die nicht mehr gestoppt werden konnten. Tatsächlich aber wurden die zehn bereitgestellten Maschinen im Sommer

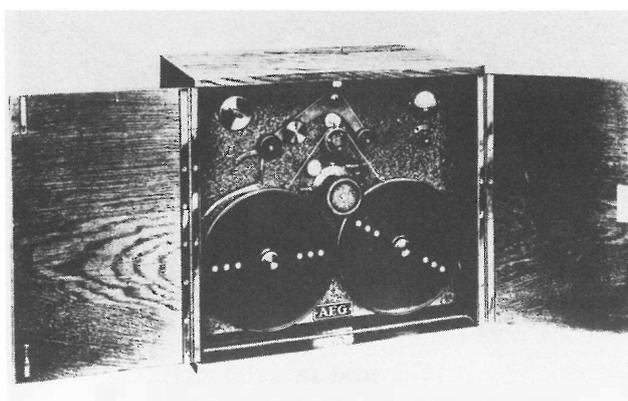


Bild 8

Das erste Magnetophon-Kompaktgerät aus dem Jahre 1934



Bild 9

Das Magnetophon K 1

Es sollte eigentlich auf der Funkausstellung 1934 stehen und hatte noch einen Einmotoren-Reibradantrieb

1934 kurzfristig zurückgezogen, um sie nochmals zu überarbeiten, u. a. durch Umstellung auf Dreimotorenbetrieb. Das konnte bis zur 12. Großen Deutschen Funkausstellung 1935 (16. bis 25. August) abgeschlossen werden. Dann also standen einige Magnetophone auf Stand 407 im Mittelteil der Holzhalle IV. Nicht lange, denn am Abend des 19. August, drei Tage nach der Eröffnung, brannte die Halle ab. Die Geräte waren vernichtet. Die Grunddaten dieser Serie (Bild 9):

Bandgeschwindigkeit 1 m/s, Breite des Bandes 6,5 mm; Spielzeit der 30-cm-Spule 17 Minuten.

Die weitere Verbesserung der Köpfe ermöglichte die geringere Bandgeschwindigkeit von 77 cm/s. Diese Weiterentwicklung (K 3) wurde 1936 auch in den USA vorgeführt (Bild 10). Dort erregte das kein Aufsehen. Wie Schüller aussagte, habe man drüben nur milde gelächelt und überhaupt nicht verstanden,



Bild 10

Magnetophon K 3 aus dem Jahre 1935/36

Eines der ersten transportablen Modelle

Dazu gehörten ein Querstrom-Kohlemikrofon und zwei separate Koffer mit Verstärker und Lautsprecher

was in dieser Technik steckt. Vielleicht lag das am Volumen und am Gewicht. Das Gerät war so schwer, daß man es nur mit einer Sackkarre transportieren konnte, denn jeder der drei Motoren wog 3 kg (Bild 11).

Am 19. November 1936 veranstaltete die BASF das nachträglich berühmt gewordene Konzert des London Philharmonic Orchestra unter der Stabführung von Sir Thomas Beecham im Feierabendhaus Ludwigshafen. Es wurde auf Band aufgenommen und den Musikern später beim Essen vorgeführt. Sie fanden es gut. Die Aufnahmen sind noch vorhanden. Hört man sie heute mit unseren HiFi-verwöhnten Ohren, so fällt sofort das hohe Grundrauschen auf, insbesondere in den Musikpausen oder bei sehr leisen Stellen.

Natürlich faszinierte damals die Möglichkeit, jede Aufnahme unmittelbar wieder abzuhören, aber das konnte das Stahltongerät auch bieten. Immerhin entschloß sich die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft, die Dachorganisation des großdeutschen Rundfunks, das Magnetophon im Jahre 1938 offiziell einzuführen, was das Ende der übrigen Tonaufzeichnungsverfahren einläutete.

Die Arbeiten bei AEG und BASF konzentrierten sich auf die Entwicklung von Geräten und Bandsorten für niedrigere Bandgeschwindigkeiten als 1 m/s. Die Hauptaufgabe hatten die Bandhersteller zu lösen. Sie suchten in Richtung feinerer Magnetpartikel, Eisenpulverteilchen von deutlich unter 1 Mikrometer. Nur so ließ sich erreichen, was Dr. W. Gaus so beschrieb: Wir müssen die Laufgeschwindigkeit des Bandes auf 50 cm/s oder, noch besser, auf 30 cm/s reduzieren. Das gelang aber nicht mit dem damals allein verwendeten Carbonyleisenpulver. Schließlich schufen Erwin Lehrer und F. Mathias die Fe_2O_3 -Bänder, die im Prinzip noch heute verwendet werden.

5. Die Hochfrequenz-Vormagnetisierung – ein Zufallstreffer?

Die technischen Daten des Gleichstrom-Magnetophons waren alles andere als sensationell: Übertragungsbereich bis max. 6000 Hz, Klirrfaktor 10 %, Dynamik rund 40 dB – etwa das, was die Schellack-Schallplatte und der Lichttonfilm auch leisteten. Die entscheidende Verbesserung, sagen wir der Durchbruch, kam mit der Hochfrequenz- anstelle der Gleichstrom-Vormagnetisierung. Wie Dr. Max Weber und sein Chef Dr. H. J. von Braunmühl im Jahre 1940 zu dieser ganz wichtigen Entdeckung kamen, ist später zunächst sehr unterschiedlich dargestellt worden. Prof. Dr. Walter Bruch hat in seiner verdienstvollen Reihe „Von der Tonwalze zur Bildplatte“, die in der Funkschau erscheint, in der 51. Fortsetzung (Heft 26/83) die historische Wahrheit gut herausgearbeitet, und Heinz Thiele ist es gelungen, Originalaufzeichnungen von Weber aufzufinden, dazu Niederschriften von Ing. E. Augustin, 1947 für russische Dienststellen in Berlin angefertigt. Weber erklärte, daß im Laboratorium der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft Versuche angestellt wurden, um durch Gegenkopplung des Sprechkopfes die in diesem infolge der Bandungleichmäßigkeit induzierten Störspannungen zu vermindern. Er teilte in einer Aktennotiz vom 11. November 1940 mit, daß die Gegenkopplung bei

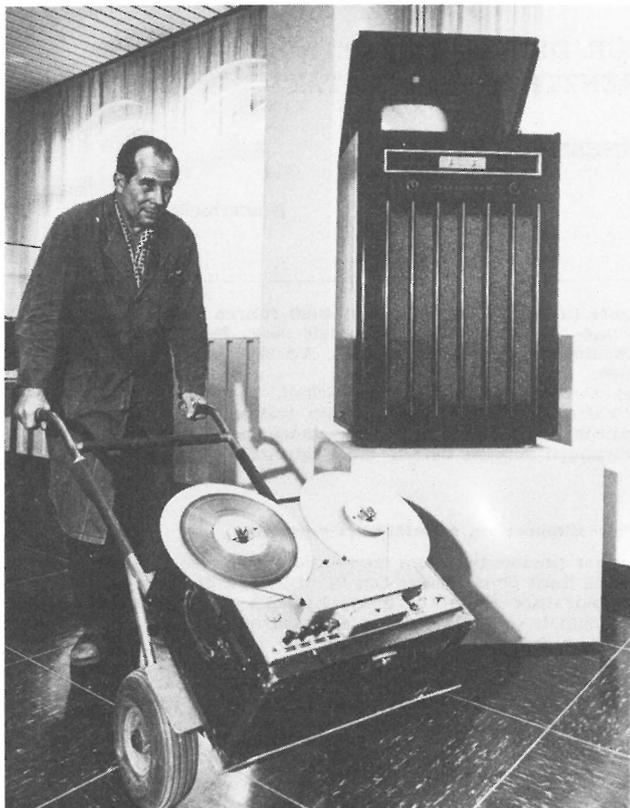


Bild 11

Offenbar im AEG-Firmenarchiv in Braunschweig nachgestellte Aufnahme zum Beweis dafür, daß das K 3 so schwer war, daß man es nur mit einer Sackkarre transportieren konnte

orientierenden Vorversuchen einen Dynamikgewinn von 3 dB brachte. Weitere Versuche in dieser Richtung wurden nicht durchgeführt, da neue Gesichtspunkte auftauchten. Die Gegenkopplung neigte bei starken Kopplungsgraden zur Selbsterregung, bei deren Eintreten ein ganz bedeutendes Absinken des Störgeräusches beobachtet wurde. Wie Weber weiter ausführte, ergaben die Messungen schon im Anfangsstadium eine Störgeräuschabsenkung um 10 dB und eine Verminderung des Klirrfaktors auf 3 %. Die systematische Weiterverfolgung führte schließlich zu Maschinen mit einer Dynamik von über 60 dB bei einem sehr geringen Klirrfaktor.

Die Erfindung wurde als „Verfahren zur magnetischen Schallaufzeichnung“ mit DRP 743 411 vom 28. Juli 1940 an patentiert, erteilt am 4. November 1943. Am 10. Juni 1941 fand im Ufa-Palast am Zoo in Berlin eine öffentliche Vorführung des neuen HF-

Magnetophons statt – von heute noch lebenden Ohrenzeugen als „reine HiFi“ bezeichnet.

Viele große Entdeckungen haben Vor- oder Parallelerfindungen. Schon 1907 hatte Fessenden mit seinem Magnetdetektor eine Anregung für die HF-Löschung bei Stahldrahtgeräten gegeben, und 1921 meldeten die Amerikaner Carpenter und Carlson ein Patent für einen additiven HF-Zusatz bei der Aufzeichnung sehr schwacher und verwaschener Telegrafiesignale auf Stahldraht zwecks Störunterdrückung an. Echt vorerfunden aber haben drei Japaner im Jahre 1938 die HF-Vormagnetisierung von Magnetbändern und bekamen das japanische Patent 136 997 erteilt (Anmeldung März 1938, ausgelegt 10. Februar 1940, erteilt 21. Juni 1940). Walter Bruch in seiner Aufsatzreihe: „Wäre es nicht mitten im Weltkrieg gewesen und hätte man bei uns Patente in japanischer Sprache lesen können, vielleicht wäre dann die Durchsetzung des Patentes von Braunmühl und Weber sehr viel schwieriger gewesen.“

Es sollte noch angemerkt werden, daß die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft bzw. der Reichssender Berlin während des Krieges im Funkhaus Masurenallee Versuche mit Stereoaufnahmen auf Zweispurband gemacht hatte. U. a. gab es ein Hörspiel mit Heinrich George in der Hauptrolle. Wie unverbürgt verlautet, wurden 1943, als die Luftangriffe auf Berlin zunahmen, diese Bänder in das damals noch ruhige Breslau verlagert, wo sie verlorengingen. Nur wenige wurden gerettet und befinden sich im Deutschen Rundfunkarchiv in Frankfurt/Main.

Es mag am Krieg gelegen haben, daß die bahnbrechenden deutschen Arbeiten auf dem Magnetbandgebiet im Ausland wenig bis überhaupt nicht beachtet wurden. Erst erbeutete PK-Magnettongeräte und die Beobachtung, daß im reichsdeutschen Rundfunk während des Krieges umfangreich mit Aufzeichnungen gearbeitet wurde, ließ die alliierten Fachleute aufhorchen. Schließlich konnten nach Kriegsende die erbeuteten deutschen Patente in den USA von jedermann für ein paar Dollar erworben werden, worauf sich einige amerikanische Firmen mit der Konstruktion von Magnettongeräten für den Heimgebrauch befaßten. Bis dahin hatte sich in den Vereinigten Staaten auf dem Magnettongebiet wenig bewegt, und wenn, dann nur mit Stahlton. Jetzt aber setzte ein Boom ein; bis 1951 soll die US-Industrie mehr als 200 000 Heimtonbandgeräte verkauft haben. Als man sich in der Bundesrepublik wieder mit dieser Technik zu befassen begann, hatte es fast den Anschein, als ob es sich um eine amerikanische Erfindung handelte. Parallelen zum Tonfilm sind erkennbar.

NEUE PRÜFZEILENPARAMETER FÜR DEN SENDERBETRIEB — ÜBERWACHUNG DER DIFFERENZTRÄGERQUALITÄT

VON GÜNTER SCHNEEBERGER¹

Manuskript eingegangen am 30. Mai 1983

Sendermeßtechnik

Zusammenfassung

Die aussteuerungsabhängigen Phasenfehler des Bildträgers (incidental phase modulation) führen beim Differenzträgerverfahren zu Tönstörungen. Mit Hilfe des Inphase- und des Quadratursignals eines Synchrondemodulators können diese Phasenfehler unmittelbar am Oszilloskop dargestellt werden. Als Meßsignal eignet sich ein Treppensignal, wie es die CCIR-Prüfzeilen aufweisen.

Für die automatische Überwachung der Bildträgerphase wurde ein Meßgerät entwickelt, das — wie die bekannten Geräte für die Bildqualitätsparameter — die Prüfzeilen benutzt und deshalb während des Programmbetriebs arbeiten kann. Angelehnt an die herkömmlichen Differenzträger-Störabstandsmessungen werden zwei neue Prüfzeilenparameter eingeführt. Erste Erfahrungen zeigten bereits die Brauchbarkeit und die Notwendigkeit der vorgeschlagenen Meßverfahren.

Summary New ITS-parameters for transmitter-operation — Supervision of intercarrier quality

The modulation-dependent phase errors of the vision carrier (incidental phase modulation) give rise in the case of the intercarrier system, to interference with the sound. Such phase errors can be displayed directly on an oscilloscope, by means of the in-phase signal and the quadrature signal of a synchronous demodulator. A staircase signal, as included in the CCIR insertion test signals (ITS), is a suitable measuring signal.

For the automatic supervision of the vision-carrier phase, a measuring instrument has been developed which — as do the well-known instruments for the picture-quality parameters — makes use of ITS and can, therefore, be used during programme transmissions. Two new ITS-parameters, based on the conventional measuring methods for the intercarrier signal-to-noise ratio, have been proposed. Initial experience has already demonstrated the usefulness of and the necessity for the measuring method proposed.

Sommaire Nouveaux paramètres mesurés par les signaux d'essai d'insertion — Surveillance de la qualité d'un système à interporteuse

Les erreurs de phase liées à la modulation dans la porteuse image (modulation de phase accidentelle) provoquent une perturbation du son dans le cas d'un système à interporteuse. Ces erreurs de phase peuvent être affichées directement sur un oscilloscope au moyen du signal en phase et du signal en quadrature d'un démodulateur synchrone. Un signal en escalier tel que celui des signaux d'essai du CCIR convient très bien comme signal de mesure.

Pour la surveillance automatique de la phase de la porteuse image, on a mis au point un instrument de mesure qui, à l'instar des dispositifs utilisés habituellement pour la qualité de l'image, utilise des signaux d'insertion et peut de ce fait fonctionner pendant l'émission. L'auteur présente deux nouveaux paramètres mesurés à l'aide des signaux d'essai d'insertion, suivant les techniques de mesure du rapport signal/bruit dans le système à interporteuse. Les premières expériences ont déjà montré que la méthode de mesure proposée est utilisable et nécessaire.

1. Überblick

In absehbarer Zeit werden alle Fernsehsender in der Bundesrepublik Deutschland mit Anlagen zur automatischen Bildqualitätsüberwachung ausgerüstet sein [1, 2]. Die Prüfzeilentechnik erlaubt dabei, die Qualitätswerte auch während des Programmbetriebs zu erfassen.

Besonders im Hinblick auf den neueingeführten Fernsehstereoton erscheint es ebenso wichtig, auch die Tonqualität zu überwachen. Dabei kommt wegen des Differenzträgerverfahrens (Intercarrierempfang) dem Tönstörabstand die größte Bedeutung zu.

Der Intercarrierempfang ist die wirtschaftlich optimale und einzig übliche Lösung für den Heimempfänger. Leider führen dabei aussteuerungsabhängige Phasenfehler des Bildträgers (englisch: incidental phase modulation), die schon im Sender entstehen können und auf die Bildwiedergabe keinen nennenswerten Einfluß haben, zu beträchtlichen Tönstörungen.

Bisher konnte dieser Einfluß des Bildsenders auf die Tonqualität nur bei speziellen Bildsignalen, also

außerhalb der Programmzeiten, durch Störabstandsmessungen mit einem Intercarriermeßdemodulator erfaßt werden. In [3] wurde der Zusammenhang zwischen den Phasenfehlern des Bildträgers und dem Intercarrierstörabstand abgeleitet. In der vorliegenden Arbeit wird nun gezeigt, wie die umständliche Störabstandsmessung durch eine Phasenmessung am Bildträger ersetzt werden kann. Diese Phasenmessung ist ebenso bequem und automatisch durchführbar wie die bekannten Bildqualitätsmessungen.

2. Einfluß des Bildträgers auf die Tonqualität

Im Intercarrierempfänger werden der Bildträger und der Tonträger gemischt und der entstehende Differenzträger ausgefiltert. Damit der Differenzträger auch nicht kurzzeitig aussetzt, muß bei der Amplitudenmodulation des Bildträgers darauf geachtet werden, daß immer ein Restträger von wenigstens 10 % bleibt. Die Größe des Restträgers wird während des Weißimpulses der Prüfzeilen gemessen und ist ein bereits eingeführter, für die Tonqualität maßgebender Parameter des Bildsenders.

Bei der Aussteuerung des Bildträgers zwischen Synchronwert und Weißwert ändert sich seine Leistung im Verhältnis 100 : 1. Es ist daher einzusehen,

¹ Dipl.-Ing. Günter Schneeberger ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Automationstechnik Sendermeßtechnik im Institut für Rundfunktechnik, München.

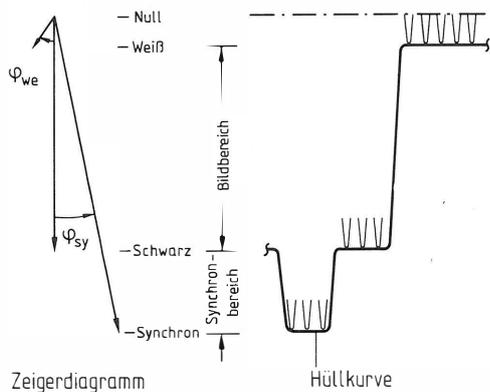


Bild 1

Bildträgerzeigerdiagramm und Pegelbereiche

Um den Zusammenhang mit dem Modulationssignal zu verdeutlichen, wurden die Zeiger entgegen der üblichen Richtung nach unten gezeichnet

daß sich dabei auch die Phasenlage des Bildträgers ändern kann. Die Ursachen hierfür sind vor allem Änderungen der Eingangsimpedanzen und der Laufzeiten in Hochleistungsrohren. Neben diesen leistungsabhängigen Effekten können auch Unsymmetrien des Bildmodulators bereits in der ZF-Lage Phasenmodulationen verursachen. Der Differenzträger übernimmt die Phasenmodulation des Bildträgers. Sie führt bei der Frequenzdemodulation zu Tonstörungen, die dem Phasenfehler proportional sind.

Entsprechend der unterschiedlichen Auswirkung auf die Tonqualität lassen sich zwei Pegelbereiche des Bildträgers mit den dazugehörigen Phasenfehlern unterscheiden: der Synchronbereich und der Bildbereich. **Bild 1** zeigt in einem Zeigerdiagramm diese Bereiche und ihre Phasenfehler. Als Bezug für die Phasenmessung wird der Schwarzwertzeiger verwendet. Die so definierten Phasenfehler stehen in einem direkten Zusammenhang mit den vom Pflichtenheft für Fernsehsender geforderten Grenzwerten des Tonstörabstandes.

In [3, 4] wurde die Theorie der Intercarrierstörungen entwickelt. Von dort stammen auch die in **Tabelle 1** angegebenen Zusammenhänge zwischen Phasenfehlern und Tonstörabständen. Dazu sei noch ergänzt, daß Phasenfehler im Synchronbereich gleichbleibende dauernde Störungen, Phasenfehler im Bildbereich dagegen mit dem Bildinhalt schwankende Störungen verursachen.

