C 21 738 F

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

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

Institut für Rundfunktechnik GmbH IRT

Rüdiger Kreckel — Studiolichttechnik im Sendezentrum Mainz-Lerchenberg

Helmut Haunreiter, Ralf Kleinsteuber — Eine Computermethode für die Frequenzplanung

Walter Rott, Walter Teubner — Neue MW-Sendeantennenanlage für den Bodenseesender des Südwestfunks

Max Aigner, Rainer Großkopf, Wolfram Tippe — Berechnung der neuen MW-Sendeantennenanlage für den Bodenseesender des Südwestfunks

Hans-Günther te Kolf — ARD, ZDF, DIN, DKE: Rundfunkanstalten und Normung

Frank Müller-Römer — Aussendung von Zusatzsignalen zur Steuerung von Videorecordern

Wolfgang Weinlein — Ausstellung der National Association of Broadcasters (NAB-Convention)

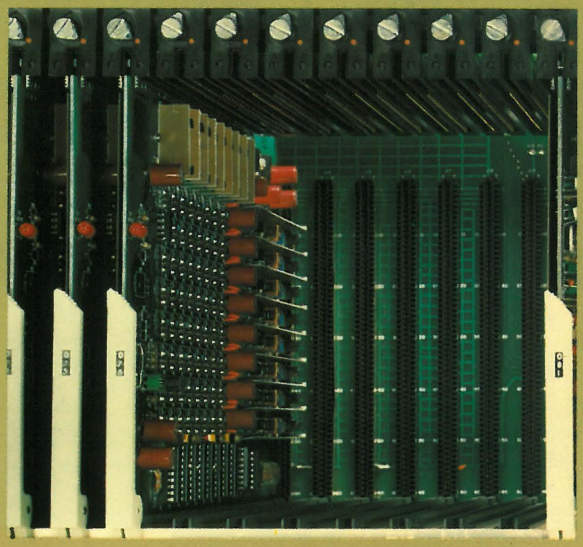
Rolf Hengstler — Die 11. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (1. Teil)

Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

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

4/84
Juli/August
28. Jahrgang
Seiten 161 – 212

Flexibel, sicher, bewährt.
Das Kreuzschienensystem RKX.



Ein flexibles System

Ob einstufige oder mehrstufige Felder, mittlere Matrizen oder ganz große mit mehreren hundert Ein- und Ausgängen:

Das Kreuzschienensystem RKX übernimmt praktisch jede Schaltfunktion.

Zusatzeinrichtungen ergänzen das System. Es läßt sich anwenderspezifisch auslegen, jederzeit erweitern oder organisch aufrüsten, beispielsweise um Ton-, Signalisierungs- oder Fernsteuerebenen.

Standard-Software, modifizierbar

Rechner tragen wesentlich zur Anpassungsfähigkeit des Systems an die speziellen Wünsche des Anwenders bei. So ist es möglich, Koppelpunkte gemeinsam oder getrennt in jeder Ebene, auch bediengerätbezogen, zu sperren.

Neben Steuerfunktionen übernehmen die Rechner auch Kontrollaufgaben und helfen bei der Fehlersuche.

Bedienvielfalt

Vom einfachen Tastenstreifen bis zum Bediengerät mit alphanumerischer Eingabe, Monitordisplay und Fehlermeldung liefert Bosch ein breites Spektrum komfortabler Standardbediengeräte – daneben auch Sonderanfertigungen. Eine Kopplung mit externen Rechnersystemen ist vorgesehen.

Betriebssicher, wartungsarm

Die Sicherheit beginnt bereits in der Fertigung. Die Daten jedes Übertragungsweges werden von einem Meßautomaten gemessen und protokolliert.

Das Systemkonzept erlaubt es, sicherheitsrelevante Teile (z. B. Netzgerät, Leitrechner) doppelt vorzusehen. Notbetrieb ist möglich.

Störungen lassen sich rasch lokalisieren. Prüfeinrichtungen für Komponenten und für das Gesamtsystem sind lieferbar.

Qualifizierte Planung

Kreuzschienensysteme lassen sich kaum standardisieren. Sie werden in intensiver Planungsarbeit den Erfordernissen des Anwenders angepaßt. Die Erfahrung von Bosch aus zahlreichen Großprojekten trägt zu praxisgerechten und wirtschaftlichen Lösungen bei.

Alles aus einer Hand

Bosch plant, fertigt und installiert das Kreuzschienensystem RKX. Die Systemverantwortung schließt auf Wunsch die Betriebsbetreuung und den Service ein.

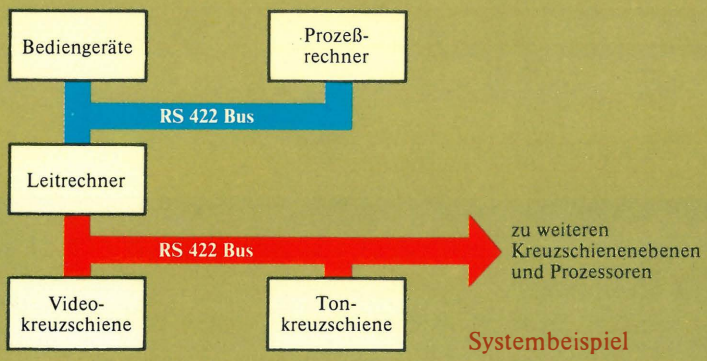
Jahrzehntelange Erfahrungen mit Projekten jeder Dimension

Schon mit Beginn des Fernsehzeitalters hat Bosch die ersten Systeme entwickelt. Das heute angebotene Kreuzschienensystem RKX wird seit 1981 eingesetzt.

Seitdem hat Bosch Projekte unterschiedlicher Aufgabenstellung realisiert. Dabei lag die Zahl der Koppelpunkte zwischen 500 und 50 000.

Ein flexibles System, rechnergestützt, mit hohem Bedienkomfort und für jede denkbare Schaltfunktion konzipiert. Das Kreuzschienensystem RKX. Von Bosch.

Robert Bosch GmbH
Geschäftsbereich Fernsehanlagen
Postfach 429, 6100 Darmstadt
Bundesrepublik Deutschland



Systembeispiel

BOSCH

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 28 | 1984 | Heft 4

INHALTSVERZEICHNIS:

Studiolichttechnik im Sendezentrum Mainz-Lerchenberg 161
Rüdiger Kreckel

Eine Computermethode für die Frequenzplanung 171
Helmut Haunreiter, Ralf Kleinsteuber

Neue MW-Sendeantennenanlage für den Bodenseesender des Südwestfunks 175
Walter Rott, Walter Teubner

Berechnung der neuen MW-Sendeantennenanlage für den Bodenseesender des Südwestfunks 183
Max Aigner, Rainer Großkopf, Wolfram Tippe

ARD, ZDF, DIN, DKE: Rundfunkanstalten und Normung 192
Hans-Günther te Kolf

Aussendung von Zusatzsignalen zur Steuerung von Videorecordern 195
Frank Müller-Römer

Ausstellung der National Association of Broadcasters (NAB-Convention) 196
Wolfgang Weinlein

Die 11. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (1. Teil) 202
Rolf Hengstler

Tagungen und Ausstellungen 207

Buchbesprechungen 207

Nachrichten 209

Persönliches 212

STUDIOLICHTTECHNIK IM SENDEZENTRUM MAINZ-LERCHENBERG

VON RÜDIGER KRECKEL[1]

Manuskript eingegangen am 12. Juni 1984 Beleuchtungstechnik

Zusammenfassung

Die Produktionsstudios des neuen Sendebetriebsgebäudes des ZDF wurden mit einer modernen Beleuchtungstechnik ausgerüstet, die in einigen wesentlichen Komponenten von bekannten konventionellen Ausrüstungen abweicht. Realisiert wurde ein System mit motorisierten Mehrzweckscheinwerfern an Teleskopleuchtenhängern, die in allen Funktionen von fahrbaren Bedienstellen auf Studioebene oder von einem Lichtkontrolltisch in der Regie ferngesteuert werden. Durch die dichte Bestückung mit den als Stufenlinsenscheinwerfer und Flächenleuchten verwendbaren Mehrzweckgeräten und deren Bedienung über moderne Lichtstell- und Fernsteuerungsanlagen sind das Einleuchten und nachfolgende Korrekturen mit geringem Personal- und Zeitaufwand möglich.

Der Einführung dieses neuartigen Systems gingen umfangreiche Untersuchungen und Tests voraus. Einige Komponenten mußten neu entwickelt werden. Die ersten Produktionen in den Studios haben bestätigt, daß das neuartige Beleuchtungssystem den Erwartungen voll entspricht und damit in den neuen Studios auch für die Beleuchtungstechnik ein modernes Instrumentarium für eine rationelle Betriebsabwicklung zur Verfügung steht.

Summary **Studio lighting equipment in the Mainz-Lerchenberg broadcasting centre**

The production studios in the ZDF's new building have been equipped with modern lighting installations, some of the essential components of which differ from those of the well-known, conventional equipment. The new system comprises motorised multiple-purpose lanterns on telescopic suspension arms, all the functions of which are remotely controlled, either from mobile control units on the studio floor or from a lighting-control desk in the control complex. The large quantity of multiple-purpose equipment usable as Fresnel spotlights and softlights and its actuation by way of modern lighting-adjustment and remote control facilities, make possible quick setting and subsequent correction, involving a minimum of personnel.

The introduction of this novel system was preceded by extensive studies and tests. Some of the components had to be newly developed. The initial productions in the studios have confirmed that the novel lighting system entirely fulfills expectations and that thereby the new studios have available, for the lighting, modern tools for rational operational practice.

Sommaire **Nouvel éclairage de studio dans le centre de production de Mainz-Lerchenberg**

Les studios de production du nouveau centre du ZDF ont été équipés d'un système d'éclairage moderne dont certains éléments principaux diffèrent de l'équipement habituel. Le nouveau système comporte des projecteurs motorisés à fonctions multiples montés sur bras téléscopiques, qui peuvent être entièrement télécommandés à l'aide d'un dispositif mobile au sol ou depuis un pupitre d'éclairage dans la régie. Le nombre important d'appareils utilisables aussi bien comme projecteurs de Fresnel que pour l'éclairage diffus, ainsi que leur fonctionnement par télécommande, permettent une mise en action avec correction rapide par un personnel réduit.

Des études et des essais nombreux on précédé l'introduction de ce nouveau système, dont certains éléments ont dû être créés de toutes pièces. Les premières productions réalisées dans ces studios ont pleinement confirmé les prévisions faites pour le nouveau système d'éclairage, qui offre donc pour l'éclairage des futurs studios un outil moderne permettant une exploitation rationnelle.

[1] Dipl.-Ing. (FH) Rüdiger Kreckel ist Gruppenleiter der Planung Aufnahmebeleuchtung in der Abteilung Versorgungstechnische Planung beim Zweiten Deutschen Fernsehen, Mainz.

1. Einführung

Die beleuchtungstechnische Ausrüstung der Produktionsstudios 1 und 3 im neuen Sendebetriebsgebäude des ZDF wurde nach einem neuen Konzept geplant und ausgeführt. Das aus der vorgegebenen Aufgabenstellung für die Studios entwickelte System weicht in einigen wesentlichen Punkten von bekannten konventionellen Studioausrüstungen ab.

Kernstück des Studiobeleuchtungssystems ist die Verwendung eines Mehrzweckbeleuchtungsgerätes, das sowohl als Stufenlinsenscheinwerfer als auch als Flächenleuchte eingesetzt werden kann. Die notwendigen mechanischen Verstellfunktionen dieser Scheinwerfer werden mit motorischen Einzelantrieben realisiert, die über ein modernes Fernsteuersystem zu betätigen sind. Ein weiteres wesentliches Merkmal des Systems ist die dichte (gesättigte) Bestückung der Studios mit den Mehrzweckscheinwerfern und den zugehörigen Teleskopleuchtenhängern. Zum besseren Verständnis der Besonderheiten des gewählten Beleuchtungssystems ist die nachfolgende Erläuterung der Aufgabenstellung sowie ein Rückblick auf die Entwicklung der wichtigsten Anlagenkomponenten von Bedeutung.

2. Aufgabenstellung und Entwicklung

Im Rahmen eines 3. Bauabschnittes des Sendezentrums Mainz-Lerchenberg wurde das Sendebetriebsgebäude (siehe **Bild 1**) errichtet. Es enthält 2 Produktionsstudios mit je 200 m² (Studio 1 und 2), 1 Produktionsstudio mit 500 m² Spielfläche und integrierter Zuschauertribüne für etwa 120 Personen (Studio 3), 1 Ansage- und Programmverbindungsstudio sowie 1 sogenanntes Sendebüro für die Präsentation der Nachrichtensendungen des ZDF. Studio 2 wurde als Raumreserve errichtet und vorläufig nicht ausgebaut.

Die Produktionsstudios sind für die Abwicklung von aktuellen Produktionen wie z. B. Tele-Illustrierte, Sportstudio, Magazine usw. vorgesehen. Diese Produktionsformen sind jeweils Liveproduktionen, von denen täglich mehrere kurz hintereinander in einem Studio abgewickelt werden müssen. Aus dieser Produktionspraxis heraus, sowie mit den Erfahrungen in der seit 1964 vom ZDF betriebenen provisorischen Sendezentrale in Wiesbaden, wurde für die Planung der Studiolichttechnik des neuen Sendebetriebsgebäudes die Aufgabenstellung definiert und genehmigt. Danach wird für die Abwicklung der genannten aktuellen Produktionen eine Technik gefordert, die den Betrieb der Studiolichttechnik mit geringem Zeit- und Personalaufwand ermöglicht.

Bis zu dieser Entscheidung im Jahre 1976 wurde jedoch schon im Jahre 1969 eine erste Grundlage geschaffen, indem für die Studios 1 a/b der vorläufigen Sendezentrale in Wiesbaden sogenannte Mehrzweckscheinwerfer angeschafft wurden. Diese Schein-

Bild 1
Das ZDF-Sendezentrum Mainz-Lerchenberg
Links das Sendebetriebsgebäude, rechts das Redaktions- und Verwaltungshochhaus

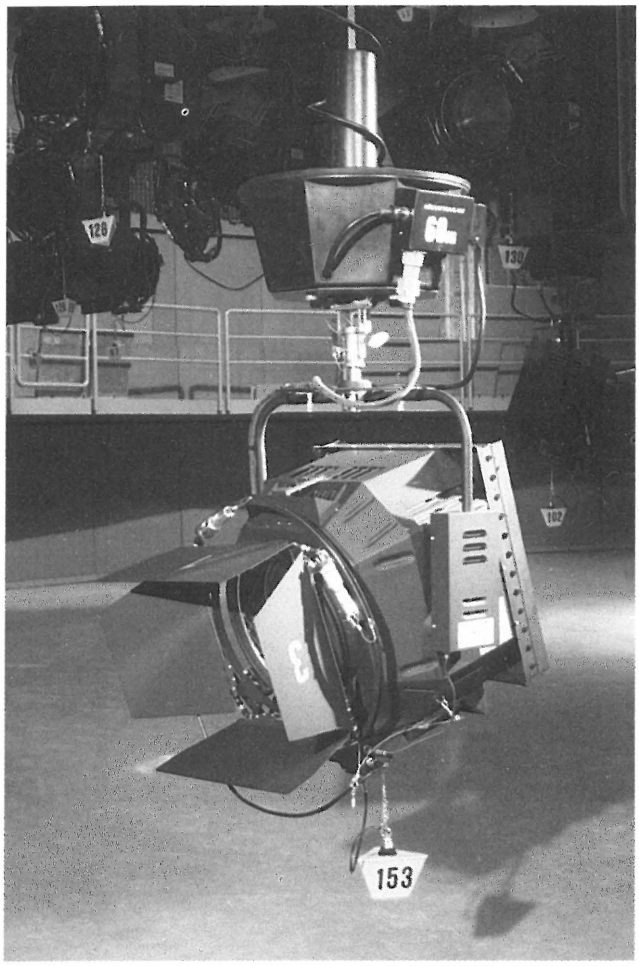


Bild 2

Mehrzweckscheinwerfer mit Motorantrieben für 8 Funktionen
Verwendbar als Stufenlinsenscheinwerfer und als Flächenleuchte in 2 bzw. 3 Leistungsstufen

werferart für gerichtetes und für weiches indirektes Licht in einem Gehäuse war in England für die englische Fernsehanstalt BBC entwickelt worden. Im Rahmen von Vorüberlegungen für die neuen Studios wurde diese Scheinwerferart als besonders geeignet angesehen, und es wurde weitergehend die Fernsteuerung sämtlicher Scheinwerferfunktionen angestrebt.

Da solche Mehrzweckscheinwerfer mit 8 motorisierten mechanischen Funktionen (einschließlich Torverstellung) bisher von den Scheinwerferherstellern nicht angeboten wurden, begann das ZDF selbst geeignete Lösungen zu suchen, Muster bauen zu lassen oder sogar selbst anzufertigen und zu testen.

Mit Hilfe einer Pilotanlage mit 8 in allen Funktionen fernsteuerbaren Scheinwerfern, die seit 1976 in einem Studio in Wiesbaden betrieben wurde, gelang der Nachweis, daß erstens solch ein System grundsätzlich realisierbar ist und zweitens trotz der höheren Investitionskosten durch Betriebskosteneinsparungen eine gute Rentabilität gegeben ist.

Mit Genehmigung des Vorentwurfs wurde das Projekt der Studioausrüstung mit fernsteuerbaren Beleuchtungsgeräten konsequent weitergetrieben und führte letztlich zur Realisierung.

3. Realisierung

Aus den Ideen und Erkenntnissen in der Entwicklungsphase des Projektes wurde für die Produktionsstudios 1 und 3 des Sendebetriebsgebäudes ein modernes Beleuchtungssystem geplant und realisiert, das in einigen Punkten grundlegend von bisher bekannten Lösungen abweicht und das in besonderer Weise den Anforderungen der Abwicklung von Studioproduktionen für Aktualitäten gerecht wird.

Die Ausrüstung der Studios für Ansage- und Programmverbindung sowie für die Nachrichtensendungen wurde den Anforderungen gemäß einfacher gewählt und wird unter **3.2.** beschrieben.

3.1. Studios 1 und 3

Die Studios 1 mit 200 m² und 3 mit 500 m² Nutzfläche (Spielfläche) sind prinzipiell gleich ausgerüstet. Unterschiede bestehen lediglich in den besonderen baulichen Gegebenheiten und in der Anzahl der installierten beleuchtungstechnischen Geräte.

Die wesentliche Abweichung gegenüber bisher realisierten Studioausrüstungen ist die dichte Bestückung mit motorisierten Scheinwerfern mit Mehrfachfunktion an Teleskopleuchtenhängern (**Bild 2**), deren Bewegungs- und Umschaltfunktionen fernsteuerbar auszuführen sind. Für die Steuerung der Scheinwerfer und der Teleskopleuchtenhänger stehen moderne Lichtstell- und Fernsteuerungsanlagen mit Bedienstellen in den Studios und den zugeordneten Licht- und Bildtechnikräumen zur Verfügung (**Bild 3**).

Die Teleskopleuchtenhänger sind beweglich in Schienensystemen oberhalb von begehbaren Wartungsdecken angeordnet. Die Schienensysteme sind an angrenzende Wartungs- und Reparaturbereiche angebunden (**Bild 4**). Durch die Bestückung der Studios mit den motorisierten Mehrzweckscheinwerfern, die wahlweise als Stufenlinsenscheinwerfer oder als Flächenleuchten in verschiedenen Leistungsstufen verwendet werden können, kann das Einleuchten in kürzester Zeit mit geringem Personalaufwand erfolgen. Nachfolgende Korrekturen sind jederzeit auch von der Regiezone aus während Sendungen, Aufzeichnungen oder Kurzpausen ohne nennenswerte Störungen des Studiobetriebes möglich. Die Komponenten dieses Beleuchtungssystems werden nachfolgend beschrieben.

3.1.1. Wartungsdecken und Teleskoplaufschienen

Aufgabe dieser Wartungsdecken ist es, jederzeit den Zugang zu den Teleskopleuchtenhängern, den Anschlußfeldern für die Scheinwerfer und die Fernsehtechnik, der Allgemeinbeleuchtung und den sonstigen umfangreichen Installationen im Bereich der Studiodecke zu gewährleisten. Die Wartungsdecken bestehen aus einzelnen Gitterrost-Deckenfeldern in Leichtbauweise, die durch Längsschlitze und einen Querschlitz für die Durchführung und das Verfahren der Teleskopleuchtenhänger getrennt sind (**Bild 5**). Um Beschädigungen an den Teleskoprohren zu vermeiden, sind die Wartungsdeckenfelder längs der Schlitze seitlich mit federnd gelagerten Kunststoffprofilen versehen.

Das Laufschienensystem für die Teleskopleuchtenhänger ist genau senkrecht über den Schlitzen der

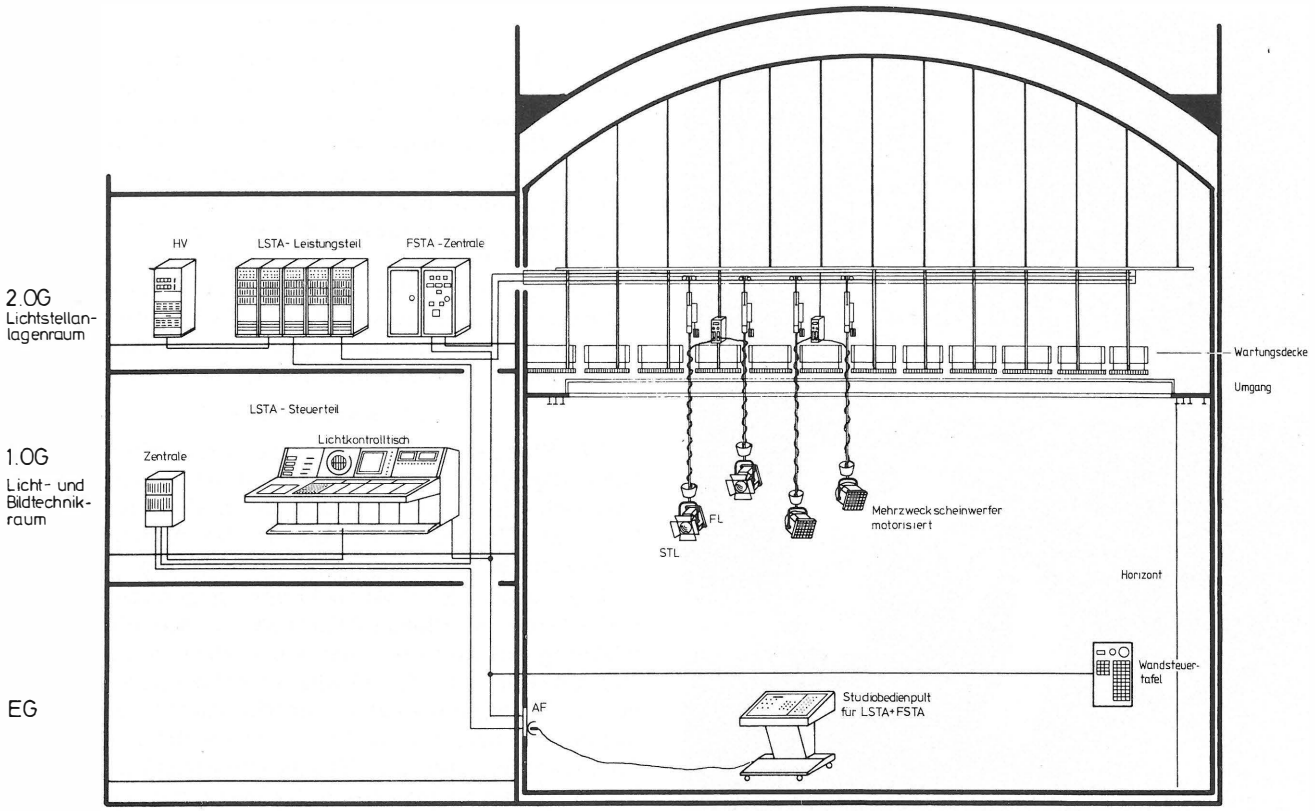


Bild 3
Anlagen- und Geräteübersicht
LSTA = Lichtstellanlage
FSTA = Fernsteuerungsanlage
AF = Anschlußfeld

Wartungsdecken über Kopfhöhe angeordnet. Durch Verbindungsweichen (Drehkreuze) lassen sich die Leuchtenhänger in der Mittelachse (**Bild 6**) oder in einem außerhalb des Deckenbereiches liegenden Schienenring von Längs- zu Längsschiene wechseln oder in einen jeweils angrenzenden Wartungs- und Reparaturbereich verfahren. Für Studio 1 und 2 ist ein gemeinsam nutzbarer Wartungs- und Reparaturbereich vorhanden. Unterhalb der Balkonumgänge der Studios ist jeweils ein 3läufiges Horizontschienensystem mit Wechselweichen und eine Tragschiene für Horizontleuchten (Leuchtstofflampen für farbige Horizontbeleuchtung) angeordnet. Einzelne Daten über die Studios und die Wartungsdecken enthält **Tabelle 1.**

	Studio 1 u. 2	Studio 3
Studiofläche brutto	280 m²	613 m²
Studiofläche netto (bis Horizont)	200 m²	500 m²*
Horizont-/Spielhöhe etwa	6 m	8 m
Höhe Wartungsdecke	7,48 m	9,52 m
Höhe Balkonumgang	6,29 m	8,16 m
Schlitzabstand der Wartungsdeckenfelder	1,20 m	1,20/1,50 m
Höhe Teleskopschienensystem	9,60 m	11,81 m

* einschließlich Zuschauertribüne

Tabelle 1
Daten der Studios und der Wartungsdecken

3.1.2. Teleskopleuchtenhänger

Die Teleskope sind für hängende Anordnung gebaut und werden durch Schlitze in den Wartungsdecken geführt. Durch Laufwagen sind die Teleskope in dem Schienensystem horizontal manuell zu verfahren (**Bild 7**). Die Vertikalbewegung erfolgt motorisch entweder über die Fernsteuerungsanlage von einem fahrbaren Bedienpult aus oder durch Bedienung direkt am Teleskop. Die betriebsmäßigen Endstellungen der Vertikalbewegung (ganz ausgefahren etwa 1,20 m über Studioboden und etwa 0,8 m unterhalb der Wartungsdecke) sind durch Endschalter vorgegeben. Um das Verfahren der Teleskope in die auf gleicher Höhe mit den Wartungsdecken liegenden Wartungs- und Reparaturräume zu ermöglichen, können die Geräte über das Deckenniveau hinaus ganz eingefahren werden. Dies kann aus Sicherheitsgründen nur durch örtliche Betätigung am Teleskop erfolgen. Das Teleskoprohrpaket besteht aus Präzisionsstahlrohren mit quadratischem Profil, die mit Kugelführungen versehen sind und dadurch ein geringes Verdrehspiel gewährleisten.

Die Scheinwerfer werden über die übliche Verbindung Hülse/Zapfen nach DIN 15 560 an den Leuchtenhängern befestigt. Die zusätzliche Sicherung dieser Verbindung ist anstelle eines Sicherungsseils

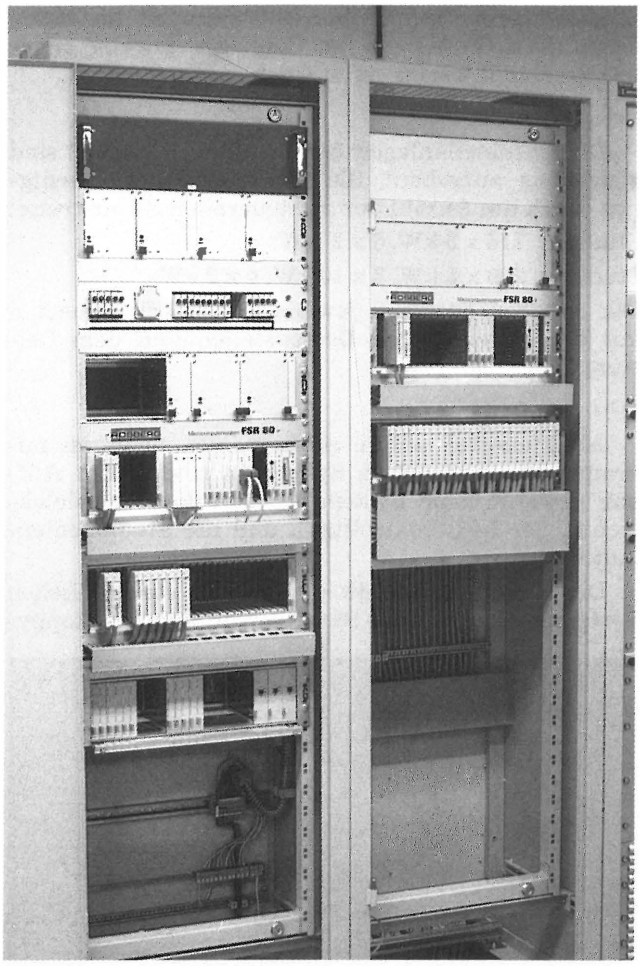


Bild 10

Rechner der Fernsteuerungsanlage im Lichtstellanlagenraum

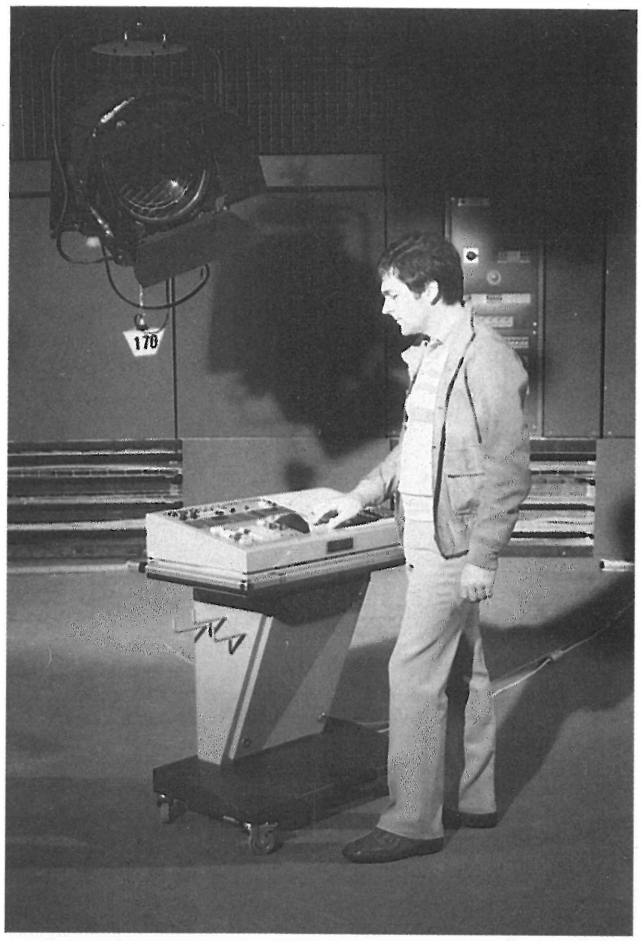


Bild 11

Fahrbares Bedienpult im Studio für das Einleuchten

Die **Steuerungszentrale** enthält einen frei programmierbaren Rechner (**Bild 10**), die notwendige Peripherie und die Hilfsspannungsversorgung für den Rechner selbst, für die Ausgabe- und Koppelrelais und für die Motorantriebe der Scheinwerfer. Der Rechner stellt das Bindeglied zwischen den Bedienstellen und den Scheinwerfern dar. In ihm werden die von den Bedienstellen angelegten Befehle in Steuersignale z. T. mit automatischem Ablauf unter Einbezug von Statusmeldungen für den jeweils angewählten Scheinwerfer umgesetzt. Zusätzlich werden Meldungen zu den Bedienstellen verarbeitet. Das Steuerungsprogramm für den Rechner ist softwaremäßig vorgegeben und auf EPROMs gespeichert.

Als **Bedienstellen** sind ein fahrbares Bedienpult (**Bild 11** und **12**) auf Studioebene (Studio 3: 2 Stück), ein Bedienfeld im Lichtkontrolltisch und eine Havariebedienstelle als Wandsteuertafel im Studio vorhanden. Von den Bedienstellen aus kann jeder angeschlossene motorisierte Scheinwerfer nach Anwahl mit der Zehnertastatur einzeln in sämtlichen Funktionen gesteuert werden. Dabei wird unterschieden zwischen Funktionen, die nur so lange ablaufen, wie die entsprechende Funktionstaste betätigt wird (sämtliche Verstellfunktionen), und zwischen automatisch ablaufenden Funktionen, die durch Tastendruck gestartet werden (Umschaltung Stufenlinse/Fläche und Leistungsumschaltung).

Die Verstellfunktionen der Scheinwerfer können mit zwei wählbaren Geschwindigkeiten gefahren werden. Bei einem angewählten Scheinwerfer/Teleskop wird durch Aufleuchten der Nummernampel quittiert, daß dieser Stromkreis gerade an den Rechner angekoppelt ist und der Scheinwerfer verstellt werden kann. Im Studio 3 können 2 Studiobedienpulte parallel verwendet werden, d. h. es können auch gleichzeitig 2 Scheinwerfer/Teleskope verstellt werden.

Das Bedienpult im Lichtkontrolltisch (Licht- und Bildtechnikraum) kann nur benutzt werden, wenn die Studiobedienung abgeschaltet ist. Aus Sicherheitsgründen ist von diesem Bedienpult die Teleskopverstellung nicht möglich. Die Bedienung vom Licht- und Bildtechnikraum aus erfordert einen Sichtkontakt in das Studio mittels der installierten Studiosichtkameras.

Bei Ausfall des Rechnersystems können die Scheinwerfer/Teleskope von einer Wandsteuertafel aus ebenfalls in allen Funktionen angesteuert werden (Havariebedienung).

