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

Claus Römer, Michael Kühn — Raum- und bauakustische Berechnungen mit einem Kleinrechner

Heinz Dinter — Vorrichtungen zur elektromechanischen Positionierung der Antenne eines Meßwagens mit elektronischer Positionsrückmeldung

Theodor Bossert — Aussteuerungsabhängige Sendeleistung bei FM-Sendern – eine Möglichkeit zur Verringerung der Nachbarkanalstörungen?

Andreas Ebner, Klaus Schuster — Eine neue Generation mikroprozessorgesteuerter Datensender und -empfänger für alle Varianten der Datenübertragung in der V-Lücke des Fernsehsignals

Reinhard Gorol — Moderne Fernsehempfänger – Verhalten bei Stereo- und Mehrkanalton und Eignung für Kabelfernsehen

Hans-Joachim Götz — Rechnereinsatz im Sendernetz des Bayerischen Rundfunks

Hubert Burghart — Software Engineering – Hierarchisierung und Modularisierung?

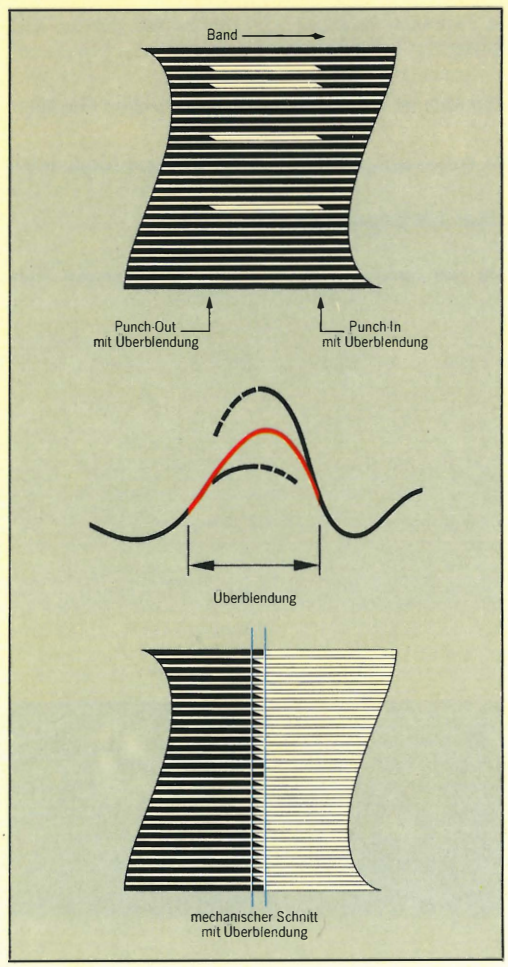
Albert Kaufmann, Jürgen Markgraf — Bericht über die Tagung „Licht 82"

Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

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

5/82
September/Oktober
26. Jahrgang
Seiten 201 – 248

Das neue Digital-Format. Einfach aufregend.



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

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

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

Weitere Informationen direkt von

SONY

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

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 26 | 1982 | Heft 5

INHALTSVERZEICHNIS:

Raum- und bauakustische Berechnungen mit einem Kleinrechner 201
Claus Römer, Michael Kühn

Vorrichtungen zur elektromechanischen Positionierung der Antenne eines Meßwagens mit elektronischer Positionsrückmeldung 206
Heinz Dinter

Aussteuerungsabhängige Sendeleistung bei FM-Sendern — eine Möglichkeit zur Verringerung der Nachbarkanalstörungen? 213
Theodor Bossert

Eine neue Generation mikroprozessorgesteuerter Datensender und -empfänger für alle Varianten der Datenübertragung in der V-Lücke des Fernsehsignals 215
Andreas Ebner, Klaus Schuster

Moderne Fernsehempfänger — Verhalten bei Stereo- und Mehrkanalton und Eignung für Kabelfernsehen 221
Reinhard Gorol

Rechnereinsatz im Sendernetz des Bayerischen Rundfunks 230
Hans-Joachim Götz

Software Engineering — Hierarchisierung und Modularisierung? 239
Hubert Burghart

Bericht über die Tagung „Licht 82" 240
Albert Kaufmann, Jürgen Markgraf

Tagungen und Ausstellungen 242

Buchbesprechungen 243

Nachrichten 244

Persönliches 246

RAUM- UND BAUAKUSTISCHE BERECHNUNGEN MIT EINEM KLEINRECHNER

VON CLAUS RÖMER UND MICHAEL KÜHN[1]

Manuskript eingegangen am 14. Juli 1982

Raum- und Bauakustik

Zusammenfassung

Vor zehn Jahren berichtete U. Kath vom Institut für Rundfunktechnik über Lösungsmöglichkeiten raum- und bauakustischer Berechnungen mit Hilfe eines Computers [1, 2]. Es wurden die im IRT, Hamburg, erarbeiteten Programme erläutert, die auf den Rechner Zuse Z 25 zugeschnitten waren. Die stürmische Entwicklung im Bereich der Elektronik hat uns in der Zwischenzeit sehr leistungsfähige Kleinrechner beschert, die ebenfalls zur Bearbeitung akustischer Probleme — zumindest in Teilbereichen — eingesetzt werden können. Im Folgenden werden zwei Akustik-Rechenprogramme (Nachhallzeit und Lage der Druckmaxima) für einen derartigen Kleincomputer vorgestellt.

Summary **Calculations of spatial and structural acoustics by means of a low-power computer**

Ten years ago, U. Kath of the Institut für Rundfunktechnik reported on the possibilities of using a computer for calculations in spatial and structural acoustics [1, 2]. He described programs written by the IRT at Hamburg and arranged for the Zuse Z 25 computer. Since then, the rapid development in the field of electronics has made available to us some very capable low-power computers which also can be utilised for at least some aspects of the acoustics problems. This article describes two acoustics computer programs (for reverberation-time and the position of the pressure maxima) suitable for a computer of that type.

Sommaire **Calculs d'acoustique spatiale et architecturale au moyen d'un micro-ordinateur**

M. U. Kath, de l'Institut für Rundfunktechnik, a signalé il y a une dizaine d'années la possibilité de calculer sur ordinateur des valeurs d'acoustique spatiale et architecturale [1, 2]. Les programmes décrits ont été élaborés par l'IRT à Hamburg pour l'ordinateur Zuse Z 25. Les progrès considérables de l'électronique ont entretemps permis de mettre au point des micro-ordinateurs efficaces qui peuvent aussi être utilisés pour résoudre, du moins en partie, des problèmes acoustiques. On présente deux programmes de calculs acoustiques (temps de réverbération et emplacement des points à pression maximale) pour un micro-ordinateur.

1. Einleitung

Der Commodore-Rechner CBM 3032, der sich weithin großer Beliebtheit erfreut, zählt zur Gruppe der Kleincomputeranlagen. Er kann mit seinem 32 kByte umfassenden Arbeitsspeicher individuell für programmtechnische und/oder steuerungstechnische Probleme eingesetzt werden. Seine Programme werden in BASIC- oder ASSEMBLER-Programmiersprache geschrieben. Dieser preiswerte Tischrechner (**Bild 1**) – er kostet zusammen mit Floppy-Disk-Einheit und Matrixdrucker etwa 10 000,– DM – kann, sofern nicht allzu anspruchsvolle Anforderungen gestellt werden, zur Lösung akustischer Probleme herangezogen werden.

Zu den alltäglichen Aufgaben des Akustikers gehören Nachhallzeitberechnungen für zu hallige

[1] Dipl.-Ing. Claus Römer ist Leiter der Fachgruppe Hörfunk-Meßtechnik, Ing. Michael Kühn ist Informatiker beim Südwestfunk, Baden-Baden.

Bild 1
Ansicht des Commodore-Rechners CBM 3032

Räume, die durch Einbringen von Absorptionsmitteln mit bekannten Materialdaten verbessert werden sollen. Vorzugsweise findet dabei die bekannte Nachhallformel von W. C. Sabine Anwendung und für genauere Ermittlungen auch diejenige von C. F. Eyring [3].

Der Commodore-Rechner kann im übrigen zur Bestimmung der Eigenfrequenzen eines quaderförmigen Raumes und zur Koordinatenermittlung der Druckmaxima herangezogen werden. Hierbei spielt die eigentliche Berechnung der Resonanzfrequenzen eine untergeordnete Rolle, währenddessen für die Einordnung der ausgegebenen Daten im Sinne ansteigender Frequenzwerte ein aufwendiges Sortierprogramm notwendig ist.

Die Kenntnis von Eigenfrequenzen und Druckmaxima ist wertvoll bei der Planung von Hallräumen und bei der Bedämpfung kleiner Studioräume. Bei der Erstellung dieser letztgenannten Rechenprogramme wurde auf die Ergebnisse einer „Akustischen Information" des IRT zurückgegriffen [4].

2. Nachhallzeitberechnung

Das nochfolgend beschriebene Rechenprogramm „NACHHALLZEIT" benötigt für den Rechenvorgang mit Protokollausdruck, jedoch ohne Dateneingabe, etwa zwei Minuten. Es ist in der BASIC-Programmiersprache geschrieben. Als Berechnungsgrundlage dient der Frequenzgang der Nachhallzeit für den zu behandelnden Raum, der zuvor durch Messung zu ermitteln ist. In der Regel erstreckt sich der interessierende Bereich von 50 bis 10 000 Hz, wobei die Werte in Terzabständen angegeben werden. Mit diesen Nachhallzeiten wird der Urzustand des Raumes beschrieben; sie werden in der nachfolgenden Formel mit T_0 bezeichnet. Durch Einbringen von absorptionsfähigen Materialien oder durch Anwesenheit von Personen (Publikum, Musiker) verringert sich bekanntermaßen die Nachhallzeit. Dabei wird vorausgesetzt, daß die hereingenommenen Schluckstoffe keine bereits absorbierenden Flächen abdekken, sondern im wesentlichen auf schallharten Begrenzungsflächen angebracht werden.

Gefragt ist nach der sich jetzt einstellenden Nachhallzeit T_A. Zur Nachhallberechnung wurde die Eyringsche Formel herangezogen, in die die Nachhallzeit T_0 für den ursprünglichen Zustand eingearbeitet wurde:

$$T_A = \frac{0{,}163 \cdot V}{S_g \left[\ln S_g - \ln \left(S_g \cdot e^{-\frac{0{,}163 \cdot V}{T_0 \cdot S_g}} - A\right)\right]} \qquad (1)$$

Darin bedeuten V das Volumen des zu untersuchenden Raumes in m³, S_g die Summe der Raumbegrenzungsflächen in m² und A die äquivalente Absorptionsfläche. A errechnet sich aus dem Produkt von Absorptionsgrad α mit der Absorptionsmenge S[2], also $A = S \cdot \alpha$.

Die gewünschte Nachhallzeit T_A wird bewußt nicht vorgegeben; vielmehr werden anhand der baulichen Möglichkeiten Vorgaben für realisierbare Absorptionen gemacht. Der Computer errechnet dem Benutzer die Nachhallzeit, die sich bei der angenommenen Maßnahme ergeben würde. Durch weiterführende oder erneute Berechnungen sind bei Bedarf ohne großen Aufwand Korrekturen möglich.

Das Rechenprogramm für den Commodore CBM 3032 wird durch das Datenflußdiagramm (**Bild 2**) verdeutlicht. Es wird unter dem Namen „NACHHALLZEIT" von der Diskette in den Arbeitsspeicher des Rechners geladen, wo es 27 kByte in Anspruch nimmt. Nach dem Programmstart (Kommando RUN) wird eine detaillierte Programmbedienung, parallel zum Programmablauf, auf dem Bildschirm angezeigt, so z. B. die Aufforderung zur Eingabe aller notwendigen Raumdaten und Parameter. Neben Projektname und Datum werden die Abmessungen eingelesen, aus denen bei quaderförmigen Räumen automatisch die

[2] Mit S wird einerseits die Größe der absorbierenden Materialfläche in m² angegeben, andererseits kann sie aber auch die Anzahl von Personen kennzeichnen, sofern deren Absorptionsgrade auf 1 m² bezogen sind.

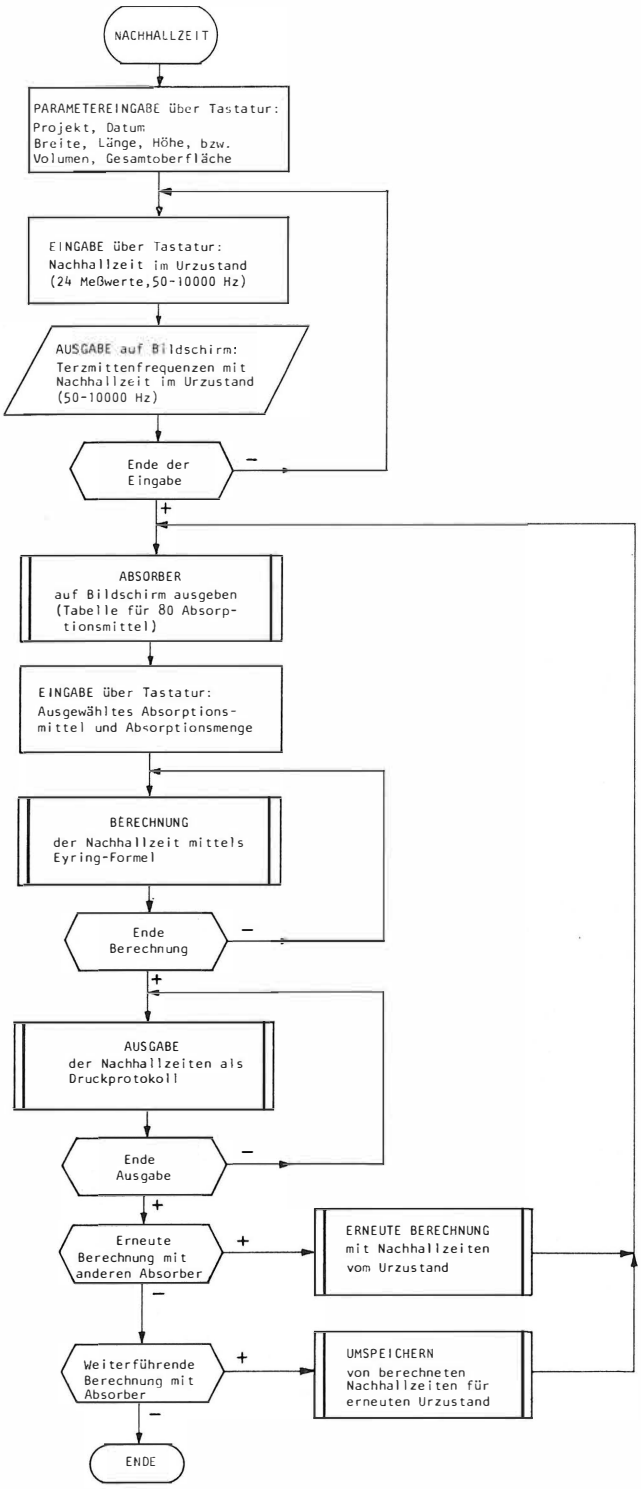


Bild 2
Datenflußdiagramm für das Rechenprogramm „NACHHALLZEIT"

notwendigen Größen Volumen V und Gesamtbegrenzungsfläche S_g errechnet werden. Bei Projekten, die von der Quaderform abweichen, müssen V und S_g vorher ermittelt und dem Rechner gesondert angegeben werden. Außerdem sind die 24 Nachhallwerte T_0 (von 50 bis 10 000 Hz) für den Urzustand einzugeben. Sind bei einzelnen Terzen die Nachhallzeiten nicht bekannt, so ist hierfür 0 zu setzen; der Rechner geht dann zur nächsten Terz weiter.