Für die weiteren Betrachtungen reicht es aus zu wissen, daß die Intercarrierstörabstandsforderungen

	Forderung im Pflichtenheft für Fernsehsender	Zulässiger Phasenfehler
Schwarzbild	54 dB	2 Grad im Synchronbereich
FuBK-Farbttestbild	50 dB	1 Grad im Bildbereich

Tabelle 1

Grenzwerte für Störabstände und Bildträgerphasenfehler

des Pflichtenhefts für Fernsehsender [5] einem zulässigen maximalen Phasenfehler von 2 Grad im Synchronbereich und von 1 Grad im Bildbereich entsprechen.

Es muß noch erwähnt werden, daß hier nur statische, aussteuerungsabhängige Phasenfehler betrachtet werden müssen, da die von der Nyquistflanke verursachten Phasenfehler bei Programmbildsignalen nicht zu Tonstörungen führen [3].

3. Messung der Bildträgerphase mit dem Synchrondemodulator

3.1. Prinzip der Inphase- und der Quadraturdemodulation

Fernsehmeßdemodulatoren werden seit einigen Jahren als echte Synchrondemodulatoren ausgeführt. Für den gegenüber Hüllkurvendemodulatoren wesentlich höheren Aufwand bieten sie eine verzerrungsfreie Demodulation. Darüber hinaus gestatten sie aber auch das Phasenverhalten des Bildträgers zu erfassen. Diese Möglichkeit wurde bisher wenig beachtet.

Es reicht hier aus, die Wirkungsweise der Synchrondemodulatoren nur im Prinzip, also ohne Einbeziehung der Realisierung zu beschreiben. Dies kann mit dem Zeigerdiagramm in **Bild 2** geschehen. Im Gegensatz zu **Bild 1** sind diesmal fünf verschiedene Grauwerte dargestellt, jeder mit einer eigenen Phasenlage. Zusätzlich ist ein Koordinatensystem eingezeichnet mit den Achsen „I“ und „Q“. Die I-Achse liegt auf dem Zeiger für den Schwarzwert.

Der Synchrondemodulator liefert zwei Ausgangssignale: das „Inphase“- und das „Quadratur“-Signal. Diese Signale können als die Projektionen der Bildträgerzeiger auf die I- und die Q-Achse aufgefaßt werden. Das Inphasesignal (I-Signal) ist die unverzerrte ursprüngliche Bildmodulation. Das Quadratursignal (Q-Signal) läßt offensichtlich eine Aussage über die Phasenabweichungen des Bildträgers zu. Haben alle Amplitudenwerte die Phasenlage des Schwarzwertes, so entsteht kein Q-Signal.

Es ist seit langem üblich, den Modulationsgrad des Bildträgers mit einer sogenannten Nulltastung

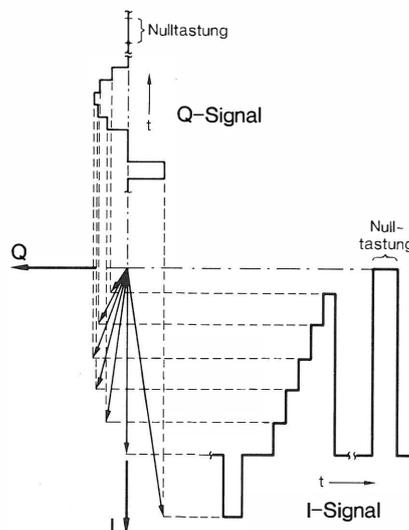


Bild 2

Prinzip der Inphase- und der Quadraturdemodulation

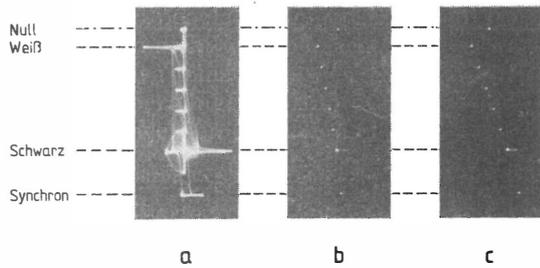


Bild 3

Bildträgerzeigerdiagramm am Oszilloskop

- Die Ablenkkoeffizienten in X- und Y-Richtung sind gleich
- a: Bildträger ohne Phasenfehler, restseitenbandbedingte Übergänge zwischen den einzelnen Amplitudenwerten sichtbar (Q-Signal mit einer Bandbreite von etwa 1,5 MHz)
 - b: Großer Phasenfehler im Weißbereich durch Modulatorunsymmetrie, Übergänge unsichtbar
 - c: Wie b, zusätzlich Eigenfehler des Meßdemodulators am Schwarzwertzeiger erkennbar

zu erfassen. Dabei wird der ZF-Verstärker des Meßdemodulators kurzzeitig gesperrt und so eine Amplitudenmodulation von 100% als Bezugswert simuliert. (Der eingangs erwähnte Restträger läßt sich aus der Differenz zwischen Weißwert und Nulltastwert im I-Signal ableiten.)

Der Nulltastwert stellt im I- und im Q-Signal den Bezugswert Null dar. (Die Gleichstromlage der beiden Signale ist üblicherweise nicht genau spezifiziert.)

3.2. Darstellung der Trägerphase mit dem Oszilloskop

Aus den zeitlichen Verläufen der I- und Q-Signale mit Nulltastung kann das Zeigerdiagramm des Bildträgers rekonstruiert werden. Der bequemste Weg hierzu ist die XY-Darstellung mit einem Oszilloskop, wie sie das **Bild 3** zeigt. Dazu wird das I-Signal dem Y-Eingang und das Q-Signal dem X-Eingang zugeführt. Die einzelnen Pegelwerte des Bildträgers erscheinen als helle Punkte.

Während der sprungförmigen Übergänge von einem Pegelwert zu einem anderen treten zusätzliche beträchtliche Phasenabweichungen auf. Sie sind in **Bild 2** nicht gezeichnet, aber in **Bild 3a** als horizontale Verschmierung der einzelnen Pegelwerte erkennbar. Das Bild der Phasenübergänge hängt von der Frequenzbegrenzung des Q-Signals ab: Bei 5 MHz Bandbreite ergeben sich etwa halbkreisförmige Übergänge zwischen den einzelnen Pegelwerten. Im Hinblick auf eine möglichst gute Störunterdrückung ist jedoch eine wesentlich niedrigere Bandbreite – etwa 1,5 MHz, wie in **Bild 3a** – vorzuziehen.

Diese Phasenübergänge werden von der Nyquistflanke im Demodulator bewirkt, haben also ihre Ursache nicht in pegelabhängigen Effekten des Senders und brauchen nicht weiter beachtet zu werden. Durch entsprechendes Einstellen der Strahlstärke können die Phasenübergänge am Bildschirm des Oszilloskops unterdrückt werden (**Bild 3b** und **3c**).

3.3. Korrektur der Eigenfehler des Meßdemodulators

Aus den Werten der I- und Q-Signale lassen sich unter Berücksichtigung des Bezugswertes Null die Winkel der einzelnen Amplitudenwerte des Bildträgers mit der folgenden Beziehung berechnen:

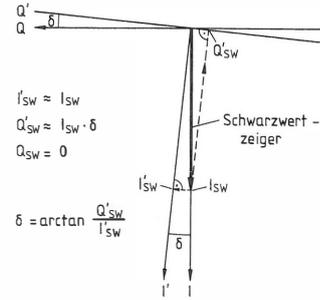


Bild 4

Eigenfehler des Meßdemodulators

I- und Q-Komponenten eines Schwarzwertzeigers im richtigen (I, Q)- und im gedrehten (I', Q')-Koordinatensystem

$$\text{Phase} = \arctan \frac{\text{Q-Komponente}}{\text{I-Komponente}} \quad (1)$$

Bisher wurde ein exakt arbeitender Synchronmodulator vorausgesetzt. Ein häufiger Fehler tatsächlich ausgeführter Geräte ist – wieder nur im Prinzip – dadurch gegeben, daß die I-Achse des Koordinatensystems nicht genau mit dem Schwarzwertzeiger übereinstimmt, sondern eine geringe Winkelabweichung aufweist. Um diesen Winkel ist auch die Q-Achse gedreht. Für das I-Signal bedeutet dies nur einen Fehler zweiter Ordnung. Das Q-Signal dagegen wird schwerwiegend verändert. **Bild 4** soll dies für einen Träger mit der Phase des Schwarzwertzeigers erklären. Bei Projektion auf das um den kleinen Winkel δ gedrehte Koordinatensystem wird die I-Komponente kaum verändert. Die Q-Komponente dagegen erhält statt des Sollwertes Null einen falschen Wert, der dem Winkel δ und der I-Komponente proportional ist.

Dieser Fehler kann bei jedem Synchronmodulator auftreten und zeit- und temperaturabhängig sein. Erfahrungsgemäß liegen die Abweichungen bei etwa 1 bis 2 Grad und dürfen vernachlässigt werden, wenn nur das I-Signal, also das Modulationssignal interessiert. Sie sind aber von gleicher Größe wie die nach **Tabelle 1** zugelassenen Phasenfehler des Fernsenders. Bei der Phasenmessung müssen sie daher unbedingt berücksichtigt werden.

Dies kann auch leicht geschehen, da der Fehler am Unterschied der Q-Komponenten der Nulltastung und des Schwarzwertzeigers erkannt werden kann: Nur wenn kein Fehler vorliegt, sind beide Werte gleich. In der XY-Darstellung am Oszilloskop wird bei einem Fehler der Schwarzwertzeiger nicht senkrecht, sondern um den Winkel δ gedreht dargestellt (**Bild 3c**). Eine gleiche Drehung erleiden auch Zeiger mit anderen Phasenlagen.

Die für die einzelnen Amplitudenwerte mit der Beziehung (1) errechneten Phasenwerte müssen also nur auf die Phase des Schwarzwertzeigers bezogen werden, um den Fehler des Meßdemodulators zu korrigieren.

4. Neue Prüfzeilenparameter für die Bildträgerphase

Neben der oszilloskopischen Darstellung ist auch eine automatische Auswertung wünschenswert. In den CCIR-Prüfzeilensignalen befindet sich ein fünf-

stufiges Treppensignal. Es liefert zusammen mit einem Nulltastsignal die nötigen Informationen zur Errechnung der Phasenwerte des Bildträgers. Damit ist es möglich, die eingangs angesprochenen automatischen Überwachungsanlagen für die Trägerphasenmessung zu erweitern:

Es wird vorgeschlagen, die beiden folgenden Phasenwerte als zusätzliche Prüfzeilenparameter für Fernsehsender zu definieren:

- a) Winkel zwischen Synchronwertzeiger und Schwarzwertzeiger,
- b) Maximalwert der Winkel zwischen den einzelnen Zeigern im Bildbereich und dem Schwarzwertzeiger.

Diese beiden Phasenwerte entsprechen den in **Tabelle 1** angegebenen Phasengrößen. Die im Betrieb zulässigen Grenzwerte können sich ebenfalls an den dort angegebenen Pflichtenheftsforderungen orientieren.

5. Realisierung eines automatischen Prüfzeilenauswertegerätes

Gegenüber herkömmlichen Prüfzeilenparametern benötigt die Trägerphasenmessung die Zuführung zweier Signale: das bisher schon übliche Videosignal, hier I-Signal genannt, und das Q-Signal. Die Pegelverhältnisse der beiden Signale zueinander müssen bekannt sein. Darüber hinaus kann die bekannte Technik der automatischen Prüfzeilenauswertung verwendet werden. Hierzu gehört insbesondere die Mittelung über viele Einzelmessungen, um trotz stochastischer Störungen zu konstanten und richtigen Meßwerten zu gelangen. Besonders das Q-Signal ist meist mit relativ großen rauschähnlichen Störsignalen überlagert.

Bild 5 zeigt das Blockschaltbild einer im Institut für Rundfunktechnik (IRT) realisierten Lösungsmöglichkeit. Acht Abtast- und Halteschaltungen übernehmen abwechselnd vom I- und vom Q-Signal die Spannungen des Nulltast- und des Weißwertes, der vier Grauwerte, des Schwarz- und des Synchronwertes. Ein Tastimpulsgenerator stellt die zeitlich passenden Torsignale zur Verfügung. Die gespeicherten Gleichspannungen werden mit einem A/D-Wandler digitalisiert und in einem Mikrocomputer zur Mittelwertbildung summiert.

Liegen die Mittelwerte von beiden Eingangssignalen vor, so ermittelt der Mikrocomputer die auf den Nulltastwert bezogenen Komponenten und berechnet nach (1) die Phasenwerte der einzelnen Amplitudenstufen. Anschließend erfolgt noch die oben beschriebene Korrektur des Eigenfehlers des Meßdemodulators. Der Mikrocomputer übernimmt auch die Suche nach dem größten Phasenfehler im Bildbereich. Er gibt als Ergebnis der Messung diesen Wert und den Wert des Synchronbereichs an die Anzeigeeinheit aus.

Eine Abschätzung hat ergeben, daß unter Berücksichtigung der Fehler des Meßdemodulators und des Prüfzeilenauswertegerätes bei kleinen Phasenmeßwerten der Meßfehler kleiner als 0,5 Grad gehalten werden kann. Bei Meßwerten über 10 Grad wird der relative Fehler kleiner als etwa 10 % sein.

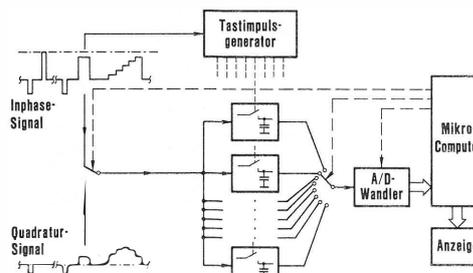


Bild 5

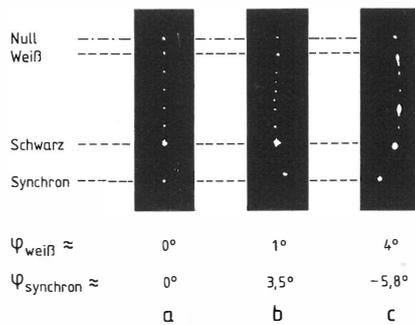
Blockschaltbild eines Meßgerätes für die Bildträgerphase
Die beiden Eingangssignale werden von einem Synchron-demodulator während einer Prüfzeile geliefert

Die hier vorgestellte Lösungsmöglichkeit mit einem Mikrocomputer ist sicher nicht die einzige. Es lassen sich auch Schaltungen in konventioneller Technik denken, wobei allerdings die Durchführung der Division nach Gleichung (1) aufwendig ist. (Auf die arctan-Funktion kann bei den zu erwartenden kleinen Phasenfehlern verzichtet werden.) Ein einfacher Weg zur Realisierung bietet sich an, wenn man die Komponenten des I-Signals nicht mißt, sondern als feste Größen annimmt und statt der Division eine Multiplikation mit den reziproken festen Werten durchführt. Die Meßergebnisse werden allerdings dann im Maße der Abweichungen von den wirklichen Werten verfälscht. Aber auch dabei dürfte der zu erwartende zusätzliche Fehler nicht wesentlich über 10 % hinausgehen.

6. Erste Erfahrungen mit der Trägerphasenmessung

Es hat sich gezeigt, daß die Trägerphase sowohl unmittelbar am Fernsehsender mit seinem Meßdemodulator als auch über Fernempfang mit einem zum Ballempfänger ergänzten Synchrondemodulator erfaßt werden kann. Voraussetzung für den Fernempfang ist allerdings, daß der Umsetzozillator im Tuner selbst keine Phasenschwankungen aufweist. (Man kann z. B. bei freischwingenden Oszillatoren deutlich das sogenannte Oszillatorpulling durch das Eingangssignal als Auffächerung des Zeigerbildes beobachten.)

Zwar kann mit etwas Mühe auch beim elektronischen Testbild das Zeigerbild ausgewertet werden, jedoch ist diese Möglichkeit zeitlich beschränkt, da zum überwiegenden Teil der Sendezeit Programmsignale abgestrahlt werden. Deshalb ist es vorteilhaft, auch für die oszilloskopische Darstellung das Prüfzeilensignal heranzuziehen. Dies kann geschehen, indem das Zeigerbild während der entsprechenden Prüfzeile (meist in Zeile 17) hellgetastet wird. Weil die automatische Prüfzeilenüberwachung meist vom selben Demodulator ihr Eingangssignal bezieht, darf in der Prüfzeile selbst nicht nullgetastet werden, um die Auswertung der übrigen Parameter nicht zu stören. Der Nulltastimpuls liegt daher in einer anderen Zeile; diese muß ebenfalls hellgetastet werden. Die Helltastimpulse können von einem zukünftigen Video-Oszilloskop selbst erzeugt oder von einem Prüfzeilenauswertegerät mit Trägerphasenmessung entnommen werden.

**Bild 6****Bildträgerzeigerdiagramme und Phasenfehlermesswerte**

- a: Meßmodulator, ZF-Lage, fünfstufiges Treppensignal im Vollbild
 b: Großsender, nur Prüfzeile hellgetastet
 c: Anderer Großsender, Fernempfang bei elektronischem Testbild

Meßergebnisse aus der Praxis sind in **Bild 6** zu sehen. Unter den Zeigerbildern von einem exakt abgeglichenen Laborsender und zwei Großsendern sind die mit dem IRT-Meßgerät ermittelten Phasenwerte angegeben. Für den Fall b konnte außerdem der Inter-carrier-Störabstand bei Schwarzbild und bei FuBK-Farbttestbild zu jeweils etwa 48 dB ermittelt werden. Geht man von den in **Tabelle 1** angegebenen Wertepaaren aus, so kommt man rechnerisch auf 49 dB für beide Testsignale, da in diesem Fall auch beim Testbild die Störung durch den Phasenfehler im Synchronbereich dominiert. Der Fall c ist ein Beispiel für die Verwendung des Testbildes zur Zeigerdarstellung statt der Prüfzeile wie im Fall b.

Bei Abgleicharbeiten am Sender bietet die Trägerphasendarstellung mit der Prüfzeile einen weiteren großen Vorteil: Die Auswirkungen von Entzerrungsmaßnahmen auf die Linearitätsparameter und auf die Inter-carrierqualität können gleichzeitig beobachtet werden. Die bisher nötige Umstellung des Meßaufbaus entfällt damit.

Ein drastisches Beispiel soll die Notwendigkeit der automatischen Überwachung der Bildträgerphase und damit der Inter-carrierqualität der Fernsehsender verdeutlichen. Bei Fernempfangsversuchen wurde ein Fernsehsender entdeckt, der über mehrere Wochen hinweg einen Trägerphasenfehler im Bildbereich von 14 Grad aufwies. Der dabei theoretisch zu erwartende Störabstand beim FuBK-Farbttestbild von unter 30 dB wurde durch die tatsächliche Tonqualität bestätigt. Mit einer automatischen Überwachung blieben solche Fehler nicht unerkannt.

SCHRIFTTUM

- [1] Pfaffinger, C. P.; Schneeberger, G.: Zur Gestaltung einer automatischen Qualitätsüberwachung der ARD-Fernsehsender. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 149 bis 161.
- [2] Löber, G.: Automatische Überwachung der technischen Qualität von Fernsehsendern. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 180 bis 186.
- [3] Schneeberger, G.: Störungen des Differenzträger-Tonempfangs durch Phasenmodulation des Bildträgers. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 258 bis 266.
- [4] Schneeberger, G.: Beurteilung und Stand der Fernsehqualität beim Differenzträger-Tonempfang. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 106 bis 111.
- [5] IRT: Fernsehsender der Frequenzbereiche I, III, IV und V. Tech. Pfl.-Heft Nr. 5/2.1 der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg. v. Institut für Rundfunktechnik, München, Februar 1982.

derartigen Datei der wichtigsten Störbeiwerte für jeden Nutzsender lassen sich im Bedarfsfall die nutzbaren Feldstärken selbst für kleine bis mittlere Sendernetze noch mit relativ geringen Rechenzeiten bestimmen. Damit kann das angegebene Programm unter Umständen auch noch im Rahmen der UKW-Planungskonferenz für bestimmte Anwendungen von Interesse sein.