Die Ankopplung der Scheinwerfer und Teleskope an die Fernsteuerungsanlage erfolgt mit Steckverbindungen an den **Anschlußfeldern** auf den Wartungsdecken (**Bild 13**). Außerdem wird in diesen Anschlußfeldern die Leistungsumschaltung der Scheinwerferlampen vorgenommen. Die Steuer- und Meldesignale zwischen der Steuerungszentrale und den

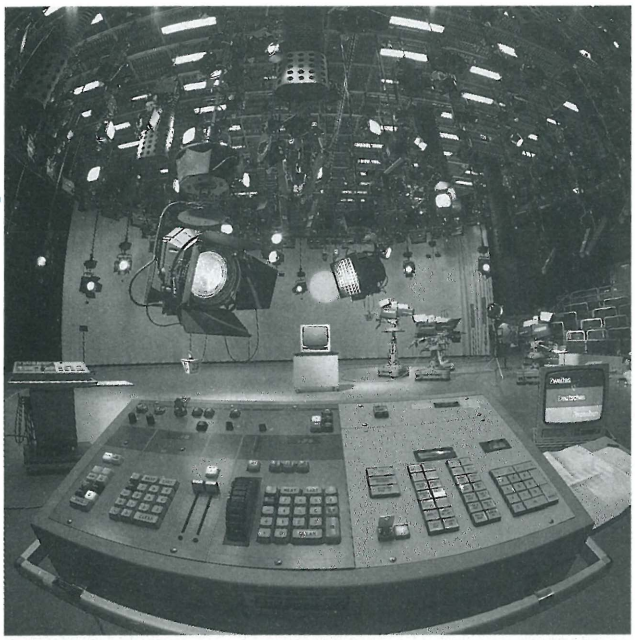


Bild 12
Blick in das Studio 3 mit Scheinwerferbestückung und Studiobedienpult

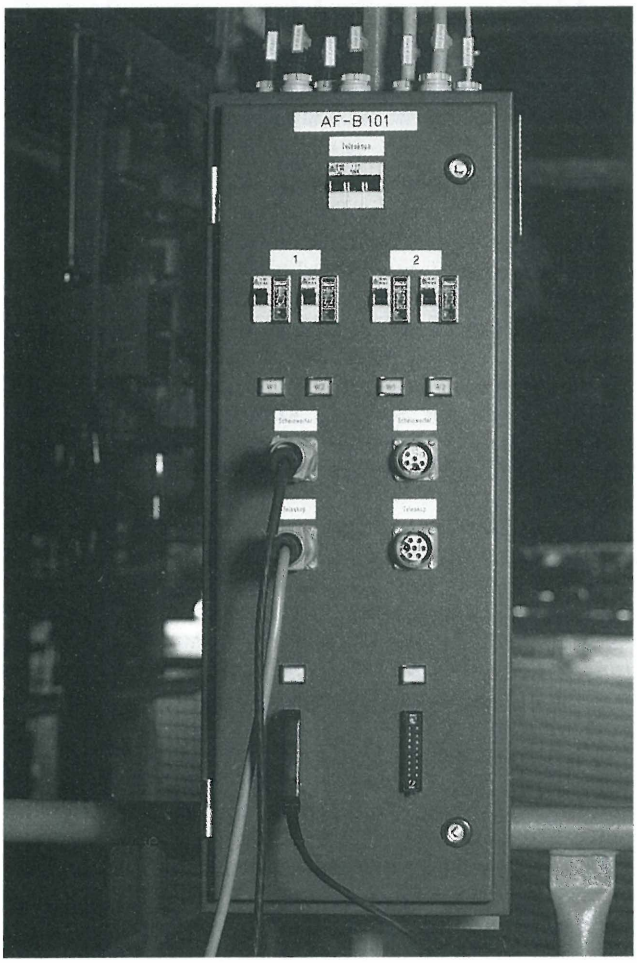


Bild 13
Anschlußfeld für 2 Mehrzweckscheinwerfer und Teleskope auf der Wartungsdecke

Scheinwerfern liegen über Busleitungen an sämtlichen Anschlußfeldern an. Nur der jeweils angewählte Scheinwerfer ist auf den Bus gekoppelt.

3.1.5. Lichtstellanlagen

Die Lichtstellanlagen für die Studios 1 und 3 sind gleichartig aufgebaut. Sie unterscheiden sich lediglich durch die Anzahl der zu steuernden Stromkreise:

Studio 1: 116 x 5 kW, 6 x 2 kW;

Studio 3: 230 x 5 kW, 3 x 10 kW, 6 x 2 kW.

Die Anlagen bestehen jeweils aus einem Steuerteil mit den zugeordneten Bedienstellen und dem Leistungsteil.

3.1.5.1. Steuerteil

Als Steuerteil wurde ein erprobtes modernes mikroprozessorgesteuertes System in modularem Aufbau gewählt. Zum System gehören die Zentralelektronik, der Lichtkontrolltisch und die Studiobedienpulte.

Die **Zentralelektronik** enthält die elektronischen Systembaugruppen, die Stromversorgung, ein Floppy-

Bild 14
Lichtkontrolltisch als Hauptbedienstelle der Lichtstellanlage
In der Pultschräge ist eine Nebenbedienstelle der Fernsteuerungsanlage eingebaut

Disk-Laufwerk als Archivspeicher und die Übergabesteck-/-löt-/klemmverbindungen zu den angeschlossenen Bedienstellen, Datenmonitoren, dem Drucker und dem Leistungsteil. Die Geräte sind in einem 19″-Gestell eingebaut, das im unteren Bereich der Monitorwand des Licht- und Bildtechnikraums hinter dem Lichtkontrolltisch aufgestellt ist.

Der eingebaute CMOS-Speicher als Arbeitsspeicher für die Lichtstimmungen ist mit einem Akkumulator gepuffert. Das System enthält für jeweils 48 Stromkreise eine Ausgangsprozessorkarte mit Analogausgängen 0 bis + 10 V als Sollwerte für die Ansteuerung der Dimmer des Leistungsteils. Die Anlage verfügt über ein integriertes Diagnosesystem. Fehler werden auf dem Datenmonitor angezeigt.

Der **Lichtkontrolltisch** (LKT, **Bild 14**) ist die Hauptbedienstelle des Systems. Im einzelnen sind in den LKT eingebaut:

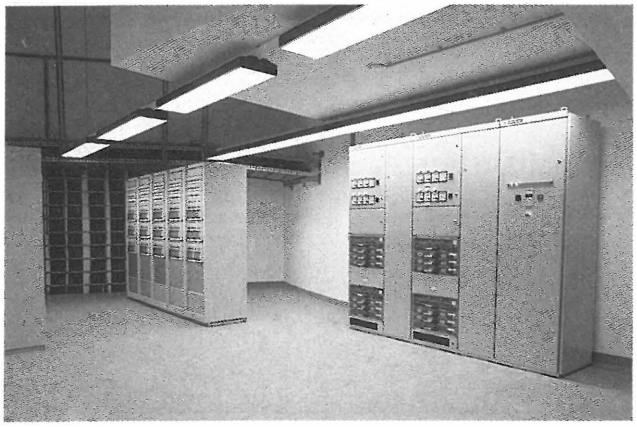


Bild 15

Lichtstellanlagenraum Studio 3 mit Hauptverteilung und den Schränken für die Lichtsteuergeräte

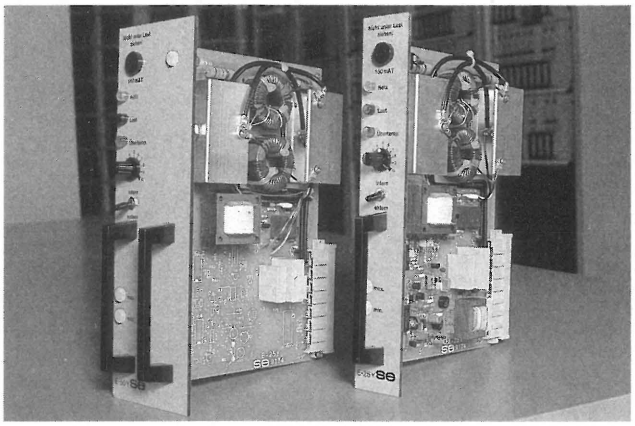


Bild 16

Lichtsteuergräte (Dimmer) für 5 kW und 10 kW Leistung als steckbare Einschübe

- Bedienmodule der Lichtstellanlage: Stromkreissteuerung, Abrufsystem, Speicher- und Ausgabesteuerung, Gruppenstellerfeld, Effektsteuerung, alphanumerische Tastatur, Floppy-Disk-Steuerung, Havariekreuzschiene, Stellerfeld für Havarie;
- Datenmonitor (Farbe) für Lichtstellanlage;
- Leuchttableau im Studiogrundriß;
- Meß- und Meldefeld;
- 2 Schwarzweißmonitore für Studiosichtkameras;
- Steuerstelle für 1 Studiosichtkamera mit Schwenk/Neigekopf;
- Kommandobedienstellen;
- Bedienstelle für Fernsteuerungsanlage.

Als Besonderheit bei der Bedienung der Lichtstellanlage ist die alphanumerische Tastatur hervorzuheben, mit der u. a. erläuternde Texte zu Lichtstimmungen geschrieben, Dimmerausgangskurven und Stromkreiszuordnungen geändert, Schaltkreise gebildet und Lichtstimmungen über die Floppy-Disk sortiert werden können. Neben den Stromkreisen für die Ansteuerung der Dimmer des Leistungsteils stehen im Steuerteil weitere 60 Stromkreise für Lichteffekte in Verbindung mit einem speziellen Leistungsteil, der im Studio angekoppelt werden kann, zur Verfügung.

Bei Ausfall des elektronischen Steuerteils der Lichtstellanlage können die Stromkreise über eine **Havariesteuerstelle** mit mechanischen Kreuzschienen und 10 Stellhebeln gesteuert werden.

Auf dem **Leuchttableau** sind die Anschlüsse der Lichtstellanlage auf der Wartungsdecke für die Scheinwerfer (Anschlußfelder) durch maßstäblich angeordnete LEDs dargestellt. Bei Ansteuerung eines Lichtsteuergerätes leuchtet die zugeordnete LED auf.

Das **Studiobedienpult** enthält neben der Bedienstelle für die Fernsteuerungsanlage die Module Stromkreissteuerung und Speicher- und Ausgabesteuerung für die Bedienung der Lichtstellanlage. Die Bedienung der Lichtstellanlage vom Studiopult aus kann parallel zur Bedienung vom Lichtkontrolltisch erfolgen und ermöglicht die Bildung kompletter Lichtstimmungen und deren Abruf. Über einen im Studio anschließbaren Datenmonitor können die Stromkreisdaten dieser Stimmungen und der Speicherinhalt betrachtet werden.

3.1.5.2. Leistungsteil

Zum Leistungsteil der Lichtstellanlagen gehören die Lichtsteuergeräte (Dimmer) mit den zugeordneten NF-Filtern (Drosseln), die in 19″-Schränken für je 24 Stromkreise untergebracht und im Lichtstellanlagenraum des jeweiligen Studios aufgestellt sind (**Bild 15**).

Die thyristorgesteuerten Lichtsteuergeräte (**Bild 16**) sind steckbar, während die Drosseln fest eingebaut sind. Neben diesen Geräten enthalten die Schränke eine Sicherungsverteilung mit den Stromkreissicherungen, einen Lüftereinschub und ein Anschlußfeld für die Zuleitungen und Abgänge.

Die Betriebsspannung beträgt etwa 240 V, 50 Hz. Durch einen elektronischen Regelteil in den Lichtsteuergeräten wird sichergestellt, daß bei Last- und Eingangsspannungsschwankungen die Ausgangsspannung immer konstant bleibt. Die Geräte sind einzeln mit einem Überhitzungsschutz ausgerüstet, der eine Anzeige auf der Frontplatte des Dimmers und eine Sammelmeldung am Schrank sowie eine weitere Sammelmeldung (Blinklicht) am Meß- und Meldefeld des Lichtkontrolltisches und am fahrbaren Bedienpult bewirkt. Weitere Anzeigen auf den Dimmerfrontplatten sind die Anzeige „Netz“ (Netz liegt am Eingang an) und „Last“ (Dimmer ist angesteuert). Für Servicezwecke ist jeder Dimmer mit einer Umschaltung für externe (Normalfall) und interne Ansteuerung mit einem auf der Frontplatte befindlichen Potentiometer ausgerüstet.

Die sechs 2-kW-Lichtsteuergeräte jedes Studios sind für die Ansteuerung von farbigen Leuchtstofflampen (weiß, grün, blau) in 2 fahrbaren Blue-box-Wänden vorgesehen. Die Steuerstelle hierzu befindet sich jeweils im Bildkontrolltisch des Licht- und Bildtechnikraums.

3.1.6. Stromversorgung

Die Stromversorgung der Studios ist jeweils aufgeteilt in das Netz für den Leistungsteil der Lichtstellanlage (Netz 1) und das Netz für den Betrieb der Teleskopleuchtenhänger, der Fernsteuerungsanlage

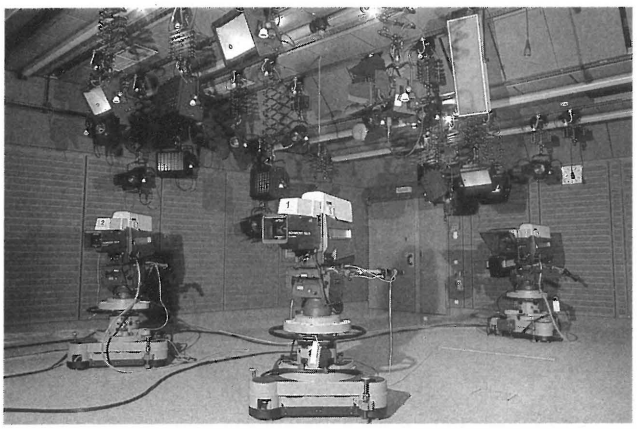


Bild 17
Ansage- und Programmverbindungsstudio (APV) mit konventioneller beleuchtungstechnischer Ausrüstung

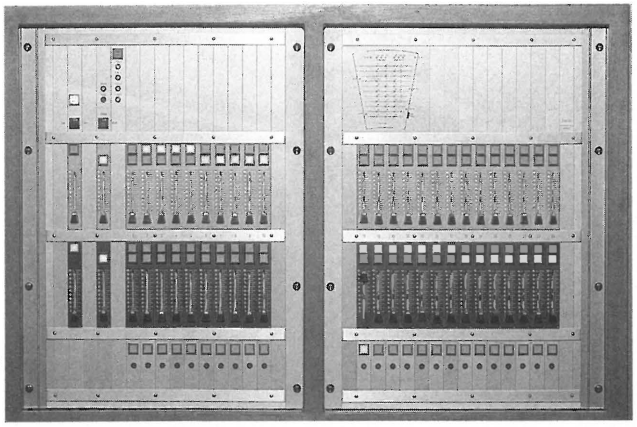


Bild 18
Wandsteuertafel der Lichtstellanlage APV-Studio

und des Steuerteils der Lichtstellanlage (Netz 2). Jedem Studio ist ein Leistungsschalter (1000 A) mit Motorbetätigung in der Niederspannungszentrale zugeordnet. Als Verbindung zwischen Abgang Leistungsschalter in der Niederspannungszentrale und Hauptverteilung im Lichtstellanlagenraum sind bei Studio 1 zwei Leitungen und bei Studio 3 vier Leitungen mit je 4 x 150/70 mm² verlegt. Um Netzschwankungen und Spannungsabfälle auf den Leitungen und über die Lichtsteuergeräte auszugleichen, sind in jeder Speiseleitung 3phasige Aufwärtstransformatoren für 100 % Schieflast zwischengeschaltet (Niederspannungszentrale).

Für die Berechnung der Stromversorgung wurde von einer benötigten Lichtleistung von 500 W/m² Studiospielfläche ausgegangen. Dieser Wert wurde auch für die Auslegung der Klimaanlage der Studios zugrunde gelegt. Um Spitzenlasten abdecken zu können, wurde jedoch mit 700 W/m² gerechnet, so daß für Studio 1 etwa 140 kW und für Studio 3 350 kW Leistung zur Verfügung stehen. Das Stromversorgungssystem ist so ausgelegt, daß unter Betriebsbedingungen die Scheinwerfer freizügig ausgewählt und eingeschaltet werden können, ohne auf Phasen- oder Kabelzuordnung achten zu müssen.

Jeder Einspeiseleitung sind Überlastmeldungen auf der Hauptverteilung und dem Meß- und Meldefeld des Lichtkontrolltisches (Blinklicht) zugeordnet. Bei Ausfall einer Sicherung in der Einspeisung oder bei Unterspannung erfolgt eine Sammelmeldung (Blinklicht) ebenfalls auf der Hauptverteilung und dem Meß- und Meldefeld. In den Hauptverteilungen sind die Lastschränke der Lichtstellanlage jeweils einzeln mit Sicherungslasttrennern abgesichert.

3.2. Studios APV und STBN

Für das Ansage- und Programmverbindungsstudio (APV, **Bild 17**) und den Studiobereich Nachrichten (STBN) mit jeweils rund 90 m² Spielfläche wurde eine konventionelle Ausrüstung gewählt. Diese besteht aus Stufenlinsenscheinwerfern und Flächenleuchten unterschiedlicher Leistung, aufgehängt an Scherenleuchtenhängern. Die Scherenleuchtenhänger mit Federgewichtsausgleich sind beweglich in einem 3phasigen Stromschienensystem angeordnet.

Die Scheinwerfer werden über eine Lichtstellanlage mit 24 Stromkreisen à 2 kW betrieben, die von einer Wandsteuertafel im jeweiligen Studioraum (**Bild 18**) oder wahlweise übergeordnet vom zugeordneten Bildkontrolltisch bedient wird. Die Wandsteuertafel ermöglicht die Einstellung von 4 Lichtstimmungen mit 2 verschiedenen Einstellwerten pro Stromkreis.

4. Schlußbemerkung

Die ersten Produktionen in den Studios haben bestätigt, daß das neuartige Beleuchtungssystem den Erwartungen voll entspricht und damit in den neuen Studios auch für die Beleuchtungstechnik ein modernes Instrumentarium für eine rationelle Betriebsabwicklung zur Verfügung steht.

EINE COMPUTERMETHODE FÜR DIE FREQUENZPLANUNG

VON HELMUT HAUNREITER UND RALF KLEINSTEUBER[1]

Manuskript eingegangen am 15. Mai 1984 UKW-Versorgung

Zusammenfassung

Es wurde eine Computermethode entwickelt und geprüft, die unter Berücksichtigung der notwendigen technischen Vorgaben und Kriterien Vorschläge für Frequenzzuteilungen zu erzeugen erlaubt. Die Anwendung des Verfahrens wurde bisher auf UKW-Tonrundfunksender beschränkt. Es wird dabei jeder Sender entsprechend seiner geographischen Lage und seinen kennzeichnenden Merkmalen berücksichtigt. Die mathematischen Grundlagen werden kurz beschrieben und Ergebnisse der ersten Programmtests werden erwähnt.

Summary **A computer method for frequency planning**

A computer method has been developed and tested, which makes it possible, while taking account of the necessary technical prescriptions and criteria, to produce proposals for frequency assignments. The application of the method has so far been limited to VHF sound-broadcasting emitters. Each emitter is considered according to its geographical position and its characteristics. The paper gives a brief description of the mathematical bases and discusses the results of the first tests of the program.

Sommaire **Méthode informatisée pour la planification des fréquences**

Une méthode informatisée permettant d'élaborer des propositions pour des attributions de fréquences en tenant compte des prescriptions et des critères techniques nécessaires, a été mise au point et testée. L'application de cette méthode s'est jusqu'à présent limitée aux émetteurs en O.m. Chaque émetteur est considéré en fonction de sa situation géographique et de ses caractéristiques. L'article décrit succinctement les bases mathématiques et analyse les résultats des premiers essais du programme.

1. Einleitung

Bei der Vergabe von Funkfrequenzen stand man von jeher vor dem Problem, daß das zur Verfügung stehende elektromagnetische Spektrum begrenzt ist und daß deshalb die vorhandenen Frequenzen oder Kanäle mehrfach genutzt werden müssen. Um diese Mehrfachnutzung mit geringster gegenseitiger Störung zu ermöglichen, werden gleiche Sendefrequenzen durch eine entsprechende geographische Trennung entkoppelt. Die Frequenzökonomie verlangt dabei, daß jede Frequenz jedoch möglichst oft eingesetzt werden kann, woraus sich mit der Forderung nach geringster Störung ein Optimierungsproblem ergibt.

Eine Lösung des Problems gelingt über geometrisch idealisierte Sendernetze, bei denen die einzelnen Sender identische kennzeichnende Merkmale haben. Das Verfahren zur Erzeugung dafür geeigneter linearer Kanalverteilungen ist bereits lange bekannt und ausführlich beschrieben worden [1, 2]. Bei der Verteilung von Frequenzen ergeben sich Probleme bei der Anwendung linearer Kanalverteilungen auf die tatsächlichen Sendernetze, da solche Netze aufgrund der Versorgungsnotwendigkeiten keine absolut regelmäßige Anordnung haben können. Die erste Schwierigkeit besteht darin, diejenige der geometrischen Verteilungen herauszufinden, die unter Zugrundelegung von wirklichkeitsnahen Ausbreitungsbedingungen und Schutzabständen sowie unter Begünstigung bestimmter Frequenzkombinationen an gleichen oder benachbarten Standorten u. ä. einen maximalen Grad der Versorgung ergibt.

Die zweite, viel wesentlichere Schwierigkeit ist die Verteilung der geometrisch angeordneten Kanäle auf die tatsächlichen Senderstandorte, die eigentliche Frequenzplanung. Die Bedingungen, nach denen die lineare Verteilung der Kanäle erfolgt ist, gelten dann natürlich nicht mehr exakt, denn jetzt unterscheiden sich die Sender in Leistung, Antennenhöhe, Strahlungsdiagramm und in den gegenseitigen Entfernungen, so daß sich eine starke Verzerrung des idealisierten Netzes ergeben kann.

2. Aufgabenstellung

Aus Anlaß der Vorbereitung der bevorstehenden UKW-Planungskonferenz im Herbst 1984 rückte die Problematik der Frequenzverteilung erneut ins Bewußtsein der Frequenzplaner. Dabei wurden auch Vorstellungen in Betracht gezogen, die neue Wege zur Lösung des Problems eröffnen [3, 4]. Es wurden Überlegungen angestellt, wie eine Frequenzvergabe unter realistischen Bedingungen zu erreichen wäre. Man konnte dabei davon ausgehen, daß in dem zu planenden Netz die geographische Lage der Sender, ihre Antennenhöhen und Leistungen vorgegeben sind.

Es sollte ein rechnergestütztes Planungsverfahren gesucht und entwickelt werden, das eine unter den genannten Vorgaben optimale Verteilung der Kanäle unter Berücksichtigung weiterer technischer und betrieblicher Bedingungen gewährleistet. Das Verfahren sollte mit Hilfe eines Computers die Erzeugung eines Frequenzplanes ermöglichen, der in seiner Qualität mit einem nach dem herkömmlichen Verfahren gewonnenen Plan vergleichbar ist.

Zu Beginn der Arbeiten war bereits klar, daß das Ergebnis für eine allgemeine Anwendung bei der UKW-Planungskonferenz nicht rechtzeitig vorliegen kann. Da es sich um Überlegungen handelte, die grundsätzlich für die meisten Funkdienste gelten und ein praktikables Verfahren auch für spätere Ände-

[1] Dipl.-Phys. Helmut Haunreiter ist Leiter der Sendernetzplanung beim Bayerischen Rundfunk, München, Dipl.-Math. Ralf Kleinsteuber ist wissenschaftlicher Angestellter beim Mathematischen Institut der Technischen Universität München.

rungen in einem Plan verwendet werden könnte, wurde die Arbeit dennoch in Angriff genommen.

Da nunmehr erste Ergebnisse vorliegen, die den Einsatz dieser Computermethode der Frequenzplanung in begrenzter Weise zulassen, soll im folgenden darüber berichtet werden.

3. Lösungsmodell

Im Rahmen der allgemeinen Konferenzvorbereitungen zur UKW-Planungskonferenz wurden beim Bayerischen Rundfunk wie auch bei anderen Organisationen die technischen Bedingungen für die Frequenzvergabe zusammengestellt. Für die Untersuchung der mathematischen Voraussetzungen konnte das Mathematische Institut der Technischen Universität München gewonnen werden. Dort wurde auch die Auswahl der mathematischen Grundlagen getroffen [5].

Es war für die grundsätzlichen Untersuchungen nicht notwendig, aber auch nicht möglich, alle Bedingungen zu definieren und zu formulieren, insbesondere Bedingungen, die im Rahmen der Erfahrungen von Frequenzplanern flexibel gehandhabt werden, wie z. B. Frequenzkonstellationen am Standort oder spezielle topographische Gegebenheiten.

3.1. Grundlagen

In einem Sendernetz werden für die Sender S_i mit $i = 1, \ldots, n$ Werte für die Kanäle K_i gesucht, auf denen diese Sender ihre Programme ausstrahlen sollen. Zusätzlich senden weitere Sender S_j mit $j = n+1, \ldots, m$ auf bereits festgelegten Kanälen K_j. Werden über eine Antenne mehrere Programme auf verschiedenen Kanälen abgestrahlt, so wird jedem Kanal ein Sender im obigen Sinn zugeordnet, d. h. in der Regel gibt es an einem Antennenstandort mehrere Sender.

Störbeiträge am Senderstandort werden generell mit E_s bezeichnet, die nutzbare Feldstärke am Standort mit E_u. Der Kanalabstand beträgt 100 kHz. Damit stehen z. B. im Bereich 87,5 bis 100 MHz 124 verschiedene Kanäle zur Verfügung.

3.2. Minimale Obergrenze für Störbeiträge

Der Wert der nutzbaren Feldstärke E_u allein ist für eine Optimierung im mathematischen Sinne nicht geeignet. Deshalb machte man folgende vereinfachende Annahme: Die Differenz zwischen der nutzbaren Feldstärke und dem maximalen Störbeitrag für einen Sender sei konstant für alle Sender; als Referenzpunkt wird dabei der Standort des untersuchten Senders herangezogen. Diese Annahme entspricht zwar nicht der Wirklichkeit, erscheint jedoch aufgrund der angestrebten geringen Schwankungsbreite dieser Differenz gerechtfertigt. Die bisherigen Ergebnisse bestätigen dies.

Man gibt jeweils einen Wert E vor und versucht, die Kanäle K_i so zu wählen, daß alle Störbeiträge an den Sendern S_i (mit i zwischen 1 und n) und alle Störbeiträge, die diese Sender an den Sendern S_j (mit j zwischen n + 1 und m) liefern, diesen Wert E nicht übersteigen. Auf die Störbeiträge der Sender S_j untereinander hat man keinen Einfluß mehr, deshalb spielen sie in der weiteren Betrachtung keine Rolle. Dann versucht man, durch gezielte Variation von E den kleinstmöglichen Wert für E zu bestimmen. Es liegt dann eine in gewissem Sinne optimale Situation vor: Alle Störbeiträge liegen unterhalb einer festen Schranke, die nicht weiter gesenkt werden kann. Mit der obigen vereinfachenden Annahme gilt dies auch für die nutzbaren Feldstärken.

Jetzt braucht man nur noch Relationen zwischen jeweils zwei Sendern zu betrachten, wenn man prüft, ob es möglich ist, durch geschickte Wahl der Kanäle K_i alle Störbeiträge E_s kleiner oder gleich E zu machen. Wichtig dabei sind alle Relationen sowohl zwischen Sendern S_{i1} und S_{i2} (mit $i_1 \neq i_2$ zwischen 1 und n) und zwischen Sendern S_i und S_j (mit i zwischen 1 und n und j zwischen n + 1 und m).

Man kann aus den Daten der beiden Sender, die man gerade untersucht, einen Mindestfrequenzabstand d_{i1i2} bzw. d_{ij} für die zwei Sendekanäle errechnen, der nötig ist, damit keiner der beiden gegenseitigen Störbeiträge über der vorgegebenen Schranke E liegt. Man erhält also Bedingungen der Form:

$$|K_i - K_j| \geqq d_{ij} \tag{1}$$

$$|K_{i1} - K_{i2}| \geqq d_{i1i2} \quad . \tag{2}$$

Dabei laufen i, i_1 und i_2 von 1 bis n und j läuft von n + 1 bis m. ($|x|$ ist der Betrag von x.)

Diese Werte d_{i1i2} und d_{ij} hängen natürlich von der gültigen Obergrenze E ab und müssen für jeden neuen Wert von E neu berechnet werden. Unabhängig von E sind die Bedingungen, die zwischen mehreren Sendern am gleichen Standort gelten müssen. Bei den durchgeführten Rechnungen wurde der Mindestabstand zwischen solchen Sendern auf 20 Kanäle (2 MHz) festgesetzt und weiter gefordert, daß der Abstand nicht in der Nähe (± 2 Kanäle) von 107 Kanälen (10,7 MHz) liegt.

Außerdem muß für die zu planenden Kanäle gelten: $1 \leqq K_i \leqq 124$, damit man im gewählten UKW-Bereich bleibt, und die K_i können nur ganzzahlige Werte annehmen. Falls nun Werte für die K_i ($i = 1, \ldots, n$) existieren, die allen Bedingungen genügen, dann können alle variablen Störbeiträge kleiner oder gleich E gemacht werden, d. h. man wird dann versuchen, die Schranke E noch kleiner zu machen und umgekehrt.

3.3. Bestimmung einer Lösung

Nach Prüfung der möglichen mathematischen Verfahren stellte sich heraus, daß es im Augenblick leider keine elegantere und schnellere Methode gibt, bei vorgegebenem E die K_1 bis K_n zu berechnen, als die, bei der man alle möglichen Kombinationen durchlaufen muß. Das heißt, man untersucht der Reihe nach alle möglichen Zahlenkombinationen für $K_1, \ldots, K_n$, bis man eine Lösung gefunden hat, die allen Bedingungen genügt, bzw. am Ende feststellt, daß keine Lösung existiert. Diese sehr zeitraubende Methode kann nur für kleine n mit akzeptablem Zeitaufwand durchgeführt werden und begrenzt somit die Anzahl der zu planenden Sender.

Die mathematisch zulässige Aufgabe der Ganzzahligkeitsbedingungen für die K_i führt zu keiner praktikablen Methode. Im Lauf der Rechnung ergibt sich ein kleinstes E, für das gerade noch eine Lösung für die Werte K_1 bis K_n existiert. Zu diesem E wer-

den dann sämtliche möglichen Lösungen bestimmt, so daß eine weitere Auswahl stattfinden kann. Bei Planung von mehreren Sendern sieht das in der Regel folgendermaßen aus:

Für einen Sender bzw. mehrere Sender an einem Standort sind nur ein Kanal oder wenige verschiedene Kanäle möglich, während für andere Sender durchaus noch viele Möglichkeiten bestehen. Dann wird mit Hilfe von Information aus dem Verlauf der Rechnung diesem einen Sender oder den Sendern dieses einen Standortes ein bzw. je ein Kanal zugewiesen und die Rechnung wird neu gestartet, wobei die Sender mit bereits zugewiesenem Kanal als bekannt eingegeben werden. Somit verringert sich jedesmal die Zahl der noch zu berechnenden Kanäle, bis im letzten Rechengang nur noch ein Sender bzw. ein Standort zu planen ist.

3.4. Berücksichtigung der verschiedenen Sendeleistungen

Die Praxis legt nahe, nicht an allen Sendern die gleiche Obergrenze für die Störbeiträge zu fordern. Wesentlich günstiger ist es, leistungsstarke Sender auch entsprechend stärker zu schützen. Dies geschieht hier durch Werte DE_l, die zu E jeweils addiert werden, so daß an allen Sendern S_l ($1 \leqq l \leqq m$) gelten soll: jeder Störbeitrag am Sender $S_l \leqq E + DE_l$ (3) . Dadurch verändert sich nur die Berechnung der Mindestkanalabstände d_{i1i2} und d_{ij} entsprechend.

Insgesamt wurden acht Varianten zur Berechnung der DE_l getestet. Bei Variante 1 wurde einfach $DE_l = 0$ gesetzt, die zulässigen Störungen sind also für alle Sender – unabhängig von ihrer Leistung – gleich. Variante 2 ergab sich durch

$$DE_l = E_{u,l} - E_0 \qquad (4)$$

mit E_0 als Startwert (z. B. 80 dB) und $E_{u,l}$ als bisherige nutzbare Feldstärke am Sender S_l; sie orientierte sich also an den momentan gültigen Relationen zwischen den Sendern.

Die Varianten 3 bis 5 sind beschrieben durch

$$DE_l = -c/2 \cdot \log_{10}(p_l) \ , \qquad (5)$$

die Varianten 6 bis 8 durch

$$DE_l = -c/100 \cdot p_l \qquad (6)$$

mit c = 5, 10 und 15 für die jeweiligen Varianten. Dabei ist p_l die Sendeleistung des Senders S_l in kW und $\log_{10}$ der Logarithmus zur Basis 10. Die Logarithmusfunktion wurde für die Varianten 3 bis 5 verwendet, weil die Feldstärke (im Sendegebiet) etwa mit dem Logarithmus der Leistung abnimmt. Die lineare Abhängigkeit von der Sendeleistung für die Varianten 6 bis 8 schien ebenfalls naheliegend und eine Untersuchung wert.

3.5. Ergebnisse und weitere Möglichkeiten

Bei den bisherigen Tests wurden die Richtantennencharakteristik und das Umgebungsprofil der Sender noch nicht berücksichtigt. Im Test wurden 40 Sender an 13 Standorten neu geplant. Der gesamte Rechenaufwand im Computer für eine einzelne Variante lag unter 100 Minuten, so daß es bei geschickter Speicherverwaltung möglich ist, das ganze Planungsverfahren an einem Tag abzuwickeln.

Variante	Änderung (gesamt) von $\overline{E}$ (dB)	Änderung (gesamt) von A (km²)	Änderung der Fläche (km²) aufgesplittet nach der Senderleistung p (in kW) $p \leqq 100$	$10 \leqq p < 100$	$1 \leqq p < 10$	$p < 1$
1	+0,11	– 2597	+ 437	–2242	– 751	– 41
2	–0,04	+ 4042	+ 1127	+1879	+ 912	+124
3	–0,01	– 2019	– 6688	+6318	–1610	– 39
4	–0,03	+ 5519	– 968	+8450	–1703	–188
5	+0,04	+16615	+15048	+1274	+ 658	–365
6	+0,04	+ 5985	+ 8383	+ 307	–2352	–353
7	+0,07	+ 7467	+ 9754	–1476	– 434	–377
8	+0,14	+10479	+13708	–1669	–1105	–455

Tabelle 1

Zum Vergleich wurde jeweils das deutsche Sendernetz mit 411 Sendern untersucht. Für diese Sender galt:

mittlere nutzbare Feldstärke am Senderstandort $\overline{E}_u = 82{,}92$ dB,

Gesamtversorgungsfläche A = 1 126 344 km².

Die Berechnungen mit den verschiedenen Varianten 1 bis 8 bewirkten die Veränderungen nach **Tabelle 1.** Die größte Versorgungsflächenzunahme betrug also ungefähr 1,5 % der Gesamtversorgungsfläche der 411 Sender, bei diesen Tests wurden aber nur für weniger als 10 % der Sender neue Frequenzen bestimmt.

Zu bemerken ist noch, daß Variante 2 in dieser Form nicht für die Planung neu in Betrieb zu nehmender Sender geeignet ist. Berechnungen nach diesem Verfahren mit theoretischen Netzen aus identischen Sendern mit gleichen Senderabständen zeigten, daß sich als Lösungen lineare und auch nichtlineare Kanalverteilungen ergeben, die normalerweise nur schwer zu ermitteln sind [6].

Für weitere Untersuchungen bietet sich zum einen an, die Varianten zur Berechnung der DE_l weiter zu verbessern. Eine Möglichkeit hierzu wäre, für jeden Sender anhand des vorgesehenen Versorgungsgebietes die dafür maximal zulässige nutzbare Feldstärke zu errechnen und aus den sich ergebenden Unterschieden die DE_l zu bestimmen. Eine geringfügige Modifikation des Rechenprogramms wird es gestatten, für bestimmte Sender konstante Obergrenzen für die Störbeiträge an diese vorzugeben, die im Lauf der Rechnung nicht geändert werden. Dies bedeutet einen Schutz bestehender Sender vor den Auswirkungen der jeweiligen geplanten Änderungen.