Nach Beendigung der Parametereingabe wird vom Rechner das Unterprogramm „ABSORBER" aufgerufen, mit dem auf dem Bildschirm 80 verschiedene Absorber angezeigt werden, z. B.:

- Weichfaser 12 mm, Wandabstand 25 mm
- Veloursvorhang, Wandabstand 200 mm
- Musiker + Instrumente
- Bestuhlung, gepolstert, ohne Personen
- Publikum (Personen).

Für alle 80 Absorber sind die aus der Literatur bekannten oder von Prüfinstituten ermittelten Absorptionskoeffizienten abgespeichert. Darüber hinaus können auch nur kurzzeitig interessante Absorptionsgrade eingegeben und für den nachfolgenden Rechenvorgang verwendet werden. Nach Angabe des ausgewählten Absorptionsmittels und der Absorptionsmenge findet mit dem Unterprogramm „BERECHNUNG" die eigentliche Berechnung und Zwischenspeicherung der Nachhallzeiten T_A nach der Eyring-Formel (1) statt. Gerechnet wird bis auf acht Stellen hinter dem Komma, es wird dann jedoch auf zwei Stellen aufgerundet, was für die weitere Auswertung völlig ausreichend ist.

Nach dem Berechnungsvorgang stehen eine Reihe weiterer Unterprogramme zur Verfügung. Zunächst wird das Unterprogramm „AUSGABE" aufgerufen, welches den Matrixdrucker aktiviert, die Rechenergebnisse auszudrucken.

Ist die Ausgaberoutine beendet, so kann der Benutzer eine erneute Berechnung mit anderen Absorbern durchführen. Die Entscheidung wird von ihm

NACHHALLZEIT – BERECHNUNG

BADEN-BADEN, den 17.09.1981 PROJEKT: PROBENRAUM BSO

BREITE: .00 m
LAENGE: .00 m
HOEHE : .00 m

GESAMTOBERFLAECHE: 425.00 m†2
VOLUMEN 720.00 m†3

ABSORPTIONSMITTEL: [19] SCHAUMSTOFF-PYRAMIDEN 20 CM
ABSORPTIONSMENGE : 30 QUADRATMETER

TERZMITTEN-FREQUENZ [Hz]	NACHHALLZEIT IM URZUSTAND [sec.]	NACHHALLZEIT MIT ABSORPTION [sec.]	ABSORPTIONS-GRAD 'a'	AEQUIVALENTE ABSORPTIONS-FLAECHE 'S*a'
50	0.00	0.00	0.00	.00
63	0.00	0.00	0.00	.00
80	0.00	0.00	0.04	1.20
100	2.23	2.13	0.07	2.10
125	2.29	2.13	0.11	3.30
160	2.07	1.89	0.16	4.80
200	1.99	1.77	0.21	6.30
250	1.95	1.69	0.27	8.10
320	1.94	1.57	0.40	12.00
400	1.88	1.43	0.55	16.50
500	1.88	1.41	0.59	17.70
630	1.78	1.24	0.80	24.00
800	1.66	1.10	0.97	29.10
1000	1.58	1.02	1.08	32.40
1250	1.54	1.01	1.07	32.10
1600	1.50	0.93	1.07	32.10
2000	1.43	0.95	1.07	32.10
2500	1.30	0.89	1.05	31.50
3200	1.27	0.88	1.03	30.90
4000	1.16	0.83	1.01	30.30
5000	1.06	0.78	0.99	29.70
6300	0.96	0.72	0.97	29.10
8000	0.86	0.66	0.95	28.50
10000	0.78	0.00	0.00	.00

TABELLENERGEBNISSE BEINHALTEN FOLGENDE BERECHNUNGEN :

1 . [54] VELOURSVORHANG/WANDABST. 200
2 . [19] SCHAUMSTOFF-PYRAMIDEN 20 CM

Bild 3
Druckprotokoll der berechneten Nachhallzeiten

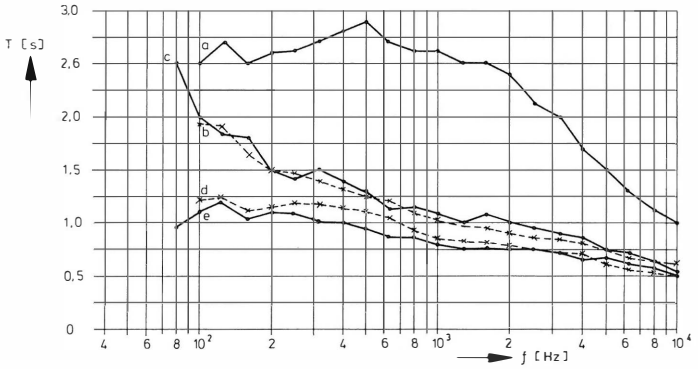


Bild 4

Vergleich zwischen gerechneten und gemessenen Nachhallwerten am Beispiel eines Probenraumes

a = Originalzustand (gemessen)
b = Mit 70 m² Vorhängen (gerechnet)
c = Wie b, jedoch gemessen
d = Mit Tiefenabsorbern, Schaumstoffplatten und Vorhängen (gerechnet)
e = Wie d, jedoch gemessen

durch Drücken einer Taste getroffen. Das Unterprogramm „ERNEUTE BERECHNUNG" ist für eine weitere Berechnung mit einem anderen Absorber zuständig. Dabei ist es möglich, mit den eingegebenen ursprünglichen Nachhallzeiten eine neue Berechnung durchzuführen.

Ferner besteht die Möglichkeit einer weiterführenden Berechnung mit anderen Absorbern. Mit dem Unterprogramm „UMSPEICHERN" können die Auswirkungen weiterer Absorptionsmittel, etwa das Anbringen zusätzlicher Vorhänge oder die Anwesenheit von Personen, untersucht werden. Dazu werden die berechneten Nachhallzeiten als neuer Urzustand gesetzt.

Das Druckprotokoll (**Bild 3**) konnte auf die Größe DIN A4 beschränkt werden. Es enthält im Kopf die Projekt- und Datumsangabe, außerdem die Raumabmessungen mit Volumen und Gesamtfläche. Angegeben sind ferner die Absorptionsmittel in Kurzbeschreibung und die Menge S des verwendeten Materials.

In der Tabelle sind in Abhängigkeit der 24 Terzmittenfrequenzen die Nachhallzeiten im Urzustand T_0 und die berechneten Nachhallzeiten T_Δ mit dem ausgewählten Absorptionsmittel angegeben. In den beiden letzten Spalten werden die abgespeicherten Absorptionsgrade des verwendeten Schluckmaterials (hier mit a angegeben) und die sich daraus ergebenden äquivalenten Absorptionsflächen ($A = S \cdot \alpha$) ausgedruckt. Unter der Tabelle sind, im Hinblick auf weiterführende Berechnungen, alle verwendeten Absorber angeführt.

Ein praktisches Berechnungsbeispiel in den **Bildern 3** und **4** zeigt, wie sich die akustischen Verhältnisse in einem Probenraum nach Einbringen diverser Schluckstoffe von fast drei Sekunden Nachhall auf etwa 1,2 Sekunden verändert haben. Als erste Maßnahme wurden 70 m² geraffte Veloursvorhänge vor einzelne Wände gehängt, die erwartungsgemäß jedoch keine ausreichende Dämpfung bei tiefen Frequenzen bewirken konnten. Es wurden daher 40 m² Tieftonresonatoren [5] und 30 m² Schaumstoff-Pyramidenplatten an Wand- und Deckenflächen untergebracht und die Vorhangfläche auf 30 m² reduziert. Die Übereinstimmung zwischen vorausberechneten und später gemessenen Kurven ist – mit Ausnahme des Bereiches zwischen 250 und 630 Hz – hinreichend genau.

3. Raumkoordinaten der Druckmaxima

Ist ein Raum in seiner Nachhallzeit zu bedämpfen, dann ist es nützlich zu wissen, wo sich die Druckmaxima der einzelnen Eigenfrequenzen befinden. Bekanntlich können Schluckstoffe nur in diesem Bereich ihre volle Wirksamkeit entfalten. Daher lassen sich die Kosten für die raumakustische Ausstattung begrenzen, wenn man die Raumkoordinaten der Druckmaxima kennt. Diese Betrachtungsweise trifft vorwiegend für solche Fälle zu, bei denen die Eigenfrequenzen nicht zu dicht beieinander liegen und schmalbandige Resonatoren zur Absorption eingesetzt werden sollen [5, 6].

Bei der Erstellung des Rechenprogramms „DRUCKMAXIMA" mußte man sich auf den einfachen, aber vorwiegend gebräuchlichen Fall des Quaderraumes beschränken. Die notwendige Ermittlung der Eigenfrequenzen geschieht mit einem hier nicht näher beschriebenen Rechen- und Sortierprogramm, dem die Formel

$$f = \frac{c}{2}\sqrt{\left(\frac{n_B}{B}\right) + \left(\frac{n_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{n_H}{H}\right)^2} \qquad (2)$$

zugrunde liegt. Darin bedeuten B, L und H die Dimensionen des Quaderraumes (Breite, Länge und Höhe in m), n_B, n_L und n_H sind ganzzahlige Ordnungszahlen (0, 1, 2, 3, . . ., n) und c ist die Schallgeschwindigkeit in m/s.

Die berechneten und sortierten Eigenfrequenzen werden unter einem „filename" auf der Diskette abgespeichert. Auf Wunsch können sie separat ausgedruckt werden. Die eigentliche Bestimmung der Raumkoordinaten erfolgt mit einem BASIC-Programm (**Bild 5**). Nach den üblichen Präliminarien mit

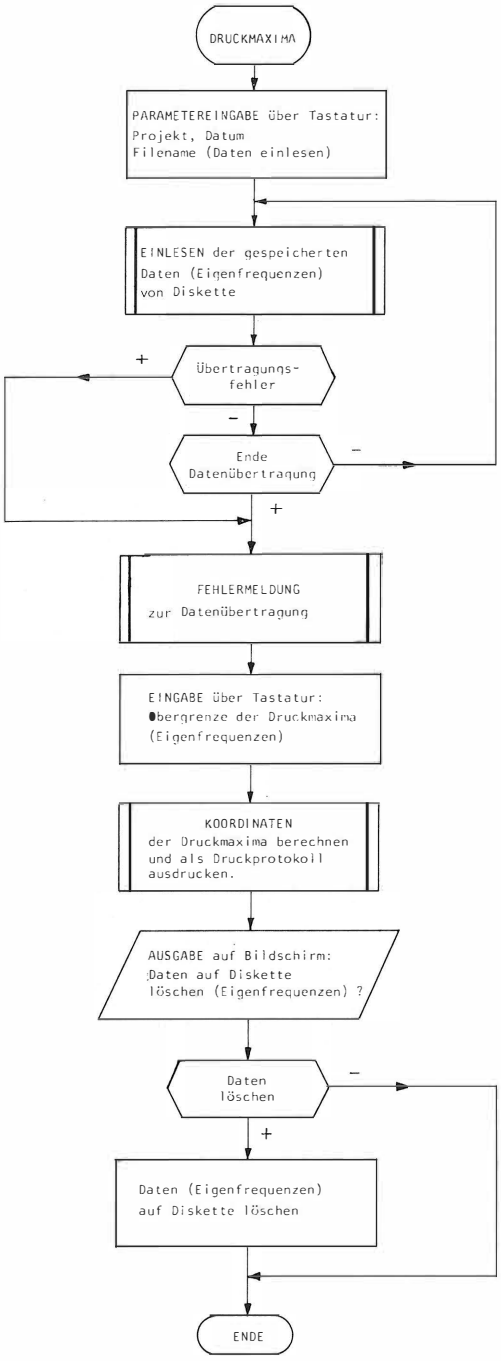


Bild 5
Datenflußdiagramm für das Rechenprogramm „DRUCKMAXIMA“

Programmstart, Parametereingabe sowie Nennung von „filename“ und einer wählbaren oberen Frequenzgrenze werden nach einem vorgegebenen Algorithmus die Raumkoordinaten für die Druckmaxima berechnet und ausgedruckt. Das Druckprotokoll **(Bild 6)** gibt unter den Abkürzungen für Breite, Länge und Höhe die Abstände zu einer der entsprechenden Raumkanten in m an. Man erkennt außerdem, daß die Raumkanten selbst ein Druckmaximum aufweisen. Die Angabe * bedeutet, daß der Abstand zur korrespondierenden Raumkante beliebig gewählt werden kann.

```
      KOORDINATEN        DER        DRUCKMAXIMA
BADEN-BADEN,den 17.01.1981          PROJEKT: UKO SPRECHERSTUDIO 3

BREITE:   4.30 m                    DRUCKMAXIMA bis  200 Hz
LAENGE:   5.60 m
HOEHE :   3.90 m

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
                         20  30  00
.....................................
(B)  *
(L)  *
(H)  *

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
      00                00  01  00
.....................................
(B)  *
(L)  0  5.60
(H)  *

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
      40                01  00  00
.....................................
(B)  0  4.30
(L)  *
(H)  *

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
      44                00  00  01
.....................................
(B)  *
(L)  *
(H)  0  3.90

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
      50                01  01  00
.....................................
(B)  0  4.30
(L)  0  5.60
(H)  *

EIGENFREQUENZ      ORDNUNG(NB,NL,NH)
     (HZ)               (B) (L) (H)
      53                00  01  01
.....................................
(B)  *
(L)  0  5.60
(H)  0  3.90
```

Bild 6
Ausdruck „Koordinaten der Druckmaxima“

5. Schlußbemerkung

Für den Commodore-Rechner CBM 3032 sind beim Südwestfunk im vergangenen Jahr drei Programme in BASIC-Programmiersprache entwickelt worden, die zur Berechnung raumakustischer Probleme herangezogen werden können. Das Programm „NACHHALLZEIT“ ist bereits mehrfach angewandt worden; es konnte seine Zuverlässigkeit unter Beweis stellen.

Die beiden übrigen Programme „EIGENFREQUENZEN“ und „DRUCKMAXIMA“ basieren auf Untersuchungen des IRT aus dem Jahre 1965. Diese letztgenannten Berechnungen sind für den Commodore-Rechner adaptiert worden. Sie haben sich bei Studioumbauten ebenfalls bewähren können.

SCHRIFTTUM

[1] Kath, U.: Raum- und bauakustische Planungen mit Hilfe elektronischer Rechner. Rundfunktech. Mitt. 15 (1971), S. 137 140.

[2] Kath, U.: Elektronische Berechnungen von Nachhallzeiten und Absorptionsflächen bei der raumakustischen Planung. Akustische Information 2.4—5 des IRT, Hamburg, Mai 1968.

[3] Cremer, L.; Müller, H. A.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik. Band I — Teil 2: Statistische Raumakustik. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1978, ISBN 3-7776-0315-5.

[4] Kath, U.: Eigenfrequenzen quaderförmiger Räume und Koordinaten der Druckmaxima. Akustische Information 2.4—2 des IRT, Hamburg, Oktober 1965.