Nach Eingabe der Störbeiwerte benötigt der Rechner noch die Angabe, wie viele er davon für die eigentliche Rechnung berücksichtigen soll. Zusätzlich ist die Zahl der Stellen nach dem Komma festzulegen. Nach Abschätzung des ungefähr zu erwartenden Wertes der nutzbaren Feldstärke und nach Eingabe dieses Wertes kann das Programm über die Starttaste bereits gestartet werden. Zur ausführlichen Dokumentation und Kontrolle der Ergebnisse wird zu jedem einzelnen Störbeiwert (E_{si}) der numerische Wert des Wahrscheinlichkeitsintegrals $L(E_u - E_{si})$ ausgedruckt. Im Endergebnis wird neben dem jeweils verbesserten Wert der nutzbaren Feldstärke auch ausgedruckt, um wieviel dieser Wert von der Vorgabe abweicht und wie weit bereits die vorgegebene Ortswahrscheinlichkeit $p_c = 0,5$ angenähert wird.

Für jeden weiteren Iterationsschritt ist lediglich der verbesserte Wert der nutzbaren Feldstärke ein-

zugeben und das Programm mit der Starttaste erneut zu starten. Diese einfache Rechenprozedur setzt keinerlei mathematische Kenntnisse voraus und ist weitgehend narrensicher. Wenn man zusätzlich die geringen Kosten der kleinen Magnetkarten für Programm und Daten (Störbeiwerte) berücksichtigt, bietet die beschriebene Methode ein praxisnahes Hilfsmittel für die Anwendung des vereinfachten Multiplikationsverfahrens bei der Berechnung der nutzbaren Feldstärke von gestörten Sendern.

4. Beispiel für die Berechnung der nutzbaren Feldstärke eines gestörten Senders aus 10 Störbeiwerten

Gewählt wurde ein Beispiel, bei dem die Störbeiwerte aller 10 störenden Sender regelmäßig in 3-dB-Schritten abnehmen. Der stärkste Störer hat einen Störbeiwert von 72 dB, der schwächste Störer demnach einen Störbeiwert von 45 dB. Entsprechend der in [1] angegebenen Empfehlung für die erste Abschätzung der nutzbaren Feldstärke des gestörten Senders (+ 6 dB über dem Störbeiwert des stärksten Störers) wurde für E_u ein Wert von 78 dB angenommen und in den Rechner eingegeben. **Tabelle 1** zeigt die Ergebnisse der ersten 4 Iterationen. Der Rechnerausdruck dieser 4 Iterationsschritte des Rechen-

Vorgabe E_u	1. Iteration	2. Iteration	3. Iteration	4. Iteration
	78,0000 ***	80,8432 ***	80,7244 ***	80,7288 ***
E_{s1}	72,0000 ***	72,0000 ***	72,0000 ***	72,0000 ***
$L(E_u - E_{s1})$	0,6954 ***	0,7744 ***	0,7713 ***	0,7715 ***
E_{s2}	69,0000 ***	69,0000 ***	69,0000 ***	69,0000 ***
$L(E_u - E_{s2})$	0,7784 ***	0,8435 ***	0,8411 ***	0,8412 ***
E_{s3}	66,0000 ***	66,0000 ***	66,0000 ***	66,0000 ***
$L(E_u - E_{s3})$	0,8467 ***	0,8970 ***	0,8952 ***	0,8952 ***
E_{s4}	63,0000 ***	63,0000 ***	63,0000 ***	63,0000 ***
$L(E_u - E_{s4})$	0,8994 ***	0,9358 ***	0,9345 ***	0,9345 ***
E_{s5}	60,0000 ***	60,0000 ***	60,0000 ***	60,0000 ***
$L(E_u - E_{s5})$	0,9374 ***	0,9621 ***	0,9613 ***	0,9613 ***
E_{s6}	57,0000 ***	57,0000 ***	57,0000 ***	57,0000 ***
$L(E_u - E_{s6})$	0,9632 ***	0,9789 ***	0,9784 ***	0,9784 ***
E_{s7}	54,0000 ***	54,0000 ***	54,0000 ***	54,0000 ***
$L(E_u - E_{s7})$	0,9796 ***	0,9889 ***	0,9886 ***	0,9886 ***
E_{s8}	51,0000 ***	51,0000 ***	51,0000 ***	51,0000 ***
$L(E_u - E_{s8})$	0,9893 ***	0,9945 ***	0,9943 ***	0,9943 ***
E_{s9}	48,0000 ***	48,0000 ***	48,0000 ***	48,0000 ***
$L(E_u - E_{s9})$	0,9947 ***	0,9974 ***	0,9973 ***	0,9974 ***
E_{s10}	45,0000 ***	45,0000 ***	45,0000 ***	45,0000 ***
$L(E_u - E_{s10})$	0,9975 ***	0,9989 ***	0,9988 ***	0,9988 ***
$\prod L(E_u - E_{si})$	0,3578 ***	0,5059 ***	0,4998 ***	0,5000 ***
$\Delta = E_{u1} - E_u$	2,8432 ***	- 0,1188 ***	0,0044 ***	- 0,0002 ***
Verbesserter Wert E_{u1}	80,8432 ***	80,7244 ***	80,7288 ***	80,7286 ***

Tabelle 1

Rechnerausdruck der 4 Iterationsschritte eines Rechengangs zur Bestimmung der nutzbaren Feldstärke eines Senders aus 10 Störbeiwerten E_{s1} bis E_{s10} (Alle E-Werte in dB)

gangs wurde in diesem Fall bewußt umfangreich gewählt, um das Verfahren anschaulich darzustellen. In der Praxis interessieren natürlich nur die jeweils verbesserten Werte E_{u1} der nutzbaren Feldstärke. Dabei ist erkennbar, daß sich diese Werte bereits nach der dritten Iteration nur noch an der 4. Stelle nach dem Komma ändern. Es leuchtet ein, daß die Anzahl der notwendigen Iterationen sich verringert, wenn die Ausgangsschätzung der zu erwartenden nutzbaren Feldstärke bereits relativ genau ist. Die in [1] angegebene Empfehlung ergab in dem gewählten Beispiel keinen günstigen Ausgangswert.

5. Fallbeispiele zur besseren Abschätzung der nutzbaren Feldstärke aus den Störbeiwerten

Um für genauere Schätzungen Richtwerte zu erhalten, wurden Fallbeispiele durchgerechnet, die in ähnlicher Form in der Praxis häufiger vorkommen. **Tabelle 2** enthält die resultierenden nutzbaren Feldstärkewerte eines gestörten Senders unter Berücksichtigung der Störbeiwerte von jeweils 10 störenden Sendern für folgende Fälle:

Fall 1: Ein einzelner, sehr stark störender Sender, dessen Störbeiwert 20 dB über dem des zweitstärksten Störers liegt.

Fall 2: Ein einzelner störender Sender, dessen Störbeiwert 12 dB über dem des zweitstärksten Störers liegt.

Fall 3: Zwei relativ stark störende Sender, deren Störbeiwerte mindestens 12 dB über den Störbeiwerten der übrigen störenden Sender liegen.

Fall 4: Drei relativ stark störende Sender mit hohen Störbeiwerten, die mindestens 12 dB über den Störbeiwerten der übrigen Sender liegen.

Fall 5: Ähnlich Fall 4, jedoch mit 4 Sendern, deren Störbeiwerte mindestens 12 dB über den Störbeiwerten der übrigen Sender liegen.

Fall 6: Die Störbeiwerte aller 10 störenden Sender nehmen regelmäßig in 3-dB-Schritten ab.

Diese 6 Fälle liefern für die Praxis wesentlich bessere Richtwerte, um wieviel dB über dem Störbeiwert des stärksten Störers der resultierende Wert der nutzbaren Feldstärke eines gestörten Senders angesetzt werden kann, als die sehr grobe +6-dB-Empfehlung in [1].

Zusätzlich zeigen die Fallbeispiele, daß Störbeiwerte, die mehr als 30 dB unter der nutzbaren Feldstärke liegen, in der Praxis ohne weiteres vernachlässigt werden können, weil für sie $L(E_u - E_{s_i})$ bereits in guter Näherung gleich 1 gesetzt werden kann.

6. Anwendungsbeispiel

Angenommene Aufgabenstellung: Im Rahmen von Frequenzplanungen wird für den stärk-

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
E_{s1}	80,00 *** 0,55 ***	72,00 *** 0,65 ***	72,00 *** 0,72 ***	72,00 *** 0,76 ***	72,00 *** 0,78 ***	72,00 *** 0,77 ***
E_{s2}	60,00 *** 0,97 ***	60,00 *** 0,92 ***	70,00 *** 0,77 ***	70,00 *** 0,81 ***	70,00 *** 0,83 ***	69,00 *** 0,84 ***
E_{s3}	58,00 *** 0,98 ***	58,00 *** 0,94 ***	58,00 *** 0,96 ***	68,00 *** 0,85 ***	66,00 *** 0,87 ***	66,00 *** 0,90 ***
E_{s4}	56,00 *** 0,99 ***	56,00 *** 0,96 ***	56,00 *** 0,97 ***	56,00 *** 0,98 ***	66,00 *** 0,90 ***	63,00 *** 0,93 ***
E_{s5}	54,00 *** 0,99 ***	54,00 *** 0,97 ***	54,00 *** 0,98 ***	54,00 *** 0,99 ***	54,00 *** 0,99 ***	60,00 *** 0,96 ***
E_{s6}	52,00 *** 0,99 ***	52,00 *** 0,98 ***	52,00 *** 0,99 ***	52,00 *** 0,99 ***	52,00 *** 0,99 ***	57,00 *** 0,98 ***
E_{s7}	50,00 *** 1,00 ***	50,00 *** 0,99 ***	50,00 *** 0,99 ***	50,00 *** 1,00 ***	50,00 *** 1,00 ***	54,00 *** 0,99 ***
E_{s8}	48,00 *** 1,00 ***	48,00 *** 0,99 ***	48,00 *** 1,00 ***	48,00 *** 1,00 ***	48,00 *** 1,00 ***	51,00 *** 0,99 ***
E_{s9}	46,00 *** 1,00 ***	48,00 *** 1,00 ***				
E_{s10}	44,00 *** 1,00 ***	45,00 *** 1,00 ***				
E_u	0,50 *** 81,49 ***	0,50 *** 76,47 ***	0,50 *** 78,84 ***	0,50 *** 80,33 ***	0,50 *** 81,25 ***	0,50 *** 80,73 ***
Differenz ($E_u - E_{s1}$)	1,49	4,47	6,84	8,33	9,25	8,73

Tabelle 2

Fallbeispiele zur genaueren Abschätzung, um wieviel dB die nutzbare Feldstärke E_u über dem Störbeiwert E_{s1} des jeweils stärksten störenden Senders liegt (Differenz $E_u - E_{s1}$)
(Alle E-Werte in dB)

sten Störer eines Nutzsenders ein Richtdiagramm festgelegt, mit dem der ursprüngliche Störbeiwert des störenden Senders von 72,11 dB (bei Rundstrahlung) auf 63,56 dB abgesenkt wird. Wie groß sind in beiden Fällen die nutzbaren Feldstärkewerte des Nutzsenders bei Berücksichtigung der 17 am stärksten störenden Sender?

Wenn für den ursprünglichen Zustand die Störbeiwerte auf einer Magnetkarte gespeichert worden sind, ist der Arbeitsaufwand zur Lösung der Aufgabe relativ gering. Folgende Schritte sind erforderlich:

a) Störbeiwert $E_{s1} = 72,11$ dB:

- Einlesen der Datenkarte mit den 17 Störbeiwerten (vgl. **Tabelle 3**: Registerinhalte mit den Störbeiwerten).
- Vergleich mit den in Abschnitt 5. enthaltenen Fallbeispielen (Fall 2). Daraus resultiert als Vorgabe (Schätzwert) für die nutzbare Feldstärke ein Wert von $72,11 \text{ dB} + 4,47 \text{ dB} = 76,58 \text{ dB}$.
- Eingabe des aufgerundeten Wertes 76,6 dB und Startbefehl.

Wie **Tabelle 4** zeigt, wird das auf 2 Stellen nach dem Komma gerundete Ergebnis 75,55 dB bereits nach 3 Iterationsschritten erreicht.

b) Störbeiwert $E_{s1} = 63,56$ dB:

- Überschreiben des entsprechenden Speicherregisters mit dem Wert 63,56 dB (vgl. **Tabelle 3**).

a)	b)
72,1100	0
59,9300	1
56,8600	2
50,7500	3
49,6800	4
48,1600	5
43,3100	6
42,2800	7
41,3800	8
40,7500	9
40,0100	0
39,2300	1
37,6200	2
36,1300	3
35,5400	4
33,8900	5
31,2500	6
17,0000	7
0,0000	8
0,0000	9

Tabelle 3

Ausdruck der auf einer Magnetkarte gespeicherten Inhalte der Daten-Speicherregister (17 Störbeiwerte)

- a) bei Rundstrahlung ($E_{s1} = 72,11$ dB)
- b) bei Richtstrahlung ($E_{s1} = 63,56$ dB)

	a)	b)
Vorgabe E_{u1}	76,6000 ***	71,8000 ***
1. Iterations-schritt	0,5473 *** - 0,9468 *** 75,6532 ***	0,5087 *** - 0,1734 *** 71,6266 ***
2. Iterations-schritt	75,6532 *** 0,5049 *** - 0,0979 *** 75,5553 ***	71,6266 *** 0,4997 *** 0,0069 *** 71,6334 ***
3. Iterations-schritt	75,5553 *** 0,5004 *** - 0,0090 *** 75,5463 ***	71,6334 *** 0,5000 *** - 0,0003 *** 71,6332 ***
4. Iterations-schritt	75,5463 *** 0,5000 *** - 0,0008 *** 75,5455 ***	71,6332 *** 0,5000 *** - 0,0008 *** 75,5455 ***

Tabelle 4

Wert der nutzbaren Feldstärke und Zahl der erforderlichen Iterationsschritte bei guter Annäherung der Vorgabe E_{u1} gemäß **Tabelle 2**

- a) bei Rundstrahlung ($E_{s1} = 72,11$ dB)
- b) bei Richtstrahlung ($E_{s1} = 63,56$ dB)

- Vergleich mit den in Abschnitt 5. enthaltenen Fallbeispielen (Fall 4). Neue Vorgabe: $63,56 \text{ dB} + 8,33 \text{ dB} = 71,89 \text{ dB}$.
- Eingabe des abgerundeten Wertes 71,8 dB und Startbefehl.

Wie **Tabelle 4** zeigt, wird das auf 2 Stellen nach dem Komma gerundete Ergebnis 71,63 dB sogar schon nach 2 Iterationsschritten erreicht.

SCHRIFTTUM

- [1] UIT: Regional Administrative Conference for FM Sound Broadcasting in the VHF band (Region 1 and certain countries concerned in Region 3), Genf 1982. Report to the second session of the conference: Chapter 1, Note 2 and Annex M. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1982.
- [2] NWDR: Unterlagen für UKW-Netzplanungen. Sonderheft der Technischen Hausmittellungen des NWDR. Hrsg. vom NWDR in Zusammenarbeit mit DBP, RTI und SWF (1952).
- [3] Fastert, H. W.: Anleitung zum Gebrauch des sog. abgekürzten Multiplikationsverfahrens zur Bestimmung des Einflusses von störenden Sendern auf das Versorgungsgebiet eines Senders. Interne Veröffentlichung des IRT, Hamburg 1961.
- [4] CCIR: Methods for the assessment of multiple interference. Rep. 945 (Mod. I), Annex I: How to use the so-called simplified multiplication method for calculating usable field strength. Hrsg. v. d. UIT, Genf 1983.
- [5] O'Leary, T.; Rutkowski, J.: Combining multiple interfering field strengths: the simplified multiplication method and its physical and mathematical basis. Telecommunication J. Vol. 49 (1982), S. 823 bis 831.

SIMULATION UND MESSUNG VON EMPFANGSFELDERN IN STREUENDER UMGEBUNG

VON LOTHAR TSCHIMPKÉ¹

Manuskript eingegangen am 9. Mai 1983

Elektromagnetische Felder

Zusammenfassung

Ausbreitung und Empfang elektromagnetischer Wellen in streuender Umgebung, z. B. in Städten, lassen sich nur statistisch beschreiben. Viele durch Beugung, Streuung und Reflexion entstehende und sich überlagernde Teilwellen führen zu einer ortsabhängigen Feldstärkeverteilung. Solche Feldstärkeverteilungen werden hier durch Simulation am Rechner nachgebildet und grafisch veranschaulicht. Mit umfangreichen realen Messungen im Frequenzbereich 30 bis 300 MHz bei Vertikal-, Horizontal- und Zirkularpolarisation wird anhand von Empfangsstatistiken gezeigt, daß die berechneten Feldverteilungen gut mit realen Streufeldern in bebauten Gebieten übereinstimmen.

Summary Simulation and measurement of reception fields in diffusing environments

The propagation and reception of electromagnetic waves in a diffusing environment, such as, for example, in towns, can be described only statistically. Many superposed wave components originated by diffraction, diffusion and reflection, result in a locality-dependent field-strength distribution. Such field-strength distributions are reproduced here by simulation in the computer and illustrated graphically. By means of extensive actual measurements in the frequency band 30 to 300 MHz, with vertical, horizontal and circular polarisation, it is shown by means of reception statistics that the calculated field-strength distributions agree very well with actual diffuse fields in built-up areas.

Sommaire Simulation et mesure des champs reçus dans un environnement diffusant

La propagation et les conditions de réception des ondes électromagnétiques dans un environnement diffusant, par exemple dans les villes, ne peuvent être décrites que statistiquement. De nombreuses ondes dues à la réfraction, à la diffusion et à la réflexion se superposent, de telle sorte que la loi de répartition du champ est fonction de l'emplacement. L'article présente une simulation de cette loi sur ordinateur, avec représentation graphique. L'analyse statistique des conditions de réception rencontrées au cours d'une importante campagne de mesures en bande métrique montre que la loi calculée est en très bon accord avec les observations dans les régions urbanisées.

1. Grundlegende Effekte

Beim mobilen Empfang elektromagnetischer Wellen in Städten und auch in lichter bebauten Gebieten kommt es häufig zu Störungen durch Fading, die sich akustisch durch Aufrauschen oder Verzerrungen äußern. Da hier meist jegliche Sichtverbindung zum Sender fehlt, kann die Sendeleistung nur durch Beugung, Streuung und Reflexionen an der Umgebung zum Empfangsort, dem Auto bzw. der dort angebrachten Antenne, gelangen. Wegen der unregelmäßigen Struktur der Umgebung tragen nicht nur eine, sondern viele reflektierte Teilwellen relativ geringer Einzelleistung zur meßbaren Empfangsfeldstärke an einem Punkt bei. Diese Teilwellen überlagern sich an jedem Empfangsort entsprechend ihrer durch die Ausbreitungsbedingungen gegebenen Amplituden und Phasen. Es entsteht eine ortsabhängige Feldstärkeverteilung mit ausgeprägten Maxima und Minima ähnlich der einer stehenden Welle. Dieses Feld läßt sich nur statistisch beschreiben durch eine mittlere Feldstärke und Streuungen um diesen Mittelwert. Das bedeutet aber auch, daß der zu erwartende Empfang an einem willkürlichen Standort nicht direkt vorhersagbar ist, sondern nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit angegeben werden kann.

Solche Ausbreitungsbedingungen sind im vorwiegend benutzten Frequenzbereich des mobilen Empfangs vorhanden, also etwa im 27-MHz-CB-Band, im UKW-Band und in den Bändern des Autotelefon. Auch beim Heimempfang kann dieser Empfangsfall

vorliegen, wenn die eingebaute Antenne des Radios verwendet wird. Ein schlechter Empfang an bestimmten Stellen im Zimmer bzw. bei einer bestimmten Ausrichtung der Empfangsantenne muß nicht durch die Richtcharakteristik der Antenne bedingt sein, sondern kann auch durch ein Feldstärkeminimum an diesem Empfangsort verursacht werden. Die in den Minima auftretenden Störungen des Empfängers können je nach Modulationsart verschiedenste Ursachen haben, von denen nur einige hier herausgegriffen werden:

- die Antennenspannung sinkt unter die Rauschwelle des Empfängers;
- der FM-Demodulator begrenzt nicht mehr;
- ein entfernter Gleichkanalsender, der an diesem Ort nicht gerade auch ein Minimum hat, wird hörbar;
- ein Nachbarkanalsender wird von der AFC eingefangen;
- eine auftretende Amplitudenmodulation wird nicht mehr ausreichend unterdrückt;
- Laufzeitverzerrungen wirken sich besonders in den Minima aus; größere Laufzeitunterschiede spielen in der Stadt wegen der geringen Umweglänge im allgemeinen eine untergeordnete Rolle.