4. Weitere Entwicklung

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse steht fest, daß eine mathematische Methode der Frequenzplanung entwickelt wurde, die sich grundsätzlich für die optimale Frequenzverteilung für eine Reihe von Funkdiensten eignet. Es ist jedoch beabsichtigt, sie für die Rundfunk-Sendernetzplanung weiterzuentwikkeln und zu vervollständigen. Es ist vorgesehen, außer den allgemein für alle Sender gültigen Vorgaben und Einschränkungen auch für einzelne Sender not-

wendige Bedingungen vorgeben zu können. Somit kann für jeden Sender ein Satz von individuellen Bedingungen angegeben werden, wobei diese Bedingungen mit Prioritäten versehen und bei der Vergabe von Frequenzen entsprechend berücksichtigt werden können. Dabei ist auch eine Abstufung möglich, so daß nach ökonomischen Lösungen in verschiedenen Schritten gesucht werden kann; z. B. kann für einen Standort wegen Benutzung nur einer Antenne im ersten Schritt ein Frequenzabstand von 2 MHz gefordert werden, im zweiten Schritt kann dieser Abstand weiter verringert werden, bis die Frequenzweiche ökonomisch nicht mehr zu realisieren ist und im dritten Schritt nur noch der für die Benutzung einer zweiten Antenne notwendige Frequenzabstand berücksichtigt wird.

Es könnten aber auch Forderungen nach regionaler Untergliederung und Zusammenschaltung von Sendergruppen oder auch topographische Vorgaben auf diese Weise berücksichtigt werden. Man kann sich davon versprechen, daß das beschriebene Verfahren auch die Planung von Ergänzungen oder Änderungen dahingehend unterstützt, daß es jeden Einzelfall in Beziehung zum bereits vorhandenen Sendernetz setzt und im Sinne einer optimalen Gesamtlösung Frequenzen vorschlägt. Ein bevorzugter Anwendungsbereich könnte bei der Planung von Lückenfüllnetzen oder lokaler Versorgung liegen. Es ist jedoch auch eine Modifizierung des Programms für andere Funkdienste vorstellbar, sofern ihnen vergleichbare Planungsprinzipien zugrunde liegen.

Eine wichtige Rolle für die Anwendung spielt die Implementierung auf einem Computer, weil dadurch im wesentlichen der Zeitfaktor bestimmt wird. Geschickte Berechnungs- und Programmiertechniken könnten in nicht zu ferner Zukunft die Planung gesamter Sendernetze ermöglichen.

SCHRIFTTUM

[1] Eden, H.: Ein Verfahren zum Entwurf optimaler Sendernetze in den Bändern IV und V. Rundfunktech. Mitt. 2 (1958), S. 187 bis 196.

[2] Arnaud, J.-F.: Frequency planning for broadcast services in Europe. Proc. of the IEEE, Vol. 68 (1980), S. 1515 bis 1522.

[3] Struzak, R. G.: Optimum frequency planning: a new concept. Telecomm. J., Vol. 49 (1982), S. 29 bis 36.

[4] Sivyer, G. R.; Inge, S. R.: A practical a priori method of frequency assignment for multiple transmitters and sites which minimizes total radio spectrum required. Broadcasting Corporation of New Zealand. Appendix A to 1981 ABU WPC Report Part 1.

[5] Kleinsteuber, R.: Optimale Frequenzen für Rundfunksender im UKW-Bereich. Diplomarbeit. Mathematisches Institut der Technischen Universität München, 1983.

[6] Maarleveld, F.: Sendernetz mit nichtlinearen Kanalverteilungen. Rundfunktech. Mitt. 4 (1960), S. 57 bis 59.

NEUE MW-SENDEANTENNENANLAGE FÜR DEN BODENSEESENDER DES SÜDWESTFUNKS

VON WALTER ROTT UND WALTER TEUBNER[1]

Manuskript eingegangen am 12. Juli 1984 Antennentechnik

Zusammenfassung

Der SWF hat zur Verbesserung der MW-Versorgung für die 350-kW-Senderanlage „Bodenseesender" eine neue Antennenanlage errichtet. Unter Verwendung vorhandener Strahler der alten Viermastanlage entstand eine neue Richtantenne für die Nachtstrahlung. Zur Aussendung bei Tag wurde eine eigene Rundstrahlantenne mit einem neuen 240-m-Mast gebaut. Die Überlegungen, die zu diesem Konzept führten, werden dargelegt und die Ausführung der einzelnen Antennensysteme beschrieben. Besonders hervorgehoben sind dabei die Bemühungen um optimale Wirtschaftlichkeit und hohe Betriebssicherheit der Anlage. Wartungsintensive und störanfällige Anlagenkomponenten konnten weitgehend vermieden werden.

Summary **The new emitting-antenna installation for the SWF's Lake Constance station**

The SWF has erected a new antenna installation in order to improve the MF service from its 350-kW „Bodensee" broadcasting station. Using the existing radiators of the old four-mast installation, a new directional antenna was obtained for night-time service. For day-time operation, a specific, omnidirectional antenna using a new 240-m mast was constructed. The paper discusses the considerations underlying that design and describes the construction of the two antenna systems. Particular stress is laid on the endeavours made relating to optimal economics and high operational reliability for the installation. It was possible to avoid to a large extent any maintenance-intensive and disturbance-prone components.

Sommaire **La nouvelle installation d'antennes émettrices de la station du Südwestfunk au Lac de Constance**

Le Südwestfunk a construit une nouvelle installation d'antennes pour améliorer la desserte en MF de sa station émettrice „Bodensee" de 350 kW. Une nouvelle antenne directionnelle pour le service nocturne a été constituée à l'aide des antennes existantes de l'ancienne installation à quatre mâts. Pour l'exploitation diurne, une antenne omnidirectionnelle spécifique montée sur un nouveau mât de 240 m a été construite. L'article analyse les principes mis en oeuvre et décrit la construction des deux systèmes d'antenne, en insistant particulièrement sur les efforts réalisés pour obtenir une installation économique et pour lui assurer une fiabilité de fonctionnement élevée. Il a été possible d'éviter dans une grande mesure l'emploi d'éléments exigeant une maintenance importante et sensibles aux perturbations.

1. Einleitung

Der SWF betreibt für die Mittelwellenversorgung seines Sendegebietes zwei MW-Großsender mit je 300 kW Senderleistung, den Rheinsender Wolfsheim und den Bodenseesender Rohrdorf, sowie den MW-Sender Freiburg mit 40 kW Senderleistung (**Bild 1**).

Den Bodenseesender errichtete der SWF 1964 in Rohrdorf/Kreis Sigmaringen als Ersatz für die Gleichwellensender Bad Dürrheim, Ravensburg und Reutlingen, deren Frequenz 1538 kHz an den Deutschlandfunk abgegeben wurde. Mit der neuen Sendefrequenz 665 kHz mußten beim Bodenseesender aufgrund internationaler Vereinbarungen Leistungsbeschränkungen in vier Richtungen in Kauf genommen werden.

Mit der Genfer Wellenkonferenz für den LW- und MW-Rundfunk 1975 entfiel ein wesentlicher Teil dieser Auflagen. Damit war es möglich, die MW-Versorgung im südlichen, westlichen und nordwestlichen Bereich regional und überregional zu verbessern. Der SWF nutzte diese Möglichkeit und entschloß sich nach eingehender Vorplanung zum Bau einer Antennenanlage, die den verbesserten Ausstrahlungsvorgaben gerecht werden sollte.

2. Planung der neuen Antennenanlage

Ziel der Planung war, eine Antennenanlage zu konzipieren, die unter Beachtung der in Genf vereinbarten neuen Strahlungsparameter ein Optimum hinsichtlich Versorgungseffektivität und Gesamtwirtschaftlichkeit darstellt.

2.1. Planungsvorgaben

2.1.1. Neue Genfer Plandaten

Für den Bodenseesender konnten in Genf folgende Strahlungsdaten vereinbart werden:

Bei Tag: Rundstrahlung mit einer Strahlungsleistung von etwa 350 kW EMRP

Bei Nacht: Richtstrahlung mit einer Strahlungsleistung von maximal 300 kW EMRP, jedoch Leistungsreduzierung in den Richtungen der Sender VILNIUS (URS) und TRIKALA (GRC) auf jeweils 50 kW EMRP.

Außerdem war in Anpassung an den neu festgelegten Kanalabstand eine Frequenzänderung von 665 kHz auf 666 kHz vorzunehmen.

2.1.2. Standortvorgaben

Vorhanden waren am Bodenseesender

- eine 4-Mast-Antennenanlage mit 137 m hohen Vertikalstrahlern, RF-Energieleitungen zu den vier Masten (60-Ω-Koaxialkabel 32/95) und ein umfangreiches Erdnetz in einem 25 ha großen Antennengelände (**Bild 2**);
- inmitten der Antennenanordnung das Senderbetriebsgebäude mit einem anodenmodulierten 350-kW-Sender von AEG-Telefunken (**Bild 3**) und einem vom SWF selbst gebauten 150-kW-Sender in Doherty-Schaltung (als Reservesender);

[1] Dipl.-Ing. (FH) Walter Rott ist Leiter der Abteilung Sendertechnik Süd, Dipl.-Ing. (FH) Walter Teubner ist Projektingenieur in der Abteilung Sendertechnik Süd beim Südwestfunk, Baden-Baden.

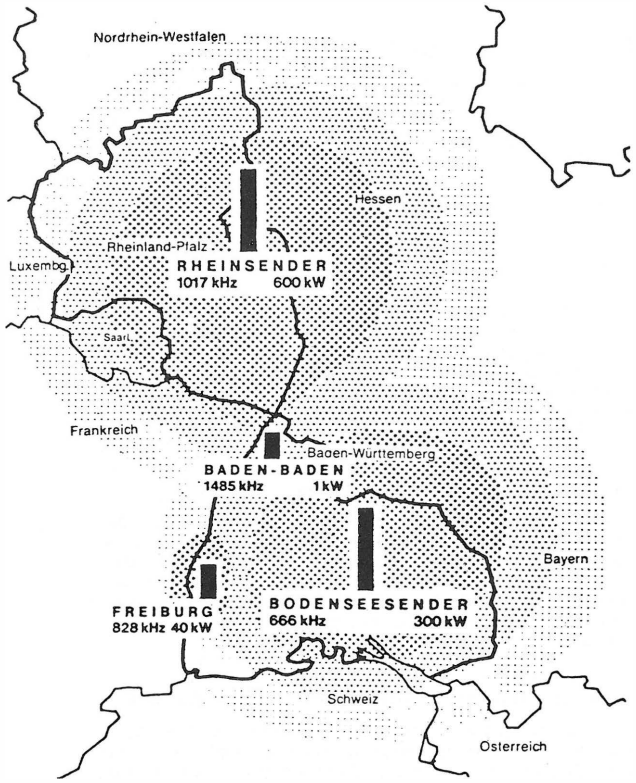


Bild 1
Die MW-Versorgung durch den SWF nach Inkrafttreten des Genfer Wellenplans am 23. November 1978

– außerdem eine KW-Reusenantenne für den 20-kW-Kurzwellensender.

Die Freiheitsgrade für die Aufstellung neuer Antennenmaste mit Erdnetz waren sehr gering. Einer Geländeerweiterung stand die landwirtschaftliche Nutzung entgegen.

Aus Kostengründen war anzustreben, möglichst viele Komponenten der vorhandenen Antennenanlage wieder zu verwenden. Einer der 4 Maste sollte als Hilfsantenne weiterbenutzt werden. Eine Erneuerung der Sender stand noch nicht an. Der normale Senderbetrieb war während der Umbauphase aufrechtzuerhalten, wobei ab Inkrafttreten des Genfer Wellenplans am 23. November 1978 die neuen Auflagen berücksichtigt werden mußten.

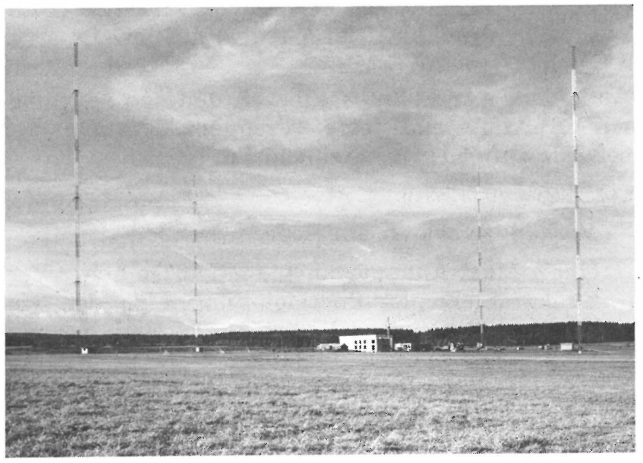


Bild 2
Die alte 4-Mast-Antennenanlage des Bodenseesenders in Rohrdorf

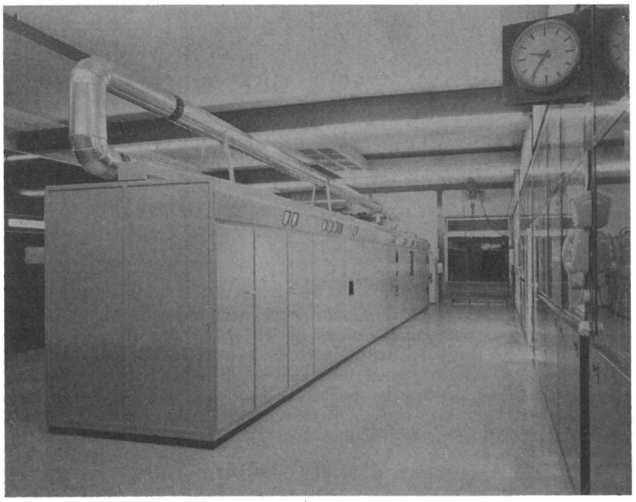


Bild 3
Der anodenmodulierte 350-kW-Sender (AEG-Telefunken)

2.2. Antennenkonzept

2.2.1. Nachtantenne

Untersuchungen zeigten, daß sich mit der vorhandenen Mastanordnung kein befriedigendes Richtdiagramm für die Nachtversorgung erzielen läßt. In umfangreichen Studien des SWF, der Firma AEG-Telefunken und des IRT wurde eine Anzahl Antennenkonfigurationen mit zwei und mehr Strahlern und unterschiedlichen Strahlerhöhen berechnet. Neben den Strahlungseigenschaften und ihrer Auswirkung auf die Versorgung waren auch die voraussichtlichen Investitions- und Betriebskosten der einzelnen Antennenvarianten zu ermitteln.

Die Berechnungen führten zu dem Ergebnis, daß für den Bodenseesender eine Antennenanlage mit zwei fußpunktgespeisten Strahlern, und zwar unter Verwendung vorhandener 137-m-Maste, das Optimum hinsichtlich des Planungsziels darstellt. Die Diagrammforderungen werden erfüllt, wenn die Maste auf der Winkelhalbierenden (85° N ü. O) der beiden Ausblendrichtungen in einem Abstand von 180 m angeordnet sind und mit einem Amplitudenverhältnis der Ströme von 0,46 und einer Phasendifferenz von 80° betrieben werden [1].

2.2.2. Tagantenne

Bei der Antenne für die Rundstrahlung bei Tag war schon aus Kostengründen zu prüfen, inwieweit man sich auch hierfür mit einem 137-m-Mast der vorhandenen Viermastanlage bzw. der neuen Zweimast-Nachtantenne begnügen könne. Berechnungen ergaben, daß sich bei einem etwa $\lambda/2$ hohen Strahler mit größerem Antennengewinn die Investitionskosten für einen solchen Mast durch die Stromkostenersparnis in etwa 8 Jahren amortisieren.

Neben der mittel- und langfristig größeren Wirtschaftlichkeit sprachen für einen neuen 240-m-Mast noch folgende Fakten:

– Es war möglich, den neuen Mast am Standort eines alten abgebauten Mastes zu errichten und so-

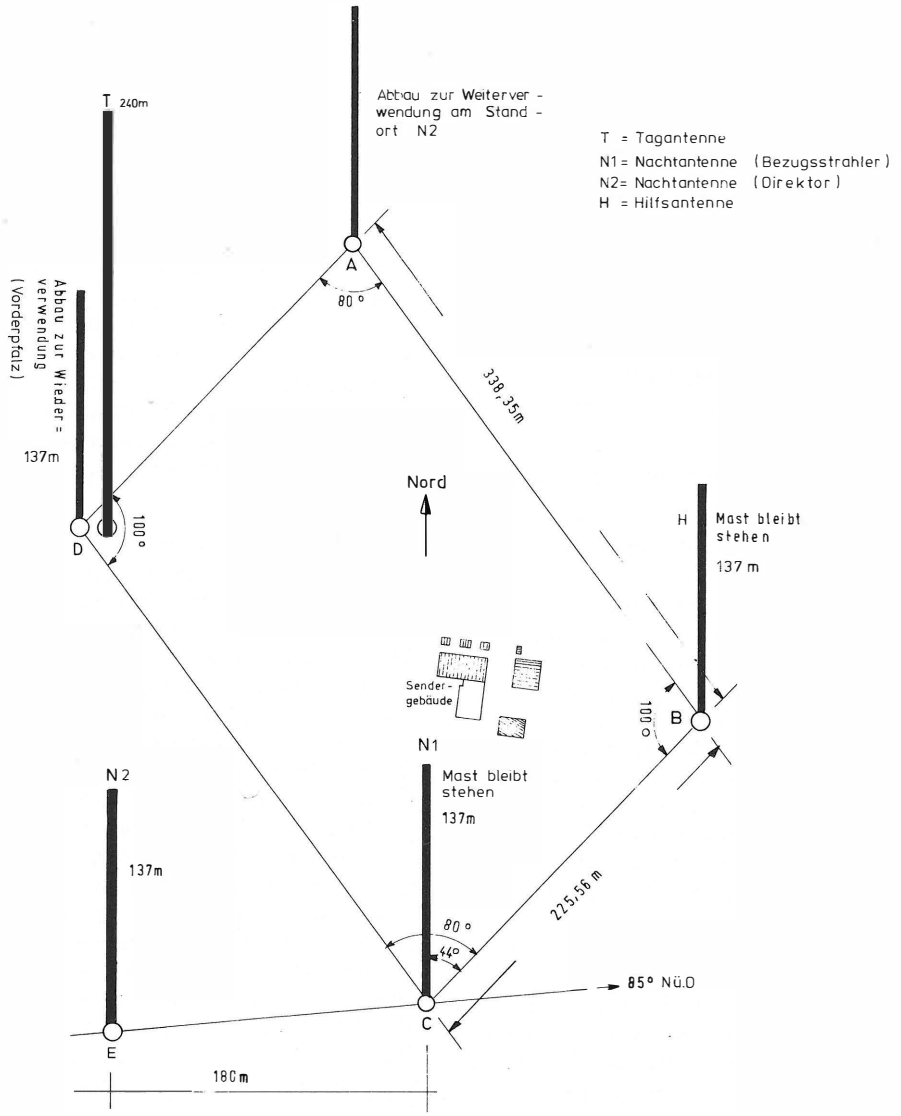


Bild 4

Lageplan des Bodenseesenders in Rohrdorf

Alte Antennenanlage: 4 Maste (A, B, C, D) mit 137 m Höhe für Tag- und Nachtabstrahlung

Neue Antennenanlage: 2 Maste (N1, N2) mit 137 m Höhe für Nachtabstrahlung (= Nachtantenne)
1 Mast (T) mit 240 m Höhe für Tagabstrahlung (= Tagantenne)
1 Mast (H) mit 137 m Höhe als Hilfsantenne

mit RF-Energieleitung, Antennenhaus, Erdnetz und sogar die alten Pardunenfundamente weiterzubenutzen.

- Aus betrieblicher Sicht ist es von Vorteil, je eine eigene Antenne für die Tag- und für die Nachtstrahlung zu haben. Die Betriebssicherheit ist gegenüber einer kombinierten Antennenanlage größer. Wartungsarbeiten lassen sich bei zwei Antennenanlagen mit erheblich geringeren Betriebseinschränkungen ausführen.
- Der noch übrige 137-m-Mast war im SWF-Bereich anderweitig als Antennenträger zu verwenden.

2.2.3. Kopplung der Antennen

Mit diesem Antennenkonzept waren auch die Standorte für die Tag-, die Nacht- und die Hilfsantenne bestimmt. Da die Anordnung mehrerer Antennen zu gegenseitiger elektrischer Beeinflussung mit Veränderung der Fußpunktimpedanz und des Strahlungsdiagramms führt, war mit geeigneten Mitteln sicherzustellen, daß die Abstrahlungsbedingungen der jeweils in Betrieb befindlichen Antenne nicht nachteilig verändert werden.

Die Berechnungen des IRT [1] führten zu dem Vorschlag, bei Nachtantennenbetrieb die Tag- und die Hilfsantenne mit Induktivitäten am Antennenfußpunkt zu verstimmen, die Nachtantenne hingegen bei Tag- oder Hilfsantennenbetrieb in einen „offenen" Zustand zu schalten. Eine Erdung der nicht strahlenden Antennen ist in Ausnahmefällen (wie z. B. bei Wartungsarbeiten) betrieblich auch möglich, allerdings mit merklichem Einfluß auf das Strahlungsdiagramm.

Nach diesen Voruntersuchungen entschied sich der SWF für die Nachtantenne mit zwei 137-m-Masten und für eine eigene Tagantenne mit einem neuen 240 m hohen Strahler (**Bild 4**).

3. Ausführung

Die Projektverantwortlichen hatten es sich zur Aufgabe gemacht, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand lange wartungsfreie Standzeiten und größtmögliche Betriebssicherheit zu erzielen. Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an selbststrahlenden Antennenmasten bedeuten nicht nur hohe Kosten, sondern auch meist längere Betriebsunterbrechungen. Es galt deshalb, für die wartungsintensiven und störanfälligen Komponenten der Antennen, dazu gehören

- Pardunen mit Isolatorgehängen, Funkenstrecken und gegebenenfalls Ableitwiderständen,
- der Korrosionsschutz von Mast und Pardunen und
- die Flughindernisbefeuerung,

Lösungen zu finden, die der oben genannten Zielsetzung entsprachen.

3.1. Wartungsintensive Anlagenkomponenten

3.1.1. Isolatorarme Pardunen

Die Isolatorketten in den Abspannseilen eines selbststrahlenden Mastes, die den mechanischen Wechselbelastungen der Pardunen und den hohen elektrischen Spannungen von oft mehreren hundert kV standhalten müssen, stellen ein beachtliches Betriebsrisiko dar. Überschläge führen zu Senderabschaltungen, mechanische Beschädigungen können die Standsicherheit eines Mastes gefährden. Regelmäßige Kontrollen der Isolatorgehänge mit Funkenstrecken und Ableitwiderständen sind deshalb mit hohem Aufwand erforderlich. Isolatoren ganz oder teilweise vermeiden zu können, hieße Betriebsrisiko sowie Anschaffungs- und Wartungskosten erheblich reduzieren.

In jüngerer Zeit wurden deshalb anstelle der mit Isolatoren unterteilten Pardunen verschiedentlich auch andere Maßnahmen angewandt, um die störenden Einflüsse der Seile auf die Abstrahlung zu vermeiden. So werden z. B. auch Kunststoffseile eingesetzt [2], die jedoch in ihrem Gesamtverhalten noch nicht überall befriedigen; oder nichtunterteilte Pardunen werden am Fußpunkt elektrisch verstimmt, um ihre Wirkung als Parasitärstrahler zu verringern oder sie vernachlässigen zu können. Um hierzu eine optimale Alternative zu finden, wurde das IRT gebeten, Vorschläge für isolatorfreie oder isolatorarme Pardunen zu erarbeiten, wobei jedoch möglichst auch Verstimmungsmittel vermieden werden sollten.

Sowohl das IRT als auch die Firma BBC konnten Lösungen vorschlagen und die Auswirkungen verschiedener Varianten auf die Ausstrahlung aufzeigen. Letztlich entstand so ein isolatorarmes Konzept für die Pardunen ohne Verstimmungselemente, welches den Vorstellungen des SWF weitestgehend entsprach und dann auch realisiert wurde [1]. Die oberen und mittleren Pardunen sind am Fußpunkt geerdet und erhielten nur am Mastanschluß eine Isolatorkette (Gurtbandgehänge). Die unteren Pardunen haben neben der Isolation am Mastanschluß noch eine einzige Zwischenisolation.

3.1.2. Korrosionsschutz

Der Korrosionsschutzanstrich der Antennenmaste kostet etwa eine Viertelmillion DM. Verbindliche Angaben über die tatsächliche Haltbarkeitsdauer sind nicht zu erreichen. Der preisgünstigste Bieter kann zum teuersten werden, wenn das Beschichtungsmaterial nicht optimal ausgewählt wird, besonders aber dann, wenn Vorbehandlung und Applikation nicht fachgerecht und sorgfältig ausgeführt werden. Ein Unbehagen bei der Vergabe eines solchen Auftrags ist die verständliche Folge.

Der SWF hat sich deshalb die Erkenntnisse von Experten zunutze gemacht: Für den inneren und äußeren Korrosionsschutz der Stahlseile wurden von verschiedenen Fachinstituten gutachtliche Stellungnahmen eingeholt, für die Auftragsvergabe und -überwachung der Mastbeschichtung ein Korrosionsschutzexperte der Universität Wuppertal um Fachunterstützung gebeten. Den Empfehlungen der Sachverständigen folgend, wurden nachstehende Korrosionsschutzmaßnahmen ausgeführt.

1. Maste:

Alle Maste sind feuerverzinkt. Der neue 240-m-Mast, der witterungsbedingt erst im Folgejahr behandelt werden konnte, wurde mit Heißdampfstrahl und Bürste von den Zinkoxidationsprodukten gereinigt. Als Beschichtung, die zugleich die Flughinderniskennzeichnung (rot-weiß) ist, war ein PVC-Acrylharz-Vierschichtsystem mit Zinkchromat-Pigmentierung (Einkomponentenmaterial) vorgeschlagen; zwei Grund- und zwei Deckanstriche (trocken je mindestens 40 μm dick) wurden mit dem Pinsel aufgetragen. Der zweite Grundanstrich ersetzt die Kantenschutzbeschichtung der Winkelprofilkonstruktion. Die gemessene Gesamtschichtdicke betrug über 200 μm.

Die alten Maste (Rohrgitterkonstruktion) wurden durch vorsichtiges Sandstrahlen, Abstoßen und Abbürsten vom Altanstrich völlig befreit und erhielten eine Grund- und zwei Deckbeschichtungen mit dem gleichen Material. Sehr große Aufmerksamkeit wurde der sorgfältigen Arbeitsausführung gewidmet. So war ein wesentlicher Auftragsbestandteil die exakte Beschreibung der Arbeitsvorgänge und die Vereinbarung laufender Kontrollen während der Applikation mit Zwischenabnahmen und Dokumentation. Sie wurden von eingewiesenen Technikern des Senders und von Mitarbeitern des beauftragten Fachexperten vorgenommen. Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Schichtdickemessungen an nahezu sämtlichen Arbeitstagen erbrachten den Nachweis über die fachgerechte Arbeitsausführung. Die unter Fachaufsicht angebrachten Kontrollflächen sowie die jeweils unterschiedliche Farbe der vier Anstriche sollen der Klärung eventueller späterer Beanstandungen bzw. Garantieansprüche dienen.

2. Pardunen:

Die Pardunen sind verschlossene feuerverzinkte Stahlseile (40 mm ϕ). Gegen die Verwendung hochlegierter Seile (Edelstahlseile) bestanden zum Auftragszeitpunkt noch verschiedene Bedenken hinsichtlich der völligen Korrosionsbeständigkeit, die – zusammen mit den erheblichen Mehrkosten – den SWF letztlich von der Anwendung solcher Seile abhielten.

Für eine hohe Qualität der Korrosionsschutzmaßnahmen ist es unerläßlich, die Verträglichkeit des Seilfüll- und Schmiermittels mit dem äußeren Korrosionsschutzmittel sicherzustellen. Beim Verseilvorgang im Werk wurde als Schmiermittel eine spe-

zielle Zinkstaubfarbe auf der Basis neutraler Polyöle mit ausgezeichneten Korrosionsschutzeigenschaften verwendet. Der äußer Schutz erfolgte durch einen Grundanstrich mit lösungsmittelfreiem Polyurethan-Zinkchromat und einem Deckanstrich mit lösungsmittelfreiem Polyurethan-Eisenglimmer in einer Schichtdicke von je 150 μm.

Anzumerken ist, daß nach heutigem Kenntnisstand die Bedenken gegen Edelstahlseile weitestgehend ausgeräumt sind, insbesondere dann, wenn die Wahl der Legierung bezüglich des Molybdängehalts sachgerecht getroffen wird. Aber auch für feuerverzinkte Seile hat sich inzwischen eine Möglichkeit eröffnet, den Korrosionsschutz zu verbessern, und zwar durch Erhöhung der Zinkauflage. Es ist jetzt technisch machbar, auch bei Profildrähten für verschlossene Seile die übliche Zinkauflage (DIN 1548) zu verdoppeln. Durch die Proportionalität von Zinkschichtdicke und Korrosionsschutzdauer verdoppelt sich damit die Korrosionsschutzdauer der Verzinkung. Hier kann überlegt werden, gegebenenfalls auf einen Seilanstrich zu verzichten.

3.1.3. Flughindernisbefeuerung

Oft liegt die Tücke des Objekts im Detail. So auch bei den Hindernisfeuern. Der Lampenwechsel verursacht Betriebsunterbrechungen und Personalaufwand. Auf der Suche nach Lampen mit höchstmöglicher Brenndauer entschied sich der SWF nach Prüfung aller bekannten Langlebeversionen für Neonleuchten Schweizer Fabrikats, die SICUROVO-Leuchten. Von ihnen wird eine Lebensdauer von 50 000 Betriebsstunden erwartet, das entspricht einer Brenndauer von über 10 Jahren. Es bleibt zu hoffen, daß sich die Lebensdauer- und die Zuverlässigkeitserwartungen bestätigen und damit die verhältnismäßig hohen Anschaffungskosten rechtfertigen. Von der Installation von Doppelleuchten mit automatischer Ablösung wurde abgesehen.

Der Ausfall einzelner Leuchten wird über Strommesser signalisiert. Sind wesentliche Leuchtengruppen ausgefallen, wird mit einer automatischen Telefonalarmanlage die Flugsicherheitsbehörde vorschriftsmäßig verständigt.

3.2. Antennenmaste

3.2.1. Tagantenne

Der neue 240-m-Mast wurde nach den „Allgemeinen Richtlinien für Antennentragwerke“ (5 R 1) in Auftrag gegeben und nach Abbau des westlichen 137-m-Mastes an dessen Standort montiert (**Bild 4**). Ein Antennenhaus mit RF-Energiezuführung war dort vorhanden. Notwendig wurde ein neues tragfähigeres Mastfundament. Das alte wurde hydraulisch gesprengt, ohne das unmittelbar daneben stehende Antennenhaus zu beschädigen.

Der Mast hat einen quadratischen Querschnitt mit 2 m x 2 m und ist dreiseitig in drei Höhen abgespannt. Die Firma BBC, die mit Lieferung und Montage beauftragt war, hatte die Abspannungen so berechnet, daß die drei Pardunenfundamente des alten Mastes für die untersten Abspannungen verwendet werden konnten und somit nur 3 neue Fundamente für die mittleren und oberen Pardunen erforderlich waren.

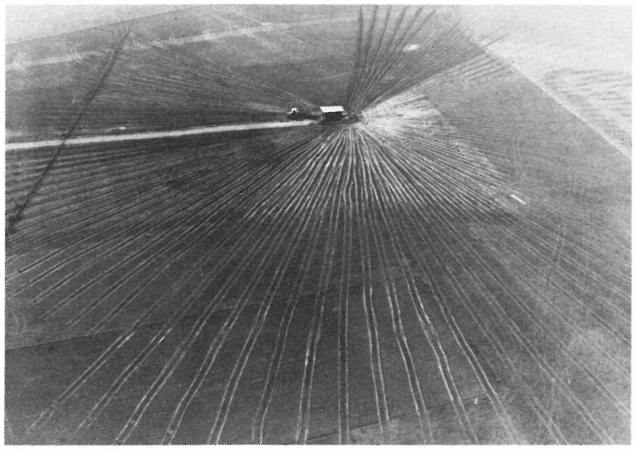


Bild 5
Das neuverlegte Erdnetz für den Mast N2

3.2.2. Nachtantenne

Mit der vorhandenen Mastkonfiguration und dem verfügbaren Antennengelände war es am günstigsten, den südlichen 137-m-Mast (N1) an seinem Standort als Hauptstrahler zu belassen und den freien nördlichen Mast als Direktor (N2) im errechneten Abstand von 180 m westlich zum Mast N1 zu versetzen. Zu diesem Mast wurde ein neues RF-Energiekabel verlegt, ein Antennenhaus gebaut und das vorhandene Erdnetz ergänzt (**Bild 5**). Beide Maste wurden gründlich überholt.

3.2.3. Hilfsantenne

Es gab keinen zwingenden Grund, den vierten Mast der alten Antennenanlage abzubauen. Deshalb war er als Hilfsantenne vorgesehen und wurde mit der Verstimmungsschaltung (siehe **2.2.3.**) ausgerüstet. Seine Energiezuführung ist nicht über die Tag/Nacht-Umschalteinrichtung (siehe **3.5.**) geführt, sondern erfolgt über einen Handschalter an den Senderausgängen. Bei Störungen an der Tag/Nacht-Umschalteinrichtung kann damit der Senderbetrieb über den Hilfsmast weitergeführt werden.

3.3. Erdnetz

Vom früheren Antennenmast herrührend, ist am Standort des 240-m-Mastes ein Erdnetz aus 120 strahlenförmig verlegten Kupferbändern mit je 120 m Länge vorhanden. Es ist mit dem Erdnetz der anderen drei Antennenmaste der alten Antennenanlage verbunden. Eine Erweiterung des Erdnetzes hätte erhebliche Grundstücksprobleme verursacht. Deshalb bat der SWF das IRT um ein Gutachten über die Notwendigkeit einer Erdnetzvergrößerung. Die dann vom IRT angestellten grundsätzlichen Berechnungen über den Einfluß verschieden großer Erdnetze auf die Strahlungseigenschaften von Antennen führten zu dem Ergebnis, daß mit einem z. B. auf Strahlerhöhe verlängerten Erdnetzradius in diesem Fall keine nennenswert bessere Antenneneffektivität erreicht werden kann [1].

Der SWF verzichtete daraufhin beim 240-m-Mast auf eine Erdnetzerweiterung und konnte somit erhebliche Kosten sparen. Messungen nach Inbetriebnahme der Antennenanlage gaben keine Hinweise auf nachteilige Auswirkungen auf die Ausstrahlung.