[5] Werner, P.-H.; Bänzinger, H.; Zingg, F.: Untersuchungen an Schallabsorbern tiefer Frequenzen. Technische Mitteilungen PTT (1966), Nr. 3, S. 77 bis 88.

[6] Kath, U.: Große Plexiglas-Lochresonatoren und ihr Absorptionsvermögen bei Anbringung in Raumecken. Akustische Information 2.24—2 des IRT, Hamburg, Februar 1965.

VORRICHTUNGEN ZUR ELEKTROMECHANISCHEN POSITIONIERUNG DER ANTENNE EINES MESSWAGENS MIT ELEKTRONISCHER POSITIONSRÜCKMELDUNG

VON HEINZ DINTER[1]

Manuskript eingegangen am 2. Juli 1982 Antennentechnik

Zusammenfassung

Es werden elektromechanische Vorrichtungen zur Einstellung der Antennenhöhe, -richtung und -neigung bzw. -polarisation für einen Meßwagen beschrieben. Die zur Angabe oder Anzeige der erreichten Position der Meßwagenantenne benötigten elektromechanischen Geber und die Elektronik zur Auswertung der abgegebenen elektrischen Signale werden dargestellt. Die ausgeführte Variante der Positionssteuerung und -meldung ist optimiert hinsichtlich Kompatibilität mit konventionellen (analogen) Meßapparaturen, erlaubt jedoch auch das Arbeiten mit rechnergestützten Meßaufbauten, wobei der Rechner durch die Positionsabfrage nur minimal belastet wird und die Positionssteuerung elektromechanisch vom Meßingenieur durchgeführt wird. Es wird eine alternative Variante diskutiert, die eine rechnergesteuerte Antennenpositionierung erlaubt.

Summary **Electromechanical devices for positioning the antenna of a measurement vehicle, with electronic position indication**

The article describes electromechanical devices for adjusting the height, bearing and inclination or polarisation of the antenna for a measurement vehicle. The electromechanical devices required for the setting and for the indication of the position attained by the antenna of the measurement vehicle, as well as the electronics for the evaluation of the electrical outputs, are described. The variant of the position-control and indication equipment as constructed is optimised with regard to compatibility with conventional (analogue) measuring apparatus, but it also permits working with computer-supported measuring assemblies, wherein the computer is only minimally loaded by the position interrogation, and the position control is carried out electromechanically by the engineer responsible for the measurement. An alternative variant, which would make possible computer-controlled antenna positioning also, is discussed.

Sommaire **Dispositifs électromécaniques de positionnement d'une antenne de mesure avec indicateur de position électronique**

L'article décrit des dispositifs électromécaniques destinés à régler la hauteur, le pointage et l'inclinaison ou la polarisation de l'antenne d'un véhicule de mesure. Description des dispositifs en question et des indicateurs de position, ainsi que des circuits électroniques servant à la mesure du signal de sortie. Une version du matériel est compatible avec les méthodes de mesure analogiques classiques, mais elle permet aussi l'utilisation d'instruments de mesure comportant un ordinateur auquel les interrogations destinées à déterminer la position de l'antenne n'imposent pas une lourde charge; dans ce cas, l'antenne est mise en place électromécaniquement par le technicien responsable de la mesure. L'article examine aussi une autre variante dans laquelle l'antenne serait mise en place sous commande de l'ordinateur.

1. Einleitung

In den Jahren 1978 bis 1980 wurden im IRT zwei ältere Meßwagen durch ein neues Fahrzeug ersetzt. Beim Neubau dieses Meßfahrzeuges bot sich die Gelegenheit, das Problem der Antennenpositionierung grundlegend neu anzugehen.

Die bisherigen Meßwagen hatten alle dasselbe Grundkonzept: ein elektromechanischer, elektrohydraulischer oder elektropneumatischer Mast erlaubte es, die Höhe der Meßantenne zu variieren. Die erreichte Höhe wurde als Spannungsabfall an einem Potentiometer an der Kabeltrommel abgegriffen und auf einem analogen Instrument angezeigt. Zur Ausrichtung der Antenne wurde der ganze Mast gedreht, die relative Richtung konnte an einer Gradskalenscheibe am Mast abgelesen werden. Die Ausrichtung der Antennenneigung oder Polarisation war durch die Antennenmontage jeweils fest vorgegeben.

Diese Grundkonzeption zeigt ihre Schwächen, wenn man z. B. Antennenrichtdiagramme messen möchte. Es besteht nur die Möglichkeit der manuellen punktweisen Vermessung. Noch problematischer wird es bei der Bestimmung der Polarisationsrichtung, da die Änderung der Polarisation einer Antenne nur durch Ummontieren möglich ist.

Um Richt- und Polarisationsdiagramme automatisch (und quasi-kontinuierlich) ausmessen und gegebenenfalls die Antenne auch automatisch (z. B. rechnergesteuert) positionieren zu können, werden sämtliche Funktionen der Antennenpositionierung elektrisch steuerbar ausgelegt.

2. Auswahl der geeigneten Verfahren für die Positionierung und die Positionsmeldung

Die optimale Konzeption für das Gesamtsystem der Positionierung hängt weitgehend vom Schwerpunkt der anfallenden Meßaufgaben ab.

Sollen ausschließlich Messungen mit rechnergesteuerten Apparaturen durchgeführt werden und treten insbesondere häufig wiederkehrende, im Prinzip gleiche Meßabläufe auf, so ist es sinnvoll, die Antennenpositionierung und -positionsanzeige vom Rechner selbst vornehmen zu lassen. Es genügt dann eine Schnittstelle zwischen den Positionsstellern bzw. -gebern des Fahrzeuges und dem Rechner (ohne Positionsanzeige oder Positionssteuerung).

Werden auch einzelne Meßgeräte ohne Rechnersteuerung eingesetzt, so benötigt man eine Steuereinheit, mit welcher die Antenne positioniert werden kann und welche selbständig die erreichte Position der Antenne anzeigt. Darüber hinaus müssen Steuer- bzw. Triggersignale für die verwendeten Meß- und Registriergeräte erzeugt werden.

[1] Heinz Dinter ist Techniker im Arbeitsbereich Rundfunkversorgung im Institut für Rundfunktechnik, München.

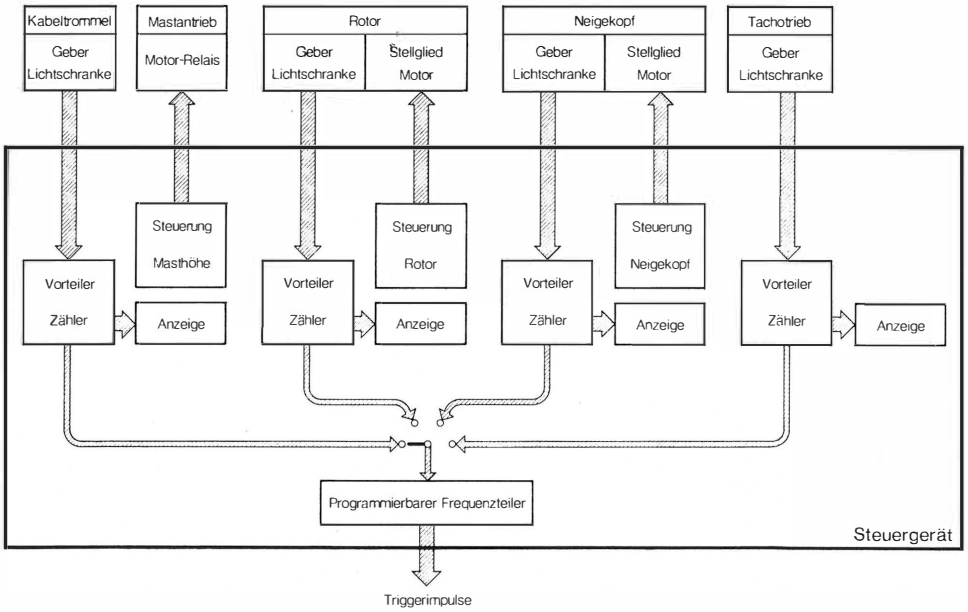


Bild 1
Blockschaltbild der Einrichtung zur Antennenpositionierung

Auch beim Einsatz von rechnergestützten Meßaufbauten kann es vorteilhaft sein, die Steuerung der Antennenpositionierung und die Aufbereitung der Positionssignale in einer eigenständigen Steuereinheit vorzunehmen. Handelt es sich um häufig variierte Meßabläufe, wie beispielsweise beim Testen neuer Meß- und Beurteilungsverfahren, oder sollen insbesondere die Kriterien der Positionsoptimierung empirisch ermittelt werden, dann bringt eine Abwicklung der Antennenpositionierung über den Rechner keine Vereinfachung für den Meßingenieur.

Aber auch das Vermeiden jeder überflüssigen Belastung des Rechners durch Steuerung und Auswertung der Antennenposition kann bei einer schnellen Verarbeitung großer Meßdatenmengen unumgänglich werden.

Für den Einsatz in den Meßfahrzeugen des IRT wurde ein Konzept gewählt, welches kompatibel sowohl zu herkömmlichen als auch zu rechnergeführten Meßapparaturen ist. Dabei wurde den beim IRT überwiegend anfallenden Aufgabenstellungen entsprechend auf eine rechnergeführte Positionierung verzichtet.

Demzufolge werden bei der nachstehend beschriebenen Lösung mit dem Steuergerät die Funktionen Antennenhöhe, Antennenrichtung, Antennenneigung

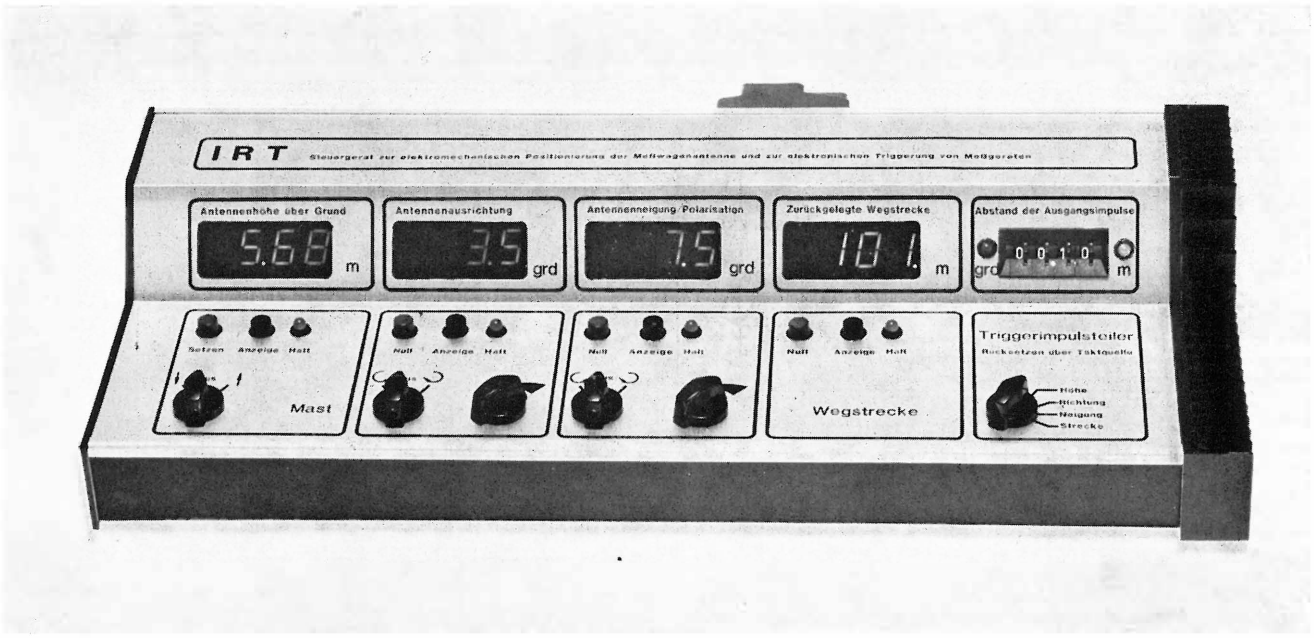


Bild 2
Ansicht der Steuereinheit

Bild 3
Meßwagen mit aufgesetztem Antennendrehkopf

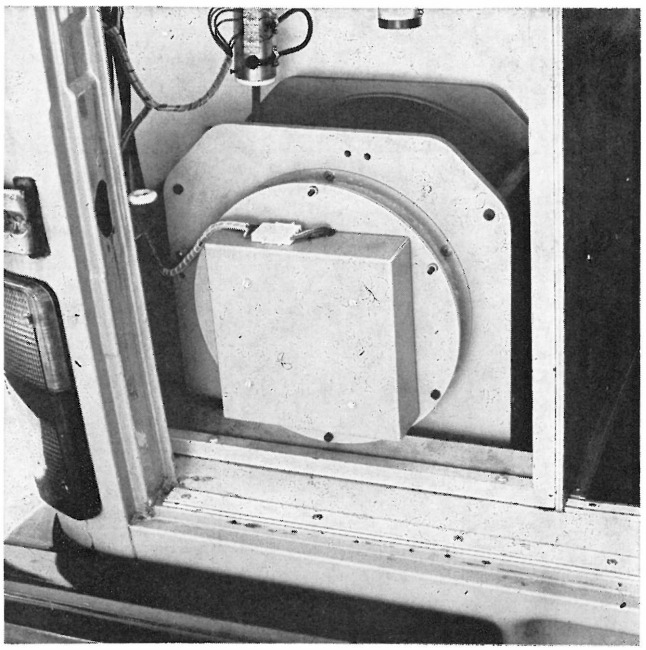


Bild 4
Ansicht der HF-Kabeltrommel

bzw. -polarisation und zurückgelegte Wegstrecke (bei Registrierfahrten) überwacht. Um einen möglichst einfachen Aufbau der Einheit zu erhalten, wurden alle vier Funktionen nahezu identisch aufgebaut. Die differentiellen Positionsmelder sind als optoelektronische Impulsgeber ausgeführt. In der Steuereinheit wird durch Zählen der Impulse (je nach Bewegungsrichtung vorwärts oder rückwärts) die Position bestimmt.

Da die Antennendrehbewegungen direkt an der Antenne, d. h. an der Mastspitze durchgeführt und da eine Speisung und Niederführung der Steuer- und Rückmeldesignale über das HF-Kabel vermieden werden sollte, wurden zusätzliche Spiralkabel am Mast angebracht. Über diese Steuerkabel können gegebenenfalls auch Antennenrelais geschaltet werden.

In **Bild 1** ist das Blockschaltbild der Einrichtung zur Antennenpositionierung dargestellt. **Bild 2** zeigt das Steuergerät, **Bild 3** den Meßwagen mit teilweise ausgefahrenem Mast und aufgesetztem Drehkopf.