Da die Störungen eng mit der Feldstärke bzw. der sich am Antennenfußpunkt einstellenden Antennenspannung verknüpft sind, wird hier stellvertretend die Antennenspannung zur Beschreibung des Feldes verwendet. Umfangreiche Messungen des ortsabhängigen Empfangs [1, 2] zeigten, daß ein solches Streufeld in bebauten Gebieten die Regel ist, sogar

¹ Dr.-Ing. Lothar Tschimpke ist Systemingenieur bei Rohde & Schwarz, München.

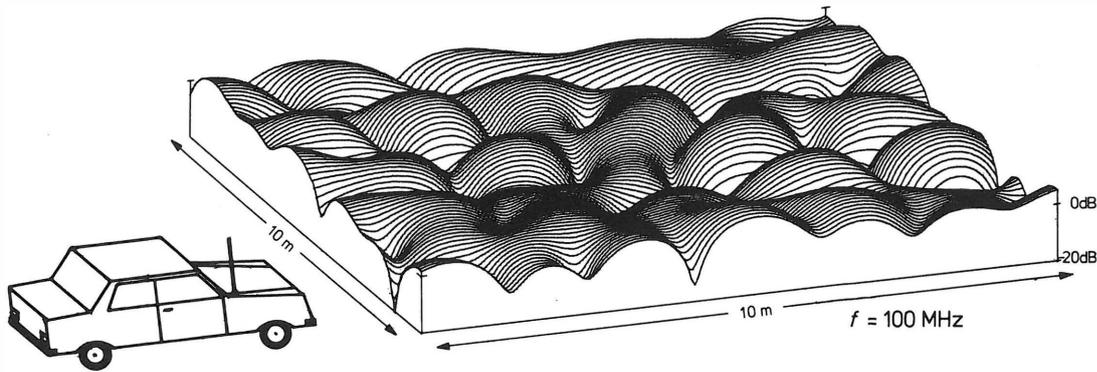


Bild 1

Modell eines Empfangsfeldes in bebautem Gebiet bei $f = 100 \text{ MHz}$

wenn vom Empfangsgebiet zum Sender teilweise Sichtverbindung besteht.

Zur eingehenderen Analyse des Streufeldempfangs werden im folgenden mit Hilfe einer Computersimulation ausgewählte Empfangsfälle in einer Form dargestellt, wie sie sich mit realen Messungen nur unter großem Aufwand ermitteln lassen. Ein Vergleich mit realen Messungen anhand der Empfangsstatistiken zeigt die gute Übereinstimmung von gerechneten und gemessenen Streufeldern.

2. Räumliche Feldverteilungen

Zur räumlichen Darstellung von Streufeldern werden in einer Computersimulation viele (hier 20) ebene Wellen mit unterschiedlichen Einfallrichtungen, statistischen Amplituden und Phasen in einem Gebiet der Größe $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ an etwa 10 000 Empfangspunkten überlagert. **Bild 1** zeigt das Modell eines solchen Feldes für eine Frequenz des UKW-Bandes ($f = 100 \text{ MHz}$). Fährt nun ein Auto mit der Empfangsantenne durch dieses Feld, so wird als ortsabhängiger Antennenspannungspegel eine Schnittebene des Feldes in **Bild 1** gemessen. Auch eine Berücksichtigung von Feldverformungen durch die Karosserie ändert dabei nichts an der grundsätzlichen Art der Feldverteilung. Man erkennt den typischen, fast periodischen Verlauf mit minimalen Abständen zweier Minima von $\lambda_0/2 (= 1,5 \text{ m})$ und Pegelschwankungen mit typisch 20 dB, wie sie auch bei realen Meßfahrten ermittelt werden [1, 2]. Dabei können auch Zonen mit geringen Schwankungen auftreten (**Bild 1** rechts

oben). Die hier durchgeführte Betrachtung für Vertikalpolarisation stellt dabei keine Einschränkung dar, wie reale Vergleichsmessungen mit anderen Antennen und anderer Polarisation zeigen (siehe Abschnitt 4.).

Bei anderen Frequenzen mit daraus folgenden anderen Wellenlängen ergeben sich im gleichen Gebiet Feldverteilungen nach **Bild 2** für $f = 30 \text{ MHz}$ und nach **Bild 3** für $f = 300 \text{ MHz}$. Es stellt sich eine gleichartige Ortsabhängigkeit wie in **Bild 1** ein, nur ändert sich mit der Wellenlänge auch der Abstand der Minima.

Häufig trifft im Empfangsgebiet eine Teilwelle mit wesentlich größerer Amplitude als die der anderen Teilwellen ein, z. B. bei Direkteinfall vom Sender oder bei Sichtverbindung zum Sender. Dieser Fall ist für die Frequenz $f = 100 \text{ MHz}$ (analog zu **Bild 1**) in **Bild 4** dargestellt, beginnend bei starkem Direkteinfall (**Bild 4a**) bis hin zu einem Empfangsfall, bei dem die gestreuten Wellen gleich stark sind (**Bild 4d**). Das Verhältnis Effektivwert $U_{D, \text{eff}}$ der direkt einfallenden Welle zum Effektivwert $U_{\text{Streu, eff}}$ der gestreuten Teilwellen gibt dabei die relative Intensität des Direkteinfalls an. Der Empfangsfall ohne Streuungen ist nicht dargestellt, da sich hier eine ebene Fläche mit konstantem Pegel 0 dB ergäbe. Man kann in **Bild 4** Zonen geringer und Zonen hoher Welligkeit feststellen, obwohl an jedem Ort die gleiche Leistungsdichte auftritt. Der geringe Unterschied zwischen **Bild 4d** und **Bild 1** zeigt, daß sich nahezu die gleiche Verteilung wie im reinen Streufeld ein-

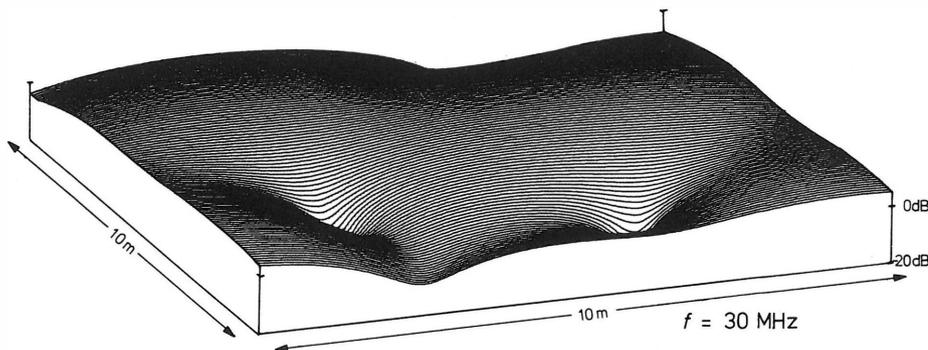


Bild 2

Modell eines Empfangsfeldes in bebautem Gebiet bei $f = 30 \text{ MHz}$

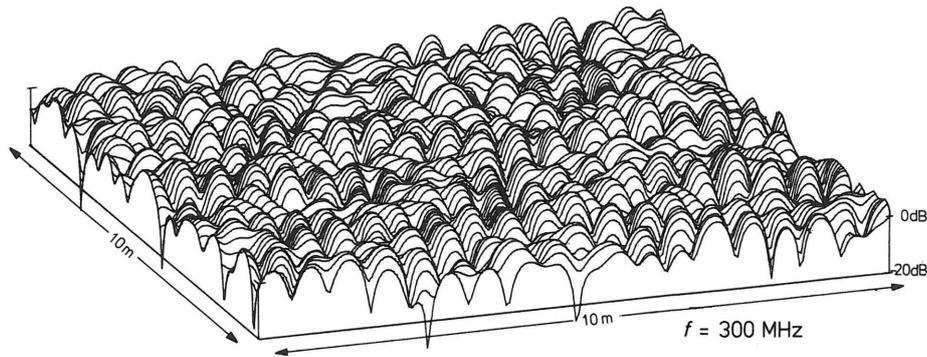


Bild 3

Modell eines Empfangsfeldes in bebautem Gebiet bei $f = 300$ MHz

stellt, wenn der Effektivwert der direkteinfallenden Welle nicht größer als der Effektivwert der gestreuten Teilwellen ist.

Nimmt man statt statistischer gleiche Amplituden aller Teilwellen an oder ersetzt man die ebenen durch radiale Wellen, die von Punktquellen außerhalb der gezeichneten Fläche abgestrahlt werden, so ergibt sich eine gleichartige räumliche Verteilung. Minima und Maxima treten allerdings an anderen Orten auf. Im folgenden Kapitel wird nun die Übereinstimmung dieser gerechneten Felder mit realen Messungen überprüft.

3. Empfangsstatistiken aus Empfangsmodellen

Solche scheinbar regellosen Ortsverteilungen sind nur statistisch meßbar. Aus der Literatur ist bekannt, daß sich die Amplitudenverteilung in Streufeldern mit der Rayleigh-Verteilung beschreiben läßt. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion (= Unterschreitungswahrscheinlichkeit), die angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Antennenspannungsamplitude U kleiner gleich einer Mindestempfangsspannung U_{\min} ist, lautet dann [1, 4, 5]

$$P(U_{\min}) = P(U \leq U_{\min}) = 1 - \exp(-U_{\min}^2/S) \quad (1)$$

für $U \geq 0, U_{\min} \geq 0$.

S ist dabei der quadratische Mittelwert der Amplituden U und ergibt sich aus dem meßtechnisch wichtigen Medianwert U_m durch die Beziehung

$$S = \bar{U}^2 \approx (1,2 \cdot U_m)^2 \quad (2)$$

Die Empfangsstatistiken werden im Rayleigh-Wahrscheinlichkeitsdiagramm verglichen (Bild 5). Alle Kurven sind auf den Medianwert (0 dB) normiert. Das Wahrscheinlichkeitsdiagramm ist so verzerrt, daß die Rayleigh-Verteilung über dem Mindestempfangspegel aufgetragen darin eine schräge Gerade ergibt (Kurve 1). Im Falle eines ungestörten Feldes würde im ganzen Gebiet nur ein Amplitudenwert auftreten, so daß sich im Diagramm eine senkrechte Gerade durch 0 dB ergäbe (Kurve 2). Aus den 10 000 berechneten Empfangspunkten von Bild 1 folgt die Verteilung nach Kurve 3. Eine analoge Verteilung ergäbe sich auch nach Bild 2, nur ist das hier dargestellte Gebiet, dem die Stichproben entnommen werden, mit einer Seitenlänge gleich λ_0 zu klein. Auch eine nach Bild 3 ermittelte Verteilung hat einen

gleichartigen Verlauf wie Kurve 3 zur Folge, der sich nur wegen des endlichen Stichprobenumfangs etwas unterscheidet. Das gerechnete Modell weist dabei eine gute Übereinstimmung mit der Rayleigh-Verteilung nach (1) auf.

Die übrigen Kurven verdeutlichen den Einfluß des Direkteinfalls auf die Empfangsstatistik. Kurve 4 gibt den Fall starken Direkteinfalls nach Bild 4a wieder, bei dem die gestreuten Wellen noch geringen Einfluß auf die Ortsverteilung haben, die Amplituden also geringe Schwankungen aufweisen. Dies äußert sich im Wahrscheinlichkeitsdiagramm durch einen steilen Verlauf nahe dem des ungestörten Empfangs. Die zunehmende Intensität der gestreuten Teilwellen gegenüber der direkteinfallenden Welle, wie sie von Bild 4a bis 4d dargestellt ist, äußert sich in Bild 5 durch eine zunehmende Neigung der Kurven (Kurven 4 bis 7) vom ungestörten Empfang in Richtung der Rayleigh-Verteilung. Wenn der Effektivwert der gestreuten Teilwellen gleiche Größenordnung wie der Effektivwert der direkteinfallenden Welle hat (Bild 4d), so unterscheidet sich die Wahrscheinlichkeitsfunktion (Kurve 7 in Bild 5) nur wenig vom Fall eines reinen Streufeldes (Kurve 3) und vom theoretischen Verlauf (Kurve 1). Statistische Variationen der Streuwellen bestätigen diesen Zusammenhang.

Im folgenden wird nun gezeigt, daß die gerechneten Empfangsfälle, bei denen die gestreuten Teilwellen überwiegen (Bilder 1, 2, 3 und 4d), gut mit realen Empfangsfeldern übereinstimmen.

4. Gemessene Empfangsstatistiken

In [1, 2] wurde mit Hilfe eines rechnergesteuerten Meßverfahrens und mobiler Messungen an jeweils 5000 bis 20 000 Empfangsorten pro Empfangsfall nachgewiesen, daß in bebauten Gebieten Empfangsstatistiken ähnlich der Rayleigh-Verteilung gemessen werden. Eine Auswahl davon enthält Bild 6. Um die Empfangscharakteristik zu verdeutlichen, sind alle Kurven auf ihren Medianwert normiert eingezeichnet.

Bei Messungen im UKW-Bereich mit der kurzen, vertikalen, aktiven Stabantenne 1 und der bei UKW üblichen, horizontal polarisierten Senderabstrahlung ergab sich die durchgezogene Kurve. Messungen mit gleichen Antennen an den Anbringungsorten 2 und 3 führten zu ähnlichen Kurven und sind hier nicht auf-

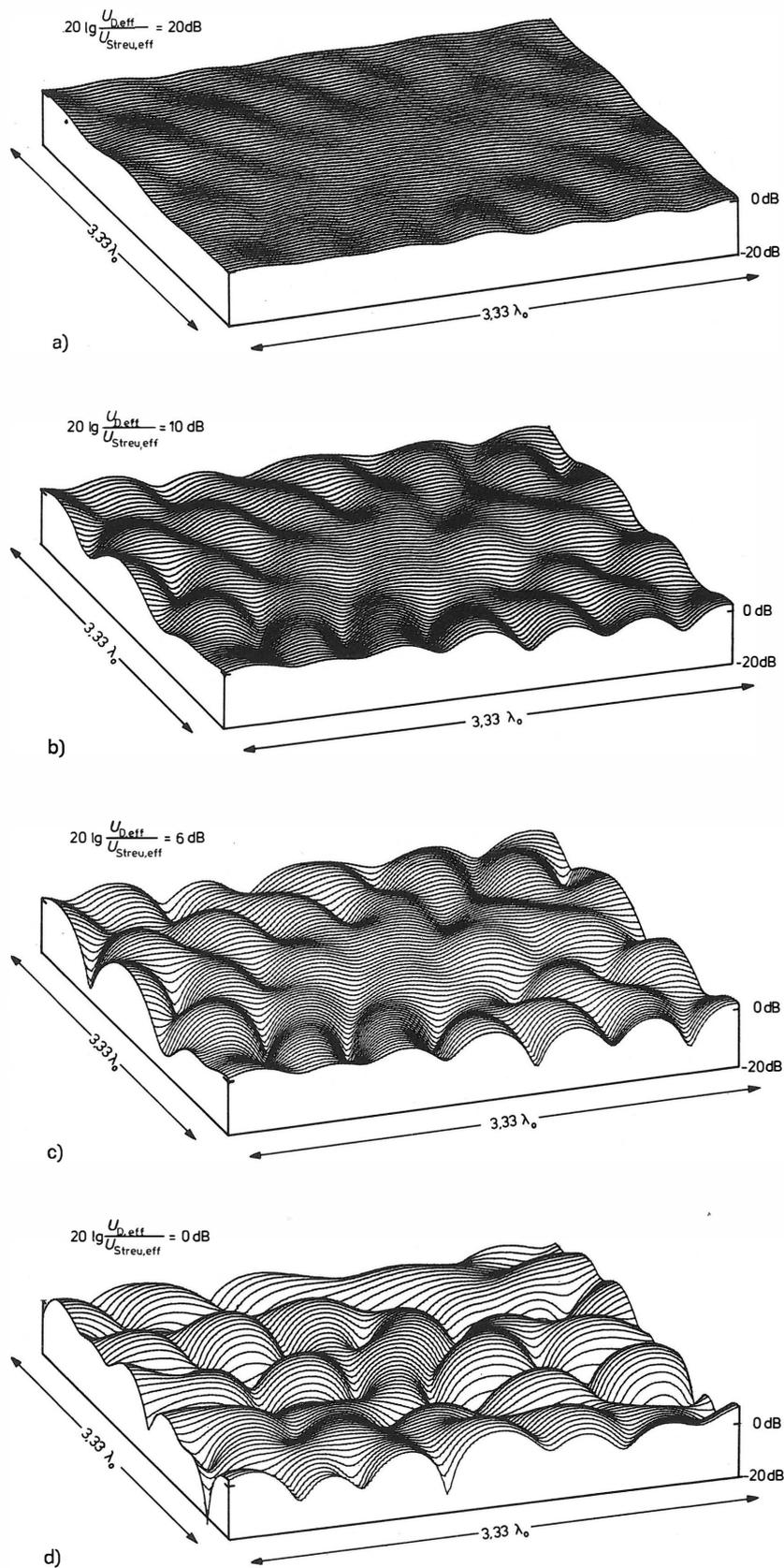


Bild 4

Modell eines Empfangsfeldes in bebautem Gebiet bei unterschiedlichem Anteil der Direkteinstrahlung
($U_{D,eff}$ = Effektivwert der direkteinfallenden Welle, $U_{Streu,eff}$ = Effektivwert aller gestreuten Teilwellen)

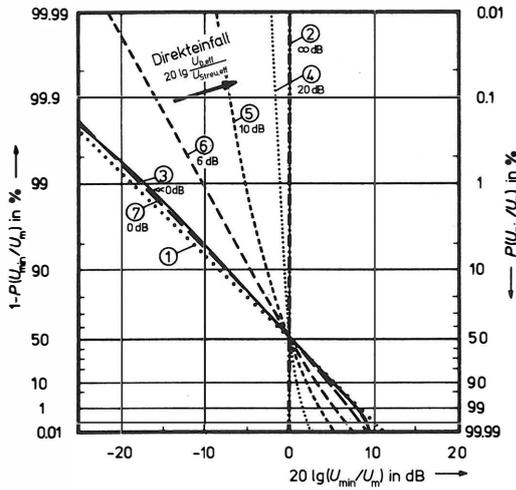


Bild 5

Wahrscheinlichkeitsfunktion aus Modellen von Empfangsfeldern

- Kurve 1: Rayleigh-Verteilung
- Kurve 2: ungestörter Empfang
- Kurve 3: reines Streufeld nach Bild 1
- Kurve 4: starker Direkteinfall nach Bild 4a
- Kurve 5: Direkteinfall nach Bild 4b
- Kurve 6: Direkteinfall nach Bild 4c
- Kurve 7: vernachlässigbarer Direkteinfall nach Bild 4d

geführt. Ein ähnliches Ergebnis lieferte die aktive, horizontale Scheibenantenne. Aus der Gleichartigkeit der Kurven folgt, daß im Streufeld eines bebauten Gebiets der Einfluß unterschiedlicher Richtcharakteristik der Antennen verschwindet (siehe [3]) und sich eine Rayleigh-Verteilung einstellt. Weitere Messungen im UKW-Bereich [1] zeigen, daß sich auch bei Zirkularpolarisation nichts am grundsätzlichen Verhalten der Empfangsstatistik ändert; nach wie vor treten die gleichen ortsabhängigen Feldstärkeschwankungen auf.