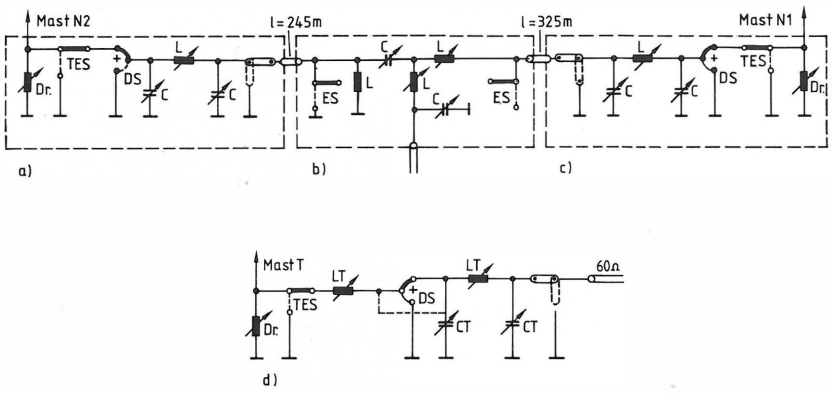


Bild 6

Leistungsteiler und Anpassungsschaltungen für die einzelnen Antennen

a) Anpassungsschaltung für die Nachtantenne N2
b) Leistungsteiler
c) Anpassungsschaltung für die Nachtantenne N1
d) Anpassungsschaltung für die Tagantenne T

3.4. RF-Energieverteiler und -zuleitungen

Für die phasen- und amplitudenrichtige Einspeisung der beiden Nachtstrahler war eine Leistungsteiler- und Phasenschieberkombination erforderlich. Sie wurde für eine Leistung von 350 kW von der Firma BBC konzipiert (**Bild 6b**) und aus Festspulen, Variometern und variablen Preßgaskondensatoren in einem mit Kupferblech und Streckmetallgittern abgeschirmten Raum im Senderbetriebsgebäude aufgebaut (**Bild 7**). Der Variationsbereich der motorbetriebenen Abstimmelemente ermöglicht auch bei unterschiedlichen Senderleistungen die exakte Einstellung der Diagrammforderungen. Erdungs-Trennschalter erlauben über eine Schlüsselverriegelung den gefahrenfreien Zugang.

Als RF-Energiezuleitungen zu den Antennen sind Koaxialkabel 32/95 verlegt. Ihre Stickstoffüllung unter einem Druck von 5 bar erhöht die Spannungsfestigkeit der Kabel und signalisiert bei Druckverlust Undichtigkeiten. Alternativ wurde eine Füllung mit Schwefelhexafluorid (SF_6) wegen der noch höheren Überschlagsfestigkeit in Erwägung gezogen, jedoch aus ökonomischen Gründen darauf verzichtet.

3.5. Tag/Nacht-Antennenumschalteinrichtung

Der täglich zweimalige Wechsel zwischen Tag- und Nachtantenne erfolgt durch eine Umschalteinrichtung, die auch die wahlweise Aufschaltung des Betriebs- oder des Reservesenders auf die jeweils gewünschte Antennenanlage, auch auf Kunstantenne, ermöglicht. Sie wurde für eine Leistung von 350 kW ausgelegt und in Koaxialtechnik mit RF-Umschaltern der Firma Spinner aufgebaut (**Bild 8**). Die Schalter werden mit Preßluft betrieben und können auch ferngesteuert werden. Für Arbeiten an Anlagenteilen sind die RF-Ausgänge zur Sicherung des Sen-

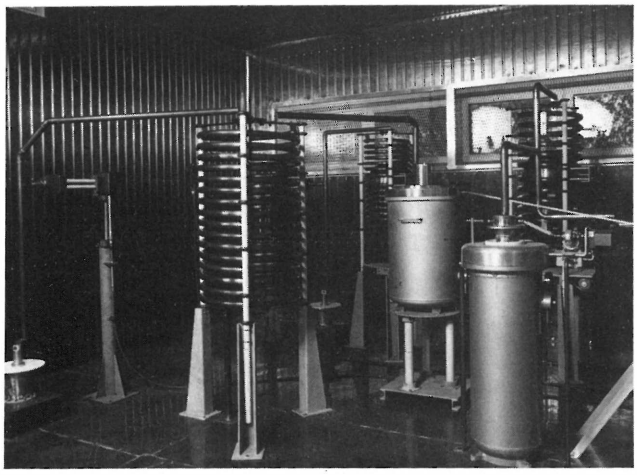


Bild 7

Die Leistungsteiler- und Phasenschieberkombination (BBC)

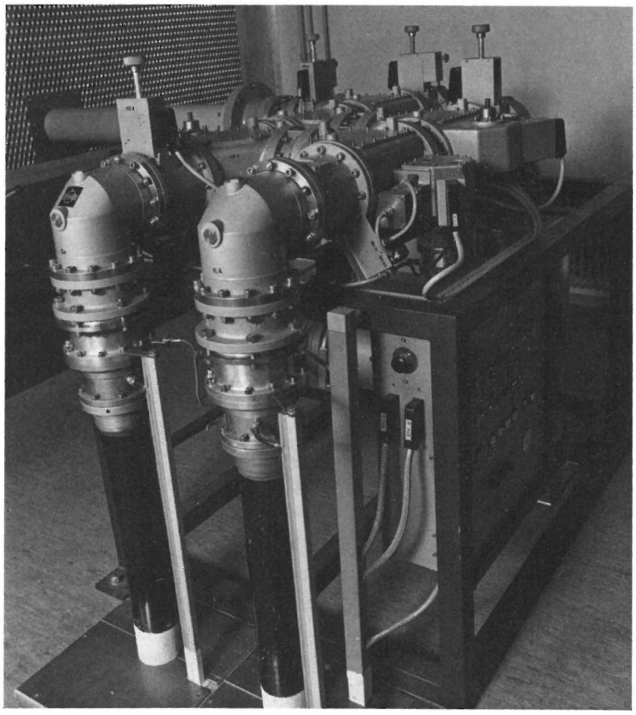


Bild 8

Die Tag/Nacht-Antennenumschalteinrichtung (Spinner)

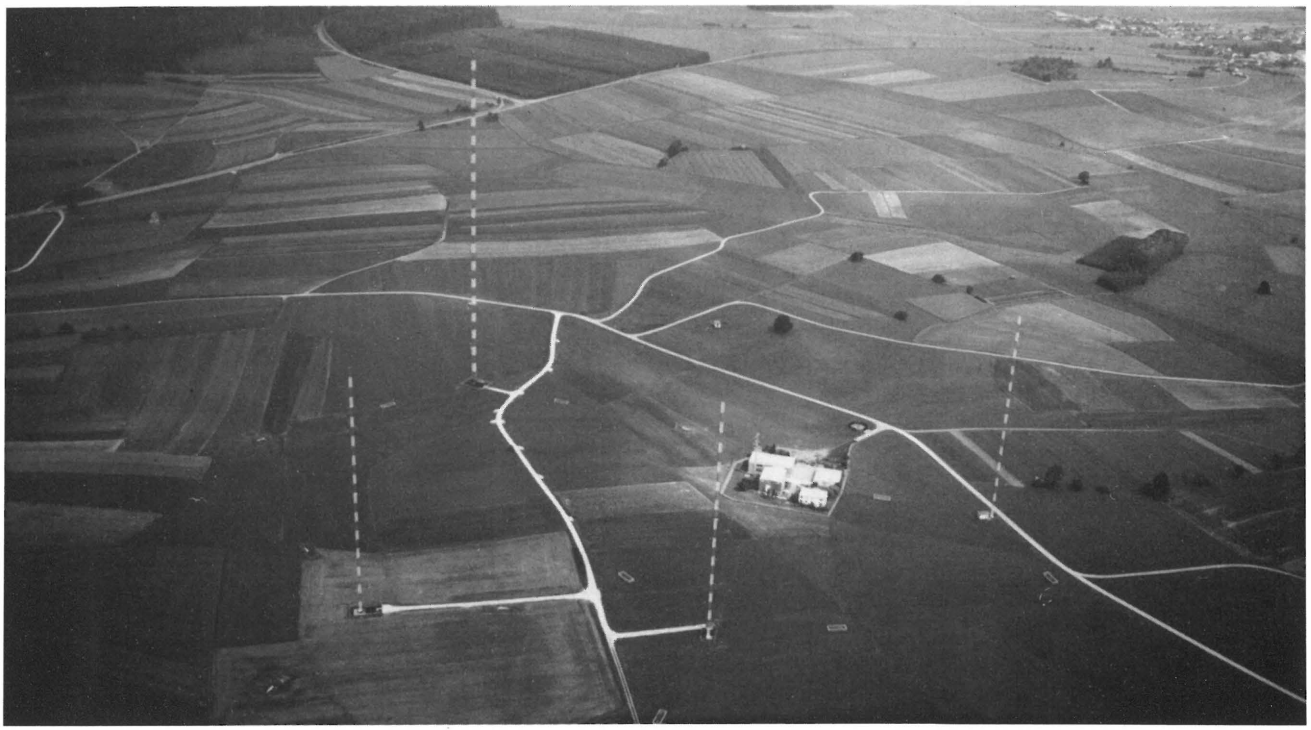


Bild 9
Die neue Antennenanlage des Bodenseesenders in Rohrdorf

derpersonals mit schlüsselverriegelten Kurzschlußstiften versehen.

Die Einrichtungen für die übergeordneten Steuer- und Schutzfunktionen (z. B. Sperrung der Senderausgangsleistung während der Schaltvorgänge, Verstimmung oder Freischaltung außer Betrieb genommener Antennen, Leistungsumschaltung des 350-kW-Senders bei Tagantennenbetrieb auf 200 kW, Betrieb auf künstlicher Antenne mit Zuschaltung der Lüfter usw.) wurden – angepaßt an die örtlichen Gegebenheiten und die vorhandenen Sender- und Nebenanlagen – vom Senderpersonal des Bodenseesenders konzipiert und in störsicherer moderner Technik in einem Steuerschrank aufgebaut. Der jeweilige Betriebszustand ist auf einem Meldebild übersichtlich dargestellt. Die Steuerung erfordert ein hohes Maß an logischen Verknüpfungen und ist mit internen Prüfprogrammen versehen, um Fehlschaltungen, die bei den hohen Betriebsleistungen zu erheblichen Zerstörungen von Anlagenteilen führen würden, möglichst vollständig auszuschließen.

3.6. Antennenhäuser

Neben den üblichen Abstimmitteln zur Impedanztransformation sind dort die RF-Schalter installiert, mit denen die Kopplungseinflüsse durch Zuschalten der Verstimmungsimpedanzen (bei Tag- und Hilfsantenne) bzw. durch Freischalten der Antenne (bei der Nachtantenne) korrigiert werden (siehe **2.2.3.** und **Bild 6a, c, d**). Die Schalter werden von der Antennenumschalteinrichtung (siehe **3.5.**) angesteuert. Die Abstimmung der Antenne (mittels variabler Preßgaskondensatoren) ist auch vom Betriebsgebäude aus möglich. Dorthin werden auch alle interessierenden Betriebswerte und Schalterstellungen gemeldet.

Das Problem der wolkenartigen Insektenansammlungen, die sich zeitweise zwischen den Kugelfunkenstrecken am Mastfuß bilden und zu Überschlägen mit Betriebsunterbrechungen führen, wurde nach bewährter Methode wie beim Sender Wolfsheim gelöst: Mit einem Lüfter im Antennenhaus wird über einen Kunststoffschlauch Luft zwischen die Funkenstrecke geblasen; dadurch werden die Insekten verjagt.

4. Schlußbetrachtung

Die Bauzeit für die neue Antennenanlage betrug zwei Jahre. Der Bauablauf wurde durch die Forderung der Grundstückseigentümer, die Arbeiten außerhalb der Wachstums- und Erntezeiten auszuführen, erschwert. Während der gesamten Bauphase konnten nennenswerte Unterbrechungen des Senderbetriebes vermieden werden. Die Kooperation mit den beteiligten Firmen war ausgezeichnet.

Mit der neuen Antennenanlage wurde auch zum Thema „Energiesparen" ein weiterer Beitrag durch die reduzierte Senderleistung bei Tagbetrieb geleistet. Wie am Bodenseesender schon immer, wird die Senderverlustleistung für die Heizung und die Warmwasserversorgung der Betriebsgebäude und eines Wohnhauses verwendet. Zusatzenergie ist für diese Zwecke auch jetzt nicht erforderlich. Die jährliche Stromkostenersparnis gegenüber der alten Antennenanlage liegt bei gleichzeitiger erheblicher Verbesserung der MW-Versorgung in der Größenordnung von jährlich 150 000 DM.

Die Versorgungssituation des Bodenseesenders konnte mit der neuen Antennenanlage (**Bild 9**) wesentlich verbessert werden. Die Gesamtkosten der

Baumaßnahmen (einschließlich einem Erweiterungsbau des Senderbetriebsgebäudes) betrugen 6,5 Mio. DM.

Der SWF dankt an dieser Stelle dem IRT für die umfangreichen Berechnungen und die wertvollen Entscheidungshilfen, ebenso der Firma BBC, die mit großer Erfahrung die elektrischen und die mechanischen Komponenten der Anlage dimensioniert und ausgeführt hat. Die Zuverlässigkeit aller Vorausberechnungen hat sich durch die Betriebsmessungen nach Fertigstellung der Anlage bestätigt. Ohne nennenswerte Korrekturen konnte die neue Antennenanlage termingemäß Anfang Januar 1983 in Betrieb genommen werden und arbeitet seither einwandfrei.

SCHRIFTTUM

[1] Aigner, M.; Großkopf, R.; Tippe, W.: Berechnung der neuen MW-Sendeantennenanlage für den Bodenseesender des Südwestfunks. Rundfunktech. Mitt. 28 (1984), S. 183 bis 191.

[2] Gregorac, L.: Eine Analyse der elektrischen Gegebenheiten bei der Verwendung von Kunststoffseilen zum Abspannen von Masten. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 201 bis 212.

BERECHNUNG DER NEUEN MW-SENDEANTENNENANLAGE FÜR DEN BODENSEESENDER DES SÜDWESTFUNKS

VON MAX AIGNER, RAINER GROSSKOPF UND WOLFRAM TIPPE[1]

Manuskript eingegangen am 4. Juni 1984 Antennentechnik

Zusammenfassung

Anhand der neuen Sendeantennenanlage Rohrdorf für den Bodenseesender des SWF soll skizziert werden, welche Möglichkeiten der Berechnung und Optimierung von Antennen durch moderne numerische Rechenverfahren gegeben sind.

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen werden die Dimensionierung einer Rundstrahlantenne mit nichtunterteilten Pardunen für den Tagbetrieb und einer Richtantenne mit zwei Diagrammeinzügen für den Nachtbetrieb beschrieben. Mit Hilfe eines Optimierungsverfahrens konnten die gegenseitigen Verkopplungen minimiert, d. h. die Parameter für die Verstimmungsimpedanzen gefunden werden. Die Größe des Erdnetzes wurde unter Berücksichtigung der Bodenverluste im Nahfeld so dimensioniert, daß trotz geringen Aufwandes eine effektive Abstrahlung erfolgen kann. Ein Vergleich zwischen Rechnung und Messung zeigt gute Übereinstimmung.

Summary **The design of the new MF emitting-antenna installation for the Südwestfunk's Lake Constance station**

It is intended to illustrate, with the aid of the new emitting-antenna installation at Rohrdorf for the SWF's Lake Constance station, the possibilities for designing and optimising antennas by means of modern digital methods of calculation.

On the basis of the theoretical data, the paper describes the dimensioning of an omnidirectional antenna having single-section stays, for day-time operation, and a directional antenna having its radiation restricted in two directions, for operation by night. With the aid of an optimisation process, it was possible to minimise the mutual coupling, that is to say, to determine the parameters for the decoupling networks. The size of the earth network was dimensioned, taking account of the ground losses in the near field, in such a way that effective radiation is achieved despite a small outlay. A comparison between the calculated and the measured figures showed good agreement.

Sommaire **Conception de la nouvelle installation d'antennes émettrices MF pour la station du Südwestfunk au Lac de Constance**

L'article a pour but d'illustrer, par le biais de la nouvelle installation d'antennes émettrices du Südwestfunk à Rohrdorf sur le Lac de Constance, les possibilités de conception et d'optimisation d'antennes au moyen de méthodes numériques modernes de calcul.

Sur base des données théoriques, l'article décrit le dimensionnement d'une antenne omnidirectionnelle avec haubans d'un seul tenant pour exploitation diurne, et d'une antenne directionnelle rayonnant dans deux directions pour exploitation nocturne. Une méthode d'optimisation a permis de réduire au minimum les couplages mutuels, c'est à dire de déterminer les caractéristiques des réseaux de compensation. La taille du grillage de terre a été déterminée en tenant compte des pertes dans le champ proche de manière à obtenir un rayonnement effectif sans trop de frais. La comparaison entre les chiffres calculés et mesurés s'avère positive.

1. Einleitung

Der Entschluß des SWF, für seinen Mittelwellensender Rohrdorf (Bodenseesender) eine neue Sendeantennenanlage zu errichten, war ein willkommener Anlaß, die seit einigen Jahren verfügbaren numerischen Verfahren zur Berechnung der Strahlungseigenschaften von Antennen anzuwenden und mit den nach der Bauausführung gemessenen Werten zu vergleichen. Die Antennenanlage besteht aus einem Tagstrahler von 240 m Höhe (Runddiagramm), einer Zweimast-Richtantenne mit zwei Einzügen für den Nachtbetrieb und einem Reservemast mit je 137 m Höhe.

Aufgabe war es, die gesamte Anlage zu berechnen und zu optimieren, die gegenseitige Beeinflussung der Einzelantennen zu minimieren und das Erdnetz so zu bestimmen, daß eine effektive Abstrahlung erfolgen kann.

[1] Dipl.-Ing. Max Aigner ist Leiter des Arbeitsbereiches Antennentechnik und Wellenausbreitung, Dipl.-Phys. Rainer Großkopf und Dr.-Ing. Wolfram Tippe sind Wissenschaftliche Mitarbeiter im Arbeitsbereich Antennentechnik und Wellenausbreitung im Institut für Rundfunktechnik, München.

2. Berechnungsverfahren

2.1. Klassische Rechenverfahren

Für dünne gerade Strahler wird zur Berechnung der Strahlungseigenschaften gern die Leitungstheorie zu Hilfe genommen [1]. Sie ist jedoch nur hinreichend genau für elektrisch kurze (bis $\lambda/4$), unverkoppelte Strahler. Genauere Lösungen, aber auch nur für unverkoppelte gerade Strahler wurden von King-Middleton [2] angegeben. Sie sind hervorragend geeignet als „Eichnormal" zur Überprüfung universeller Rechenverfahren.

2.2. Moderne numerische Rechenverfahren

Moderne numerische Verfahren zerlegen eine Antennenstruktur in viele kurze gerade Strahlungselemente von endlicher Dicke (**Bild 1**). Die Wechselwirkungen zwischen den Antennenelementen lassen sich berechnen und sind Basis eines Gleichungssystems zur Bestimmung der unbekannten Ströme. Für einen solchen Ansatz werden gewisse Vereinfachungen getroffen, durch die eine markante Einbuße an Genauigkeit nicht zu befürchten ist, solange die Elemente relativ dünn (bezogen auf die Wellenlänge) sind. Diese Vereinfachungen sind:

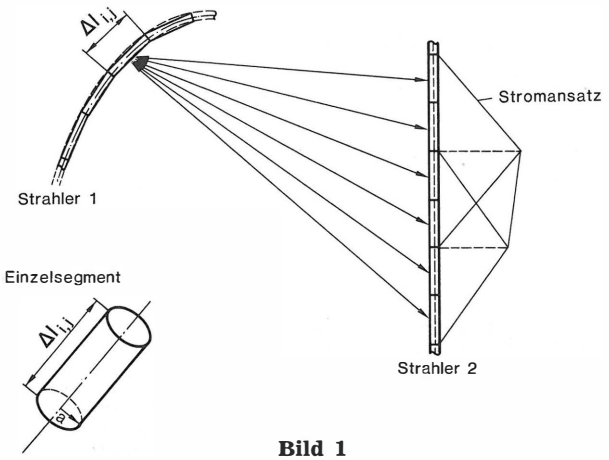


Bild 1

Zerlegung einer Antenne in Einzelsegmente mit dem Radius a und der Länge l_{ij}
(i = Element, j = Strahler)

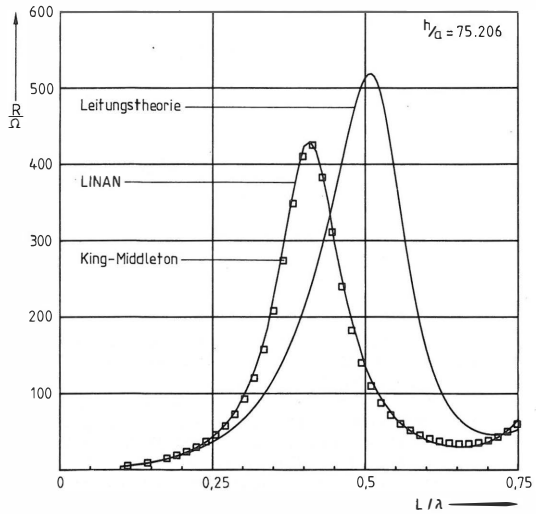


Bild 2

Realteil der Eingangsimpedanz von fußpunktgespeisten Monopolen abhängig von der relativen Länge bei konstantem Schlankheitsgrad h/a

1. Die Ströme auf den Antennensegmenten fließen nur in axialer Richtung.
2. Die Strom- und Ladungsdichte wird fadenförmig auf der Drahtachse konzentriert angenommen.
3. Die Tangentialkomponente des Gesamtfeldes auf der Oberfläche verschwindet.
4. Der Strom am offenen Ende einer Antenne verschwindet.
5. Das Antennenmaterial ist ein perfekter Leiter.

Die Antennensegmente können eine beliebige Lage im Raum einnehmen, d. h. auch gekrümmte oder schräg angeordnete Antennen sind darstellbar und berechenbar. Das Integral-Gleichungssystem kann mit der Momentenmethode [3] gelöst werden. Falls Serienimpedanzen an beliebiger Stelle in der Antenne vorhanden sind, werden sie zum entsprechenden Diagonalelement der Matrix des Gleichungssystems addiert. Mit Hilfe der Speisespannungen der Antenne ergeben sich die Ströme durch Multiplikation mit der invertierten Matrix. Bei Empfangsantennen treten an die Stelle der Speisespannungen die Segmentspannungen, die aus dem einstrahlenden Feld resultieren.

Das Problem ist damit gelöst und man erhält wahlweise:

1. die Eingangsimpedanzen an Speisepunkten (wichtig zur Anpassung),
2. die Strombelegung der Einzelstrahler,
3. das Strahlungsdiagramm,
4. den Gewinn der Antenne,
5. die Spannungen über Serienimpedanzen (Isolatoren),
6. den Feldstärkeverlauf im Nahfeld (Gefährdungsfragen).

Wie schon erwähnt, beschränkt sich die Berechnung nach der beschriebenen Methode auf relativ dünne Strahler, bezogen auf die Wellenlänge. Dikkere Strahler oder andere Objekte (z. B. Häuser) lassen sich aber leicht aus Einzeldrähten nachbilden. Dieses Verfahren ist unter dem Begriff „wire grid modeling" bekanntgeworden [5]. Um die Genauigkeit numerischer Verfahren (LINAN, [4]) zu zeigen, werden in den **Bildern 2** und **3** die damit berechneten Real- und Imaginärteile der Eingangsimpedanz mit der analytischen Berechnung nach King-Middleton [2] für einen fußpunktgespeisten Monopol verglichen. Daneben sind auch die Werte dargestellt, die sich mit der Leitungstheorie ergeben. Wie man sieht, stimmen die analytische und die numerische Rechnung nahezu überein, die Kurve aus der Leitungstheorie weicht aber erheblich davon ab.

2.3. Die Optimierung von Antennendiagrammen

Mechanische und elektrische Vorgaben bestimmen gewöhnlich das Strahlungsdiagramm einer Antenne. Oftmals ist aber aufgrund von Auflagen ein Diagramm vorgegeben und soll durch Verändern mechanischer oder elektrischer Größen angenähert werden. Diesen Vorgang bezeichnet man als Optimierung.

Die einfachste, jedoch zeitaufwendigste Methode ist, so lange mehr oder weniger gezielt zu variieren,

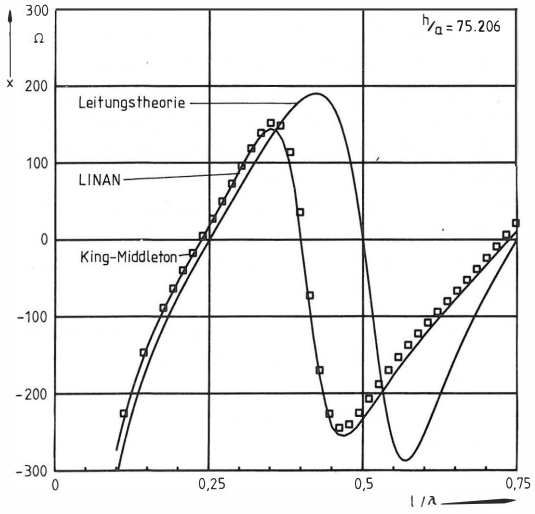


Bild 3

Blindanteil der Eingangsimpedanz von fußpunktgespeisten Monopolen abhängig von der relativen Länge bei konstantem Schlankheitsgrad h/a

3.3. Die Richtantenne

Für die Richtantenne im Nachtbetrieb gibt es Ausblendauflagen, wie sie in **Bild 10** schraffiert dargestellt sind. Der mechanische Aufbau der Richtantenne wurde mit zwei vorhandenen 137 m hohen Masten der alten Richtantennenanlage ausgeführt, wobei ein Mast aber etwa 500 m versetzt werden mußte. Bei einem Abstand der Masten N1 und N2 von 180 m, einem Amplitudenverhältnis der Ströme von 0,46 und einer Phasendifferenz von 80 Grad ergab sich das in **Bild 10** dargestellte ideale Richtdiagramm. Beide Maste werden gespeist, wobei N2 als Direktor betrieben wird, da so günstigere Eingangsimpedanzen erreicht werden.

Durch die Verkopplung der Richtantenne mit den anderen Masten T und H kann dieses ideale Richtdiagramm aber empfindlich gestört werden. Maßnahmen zur Unterdrückung solcher Störeinflüsse werden im nächsten Abschnitt beschrieben.

3.4. Verkopplung der Antennen untereinander

Da jeweils bei Tag (Rundstrahlung) bzw. bei Nacht (Richtdiagramm) nur ein Teil der vorhandenen Antennenmaste aktiv betrieben wird, wirken die anderen Maste als passive, strahlungsgekoppelte Antennen, die die gewollten Diagramme stark verändern können. Durch Verstimmung der passiven Maste, indem sie im Fußpunkt mit einem Blindwiderstand belastet werden, läßt sich die unerwünschte Beeinflussung der jeweils aktiven Maste weitgehend unterdrücken.

3.4.1. Tagbetrieb

Die bei Tagbetrieb passiven Maste N1, N2 und H haben alle eine Höhe von 137 m, was bei der Frequenz 666 kHz etwa einer elektrischen Länge von $\lambda/4$ entspricht. Werden die 3 Maste offen gelassen (Leerlauf), sollte der auf den Masten induzierte Strom gering und damit die Beeinflussung des Tagstrahlers T ebenfalls gering sein. In **Bild 8** ist das Horizontaldiagramm des Tagstrahlers T für diesen Fall abgebildet. Die Unrundheit gegenüber dem ungestörten Fall (**Bild 4**) wird eher geringer.

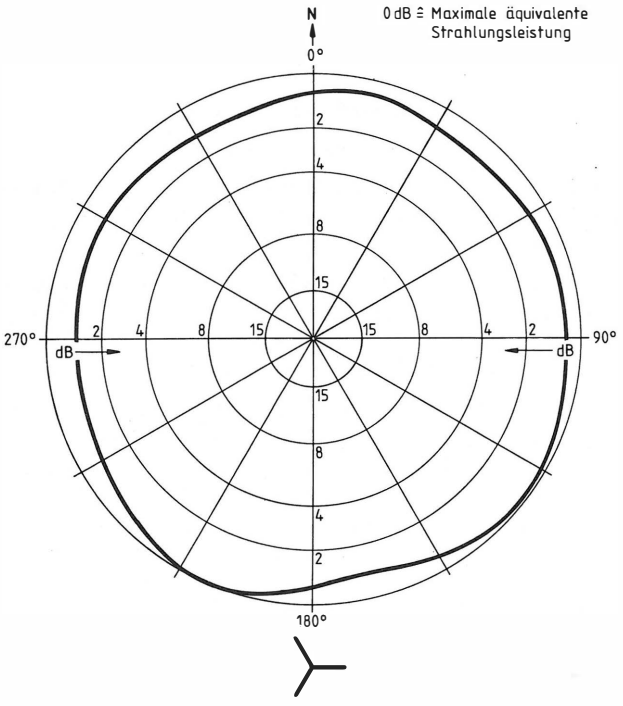


Bild 8
Horizontaldiagramm des Tagstrahlers T mit Berücksichtigung der Verkopplung mit den isolierten Masten N1, N2 und H (Leerlauf)

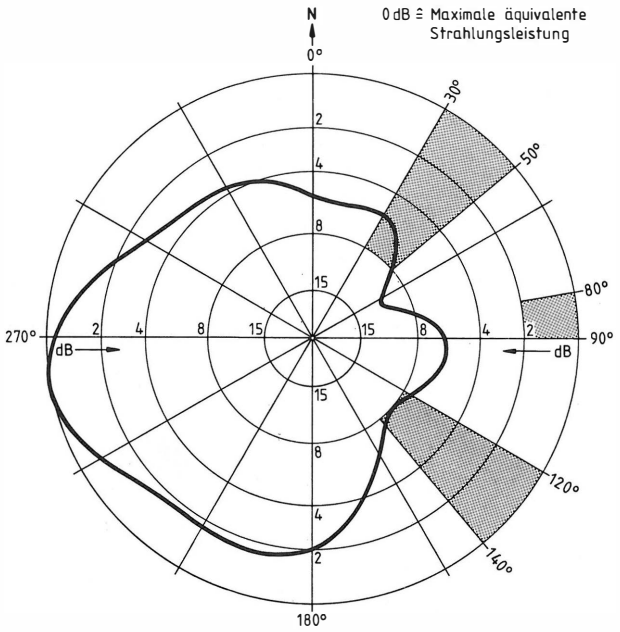


Bild 9
Horizontaldiagramm der Richtantenne mit Berücksichtigung der Verkopplung mit den verstimmten Masten T (Kurzschluß) und H (Leerlauf)

3.4.2. Nachtbetrieb

Das Richtdiagramm im Nachtbetrieb reagiert wesentlich empfindlicher auf Störeinflüsse der passiven Maste T und H, da schon leichte Änderungen des

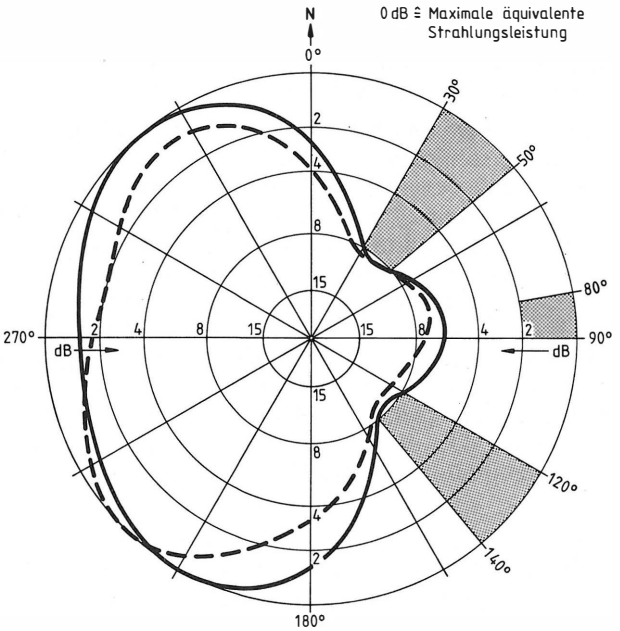


Bild 10
Horizontaldiagramm der Richtantenne bei optimaler Verstimmung der Maste T (45 µH) und H (26 µH)
——— Wunschdiagramm
— — — Optimiertes Diagramm

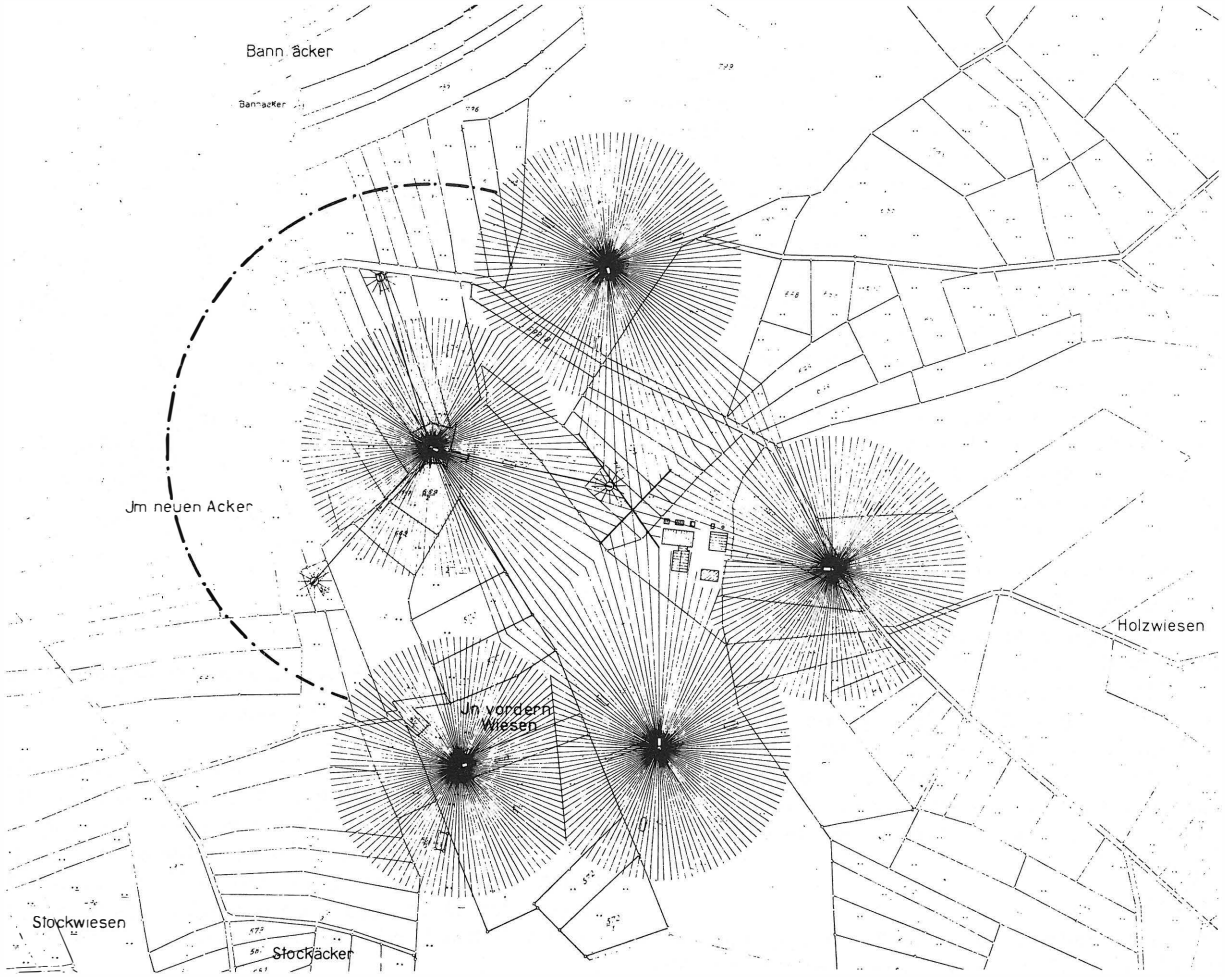


Bild 11
Aufsicht Erdnetzsystem der MW-Sendeanlage „Bodenseesender"
—·—·— Erdnetzradius nach Vorplanung

Diagramms dazu führen können, daß die Ausblendauflagen nicht mehr eingehalten werden.