3. Ausführung der elektromechanischen Positionssteller und Positionsgeber

3.1. Antennenhöhe

Das Aus- und Einfahren des Mastes wird durch Relais gesteuert, die Geschwindigkeit ist dabei nicht einstellbar. Die in **Bild 4** gezeigte HF-Kabeltrommel ist nach geringfügig geänderten technischen Unterlagen des WDR im IRT angefertigt worden. Durch eine Spiralfeder in der Kabeltrommel wird das HF-Kabel dauernd auf Zug gehalten. Beim Ausfahren des Mastes wird das HF-Kabel gegen die Kraft der

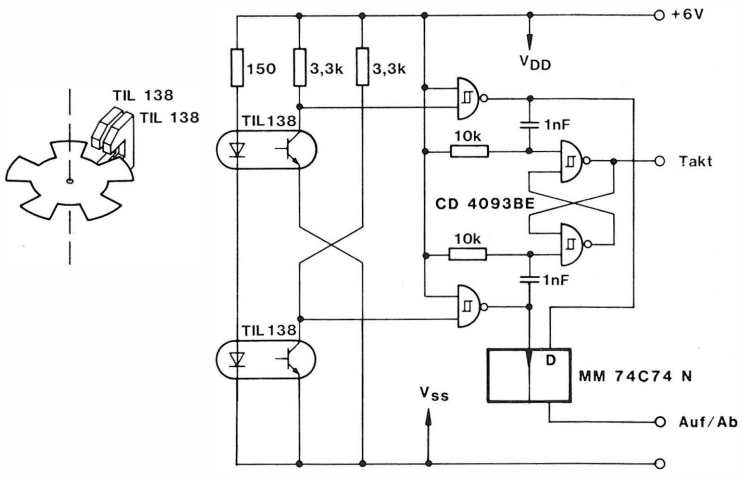


Bild 5
Schematischer Aufbau und Schaltbild der Geber

Feder von der Trommel abgewickelt. Bei den IRT-Meßwagen ist die Kabeltrommel im Innenraum auf dem Fahrzeugboden direkt neben dem Mast angebracht.

Als Maß für die Antennenhöhe wird die Länge des abgespulten HF-Kabels verwendet. Dazu ist als Positionsgeber an der Achse der Kabeltrommel eine Schlitzscheibe angebracht. Das Raster wird von zwei feststehenden, versetzten Gabellichtschranken mit nachgeschaltetem Schmitt-Trigger abgetastet. Die Anordnungen sind in **Bild 5** dargestellt. Eine Rastereinheit entspricht einer Höhenänderung von 1 cm. Um sicherzustellen, daß aufgrund von Jitterbewegungen keine Taktimpulse abgegeben werden können, ist eine Schaltsperre vorgesehen, welche nach jedem Taktimpuls durch das Signal der zweiten Lichtschranke (Auf/Ab) neu in Bereitschaft gesetzt werden muß.

3.2. Antennenausrichtung

Um die Möglichkeit zu haben, die Antenne auf elektrischem Wege ausrichten zu können, wurde im IRT der in **Bild 6** abgebildete Antennendrehkopf entwickelt und hergestellt.

Für die Drehbewegung der Antenne sorgt ein Gleichstrom-Getriebemotor (Typ Bühler 61.25.102). Die Gesamtuntersetzung zwischen Motorwelle und Antennenaufnahme beträgt 843,75. Die Drehgeschwindigkeit kann durch die an den Motor angelegte Spannung variiert werden. Die Drehrichtung wird durch deren Polarität bestimmt. Beim Drehkopf sind zwei Varianten möglich. Bei der ersten kann im Zusammenhang mit einer HF-Drehkupplung ein unbegrenzter Winkelbereich überstrichen werden. Im IRT wird jedoch eine Version ohne HF-Drehkupplung und mit einem auf 400 Grad begrenzten Winkelbereich verwendet. Bei Erreichen der Bereichsgrenzen wird der Motor über Mikroschalter für die jeweilige Strompolarität ausgeschaltet. In **Bild 7** ist die benötigte Anordnung gezeigt.

Zur Abfrage der Antennendrehbewegung wird eine Schlitzscheibe auf der Motorwelle von zwei feststehenden, versetzten Gabellichtschranken abgetastet. Die Anordnung entspricht **Bild 5**. Ein ganzes Segment (Zahn + Schlitz) entspricht bei einer Teilung mit 30 Schlitzen einem Antennendrehwinkel von 1/70 Grad.

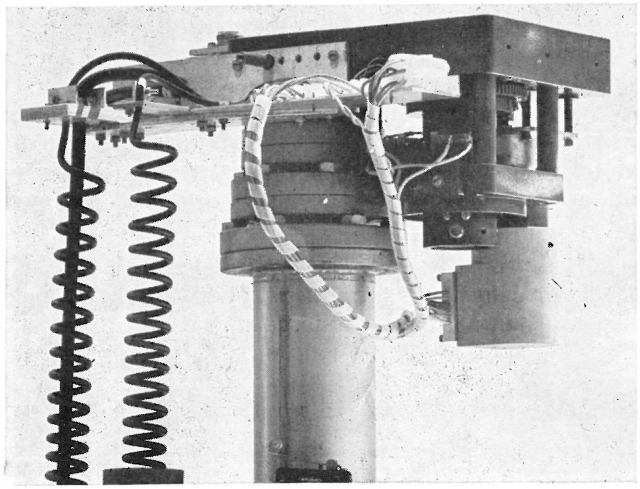


Bild 6
Ansicht des Antennendrehkopfes

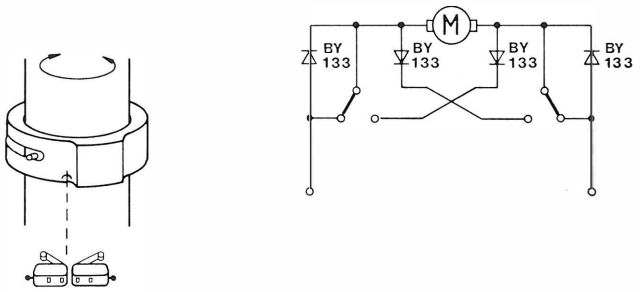


Bild 7
Vorrichtung zum Abschalten des Drehmotors beim Erreichen der Grenzen des Winkelbereichs

3.3. Antennenneigung — Polarisation

Wie einleitend schon beschrieben, konnte bisher die Neigung oder die Polarisation der Antenne nur dadurch verändert werden, daß die Antenne am Mast entsprechend anders montiert wurde. Um wahlweise eine der beiden Veränderungen auf elektromechanischem Wege durchführen zu können, ist ein zusätzlicher Drehkopf vorgesehen, der nahezu identisch ist mit dem mechanischen Teil des Drehkopfes für die Antennenausrichtung.

Soll die Polarisationsrichtung geändert werden, so besteht die Möglichkeit, die Antenne um eine Achse parallel zur Empfangsrichtung auf elektromechanischem Wege zu drehen, so daß beispielsweise mit horizontaler Polarisation beginnend alle Polarisationsrichtungen über schräg links, vertikal, schräg rechts bis wiederum horizontal eingestellt werden können. Es kann dabei ein Winkelbereich von 180 Grad überstrichen werden.

Ist dagegen vorgesehen, die Elevation der Antennenkeule zu verändern, so kann dies bei geeigneter Montage der Antenne beispielsweise in einem Winkelbereich von ± 90 Grad geschehen.

Der zur Einstellung der Antennenneigung bzw. der Polarisation erforderliche zusätzliche Drehkopf unterscheidet sich in seinem mechanischen Teil von demjenigen, der die Ausrichtung der Antenne bewirkt, lediglich dadurch, daß ein neuer Aufnahmeflansch für den Kopf verwendet und der Winkelbereich auf 180 Grad begrenzt wird.

Bei Bedarf muß nur der Neigungskopf in den am Mast fest installierten Drehkopf zur Antennenausrichtung gesteckt werden. Je nach Montageart der Antenne am Neigungskopf verändert dieser entweder die Elevation oder die Polarisation.

3.4. Zurückgelegte Wegstrecke

Bei der Wegstrecke ist kein Stellglied erforderlich. Als Maß für die zurückgelegte Strecke dienen die Umdrehungen der Tachowelle des Fahrzeuges. Die Tachowelle wurde zu diesem Zweck mit einem Aufteilungsgetriebe mit einem Antrieb und zwei Abtrieben (in sehr feinen Abstufungen erhältlich bei der Firma Kienzle Apparatebau) versehen. Auf die freie Abtriebswelle wurde eine Schlitzscheibe nach

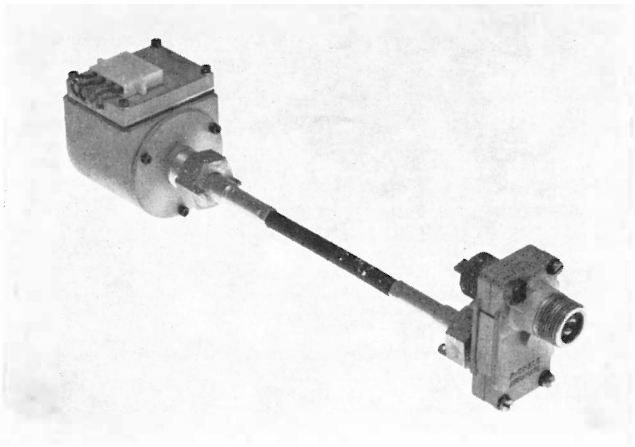


Bild 8
Wegstreckengeber und Aufteilungsgetriebe

Bild 5 gesetzt. Ein ganzes Segment entspricht bei unserem Fahrzeug 2,5 cm zurückgelegter Fahrstrecke. Der Wegstreckengeber und das Tachogetriebe sind in **Bild 8** gezeigt.

4. Ausführung der elektronischen Signalaufbereitung

In der Steuereinheit werden die zur Positionsstellung erforderlichen elektrischen Signale erzeugt und die von den Positionsgebern ankommenden Signale zur Anzeige der Position und zur Ableitung von Triggerimpulsen verarbeitet.

Die Antennenhöhe wird durch den elektromechanischen bzw. elektrohydraulischen Antrieb verändert. Dieser läßt keine Variationen der Stellgeschwindigkeit zu, so daß als Steuersignale nur die Spannungen zum Schalten der Hochstromrelais angeboten werden müssen.

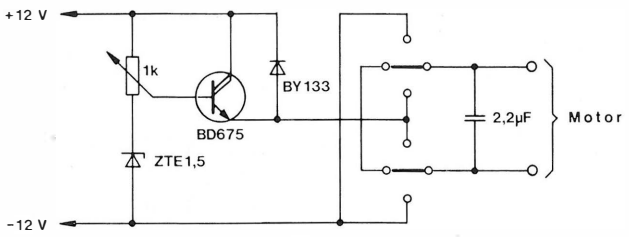


Bild 9
Steuerelektronik für die Drehmotoren

Bei den Drehköpfen für Antennenrichtung und -neigung sind sowohl Drehrichtung als auch Drehgeschwindigkeit einstellbar. Die verwendete Steuerelektronik ist in **Bild 9** dargestellt.

4.1. Anzeige von Antennenhöhe, Richtung, Neigung und Wegstrecke

Die elektronische Aufbereitung der verschiedenen Geberimpulse wird im Steuergerät mit Schaltungen nach **Bild 10** vorgenommen. Die von den Gebern ausgesandten Impulse werden zum Schutz gegen eventuelle Störungen, die auf den langen Kabeln zwischen Gebern und Steuergerät entstehen könnten, einem Schmitt-Trigger zugeführt, der die Impulse regeneriert.

Mit den programmierbaren Teilern MC 14526 B wird die Schrittweite der Geberimpulse der dezimalen Schrittweite der Anzeigen angepaßt. Speziell bei der Wegstrecke ist die Auflösung der Triggerimpulse 10 cm, die der Anzeige jedoch 1 m, so daß hier noch ein weiterer Teiler mit 10 : 1 vorgesehen ist.

In allen Systemen wird der durch Teilung angepaßte Takt einem Auf/Ab-Zähler vom Typ ICM 7217 zugeführt, welcher die jeweilige Position durch Zählen ermittelt und anzeigt (4stellige LED-Anzeige). Bei allen Systemen ist die Möglichkeit gegeben, die Anzeige über den Schalter „Anzeige Halt" anzuhal-

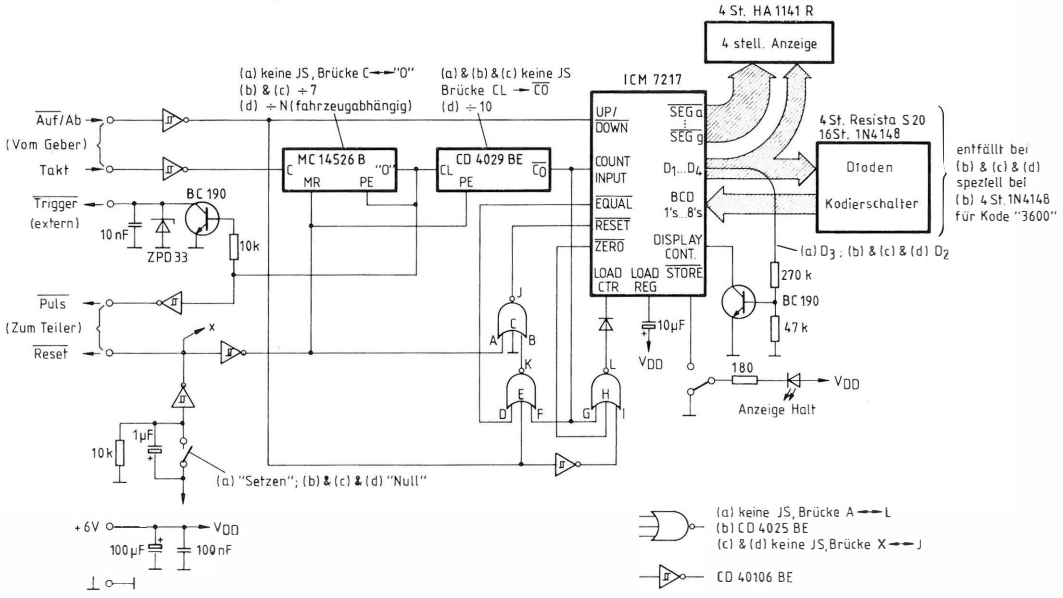


Bild 10
Schaltung für die Signalaufbereitung von Antennenhöhe (a), Richtung (b), Neigung (c) und Wegstrecke (d)

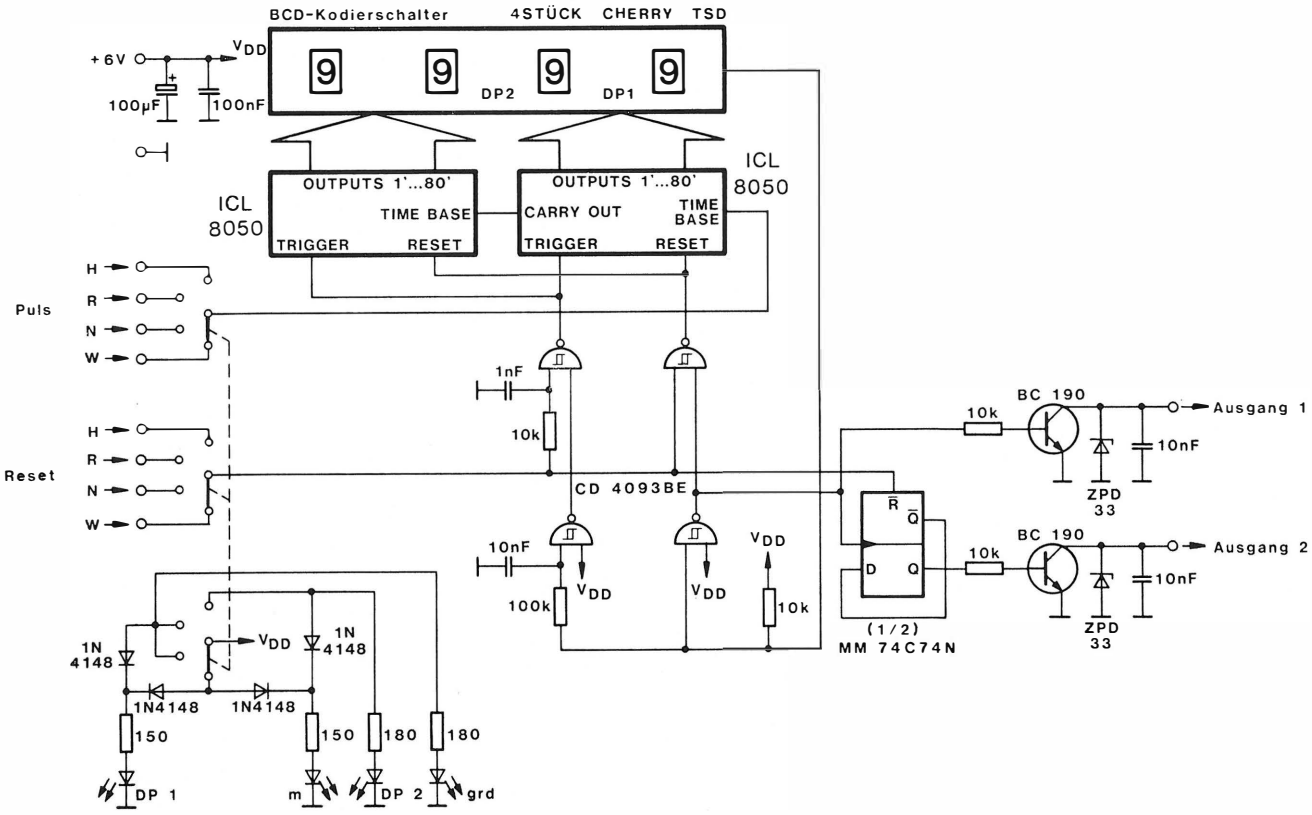


Bild 11
Schaltplan des programmierbaren Teilers zur Erzeugung der Triggerimpulse

ten. Die Ausgangssginale (Trigger extern und Puls) sowie das Zählen der Impulse im Zähler ICM 7217 bleiben davon unbeeinflußt.