Mit einem umfangreichen Meßprogramm im Raum Neubiberg bei München wurde weiterhin geprüft, ob ein Streufeld, wie in den Bildern 1 bis 3 berechnet, im ganzen untersuchten Frequenzbereich 30 bis 300 MHz vorkommt. Bei vertikal polarisierter Sendeanenne und 39 verschiedenen Sendefrequenzen zwischen 30 MHz und 300 MHz wurden dazu Messfahrten im gleichen bebauten Gebiet durchgeführt. Für jede der Antennen 1, 2 und 3 ergab sich dabei eine Empfangsstatistik aus jeweils etwa 5000 Empfangspunkten pro Frequenz ähnlich den bei UKW und Horizontal- bzw. Zirkularpolarisation ermittelten Kurven in Bild 6, also 3 x 39 Kurven aus insgesamt $3 \times 39 \times 5000 \approx 600\,000$ Einzelmessungen. Sämtliche 117 Kurven liegen innerhalb des punktierten Bereichs und streuen um den theoretischen Verlauf der Rayleigh-Verteilung; deutliche Unterschiede zwischen den tiefen und den hohen Frequenzen waren nicht erkennbar. Die Rayleigh-Verteilung bietet also im ganzen untersuchten Frequenzbereich eine gute

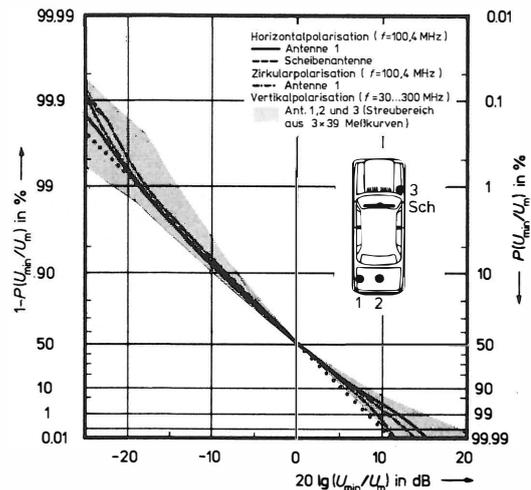


Bild 6

Wahrscheinlichkeitsfunktion aus Messungen von Empfangsfeldern in bebauten Gebieten bei verschiedenen Polarisationsarten

analytische Darstellungsmöglichkeit der Empfangsstatistik in bebautem Gebiet.

Alle Messungen wiesen Ortsabhängigkeiten wie in den Bildern 1 bis 3 mit kleinstmöglichen Abständen von $\lambda_0/2$ zwischen benachbarten Minima auf. Ebenso gab es lokale Passagen mit geringen Amplitudenänderungen wie in den berechneten Verteilungen.

5. Folgerungen

Die Empfangsstatistik aus simulierten Streufeldern ergibt ebenso wie reale Messungen nahezu eine Rayleigh-Verteilung, wenn der Direkteinfall gering ist. Einflüsse durch Art und Form der Antenne wie durch Polarisation sind gering. Das Auftreten lokaler Maxima und Minima ähnlich Bild 1 ist damit eine Eigenart dieses Feldes. Die räumlichen Darstellungen der berechneten ortsabhängigen Feldstärken bzw. Antennenspannungen in den Bildern 1 bis 4 stellen eine wirklichkeitsnahe Veranschaulichung von Feldern in bebauten Gebieten dar.

Der Verfasser dankt Prof. Dr.-Ing. G. Flachenecker, Institut für Hochfrequenztechnik der Hochschule der Bundeswehr München, für die Unterstützung dieser Untersuchungen und für wertvolle Diskussionen der Ergebnisse.

SCHRIFTTUM

- [1] Tschimpke, L.: Mobiler UKW-Empfang in bebautem Gebiet und Empfangsverbesserung durch Diversity. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 16 bis 20.
- [2] Tschimpke, L.: Raumdiversity beim mobilen Empfang von Meterwellen in bebauten Gebieten. Dissertation. Hochschule der Bundeswehr München, 1980/81.
- [3] Lindenmeier, H.; Meinke, H. H.: UKW-Rundfunkempfang im Auto — Wahl der Antenne und des Montageortes. Funkschau 49 (1977), S. 714 bis 718.
- [4] Young, W. R.: Comparison of mobile radio transmission at 150, 450, 900 and 3700 mc. The Bell System Tech. J. 31 (1952), S. 1068 bis 1085.
- [5] Gans, M. J.: A power-spectral theory of propagation in the mobile-radio environment. IEEE Trans. on Vehicular Tech. 21 (1972), S. 27 bis 38.

BEITRÄGE ZUM MODERNEN RUNDFUNKEMPFANG¹

VON WIDO KUMM²

Manuskript eingegangen am 7. September 1983

Satellitenrundfunk

Zusammenfassung

Im Fachgebiet Nachrichtentechnik der Universität Paderborn arbeiten zwei Forschungsgruppen an Themen, die möglicherweise die Technik des Rundfunkempfangs beeinflussen werden. Es sind dies der Entwurf von Antennen, Verstärkern und Mischern zum Empfang von Satellitenrundfunk und Anwendungen der digitalen Signalverarbeitung im Zwischenfrequenzteil des UKW-Empfängers. Über diese Arbeiten soll in einer kurzen Übersicht berichtet werden.

Summary Contributions to modern broadcast reception

Two specialist groups on telecommunications in the University of Paderborn are researching subjects that may possibly influence the technology of broadcast reception. Those subjects are the design of antennas, amplifiers and mixers for the direct reception of satellite broadcasting and the application of digital signal processing in the intermediate-frequency stages of VHF receivers. A report on that work is given in this brief review.

Sommaire Contributions à l'étude des récepteurs de radiodiffusion modernes

Deux groupes de spécialistes en télécommunications de l'université de Paderborn se consacrent à l'étude de questions susceptibles d'influencer les techniques de réception en radiodiffusion. Ces questions concernent la conception des antennes, des amplificateurs et des mélangeurs pour la diffusion directe par satellite, ainsi que l'application des techniques numériques dans les étages FI des récepteurs B.m. L'article rend brièvement compte de ces travaux.

1. Satellitenrundfunkempfang

Wir rechnen damit, daß 1985 der Fernsehsatellit TV-Sat seinen Versuchsbetrieb aufnehmen wird. Seine Position wird 36 000 km über dem Äquator bei 19° westlicher Länge sein. Wie in der „World Administration Radio Conference“ von 1977 festgelegt, sind im Frequenzbereich von 11,7 bis 12,56 GHz für die Bundesrepublik Deutschland 5 Kanäle vorgesehen, die nach einem Frequenzpolarisations-Multiplexverfahren zusammen mit anderen Kanälen ausgestrahlt werden. Die verhältnismäßig hohe Sendeleistung von 260 W führt zu einer annehmbaren Leistungsflußdichte auf der Erdoberfläche des Versorgungsgebietes von mindestens -103 dBW/m^2 . **Bild 1** zeigt die „Versorgungsellipse“ für die Bundesrepublik und Teile der Ellipsen für die Nachbarstaaten. Läßt man bei gleicher Sendeleistung auch geringere Leistungsflußdichten auf der Erdoberfläche zu, so ist ein Empfang auch über die Ländergrenzen hinaus noch möglich, so z. B. von bundesdeutschen Sendungen in Mittelschweden mit etwa -115 dBW/m^2 .

Die bekanntgewordenen Empfangskonzepte, die von einer zweistufigen Frequenzumsetzung aus 12 GHz über rund 1,5 GHz in den UHF-Bereich heutiger Fernsehagenteknik ausgehen (**Bild 2**), sehen Parabolspiegelantennen mit einem Durchmesser von 90 cm und einfache passive Diodenmischer vor (**Bild 3**).

Neben der Ausstrahlung von Fernsehsignalen, die hier nicht interessieren soll, ist auch die Ausstrahlung von Rundfunksendungen vorgesehen. 16 Rundfunkkanäle passen dabei in einen 27 MHz breiten

TV-Kanal. Vorgesehen ist ein digitales 4-Phasen-PSK-Verfahren mit 14 Bit linearer Quantisierung. Noch nicht endgültig festgelegt, aber doch wohl grundsätzlich unumstritten ist die Mitübertragung von Zusatzinformationen in einer dem Videotextsystem vergleichbaren Art. Je breiter und dezentraler deswegen die Empfangseinrichtungen – auch in Schiffen, Flugzeugen und im Auto – sein müssen, desto weniger kommen Parabolspiegel mit Durchmessern von 90 cm in Frage, schon gar nicht, wenn

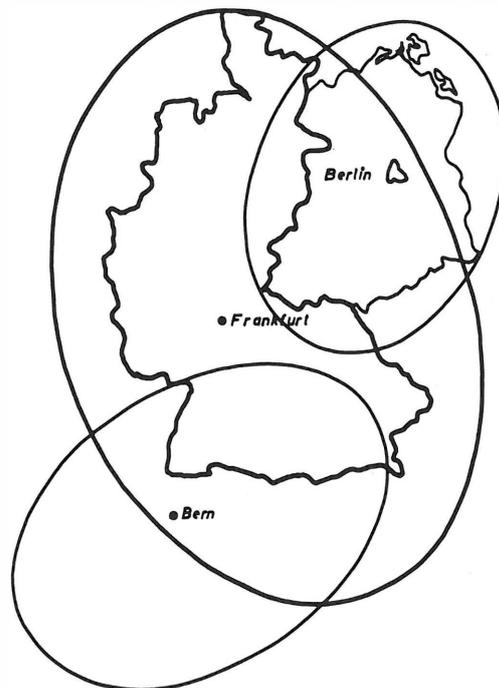


Bild 1
Kurven konstanter Leistungsflußdichte
(-103 dBW/m^2)

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

² Prof. Dr.-Ing. Wido Kumm ist Lehrstuhlinhaber im Fachgebiet Nachrichtentechnik an der Universität Paderborn.

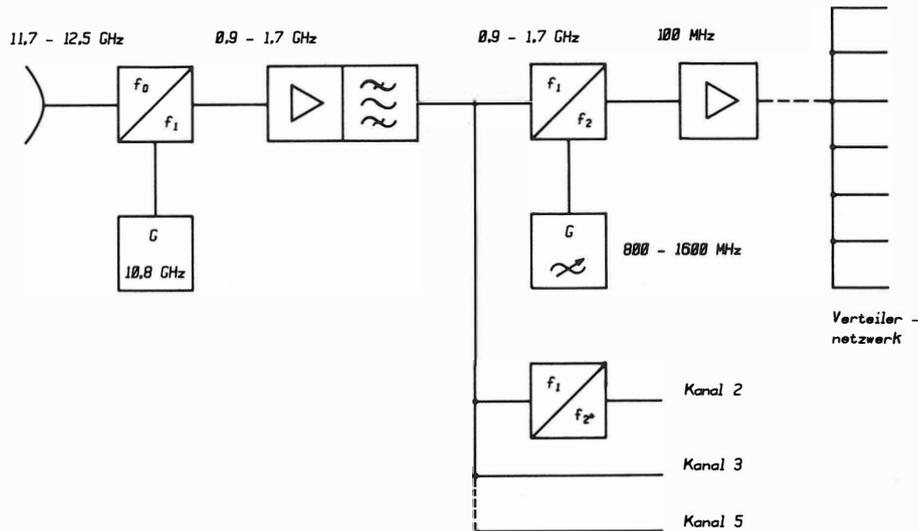


Bild 2
Empfangskonfiguration
(schematisch)

die Notwendigkeit der schnellen Nachsteuerung der Richtkeule besteht.

Wir versuchen deshalb, mit Parabolspiegeln erheblich kleineren Durchmessers (45 cm) oder mit planaren Antennen vergleichbaren Flächenbedarfs auszukommen. Wenn dies wirtschaftlich vertretbar gelingt, wäre es gerade bei dezentralen stationären Empfangsanlagen ein bedeutsamer Vorteil. Dafür müssen an Mischer und Verstärker höhere Anforderungen gestellt werden, wie ein Vergleich von **Bild 4** mit **Bild 3** zeigt. Die Entwicklung solcher aktiver Funktionsteile mit reproduzierbaren Eigenschaften und im Hinblick auf eine wünschenswerte Massenfertigung ist bei Frequenzen um 12 GHz nicht ganz einfach. Als Beispiel zeigt **Bild 5** das Layout eines Vorverstärkers für den Frequenzbereich 11,7 bis 12,5 GHz, der in Paderborn in Streifenleitungstechnik entwickelt wurde.

Ebenfalls in Streifenleitungstechnik geschieht die Entwicklung von Planarantennen für universelle Anwendungen. **Bild 6** verdeutlicht, daß die Grundform (Quadrat oder Kreis) zwar sehr einfach ist, aber auch bezüglich ihrer Richteigenschaft nicht befriedigt. Wir betrachten daher diese Arbeiten als Einzelschritte auf dem Weg zu einer Empfangsanlage nach **Bild 7** mit aktivem Mischer und einer Antenne, die aus einer planaren Struktur besteht. Die

Ausrichtung auf den Satelliten wird elektronisch über Phasenschieber-Netzwerke durch geeignete, auf Mikroprozessoren implantierbare Algorithmen vorgenommen werden und soll in der endgültigen Version selbsttätig geschehen (adaptive Phased-Array-Antenne).

Wahrscheinlich wird eine brauchbare Planarantenne ein Array von mindestens 6 x 6 Elementen sein. Messungen ihrer Eigenschaften können wir in einem Antennenmeßraum unseres Fachgebiets durchführen. **Bild 8** zeigt als Zwischenstufe ein 1 x 4-Planarantennen-Array. Neben der Gewinnung allgemeiner Erfahrungen auf diesem verhältnismäßig hohen Frequenzgebiet – auch für die akademische Lehre – hoffen wir bei Erfolg, daß mit planaren Antennen statt Parabolspiegeln dem Bild unserer Städte und Dörfer gedient werden kann. Zu gegebener Zeit wird aus dem Fachgebiet berichtet werden.

2. Digitale Signalverarbeitung im ZF-Teil des UKW-Empfängers

Der Ersatz analoger durch digitale Systeme bringt auch im Bereich der Verarbeitung von Tonsignalen Vorteile. So sind die Reproduzierbarkeit (Vermeidung von Abgleichvorgängen und Drifterscheinungen) oder die Möglichkeit zur Steuerung der Systemparameter (z. B. Änderung der Bandbreite in Ab-

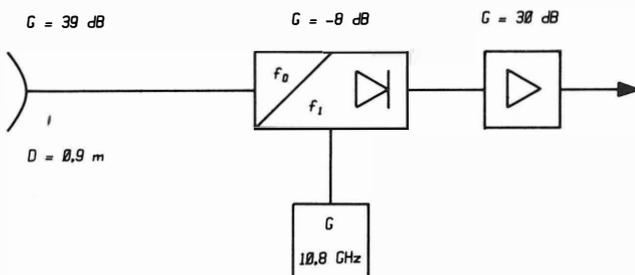


Bild 3

1. Mischung mit Parabolspiegelantenne (90 cm ϕ)

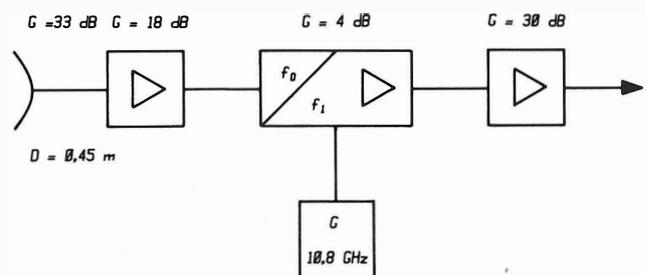


Bild 4

1. Mischung mit Parabolspiegelantenne (45 cm ϕ)

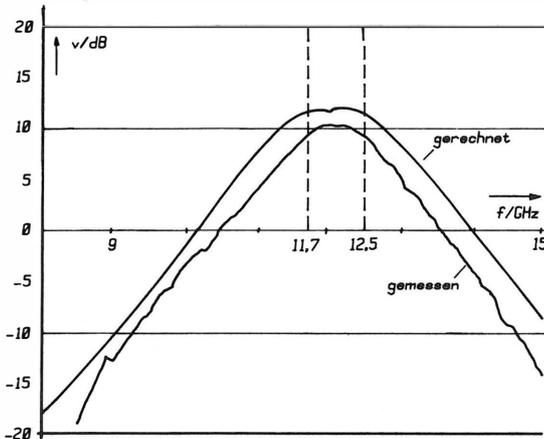
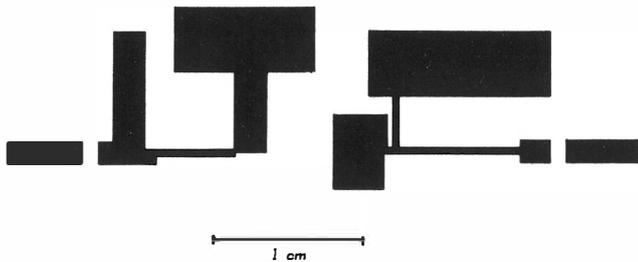


Bild 5

Layout und Übertragungsverhalten
eines einstufigen 12-GHz-Vorverstärkers

hängigkeit vom Signal/Rauschverhältnis) zu nennen. Auch der Entwurf streng linearphasiger ZF-Filter ist möglich und läßt geringste Klirrfaktoren und gute Stereokanaltrennung zu. Arbeiten zu diesem Komplex werden in Paderborn durchgeführt. Sie sind gekennzeichnet durch eine sinnvolle Kombination systemtheoretischer Überlegungen mit ergänzender Simulation am Digitalrechner und der Erprobung anhand eines praktischen Schaltungsaufbaus. Der zweite Teil dieses Aufsatzes beschäftigt sich exemplarisch mit einer von Kammeyer [2] beschriebenen Demodulationsmethode, die sich u. a. als recht „digitalisierungsfreundlich“ herausgestellt hat. Anhand von Bild 9 läßt sich folgendes zeigen:

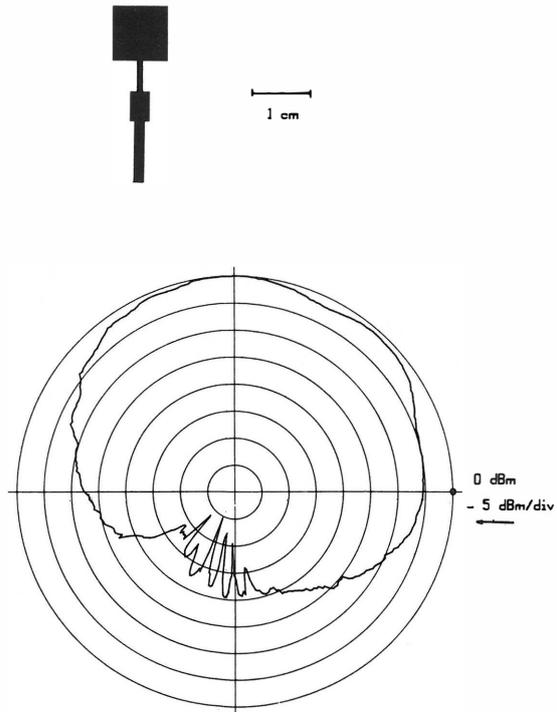


Bild 6

Einzelantennenelement und Richtcharakteristik [1]

Am Ausgang eines Bandpasses der Mittenfrequenz f_{ZF} und der Bandbreite 2 MHz erscheint das frequenzmodulierte Signal

$$g(t) = \cos \left[2\pi f_{ZF} \cdot t + \Delta\Omega \int_{-\infty}^t v(\tau) d\tau \right]$$

mit $\Delta\Omega \hat{=} \text{Frequenzhub}$.