Mit offenem Mast H (Leerlauf) und mit offenem oder kurzgeschlossenem Mast T wird das Richtdiagramm stark verzerrt, und im Sektor 30 bis 50 Grad beträgt der Einzug nur etwa 6 dB (**Bild 9**). Um eine optimale Verstimmung der Maste T und H zu erhalten, wurden die Blindwiderstände mit dem schon mehrfach erwähnten Optimierungsprogramm ermittelt. Dabei wurden die Verstimmungen der Maste T und H so lange variiert, bis sich ein Richtdiagramm ergab, welches soweit wie möglich dem ungestörten Diagramm entspricht. **Bild 10** zeigt das optimierte Diagramm, das durch Verstimmung des Mastes T mit 45 μH und des Mastes H mit 26 μH erzielt wurde.

Um für den Mast H bei Tag- und bei Nachtbetrieb die Verstimmung nicht ändern zu müssen, wurde die Verstimmung mit 26 μH für beide Betriebsarten gewählt. Das Diagramm des Tagstrahlers wird dadurch nur unwesentlich verändert.

[2] Das alte Erdnetz am Standort des neuen 240-m-Mastes ist für einen 137-m-Mast ($\lambda/4$) dimensioniert worden.

4. Erdnetzdimensionierung

4.1. Planungsvoraussetzungen

Für die Planung des Erdnetzsystems der neuen MW-Sendeantennenanlage waren folgende Voraussetzungen gegeben:

1. Auf dem vorgesehenen Gelände ist ein altes umfangreiches Erdnetz vorhanden, das für die alte Anlage konzipiert war. Es ist vorgesehen, dieses alte Erdnetz im Boden zu belassen.
2. Für den 240 m hohen Tagstrahler ist ein völlig neues Erdnetz zu dimensionieren[2], das, soweit nötig, über dem alten zu verlegen ist. Hierbei ist von einer mittleren Bodenleitfähigkeit von 3 mS/m auszugehen. Das neue Erdnetz soll hinsichtlich des Flächenbedarfs, seiner Anordnung und Dimensionierung durch Berechnungen der zu erwartenden Strahlungsverluste im Erdnetz-Bodensystem optimiert werden.
3. Am neuen Standort des Mastes N2 der Richtantenne für die Nachtversorgung ist eine Erweiterung des alten Erdnetzes geplant. Es ist zu prüfen, ob für diese Erdnetzerweiterung eine Standarddimensionierung ausreicht.

4.2. Kriterien der Erdnetzdimensionierung

Die Notwendigkeit eines Erdnetzes für vertikal polarisierte MW-Sendeantennen ist darin begründet, daß der dielektrische Verschiebungsstrom im freien Raum zwischen der Antenne und dem Erdboden sich im Boden als Leitungs- und Verschiebungsstrom fortsetzt und am Erdungspunkt der Antenne als Leitungsstrom in diese übergeht. Diese Erdbodenströme werden durch die endliche Bodenleitfähigkeit bedämpft und haben damit im Erdboden Verluste zur Folge, die den Wirkungsgrad solcher Antennen stark vermindern. Um diese Erdbodenverluste möglichst gering zu halten, werden Erdnetze im Nahbereich der Antenne verlegt. Eine häufig verwendete Faustformel zur Dimensionierung solcher Netze, die aus älteren meßtechnischen Untersuchungen an kurzen ($< \lambda/4$) vertikalen Monopolantennen hervorgegangen ist, besagt: Man verlege (bei einer Bodenleitfähigkeit > 3 mS/m) etwa 120 Kupferdrähte gleichmäßig azimutal verteilt, wobei die Erddrahtlängen der Antennenmasthöhe entsprechen sollen.

Diese Standarddimensionierung führt, wie in [10] gezeigt wurde, für längere ($> 3/8\ \lambda$) Vertikalstrahler, an deren Strahlungsdiagramm keine besonderen Anforderungen gestellt werden, zu einer Überdimensionierung. Das heißt, für ein effektives und ökonomisches Erdnetz ist für solche längeren vertikalen Monopolantennen ein wesentlich kürzerer Erdnetzradius ausreichend. Damit ist gegenüber der üblichen Standarddimensionierung eine wesentliche Einsparung an Kosten und Material gegeben.

Für die Planung des Erdnetzes des neuen 240-m-Mastes wurde auf diese früheren Untersuchungen zurückgegriffen, und zusätzliche detaillierte Berechnungen wurden für diesen speziellen Fall durchgeführt.

4.3. Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren, das diesen Untersuchungen zugrunde liegt, ist in [10] ausführlich beschrieben. Bei diesem Verfahren wird das Erdboden-Erdnetzsystem durch sogenannte Oberflächenimpedanzen näherungsweise nachgebildet. Unter Berücksichtigung dieser Oberflächenimpedanzen lassen sich zwei Dimensionierungsgrößen ableiten, die den Einfluß dieses realen Erdboden-Erdnetzsystems auf die Strahlungseigenschaften der Antennen beschreiben. Diese sind:

1. die Eingangsimpedanzänderung ΔZ, hierbei wird die Impedanzänderung gegenüber der unendlich gut leitenden Ebene berücksichtigt, und
2. die gesamten E- und H-Feldverluste innerhalb der sogenannten Nahfeldradien [11], die, bezogen auf die zugeführte Leistung am Antennenspeisepunkt, eine Aussage über den Wirkungsgrad des Gesamtsystems zulassen.

4.4. Das Erdnetzsystem der MW-Station „Bodenseesender"

Die unter **3.** angegebenen numerischen Berechnungsgrößen sind zur Planung des Erdnetzsystems der MW-Station „Bodenseesender" verwendet worden. Dabei wurde als kritischer Fall die Erdnetzdimensionierung für den Tagstrahler (240 m hoher Gittermast) besonders eingehend untersucht. Für den

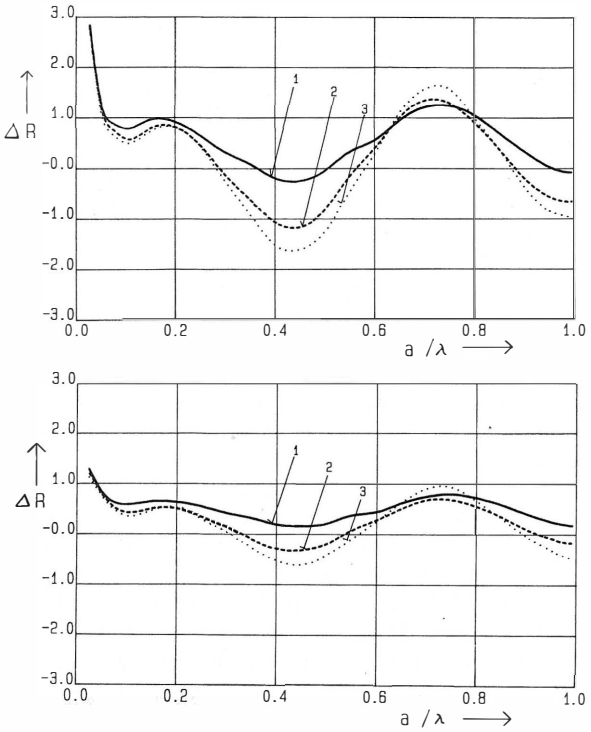


Bild 12

Änderung der Speisepunktresistanz ΔR als Funktion des Erdnetzradius der Tagantenne T

a) $\sigma = 3$ mS/m, $\varepsilon_r = 4$ b) $\sigma = 10$ mS/m, $\varepsilon_r = 10$

Parameter: N = Zahl der Erdnetzdrähte

1: N = 50
2: N = 120
3: N = 250

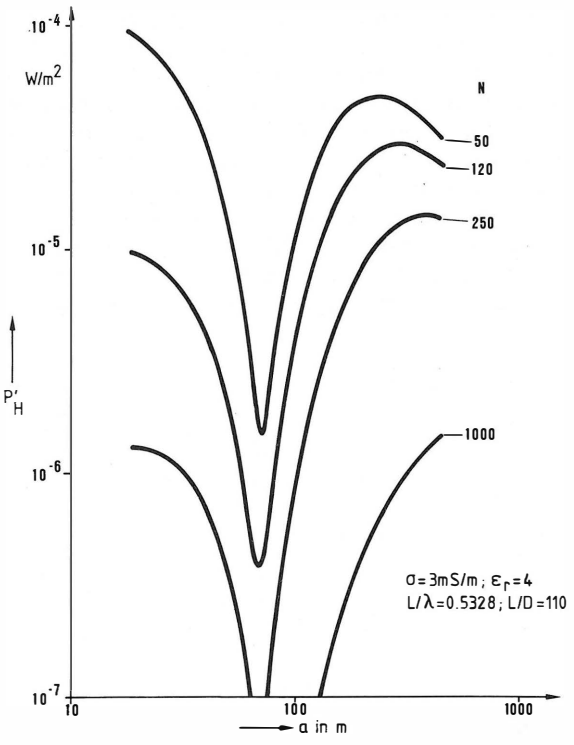


Bild 13

H-Feldverluste pro 1 m² Erdnetzfläche der Tagantenne T als Funktion des Erdnetzradius a

Parameter: N = Zahl der Erdnetzdrähte

Nachtbetrieb (2 Gittermaste à 137 m Höhe) ist auf die Untersuchung in [10] zurückgegriffen und eine Standarddimensionierung für ausreichend befunden worden (siehe Netzstruktur in **Bild 11**).

Für den 240 m hohen Tagstrahler wurde im ersten Planungszustand ein Erdnetzradius von 235 m vorgesehen, der in **Bild 11** als strich-punktierte Linie eingetragen ist. Die detaillierten Berechnungen ergaben dann jedoch, daß ein wesentlich kürzerer Erdnetzradius (r = 115 m) ausreicht. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Berechnungen sind in den folgenden Abbildungen zusammengefaßt. **Bild 12a** und **12b** zeigt die berechneten ΔR-Werte der Speisepunktimpedanz als Funktion des Erdnetzradius a/λ bei verschiedener Erddrahtzahl und unterschiedlichen Bodenleitfähigkeiten.

Im **Bild 13** sind für den 240-m-Mast die in [10], Abschnitt 2.2. definierten H-Feldverluste pro 1 m² Erdnetzfläche als Funktion des Erdnetzradius a/λ aufgetragen. Parameter ist die Zahl der Erddrähte bei einer Bodenleitfähigkeitszahl von 3 mS/m und einer relativen Dielektrizitätszahl $\varepsilon_r = 4$. **Bild 14** zeigt die gesamten H-Feldverluste, die durch Summation der Verluste pro 1 m² Fläche innerhalb und außerhalb des Erdnetzsektors erhalten werden. Hierbei ist einmal (ausgezogene Kurve) von einem Erdnetzradius von 115 m und einer Drahtzahl von N = 120 ausgegangen worden und zum anderen (gestrichelte Kurve) ein auf 235 m erweitertes Erdnetz, bei einer erhöhten Anzahl von Erddrähten (N = 250) innerhalb dieses erweiterten Kreisringes, berücksichtigt worden. Die entsprechenden E-Feldverluste sind gegenüber den H-Feldverlusten vernachlässigbar klein (siehe Fußnote in [10], S. 156).

In **Tabelle 2** sind für diese Erdnetzvarianten die H-Feldverluste bezogen auf die Eingangsleistung angegeben. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß im Bereich weit außerhalb der untersuchten realistischen Erdnetzradien die hauptsächlichsten Bodenverluste zu erwarten sind. Um diese Verluste sinnvoll zu kompensieren, müßte ein dichtes Erdnetz mit einem Radius von über 2 λ Länge vorgesehen werden. Diese Forderung ist jedoch völlig unrealistisch. Die in der Tabelle zusammengefaßten H-Feld-Gesamtverluste zeigen darüber hinaus, daß im Nahbereich der 240-m-Antenne (bis zu dem vorgesehenen Erdnetzradius von r = 235 m) nur ein geringer Anteil der gesamten Nahfeldverluste kompensiert werden kann. Eine Erdnetzerweiterung auf 235 m wirkt sich hinsichtlich dieser Verluste nur sehr wenig aus. Die entstehenden zusätzlichen Kosten rechtfertigen daher eine solche Erweiterung nicht.

r (m)	N	P_v (W)	P_v/P_{Ein} (%)
115	120	0,59	0,144
235	120	4,67	1,15
115/235	120/250	2,44	0,6
115/235	120/0	9,2	2,26
115/4500	120/0	120	29,4
115/235/4500	120/250/0	115	28,2

Tabelle 2

H-Feldverluste der Tagantenne T für verschiedene Erdnetzflächen

Bodenparameter: T = 5 mS/m, $\varepsilon_r = 4$

Die Ziffern für r und N bedeuten: r: 115/235/4500, N: 120/250/0

0 < r < 115 m ... N = 120
115 m < r < 235 m ... N = 250
235 m < r < 4500 m ... N = 0

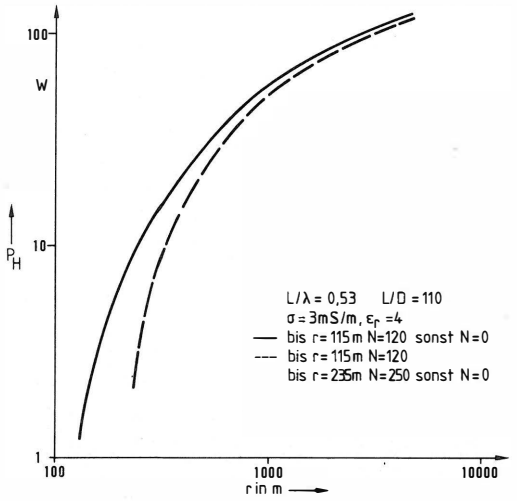


Bild 14

Gesamt-H-Feldverluste als Funktion der Integrationsweite r der Tagantenne T für zwei Erdnetzflächen unterschiedlicher Dimensionierung

Diese Aussage wird auch durch den Einfluß des Erdnetzes auf die Speisepunktimpedanz bestätigt, wie die Diagramme in **Bild 12a** und **12b** zeigen. Auch dieser Einfluß ist sehr gering, so daß auch aus diesem Grunde ein aufwendiges Erdnetz nicht notwendig erscheint.

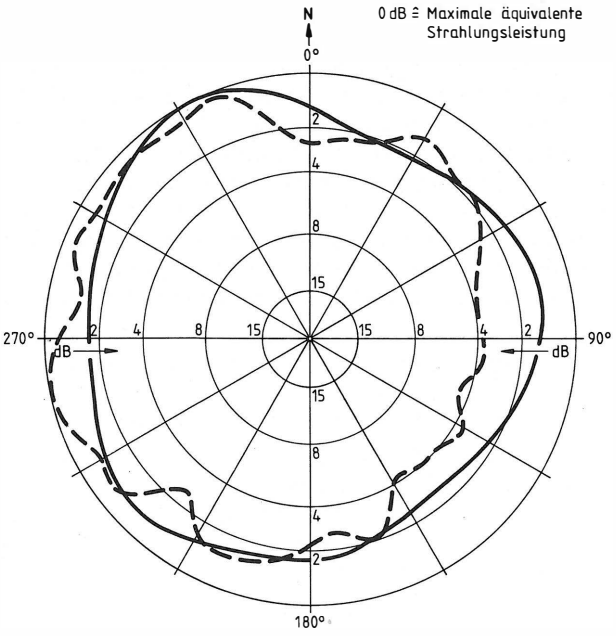


Bild 15

Vergleich des gerechneten und des gemessenen (Radius 5 km) Horizontaldiagramms des Tagstrahlers

Mast H und Mast N1 sind geerdet,
Mast N2 ist noch nicht aufgebaut

——— gerechnet Z = 60 – j 238 Ω
— — — gemessen Z = 56 – j 195 Ω

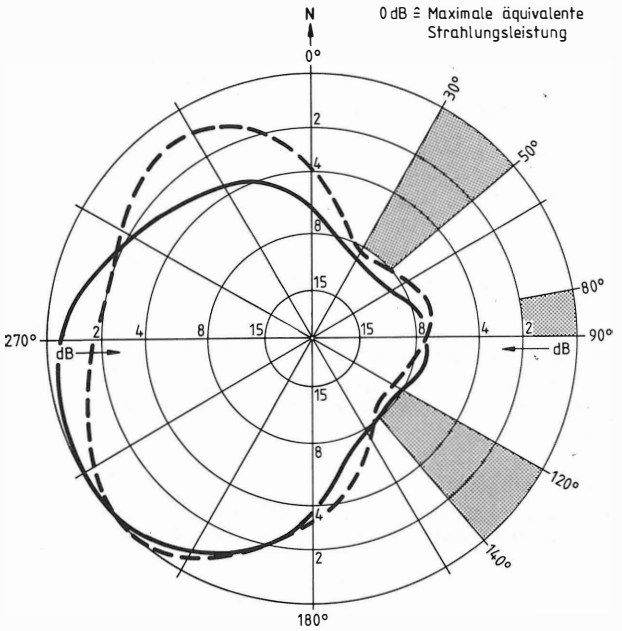


Bild 16
Vergleich des gerechneten und des gemessenen (Radius 5 km) Horizontaldiagramms der Richtantenne
Mast T ist mit 45 µH und Mast H mit 26 µH verstimmt
— — — gerechnetes Diagramm
——— gemessenes Diagramm

Mast	Z_{ein} (gemessen)	Z_{ein} (gerechnet)
N1	130 + j 209 Ω	117 + j 205 Ω
N2	194 + j 63 Ω	255 + j 95 Ω

Zusammenfassend lauteten daher die Empfehlungen des IRT an den SWF für die Erdnetzdimensionierung der neuen MW-Sendeanlage „Bodenseesender Rohrdorf":

1. Das Erdnetz für den 137 m hohen neu zu errichtenden Gittermast N2 der Nachtversorgung kann nach der Standarddimensionierung ausgelegt werden.
2. Für den 240 m hohen Tagstrahler ist eine Erdnetzerweiterung auf 235 m nicht notwendig. Das bestehende alte Erdnetz mit einem Radius von etwa 115 m ist im Hinblick auf eine effektive und ökonomische Lösung ausreichend.

5. Vergleich Rechnung – Messung

Alle bisher geschilderten Untersuchungen waren rein theoretisch, und erst nach dem Aufbau der Antennenanlage konnten Messungen die theoretischen Ergebnisse bestätigen.

Bild 15 zeigt das im Umkreis von 5 km Radius gemessene Horizontaldiagramm des Tagstrahlers, wobei die Antennenanlage noch im Aufbau war und daher der Mast N2 noch nicht stand. Die Maste N1 und H waren geerdet. Das ebenfalls in **Bild 15** dargestellte gerechnete Diagramm zeigt gute Übereinstimmung mit der Messung und nur bei 90 Grad größere Abweichungen von rund 2,5 dB. Auch die gemessene und gerechnete Eingangsimpedanz des Mastes T stimmt bis auf leichte Abweichungen im Imaginärteil gut überein.

Bild 16 zeigt das gemessene (Radius 5 km) und gerechnete Horizontaldiagramm der Richtantenne, wobei die Maste T und H verstimmt waren (Abschnitt **3.4.2.**), sowie die Eingangsimpedanzen der Maste N1 und N2. Die Ausblendauflagen werden eingehalten, und nur im Bereich 300 bis 360 Grad ergeben sich größere Differenzen von rund 2,5 dB zwischen gemessenem und gerechnetem Diagramm. Bei den Eingangsimpedanzen ist die Abweichung zwischen Rechnung und Messung etwas größer als beim Tagstrahler T.

Eine Aussage auf die Effektivität des ausgeführten Erdnetzes der Tagantenne läßt sich ebenfalls aus dem gemessenen Horizontaldiagramm in **Bild 15** ableiten. Durch Ausplanimetrieren der Strahlungsfläche des Diagramms ergibt sich eine mittlere Feldstärke von 670 mV/m. Unter Berücksichtigung eines Antennengewinns des 240 m hohen Strahlers von 2,5 dB und dieser gemessenen mittleren Feldstärke in 5 km radialer Entfernung ergibt sich bei einer Senderleistung von 100 kW ein Wirkungsgrad von etwa 84 %. Dieser Wert entspricht vollauf den Erwartungen.

Abschließend möchten wir Herrn Potschkat (IRT) für die Durchführung der Messungen und dem SWF für die gute Zusammenarbeit, insbesondere für das so wichtige „Feedback" danken.

SCHRIFTTUM

[1] Meinke, H.; Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1977.

[2] King, R. W. P.: Theory of linear antennas. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts 1956.

[3] Harrington, R. F.: Matrix methods for field problems. Proc. of the IEEE 55 (1967), S. 136 bis 149.

[4] LINAN-Computerprogramm nach „Improved programs for analysis of radiation and scattering by configurations of arbitrarily bent thin wires". Scientific Rep. No. 15 (1972). Dah-Cheng Kuo, Bradley J. Strait, Dep. of Electrical and Computer Eng., Syracuse University, Syracuse, New York.

[5] Mittra, R. (Hrsg.): Topics in applied physics. Vol. 3: Numerical and asymptotic techniques in electromagnetics. Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1975.

[6] Himmelblau, D. M.: Applied nonlinear programming. McGraw-Hill Co, New York 1972.

[7] Müller-Hillebrand, D.: Zur Physik der Blitzentladung. Elektrotech. Z.-A 83 (1961), S. 232 bis 248.

[8] Surutka, J. V.; Veličković, D. M.: Static voltages on the guy insulators of m.f. and l.f. broadcast tower antennas. The Radio and Electronic Eng. 43 (1973), S. 744 bis 750.

[9] Bruger, P.; Waniewski, B.: Pardunenisolation von MW- und LW-Antennen. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 172 bis 178.

[10] Tippe, W.: Zur Dimensionierung von Erdnetzsystemen für vertikale LW- bzw. MW-Monopolantennen. Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 154 bis 164.

[11] Potschkat, G.: Modelltechnische Untersuchung der elektrischen und der magnetischen Feldstärke im Nah- und Fernfeld von Vertikalantennen. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 123 bis 134.

ARD, ZDF, DIN, DKE: RUNDFUNKANSTALTEN UND NORMUNG

VON HANS-GÜNTHER TE KOLF[1]

Manuskript eingegangen am 24. Januar 1984 Normen

Zusammenfassung

Von den Rundfunkanstalten sind bei der Errichtung und beim Betrieb der Gebäude und Einrichtungen Normen einschließlich Bestimmungen zu erfüllen. Die Normungsorganisationen und die Vorteile der Normen werden erläutert.

Summary **ARD, ZDF, DIN, DKE: broadcasting organisations and standardisation**

In the construction and operation of their buildings and equipment, the broadcasting organisations are required to comply with certain standards and regulations. The paper describes the standardisation organisations and explains the advantages of the standards.

Sommaire **ARD, ZDF, DIN, DKE: les radiodiffuseurs et la normalisation**

Les radiodiffuseurs doivent respecter des normes et des règlements lors de la construction et de l'exploitation de leurs locaux et installations. L'article décrit les organismes de normalisation et explique les avantages des normes.

1. Einleitung

Oft hört man Klagen über zu viele Vorschriften und Normen. Da ist z. B. der „Häuslebauer", der vom Schornstein bis zum Abflußrohr in seinem Haus Normen erfüllen muß, die dazu noch seinen Neubau verteuern. Auf der anderen Seite steht dagegen z. B. der Autofahrer, der sich freut, daß er bereits an der nächsten Tankstelle eine Ersatzlampe für sein Fahrzeug kaufen kann, weil die Lampen genormt sind. Der Preis ist relativ niedrig, weil (wiederum durch die Normung) die Hersteller möglichst viele Lampen der gleichen Ausführung günstiger herstellen können als wenige verschiedene Typen.

Nach den Grundsätzen der Normung wird die Rationalisierung und Qualitätssicherung in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft und Verwaltung gefördert. Außerdem dient die Normung der Sicherheit von Menschen und Sachen in allen Lebensbereichen. Bei den Rundfunkanstalten ist deshalb die Normung im Prinzip genauso zu beurteilen wie bei den vorgenannten Beispielen.

Bei Neubauten, Erweiterungen, Beschaffung von Geräten und beim Betrieb sind sozusagen auf Schritt und Tritt Normen zu erfüllen, die auch entsprechende Kosten verursachen. Ein Bau wird z. B. nicht behördlich abgenommen, wenn die Höhe der Fensterbänke nicht den Normen entspricht. Auch müßte der Betrieb eingestellt werden, wenn z. B. bei Hochspannungsanlagen nicht bestimmte Werkzeuge in vorgeschriebener Ausführung und Anzahl an bestimmten Plätzen vorhanden wären.

Demgegenüber überwiegen allerdings die vielen Vorteile einer Normung. Das fängt an mit Bestellungen, bei denen einige Buchstaben- und Zahlenkombinationen genügen, um einen neuen oder auszutauschenden Gegenstand eindeutig zu definieren, so daß er paßt, wenn er geliefert wird. Unvorstellbar wäre z. B. die umfangreiche Beschreibung einer kleinen Schraube mit Länge, Kopf und Gewinde, zu der wir heute einfach „halbrund M 3 x 20" sagen. Daß sich die Normung auf die Preise um so günstiger auswirkt, je mehr genormte Teile hergestellt werden können, ist ohnehin einleuchtend.

2. DIN-Normen

Im Zusammenhang mit Normen ist zuerst das „Deutsche Institut für Normung" (abgekürzt DIN) zu nennen. Es hat seinen Sitz in Berlin und ist zuständig für die Normung in der Bundesrepublik Deutschland. Zahlreiche Fachnormenausschüsse wie z. B. für Kinotechnik, Film und Fernsehen, Medizin, Zeichnungswesen, Feinmechanik, Werkzeuge bearbeiten die unterschiedlichsten Normungsaufgaben in Arbeitsausschüssen (AA) und Unterausschüssen (UA).

Dabei sind u. a. bestimmte Richtlinien für den Bedarf, die Gestaltung, den Inhalt und für die Texte einer Norm zu beachten, denn Normung ist planmäßige Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit.

Schließlich erhält die Norm eine Nummer und heißt dann z. B. DIN 15 564 mit dem Titel „Sondersteckerfür Film- und Fernsehstudios". Bei diesem Beispiel haben wir gleich eine für die Rundfunkanstalten spezifizierte Norm herausgegriffen. Die Rundfunkanstalten verwenden aus Betriebs- und Funktionsgründen Sondersteckverbinder zur zwangsweisen Abgrenzung gegenüber allgemeinen Steckvorrichtungen. Nur dadurch, daß diese Sondersteckverbinder genormt sind, werden sie von Aufsichtsorganen auch sicherheitstechnisch genauso anerkannt wie die allgemeinen Steckvorrichtungen.

Weitere Normen bilden z. B. die Kooperationsgrundlage des Fernsehens mit den Theatern und in Sportstätten. Diese Beispiele ließen sich beliebig fortsetzen.

[1] Obering. Hans-Günther te Kolf ist Leiter der Abteilung Energieversorgung beim Hessischen Rundfunk, Frankfurt und ARD/ZDF-Vertreter in Arbeitsgremien des Deutschen Instituts für Normung e. V., Berlin und der Deutschen Elektrotechnischen Kommission, Frankfurt/Berlin.

3. VDE-Bestimmungen und DKE

Eine besondere Reihe innerhalb der Normen bilden die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE). Sie gelten als „anerkannte Regeln der Technik". Diese VDE-Bestimmungen werden, wie alle Normen und Sicherheitsbestimmungen auf dem gesamten Gebiet der Elektrotechnik, von der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) erarbeitet. Damit widmet sich die DKE in Zusammenarbeit mit Behörden und Berufsgenossenschaften der Sicherheit des Menschen bei der Anwendung der Elektrizität in Beruf, Heim und Freizeit.

Die DKE wurde am 13. Oktober 1970 als Institution des DIN und des VDE gegründet. Die DKE übernahm die Aktivitäten sowohl des VDE, der bis dahin in eigener Verantwortung Sicherheitsnormen der Elektrotechnik herausgebracht hatte, als auch des Fachnormenausschusses im DIN, der die anderen Normungsaufgaben auf dem Gebiet der Elektrotechnik durchführt. Als nationale Organisation vertritt die DKE die deutschen Interessen auch bei internationalen Organisationen der elektrotechnischen Normung wie IEC[2] und CENELEC[3].

Bei CENELEC dient diese Interessenvertretung der Harmonisierung von Bestimmungen zum Abbau von Handelshemmnissen im Sinne der römischen EG-Verträge. Die Arbeitsgremien der DKE nennen sich Komitee (K), Unterkomitee (UK) und Arbeitskreis (AK).

In der DKE sind etwa 3500 ehrenamtliche Mitarbeiter in etwa 120 Komitees, 200 Unterkomitees und 400 Arbeitskreisen tätig. Darüber hinaus zeichnen 70 ehrenamtliche Mitarbeiter in den Lenkungsgremien, wie z. B. Lenkungsausschuß (LA), verantwortlich für die Meinungsbildung und die übergeordneten Entscheidungen. Die ehrenamtlichen Mitarbeiter werden von 90 hauptamtlichen Mitarbeitern in der Facharbeit betreut. Sitz der Geschäftsstelle ist Frankfurt am Main.

Die Kosten der elektrotechnischen Normung betrugen im Jahre 1982 etwa 16,5 Mio. DM für die hauptamtlichen Mitarbeiter. Dieser Betrag wird zu etwa 75 % aus den Erlösen der Druckerzeugnisse finanziert, der Rest aus Förderbeiträgen von Bund, Firmen und Verbänden. Die Leistung der ehrenamtlichen Mitarbeiter muß mit 80 Mio. DM bewertet werden. Dieser Aufwand wird von den Institutionen erbracht, die ihre Mitarbeiter zu Normungsaufgaben entsenden. Insgesamt betreut die DKE einen Bestand von etwa 3000 elektrotechnischen Normen mit rund 8500 Seiten und etwa 350 als VDE-Bestimmungen gekennzeichneten Normen mit rund 8000 Seiten..

4. Normungsverfahren

Jedermann kann den Vorschlag bzw. den Antrag auf die Einführung einer Norm bzw. einer Bestimmung in das Normen- und Vorschriftenwerk stellen. Die Begründungen und der Bedarf werden von den zuständigen Arbeitsgremien geprüft. Bei entsprechender Zustimmung wird ein „Entwurf" der Öffentlichkeit zur Stellungnahme unterbreitet.

Der Entwurf einer deutschen Norm ist auf gelbes Papier gedruckt und wird deshalb auch „Gelbdruck" genannt. Entstand dagegen der Inhalt des Entwurfs aus einer europäischen oder internationalen Bestimmung, dann ist der Text auf rosa Papier gedruckt und wird auch kurz „Rosadruck" genannt. Nach der Auswertung aller Einsprüche, Stellungnahmen, internationalen Prüfungen usw. erfolgt im positiven Fall der sogenannte „Weißdruck". Damit ist dann die Bestimmung bindend für die Ausführung entsprechender Projekte oder für den Betrieb entsprechender Anlagen.

Bei der Anwendung sind außer den Anforderungen und Prüfungen der zeitliche Geltungsbereich (Gültigkeit), der sachliche Geltungsbereich (Anwendungsbereich) und die Begriffsdefinitionen zu beachten.

5. Mitarbeit der Rundfunkanstalten

Bei Bestimmungen, die für die Rundfunkanstalten besonders relevant sind, ist es von Vorteil, wenn Fachleute der Rundfunkanstalten unmittelbar in den Arbeitsgremien mitarbeiten. Diese Mitarbeit bewirkt, daß die Interessen der Rundfunkanstalten bei den Anforderungen in den Bestimmungen gewahrt werden, damit der spezielle Rundfunkbetrieb unter Einhaltung der Sicherheitsanforderungen gewährleistet und möglichst erleichtert wird. Dabei können sogar erhebliche Kosten eingespart werden.

Da ein Arbeitsgremium möglichst paritätisch von Vertretern der Aufsichtsorgane, der Behörden, der Industrie und der Anwender besetzt sein soll, ist es für die Normungsarbeit sehr nützlich, wenn die Vertreter der Rundfunkanstalten dort ihre speziellen Erfahrungen einbringen.

Von den Arbeitsgremien des DIN und der DKE wird es zur Erleichterung und zur Beschleunigung der Arbeiten sehr begrüßt, wenn die Stellungnahmen aus den Rundfunkanstalten bereits koordiniert und abgestimmt von dem Vertreter der Rundfunkanstalten eingebracht werden. Der Vorteil liegt aber auch bei den Rundfunkanstalten, weil koordinierte Anträge und Stellungnahmen aus diesem speziellen Fachbereich für die übrigen Gremienmitglieder plausibler sind als einzelne, eventuell unterschiedliche Beiträge aus verschiedenen Anstalten.

Zur Mitwirkung an Normen, die für die Rundfunkanstalten von besonderer Bedeutung sind, werden Mitarbeiter in die Arbeitsgremien entsandt. Über die Mitwirkung und die Mitarbeiter entscheidet die Technische Kommission ARD/ZDF (TEKO). Ein Mitglied der TEKO arbeitet im Lenkungsausschuß der DKE mit. In gewissen zeitlichen Abständen wird das Ergebnis der Mitwirkung aufgrund der Tätigkeitsberichte der Mitarbeiter überprüft. Das namentliche Verzeichnis über die Mitarbeiter der Rundfunkanstalten in Arbeitsgremien gibt das TEKO-Büro regelmäßig heraus, zuletzt „Stand 1983". Außerdem kann dort Einsicht in die Arbeit der Gremien genommen werden.

[2] IEC = International Electrotechnical Commission.

[3] CENELEC = Comité Européen de Normalisation Electrotéchnique.