Über die Taster „Setzen" und „Null" läßt sich der Zähler ICM 7217 setzen. Bei den Funktionen Richtung, Neigung und Wegstrecke ist dies als Rücksetzen („Null") ausgelegt, bei der Funktion Höhe wird dabei („Setzen") der Zähler auf den Wert gesetzt, der durch die Dioden-Codierschalter eingestellt wurde. Dadurch kann je nach Montagehöhe der Antenne am Mast die Grundhöhe variiert werden. Ein Kondensator parallel zu diesen Tastern sorgt dafür, daß beim Einschalten der Stromversorgung mit Null bzw. mit der Grundhöhe gestartet wird.

Der 4-Dekadenzähler ICM 7217 zählt ohne zusätzliche Beschaltung von 0000 bis 9999, um dann wieder bei 0000 zu beginnen (und umgekehrt). Dies ist für die Funktionen Masthöhe, Wegstrecke und Neigung (wenn man sich dabei auf einen Winkelbereich von 0 bis 180 Grad beschränkt) ausreichend. Speziell bei der Richtung, die entweder mit einem Winkelbereich von etwa 400 Grad oder sogar unbegrenzt arbeitet, ist eine zyklische Zählfolge vorzuziehen, die bei 360 Grad auf 0 Grad zurückspringt (und umgekehrt). Dies wurde durch Einfügen der integrierten Schaltung CD 4025 BE und der entsprechenden Dioden anstelle der Dioden-Codierschalter mit dem Code 3600 erreicht. Auf der vierstelligen Anzeige wird die Höhe in 1-cm-Schritten bis (theoretisch) 99,99 m angezeigt, Richtung und Neigung in 0,1-Grad-Schritten von 000,0 Grad bis 359,9 Grad bzw. bis 180,0 Grad und die Wegstrecke in 1-m-Schritten bis 9999 m.

4.2. Programmierbarer Teiler für die Triggersignale

Von den elektronischen Baugruppen für die Anzeige von Antennenhöhe, Richtung, Neigung und Wegstrecke können direkt Triggerimpulse (Trigger extern) mit fester Schrittweite abgegriffen werden. Darüber hinaus werden diese Impulse (Puls) auch zur internen Weiterverarbeitung in der Steuereinheit bereitgestellt.

Bild 11 zeigt den Schaltplan des programmierbaren Teilers, mit dem wahlweise eines der Signale in seiner Schrittweite vergrößert werden kann. Mit den beiden integrierten Schaltkreisen ICL 8250 und den Codierschaltern lassen sich Teilungsverhältnisse von 1 : 1 bis 9999 : 1 einstellen. Damit kann der Abstand zweier aufeinanderfolgender Triggerimpulse bei Stellung „Höhe" des Wahlschalters für die Taktquelle zwischen 0,01 m und (theoretisch) 99,99 m in 1-cm-Schritten gewählt werden. Zwei ebenfalls über diesen Schalter angesteuerte Leuchtdioden signalisieren den Dezimalpunkt (zwischen dem zweiten und dem dritten Codierschalter) und die Dimension des Abstandes (m).

In Stellung „Richtung" oder „Neigung" reicht der Bereich von 0,1 Grad bis (theoretisch) 999,9 Grad in 0,1-Grad-Schritten, wobei ebenfalls Dimension und Dezimalpunkt entsprechend signalisiert werden. In Stellung „Wegstrecke" liegt der Bereich bei 0,1 m bis 999,9 m in 0,1-m-Schritten.

Die Ausgabeschaltungen enthalten offene (geschützte) Kollektoren zur Ansteuerung verschiedener Logikserien oder Relais. Es stehen zwei Ausgänge zur Verfügung. Ausgang 1 liefert nach der mit dem

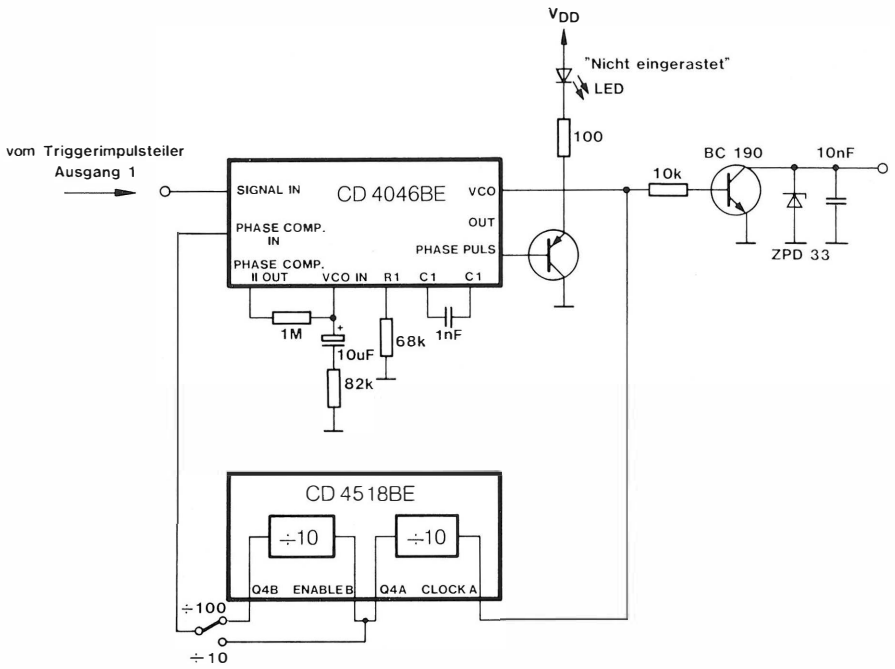


Bild 12
Schaltung zur Erhöhung der Wegmarkenauflösung um den Faktor 10 bzw. 100

Codierschalter gewählten Anzahl von Taktimpulsen einen negativen (kurzschließenden) Impuls von etwa 1 ms Dauer. Ausgang 2 bleibt für die Anzahl der Taktimpulse auf demselben Potential und wechselt dieses bei jeder negativen Flanke des Ausgangsimpulses von Ausgang 1.

Die programmierbaren Teiler ICL 8250 werden simultan mit dem „Setzen" bzw. „Rücksetzen" des Zählers ICM 7217 auf Null gesetzt.

5. Erweiterungs- und Variationsmöglichkeiten

Speziell bei Messungen zur Rundfunkversorgung in fahrenden Kraftfahrzeugen wäre eine erhöhte Auflösung der Wegstreckenimpulse wünschenswert. Wegen des relativ großen Spiels im fahrzeugeigenen Tachoantrieb ist dies jedoch auf direktem Wege nicht möglich. Da die Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge eines Meßwagens während einer Registrierfahrt nicht sehr abrupt sind, kann man annehmen, daß sich die Folgefrequenz der Wegstreckenimpulse nur langsam ändert. Es besteht deshalb die Möglichkeit, mit Hilfe einer Phase-Locked-Loop-Schaltung höhere Auflösungen zu erreichen. In **Bild 12** ist eine solche Ergänzung zum Steuergerät dargestellt, welche die Frequenz der Wegstreckenimpulse um den Faktor 10 bzw. 100 erhöht. Wird eine andere Auflösung als 1 cm bzw. 1 mm gewünscht, so kann dies dadurch erreicht werden, daß am programmierbaren Triggerimpulsteiler des Steuergerätes ein größerer Impulsabstand als 0,1 m gewählt wird.

Für die rechnergesteuerte Ausrichtung der Antenne besteht die Möglichkeit, die zur Steuerung der Stellglieder verwendeten Schalter und Potentiometer (**Bild 9**) wegzulassen und die erforderlichen Spannungen von einem Digital-Analog-Interface des Rechners erzeugen zu lassen.

Soll der Rechner die vom Steuergerät ermittelte Position direkt auslesen können, so ist eine geringfügige Änderung der Schaltung erforderlich. Es steht speziell zu diesem Zweck die integrierte Schaltung ICM 7227 zur Verfügung. Diese Schaltung ist in fast allen Funktionen identisch mit dem in der vorliegenden Version verwendeten Zähler ICM 7217, besitzt jedoch die Möglichkeit, die Daten seriell zu übertragen. Dann allerdings sind auch die Setzvorgänge, wie sie beispielsweise beim Einstellen der „Grundhöhe" erforderlich sind, nur über den Rechner möglich.

AUSSTEUERUNGSABHÄNGIGE SENDELEISTUNG BEI FM-SENDERN — EINE MÖGLICHKEIT ZUR VERRINGERUNG DER NACHBARKANALSTÖRUNGEN?

VON THEODOR BOSSERT[1]

Manuskript eingegangen am 4. August 1982 Sendertechnik

Zusammenfassung

Es wird zur Diskussion gestellt, die Sendeleistung von FM-Hörfunksendern hubabhängig zu regeln. Die Störwirkung eines FM-Senders auf seine Nachbarkanäle steigt mit der Sendeleistung und mit der Aussteuerung, d. h. mit dem Frequenzhub. Durch ein Absenken der Sendeleistung bei zunehmender Aussteuerung ließen sich die Nachbarkanalstörungen erheblich reduzieren.

Mit dem Absenken der Sendeleistung bei großem Hub ist empfangsseitig eine hubabhängige Verminderung des NF-Geräuschabstandes verbunden. Subjektiv wird diese Geräuschabstandsverringerung jedoch nicht wahrgenommen, da sie psychoakustisch durch das starke NF-Nutzsignal verdeckt wird. Das System ist mit dem derzeit benutzten Übertragungsverfahren voll kompatibel; d. h. zur Erzielung der angegebenen Verbesserungen sind keinerlei Veränderungen an den Empfangsanlagen erforderlich.

Summary **Modulation-dependent transmitter output power for FM transmitters — a possibility for reducing adjacent-channel interference?**

The article discusses whether the output power of FM sound-broadcasting transmitters should be varied as a function of the deviation. The disturbing effect of an FM transmitter on its adjacent channels increases with transmitter output power and with modulation, i. e., with frequency deviation. By reducing the transmitter output power suitable to the increasing modulation, a considerable reduction of adjacent-channel interference could be obtained.

The reduction of the transmitter output power with a large deviation is linked, at the receiving end, with a deviation-dependent impairment of the AF signal-to-noise ratio. However, that impairment of the signal-to-noise ratio is not perceptible, because it is masked psycho-acoustically by the strong wanted AF signal. The system is fully compatible with the transmission methods used at present, i. e., no modifications at the receiving end are required for achieving the improvements indicated.

Sommaire **Variation de la puissance des émetteurs à modulation de fréquence en fonction de l'amplitude audio: une possibilité de diminuer le brouillage dans les canaux adjacents?**

L'auteur envisage de faire varier la puissance des émetteurs de radio à modulation de fréquence en fonction de la déviation de fréquence. Le brouillage causé par un émetteur MF dans les canaux adjacents augmente en fonction de la puissance et de l'amplitude audio, c'est à dire de la déviation. On pourrait réduire considérablement le brouillage dans les canaux adjacents en diminuant la puissance d'émission simultanément à l'augmentation de l'amplitude audio.

En cas de déviation importante, la réduction de puissance correspondante s'accompagne à la réception d'une diminution du rapport signal/bruit dependante de la déviation. Cette dégradation du rapport signal/bruit n'est cependant pas perçue subjectivement, car elle est couverte sur le plan psychoacoustique par le puissant signal utile en audiofréquence. Le système est parfaitement compatible avec les méthodes de diffusion utilisées actuellement, c'est-à-dire que les améliorations en question ne nécessitent aucune modification des équipements de réception.

1. Einleitung

Der UKW-Hörrundfunk ermöglicht eine hohe Übertragungsqualität. Am Rande des Versorgungsgebietes eines UKW-Senders verringert sich jedoch die Empfangsqualität durch Rausch- und Interferenzstörungen.

Der Einsatz von Kompandersystemen im UKW-Hörrundfunk könnte den qualitätsmindernden Einfluß dieser übertragungsbedingten Störungen verringern. Die generelle Einführung einer Kompandierung im UKW-Rundfunk wird aber vor allem durch das Problem der Kompatibilität mit dem bestehenden Übertragungssystem erschwert.

2. Störgeräusche beim bestehenden Übertragungsverfahren

Die UKW-Hörrundfunksender arbeiten aufgrund ihrer Frequenzmodulation mit konstanter Sendeleistung. Wenn keine Kompandierung der Dynamik eingesetzt wird, ergibt sich daraus beim Empfang ein vom Modulationssignal unabhängiger Geräuschpegel. Für die Qualität des Empfangs ist entscheidend, daß die wiedergegebenen Geräusche nicht als störend empfunden werden. Subjektiv hängt jedoch die Belästigung durch Geräusche stark vom Pegel der Nutzmodulation ab: Geräusche, welche ohne Nutzsignal bereits deutlich wahrnehmbar und gegebenenfalls sogar störend sind, können durch hohen Nutzpegel verdeckt werden.

Beim bestehenden Übertragungssystem muß die Unterdrückung von Störgeräuschen für den subjektiv empfindlichsten Fall, d. h. für Modulationspausen ausgelegt sein. Damit entsteht bei Vollaussteuerung zwangsläufig eine – subjektiv nicht nutzbare – Reserve an Übertragungsqualität.