Tasten wir dieses Signal genügend oft ($f_A \geq 2 \text{ MHz}$) und geschickt ab ($f_A = f_{ZF}/n$), so fällt z. B. für

$$f_A = \frac{10,7 \text{ MHz}}{5} = 2,14 \text{ MHz}$$

der erste Term im Klammerausdruck weg und wir erhalten

$$g(kT) = \cos \left[\Delta\Omega \int_{-\infty}^{kT} v(\tau) d\tau \right]; T = 1/f_A$$

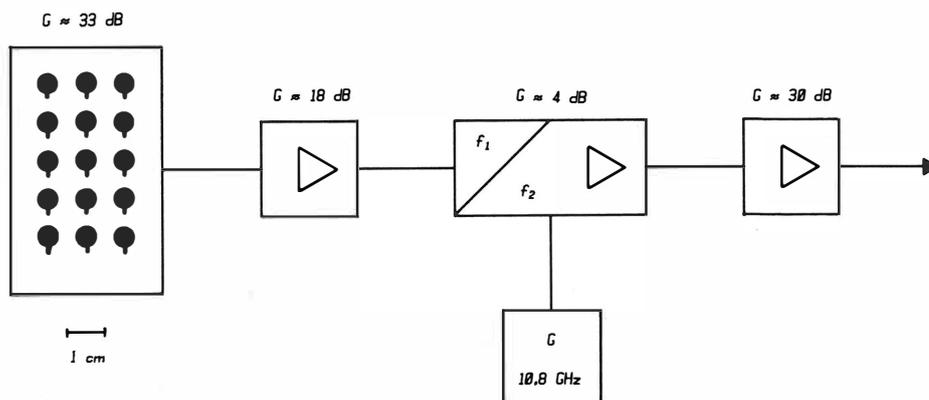


Bild 7

1. Mischung mit Planarantennen-Array (Vorschlag)

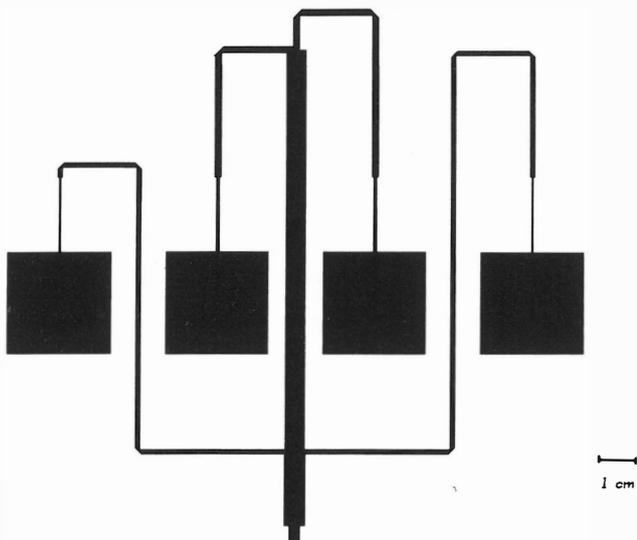


Bild 8

Layout eines 1 x 4-Planarantennen-Arrays

Tasten wir $g(t)$ zusätzlich in gleichen Zeitintervallen T , aber um ein viertel Intervall $t_0 (= 117 \mu s)$ versetzt ab, so erhalten wir die Folge

$$\hat{g}_1(kT) = \sin \left[\Delta \Omega \int_{-\infty}^{kT-t_0} v(\tau) d\tau \right]$$

Der Zeitfehler t_0 zwischen $g(kT)$ und $\hat{g}_1(kT)$ wird durch lineare Interpolation für praktische Fälle genügend reduziert. Statt mit $g(t)$ arbeiten wir nachfolgend mit

$$g_1(kT) = \frac{3}{4} g(kT) + \frac{1}{4} g((k-1)T) \approx \cos \left[\Delta \Omega \int_{-\infty}^{kT-t_0} v(\tau) d\tau \right]$$

Die Tiefpässe TP1 und TP2 filtern bei einer Bandbreite von etwa 150 kHz den Nutzsender aus dem Sendergemisch heraus. Die zweite Abtastung wird mit einem Viertel der Abtastfrequenz $\frac{1}{T}$, also $\frac{1}{4T} = 535 \text{ kHz}$ durchgeführt. Dies läßt sich leicht realisieren und erfüllt die Abtastbedingung ($\geq 2 \cdot 150 \text{ kHz}$).

Die eigentliche Demodulationsschaltung benutzt zwei Eintakt-Verzögerer, zwei Multiplizierer und einen Addierer. Zusammen bewirken sie nach Bild 9 das Zwischenergebnis

$$x(kT_1) = g_3(kT_1) - \hat{g}_3(kT_1) = \sin \left[\Delta \Omega \int_{(k-1)T_1}^{kT_1} v(\tau) d\tau \right]$$

Aus $x(kT_1)$ ist durch einfache arcsin-Bildung das Argument zu ermitteln. Mit der Näherung

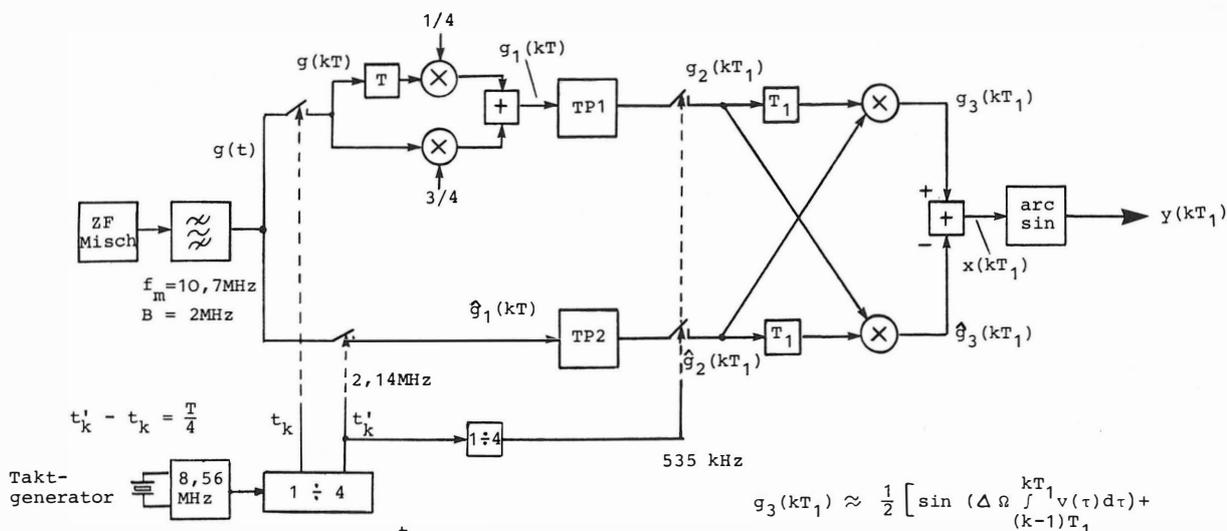
$$\int_{(k-1)T_1}^{kT_1} v(\tau) d\tau \approx v(kT_1) \cdot T_1$$

die sich bei genauerer Betrachtung als schwache und kompensierbare Tiefpaßwirkung erweist, ergibt sich schließlich am Ausgang des arcsin-Bildners das getaktete niederfrequente Nutzsignal

$$y(kT_1) \approx \Delta \Omega \cdot T_1 \cdot v(kT_1)$$

das entweder digital oder nach entsprechender D/A-Umsetzung in gewohnter Weise analog weiterverarbeitet werden kann.

Natürlich läßt sich dieser Algorithmus gut digital realisieren. Die Umsetzung $g(t) \rightarrow g_1(kT)$ und $g(t) \rightarrow \hat{g}_1(kT)$ geschieht mit Hilfe eines käuflichen Analog-Digital-Umsetzers mit 9 Bit Wortlänge. Er arbeitet mit vierfacher Geschwindigkeit ($f_A = 8,56 \text{ MHz}$)



$$g_3(kT_1) \approx \frac{1}{2} \left[\sin \left(\Delta \Omega \int_{(k-1)T_1}^{kT_1} v(\tau) d\tau \right) + \sin \left(2 \Delta \Omega \int_{(k-1)T_1}^{(k-1)T_1} v(\tau) d\tau + \Delta \Omega \int_{(k-1)T_1}^{kT_1} v(\tau) d\tau \right) \right]$$

$$g(t) = \cos \left[2\pi f_{ZF} \cdot t + \Delta \Omega \int_{-\infty}^t v(\tau) d\tau \right]$$

$$g(kT) = \cos \left[\Delta \Omega \int_{-\infty}^{kT} v(\tau) d\tau \right]; T = 1/f_A$$

$$g_1(kT) = \frac{3}{4} g(kT) + \frac{1}{4} g((k-1)T) \approx \cos \left[\Delta \Omega \int_{-\infty}^{kT-t_0} v(\tau) d\tau \right]$$

$$x(kT_1) = g_3(kT_1) - \hat{g}_3(kT_1) = \sin \left[\Delta \Omega \int_{(k-1)T_1}^{kT_1} v(\tau) d\tau \right]$$

Bild 9

Zum digitalen FM-Demodulationsalgorithmus [2]

und gibt seine Ergebnisse jeweils taktversetzt an den oberen und unteren Zweig (siehe **Bild 9**).

Die Tiefpässe TP1 und TP2 sind als nichtrekursive digitale Filter vom Filtergrad $n = 38$ mit handelsüblichen TTL-Bausteinen ausgeführt. Auch die Realisierung der eigentlichen Demodulation mit zwei eintaktigen Verzögerern (T_1), zwei Multiplizierern und einem Subtrahierer wurde digital realisiert. Die Bildung des \arcsin schließlich geschieht durch ein spezielles PROM.

Insgesamt besteht das in Paderborn aufgebaute Versuchssystem aus sieben Europakarten mit einer Leistungsaufnahme von fast 30 Watt. Selbstverständlich ist dieser Aufwand zu hoch. Andererseits lehrt die Erfahrung, daß bei entsprechenden Stück-

zahlen die Herstellung von hochintegrierten Schaltungen möglich wird, die in Größe und Leistungsaufnahme diskutable Werte aufweisen. Natürlich wäre dann auch ein großer Teil des anschließenden NF-Prozessors (Klangregelung, Verkehrsfunk usw.) vernünftigerweise digital zu realisieren und mit zu integrieren.

Ich danke Dr.-Ing. Kammeyer und Dr.-Ing. Mielke für Hinweise und Anregungen.

SCHRIFTTUM

- [1] R ü m m e l, H.-J.: Entwicklung und meßtechnische Optimierung von Mikrostrip-Antennenstrukturen. Diplomarbeit 3/82. Fachgebiet Nachrichtentechnik, Universität Paderborn.
- [2] K a m m e y e r, K. D.: Ein Verfahren zur digitalen Demodulation frequenzmodulierter Signale. AEU 36 (1982), S. 292 bis 298.

DIE TECHNISCHEN PRÄSENTATIONEN DER DEUTSCHEN RUNDFUNKANSTALTEN
AUF DER INTERNATIONALEN FUNKAUSSTELLUNG

BERLIN, 2. BIS 11. SEPTEMBER 1983

60 JAHRE HÖRFUNK IN DEUTSCHLAND

60 Jahre Hörfunk in Deutschland, ein Jubiläum, das einer der zentralen Punkte der Internationalen Funkausstellung 1983 unter dem nur drei Jahre jüngeren Funkturm in Berlin war. Sicherlich ist dies ein Anlaß, sich einmal die wesentlichen Etappen des deutschen Hörfunks vor Augen zu führen.

Als am 29. Oktober 1923 um 20.00 Uhr im Berliner Vox-Haus auf der Welle 400 der offizielle Hör-Rundfunk begann, ahnte wohl kaum einer, welche stürmische Entwicklung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten folgte. Das Programm der ersten Stunde wurde über einen einstufigen Sender des Telegraphentechnischen Reichsamts mit einer Trägerleistung von 250 W auf der Frequenz $750 \text{ kHz} \pm 400 \text{ m}$ Wellenlänge ausgestrahlt, nachdem bereits in den Vorjahren, beginnend 1920, von der Deutschen Reichspost in Königs Wusterhausen im Langwellenbereich Versuchssendungen für einen Unterhaltungsrundfunk durchgeführt wurden.

In den Folgejahren setzte sowohl auf der Studio- als auch auf der Sendeseite eine extensive Entwicklung ein. Um eine Koordination des neuen Mediums zu erreichen, wurde am 15. Mai 1925 als Dachorganisation die „Reichs-Rundfunk-Gesellschaft“ von den mittlerweile in Deutschland etablierten 10 Rundfunkgesellschaften gegründet, die zwischen 1923 und 1926 ihren Betrieb in Berlin, Leipzig, München, Frankfurt, Hamburg, Stuttgart, Breslau, Königsberg und Köln aufnahmen.

Parallel zur Entwicklung des Hörfunks in den Mittel- und Langwellenbereichen nutzten schon frühzeitig kommerzielle Funkstationen die physikalischen Voraussetzungen für die Übertragung von Signalen über große Entfernungen im Kurzwellenbereich aus, nachdem in den Anfangszeiten Kurzwellenamateure diese Möglichkeiten erkannt und mit zahlreichen Funkverbindungen Erfahrungen gesammelt hatten. Die Deutsche Reichspost begann am 1. September 1926 mit einem 150-W-Sender mit der Übernahme der „Berliner Funkstunde“ ihre Kurzwellenrundfunk-Versuchssendungen. 1928 wurde dann der erste Kurzwellenrundfunksender mit 5 kW Trägerleistung in Auftrag gegeben, der am 26. August 1929 in Zeesen bei Königs Wusterhausen den Betrieb aufnahm.

Die zentrale Steuerung des Rundfunks in den Jahren 1933 bis 1945, in denen man die eminente politische Bedeutung dieses Mediums erkannte und ausnutzte, brachte einen weiteren, umfangreichen Ausbau der Studio- und Sendeanlagen für den Hörfunk sowohl für die innerdeutsche Programmversorgung als auch für den Auslandsrundfunk mit sich. So waren 1943 insgesamt 32 festinstallierte Lang- und Mittelwellenrundfunksender mit Trägerleistungen zwischen 0,25 kW und 500 kW in Betrieb, während im Kurzwellenbereich 22 Sender mit Trägerleistungen zwischen 50 kW und 120 kW die Hörfunkprogramme ausstrahlten. In den Kriegsjahren wurden diese stationären Anlagen durch mobile Sendeanlagen ergänzt.

In den ersten Nachkriegsjahren war der Hörfunk Schwerpunkt des Wiederaufbaus des deutschen Rundfunks. Im Gegensatz zu den vorausgegangenen Jahren erfolgte dieser Aufbau aber dezentralisiert, d. h. er lag in der Zuständigkeit der einzelnen Länder. Eine sehr be-

deutende Entwicklung der Nachkriegszeit war die Einführung des UKW-Rundfunks im 1. Quartal 1949. Neben der größeren Bandbreite der übertragenen Modulation und der später erst versuchsweisen und dann offiziellen Ausstrahlung von Stereophonieprogrammen versetzten die UKW-Sendungen den Hörer in diesem kaum mit Interferenzen belasteten Bereich in die Lage, die Sendungen des Hörfunks mit hervorragender Qualität zu empfangen.

Nach erneuter Einführung des Fernsehens am 25. Dezember 1952 verteilte sich die Entwicklung und die tägliche Arbeit in den Funkhäusern der Landesrundfunkanstalten auf die Gebiete Hörfunk und Fernsehen. In den letzten Jahren hat sich aber die Tendenz verstärkt, wieder häufiger das „Radio“ einzuschalten, so daß man von einer Renaissance des Hörfunks sprechen kann. Zwei Faktoren stützen diesen Trend. Die sehr gute Qualität der auf dem Markt befindlichen HiFi-Anlagen und die Mobilität des Hörfunkempfangs durch die steigende Zahl von tragbaren Empfängern, die den Hörern im In- und Ausland den Empfang deutscher Stationen ermöglichen.

Eine wichtige Aufgabe und Möglichkeit des Hörfunks war und ist die Unterrichtung der Menschen im Ausland über das politische, kulturelle und wirtschaftliche Leben in Deutschland und die deutsche Auffassung zu wesentlichen Fragen. Zu diesem Zweck wurden mit Gesetz vom 29. November 1960 die Rundfunkanstalten des Bundesrechts („Deutsche Welle“ und „Deutschlandfunk“) gegründet (siehe **Bild 1**). Beide Anstalten strahlen über ihre Sendeanlagen, die in der Bundesrepublik von der

**Bild 1**Die modernen Funkhäuser der Deutschen Welle und
des Deutschlandfunks

Deutschen Bundespost betrieben werden, ihre Hörfunkprogramme in das Ausland aus. Die Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands (ARD) betraute aber bereits vor diesem Zeitpunkt den damaligen NWDR mit der Verbreitung eines Auslandsprogramms über Kurzwelle mit der Bezeichnung „Deutsche Welle“. Offiziell begannen diese Sendungen am 3. Mai 1953, nachdem bereits ein Jahr vorher über die Sendestation Norden/Osterloog regelmäßige Versuchssendungen durchgeführt wurden. Für die Deutsche Welle war dies ein An-

laß, um auf der Internationalen Funkausstellung 1983 im Rahmen einer technisch-wissenschaftlichen Sonder-schau ihre 30jährige Entwicklung, verbunden mit Informationen über die physikalischen Voraussetzungen der Kurzwellenausbreitung, darzustellen und den Besuchern einen Eindruck von ihrem weltweiten Sendernetz mit Relaisstationen in Europa, Afrika, Amerika und zukünftig auch in Asien zu vermitteln.

Hans-Joachim Felbick
Deutsche Welle, Köln

FORTSCHRITTE IN DER KUNSTKOPFSTEREOFONIE

Vor genau zehn Jahren, zur Internationalen Funkausstellung 1973, wurde in Berlin die erste Kunstkopfsendung ausgestrahlt. Seitdem haben die Rundfunkanstalten Informationsveranstaltungen zum Thema „Kunstkopfstereofonie“ regelmäßig während der Funkausstellung durchgeführt.

Obwohl das damals benutzte Kunstkopfsystem – bestehend aus dem Kunstkopf KU 80 (Neumann) und Kopfhörern mit Übertragungsmaß entsprechend DIN 45 500, Teil 10 – noch Mängel besaß, bestand auf der Hörerseite ein lebhaftes Interesse an dieser Technik. Inzwischen ist das System wesentlich verbessert worden. Mit dem neuen Kunstkopf KU 81, der speziell für den Rundfunk entwickelt wurde und den Anstalten seit etwa zwei Jahren zur Verfügung steht, sind bereits verschiedene Musik- und Hörspielaufnahmen entstanden. Ausgewählte Beispiele davon wurden während der diesjährigen Funkausstellung in Saal 4/5 des ICC in Berlin, stündlich wechselnd mit Demonstrationen „Dreidimensionales Fernsehen“, mit großem Erfolg vorgeführt. Dabei sind die Möglichkeiten und Neuigkeiten bezüglich der Wiedergabe von Kunstkopfaufnahmen besonders herausgestellt worden:

1. Wiedergabe mit Lautsprechern

Benutzt der Hörer wie gewohnt seine Stereoanlage und Lautsprecher, so hat er im Vergleich zur üblichen Intensitätsstereofonie keine Nachteile. In vielen Fällen wurde sogar ein natürlicherer Klangeindruck der Kunstkopfaufnahmen festgestellt, bei Musikaufnahmen hinsichtlich Balance, Tiefenstaffelung und Durchsichtigkeit.

2. Wiedergabe mit Kopfhörern

Die Wahl des Kopfhörers ist entscheidend für eine fehlerfreie räumliche Abbildung. Der Kunstkopf KU 81 ist auf Kopfhörer abgestimmt, die allgemein besonders klangneutral und verfärbungsfrei beurteilt werden. Diese hochwertigen Kopfhörer weisen ein sogenanntes „ebenes Diffusfeldübertragungsmaß“ auf. Die zur Messung des Diffusfeldübertragungsmaßes erforderliche physikalische Meßtechnik wurde im Institut für Rundfunktechnik (IRT) in München entwickelt. Sie ist Grundlage des vom IRT eingebrachten Vorschlages zur DIN 45 619, Teil 3 und gilt bei einigen Kopfhörerherstellern und -testern bereits als wichtige Beurteilungsgrundlage. Kopfhörer mit IRT-Diffusfeldentzerrung werden in Kürze im Handel erhältlich sein. Mit ihnen erfolgt die Kopfhörerwiedergabe ohne lineare Verzerrungen – und dies sowohl bei Kunstkopfaufnahmen als auch bei intensitätsstereofonen Aufnahmen.

3. Wiedergabe mit Kopflautsprechern

Eine besondere Attraktion bildete ein neuartiger „Kopflautsprecher“, der Vorteile der Lautsprecher- und der Kopfhörerwiedergabe vereinigt (**Bild 2**). Hochwertige Kleinstlautsprecherboxen werden mittels eines Schulterbügels seitlich vor dem Kopf in Ohrhöhe gehalten. Dadurch bleibt bei Kopfbewegungen in natür-



Bild 2

Schulterbügel mit hochwertigen Kleinstlautsprecherboxen

licher Weise der Hörereignisort (bezogen zum Rumpf des Hörers) unverändert, und im Gegensatz zur Kopfhörerwiedergabe unterstützen Kopfbewegungen deshalb die Vorne-Ortung. Die Vorne-Ortung bei Kunstkopfstereofonie ist mit Kopflautsprecherwiedergabe problemlos. Der Kopflautsprecher vermeidet allgemein das „Klangbild zwischen den Ohren“, wie es bekanntlich bei Kopfhörerwiedergabe von normalem Programmmaterial auftritt. Der Hörer hört mit freien Ohren im Lautsprecherschallfeld, das den Kopf umgibt. Dabei sind lineare Verzerrungen durch den Wiedergaberaum ausgeschlossen. Darüber hinaus kann eine hohe Wiedergabequalität durch Reproduktion des Originalschalldruckpegels erzielt werden, ohne eine Belästigung des Nachbarn befürchten zu müssen.