In folgenden Arbeitsgremien des DIN, der DKE und der internationalen Normenverbände sind Mitarbeiter der Rundfunkanstalten vertreten:

„Ateliertechnik"
„Tonstudiotechnik"
„Bildfenster"
„Filmtheatertechnik"
„Film-Zahnrollen"
„Grundnormen"
„Magnettontechnik"
„Objektive für Film und Fernsehen"
„Startbänder und Endband"
„Kopierwerktechnik"
„Qualitätsparameter Farbfilm"
„Beleuchtungsgeräte und Zubehör in Film- und Fernsehstudios"
„Elektrische Verteilungsanlagen und Steckverbindungen für Beleuchtungsanlagen und Übertragungswagen"
Fachnormenausschuß Theatertechnik
Fachnormenausschuß Lichttechnik „Sportstättenbeleuchtung"
Normenausschuß Bauwesen „Antennentragwerke aus Stahl"
Fachnormenausschuß Akustik „Schallmessungen an lüftungstechnischen Geräten und Anlagen"
„Schaltungsunterlagen"
„Koordinierung Starkstromanlagen — Fernmeldeanlagen"
„Nachrichtenkabel und -leitungen"
„Hochfrequenzkabel und -leitungen"
„Hochfrequenzgarnituren und -stecker"
„Leuchten für Film- und Fernsehzwecke"
„Fernmeldetechnik"
„Erdungen und Potentialausgleich"
„Elektrische Zeitdienstanlagen und Elektrische Uhren"
„Funktechnik, Begriffe"
„Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger"
„Funkempfängermessungen"
„Funksender und Umsetzer"
„Antennen"
„Mikrowellen-Funksysteme zur Nachrichtenübertragung"
„Mikrophone und Kopfhörer"
„Meßtechnik für elektroakustische Messungen"
„Lautsprecher"
„Hörtests"
„Verstärkertechnik"
„Videoaufzeichnungstechnik"
„Einheitliche Begriffe im Bereich der elektromagnetischen Beeinflussung"
„Einheitliche Verfahren und Geräte zur Messung der elektromagnetischen Beeinflussung"
„Funkentstörung"
„Geräte und Verfahren zum Messen von Funkstörungen"
„Funkentstörung von Hochfrequenzgeräten und -anlagen"
„Funkentstörung, internationale Koordination"
„Funkstörungen durch Hochspannungsfreileitungen und -anlagen sowie durch elektrische Bahnen"
„Funkentstörung von Fahrzeugen und von Fahrzeugausrüstungen und von Verbrennungsmotoren"
„Funkentstörung von Ton- und Fernsehrundfunkempfängern"
„Funkstörung durch Geräte, Maschinen und Anlagen"
„Gefährdung durch elektromagnetische Strahlung"
„Signalgeneratoren"
„Oszilloskope"
„Schnittstellenbedingungen für Sender"
„Cabled distribution systems"
„Systems performance requirements"
„Audio Engineering"
„Sound Recording"
„Video Recording"
„Motion Picture Films and Slides for Television"
„CISPR".

6. Vorteile der Normen

Wie einleitend geschildert, müssen einerseits sehr viele Normen und Bestimmungen oft bereits bei kleinen Projekten angewendet werden, aber andererseits wird durch die einfache Benennung der vier Zahlen und des Ausgabedatums einer Bestimmung (wie z. B. VDE 0804/01.83) ein sicherheitstechnischer Standard vorgeschrieben, der von allen Herstellern, Lieferanten und Montagefirmen zu erfüllen ist. Dem Anwender bzw. Auftraggeber wird damit entsprechender Schutz geboten. Das Einhalten einer VDE-Bestimmung begründet bekanntlich im allgemeinen die rechtliche Vermutung, daß die gebotene Sorgfalt beachtet worden ist.

Wie überragend wichtig sicherheitstechnische Bestimmungen beim Umgang mit Elektrizität sind, beweisen als Beispiel folgende Zahlen aus den Jahren 1951 bis 1978. Nach dem Ergebnis der Unfallforschung ereigneten sich im Jahre 1951 in der Bundesrepublik durch Strom 286 tödliche Unfälle bei einem Stromverbrauch von etwa 44 Mrd. kWh. Bis 1978 verringerten sich die tödlichen Unfälle auf 154 bei einem Stromverbrauch von etwa 356 Mrd. kWh. Bei einem Anstieg des Stromverbrauchs in der Bundesrepublik um über 800 % konnten demnach die tödlichen Elektro-Unfälle auf fast 50 %, nicht zuletzt durch Erfüllung der sicherheitstechnischen Normen, gesenkt werden.

SCHRIFTTUM

[1] Geschäftsbericht 1982 der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

[2] Loew, H.: Aufgaben und Arbeitsweise der DKE. DIN-Mitt. 62. 1983, Nr. 2, S. 73 bis 74.

[3] Leber, R.: Internationale Normung in der IEC. DIN-Mitt. 62. 1983, Nr. 2, S. 75 bis 78.

[4] Winckler, R.: Europäische Normung in CENELEC. DIN-Mitt. 62. 1983, Nr. 2, S. 79 bis 82.

[5] Orth, K.-L.: Zusammenarbeit der DKE mit anderen Normenausschüssen des DIN. DIN-Mitt. 62. 1983, Nr. 2, S. 83 bis 84.

[6] Warner, A.: Nationale und internationale Prüfstellen- und Zertifizierungsaktivitäten auf dem Gebiet der Elektrotechnik. DIN-Mitt. 62. 1983, Nr. 2, S. 85 bis 89.

[7] Vertrag zwischen dem Deutschen Normenausschuß e. V. (DNA), Berlin und dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V., Frankfurt (1970).

AUSSENDUNG VON ZUSATZSIGNALEN ZUR STEUERUNG VON VIDEORECORDERN

Videorecorder haben einen Siegeszug ohnegleichen angetreten: Ende 1983 war bereits jeder siebte Haushalt der Bundesrepublik Deutschland mit einem Videorecorder ausgerüstet. Nach neuesten Schätzungen von „Prognos" werden bis 1995 vier von fünf Haushalten einen Videorecorder besitzen.

Durch das Abspielen gekaufter oder insbesondere geliehener Kassetten sowie selbst aufgezeichneter Programmbeiträge bietet der Recorder dem einzelnen Teilnehmer die Möglichkeit, für sich selbst die Programmvielfalt erheblich auszuweiten. Damit kann ein offensichtlich bestehendes Bedürfnis nach einer individuell gestaltbaren Programmform befriedigt werden. Durch diese neuen Programmangebote zusätzlich zu den bisher drahtlos verbreiteten Programmen wird sich die Medienlandschaft sehr schnell entscheidend verändern. Das sich in Zukunft ergebende Konkurrenzverhältnis zwischen diesen neuen Programmformen und den bisherigen Fernsehprogrammen wird sich belebend auswirken und für den Teilnehmer von Nutzen sein.

Mit den heute im Handel angebotenen Videorecordersystemen ist die Aufnahme von Fernsehsendungen nur mittels vorprogrammierbarer Schaltuhr möglich. Dies hat bei Verschiebung des in den Programmzeitschriften und Tageszeitungen ausgedruckten Programmbeginns den Nachteil, daß die Aufnahme nicht „sendungssynchron" erfolgt. Gleiches gilt für Programmänderungen. Zukünftige – mehr auf Live-Übertragungen ausgerichtete – Programmstrukturen werden diese Nachteile noch deutlicher hervortreten lassen.

Andererseits haben die Rundfunkanstalten ein großes Interesse daran, daß die von ihnen produzierten Programmbeiträge von einem möglichst großen Zuschauerkreis gesehen werden. Die Übertragung von Zusatzinformationen im Fernsehen zur Videorecordersteuerung, z. B. in der Datenzeile parallel (unsichtbar) zum ausgestrahlten Fernsehbild, würde diese sendungssynchrone Videorecordersteuerung erlauben. Voraussetzung für ein derartiges System sind jedoch Kompatibilität (Verträglichkeit) mit den heute vorhandenen Fernsehgeräten bzw. Videorecordern sowie eine leichte Handhabung (z. B. Abtasten eines Strichcodes in der Programmzeitschrift mittels Lichtgriffel, einfache Zifferneingabe bzw. Markieren einer auf dem Fernsehschirm mittels Videotext dargestellten Programminformation mit einem Abtastgriffel).

Ein derartiges System könnte auch der Anlaß für die Industrie sein, zu einem möglichst geringen Preis einfache Videorecorder ohne die Vielzahl der heute angebotenen Zusatzfunktionen – nur für die einfache Aufnahme und Wiedergabe – auf den Markt zu bringen. Ein derartiges System würde es auch gestatten, einzelne „Programm-Menüs" zusammenzustellen und so z. B. Kindern nur dann das Fernsehgerät automatisch einzuschalten, wenn ein von den Eltern vorher bestimmter und gekennzeichneter Beitrag läuft.

Bei einer einfach zu programmierenden automatischen Aufzeichnung von Fernsehprogrammen verliert die „Hauptsendezeit" zwischen 19.00 und 21.00 Uhr insofern an Bedeutung, als interessante und auch einen größeren Teilnehmerkreis ansprechende Programme durchaus zu späterer Zeit gesendet werden können. Nicht zuletzt würde ein derartiges System für die Übertragung von Zusatzinformationen zur Videorecordersteuerung die Übertragung von Minderheitenprogrammen wie Schulprogrammen, Lehrprogrammen in den bisher sendefreien Zeiten (z. B. nach Programmschluß) ermöglichen. Es ist daher denkbar, die bisher nicht genutzten Sendezeiten der drei terrestrischen Sendernetze (und des zukünftigen Rundfunksatelliten) zur Programmübertragung mit automatischer Videorecorderaufzeichnung zu nutzen.

Mit Realisierung eines derartigen Systems zur Aussendung von Zusatzsignalen können die Rundfunkanstalten auch Programmvielfalt und Auswahlmöglichkeiten für die Teilnehmer erhöhen. Ob dann – unter Einbeziehung der zusätzlichen drahtlosen Programmverteilmöglichkeit über den direkt empfangbaren Rundfunksatelliten und der dort ebenfalls nutzbaren programmfreien Zeiten – überhaupt noch ein nennenswerter Bedarf für weitere überregionale („Unterhaltungs-")Vollprogramme – insbesondere für über Nachrichtensatelliten in Kabelnetze der Deutschen Bundespost eingespeiste Programme – besteht, kann durchaus bezweifelt werden.

Die Technische Kommission ARD/ZDF beschäftigt sich seit 1980 mit den Fragen eines Systems für die Ausstrahlung von Zusatzsignalen zur Videorecordersteuerung. Die damit zusammenhängenden technischen Systemfragen wurden auch ausgiebig mit dem Fachverband 14 im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI), also der gerätebauenden Industrie, besprochen. Diese hat bei vielen Gelegenheiten ihr starkes Interesse an der Einführung eines derartigen Verfahrens betont und die Ausstrahlung von Zusatzinformationen ebenfalls als wichtigen Service für den Teilnehmer herausgestellt. In einer gemeinsamen Sitzung wurde im Mai 1983 die technische Spezifikation verabschiedet (Video-Programm-System – VPS). In der zweiten Jahreshälfte 1983 führten ARD und ZDF einen technischen Feldversuch über die Senderketten des ZDF und der ARD (Vormittagsprogramm) zur Erprobung des Systems durch. Außerdem strahlte der Sender Freies Berlin während der Internationalen Funkausstellung 1983 probeweise programmbezogene Zusatzsignale aus, die von den Ausstellern auf der Funkausstellung für Demonstrationszwecke verwendet wurden.

Abschließende Untersuchungen Anfang 1984 bezogen sich vor allem auf die rundfunkseitigen betriebstechnischen Fragen für eine Systemeinführung, die wegen der unterschiedlichen Arbeitsabläufe in den Senderegien der einzelnen Rundfunkanstalten sehr differenzierte Lösungen erforderten. Den jetzt den Intendanten der ARD anläßlich ihrer Arbeitssitzung am 4. Juli 1984 von der Technischen Kommission vorgeschlagenen Lösungen für die Einführung eines Systems zur Übertragung von Zusatzsignalen, zusammen mit dem normalen Fernsehsignal zur programmsynchronen Steuerung von Videorecordern, wurde zugestimmt.

Die Industrie ihrerseits hatte bereits früher zugesagt, bei einer Entscheidung der Rundfunkanstalten bis Mitte 1984 entsprechende Geräte etwa ab der Internationalen Funkausstellung 1985 anzubieten. Bis Ende 1985 werden alle Landesrundfunkanstalten stufenweise und in individueller Weise entsprechend der vorhandenen technischen Möglichkeiten die Übertragung der Zusatzsignale einführen. Die Technische Kommission ARD/ZDF geht davon aus, daß das ZDF etwa zur gleichen Zeit mit der Aussendung von Zusatzsignalen zur Videorecordersteuerung beginnen wird.

Industrie und Rundfunkanstalten stimmen in ihrer Auffassung überein, daß mit der Einführung eines derartigen Systems zur Steuerung von Videorecordern den Teilnehmern viele Vorteile und eine neue Serviceleistung geboten werden.

Frank Müller-Römer
Bayerischer Rundfunk, München

AUSSTELLUNG DER NATIONAL ASSOCIATION OF BROADCASTERS (NAB-CONVENTION)

LAS VEGAS, 29. APRIL BIS 2. MAI 1984

Unter dem Motto „You've got what it takes" zeigten rund 600 überwiegend amerikanische Aussteller, aber auch bekannte Firmen aus Europa und Asien Bekanntes und Neues aus der breiten Palette der fernseh-, sender- und hörfunktechnischen Produkte. In knapp 3½ Tagen drängten sich mehr als 30 000 Fachbesucher durch die drei großen Hallen des Las Vegas Convention Center. Dem einzelnen Chronisten ist es schwerlich möglich, über all die schätzungsweise 6000 bis 8000 Exponate zu berichten; er kann lediglich einen kurzen Überblick über die aus seiner Sicht wichtigsten – vor allem die deutschen Kunden interessierenden – Neuheiten und Trendentwicklungen geben.

1. „Highlights"

Insbesondere für den Videomarkt galt der Slogan einer amerikanischen Fachjournalistin: „Computers are a big help". Diese Feststellung trifft auch auf das „Highlight" der Ausstellung, das Sony-Betacart-System BVC-10/40 zu (**Bild 1**). Betacart ist ein voll rechnergesteuertes Multikassettensystem auf der Basis der bekannten Betacam-½-Zoll-Technik. Vier seitlich automatisch ladbare BVW-11/41-Recorder mit integriertem TBC und „Dynamic Tracking" werden über ein intelligentes, mechanisch problemloses, einfaches, sich selbst justierendes „Liftsystem", das zu einem bis zu 40 Kassetten fassenden Vorhaltelager Zugriff hat, mit Kassetten bestückt. Die Kassetten – Spieldauer kleiner als eine Sekunde bis zu 22 Minuten (bei NTSC) – werden mit einem aufklebbaren Strichcode, der Angaben für die Kassettenidentifizierung enthält, versehen und in einem beliebigen Fach des Vorhaltelagers abgelegt.

Die Programmsequenz und der Status (Standbild, Bewegtbild usw.) werden entweder über das Operator-Keyboard oder von einem Host-Rechner oder mit einer Floppy-Disk dem Managementsystem eingegeben. Vor dem Start eines Ablaufs läuft der Lift an dem vertikal angeordneten Kassettenstapel entlang und entnimmt aus dem Strichcode einer jeden Kassette innerhalb von 1,5 Sekunden die jeweiligen Identifikationen, registriert das Ablagefach und führt die Daten dem Managementsystem zu. Wird nach dieser Prozedur in der Kassettenablage noch irgendeine Änderung vorgenommen, wie z. B. Kassetten hinzugefügt, bereits abgelegte Kassetten in ein anderes Fach eingefügt oder noch nicht gesendete Kassetten entfernt, so werden diese Änderungen vom System sofort erkannt und automatisch verarbeitet. Nicht mehr benötigte Kassetten werden zur Entnahme freigegeben.

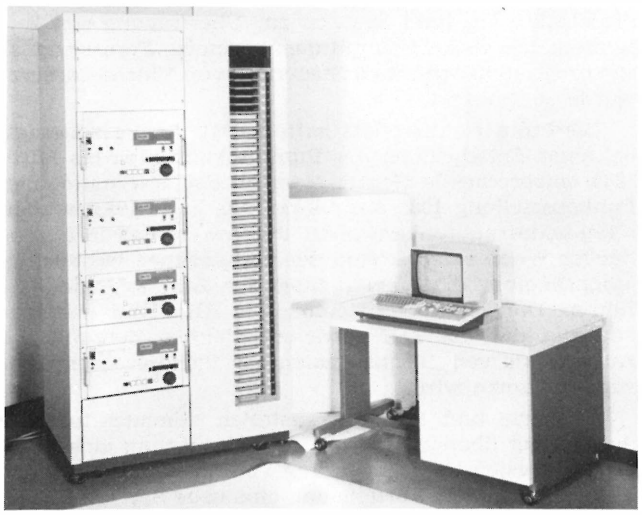


Bild 1
Das Betacart-System BVC-10/40 von Sony

Während des Programmablaufs befördert der Lift die jeweils aktuellen Kassetten in eines der drei Betacam-Wiedergabesysteme. Auf demselben Wege werden die Kassetten auch wieder in ihrem Fach abgelegt. Das Betacart-System erlaubt das gleichzeitige Abspielen von bis zu drei Programmen; es lassen sich bis zu 200 verschiedene Sequenzen vorprogrammieren, wobei eine Sequenz über 900 Ereignisse enthalten kann. Ab Herbst 1985 soll bereits eine PAL-Version des Betacart-Systems verfügbar sein.

Mit zu den „Highlights" kann sicher auch das erste marktreife „High Definition (Production) Video System" HDVS der Firma Sony gerechnet werden (**Bild 2**). Die Entscheidung, ein HDVS-Produktionssystem zu entwikkeln und auf den Markt zu bringen, kam in erster Linie unter dem Druck der Filmproduzenten zustande. Gleichwohl könnte dieses HDVS auch für die Fernsehanstalten (für bestimmte Aufgaben) als „High-Quality"-Produktionsmittel eingesetzt werden. HD-Produktionen lassen sich entweder im „closed circuit" über Großprojektionseinrichtungen oder HDVS-Monitore (Breiten/Höhenverhältnis 5 : 3) in High-Definition-Qualität wiedergeben oder z. B. für Kinos über breitbandige Kommunikationssatelliten übertragen, aber auch mittels Konverter in die Standardnormen NTSC oder PAL umwandeln bzw. auf 35-mm-Film kopieren. Die Spezifikationen sind wie folgt:

Zeilenzahl	1125
Bildwechsel	60 Hz
Zwischenzeilenverhältnis	1 : 2
Bild-Seitenverhältnis	5 : 3
Videobandbreite	30 MHz
Signale	R, G, B oder Luminanz- und Chrominanzkomponenten.

Die Grundausrüstung des High-Definition-Systems besteht aus

- der sogenannten EC-Kamera (Electronic Cinematography) HDC-100

3-Röhren-Kamera	1-Zoll-Satikon
Empfindlichkeit	2000 Lux; F 3,0; 3200 K
Auflösung	1200 Zeilen im Zentrum
Verstärkungsregelung	– 3 dB, + 3 dB, + 6 dB
Leistungsaufnahme ohne Sucher	30 W
Maße	170 (B) x 360 (H) x 260 (T) mm
Gewicht	etwa 10 kg
Optional	1½-Zoll- oder 7-Zoll-Sucher

- der Kamerakontrolleinheit HDCU-100 mit dem Image Enhancer HDIE-100

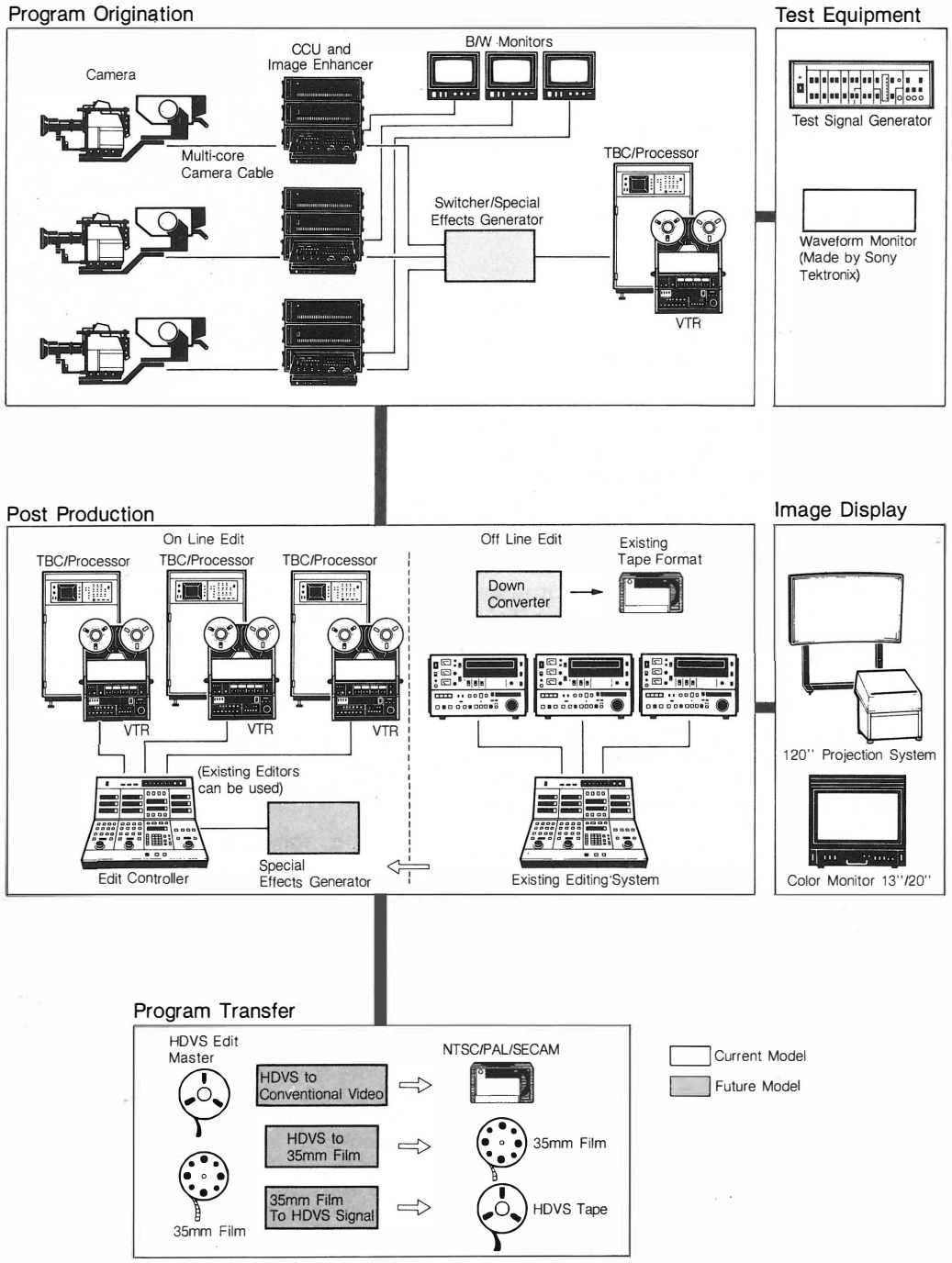


Bild 2
Das „High Definition Video System" HDVS von Sony

- dem Videorecorder HDV-1000 (1-Zoll-C-Format)
  Eingangssignale R, G, B (Breitband) oder Y- und Chromakomponenten
- dem Timebase-Korrektor HDT-1000
- dem HD-Monitor HDM-1100 (Bildschirmdiagonale 11 Zoll) oder HDM-1800 (Bildschirmdiagonale 18 Zoll)
- einem speziellen Testsignalgenerator (Tektronix) und einem hochauflösenden Oszilloskop.

Die Serienfertigung von Video-Effektgeneratoren sowie von Auf- und Abwärtskonvertern ist in Vorbereitung.

2. CCD-Kameras

Während 1983 in Montreux RCA als erster Hersteller damals noch außerhalb der offiziellen Ausstellung die erste vielversprechende Halbleiter-Farbkamera vorstellte, konnten auf der NAB gleich drei Firmen CCD-Kameras vorweisen.

- RCA stellte auf der NAB ihren verbesserten Prototyp CCD-1, der bis zum Jahresende lieferbar sein soll, in den Mittelpunkt des Ausstellungsstandes. Die CCD-1-Kamera arbeitet mit drei Chips nach dem Frame-Transfer-Prinzip (**Bild 3**), das eine höhere Auflösung und eine höhere Empfindlichkeit gegenüber

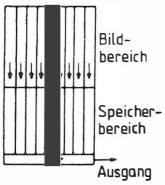


Bild 3
Organisationsform des Frame-Transfer-CCD

anderen Halbleitersystemen bringen soll. Ein 8,38 mm x 10,41 mm großer Chip enthält insgesamt 206 336 Bildpunkte. Als Störabstand wurde der beachtliche Wert von 62 dB genannt, während bei anderen CCD-Kameras nur 49 bis 50 dB angegeben wurden. Die unterste Grenzempfindlichkeit liegt bei etwa 30 Lux, was eine Verstärkungsanhebung von +18 dB erforderlich macht. Bei kritischer Betrachtung des Kamerabildes waren „Flecken" zu erkennen, die entweder auf „Einbrenneffekte" (verursacht durch extreme Belastung bei den zahllosen Demonstrationen) zurückzuführen sind oder ihre Ursachen in Mängeln bei der Chip-Herstellung haben. Bei einer Verstärkungsanhebung ab 9 dB war dem Bild eine feine Abbildung der Chip-Struktur überlagert. Dieser Effekt zeigte sich in gleichem Maße auch bei den CCD-Kameras der anderen Hersteller. Gleichwohl sollte vermerkt werden, daß dieser Betriebszustand in der Praxis nicht allzuoft gefordert werden wird. Bei aktuellen Geschehnissen, die bei schlechten Lichtverhältnissen noch „eingefangen" werden können, dürfte die Strukturüberlagerung sicher von untergeordneter Bedeutung sein. Eine PAL-Version von CCD-1 soll 1985 (Montreux?) vorgestellt werden.

- NEC überraschte die „Insider" ebenfalls mit einer röhrenlosen Kamera. Bei SP3 finden drei Halbleiter-Bildwandler mit je 490 x 384 „Pixels" Verwendung (NTSC). Zur Erzielung einer hohen Aufösung – 500 Zeilen – werden zwei Chips im Grünkanal eingesetzt; der dritte Chip ist für den kombinierten Blau/Rot-Kanal zuständig. NEC weist besonders darauf hin, daß bei SP3 kein Einbrennen und kein Fahnenziehen auftritt, wovon man sich selbst überzeugen konnte. Die Komponenten-Ausgangssignale liefern über den am Kamerakopf angeflanschten NTSC-Coder ein FBAS-Signal (PAL in etwa 1½ Jahren). Anstelle des Coders kann ein ½- oder ¼-Zoll-Recorder aufgesetzt werden. Diese Lösung, die auch von einigen anderen Recorderkameraherstellern angeboten wird, zeigt den Trend auf, der für künftige Recorderkamerasysteme bestimmend sein wird. Die NTSC-Version der SP3-CCD-Kamera soll – ohne Objektiv – 16 000 Dollar kosten.
- Hitachi stellte als dritte Firma unter der Bezeichnung SK-1 eine Halbleiter-Kamera mit drei **M**etal-**O**xyd-**S**emiconductor-(MOS-)Bildwandlern vor, die an den Flächen eines RGB-Prismas angebracht sind (**Bild 4**). Der von Hitachi entwickelte MOS-Bildwandler HE 98222 weist eine Matrix von 186 240 Elementen auf (384 [H] x 485 [V]). Durch eine spezielle Anordnung der Bildelemente wird über ein „zweizeiliges" Lesesystem eine horizontale Auflösung von 450 Zeilen erreicht. Digitalisierte Automatiken übernehmen den Weiß- und den Schwarzabgleich. An der Stelle des Kamerakopfes, an der man einen ¼-Zoll-Videorecorder vermuten könnte, befindet sich ein „built-in-audio-receiver" (Lautsprecher), der während der Aufnahmen dem Kameramann das Mithören des aufzunehmenden Tons ermöglicht. Die Kamera mit einer Leistungsaufnahme von 10 W wiegt einschließlich eines 1-Zoll-Suchers nur 3,5 kg. Das direkte Aufsetzen eines Recordersystems ist derzeit nicht vorgesehen. Als Ausgangssignal steht ein komplettes (NTSC-) FBAS-Signal zur Verfügung, das einem tragbaren Recorder zugeführt werden kann (1-Zoll- oder U-Format). Bezüglich einer PAL-Version werde, so ein Hitachi-Vertreter, derzeit mit Ampex und Bosch verhandelt.

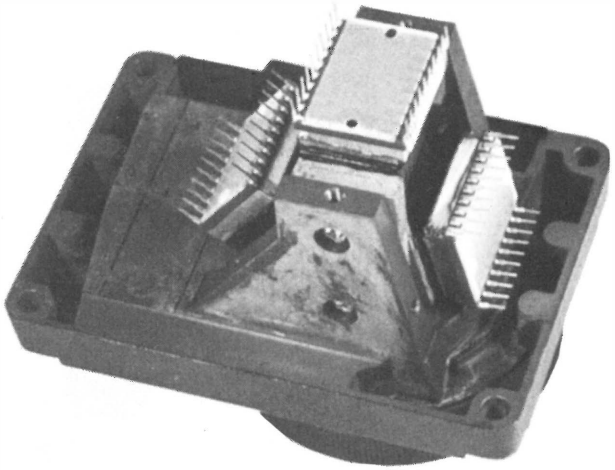


Bild 4
Prisma mit 3 MOS-Halbleiter-Bildsensoren

- Einer nicht bestätigten Information zufolge soll die Firma Philips ebenfalls an der Entwicklung einer Halbleiter-Kamera arbeiten.

3. Röhrenbestückte Recorderkameras

- Auf der letztjährigen NAB kündigte Philips an, in Übereinstimmung mit Bosch als 1/4-Zoll-Lineplex-Format auf ihr neues Recorderkamerasystem zu adaptieren. Philips hielt Wort und stellte das System LDK 54 einschließlich einer kompletten peripheren Familie vor.

  Das komplette System besteht aus der Kamera LDK 54, dem Recorder LDL 2000 sowie dem mobilen (18 kg) Produktionszentrum LDL 2020. Die Kamera ist mit drei hochstabilen ⅔-Zoll-Plumbikonröhren XQ 4187 mit statischer Fokusierung und magnetischer Ablenkung bestückt. LDK 54 wird vollautomatisch justiert und kontrolliert. Eingebaute Testgeneratoren sind selbstverständlich. Bei 900 Lux wird ein Signal/Rauschverhältnis für den Y-Kanal von 55 dB angegeben. Bei Blende 1,4 und 18 dB Verstärkungsanhebung können bei einer Beleuchtungsstärke von 25 Lux noch brauchbare Bilder gemacht werden. Bei aufgesetztem Lineplex-Recorder (¼ Zoll) gibt die Kamera direkt an den Recorder ein Komponentensignal ab. Wird der Recorder in einer bis zu 10 m absetzbaren Trageeinheit untergebracht, so muß auf die Kamera ein Adapter – der auch den Coder (PAL) beinhaltet – aufgesetzt werden; damit steht ein Komponenten- und ein FBAS-Signal zur Verfügung. Recorderadapter, in die Trageeinheit integriert, gibt es sowohl für Komponentensignale als auch für FBAS-Signale.

  Die Dimensionen der Recorderkamera betragen ohne den 1,5-Zoll-Sucher und ohne Objektiv:

Höhe	255 mm
Breite	122 mm
Länge	455 mm
Gewicht (ohne Batterie)	9,3 kg.

  Als Preis wurden 42 000 Dollar genannt.

Auf das mobile Produktionszentrum (Schnittsystem) LDL 2020 (**Bild 5**) können zwei Recorder LDL 2000 – abgenommen von der Kamera oder von der Trageeinheit – aufgesteckt werden. Bestückt mit einem LDL 2000 kann das Produktionszentrum als Abspieleinheit benutzt werden, die ein sendereifes Signal liefert; mit zwei aufgesetzten LDL 2000 arbeitet LDL 2020 als Schnittsystem. Die Überspielung der Signale geschieht in der FM-Ebene. Das Zentrum läßt sich auch durch den Kassetten-Player LDL 2009 und den Recorder/Player LDL 2010 erweitern. Ein Standard-Interface erlaubt auch 1-Zoll- und 3/4-Zoll-Systeme anzuschließen.

- Mit dem HL-95-Unicam-System versuchte Ikegami das Puzzle – welches Recorder-Format paßt zur Kamera – auf die Weise zu lösen, daß man vier Systemvarianten anbietet (**Bild 6**). Die 3,0 kg schwere Kamera HL-95 (einschließlich 1,5-Zoll-Sucher) arbeitet mit drei Diode-Gun-Plumbikons (vermutlich die gleichen, die auch in der Philips-Kamera LDK 54 eingesetzt sind).

  An kennzeichnenden Merkmalen für die Kamera werden angegeben:

Empfindlichkeit	2000 Lux bei Blende 4,5 15 Lux bei Blende 1,6 (24 dB Verstärkung)
Signal/Rauschverhältnis	60 dB
Auflösung in Bildmitte	650 Zeilen
Leistungsaufnahme	15 W.

  System 1:

  Zusammen mit dem Kameraadapter CA-95 bildet die HL-95 eine autarke ENG-Version. Sie ist in dieser Kombination genauso zu handhaben wie die ENG/EFP-Kamera HL-79 D.

  System 2:

  Der Kamerakopf kann mit Recorder-Interfaces zum Aufsetzen eines 1/2-Zoll- oder 1/4-Zoll-Recorders ausgerüstet werden.

  Systeme 3 und 4:

  Eine Studio/EFP-Konfiguration mit einem 3-Zoll-Sucher läßt sich mit dem Triax-Kamerakabel-Adapter TA-95 (Kabellänge bis zu 2000 Meter) oder mit dem Multiwire-Adapter MA-95 (Kabellänge bis 300 Meter) aufbauen. Diese Adapter erlauben darüber hinaus den Anschluß eines beliebigen Recorders.

- Mit dem ARC-System gibt Ampex dem 1/2-Zoll-M-Format den Vorzug. Der Kamerakopf FPC-10 ist in zwei Ausführungen – eine für Plumbikon, eine für Satikon – erhältlich. Zusammen mit dem aufsetzbaren Recorder FPR-10 wird die Kamera zum Recorderkamerasystem ARC-10. Der mikroprozessorkontrollierte Recorder mit eingebautem EBU-Zeitcodegenerator faßt eine 250-m-VHS-Kassette mit 20 Minuten Spieldauer. Der Recorder läßt sich in Verbindung mit dem FPC-S10-Videoadapter auch abgesetzt von jeder beliebigen Kamera betreiben. Ebenso kann die Kamera durch Aufsetzen des FPC-10-Genlock-Adapters autark betrieben werden. Als Alternative für den auf die Kamera aufzusetzenden Recorder wird der (vom Assistenten) tragbare ARC-20-Recorder angeboten, der inklusive Batterie 9,1 kg wiegt. Zur Bandbearbeitung gibt es die ARC-40-Studioausführung (TBC-Einschub optional) und das kleine Schnittkontrollsystem ARC-30.