3. Störgeräusche bei aussteuerungsabhängiger Sendeleistung

Es besteht die Möglichkeit, die Sendeleistung bei großem Modulationshub abzusenken. Für die Wiedergabe mit einem Empfänger bedeutet dies, daß das Rauschen mit zunehmender Aussteuerung ansteigt. Die Leistungsreduzierung muß demnach so

[1] Dipl.-Phys. Theodor Bossert ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Rundfunkversorgung und Sendertechnik im Institut für Rundfunktechnik, München.

gewählt werden, daß dieser Anstieg des Rauschens unhörbar bleibt oder zumindest nicht stört.

Eine FM-Rundfunkübertragung mit aussteuerungsabhängiger Sendeleistung ähnelt im Rauschverhalten einem System mit einer Dynamikkompandierung des Modulationssignals: kleiner Wiedergabegeräuschpegel bei Pianostellen, großer Wiedergabegeräuschpegel bei Fortissimopassagen. Während jedoch bei der Dynamikkompandierung des Modulationssignals eine direkte Reduzierung der hörbaren Störgeräusche erreicht wird, bleibt die subjektive Empfangsqualität für einen Sender bei dessen aussteuerungsabhängiger Sendeleistungsreduktion unverändert.

4. Verringerung der Nachbarkanalstörungen

Die Störungen durch einen Nachbarkanalsender sind abhängig von seinem HF-Pegel, seinem Frequenzabstand zum Nutzsender und von seinem Hub. Bei Frequenzabständen bis zu 200 kHz steigen die Störungen stark mit dem Hub des störenden Senders an. Die Nachbarkanal-Störwirkung eines FM-Senders wird durch die aussteuerungsabhängige Sendeleistung deutlich reduziert, da die besonders störenden Signale mit großem Hub nur mit reduzierter Leistung abgestrahlt werden.

5. Kompatibilität mit dem bestehenden System

Die aussteuerungsabhängige Sendeleistung führt am Empfängereingang zu HF-Pegelschwankungen. Die gebräuchlichen UKW-Empfänger sind aufgrund ihrer Begrenzerverstärker unempfindlich gegenüber derartigen Schwankungen, so daß diese wahrscheinlich zu keinen Störungen führen. Im Gegensatz zu Kompandersystemen benötigt man bei der aussteuerungsabhängigen Sendeleistung empfangsseitig keine Zusatzeinrichtungen wie Filter oder Expander, so daß für derartige Aussendungen die volle Kompatibilität mit den bestehenden Empfangsanlagen gewährleistet ist.

Die Vorteile dieses neuen Übertragungssystems machen sich für einen Nutzsender erst dann bemerkbar, wenn auch die gegebenenfalls störenden Nachbarkanalsender mit aussteuerungsabhängiger Leistung senden. Die Kompatibilität ist jedoch uneingeschränkt gewährleistet, d. h. die Empfangsstörungen steigen in keinem Fall an, und zwar selbst dann nicht, wenn nur der Nutzsender aussteuerungsabhängig strahlt.

6. Schlußbemerkungen

Durch eine aussteuerungsabhängige Sendeleistung könnten die in einem bestehenden UKW-Sendernetz vorhandenen Nachbarkanalstörungen deutlich reduziert werden. Das vorgeschlagene Übertragungsverfahren ist vollkommen kompatibel zum derzeit benutzten System und bietet den Vorteil, daß mit den üblichen Empfängern ohne jede Zusatzeinrichtung eine Verbesserung der Empfangsqualität erzielbar ist. Verbesserungen sind überall dort zu erwarten, wo bisher Störungen durch Nachbarkanalsender auftraten und diese auf aussteuerungsabhängige Sendeleistung umgestellt werden. Als Nebeneffekt läßt sich bei diesem Verfahren ein Teil der Energiekosten für UKW-Sender einsparen.

Eine experimentelle Überprüfung des Vorschlages steht noch aus. Insbesondere muß untersucht werden, wie groß die aussteuerungsabhängige Abregelung der Sendeleistung sein darf und welcher Gewinn daraus für die Nachbarkanal-Schutzabstandswerte erzielbar ist.

EINE NEUE GENERATION MIKROPROZESSORGESTEUERTER DATENSENDER UND -EMPFÄNGER FÜR ALLE VARIANTEN DER DATENÜBERTRAGUNG IN DER V-LÜCKE DES FERNSEHSIGNALS[1]

VON ANDREAS EBNER UND KLAUS SCHUSTER[2]

Manuskript eingegangen am 25. August 1982

Datenzeilentechnik

Zusammenfassung

Mehrere digitale Übertragungsverfahren nutzen im Zeitmultiplexverfahren die „informationsfreien" Zeiten der vertikalen Austastlücke des Fernsehsignals. Eines dieser Verfahren, die sogenannte Datenzeile, wird seit geraumer Zeit im rundfunkinternen Bereich unter anderem zur Quellenkennzeichnung von Fernsehsignalen bzw. zur Übertragung von Meßwerten eingesetzt. Zu einer anderen Art von Daten aus der V-Lücke hat auch der Fernsehzuschauer Zugriff, wenn er den Videotextdienst nutzt. Die bei diesen Diensten bisher verwendete Senderhardware war und ist überwiegend in konventioneller, digitaler Technik realisiert. Die Datenempfänger sind für spezifische Anwendungsfälle konzipiert.

Es wird eine neue Generation von Datensendern und -empfängern vorgestellt, die per Mikrocomputersteuerung auf beliebige Varianten der Datenübertragung adaptiert werden können. Datencodierung und -decodierung, Datenvorverarbeitung und Fehlerkorrekturalgorithmen werden per Software durchgeführt und den betrieblichen Ansprüchen angepaßt. Datenschnittstellen, früher häufig durch aufwendige Dateninterfaces realisiert, können jetzt in der Regel durch entsprechende Rechnerprogramme vereinfacht werden.

Summary **A new generation of microprocessor-controlled data transmitters and receivers for all variants of data transmission in the field-blanking interval of the television signal**

Several digital transmission methods make use, in the time-multiplex system, of the „information-free" periods of the field-blanking interval of the television signal. One of those methods, the so-called „insertion data-line", has been in use for some considerable time, internally in broadcasting organisations, for, among other purposes, indicating the sources of television signals, or for transmitting measurement results. A different type of data from the field-blanking interval is available also to the television viewer, when he makes use of the video-text service. The transmission hardware used up to now for those services has been and is in most cases designed on the basis of conventional, digital technology. The data receivers are designed for specific cases of application.

The article describes a new generation of data transmitters and receivers that can be adapted by microcomputer control to given variants of data transmission. Data coding and decoding, data processing and error-correcting algorithms are effected by software and adapted to the operational requirements. Data junction points, that were previously often achieved by complex data interfaces, can now as a rule be simplified by appropriate computer programs.

Sommaire **Nouvelle génération d'émetteurs et de récepteurs de données commandés par microprocesseurs pour toutes les formes de transmission de données dans la suppression de trame du signal de télévision**

Plusieurs méthodes de transmission numérique utilisent dans un multiplexage temporel la période laissée libre dans la suppression de trame du signal de télévision. Une de ces méthodes, l'insertion de données, est exploitée depuis longtemps au sein des organismes de radiodiffusion, notamment pour l'identification de l'origine du signal de télévision et pour la transmission de données de mesure. Le téléspectateur a également accès à une autre forme de données transmises dans la suppression de trame, lorsqu'il reçoit des signaux de télétexte. Les équipements d'émission utilisés jusqu'à présent pour les services de ce genre ont été et sont toujours réalisés selon une technique numérique classique. Les émetteurs de données sont conçus pour des utilisations spécifiques.

L'article présente une nouvelle génération d'émetteurs et de récepteurs de données qui peuvent être adaptés à diverses formes de transmission grâce à une commande par microprocesseur. Les opérations de codage et de décodage des données et leur traitement, ainsi que les algorithmes de correction des erreurs, sont programmés et adaptés aux besoins de l'exploitation. Les connexions, souvent réalisées au moyen d'interfaces de données complexes auparavant, peuvent désormais être simplifiées de façon générale grâce aux programmes d'ordinateur.

1. Einleitung

Ausgehend von den ersten elektromechanischen Fernwirkanlagen in Digitaltechnik (**Bild 1**) kam zu den klassischen Aufgaben der Nachrichtenübertragung und Nachrichtenvermittlung in jüngster Zeit die digitale Nachrichtenverarbeitung hinzu. Diese Entwicklung, die vor etwa 50 Jahren durch die Realisierung erster elektromechanischer Rechenwerke gekennzeichnet war, führt heute in allen Bereichen der Technik zu völlig neuen Realisierungsmöglichkeiten von nachrichtentechnischen Schaltungen und Systemen.

Im Folgenden wollen wir den Versuch einer Anwendung neuer Technik an einem Randbereich der Fernsehtechnik beschreiben. Wir möchten eine neue Generation mikrocomputergesteuerter Datensender und -empfänger vorstellen, die, wie wir hoffen, auf sehr viele Varianten von Datenübertragungsverfahren anwendbar ist, welche die informationsfreien Zeiten eines Fernsehsignals nutzen. Die Aufgabenstellung, der Entwurf und die Realisierung der Geräte entspricht der heute üblichen Technologie, doch glauben wir, daß die in späteren Kapiteln beschriebenen Anwendungsbeispiele vor allem deshalb interessant sind, weil sie zeigen, wie und mit welchem

[1] Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 9. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Ulm, 21. bis 24. September 1981.

[2] Dipl.-Ing. Andreas Ebner und Dipl.-Ing. Klaus Schuster sind Wissenschaftliche Mitarbeiter im Fachbereich Videomeßtechnik im Institut für Rundfunktechnik, München.

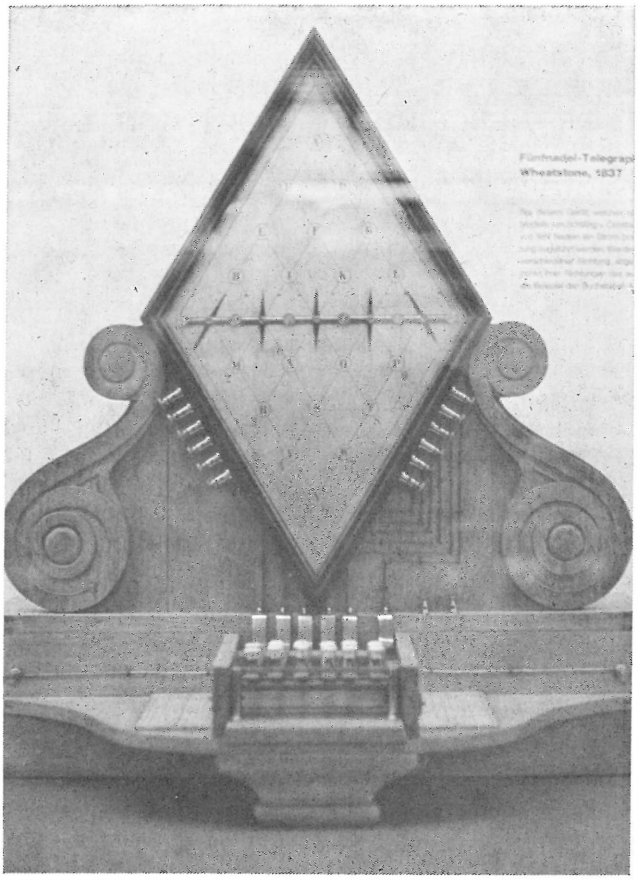


Bild 1
Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone (1837)
Datenübertragung im 2,5-Ternärcode

Resultat konventionell verdrahtete Logik durch Rechnerstandardhardware plus Softwareentwicklung ersetzt werden kann.

2. Zur Zeit eingesetzte Datenübertragungsverfahren

Zunächst soll kurz umrissen werden, welche Datenübertragungsverfahren im Bereich der vertikalen Austastlücke des Fernsehsignals heute gängig sind, welche Hardware für Datensender und -empfänger zur Zeit verwendet wird und was hierbei Stand der Technik ist. Anschließend sollen kurz die Möglichkeiten angedeutet werden, die sich durch das neue Konzept ergeben, wobei eine Anzahl hiervon anhand von Anwendungsbeispielen näher beschrieben wird.

Im wesentlichen sind zur Zeit zwei Datenübertragungsverfahren im Bereich von ARD und ZDF eingesetzt oder geplant:

1. Die sogenannte Datenzeile, ein rundfunkinternes System, das mit biphase-modulierten Signalen arbeitet, welche Informationsträger für verschiedenste Anwendungen sind (wie z. B. Übertragung von Zweiton- und Stereotonkennung, Verwendung dieses Datenformats auch für künftige studiointerne Identifikationssysteme sowie Übertragung von Zusatzinformationen für Fernsehheimgeräte).
2. Videotext, bei dem digitale Signale im Basisband (im Gegensatz zur Biphase-Modulation) als weitere Informationsquelle für den Zuschauer übertragen werden.

Beide Übertragungsverfahren erweisen sich im wesentlichen als bittransparent. Eventuelle Datenverarbeitung bleibt, soweit erforderlich, vor- oder nachzuschaltenden separaten Baugruppen vorbehalten.

2.1. Aufbau und Funktion der heute verwendeten Hardware

Nun einige Anmerkungen zur Hardware der beiden Systeme. Der zur Zeit übliche Aufbau eines Datensenders für biphase-modulierte Daten ist im Blockschaltbild (**Bild 2**) gezeigt. Er besteht hauptsächlich aus einer Reihe von Schieberegistern, die zeilenfrequent parallel geladen und mit vorgeschriebener Taktrate ausgelesen werden.

Bisher verwendete Biphase-Datenempfänger (**Bild 3**) werden durch das Übertragen eines definierten Codewortes aktiviert. Die anschließend eingelesenen Daten werden decodiert, überprüft und so zwischengespeichert, daß sie parallel auslesbar sind. Eine ähnliche Konfiguration wird auch bei den Videotextempfängern eingesetzt.

Wie gezeigt wurde, benötigt man (dem Stand der Technik entsprechend) für jede Anwendung eine spezifische Hardware, z. B. für eine Biphase-Datenübertragung die adäquaten Sender und Empfänger. Hier entsteht natürlich der Wunsch, ein System zu konzipieren, das nicht auf eine Einsatzvariante beschränkt ist, sondern eine ganze Reihe von Anwendungen mit möglichst geringen Änderungen am Auf-

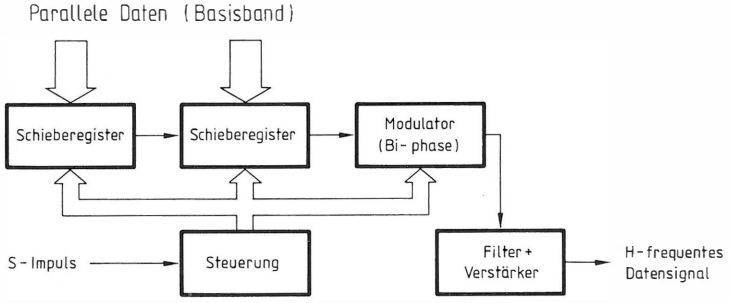


Bild 2
Datensender
(Derzeitiger Stand, Biphase)

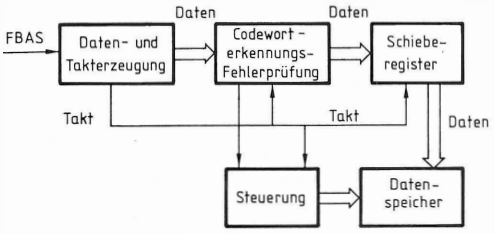


Bild 3
Datenempfänger der 1. Generation
(Biphase)

bau der Schaltung abdeckt. Dieses ist nur durch den Einsatz neuer Techniken möglich.