Günther Theile
Institut für Rundfunktechnik, München

DREIDIMENSIONALES FERNSEHEN

In Saal 4/5 des Internationalen Congress-Centrums zeigte das Institut für Rundfunktechnik im Auftrag der Technischen Kommission ARD/ZDF „Dreidimensionales Fernsehen“, eine Präsentation, die mit 12 000 Besuchern wohl zu den meistbesuchtesten Attraktionen der Funkausstellung gerechnet werden kann. Der für optimale Bildbetrachtung mit nur 140 Sitzplätzen ausgestattete Saal mußte meistens die doppelte Anzahl Zuschauer aufnehmen; viele Interessenten konnten trotzdem nicht eingelassen werden.

Absicht der im Rahmen des technisch-wissenschaftlichen Programms der IFA veranstalteten Präsentation war es, bei dem in den letzten Jahren wieder deutlich zunehmenden Interesse am dreidimensionalen Bild die heute und in näherer Zukunft erkennbaren Möglichkeiten einer fernsehtechnischen Realisierung aufzuzeigen und zu diskutieren. So wurde auf einem Großbildschirm mit 2,10 m Diagonale – anknüpfend an die im vorigen Jahr ausgestrahlten 3D-Sendungen des Norddeutschen Rundfunks in einfacher Rot/Grün-Anaglyphentechnik – eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens demonstriert, die eine – wenn auch eingeschränkte – Farbwiedergabe bietet („Farbanaglyphen“). Für brillenlose Betrachtung wurde ein einfaches sequentielles Verfahren der Columbia-Universität, USA, gezeigt („Wackel-3D“). Als Zwischenlösung zu einem echten 3D-Fernsehen stellte das IRT die „Quasi-Stereoskopie“ vor, ein Verfahren, das bei nur empfängerseitigem Aufwand mit Polarisationsbrillen normale Fernsehsendungen mit einem beeindruckenden 3D-ähnlichen Effekt in voller Schärfe und Farbe wiedergibt.

Höhepunkt der Vorführung waren zwei in Zweikanaltechnik aufgenommene echte 3D-Farbf Fernsehproduktionen; zum einen eine Produktion der Bayerischen Rundfunkwerbung und des IRT in Form eines Abendmagazins mit Regionalbeiträgen, Werbespots und einer 3D-Wetterkarte; zum anderen eine Produktion des Norddeutschen Rundfunks mit Varieté- und Tieraufnahmen. Besonderes Lob erhielt die Qualität der Bildwiedergabe. Zum Teil wurde vermutet, daß es sich um ein Fernsehsystem höherer Auflösung handle. Dieser Eindruck ist nicht allein durch die angestrebte möglichst optimale Vorführung zu erklären, sondern beruht auch auf einer visuellen Bildverbesserung, die allgemein bei 3D-Bildwiedergabe in Polarisationsfilter-Technik beobachtet wird.

Noch einige technische Einzelheiten: Die 3D-Aufnahmen erfolgten mit zwei Hitachi-SK-81- bzw. Video-80-Kameras auf zwei 1-Zoll-BCN-Maschinen. Für die Bearbeitung und die Verkopplung zur Vorführung wurde

das IRT-MOSAIC-System eingesetzt. Zur Projektion wurden zwei Farbf Fernsehprojektoren Barco „Data“ verwendet (siehe **Bild 3**).



Bild 3
Präsentation „Dreidimensionales Fernsehen“
im Internationalen Congress-Centrum (ICC)

Die anfänglichen Bedenken, mit einer derartigen öffentlichen Präsentation Wünsche zu erwecken, die bei der Finanzknappheit der Rundfunkanstalten kaum zu erfüllen sind, wurden durch die Ausstellung überholt: Blaupunkt, Grundig und Philips zeigten u. a. mit dem Slogan „Aufbruch in die 3. Dimension“ ebenfalls 3D-Fernsehen.

Rüdiger Sand
Institut für Rundfunktechnik, München

VIDEOTEXT-PRÄSENTATION

Wie schon bei den vorangegangenen Funkausstellungen war Videotext auch in diesem Jahr vertreten. Der äußere Rahmen der Videotext-Präsentation entsprach seiner augenblicklichen Bedeutung als bescheidener, aber selbstverständlicher Bestandteil unseres Fernsehalltags.

In der Halle 8B war in einer kreisförmigen Grundstruktur eine Reihe von Videotextempfängern aufgestellt, an denen die Besucher den Umgang mit Videotext im wahrsten Sinne „begreifen“ konnten. Quasi in der Mitte der Kreisstruktur stand ein videotexttüchtiger Großbildprojektor. An einem Eingabeterminal, das über MODEMs und eine Postleitung direkt mit dem Videotext-Zentralrechner beim SFB verbunden war, konnte

die Redaktionsarbeit verfolgt werden.

Als echte Videotext-Neuheit demonstrierte der WDR sein Verfahren zur Programmierung von Videorecordern mit Hilfe von Videotext (**Bild 4**). Durch leichte Modifizierung des Videotextdecoders im FS-Empfänger können mit Hilfe einer Mikroprozessorsteuerung die für die Programmierung (nicht die Steuerung) des Videorecorders notwendigen Informationen aus den entsprechenden Videotext-Vorschautafeln übernommen werden. Dieses Verfahren hat auf der Internationalen Funkausstellung großen Anklang gefunden.

Im Rahmen der Sendezeit für „Videotext für alle“ (13.15 bis 13.35 Uhr und 15.40 bis 16.00 Uhr) wurde an

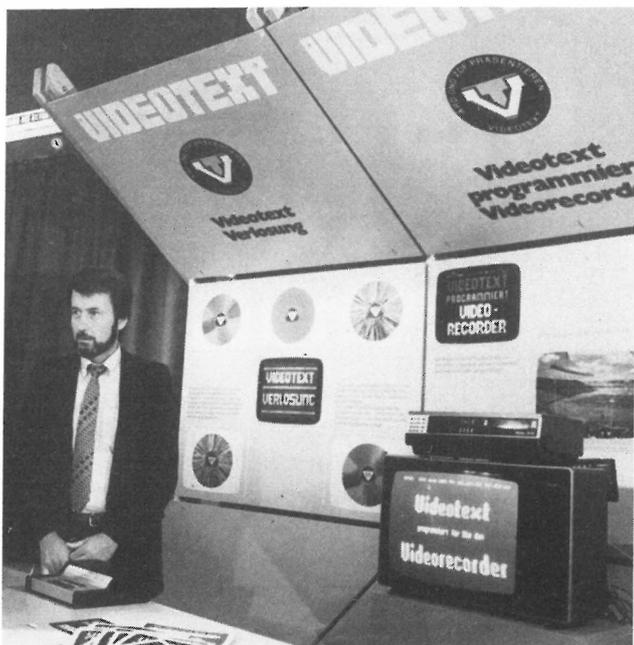


Bild 4

Programmierung von Videorecordern mit Hilfe von Videotext

2 Tagen je eine 20minütige Livesendung mit und über Videotext direkt vom Ausstellungsgelände übertragen.

Eine besondere Attraktion war jedoch ein Fernseh-Schachturnier (**Bild 5**), das live über Videotext übertragen wurde. Auf der einen Seite spielte der Wiener Stadtmeister Franz Hölzl in der Videotextredaktion des ORF in Wien, auf der anderen Seite der norddeutsche Blitz-



Bild 5

Fernseh-Schachturnier über Videotext

schachmeister Dirk Paulsen auf dem Videotext-Stand in der Halle 8B. Über eine Videotextverbindung zwischen dem ORF in Wien und der Halle 8B in Berlin wurden die jeweiligen Züge über Videotext gegenseitig übermittelt.

bleibt noch anzumerken, daß technisch alles weitestgehend geklappt hat und daß der deutsche Videotext Dirk Paulsen offensichtlich kein Glück brachte: er verlor.

Klaus Harder
Sender Freies Berlin

DIREKTEMPFANGBARER RUNDFUNKSATELLIT

Innerhalb des von der AMK (Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH) veranstalteten technisch-wissenschaftlichen Rahmenprogramms präsentierte die Technische Direktion des Südwestfunks im Auftrage der Technischen Kommission ARD/ZDF in der neuen Halle 8B ein großflächiges Informationszentrum zum Themenkreis „Direkt-empfangbarer Rundfunksatellit“. Ziel dieser Präsentation war es, Gäste und Besucher umfassend und ausreichend über die Empfangsbedingungen und Empfangsmöglichkeiten des TV-Sat sowie über die Pläne der Rundfunkanstalten, ab 1985/86 Fernseh- und Hörfunkprogramme über den ersten deutschen (präoperationellen) Rundfunksatelliten abzustrahlen, zu unterrichten und zu informieren. Der Information dienten zahlreiche Darstellungen, die immer wieder Ausgangspunkt für technische und medienpolitische Diskussionen waren, die dem dreiköpfigen SWF-Team die Gelegenheit gaben, den Besuchern Rede und Antwort zu stehen.

Viel Lob und Anerkennung fand der vom SWF erstellte 15minütige Videobeitrag „TV-Sat, eine Information von ARD und ZDF“, der über 250mal vorgeführt wurde und für den auch heute noch, lange nach der Funkausstellung, großes Interesse besteht.

Eine reale Vorstellung über das Empfangszubehör vermittelte eine 90-cm-Parabolantenne mit der dazugehörenden Elektronik, die sehr anschaulich an einem „echten“ Dachstuhl montiert war (**Bild 6**). Dieses eindrucksvolle „Exponat“ ließ immer wieder die Frage nach dem



Bild 6

Empfangsanlage für Satelliten-Direkttempfang

Unterschied und Vorteil zwischen Satelliten-Direkttempfang und Breitbandkabelanlage aufkommen. Der Projektleiter und seine Mitarbeiter versuchten, die Besucher objektiv in die „Geheimnisse“ der beiden Medien einzuweihen; dabei war nicht zu verkennen, daß die Mehrzahl der diskussionsfreudigen Besucher den Satelliten-Direkttempfang einem Kabelanschluß vorziehen würde.



Bild 7

Bild- und Schrifttafeln zum TV-Sat

Besonderes Interesse – vor allem bei der jüngeren Generation – fand der Prototyp eines digitalen Satelliten-Hörfunkempfängers, mit dem ständig 17 Hörfunkprogramme „live“ – abgestrahlt vom OTS-Satelliten – angewählt werden konnten. Die außergewöhnliche Aufmerksamkeit, die dieser Demonstration entgegengebracht wurde, läßt vermuten, daß die Ausstrahlung von Hörfunkprogrammen über den TV-Sat sehr schnell die Akzeptanz der Rundfunkteilnehmer gewinnen wird.

Ein 1:10-Modell des TV-Sat, „schwebend“ über einer gläsernen Kartographie Europas, die seine Ausleuchtzone widerspiegelte, umrahmt von 16 themenspezifischen Bild- und Schrifttafeln (Bild 7), ergänzten das Informations-

zentrum, das neben einer zahllosen Schar internationaler und nationaler offizieller Gästegruppen schätzungsweise von mehr als 5000 interessierten Besuchern aufgesucht wurde.

Wolfgang Weinlein
Südwestfunk, Baden-Baden

Die Rundfunkanstalten danken besonders folgenden Firmen für die Unterstützung bei den einzelnen Präsentationen: Audio-Electronic (Düsseldorf), Barco Electronic (Kuurne), Eugen Beyer (Heilbronn), DFVLR (Oberpfaffenhofen), Hitachi Denshi (Rodgau), JVC Electronics (Frankfurt), MBB (Ottobrunn), MB-Electronic (Obrigheim), Nadig (Köln), Philips (Eindhoven und Siegen), Refeka (Kirchheim), Wilhelm Sihn (Niefern), Carl Zeiss (Oberkochen).

PRESSEKOLLOQUIUM RUNDFUNKTECHNIK 1983

BERLIN, 5. SEPTEMBER 1983

Das Pressekolloquium Rundfunktechnik fand bereits zum vierten Mal anlässlich einer Internationalen Funkausstellung in Berlin statt. Leitende Fachleute von ARD, ZDF und vom IRT informierten wiederum über die wichtigsten rundfunktechnischen Entwicklungen. Wegen der sich abzeichnenden grundlegenden Veränderungen der elektronischen Medien in der Bundesrepublik Deutschland und wegen des schnellen technologischen Fortschritts gewinnen die technischen Entwicklungstendenzen außerordentlich große Bedeutung für die Zukunft von Hörfunk und Fernsehen.

Der Intendant des Senders Freies Berlin, Lothar Loewe, betonte in seinen Begrüßungsworten, daß viele bedeutende Erfindungen auf dem Gebiet des Rundfunks gerade in Berlin zu verzeichnen gewesen seien. Immer wieder seien es Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker gewesen, deren Erfindungsreichtum und deren Innovationsfreudigkeit die Rundfunktechnik in allen ihren Sparten zu dem hohen Standard geführt hätten, der heute für selbstverständlich gehalten werde.

Weiter führte Intendant Loewe aus, daß die ständige Verbesserung der technischen Produktionsmittel und die an Science-fiction erinnernden Möglichkeiten moderner Übertragungstechniken einen entscheidenden Einfluß auf die künftige Arbeit der Programmierer haben werde.

Allerdings dürfe bei allem berechtigtem Stolz auf das bisher Erreichte der humane Aspekt nicht unbeachtet bleiben. Letzten Endes habe der technische Fortschritt auch im Rundfunk nur dann Sinn, wenn er den Menschen nicht in einen primitiven Sklaven der Technik verwandle. Technischer Fortschritt sei nur sinnvoll, wenn der Normalverbraucher in der Lage sei, die Segnungen der Technik auch zu begreifen und sinnvoll anzuwenden.

Der Themenkreis 1 „Technische Entwicklungen“ wurde von Ulrich Messerschmid, Direktor des Instituts für Rundfunktechnik, mit einem Referat über „Technische Möglichkeiten zur Verbesserung von Bild und Ton“ eröffnet. Auf dem Gebiet der Digitaltechnik, so Messerschmid, habe die Zukunft bereits begonnen. Viele Rundfunkanstalten verfügten bereits über digitale Magnetbandaufzeichnungsgeräte im Hörfunk. Es bestünde die begründete Hoffnung, daß sich weltweit eine einheitliche Norm für ein voll digitales Studio durchsetze. Die Abtastfrequenz läge dann bei 48 kHz bei einer Amplituden-

auflösung von mindestens 16 Bit linear. Schwieriger sei die Normungsfrage beim digitalen Fernsehstudio zu klären. Hauptprobleme seien hier eine der analogen MAZ-Anlage in Preis, Bandverbrauch und Betriebsanforderungen konkurrenzfähige digitale MAZ-Anlage und die wirtschaftlich sinnvolle Verteilung der Digitalsignale im Studio. Man rechne mit der Verfügbarkeit der wesentlichen digitalen Geräte im Studio in etwa fünf bis zehn Jahren.

Zum Rundfunksatelliten führte Messerschmid aus, daß der digitale Hörfunk über Satellit das Radio voll konkurrenzfähig gegenüber den neuen digitalen Schallplatten machen werde. Überdies führe das besonders günstige Störabstands- und Interferenzverhalten des digitalen Signals zu einem sehr großen Versorgungsgebiet, das große Teile Europas umfasse und beim Empfang in Deutschland besonders kleine Antennen zulasse.

Im Zusammenhang mit dem direkt empfangbaren Fernsehsatelliten sei es der Europäischen Rundfunkunion (UER) gelungen, mit dem C-MAC-Paket-System eine Übertragungsnorm zu schaffen, die derzeit gute Aussichten besitze, zur einheitlichen europäischen Übertragungsnorm zu werden.

Zur Kommandertechnik bei der Rundfunkübertragung über terrestrische Sender betonte Messerschmid, daß noch eine Reihe schwieriger Probleme zu lösen sei. Im Jahre 1984 solle ein Feldversuch mit einem verbesserten High-Com-Komponder und einem Kompressionsgrad von 10 dB unternommen werden. U. a. sollen mit diesem Feldversuch Kompatibilitätsprobleme gelöst werden.

Das hochauflösende Fernsehen („HDTV“) stelle hinsichtlich der erzielbaren Bildqualität das Optimum dessen dar, was heutzutage mit fernsehtechnischen Mitteln erreichbar sei. In Europa richte sich das Interesse jedoch stärker auf die kompatiblen Einsatzmöglichkeiten der HDTV-Technik, bei denen die herkömmlichen Fernsehempfänger noch immer ein 625-Zeilen-Bild erhielten und die zusätzliche HDTV-Information beispielsweise in einem zweiten Kanal angeboten würde.

Messerschmid wies schließlich noch auf eine weitere interessante Entwicklungsrichtung der Fernsehtechnik hin: die Fernsehstereoskopie, die unter Benutzung des Polarisationsverfahrens besonders eindrucksvolle Ergebnisse zeige. Da die benötigte Übertragungskapazität in



der gleichen Größenordnung wie bei HDTV liege, sei eine kompatible Verbindung von HDTV und Stereoskopie ein interessanter Zukunftsaspekt.

Zum Thema „Mehrkanalton im Fernsehen“ berichtete Wolfgang Wilhelm, Leiter der ZDF-Hauptabteilung Technische Ausrüstung und Versorgung, derzeit mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Technischen Direktors des ZDF beauftragt. Das ZDF habe anlässlich der Funkausstellung 1981 mit Sendungen in Mehrkanalton-Technik begonnen. Diese Technik erlaube nicht nur die Stereowiedergabe von Musiksendungen im Fernsehen, sondern z. B. auch die Wiedergabe ausländischer Filme sowohl in der Ton-Originalfassung als auch in der synchronisierten Version oder die Erhöhung der Tontransparenz bei Diskussionen und Sportveranstaltungen.

Gegenwärtig könnten 40 Grundnetzsender des ZDF mit den zugehörigen Füllsendern Mehrkanalton-Programme abstrahlen. Man hoffe, daß die Umrüstung sämtlicher ZDF-Sender bis 1992 abgeschlossen sein werde. Aus der bisherigen praktischen Erfahrung ließe sich feststellen, daß das eigentliche Ziel, eine durchgreifende Verbesserung der Tonqualität im Fernsehen zu ermöglichen, erreicht worden sei. Leider seien nicht alle von der Industrie angebotenen „Stereo“-Fernsehempfänger in der Lage, die vom Sender angebotene Tonqualität voll an den Teilnehmer weiterzugeben. Bis Ende Mai 1983 seien bereits 1 680 000 mehrkanalontüchtige Fernsehempfänger in der Bundesrepublik Deutschland gekauft worden. Aufgrund des Beschlusses der ARD, in etwa zwei Jahren ebenfalls Mehrkanalton-Sendungen auszustrahlen, erwarte man ein weiter steigendes Teilnehmerinteresse am Mehrkanalton.

Der Technische Direktor des NDR, Gerhard Lahann, referierte zum Thema „Recorderkamera“. Die Entwicklung der Elektronischen Berichterstattung (EB) sei in Europa und in der Bundesrepublik Deutschland nicht so stürmisch verlaufen wie in den USA. Dies läge vor allem daran, daß die ersten Kameras zu unhandlich waren und Kamera und Recorder getrennt angeordnet waren, was zu einer schwerfälligen Handhabung führte und die Flexibilität einengte. Bei der neuentwickelten Recorderkamera sei die Aufzeichnungsmechanik bereits in die Kamera integriert. Das Gewicht der kompletten neuen Recorderkamera betrage nur noch etwa sieben bis zehn Kilogramm. Damit seien nicht nur programmliche, sondern auch wirtschaftliche Vorteile verbunden: Personaleinsparung, Verkürzung der Produktionszeiten und Senkung der Material- und Betriebskosten. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beim NDR habe unter Einbeziehung der Nachbearbeitung für jedes Kamerateam einen Kostenvorteil von etwa 137 000 DM pro Jahr zugunsten der Elektronik ergeben. Natürlich dürfe man die derzeitigen Nachteile nicht übersehen: eine noch immer komplizierte Bedienung, erhöhter Wartungsaufwand und geringere Betriebssicherheit. Eine zukünftig voll entwickelte EB-Technik werde die Leistungsfähigkeit des Massenmediums Fernsehen erhöhen.