  Interessant war die Vorstellung des tragbaren C-Format-Recorders VPR-5, den Ampex zusammen mit Kudelski entwickelte. Das einem Nagra zum Verwechseln ähnliche Gerät erlaubt Aufnahmen von 20 Minuten (mit geschlossenem Gehäusedeckel) bis zu 60 Minuten (Deckel offen).

- Hitachi ist dabei, ein komplettes Recordercam-System aufzubauen. Aus der Tatsache, daß die Familie nur im Bild vorgestellt werden konnte und noch keinerlei Informationsmaterial erhältlich war, könnte entnommen werden, daß Hitachi seine Entwicklungskapazität auf die CCD-Kamera ansetzte und dadurch mit der Vorstellung des kompletten SR3-Systems etwas in Verzug geraten ist. Gleichwohl, die 3-Röhren-Kamera mit dem 1/4-Zoll-Recorder war bereits vorhanden. Auf Befragen wurde mitgeteilt, daß sowohl auf (preiswerte) Chromdioxidbänder als auch auf teure, im Störabstand um 3 dB bessere Metallbänder aufgezeichnet werden kann. Für die Schnittbearbeitung sieht Hitachi 3/4-Zoll-Systeme auf Komponentenebene vor, die aus dem Recorder ECR-5 und einem Editor-Control-System bestehen werden.

- Bosch zeigte die in Deutschland bekannte Quarter-Cam. An der EFP-Kamera KCF 1 wurden wünschenswerte Verbesserungen vorgenommen. So wurde

  a) die Schulterauflage ergonomisch optimiert,

  b) die Batteriehalterung verbessert,

  c) im Okular eine Dioptrienanpassung eingefügt,

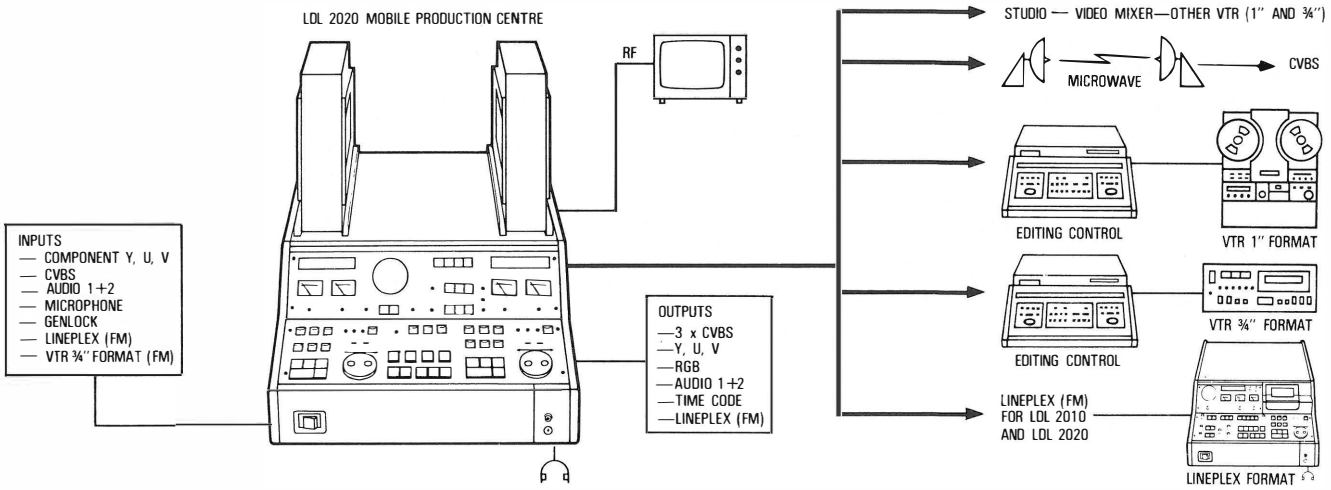


Bild 5
Tragbares Produktionszentrum LDL 2020 von Philips

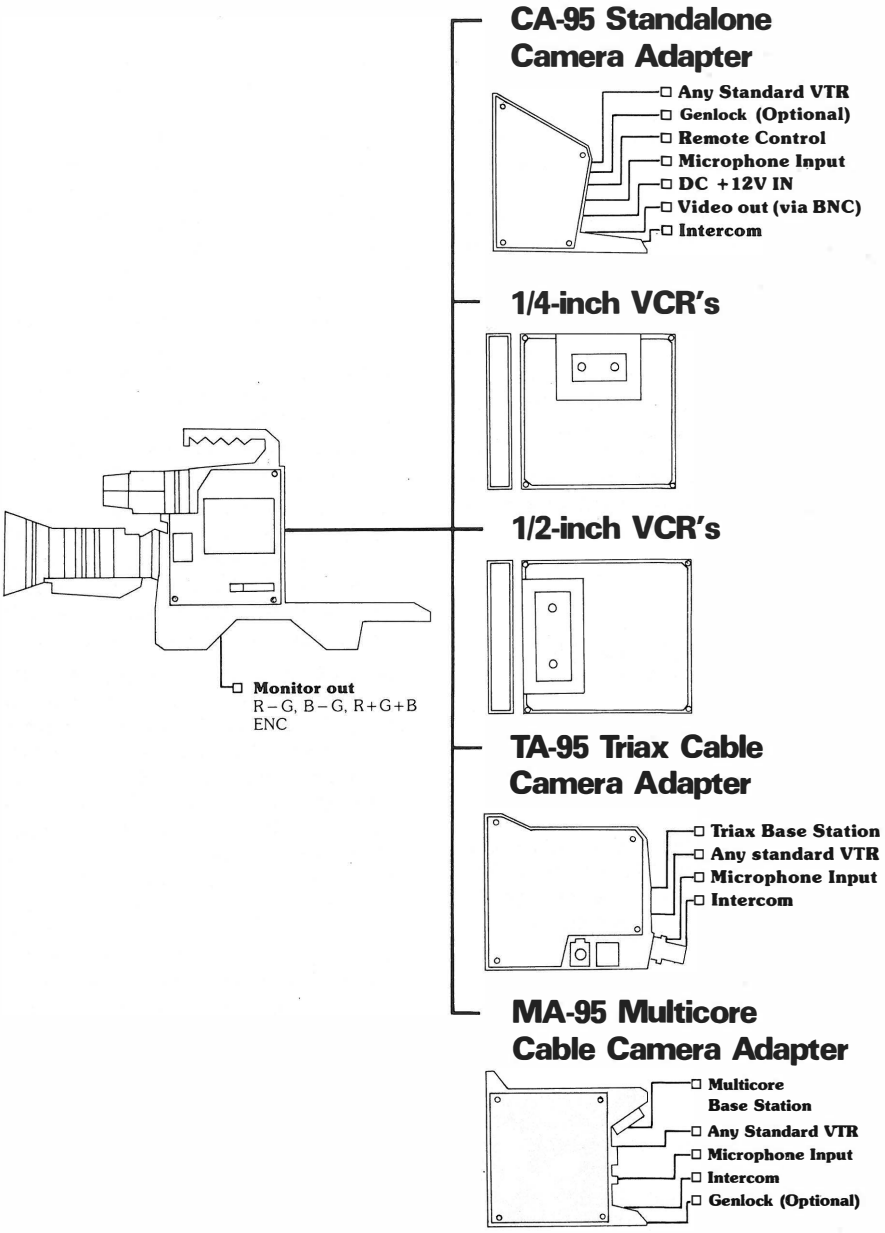


Bild 6
Das HL-95-Unicam-System von Ikegami

d) eine elektronische „Weißreferenz" entwickelt und
e) die „Kniespannungsregelung" automatisiert.

4. Studiokameras

Bei den „großen" Studiokameras nahezu aller Hersteller zeichnet sich der Trend zur „Halbautomation" ab. So lassen sich z. B. alle Bedienfunktionen von insgesamt acht Kameras der Type BVP-360 (Sony) von einem einzigen Bedienpult jederzeit reproduzierbar einstellen. Ähnlichen Service – um noch ein zweites Produkt zu nennen – bietet auch die SK-97 „Computacam" von Hitachi.

5. Computergrafiksysteme

Kaum ein Videogerätehersteller, der nicht ein computerunterstütztes Grafiksystem – vom preiswerten, weniger flexiblen Gerät für spezielle Anwendungen bis hin zur teuren „Real-Time-Computer-Graphic-Machine" – vorstellte. Es schien, daß die technisch vorbelasteten Besucher, die meist von professionellen „Grafikartisten" vorproduzierten Demonstrationen mit z. T. distanziertem Staunen beobachteten und sich die Frage stellten, welcher Berufszweig – Techniker, Grafiker oder Computerfachmann – für das Kreieren von Computergrafiken am besten geeignet sein wird. Gleichwohl bietet die Computergrafik Möglichkeiten, die sowohl im Zeichentrickfilm als auch im Spielfilm weit über das hinausreichen, was bisher machbar war.

Am Beispiel des Computergrafiksystems FGS 4000 von Bosch sei versucht, stichwortartig aufzuzeigen, welche Möglichkeiten solch eine „Mammutmaschine" bietet:

- Erzeugung von Realzeit-Bildverfremdungen willkürlicher Szenen eines jeden Fernsehbildes,
- (vorzuproduzierende) Einzelbild-Zeichentricks,
- Kreation von sämtlichen Schriftgrößen und Schriftformen,

zur Ausstattung eines voll digitalen Fernsehstudios. Ein solches digitales Fernseh-Versuchsstudio, das zur Zeit in Frankreich unter Mitwirkung des CCETT[1] entsteht, benötigt natürlich auch einen digitalen Videorecorder. J. Müller stellte in seinem Vortrag den von Bosch für dieses Studio entwickelten experimentellen Videorecorder vor, der auf der Mechanik des B-Formats aufbaut, ohne den elektronischen Aufwand im Vergleich zu einem analogen Recorder zu erhöhen. Beschrieben wurde Konzept, Aufbau und Schaltungstechnik des Recorders, wobei ausschließlich die digitale Signalverarbeitung berücksichtigt wurde. Hauptproblem war die hohe Datenrate, die durch Nutzung natürlicher Redundanz in der horizontalen Austastlücke auf 200 Mbit/s – verteilt auf 2 Kanäle – vermindert werden konnte; sie beinhaltet neben den Video- und Synchronisationssignalen auch Daten für einen wirkungsvollen Fehlerschutz. Die hohe Datenrate konnte nicht vollständig durch technologischen Fortschritt aufgefangen werden: Die doppelte Kopfraddrehzahl führte trotz kleinerer Spurbreite zu einer Erhöhung der Bandgeschwindigkeit auf das 1,5fache. Günstiger sieht der Vergleich des elektronischen Schaltungsaufwands aus: Das Volumen ist gleich, doch es werden weniger verschiedene Schaltungsgruppen benötigt. Eindeutig zugunsten des Digitalrecorders geht der Vergleich von Bild- und Generationenqualität aus. Die wichtigsten Vorteile sind Rauschfreiheit, Frequenzgangsneutralität, exakte Übereinstimmung der Luminanz- und Chrominanzlaufzeiten sowie Stabilität aller Übertragungsparameter. Durch das Fehlen eines digitalen Tonstandards erfolgt die Tonaufzeichnung weiterhin analog. Die Schnittsteuerung entspricht der bei den bisherigen BCN-Modellen.

Auf einigen Veranstaltungen wurden bereits digitale Videorecorder vorgeführt, die in der Lage waren, die aufgezeichneten Informationen ohne dynamische Kopfnachführung in verschiedenen Geschwindigkeiten wiederzugeben. Nach einem kurzen Überblick über die historischen Schritte bei der Entwicklung eines digitalen Videorecorders ging J. H. Wilkinson in seinem Vortrag auf die wesentlichen Blöcke eines solchen Gerätes ein:

- Kopfverschachtelung,
- Shuffle Store,
- Fehlerkorrektur,
- Blockstruktur,
- Kanalcodierung.

Zwei dieser Entwicklungsbereiche wurden näher erläutert: Fehlerkorrektur und Kanalcodierung. Bei der Fehlerkorrektur (man unterscheidet zwischen den Fehlern durch statistisches Rauschen und durch Signaleinbrüche) basiert die Strategie auf dem Prinzip, alle denkbar möglichen Bandfehler zu korrigieren. Für Dropouts längerer Dauer ist jedoch kein realistischer Fehlerkorrekturcode bekannt, dessen Reserven solche Fehler korrigieren können. Man muß daher einen Kompromiß finden, bei dem die Mehrheit der Fehler mit dem Datenvorrat des Codes korrigiert wird, während für die selten auftretenden längeren Dropouts eine Verdeckungsmethode (Concealment) angewendet wird. Die Aufgabe der Kanalcodierung ist es, das Eingangssignal in eine Form zu bringen, die vom Bandlaufwerk exakt aufgenommen und wiedergegeben werden kann. Die dann notwendige Entfernung der Gleichspannungspotentiale erhöht die Datenrate, was nicht wünschenswert ist. Von neueren Methoden, die keine Erhöhung der Datenrate erfordern, sind zwei Verfahren bekannt:

- Ausnutzung der Redundanz im Ursprungssignal,
- Datenverwürfelung (Scrambling).

Nach Auswertung der Versuchsergebnisse und der theoretischen Betrachtungen im Hause Sony soll dem Daten-Scrambling der Vorzug gegeben werden.

Aufgaben der Fernsteuerung und der Automatisierung im Fernsehstudiobereich erfordern in zunehmendem Maße die datenmäßige Verkopplung unterschiedlicher Studioanlagen. Bei den dafür notwendigen Datenübertragungsschnittstellen sind zwei Arten besonders wichtig:

- Schnittstellen für die Fernsteuerung von Studioanlagen,
- Schnittstellen für die Übertragung von Schnittdaten für die zeitcodegesteuerte MAZ-Bearbeitung.

Für beide Anwendungsfälle gibt es heute total inkompatible Realisierungen. Um diesem unerfreulichen Zustand abzuhelfen, haben UER und SMPTE Arbeitsgruppen ins Leben gerufen, um eine Standardisierung dieser Schnittstellen in die Wege zu leiten. K.-H. Trißl berichtete in seinem Beitrag von den Prinzipien dieser Standards sowie vom Stand dieser Arbeiten. Für die Beschreibung von Schnittstellen hat sich im Lauf der vergangenen Jahre die Erkenntnis durchgesetzt, daß diese komplexen Zusammenhänge am besten in Form eines „Schichtenmodells" beschrieben werden. Die von UER und SMPTE nach dem ISO-Schichtenmodell vorgenommenen Festlegungen bei „Fernsteuerstandards für Studiogeräte" haben folgende Schichten:

- ELECTRICAL/MECHANICAL LEVEL (enthält die Definitionen des Steckers, der Stiftbelegung, der Spannungen und Impulsformen sowie der Bit- und Byte-Synchronisation),
- SUPERVISORY LEVEL (umfaßt den Maßnahmenkatalog, der zur Errichtung einer Datenverbindung benötigt wird, in diesem Fall speziell für die Herstellung der Verbindung zwischen einzelnen Stationen eines Bussystems),
- SYSTEM SERVICE LEVEL (erlaubt unter anderem den Ausbau von zugeteilten Mehrpunktverbindungen, beispielsweise wenn eines von mehreren Bediengeräten innerhalb eines Bussystems mehrere zugeteilte Maschinen kontrollieren soll),
- VIRTUAL MACHINE LEVEL (definiert die Befehle und Befehlssequenzen, die in dem kontrollierten Gerät genau definierte Aktionen auslösen sollen).

2. Fortschritte der Kinotechnik

2.1. Kopierwerkstechnik

Filmkopierwerke müssen oft für verschiedene Zwecke Farbduplikate von vorhandenen Kopien herstellen. Das Duplizieren von Farbkopien kann nach zwei grundsätzlich unterschiedlichen Verfahrensweisen erfolgen: unter Verwendung von Farbumkehr-Kopierfilm oder unter Verwendung eines Zwischennegativfilms. Während der Farbumkehr-Kopierfilm die Herstellung einer positiven Kopie in einem einzigen Arbeitsgang erlaubt, ist für die Anfertigung mehrerer Kopien die Verwendung eines Zwischennegativfilms wirtschaftlich interessanter. R. Huybrechts und H. Stappaerts stellten in ihrem Vortrag Methoden vor, um die richtigen Kopierlichter zu bestimmen und um eine genaue Anpassung des sensitometrischen Kontrastes von Gevacolor Negative Film 682 zu erhalten, die den Bedingungen eines Internegativs entspricht. Das Verfahren zur Bestimmung der genauen Kopierlichter stützt sich auf Kopierversuche, wobei von einem neutralgrauen Streifen auf Farbpositivfilm ausgegangen wird. Die richtige Kopierbelichtung ist erreicht, wenn dieser Eichstreifen mit den vorgegebenen Dichtewerten auf dem Negativfilm wiedergegeben wird. Um den sensitometrischen Kontrast von Gevacolor Negative Film 682 dem Charakter eines Internegativs anzupassen,

[1] CCETT = Centre Commun d'Etudes de Télévision et des Télécommunications.

wurden zwei Verfahren zur erforderlichen Senkung des Kontrastes diskutiert: Herabsetzung der Farbentwicklertemperatur und Vorbelichtung des Negativfilms. Wegen der deutlichen Verbesserung der Filmkörnigkeit und wegen des zusätzlichen Arbeitsgangs der Vorbelichtung (mit dem Risiko einer Beschädigung des Films) wird der Herabsetzung der Farbentwicklertemperatur der Vorzug gegeben.

Für ein kontinuierliches Arbeiten beim Kopieren von Farbfilmen sind Trimmerwertanpassungen erforderlich, z. B. bei Abweichungen in der Verarbeitung oder beim Übergang auf eine andere Emulsion. Diese Trimmerwertanpassungen können nach Ausmessung der Unterschiede zwischen einem Probestreifen und einem Kopierwerksstandard berechnet werden. R. Boeykens beschrieb in seinem Beitrag eine Methode, welche die Übereinstimmung zwischen Dichten und Trimmeranpassungen in Funktion der Kopierdichte angibt. Zur Berechnung der Trimmeranpassungen von genau gemessenen Dichteabweichungen wird die Anwendung dichteabhängiger Matrixkoeffizienten a, b, c als Polynomialfunktionen der Mittelwert-Kopierdichten empfohlen. Dies erfordert zwei Sätze von Rechenprogrammen:

- ein Programm, das die direkte Berechnung der Polynomialkoeffizienten, ausgehend von den Dichtemessungen der experimentell angefertigten Kopie mit 5 Trimmerwertkorrekturen, ermöglicht;
- ein Programm, das ausgemessene und wünschenswerte Dichtewerte für die Berechnung von Trimmerwertanpassungen verwendet.

Alle Rechnungen können mit Hilfe eines üblichen programmierbaren Taschenrechners in 479 Programmstufen durchgeführt werden.

Bei der Filmentwicklung werden in den Verarbeitungsbädern Chemikalien verbraucht und durch Reaktionsprodukte ersetzt. Zur Erhaltung konstanter Bedingungen wird daher ein höher konzentriertes Regenerat zugesetzt, was bei konstantem Tankvolumen zu einem der Dosiermenge entsprechenden Überlauf führt. Beim Recycling werden diese Überläufe durch Herausnehmen der Reaktionsprodukte und Ersatz der verbrauchten Chemikalien aufbereitet und als Regenerat wiederverwendet. Mit seinem Erfahrungsbericht über neue Recycling-Verfahren in der Filmentwicklung zeigte G. Bergfried, daß ökonomische und ökologische Zielsetzungen durchaus deckungsgleich sein können. Nach einem historischen Abriß über die Entwicklung dieser Technologie (Fixierbad-Recycling, Bleichbad-Recycling, Farbentwickler-Recycling) wurden zwei neue Verfahren vorgestellt: das Recycling von Entwicklerüberläufen mittels Adsorptionsharzen und Ionenaustauschern sowie die Einrichtung von Absaugsystemen an den Bad/Wasser-Übergängen mit Rückführung der Chemikalien in den Tank. Beim Entwickler-Recycling entfällt so die Einleitung bzw. Entsorgung der Überläufe bis auf die prozeßbedingte Verschleppung. Die erreichte Kostenersparnis gegenüber einem Neuansatz beträgt zwischen 60 und 78 %. Der Einsatz von Absaugsystemen an Bad/Wasser-Übergängen führt zu einer Verschleppungsminimierung. Dabei wird der Film an der Abstreiflippe am Badübergang durch eine Vakuumpumpe abgesaugt und die Flüssigkeit über Abscheider in den Tank zurückgeführt. Gemessen an der Silberverschleppung in das Waschwasser nach dem ersten Fixierbad arbeitet die Absaugung gegenüber der Nur-Abstreifung um etwa 50 % effektiver. Dieser Wert wird sogar noch überschritten, wenn man die durch Verschleppungsverlust verursachten Neuansätze beim Recycling betrachtet.

2.2. Vergleich Elektronisches Bild — Film, Computergrafik

Das auf chemischem Wege hergestellte fotografische Bild ist im Lauf der vergangenen einhundert Jahre ständig verbessert worden und hat einen Qualitätsstandard erreicht, an dem alle anderen Bildaufzeichnungssysteme gemessen werden. Heute sind wir an einem Punkt angelangt, wo die elektronischen Bildaufzeichnungssysteme anfangen, sich diesen chemischen Systemen qualitativ zu nähern. P. C. Ward und M. A. Kriss stellten in ihrem Vortrag einen Vergleich an zwischen Systemen auf chemischer Basis und elektronischer Basis. Die einzelnen Stärken und Schwächen bei der Herstellung des endgültigen Bildes wurden aufgezeigt. Die bildformenden Charakteristika von HDTV und Halbleiter-Bildsensoren wurden diskutiert und demonstriert. Interessant sind die einzelnen Ergebnisse der Untersuchungen bei Kodak: Die Qualität eines 35-mm-Farbnegativfilms entspricht der eines HDTV-Systems mit 1800 oder sogar 2000 Zeilen; ein Bild dieses Films hat eine 12mal höhere Auflösung als ein Halbleitersensor mit 1000 x 1440 Bildpunkten. Abschließend wurde gezeigt, welche Rolle digitale Bildprozessoren in zukünftigen Bildaufzeichnungssystemen spielen können.

Die Technik der computergenerierten Bilder entstand in den 60er Jahren in den USA und wurde in den 70er Jahren bis zum kommerziell einsatzfähigen Medium weiterentwickelt: Computergrafik. Die Anwendung reicht heute von der Visualisierung technischer Vorgänge über die dynamische Darstellung von Wirtschaftsabläufen bis zu Computer-Spielautomaten und Werbe- und Spielfilmproduktionen. Durch die Leistungssteigerung von Computern und die Verfügbarkeit von grafischen Ein- und Ausgabegeräten bei gleichzeitiger preislicher Verbilligung wurde diese Technik auch für kommerzielle Anwendungen in der Filmproduktion interessant. Was zur Zeit noch sehr teuer ist und spezielle Kenntnisse voraussetzt, ist die Software und deren Benutzung. Einen umfassenden Überblick über Technik und Möglichkeiten computererzeugter Bilder und Filme gab H. J. Andree in seinem Vortrag. Durch die Bemühungen um einen steigenden Realismus der Darstellungen vermochte man bald dreidimensionale Objekte im Raum, glatte und gekrümmte Oberflächen sowie transparente und schattenwerfende Objekte synthetisch nachzubilden. Die Natürlichkeit mancher Computerbilder kommt fotografischen Abbildungen nahe (z. B. beim Ray-tracing-Verfahren). Diesen Realismus erkauft man sich allerdings mit einer sehr hohen Rechenzeit. Für die Zukunft heißt das Stichwort im Computerbereich „Benutzerfreundlichkeit". Es wurden bereits Methoden für Computergrafik entwickelt, die es auch dem Nicht-Computerfachmann ermöglichen, Bilder und Bewegungsabläufe zu definieren, zu manipulieren und einen entsprechenden grafischen bzw. filmischen Output zu erhalten. Diese als „Interaktivität" bezeichnete Vorgehensweise der unmittelbaren Sichtbarmachung von Ein- und Ausgabeprozessen auf dem Bildschirm wird in der Industrie schon angewandt (Computer Aided Design).

2.3. Bildqualität im Film — Anspruch und Wirklichkeit

Die Ergebnisse der Podiumsdiskussion unter der Leitung von N. Schmitz (Teilnehmer: Ch. Geyer, E. Pochadt, G. von Hochmeister, K. Staes, A. Wolters, G. Wulff) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Der Fortschritt der Technik hat die Herstellung von Filmmaterial in den letzten Jahren erheblich beeinflußt. Filme mit hoher Empfindlichkeit werden heute von allen Herstellern angeboten. Die Entwicklungsprozesse wurden vereinheitlicht; Schnitt, Kopiertechnik und Verarbeitung des Kopierfilms sind zum Teil wesentlich vereinfacht und verbessert worden.

Die Wiedergabe der farbigen Filmproduktion kann im Filmtheater oder im Fernsehen erfolgen. Im Kino spielt neben dem Projektor auch die Bildwand und die Projektionsanordnung eine wichtige Rolle. Hier gäbe es in

vielen Fällen noch einiges zu verbessern. Für die Wiedergabe im Fernsehen hat die Einführung der CCD-Abtaster gegenüber den Lichtpunktabtastern eine deutliche Verbesserung gebracht. Die Farbkorrektur wird bei der Überspielung auf Magnetband vorgenommen. In neuerer Zeit laufen Versuche, das Negativ direkt abzutasten. Sobald sich der Abtaster ebenso mit einem „nassen" Bildfenster ausstatten läßt wie eine moderne Kopiermaschine, müßte eine weitere Verbesserung der Filmwiedergabe im Fernsehen möglich sein. Allerdings sind die jetzigen Negativfilme hinsichtlich ihrer Farbstoffe auf die Sensibilisierung von Zwischen- und Positivfilm abgestimmt und nicht auf die Sensibilisierung der Abtaster. Hier wäre denkbar, daß von der Geräteseite Abhilfe geschaffen werden kann.

Abschließend wurde noch auf einen Vorteil des Films als Programmspeichermedium hingewiesen: Jeder Film kann überall in der Welt gezeigt werden, weil die meisten Parameter seit vielen Jahren weltweit genormt sind.

2.4. Magnetfilm und Filmwiedergabe

Magnetfilmgeräte, die zur Tonaufnahme, zur Tonbearbeitung, zur Fixierung des Tons in seiner endgültigen Fassung und zum Zwecke der Sendung eingesetzt werden, erfüllen alle Voraussetzungen, den Ton in Studioqualität speichern zu können. Dabei unterscheidet sich Magnetfilm in einigen Merkmalen erheblich vom Magnetband. Beiden weitgehend gleich ist der Speicherschichtaufbau, dessen magnetische Daten und mechanische Eigenschaften, anders jedoch Aufbau und Eigenschaften des Trägermaterials. Zudem hat der Film andere Abmessungen und ist perforiert. Daraus ergibt sich unter anderem eine geringere Flexibilität, die einen ungünstigeren Kopf/Film-Kontakt zur Folge hat. Die Perforation hingegen ermöglicht einen formschlüssigen Trägertransport und somit Synchronismus zwischen mehreren Laufwerken. Beide Gegebenheiten – Steifigkeit und Perforation – hatten Einfluß auf die Konstruktion solcher Geräte. H. Thiele gab in seinem Vortrag eine zusammenfassende Darstellung des Entwicklungsverlaufs der Magnetfilm-Laufwerke (SEPMAG). Beschrieben wurden umfangreiche Entwicklungsarbeiten mit dem Ziel ausgezeichneter Daten bezüglich Tonfrequenzübertragung, Gleichlauf, verkoppeltem Antrieb, Hochlauf- und Rangiereigenschaften, Laufkontrolle mittels verschiedener Codesignale sowie einfacher Handhabung. Die Entwicklung der Magnetfilm-Technologie verlief bemerkenswert konsequent und kann inzwischen, was die analoge Speicherung betrifft, als weitgehend abgeschlossen betrachtet werden.

Neben dem intermittierenden Antrieb des Films bei Aufnahme und Wiedergabe sind auch Methoden mit kontinuierlichem Filmlauf bekannt. Die Bewegung des Bildes muß hierbei mit optischen Mitteln ausgeglichen werden. Systeme dafür sind in großer Zahl bekannt, zur praktischen Ausführung kamen aber nur wenige. G. Bevier berichtete in seinem Vortrag über die Bemühungen, einen optischen Ausgleich zu finden, der die gleiche Bildqualität wie beim intermittierenden Antrieb erreicht. Aufgezeigt wurden die Ergebnisse dieser Bemühungen, die Problematik des optischen Ausgleichs, seine Grenzen und die Fehlermöglichkeiten. Den optischen Ausgleich kann man grob in 3 Gruppen unterteilen:

- Ausgleich mit bewegten Spiegeln
  Spiegel werden über Kurven so gedreht, daß das bewegte Bild im Objektiv stehend erscheint. Nach Durchlauf eines Bildes wird der Spiegel mit hoher Geschwindigkeit wieder in seine Ausgangslage gebracht. Dieses System wurde bis etwa 1946 vorwiegend in Filmschneidetischen angewendet, mit einer anderen Methode der Spiegelbewegung auch beim Mechau-Projektor (1912 bis 1926).
- Ausgleich mit bewegten Linsen oder Objektiven
  Dafür gibt es eine große Zahl von Vorschlägen, ausgeführt und auch in Serie gefertigt wird aber wohl nur ein System: der sogenannte Kronenkranz von Odelft (Holland), bei dem der Ausgleich der Bildbewegung mit einem aus 24 Linsen bestehenden rotierenden Kranz durchgeführt wird.
- Ausgleich mit rotierenden Prismen
  Der optische Ausgleich mit rotierendem Prisma besteht im wesentlichen aus einem 8-, 12-, 18- oder 24flächigen Polygonprisma. Die Bildqualität wird allerdings durch Systemfehler begrenzt, deren Beseitigung bis heute nicht restlos gelungen ist. Aufgrund des einfachen mechanischen und optischen Aufbaus wird dieses System jedoch heute weltweit in Schneidetischen und Filmbearbeitungsgeräten verwendet. Am Beispiel des Polygonprismas wurden Funktion und mögliche Fehler eines optischen Ausgleichs (Systemfehler, Bildstandsfehler, Schärfeverluste, Flakkererscheinungen, Lichtausbeute, Filmschrumpfung, mechanische Fehler usw.) erläutert. Durch die wesentliche Verbesserung der Qualität von optischen Ausgleichsystemen in den letzten Jahren ist auch der Bau von Filmprojektoren mit optischem Ausgleich wieder aktuell, weil nur mit solchen Projektoren die heute möglichen Rangiergeschwindigkeiten bei der Filmbearbeitung voll genutzt werden können.

Technisch sind heute alle Voraussetzungen gegeben, um ein Filmtheater ohne Bedienungspersonal zu betreiben. Vor allem aus psychologischen Gründen werden jedoch Kartenverkauf, Einlaßkontrolle und Süßwarenverkauf noch mit Hilfe von Mitarbeitern vorgenommen. Die Filmvorführung selbst wurde dagegen in den letzten Jahren weitgehend automatisiert. Anhand der einzelnen Handgriffe bei der Filmvorführung zeigte G. von Hochmeister in seinem Beitrag, wie sich die Technik des Vorführbetriebes in Richtung Vollautomation verändert hat und welche Lösungen für den Automatikbetrieb entwickelt worden sind. Näher eingegangen wurde auf den Vorführbetrieb ohne Umrollen (Nonrewind-Filmtelleranlage von W. Burth). Abschließend wurden die Vor- und Nachteile der derzeit bekannten Systeme für vollautomatischen Vorführbetrieb (gegentaktiger Vor- und Rücklauf von 2 Projektoren, bifilare Wicklung des Films, Endless-loop-Filmtelleranlagen) analysiert. Fazit: Das vollautomatische Kino gibt es noch nicht, man ist aber auf dem Weg dahin schon recht nahe herangekommen.

2.5. Filmabtastung und Farbkorrektur

Es gibt wieder ein steigendes Interesse für die Verwendung von Farbnegativfilm als erste Aufnahmestufe in einem System „Film + Abtaster". Dies dürfte auf den breiteren Belichtungsspielraum und den niedrigeren Kontrast des Farbnegativfilms zurückzuführen sein, die eine größere Belichtungstoleranz und eine größere Kontrastflexibilität bieten. K. Staes behandelte in seinem Beitrag die Wechselbeziehungen zwischen Farbnegativfilm und Farbfilmabtaster. Ein Farbnegativfilm ist niemals ideal maskiert und farbbalanciert für einen Farbfilmabtaster, weil die Wechselbeziehung zwischen ihnen nicht stimmt. Dies vor allem deshalb, weil der Farbnegativfilm für Farbkopierfilm optimiert ist. Deshalb müssen spezielle Korrekturen zur Anpassung dieser fehlerhaften Wechselbeziehung des Negativ-Abtaster-Systems durchgeführt werden. Die Verwendung eines Satzes geeigneter Wechselbeziehungskorrekturen für jede Kombination von Farbnegativtyp und Farbfilmabtaster ergibt eine einfach zu handhabende, reproduzierbare Methode zum Erreichen einer optimalen Farbwiedergabequalität.

Die Anforderungen an Einrichtungen zur Nachbearbeitung von Filmen sind in den letzten Jahren erheblich

gestiegen. Die Zunahme der Beeinflussungsmöglichkeiten führt dabei selbst bei geübten Operatoren dazu, daß bestimmte Farbkorrektureinstellungen wegen der umfangreichen Bedienaktivitäten nicht mehr „On Air" durchgeführt werden können. Der technische Trend geht mehr und mehr zu Einheiten, die eine Vorprogrammierung der Einstellungen erlauben, die später automatisch reproduziert werden. H. Claus stellte in seinem Vortrag den Film-Reproduktions-Programmierer FRP 60 von Bosch vor, der nach einem dezentralen Steuerungskonzept arbeitet. Hierbei koordiniert ein Leitrechner (auf der Basis des 16-Bit-Mikroprozessors 8086 aufgebaut) in Zusammenarbeit mit dezentralen Mikrocomputern (8085) die verschiedenen Steuerungs- und Verwaltungsaufgaben. Einige spezielle Leistungsmerkmale und Besonderheiten des Systems wurden erläutert. So erlaubt z. B. das integrierte Schnittsystem bei Anschluß einer Bandmaschine die automatische bildgenaue Überspielung korrigierter Filmszenen auf Magnetband.