3. Neue Hardwarekomponenten

3.1. Mikrocomputer

Hier bietet sich bei neuen Gerätekonzepten die Anwendung des Mikrocomputers an, dessen hervorragendstes Merkmal, die freie Programmierbarkeit, einen anwenderspezifischen Einsatz erlaubt.

Die Funktionsgruppen eines Mikrocomputers sollen kurz anhand eines Prinzipschaltbilds angesprochen werden (**Bild 4**). Die CPU ist dabei das Kernstück eines jeden Rechners, bestehend aus Rechen- und Steuerwerk und dazugehörigen Registern. Die Kommunikation nach außen erfolgt über E/A-Einheiten. Programm- und Datenspeicher komplettieren das System. Zum Programmablauf und Datentransfer wird selbstverständlich eine Reihe von Steuerleitungen benötigt. In unserer Minimalkonfiguration sind dies Steuersignale, welche die einzelnen Funktionsgruppen aktivieren. Des weiteren ist noch ein Adreßbus vorhanden, um die einzelnen Bausteine innerhalb einer Baugruppe anzusprechen, sowie ein gemeinsamer Bus zum Austausch der Daten. Damit ist ein funktionsfähiges System beschrieben, das (mit entsprechender Software ausgestattet) zum Steuern von Hardwareschaltungen verwendet werden kann und auf Anforderung der Peripherie bestimmte Reaktionen ausführt.

Praktische Ausführungsformen sind zum Beispiel der Einchip-Mikrocomputer in verschiedenen Bauformen sowie ein leistungsfähiger Einplatinen-Computer (32 kByte Gesamtspeicher für Programm und Daten), die in den neu entwickelten Datensendern und -empfängern eingesetzt werden (**Bild 5**).

3.2. Datensender

Der Mikrocomputer übernimmt zunächst, um beim Beispiel des neuen Datensenders zu beginnen, die Verarbeitung der von außen zugeführten Daten. Da-

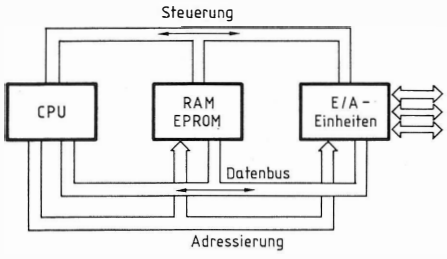


Bild 4
Einfacher Mikrocomputer

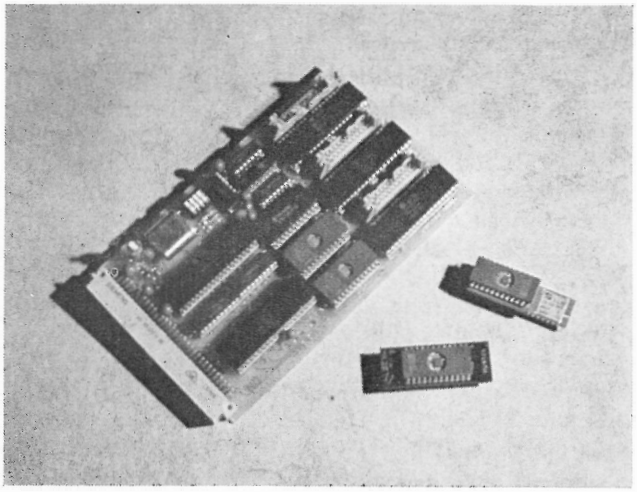


Bild 5
Einplatinencomputer und Einchip-Mikrocomputer

bei sind nahezu beliebige Datenformate zulässig, z. B. parallele oder byteweise übertragene Daten oder auch asynchrone und synchrone Datenformate. An Ausgangsdatenformaten ist wiederum eine Vielzahl von Modulationsformen wie Biphase und NRZ denkbar, wobei selbstverständlich die verschiedensten Fehlerschutzformen wie Paritätsbit oder Hamming-Code (als Spezialfall eines zyklischen redundanten Codes) eingesetzt werden können. Des weiteren sollen auch andere und neue Codeformen zu verwirklichen sein. Hier ist unter anderem an einen Ternärcode oder einen optimierten Code nach Shanon-Fano oder an eine Codeform mit CRC-Prüfung zu denken.

Es sind also durch die Freiheit in der Wahl der Ein- und Ausgabeformate mit einem Gerät verschiedene Modulations- und Codierverfahren möglich. Doch soll zuerst der Aufbau und anschließend die Funktion und die Einsatzmöglichkeiten des neuen Datensenders behandelt werden.

Bei dem neuen Datensender (Hardwareumfang zwei bis drei Europakarten) wurde eine Reihe von Aufgaben, die bisher von der Hardware übernommen wurde, in die Software des steuernden und verarbeitenden Mikrocomputers verlagert. Durch den Einsatz von Software kann das Gerät relativ einfach an andere neue Anwendungsfälle angepaßt werden,

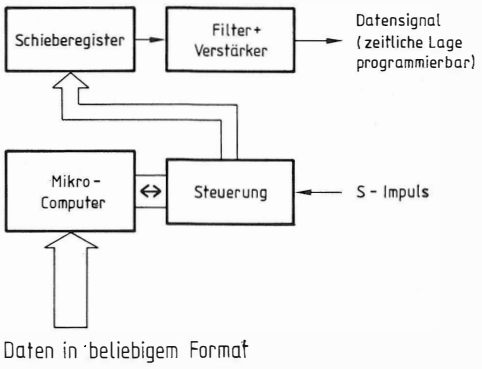


Bild 6
Intelligenter Datensender
(Neues Konzept)

ohne daß eine komplizierte Adaptierung der Hardware vorzunehmen ist.

Das Blockschaltbild (**Bild 6**) zeigt ferner, daß in diesem Anwendungsfall der Mikrocomputer (bestehend aus Prozessor, Speicher und Ein-/Ausgabeperipherie) als zentrale Einheit die Kontrolle der gesamten Steuerung und Datenverarbeitung in den restlichen – noch vorhandenen – Hardwarekomponenten übernimmt, einschließlich der zeitlichen Steuerung und Ausgabe des zu sendenden Datensignals. So wird unter anderem über das Rechnerprogramm bestimmt, in welchem Halbbild und in welchen Zeilen der vertikalen Austastlücke eines Videosignals Datensignale generiert werden sollen. Deshalb ist neben dem üblichen Betrieb, bei dem die Datensignale über ein Einmischgerät in ein Videosignal eingetastet werden, eine weitere einfachere Betriebsart möglich, bei der eine additive Mischung des Datensignals mit dem Fernsehsignal vorgenommen wird, so daß ein Rechnerprogramm letztlich das aufwendige Einmischgerät ersetzt.

Im nächsten Abschnitt soll kurz auf das Funktionsprinzip und damit auf das Rechnerprogramm des Datensenders eingegangen werden, dessen einfacher Aufbau auch ohne eine strukturierte Darstellung oder ein äquivalentes Flußdiagramm beschrieben werden kann.

3.2.1. Funktionsprinzip des Datensenders

Die erste Aktivität des Rechners nach einem Programmstart ist das Einlesen von Daten, die entweder im internen Speicherbereich des Rechners verfügbar sind oder über eine anwenderspezifische Schnittstelle im vereinbarten Datenformat eingelesen werden. Die Daten werden anschließend (je nach Aufgabenstellung) verarbeitet, zwischengespeichert und in das durch die Software vorgegebene Datenformat umcodiert. Doch vor einer Datenausgabe, d. h. dem Generieren einer oder mehrerer Datenzeilen, muß der Rechner mit dem Takt des zur Einmischung verwendeten Fernsehsignals synchronisiert werden. Dazu wird aus dem zugehörigen Sync-Signal das für die Dateneintastung oder -zumischung gewählte Halbbild per Rechnerprogramm selektiert und über einen „Softwarezeilenzähler" die vorprogrammierte Zeile in der vertikalen Austastlücke des Fernsehsignals bestimmt. Anschließend wird ein Oszillator freigegeben, der ein Schieberegister ansteuert, das während des letzten Bildübertragungszeitraums ebenfalls per Rechner mit der aktuellen, auszugebenden Datenkonfiguration geladen wurde. Um mehrzeilige Datensignale erzeugen zu können (wie heute z. B. in der Videotextübertragung üblich), kann das Steuerprogramm so modifiziert werden, daß mehrere Schieberegister per Software geladen und kontrolliert werden können. Analoges gilt auch, wie wir noch sehen werden, für die Funktion des neuen Datenempfängers.

3.2.2. Anwendungsbeispiele

In den nächsten Abschnitten sollen einige Anwendungsmöglichkeiten der bisher beschriebenen Hardware und Software gezeigt werden.

Einer der einfachsten Anwendungsfälle ist der Einsatz des neuen Datensenders zur Generierung von Biphase-Datenzeilen. Das neue Gerät kann, mit der entsprechenden Software ausgerüstet, an Standard-Datenübertragungsformate kommerzieller Rechenanlagen angepaßt werden, so daß Informationen aus einem Rechner direkt übernommen werden können. So können z. B. bei einem rechnergestützten Sendeablauf die Kennung des Tonstatus ebenso wie künftige Zusatzinformationen für Fernsehheimgeräte automatisch verarbeitet und per Datenzeile übertragen werden. Soll der Datensender Datensignale mit anderer Bandbreite und Baudrate generieren, so kann die Hardware durch den Austausch weniger Komponenten (Ausgangsfilter, Oszillator und Rechnerprogramm) umgerüstet werden.

Ein weiteres einfaches Anwendungsbeispiel ist die Verwendung des Datensenders als Generator für Videotext-Testtafeln (**Bild 7**). Die dazu nötigen Daten sind im Festspeicherbereich des Mikrocomputers abgelegt und werden über ein Steuerprogramm zyklisch ausgelesen. Der Datensender kann somit überall dort verwendet werden, wo ein Videotext-Testsignal notwendig ist. Es sei kurz angemerkt, daß mit einem simplen Einchip-Mikrocomputer (**Bild 5**) im Datensender mehrere Testtafeln zur Verfügung gestellt werden können.

Bild 7
Testtafel für Videotextsignale

Wird der Mikrocomputer eines im Videotext-Datenformat programmierten Datensenders durch eine Eingabetastatur mit Standardschnittstelle ergänzt und das Ausgangssignal des Datensenders einem Heimempfänger mit Videotextempfangsteil zugeführt, so können Tafeln im Videotextstandard erstellt werden, die unmittelbar auf dem Heimempfänger sichtbar sind. Dies bedeutet, daß aus einem relativ billigen Datensender und einem Heimempfänger ein Editierplatz minimalen Aufwandes zusammengestellt werden kann. Mit dieser Anlage können in der kleinsten Ausbaustufe mindestens zwölf Videotexttafeln editiert und abgespeichert werden. Die so erstellten Videotexttafeln können auf einen externen Datenträger überspielt und bei Bedarf weiterverarbeitet werden. Falls ein „Kombinierer" zur Verfügung steht, der „regionale" Tafeln in einen übergeordneten Videotextzyklus einbindet, kann der Daten-

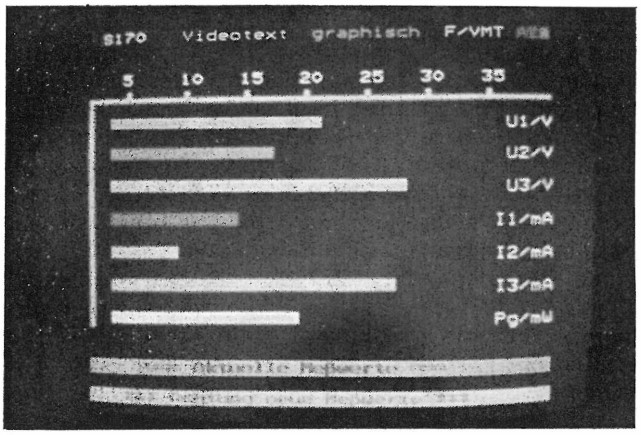


Bild 8
Grafische Darstellung elektrischer Größen auf einem Heimempfänger mit Videotextdecoder

sender gegebenenfalls als „regionale" Videotextanlage verwendet werden.

Nutzen wir zusätzlich einige ohnehin vorhandene freie Dateneingänge des intelligenten Datensenders, um ihn an ein Meßgerät mit Digitalausgängen anzuschließen, so läßt sich der Datensender, der auch in diesem Fall im Videotext-Datenformat programmiert ist, auf einfache Weise zur Anzeige und zur grafischen Darstellung von Meßdaten einsetzen. **Bild 8** zeigt eine mögliche Darstellung elektrischer Größen auf einem Heimempfänger mit den Mitteln des Videotext-Zeichensatzes. Bei geeigneter Gerätekonfiguration können die von einem Meßautomaten ermittelten Videosignalverzerrungen grafisch dargestellt werden. **Bild 9** zeigt als Beispiel die an zwei Signalquellen gemessenen Verzerrungen, wobei die Hardware des Datensenders unverändert bleibt.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit wäre der Einsatz des Datensenders als Generator für ein einfaches, hausinternes Datenverteilsystem im Videotext-Datenformat oder in einem videotextähnlichen Format mit reduzierter Bandbreite ohne zusätzliche aufwendige Rechnerhardware. Schließlich ist mit der gleichen Hardware auch ein Transcoder für codeoptimierte Systeme mit blockfreier Datenstruktur zur redundanzfreien Datenübertragung bei maximalem Informationsgehalt realisierbar. Eine Zeitcodegenerierung während der vertikalen Austastlücke für Schrägspur-Videorecorder (zur Wiedergabe der Zeitcodedaten bei Slow-motion- bzw. Standbildbetrieb) ist ebenfalls möglich. Dem Datensender muß für diesen Zweck der normale Zeitcode zugeführt werden.

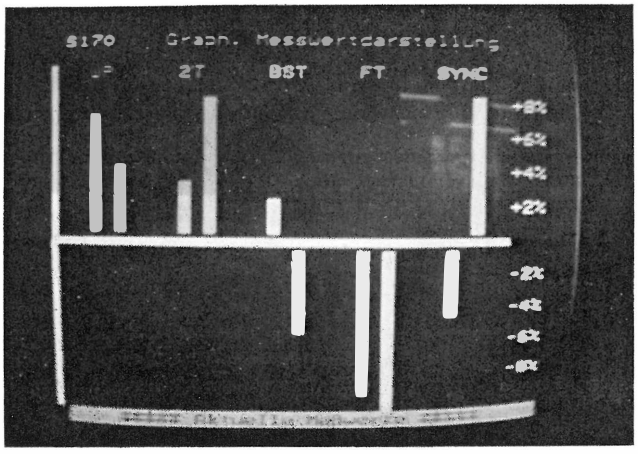


Bild 9
Grafische Darstellung von Videosignalverzerrungen
(2 Meßpunkte)

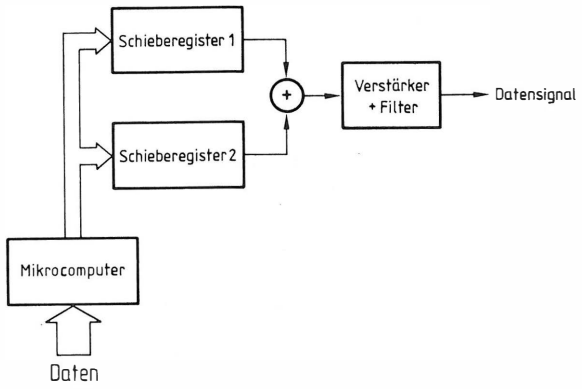


Bild 10
Generierung eines Ternärcodes

Durch eine geringfügige Änderung der Hardware kann der manchmal diskutierte Ternärcode (ein dreistufiger Code) erzeugt werden. In diesem Fall werden die Ausgangssignale zweier Schieberegister addiert (**Bild 10**). Auch bei diesem Codierverfahren kann ein höherer Informationsfluß erreicht werden als bei üblichen zweistufigen Codes.