Im Themenkreis 2 des Pressekolloquiums wurden aktuelle Fragen der Zukunftsaspekte der Rundfunkversorgung behandelt. Günter Roessler, Technischer Direktor der Deutschen Welle, stellte fest, daß die Satelliteneuphorie der 70er Jahre längst vorbei sei. Die früher hochgelobte Wirtschaftlichkeit scheine vergessen zu sein, da man heute wisse, daß das Satellitensendesystem viel teurer werde als damals angenommen wurde und daß eine neue europäische Fernsehnorm (C-MAC-Paket-System) auf der Empfangsseite weitere Zusatzkosten verursache. Nach den Kalkulationen der Bundespost werde ein Betriebssystem für fünf Kanäle jährlich etwa 250 Mio. DM kosten. Dieser Betrag könnte noch um 50 Mio. DM nach oben oder unten schwanken.

Der dreikanalige Versuchssatellit, der wahrscheinlich ab Anfang 1986 die Ausstrahlung modifizierter ARD- und ZDF-Programme sowie von 16 digitalen Hörfunkkanälen vornehmen werde, dürfte anfangs nur von wenigen Teilnehmern empfangen werden, da neue Empfangsgeräte erforderlich seien. Bis heute sei noch nicht entschieden, ob und wann der eigentliche Satellit, der operationelle Rundfunksatellit, kommen werde. Dies hänge im wesentlichen von der Entscheidung der Ministerpräsidenten Anfang 1984 über die Programmbelegung und vom Zeitpunkt der Auftragsvergabe an die Industrie ab.

In vielen anderen europäischen Ländern werde ebenfalls vom direkt empfangenden Rundfunksatelliten gesprochen, ohne daß heute Bestellungen vorlägen. Roessler meinte, daß die Hoffnung, in absehbarer Zeit eine Vielzahl von Satellitensendungen durch das sogenannte Spill-over, die grenzüberschreitende Ausstrahlung, auch in der Bundesrepublik empfangen zu können, so schnell nicht erfüllt werden könne. Auf der falschen Seite werde jedenfalls der direkt empfangbare Rundfunksatellit durch die Pläne der Deutschen Bundespost überholt, die die Absicht habe, Telekommunikationssatelliten zum Herantransport exotischer Fernsehprogramme einzusetzen, die dann über große Empfangsantennen auf Kabelkopfstationen in das im Aufbau befindliche Kabelsystem eingespeist würden. Der Rundfunk solle ein unbegrenztes Medium bleiben, an dem jedermann in beliebigem Umfang teilnehmen könne. Drahtfunk, auch Kabelanlagen, bedeuteten letztlich immer eine Einschränkung, auch wenn immer wieder die quantitativen Möglichkeiten herausgestellt würden. Bedenklich wäre es, wenn die rein technischen Kosten für die Programmverteilung weit höher lägen als die Kosten für die Programmherstellung. Schon gar nicht dürfe es zu einem Anschlußzwang an die Kabelanlagen kommen.

Der neue Technische Direktor des Südwestfunks, Wolfgang Krank, erläuterte die Vorbereitungen der ARD für den zweiten Teil der Regionalen Funkverwaltungs-konferenz für den UKW-Rundfunk, der 1984 in Genf stattfinden wird. Nachdem bereits 1982 die technischen Parameter, die Planungsgrundsätze und das Planungsverfahren für die Vergabe der Frequenzen festgelegt worden waren, sollen 1984 die Frequenzen vor allem im Bereich 100 bis 108 MHz zugeteilt werden. Neue Planungsmodelle, u. a. digital aufbereitete Geländemodelle, machten es erstmalig möglich, verschiedene Sendernetzstrukturen zu analysieren, zu vergleichen und zu optimieren. Bei diesem Verfahren wurden die Empfangs- und Störfeldstärken terrestrischer Sender mit Hilfe einer geeigneten Wellenausbreitungsberechnung unter Berücksichtigung der Topographie berechnet und kartographisch dargestellt. Die gesamte Frequenzplanung, so Krank, basiere auf den Kriterien, daß die Ausstrahlung der Programme grundsätzlich in Stereoqualität erfolge und daß zur Beurteilung der Empfangsqualität der stationäre Empfang beim Teilnehmer gelte, d. h. daß Lücken bei der Versorgung der mobilen Empfänger hingenommen werden müßten. Weiterhin werde grundsätzlich vom Teilnehmer erwartet, daß er zum Empfang von Stereo-sendungen eine Richtempfangsantenne verwende. Wer dagegen Hörfunkprogramme mit Rundempfangsantennen hören wolle, habe nur einen „Anspruch“ auf einen störungsfreien Mono-Empfang.

Krank führte weiter aus, daß im Vorfeld der Konferenz von verschiedenen Seiten immer wieder der Eindruck erweckt werde, es ginge bereits jetzt darum, zusammen mit der Frequenzuteilung auch den Programmträger zu definieren. Diese Darstellung sei falsch, denn es ginge zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur um die Planung der Frequenzen. Die Ausstrahlung von Program-

men über diese Frequenzen durch die Landesrundfunkanstalten könne erst dann erfolgen, wenn diese vom jeweiligen Bundesland den Auftrag dazu erhielten.

In Vertretung des erkrankten Technischen Direktors des WDR, Ingo Dahrendorf, sprach Dieter Hoff über das Thema „Zukünftige Bedeutung der Rundfunkversorgung über terrestrische Sender und über Kabel“. Vor dem Hintergrund der sich anbahnenden rundfunkpolitischen Akzentverschiebung würden die UKW-Netze auf den neuen Frequenzen im Bereich 100 bis 108 MHz nicht mehr wie bisher nach einheitlichen, sondern nach unterschiedlichen Kriterien ausgebaut werden. Im Gegensatz dazu werde die Fernsehrestversorgung für Orte unter 800 Einwohner nach der Anpassung der Rundfunkgebühren nach einheitlichen, zwischen den Rundfunkanstalten, der Bundespost und den Ländern abgesprochenen Kriterien nunmehr in absehbarer Zeit anlaufen können. Die bisher bekanntgewordenen Pläne zur Programmvermehrung im Fernsehen, z. B. durch Heranführung nicht ortsüblich empfangbarer Programme an Kabelanlagen, sowie die verstärkten Aktivitäten zur Ortsverkabelung würden dem Teilnehmer erhebliche Mehrkosten bringen.

Der Referent kam zu dem Ergebnis, daß die systematische flächendeckende Verkabelung sämtlicher Haushalte, selbst bei einer Anschlußquote von 50 %, zu erheblichen, jährlich anwachsenden Defiziten der Bundespost führen müsse, die aus anderen Quellen gedeckt werden müßten. Die jährliche Unterdeckung werde um so höher sein, je schneller der Ausbau vonstatten gehe und je niedriger die Anschlußbereitschaft sei. Eine kritische Würdigung der neuesten Ausbaupläne der Bundespost führe erneut zu dem Schluß, daß auf die drahtlose terrestrische Versorgung mit Hörfunk und Fernsehen nicht nur aus volkswirtschaftlichen Gründen, sondern auch wegen der Verpflichtung zur gleichmäßigen Versorgung der ganzen Bevölkerung nicht verzichtet werden könne. Dies sähen die Rundfunkanstalten als Verpflichtung, die bestehenden terrestrischen Sendernetze zu vervollständigen und alle technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, die diese Netze jetzt und in Zukunft zum Vorteil der Hörfunk- und Fernsehteilnehmer noch bieten würden.

Ulrich Paasche
Bayerischer Rundfunk, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

14. 2. – 17. 2. 1984 Berlin	ONLINE 84 7. Europäische Kongreßmesse für Technische Kommunikation	18. 6. – 21. 6. 1984 Stuttgart	Telematica 84 Fachmesse und Fachkongreß für neue Medien
27. 3. – 29. 3. 1984 Darmstadt	DAGA 84 10. Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik	3. 9. – 6. 9. 1984 Stuttgart	ECOC 10th European Conference on Optical Communication
27. 3. – 30. 3. 1984 Paris	75th Audio Engineering Society Convention	6. 9. – 10. 9. 1984 Mailand	SIM-HI.FI-IVES 84 18th International Exhibition of High Fidelity, Video and Consumer Electronics
2. 4. – 6. 4. 1984 London	IERE International Conference on Video and Data Recording	10. 9. – 14. 9. 1984 Lüttich	EuMC 14th European Microwave Conference
4. 4. – 11. 4. 1984 Hannover	Hannover-Messe 84	21. 9. – 25. 9. 1984 Brighton	IBC 84 10th International Broadcasting Convention
29. 4. – 2. 5. 1984 Las Vegas	NAB Convention Ausstellung der National Association of Broadcasters	10. 10. – 16. 10. 1984 Köln	photokina
2. 5. – 4. 5. 1984 Berlin	Video 84 Kongreß mit Messe	13. 11. – 17. 11. 1984 München	electronica 84 11. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik
14. 5. – 17. 5. 1984 Amsterdam	International Conference on Communications (ICC)		
21. 5. – 24. 5. 1984 Hamburg	11. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)		

NACHRICHTEN

RUNDFUNKVERSORGUNG
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwelligensender

Inbetriebnahmen

Vom Bayerischen Rundfunk wurden folgende Ultrakurzwelligensender in Betrieb genommen:

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimuth Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Bad Reichenhall	4SG	38	98,3	0,1	H	ND	16. 9. 83
Berchtesgaden	4SG	23	94,0	0,1	H	ND	16. 9. 83
Hoher Bogen	4SG	4	88,3	5	H	ND	28. 10. 83
Reit im Winkl	4SG	20	93,1	0,1	HH	215;335	16. 9. 83
Untersberg	4SG	20	92,9	0,1	H	ND	16. 9. 83

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Bayerischer Rundfunk

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimuth Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Oberviechtach	47	3M	80	HHH	90; 237; 327	27. 10. 83

Süddeutscher Rundfunk

Eislingen	36	0	60	H	194	20. 10. 83
-----------	----	---	----	---	-----	------------

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimuth Grad	Tag der Änderung
---------	-------	--------	---------------------	------	-----------------	---------------------

Hessischer Rundfunk

Wirtheim	6	2P	7	HH	310; 200	22. 9. 83
----------	---	----	---	----	-----------------	-----------

Norddeutscher Rundfunk

Lauenförde	50	8P	160	HH	360; 87	8. 6. 83
------------	----	----	------------	----	---------	----------

Südwestfunk

Baden-Baden	7	3M	320	HH	40; 240	21. 10. 82
Binzen	10	4P	50	HH	5	21. 10. 82
Idar-Oberstein	5	8M	5,5	HH	335	19. 11. 82
Otterbach	8	1P	2,5	H	45	25. 8. 82
Schliengen	42	1P	160	HV	75; 78	23. 3. 83
Weingarten	53	8P	400	H	105	6. 8. 80

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimuth Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Westdeutscher Rundfunk						
Urft	5	5M	0,4	H	324	28. 1. 83

Der Südwestfunk hat den Fernseh-Füllsender Thal-eischweiler, K 5, am 1. 12. 1982 außer Betrieb genommen.

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 30. September 1983

	Gebühren- pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 6. 1983	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 892 056	+ 18 711	17,3
HR	2 130 564	+ 8 168	9,4
NDR	4 224 144	+ 391	18,7
RB	283 468	- 887	1,3
SR	400 789	+ 238	1,8
SFB	883 677	- 4 327	3,9
SDR	2 265 740	+ 5 305	10,0
SWF	2 793 871	+ 7 279	12,4
WDR	5 692 541	+ 4 327	25,2
Summe	22 566 850	+ 39 205	100,0

Fernsehen

BR	3 545 536	+ 9 139	17,3
HR	1 913 460	+ 2 409	9,3
NDR	3 863 353	- 4 648	18,8
RB	257 448	- 1 006	1,3
SR	369 662	+ 38	1,8
SFB	817 052	- 4 720	4,0
SDR	1 916 804	- 755	9,4
SWF	2 403 622	+ 1 742	11,7
WDR	5 404 731	- 1 017	26,4
Summe	20 491 668	+ 1 182	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernseh-rundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 546 158 am 30. Sep-tember 1983.

Herbert Fix postum Ehrenmitglied der FK TG

Am 11. Oktober 1983 verlieh der Vorstand postum die Ehrenmitgliedschaft der FK TG an Herbert Fix, um auch auf diese Weise die Erinnerung an diesen unvergleichlichen Mann wachzuhalten, der die Fernseh- und Kino-technische Gesellschaft lange Jahre hindurch entschei-dend mitgeprägt hat. Der plötzliche Tod von Herbert Fix am 19. Dezember 1982 hatte seine Familie, seine Freunde und all die vielen Kollegen im In- und Aus-land, mit denen er in enger Verbindung stand, unvor-bereitet, hart und schmerzlich getroffen.

An dieser Stelle seien noch einmal die besonderen Verdienste hervorgehoben, die sich Herbert Fix um die FKFG erworben hat, an deren Gründung 1973 durch Vereinigung der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft (DKG) und der Fernsehtechnischen Gesellschaft (FTG) er zusammen mit Prof. Dr. Richard Theile hervorragenden Anteil hatte. 1974 nach Theiles plötzlichem Tod war es für die Rundfunkanstalten der ARD und das ZDF keine Frage, daß in Herbert Fix die geeignete Persönlichkeit zur Leitung des Münchner Instituts für Rundfunktechnik in der Nachfolge Prof. Theiles bereitstand. Damals übernahm Herbert Fix neben seiner Funktion als Vorstandsmitglied auch die wissenschaftliche Leitung der Jahrestagungen der FKFG, eine Aufgabe, der er sich mit besonderem Engagement widmete. Der Erfolg der acht von ihm betreuten Tagungen ist ganz besonders seinem Wirken zu verdanken.

Der Vorstand der FKFG möchte die postume Verleihung der Ehrenmitgliedschaft als kleines Zeichen des Dankes verstanden wissen, den die FKFG Herbert Fix in so hohem Maße schuldet.

Ulrich Messerschmid

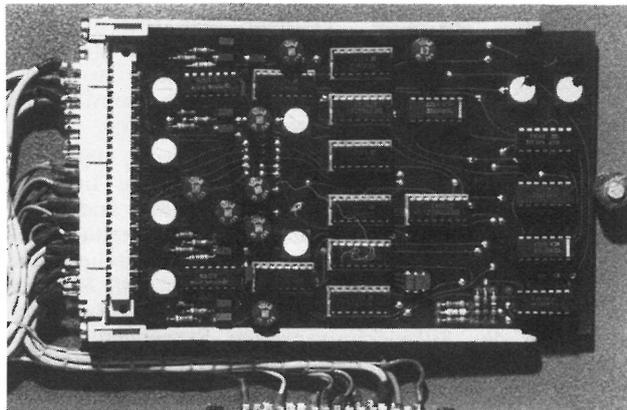
Frank Davidoff und Ray M. Dolby von der Society of Motion Picture and Television Engineers ausgezeichnet

Auf dem Jahresbankett der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) am 31. Oktober 1983 in Los Angeles erhielt Frank Davidoff die David-Sarnoff-Goldmedaille für „seine Bemühungen bei SMPTE und UER um die digitale Komponentencodierung des Fernsehbildes“. Gleichzeitig wurde Ray M. Dolby mit der „Progress Medal“ der SMPTE geehrt für „seine Beiträge zur Verbesserung des Kinotons und zur Rauschverminderung und Qualitätsverbesserung in Audio- und Videosystemen“.

Nach einer SMPTE-Presseinformation

Telcom-Interface für BCN 20

Die bei europäischen Fernsehanstalten und Videoproduzenten weitverbreiteten Videomaschinen vom Typ BCN 20 (Bosch) können jetzt im Audioteil nachträglich mit dem Telefunken-Kompander C4-DM ausgerüstet werden.



Eine Idsteiner Firma entwickelte hierfür das Interface TIF-3 zur Anpassung des Kompanders an die BCN 20. Die erzielte Verbesserung des Signal/Störspannungsabstandes beträgt beim Telcom-4-Band-Kompander 1,5 : 1. Der Telcom-Kennnton kann durch einen Taster aufgesprochen werden. Die Bypass-Funktion wird durch eine LED angezeigt. Der komplette Umrüstsatz enthält neben dem elektronischen Teil auch alle mechanischen Elemente wie Karten-Steckhalterung, Extension-Metallrahmen und Montagematerial. Das Interface ist zur Erleichterung von Service- und Abgleicharbeiten über Multipin-Stecker mit der Maschine verbunden.

Nach einer tts-Electronic-Presseinformation

PERSÖNLICHES

Abschied von Howard Steele



Nach langer und schwerer Krankheit verstarb am 11. Oktober 1983 BSc (Eng) F. Howard Steele, der Managing Director der Sony Broadcast Ltd. in Großbritannien, im Alter von 53 Jahren.

Howard Steele, Jahrgang 1930, studierte am Imperial College of Science and Technology der Universität London. Nach dem Studium ging er im Jahre 1952 zur Marconi Company, wo er nach 4 Jah-

ren Leiter der Entwicklungsgruppe Fernsehen wurde. 1957 wechselte er zu den Alpha Television Studios in Birmingham, wenig später (1958) zur ABC Television in Teddington, wo er 1960 zum Chefingenieur ernannt wurde. Als Mitglied in UER- und CCIR-Arbeitsgruppen befaßte er sich in dieser Zeit vor allem mit der Untersuchung von Farbfernsehensystemen und den Vorbereitungen zu ihrer Einführung. Im Alter von 36 Jahren wurde er zum Chefingenieur der Independent Television Authority (ITA) ernannt, wo er nach dem Start des 625-Zeilen-Farbfernsehens 1969 Director of Engineering wurde. 1978 wechselte er als Managing Director zur Sony Broadcast Ltd. über, die unter seiner Leitung eine der erfolgreichsten Überseevertretungen von Sony wurde.

Die meiste Zeit seines Berufslebens war Howard Steele eng verbunden mit der Institution of Electrical Engineers (IEE), bei der er von 1965 bis zu seinem Tode viele Positionen innehatte. Von 1965 bis 1978 war er Mitglied des Technischen Komitees der UER. Er gehörte zahlreichen nationalen und internationalen Vereinigungen an: Er war Fellow der Royal Television Society

(RTS), die ihn im Mai dieses Jahres mit der Goldmedaille auszeichnete, Honorary Fellow der British Kinematograph Sound and Television Society (BKSTS) und Mitglied der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE).

Howard Steele war eine international anerkannte Persönlichkeit auf dem Gebiet der Fernsehtechnik. Für seine Freunde und Kollegen bedeutet sein Tod einen schweren Verlust.

Rolf Hengstler

Abschied von Ferdinand Glasow

Am 9. Oktober 1983 verstarb in den frühen Morgenstunden Dipl.-Ing. Ferdinand Glasow, der ehemalige Technische Direktor des Saarländischen Rundfunks, im Alter von 82 Jahren.

Ferdinand Glasow, 1901 in Thalfang geboren, studierte an der Technischen Hochschule Fridericiana Elektrotechnik und Nachrichtentechnik. Nach langjähriger Tätigkeit im Zentrallabor der Firma Siemens und Halske in Berlin und nach kurzer Militärzeit wurde er am 1. Juli 1949 zum Technischen Direktor des Saarländischen Rundfunks berufen. In diesem Amt war er bis zum 30. April 1966, also fast 17 Jahre lang tätig. Er war sozusagen der Technische Direktor der „ersten Stunde“, und er hat sich besonders beim Ausbau der studientechnischen Einrichtungen im Funkhaus Wartburg und der Senderanlagen im Saarland Verdienste erworben. Auch die UKW-Technik wurde von ihm, ebenso wie die Fernsehtechnik, im Saarland eingeführt.

Ferdinand Glasow hat sich um den Aufbau des Rundfunks an der Saar verdient gemacht. Seinen Mitarbeitern war er nicht nur ein guter Chef, sondern auch ein väterlicher Freund. Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Werner Glesner

Beilagenhinweis: Diese Zeitschrift enthält einen Prospekt der Technischen Akademie Esslingen, Fort- und Weiterbildungszentrum.

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

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

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

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

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 105,— DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 20. 12. 1983. Einzelpreis dieses Hefes 21,40 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 15.

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