Bei der Anwendung von Film im Fernsehen werden mit den Mitteln der elektronischen Farbkorrektur die besten Bildresultate erzielt. Wenn man dem fotochemischen Bildspeicher Film die Produktion mit elektronischen Kameras gegenüberstellt, so sieht man, daß auch E-Kameras nicht fehlerfrei arbeiten. Die für diese E-Kameras typischen Fehler sind aber nur unter sogenannten Studiobedingungen zu beheben. Bei den jetzt immer mehr durchgeführten Produktionen mit kleinen beweglichen EB-Kameras bleiben einige dieser Fehler bestehen, so daß auch hier der Wunsch nach einer nachträglichen Farbkorrektur auftaucht. Seit Einführung der 1-Zoll-MAZ-Technik, die die Erzeugung von Standbildern mit akzeptabler Qualität erlaubt, ist auch von MAZ die szenenweise elektronische Farbkorrektur mit einem programmierbaren FBAS-Korrektor möglich. W. Staschau erläuterte in seinem Vortrag diese neuen Wege bei der qualitativen Nachbearbeitung von Film- und Fernsehproduktionen über MAZ. Dabei dient die MAZ sozusagen als Interface für alle nur denkbaren Aufnahmeverfahren und Aufnahmeformen. Von Vorteil ist, daß zu korrigierende Filmteile einer Produktion nur einmal 1 : 1 auf MAZ überspielt werden müssen. Das durch die Farbkorrektur bedingte Hin- und Herfahren zwischen den einzelnen Szenen kann mit der MAZ erheblich schneller und natürlich absolut risikolos durchgeführt werden. Spielt man das Konzept der qualitativen MAZ-Bearbeitung durch, dann kann das sowohl bei elektronischen als auch bei Filmproduktionen kostenmäßige Vorteile bringen. Wenn man die zu korrigierenden zeitcodierten 1-Zoll-Bänder mit dem Zeitcode auf U-matic überspielt, so hat man eine Arbeitskopie, mit der Schnittbearbeitung und Vertonung auf preisgünstiger Ebene durchgeführt werden können. Aufgrund der gespeicherten Schnittdaten wird ein noch unkorrigiertes 1-Zoll-Masterband erstellt, das anschließend farbkorrigiert wird.

Die Durchführung der elektronischen Farbkorrektur von Filmen oder auch von MAZ-Aufzeichnungen mit Hilfe einer programmierbaren Farbkorrekturanlage kann erheblich beschleunigt werden, wenn Szenenwechsel automatisch erkannt werden. Hierzu sind die Bildinformationen eines Videosignals auszuwerten. G. Blank berichtete in seinem Beitrag über ein Szenenwechselerkennungsgerät, bei dem die Informationsauswertung nach einem „hybriden" Verfahren erfolgt, d. h. es werden sowohl analoge als auch digitale Techniken für die Signalverarbeitung angewendet, um eine kostengünstige Lösung zu erhalten. Die Bildinformationen werden zeilenweise erfaßt und verarbeitet, wobei ein Mikrocomputer die digitale Informationsverarbeitung übernimmt. Das wesentliche Kriterium für einen Szenenwechsel ist ein Helligkeitssprung des Bildinhaltes. Solche Sprünge können aber auch bei schnellen Bewegungen im Bild auftreten (Sportveranstaltungen wie Autorennen und Skiabfahrtslauf). Hier filtert der Mikrocomputer nach bestimmten Kriterien diese Bewegungen aus. Trotzdem ist eine einwandfreie Szenenwechselerkennung nicht möglich bei stark flimmernden alten Schwarzweißfilmen und bei Beiträgen mit Disco-Lichteffekten oder Stroboskopbeleuchtung.

U. Fröhlich beschrieb in seinem Vortrag die Bewältigung der methodischen Vielfalt bei der Bildnachbearbeitung durch ein bedienfreundliches Farbkorrektursystem. Das Gerät ist so ausgelegt, daß es für alle Bereiche von Farbkorrekturanwendungen einsetzbar ist (Live Matching, Off-line-Bearbeitung mit späterer automatischer Ausführung der Korrektur, Nachkorrektur). Wesentliche Merkmale sind ergonomische Gestaltung der Bedienelemente und ihrer Anordnung, Anlagenneutralität, Entlastung des Bedieners durch automatisierte Bedienfunktionen, übersichtliche Information über Betriebszustände, Möglichkeiten der Funktionserweiterung (z. B. Einsatz eines 6-Vektor-Korrektors, AB-Betrieb, Ansteuerung zusätzlicher Geräte). Es besteht aus 2 mikroprozessorgesteuerten Einheiten, die über eine serielle Schnittstelle miteinander verbunden sind: die Zentraleinheit und die Bedieneinheit. In der Bedieneinheit werden alle Eingaben von und alle Rückmeldungen an das Korrekturbedienfeld verarbeitet und über die serielle Schnittstelle an die Zentraleinheit weitergegeben bzw. von dort empfangen. An die Zentraleinheit sind außer der Bedieneinheit noch folgende Geräte angeschlossen: Tastatur, Datenmonitor, Diskettenlaufwerk, Korrekturprozessor, Bildgeber (wahlweise MAZ oder FAT). Zusätzlich sind wahlweise anschließbar: Szenenwechselerkenner, weitere Bildgeber, Schnittsystem für die Übergabe von Schnittlisten, Mischer, Untertitelungsgerät, Drucker.

Rolf Hengstler
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

31. 8. – 9. 9. 1984 Amsterdam	Firato 84 Internationale Funkausstellung
3. 9. – 6. 9. 1984 Stuttgart	ECOC 10th European Conference on Optical Communication
6. 9. – 10. 9. 1984 Mailand	SIM-HI.FI-IVES 84 18th International Exhibition of High Fidelity, Video and Consumer Electronics
10. 9. – 13. 9. 1984 Lüttich	EuMC 14th European Microwave Conference
21. 9. – 25. 9. 1984 Brighton	IBC 84 10th International Broadcasting Convention
26. 9. – 28. 9. 1984 Brighton	EUROCON 84 6th European Conference on Electrotechnics – Computers in Communications and Control
1. 10. – 5. 10. 1984 Kleinheubach	Kleinheubacher Tagung 1984 Gemeinschaftstagung des U.R.S.I.-Landesausschusses in der BRD und der NTG
1. 10. – 5. 10. 1984 Paris	UNIATEC Congress Motion-Picture Technology
8. 10. – 11. 10. 1984 New York	Audio Engineering Society Convention (AES)
10. 10. – 16. 10. 1984 Köln	photokina
28. 10. – 2. 11. 1984 New York	2. SMPTE Technical Conference and Exhibition
5. 11. – 8. 11. 84 München	Integrierte Telekommunikation Gemeinschaftstagung des Münchner Kreises und der NTG
13. 11. – 17. 11. 1984 München	electronica 84 11. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik
21. 11. – 24. 11. 1984 München	13. Tonmeistertagung

BUCHBESPRECHUNGEN

Compact Cassetten. Von Friedrich Engel. 220 Seiten, 109 Abbildungen, Format 19 cm x 12,5 cm, kartoniert, Verlag Laterna magica, München 1983, Preis 22,– DM, ISBN 3-87467-238-7.

Im vergangenen Jahr konnte die Kompaktkassette ihren 20. Geburtstag feiern. Bekanntlich hat dieser handliche Tonträger in wenigen Jahren eine weltweite Verbreitung gefunden. Zudem wurde er Vorbild für Magnetbandkassetten, die heute auf dem Videosektor eingesetzt werden.

In dem reich illustrierten Taschenbuch erfährt der Leser alles Wissenswerte der Tonbandtechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kompaktkassette, die ja mancherlei Eigentümlichkeiten gegenüber den normalen Offenspulen aufweist. Der Autor hat den Text klar gegliedert, denn er ist sich angesichts der Stoffülle über die Schwierigkeiten der Didaktik im klaren. Wenn Gefahr droht, daß die häufig recht unüberschaubaren Vorgänge nicht verstanden werden könnten, hat er hilfreiche Modellvorstellungen zur Hand genommen, so daß es immer wieder gelingt, komplizierte Abläufe verständlich zu schildern. Man erfährt darüber hinaus, wie Tonbänder und Kassetten in der Fabrikation entstehen, welche Normungen erarbeitet worden sind und wie man vorzugehen hat, wenn man selbst Aufnahmen anfertigen möchte. Dabei werden vernünftigerweise auch mikrofonaufnahmetechnische Details gestreift.

Für den eiligen Leser, dem die Zusammenhänge prinzipiell klar sind, hat der Autor Zusammenfassungen eingeschoben, die eine rasche Information über wichtige Fakten erlauben. Friedrich Engel, der aus der Praxis der Tonbandherstellung kommt, versteht es im übrigen, leidige Probleme anzusprechen und hilfreiche Tips zu geben. So über Aussteuerung, wie man eine Tonbildschau montiert oder was zu beachten ist, wenn man verschiedene Geräte zusammenschalten möchte und Stekker und Anpassungswerte nicht übereinstimmen. Mancherlei Anregungen werden auch für eine sinnvolle Archivierung der eigenen Kassettensammlung gegeben.

Das Buch enthält im Anhang eine wertvolle Zusammenstellung wichtiger englischer Fachausdrücke, die Eingang in die Umgangssprache gefunden haben und die dennoch weithin unverständlich geblieben sind. Darüber hinaus werden auch deutsche Fachwörter erklärt. Für den Leser, der sein Wissen vertiefen möchte, ist ein Verzeichnis mit weiterführender Literatur angefügt.

Claus Römer

Halbleiter-Technologie. Aus der Reihe: Halbleiter-Elektronik, Band 4. Von Ingolf Ruge. Hrsg. Walter Heywang und Rudolf Müller. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. 404 Seiten, 218 Bilder und Tabellen, Format 23 cm x 15,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York–Tokyo 1984, Preis 78,– DM bzw. 30,30 US$, ISBN 3-540-12661-9.

Das vorliegende Werk behandelt zum einen die grundlegenden Theorien der Halbleiter und der Halbleitertechnologie, und zum anderen werden die Grundzüge der einzelnen technologischen Prozesse einschließlich der praktisch auftretenden Unterschiede zur Theorie dargestellt. Dabei sind im theoretischen Teil nur geringe Aktualisierungen gegenüber der ersten Auflage zu finden, während im Bereich der Halbleitertechnologie Neuerungen, insbesondere im Zusammenhang mit den VLSI-Verfahren (Trockenätzen, Lithografie) eingefügt wurden.

Das Buch gliedert sich in elf Kapitel, einen kurzen Anhang mit mathematischen und chemischen Tabellen,

einen Sachweiser und ein Literaturverzeichnis (Stand etwa 1983).

Einführend wird der ideale Einkristall behandelt. Es folgt die Beschreibung des realen Kristalls, der sich vom idealen durch punkt-, linien- und flächenförmige Fehlstellen unterscheidet. Ein weiteres Thema ist die Einkristallzucht. Ausgehend von den physikalischen Grundlagen des Kristallwachstums wird die Bedeutung der Zustandsdiagramme von Zwei- und Dreistoffsystemen für die Halbleitertechnologie aufgezeigt. Danach werden die wichtigsten Verfahren der Einkristallherstellung (Ziehen aus der Schmelze, Gasphasen- und Flüssigkeits- und Molekularstrahlepitaxie sowie Aufdampfen im Vakuum) beschrieben.

Breiter Raum ist den Dotierungstechnologien gewidmet. Das historische Legierungsverfahren wird kurz gestreift; das Schwergewicht liegt bei den verschiedenen Diffusionsverfahren und der Ionenimplantation. Die Dotierung durch Kernumwandlung als neues Verfahren wird kurz beschrieben. Ein weiteres Thema ist der Metall-Halbleiter- (oder Schottky-)Kontakt, der für schnelle Schalteranwendungen und Hochfrequenzbauelemente von Interesse ist.

Ein Kapitel behandelt die Halbleitermeßtechnik. Hier kann sich der Leser mit Meßverfahren zur Ermittlung des Halbleitertyps, der elektrischen Leitfähigkeit, der Konzentration, Beweglichkeit und Lebensdauer von Ladungsträgern, Diffusionslaugen sowie des Kristallaufbaus vertraut machen. Die letzten fünf Kapitel befassen sich mit speziellen Technologieprozessen. Ausgehend von der Kristallvorbereitung (Sägen, Läppen, Ätzen, Reinigen) werden die Grundzüge der Planartechnik (Diffusionsmaskierung, Isolation, Lithografie, Ätzen und Metallisierung) dargestellt und anhand ausgewählter Bauelemente und Problemstellungen im Detail vertieft. Ein weiteres Thema ist die Gehäuse- und Montagetechnik, und schließlich werden noch die speziellen Technologien und Verfahren der Integrierten Schaltungen mit Schwerpunkt MOS-Technik beschrieben.

Das Buch ist sowohl dem Fachmann als Nachschlagewerk als auch dem Studierenden, der sich mit Halbleitertechnologie vertraut machen möchte, als Lehrbuch gleichermaßen zu empfehlen. Bodo Morgenstern

Optoelektronik in der Technik. Optoelectronics in Engineering. Vorträge des 6. Internationalen Kongresses Laser 83. Deutsch–Englisch. Hrsg. Wilhelm Waidelich. XXII, 680 Seiten, 537 Bilder und Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag Berlin–Heidelberg–New York–Tokyo 1984, Preis 118,– DM bzw. 44.00 US$, ISBN 3-540–12779-8.

Die im Rahmen der 6. Internationalen „Laser Optoelektronik" gehaltenen Übersichtsvorträge und Fachreferate sind in den Bänden „Optoelektronik in der Technik" und „Optoelektronik in der Medizin" zusammengestellt.

Der Band „Optoelektronik in der Technik" deckt ein breites Spektrum ab mit Beiträgen aus den Themenbereichen Lasersysteme für Forschung, optoelektronische Komponenten, optronisches und lasertechnisches Messen und Prüfen, Laser in der Materialbearbeitung, optoelektronische Signalübertragung, Laser und Optoelektronik in der Weltraumtechnik, Laser in der Umweltmeßtechnik, optoelektronische Displays, Laser-Chemie, photovoltaische Solartechnik sowie industrielle Umsetzung der Lasertechnologie.

Er richtet sich vornehmlich an Ingenieure und Physiker, die an der Weiterentwicklung sowie an neuen Meßmethoden und Anwendungen im Bereich der Optoelektronik interessiert sind und sich einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand auf diesem Gebiet verschaffen wollen. Hermann Harde

ZVEI-Kurzzeichen: Institutionen, Gremien, Vereinigungen in Technik, Wirtschaft, Normung, Information und Dokumentation. Hrsg. Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI). 7. Auflage. 323 Seiten, etwa 8000 Kurzzeichen, Format 21 cm x 15 cm, Plastikeinband, Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI), Frankfurt/M. 1984, Preis 28,– DM.

Mit der 7. Auflage stellt der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) jetzt eine überarbeitete und ergänzte Fassung des Verzeichnisses der Kurzzeichen von Institutionen, Gremien und Vereinigungen in Technik, Wirtschaft, Normung, Information und Dokumentation vor. Trotz der vorgenommenen Straffung enthält das Buch wiederum etwa 8000 Kurzzeichen, die in Lexikonform übersichtlich angeordnet sind. Neben der vollständigen Bezeichnung in der jeweiligen Landessprache sind der deutsche Titel der betreffenden Institution und der Sitz (Ort oder Land) angegeben.

Zusätzlich enthält das Buch in Anhang A ein Verzeichnis der internationalen Kraftfahrzeugkennzeichen, in Anhang B ein Verzeichnis der ISO-Länderzeichen (Zweibuchstaben-Code gemäß ISO-Norm 3166) und in Anhang C ein Verzeichnis der internationalen Luftverkehrsgesellschaften. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Datenverarbeitung wurden die sporadisch schon früher aufgeführten Abkürzungen für Programmiersprachen und Codes überarbeitet und zusammen mit einigen Bezeichnungen für Datenschnittstellen in einem Anhang D zusammengefaßt. Neu ist auch die alphabetische Gesamtübersicht der im DIN zusammengeschlossenen Arbeitsgremien in Anhang E.

In einer Zeit, in der Abkürzungen mit großer Selbstverständlichkeit benutzt und in den allgemeinen Sprachgebrauch aufgenommen werden, ohne daß ihre eigentliche Bedeutung immer gegenwärtig ist, ist dieses Buch ein hilfreiches Nachschlagewerk, das zum festen Bestandteil der Arbeitsunterlagen von Fachleuten in Wirtschaft und Technik gehören sollte. Rolf Hengstler

Digitalsignal-Übertragungstechnik. Teil 3: Übertragung digitaler Signale über Glasfaser-Kabel. Kompendium 1 der Fernmelde-Praxis. Von Klaus Bechtold und Manfred Rocks. Hrsg. Heinz Pooch. 78 Seiten, 37 Bilder, 2 Tabellen, Format 21 cm x 14,5 cm, kartoniert, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1983, Preis 14,80 DM, ISBN 3-7949-0391-9.

In der Nachrichtentechnik erlangen optische Übertragungssysteme eine immer größere Bedeutung, sei es wegen ihrer wirtschaftlichen oder ihrer technischen Vorteile. Der vorliegende Band III der Reihe Digitalsignal-Übertragungstechnik trägt dieser Entwicklung Rechnung und gibt eine knappe und verständliche Einführung in diese neue Technik.

Der erste Teil behandelt Strahlungsquellen, speziell Laser- und Lumineszenzdioden, verschiedene Typen von Glasfasern, deren Aufbau, Herstellung und Einsatz sowie den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise optoelektronischer Empfänger. Im zweiten Teil werden die Einführung von Glasfaser-Übertragungssystemen in das Netz der DBP beschrieben und einige Meßverfahren besprochen.

In diesem Buch wird hauptsächlich der praktische Einsatz von Glasfaser-Übertragungssystemen behandelt. Wer tiefer in die physikalische Wirkungsweise eindringen möchte, muß sich speziellere Literatur beschaffen. Durch die einfache und knappe Darstellung des Stoffes kann das Buch aber allen Interessierten empfohlen werden, die sich schnell in das Gebiet einarbeiten wollen.

Jürgen Missun

NACHRICHTEN

Fernseh-Sternpunkt der ARD modernisiert

Auf dem neuesten Stand der Technik ist jetzt der Fernseh-Sternpunkt, den der Hessische Rundfunk in Frankfurt am 5. Juni 1984 offiziell in Betrieb nahm. Er dient der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) als Schalt- und Überwachungszentrale für die tägliche Programmabwicklung des Ersten Deutschen Fernsehens. Der neue Fernseh-Sternpunkt ist die „Drehscheibe" für die Vielfalt der Programmbeiträge aus 42 Funkhäusern zwischen Flensburg und Unterföhring, für die Beiträge der ARD-Auslandskorrespondenten und für aktuelle Berichte von den Brennpunkten des Weltgeschehens.

Nach umfangreicher Planung hat der Hessische Rundfunk im Auftrag der ARD 1980 AEG-Telefunken die Verantwortung als Generalunternehmer für das 10-Mio.-DM-Großprojekt übertragen. AEG-Telefunken lieferte für die Steuerungstechnik und die Datenverarbeitung das Doppel-Prozeßrechnersystem ATM 80-30 und die gesamte Anwendersoftware. Die tontechnischen Einrichtungen kommen von der ANT Nachrichtentechnik GmbH. Die Fernsehtechnik des neuen Sternpunktes ist ein Beitrag der Robert Bosch GmbH.

Der neue Fernseh-Sternpunkt löst einen Vorgänger ab, der seit 1967 seinen Dienst getan hat und dessen Einrichtungen auch schon von der Lebensdauer her zu ersetzen waren. Er übernimmt dessen bisherige Aufgabe, die von den neun ARD-Anstalten kommenden Programmteile in Frankfurt zu dem Programm des Ersten Fernsehens zusammenzufügen. Der neue Sternpunkt ist darüber hinaus auch vorbereitet für zukünftige weitere Verbindungen, sei es im Bereich der Dritten Programme, sei es für die Übertragung von Satellitenprogrammen oder sonstige Einspielungen wie Eurovisionssendungen. Auch die Zweikanal-Tontechnik, mit der sich der Fernsehbegleitton in Stereo übertragen läßt oder mit der Sendungen gleichzeitig in Originalsprache und in der Übersetzung ausgestrahlt werden können, ist in der neuen Anlage enthalten.

Bei dem neuen Video-Kreuzschienensystem werden die Koppelpunkte für die Verbindung der Fernsehleitungen mit Hilfe von Mikrorechnern gesteuert; Schaltungen erfolgen ohne jede Bildstörung. Die Übertragungsstrekken werden rechnergesteuert automatisch geprüft. Ebenfalls mikrorechnergesteuert ist das Audio-Koppelfeld. Zwei Farbmonitore und eine Funktionstastatur erleichtern die Bedienung, wobei der eine Monitor die Schaltaufträge, die im Prozeßrechner gespeichert sind, aktuell auflistet und der andere den jeweiligen Schaltzustand anzeigt. Diese Technik zusammen mit einem komfortablen Kommunikationssystem ermöglicht die sichere

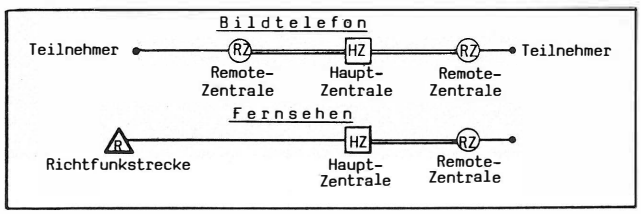
und schnelle Bewältigung der Aufgabe: die Bestandteile eines Programms über weite Entfernungen während der laufenden Sendung abzurufen, in zügigem Wechsel ohne jeden Zeitverlust aneinanderzufügen und in Bruchteilen von Sekunden absolut störfrei an die Sender zu geben, und das nach einem Programm, das Monate im voraus für jede Sendeminute festgelegt, aber bei aktuellem Anlaß innerhalb von Minuten umgestellt werden muß. Daraus ergeben sich unzählige, äußerst komplizierte parallele Schaltvorgänge, die im Sternpunkt mit hohem Tempo hochpräzise gesteuert werden und zuverlässig ablaufen müssen. Mit den Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung und der Steuerungstechnik lassen sich diese Aufgaben so erfüllen, daß die Bedienung durch eine einzige Person möglich ist.

Nach einer AEG-Telefunken-Presseinformation

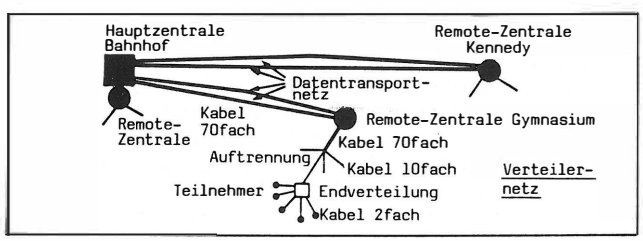
Erstes Glasfaser-Kommunikationsnetz der Welt in Biarritz in Betrieb genommen

In Biarritz wurde nach vierjähriger Vorbereitungszeit das erste Glasfaser-Kommunikationsnetz der Welt in Betrieb genommen, mit dem die Benutzer in Zukunft auch einen aktiven Dialog über Bildschirm aufnehmen können. Wie der französische Minister für das Post- und Fernmeldewesen, Lous Mexandeau, in seiner Ansprache zur Einweihung des neuen Kommunikationsdienstes ausführte, ist vor allem die Glasfaser imstande, alle Möglichkeiten des interaktiven Informationsaustausches auszuschöpfen.

An das sternförmig angelegte, zur Zeit 10 000 Kilometer lange Glasfasernetz können 25 000 Teilnehmer angeschlossen werden (**siehe Bild**). Unter anderem sind bereits in 400 Hotelzimmern Empfangsmöglichkeiten gegeben. Mit dem weltweit einzigartigen Pilotprojekt erhält die französische Industrie für Telekommunikationseinrichtungen die Möglichkeit, unterschiedliche Angebote zu testen und zu realisieren, etwa den Anschluß von 1500 Teilnehmern an Bildtelefone. Mit den dafür entwickelten Anlagen können auch Schriftstücke auf den Monitoren von Sender und Empfänger sichtbar gemacht werden. Den Teilnehmern stehen ferner Bildschirmtext und Videotheken offen, das Housebanking kann künftig per Glasfaser von zuhause erfolgen. Biarritz wurde für dieses erste Kommunikationsnetz ausgewählt, da aufgrund der geographischen Lage im Südwesten Frankreichs der Fernsehempfang mit den klassischen Übertragungsmöglichkeiten nur sehr begrenzt möglich war.



Telekommunikations-System Biarritz



Netzstruktur in Biarritz

Die angebotene Programmvielfalt ist groß: Jeder Teilnehmer kann bis zu 15 ausgestrahlte Fernsehprogramme empfangen und unter 12 in Stereo sendenden Rundfunkstationen wählen. Die Fernsehkapazität wird künftig 30 verschiedene Programme umfassen und Satelliten- sowie lokale Programme anbieten. Die 30 000 Einwohner von Biarritz, zu denen im Sommer 70 000 Gäste addiert werden, können sich in Zukunft ihr Programm „à la carte" zusammenstellen. Nicht ohne Stolz konnte bei der Einweihung darauf hingewiesen werden, daß es sich bei dieser Weltpremiere um ein Projekt handelt, das Frankreichs Spitzenstellung in der Telekommunikation und die Leistungsfähigkeit der französischen Industrie unter Beweis stellt.

Nach einer FIZ-Presseinformation

RUNDFUNKVERSORGUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwellensender

Inbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden folgende Ultrakurzwellensender in Betrieb genommen:

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Bayerischer Rundfunk							
Passau IV	4GS	29	95,6	0,5	H	330	26. 1. 84
Südwestfunk							
Weinbiet	3S	10	89,9	25	H	ND	6. 2. 84

Änderungen

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

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Norddeutscher Rundfunk							
Aurich	2S	37	**98,1**	25	H	ND	21. 3. 84
Aurich	3S	10	**90,0**	25	H	ND	21. 3. 84
Flensburg	3S	30	**96,1**	**15**	V	**ND**	14. 3. 84
Südwestfunk							
Bad Marienberg III	3S	**19**	**92,8**	25	H	ND	8. 3. 84
Eifel I	1S	**14**	**91,1**	**8**	H	ND	23. 2. 84
Haardtkopf III	3S	10	**90,0**	**50**	H	17,5	23. 2. 84
Westdeutscher Rundfunk							
Bonn II	2S	12	90,7	**10**	H	ND	8. 3. 84
Bonn III	3S	**20**	**93,1**	**17,5**	H	ND	8. 3. 84
Kleve I	1S	42	99,7	**1,25**	H	ND	1. 2. 84
Kleve II	2S	21	93,3	**1,25**	H	ND	1. 2. 84
Kleve III	3S	34	97,3	**1,25**	H	ND	1. 2. 84

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Hessischer Rundfunk						
Münster/ Limburg	35	0	2	H	11	20. 6. 84
Naumburg	60	8P	40	HH	120; 335	1. 6. 84
Tiefenbach	51	0	10	HH	55; 190	1. 6. 84
Werles- hausen	30	4P	6	HH	180; 270	1. 6. 84
Wolfhagen	51	2M	10	H	180	1. 6. 84
Norddeutscher Rundfunk						
Lauenburg	46	2P	100	H	20	1. 2. 84
Südwestfunk						
Hetten- hausen	24	0	1	H	275	27. 4. 84
Westdeutscher Rundfunk						
Schwerte	5	0	2	H	335	10. 4. 84

Der Norddeutsche Rundfunk hat folgenden Fernsehsender in Betrieb genommen:

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Mölln	53	0	20	H	ND	1. 2. 84

Änderungen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Norddeutscher Rundfunk						
Bentheim	**10**	**2P**	6	H	55	6. 6. 84
Neu- münster	28	8M	**500 kW**	H	180	7. 3. 84
Südwestfunk						
Waxweiler	8	**2M**	2	HH	40; 120	12. 12. 83
Westdeutscher Rundfunk						
Eversberg	10	2P	**4**	HV	115; 270	29. 3. 84

Frequenzliste 1984

Der Norddeutsche Rundfunk, Meß- und Empfangsstation Wittsmoor, Postfach 346, 2000 Wedel/Holstein, hat eine Neuauflage der Frequenzliste „Hörfunk- und Fernsehsender in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)" mit Anhang „Sender in der DDR" nach dem Stand vom 1. Januar 1984 heausgegeben.

Das etwa 220 Seiten starke Buch kann gegen Vorauszahlung von 12,– DM (Schutzgebühr) auf das Postscheckkonto des Norddeutschen Rundfunks

Bankleitzahl: 200 100 20
Konto-Nummer: 50 000-204 Hamburg

bezogen werden.

Von Zahlung der Schutzgebühr durch Einsendung von Briefmarken oder Bargeld muß aus buchungstechnischen Gründen abgesehen werden.

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 30. Juni 1984

	Gebühren- pflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 3. 1984	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 977 021	+ 29 301	17,3
HR	2 158 084	+ 7 939	9,4
NDR	4 301 425	+ 29 455	18,7
RB	283 936	– 615	1,2
SR	406 873	+ 2 119	1,8
SFB	882 582	– 647	3,9
SDR	2 308 505	+ 12 751	10,1
SWF	2 854 077	+ 23 176	12,4
WDR	5 775 726	+ 13 816	25,2
Summe	22 948 229	+ 117 295	100,0
Fernsehen			
BR	3 613 907	+ 23 056	17,4
HR	1 933 277	+ 4 939	9,3
NDR	3 910 361	+ 20 294	18,8
RB	258 140	+ 499	1,2
SR	373 741	+ 1 229	1,8
SFB	816 533	– 1 025	3,9
SDR	1 941 659	+ 5 691	9,4
SWF	2 445 613	+ 18 781	11,8
WDR	5 491 957	+ 24 082	26,4
Summe	20 785 188	+ 97 546	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsehrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 464 203 am 30. Juni 1984.

Zwei Erdefunkstellen für den TV-Sat in Usingen

Die Deutsche Bundespost wird zwei weitere Satelliten-Erdefunkstellen auf dem Gelände der Erdefunkstelle Usingen im Taunus in der Nähe von Frankfurt am Main bauen lassen.

Es handelt sich um zwei Sendeanlagen für den TV-Sat, die aus einer Antenne mit 13,5 m Durchmesser und

einer Antenne mit 4,5 m Durchmesser bestehen. Sie senden im 18-GHz-Frequenzbereich zum Satelliten und empfangen die Signale bei 12 GHz. Zur Steuerung und Überwachung des TV-Sat werden die Anlagen über Datenleitungen mit dem Kontrollzentrum der DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) in Oberpfaffenhofen verbunden. Teile der Anlagen sollen für Kompatibilitätstests mit dem TV-Sat am Boden vorab geliefert werden. Die Übergabe der Anlagen, die 36 Mio. DM kosten sollen, ist zur Jahreswende 1985/86 geplant.

Nach einer ANT-Presseinformation

ECS-Empfangserdefunkstelle beim NDR in Hamburg

Die Deutsche Bundespost hat beschlossen, auf dem Gelände des Norddeutschen Rundfunks (NDR) in Hamburg eine Empfangserdefunkstelle für das Satellitensystem ECS (European Communication Satellite) errichten zu lassen.

Die Anlage besteht aus einer Antenne mit 9,5 m Durchmesser und einem Container, in dem die nachrichtentechnischen Geräte untergebracht sind. Mit der Erdefunkstelle sollen im Rahmen der Eurovision über das ECS-System abgestrahlte Fernsehsignale der Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (UER) empfangen werden. Diese Fernsehsignalverteilung wird gegenwärtig noch über terrestrische Einrichtungen (Kabel und Richtfunk) vorgenommen. Die Erdefunkstelle wird Ende 1984 fertiggestellt sein und 1,5 Mio. DM kosten.

Nach einer ANT-Presseinformation

Dieter Drill hat die Leitung der Abteilung Energieversorgung beim Hessischen Rundfunk übernommen

Seit 1. August 1984 ist Dipl.-Ing. Dieter Drill neuer Leiter der Abteilung Energieversorgung beim Hessischen Rundfunk. Er ist Nachfolger von Obering. Hans-Günther te Kolf, dessen bisheriger Stellvertreter er war.

Hans Geidel neuer Leiter der Abteilung Fernseh-Technik beim Hessischen Rundfunk

Neuer Leiter der Abteilung Fernseh-Technik beim Hessischen Rundfunk ist seit 1. April 1984 Ing. (grad.) Hans Geidel, der die Nachfolge von Obering. Hans Schweitzer angetreten hat. Hans Geidel ist damit auch Mitglied der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz. Er bleibt weiterhin ARD-Vertreter im Schulausschuß der Schule für Rundfunktechnik in Nürnberg.

PERSÖNLICHES

Hans-Günther te Kolf im Ruhestand

Der langjährige Leiter der Abteilung Energieversorgung im Hessischen Rundfunk, Obering. Hans-Günther te Kolf, ist am 1. August dieses Jahres in den Ruhestand getreten. Seine Leistungen für den Rundfunk wurden durch Peter Geeringer aus Anlaß des 60. Geburtstages von te Kolf in den Rundfunktechnischen Mitteilungen, Jahrgang **25** (1981), H. 4, S. 199 gewürdigt.

Zum damaligen Zeitpunkt mußten seine Freunde und Kollegen um ihn bangen, doch hat er sich von seiner Erkrankung nach einer Operation sehr rasch erholt und sich seiner Arbeit im Hessischen Rundfunk weiterhin so erfolgreich widmen können wie eh und je. Das gleiche gilt auch für seine zahlreichen Aktivitäten in der Normungsarbeit. Davon zeugt z. B. sein Artikel in der vorliegenden RTM-Ausgabe.

Der Hessische Rundfunk hat Hans-Günther te Kolf in einer Feierstunde verabschiedet. Die Leitung des Hauses sowie alle Kollegen und Freunde wünschen ihm viele glückliche Jahre im Ruhestand, den sie sich im Kreise seiner Familie allerdings ganz ohne neue Betätigung noch nicht recht vorstellen können.

Rolf Thiele

Hans Schweitzer im Ruhestand

Am 1. April dieses Jahres ist der Leiter der Abteilung Fernseh-Technik des Hessischen Rundfunks, Obering. Hans Schweitzer, in den Ruhestand getreten. Der Technische Direktor des Senders Freies Berlin, Herbert Wolff, hat ihn aus Anlaß seines 60. Geburtstages in dieser Zeitschrift bereits gewürdigt (RTM **25** [1981], H. 4, S. 199). In der Zwischenzeit hat Hans Schweitzer weiterhin erfolgreich für den Hessischen Rundfunk gearbeitet. Seine umfangreichen Erfahrungen und Kenntnisse des Ü-Wagen-Betriebs waren besonders nützlich, als er von der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz zum Leiter der Arbeitsgruppe Ü-Wagen ernannt wurde. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe waren sehr wesentlich für die Ü-Wagen-Vereinheitlichung innerhalb von ARD und ZDF.

Der Hessische Rundfunk dankt Hans Schweitzer für die ausgezeichnete Arbeitsleistung. Die guten Wünsche aller Freunde und Kollegen begleiten ihn in seinen wohlverdienten Ruhestand.

Rolf Thiele

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, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45, Ruf (089) 3 23 99 - 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 110,— DM zuzüglich Versandspesen. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 29. 8. 1984. Einzelpreis dieses Heftes 29,20 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

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

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