3.3. Datenempfänger

3.3.1. Funktionsprinzip

Für die empfangsseitige Auswertung und Verarbeitung von Datensignalen im Austastbereich von Videosignalen bietet sich als Gegenstück zum neuen Datensender ein ebenfalls mikrocomputergesteuerter Datenempfänger an. Anhand von **Bild 11** soll seine Funktionsweise erklärt werden.

Bei herkömmlichen Datenempfängern werden, wie bereits erwähnt, bestimmte Startsequenzen (z. B. Framingcode bei Videotext) der übertragenen Daten innerhalb des Fernsehsignals detektiert, um anschließend die nachfolgenden Daten blockweise einlesen und abspeichern zu können. Wird eine Startsequenz nicht erkannt oder ein Datenblock unvollständig gelesen, bedeutet dies den vollständigen bzw. teilweisen Verlust der nachfolgend übertragenen Information.

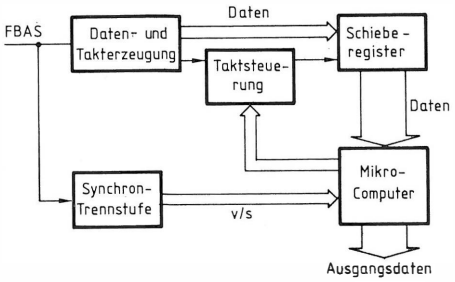


Bild 11
Intelligenter Datenempfänger

Im Gegensatz hierzu wird der neue Datenempfänger nicht durch definierte Startsequenzen oder Datenfolgen vorbereitet, sondern (analog zur Schaltung des Datensenders) während frei bestimmbarer Zeitabschnitte der vertikalen Austastlücke aktiviert. Die während dieser Zeit empfangenen Signale werden wie Datensignale verarbeitet und ungeprüft zwischengespeichert. Während des nachfolgenden Zeitbereichs, dem Bildübertragungszeitraum, wertet der Mikrocomputer des Datenempfängers die zwischengespeicherte Information aus, wobei der Anwendungsbereich des Datenempfängers die Weiterverarbeitung der eingelesenen Daten bestimmt. Dabei sind die verschiedensten Auswertemethoden möglich, wie z. B. die statistische Auswertung mehrfach empfangener Daten, um bei stark gestörten Videosignalen die Übertragungssicherheit zu erhöhen, oder die Fehlerkorrektur der Information bei entsprechend redundanter Datenübertragung.

3.3.2. Anwendungsbeispiele

Auch zum neuen Datenempfänger seien wieder einige Anwendungsbeispiele genannt. Selbstverständlich kann der neue Datenempfänger die gleichen Aufgaben erfüllen wie der bisherige Datenzeilenempfänger. Seine Qualitäten liegen jedoch darin, zusätzliche Prozeßaufgaben übernehmen zu können, ohne daß hierfür weitere Geräte erforderlich sind. Aufgrund seiner eingebauten Intelligenz ist er unter anderem für die folgenden, kurz umrissenen Aufgaben geeignet.

So ist in der Datenzeile unter anderem die Verwaltung eines Fernschreibkanals oder die Anpassung übertragener Fernwirkbits an örtliche Schnittstellen möglich. Des weiteren kann man, durch entsprechende Programmierung des Empfängers, Daten für bestimmte Systemanwender unterdrücken und somit ein adressierbares Datenübertragungssystem aufbauen. Ein zukünftiges Anwendungsgebiet ist außerdem die heimempfängerseitige Auswertung der Zusatzinformationen, aus der sich Prozeßsteuerungen ableiten lassen.

Der Empfänger eignet sich auch für Systeme, die die volle Kapazität eines Zeitmultiplexkanals mittels der Übertragung von Datensignalen mit maximaler Entropie[3] nutzen, ferner für die Datenmeßtechnik, wobei an die Generierung und Auswertung von zyklischen Codes zur Überprüfung der Bitfehlerwahrscheinlichkeit eines Kanals gedacht werden kann.

Ferner können die oben bereits erwähnten statistischen Datenauswertemethoden (z. B. der Mehrfachempfang von Daten mit nachfolgender Fehlerkorrektur) mit Hilfe des neuen Datenempfängerprinzips in kritischen Empfangslagen angewandt werden. Dies kann von Bedeutung sein, wenn der Datenempfänger bei entsprechendem Ausbau für Übertragungsversuche als Videotextempfänger oder als Zusatzsignalempfänger verwendet wird.

4. Schlußbemerkungen

Durch den Einsatz von Mikrocomputern ist die neue Generation von Datensendern und -empfängern relativ einfach an neue Aufgabenstellungen anpaßbar geworden, da sich der überwiegende Teil der Änderungen auf die Software bezieht und gegebenenfalls lediglich einige Hardwarebausteine auszutauschen sind.

Da die Ein- bzw. Ausgabedatenformate der Datengeräte per Software definierbar sind, kann eine Reihe von Modulationsverfahren und Codierungsformen per Datenzeile übertragen werden, wie z. B. strukturierte Datenformen, die wort- bzw. byteorganisiert oder auch blockorganisiert sind. Wesentlich wirksamer kann die Anwendung von strukturfreien Daten sein. Hierdurch wird die Übertragung optimierter Codeformen eröffnet.

Generell wird dies ermöglicht durch eine komplexe Datenverarbeitung im Datensender und -empfänger, die erst durch den Einsatz des Mikrocomputers realisierbar wurde.

Ohne die Verfügbarkeit eines Mikrocomputers wäre es in der Tat undenkbar, derart komplexe Prozesse in einem Datenübertragungssystem abzuwikkeln und dieses in naher Zukunft in einen Massenartikel wie den Fernsehheimempfänger zu implizieren.

---

[3] Entropie = Maß für den mittleren Informationsgehalt

MODERNE FERNSEHEMPFÄNGER — VERHALTEN BEI STEREO- UND MEHRKANALTON UND EIGNUNG FÜR KABELFERNSEHEN[1]

VON REINHARD GOROL[2]

Manuskript eingegangen am 30. August 1982

Fernsehempfängertechnik

Zusammenfassung

Mit der Einführung des Zweitonträgerverfahrens wurden die Tonteile der Fernsehempfänger besser und aufwendiger gestaltet. An einer Reihe von handelsüblichen Fernsehempfängern wurde untersucht, inwieweit die erhöhten Qualitätsanforderungen bei Stereoton und Zweiprogrammbetrieb erfüllt werden, ob z. B. beim Störabstand, abhängig vom Bildsignal oder abhängig von den Bild- und Tonträgerpegeln, bereits HiFi-Qualität erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang werden die unterschiedlichen Meßmethoden für den Tonstörabstand diskutiert. Untersucht werden auch andere wichtige Tonparameter wie Stereo- und Zweikanalübersprechen, Klirrfaktor usw. Ein wichtiger Parameter für den Betrieb an Kabelanlagen sind die Selektionseigenschaften der Empfänger. Diese Meßergebnisse werden im letzten Teil dargestellt.

Summary **Modern television receivers — Behaviour with stereophonic and multi-channel sound and suitability for cable television**

Since the introduction of the two-carrier system, the audio-frequency stages of domestic television receivers have been better and more comprehensively designed. An investigation has been undertaken, using a number of television receivers normally on the market, in order to determine the extent to which the increased demands on quality with stereophonic sound and two-programme operation are met, and whether, for example, „HiFi" quality can be attained when the signal-to-noise ratio is dependent on the picture signal or on the picture and sound carrier levels. In that context, the article discusses the several methods for measuring the sound signal-to-noise ratio. Other important sound characteristics, such as the crosstalk in stereophonic and in dual sound mode, the harmonic distortion factor etc., are also examined. The selectivity characteristics of the receivers constitute an important parameter for operation on cable installations. The results of these measurements are given in the last part of the article.

Sommaire **Comportement des récepteurs de télévision modernes en présence d'un son stéréophonique ou à plusieurs voies et dans les réseaux de distribution par câble**

L'introduction du système à deux porteuses audio a entraîné une amélioration et une augmentation du coût de l'étage audio des récepteurs de télévision grand public. Des recherches ont été effectuées sur toute une série de récepteurs du commerce pour déterminer si les exigences de qualité plus élevées qu'imposent le son stéréophonique et l'exploitation de deux programmes sont satisfaites, et si on peut obtenir un son de haute fidélité, par exemple, alors que le rapport signal/bruit dépend du signal vidéo ou du niveau des porteuses vidéo et audio. On examine à cet effet les différentes méthodes de mesure du rapport signal/bruit, ainsi que d'autres caractéristiques importantes du son, notamment la diaphonie entre voies et le coefficient de distorsion harmonique. La sélectivité du récepteur est primordiale pour la réception de la télédistribution. Les résultats de ces mesures sont présentés dans la dernière partie de l'article.

1. Einleitung

Schon seit einiger Zeit, besonders aber seit Einführung der Mehrkanaltontechnik, wird dem Tonteil der Fernsehempfänger auch von seiten der Gerätehersteller eine stärkere Beachtung beigemessen, als dies im allgemeinen früher der Fall war. Es gibt jetzt Geräte mit dem Zusatz „HiFi" zum Gerätenamen. Im folgenden soll untersucht werden, ob dieser Zusatz berechtigt ist und tatsächlich die Tonqualität und insbesondere der Störabstand deutlich verbessert wurde.

Mit dem Quasi-Paralleltonverfahren, das im Empfänger einen geringfügig höheren schaltungstechnischen Aufwand im Vergleich zum konventionellen Intercarrierverfahren erfordert, ist es gelungen, die Tonstörungen zu vermeiden, die z. B. bei Einblendung von Schrifttafeln auftraten. Daß durch Einführung dieser Technik trotzdem nicht alle Tonstörabstandsprobleme beseitigt sind, zeigen die nachfolgenden Ergebnisse.

Im weiteren wird die Eignung moderner Fernsehempfänger für Kabelanlagen untersucht. Aufgrund neuer Übertragungstechniken wie z. B. Satellitenfernsehen oder auch schon in heutigen Großgemeinschaftsantennenanlagen soll eine Vielzahl von Programmen angeboten werden. Dazu müssen bislang nicht mitbenutzte Kanäle, wie Nachbar- und Spiegelkanäle, belegt werden. Das setzt aber geeignete Geräte voraus.

Zur Klärung dieser Fragen wurden mehrere Fernsehempfänger verschiedener deutscher Hersteller untersucht. In der vorliegenden Arbeit werden die Meßergebnisse der einzelnen Geräte ohne Angabe der Typenbezeichnung oder des Herstellers miteinander verglichen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen unbewerteter und bewerteter Messung. Die unbewertete Messung hat den Nachteil, daß sie die subjektive Störempfindung des menschlichen Gehörs nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund wird im folgenden nur von bewerteten Störabständen die Rede sein.

Für die Ermittlung der bewerteten Störabstände werden im wesentlichen drei verschiedene Filterkurven verwendet:

- die Bewertungskurve A [2],
- die Bewertungskurve nach CCITT-Empfehlung P.53 [3],

[1] Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 10. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in München, 13. bis 16. September 1982.

[2] Dipl.-Ing. Reinhard Gorol ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Übertragungstechnik Fernsehen im Institut für Rundfunktechnik, München.

– die Bewertungskurve nach CCIR-Empfehlung 468-3 [4].

Hinzu kommt, daß entweder der Effektivwert der bewerteten Störspannung oder der sogenannte Quasi-Spitzenwert gemessen werden kann. Von den Heimgeräteherstellern wird meist die Messung mit der A-Kurve in Zusammenhang mit der Effektivwertmessung bevorzugt. Diese Kombination liefert die zahlenmäßig höchsten Störabstandswerte. In der DIN-Vorschrift 45 405 von 1967 wurde die CCITT-Kurve vorgeschrieben, während die Neufassung der DIN 45 405 die Verwendung der CCIR-Kurve bei gleichzeitiger Quasi-Spitzenwertmessung vorsieht.

Beim Rundfunk und bei den Herstellern professioneller Geräte werden die Störabstandsmessungen aufgrund internationaler Vereinbarungen nach der CCIR-Empfehlung 468-3 und mit Quasi-Spitzenwertbewertung vorgenommen. Die Messung entspricht DIN 45 405. Diese Kombination führt zu den zahlenmäßig niedrigsten Störabstandswerten. Man kann jedoch nicht ohne weiteres angeben, um welchen Betrag sich die verschiedenen Meßmethoden voneinander unterscheiden, da das Meßergebnis in starkem Maße von der spektralen Zusammensetzung bzw. vom zeitlichen Verlauf des Störsignals abhängt.

2. Meßmethoden zur Ermittlung der Tonstörabstände

2.1. Bezugspegel

Als Bezugswert für die Störabstandsmessungen dient der Studiovollpegel; das ist der Pegel, der sich bei Modulation des Tonsenders bei einem Hub von ±30 kHz und 500 Hz Modulationsfrequenz am Empfängerausgang ergibt.

Bei den Empfängern, die mit einer Audio/Video-Normbuchse (AV-Buchse) nach DIN 45 482 ausgerüstet waren, wurden alle Messungen an diesem Ausgang vorgenommen. Bei einem Abschlußwiderstand von 10 kΩ streuten die Tonpegel der einzelnen Empfänger zwischen – 9,2 dBm und – 0,5 dBm. Bei Geräten, die keine AV-Buchse besaßen, wurde der Kopfhörerausgang verwendet und mit dem Lautstärkesteller ein Pegel von 0 dBm eingestellt.

2.2. Vergleich verschiedener Tonstörabstands-Meßverfahren

Der Störabstand ist einer der wichtigsten Qualitätsparameter beim Fernseh- und Rundfunkempfänger. Die von den Geräteherstellern in den technischen Daten angeführten Störabstandswerte sind meist wenig aussagefähig, da selten angegeben wird, nach welchem Meßverfahren sie ermittelt wurden.

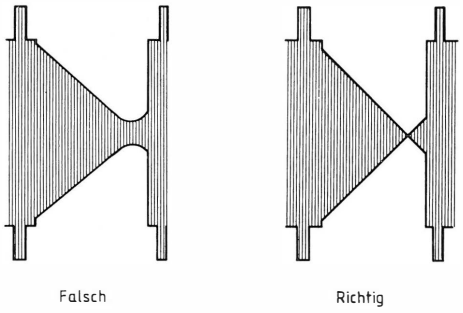


Bild 1

Bild-ZF-Signal bei Übermodulation mit einem Sägezahnsignal zur Einstellung der Modulatorbalance

Das wäre dann nicht notwendig, wenn alle Firmen nach einem einheitlichen Verfahren messen würden. Es gibt aber eine Reihe unterschiedlicher Normen zur Ermittlung des Störabstandes, deren Meßwerte sich teilweise erheblich unterscheiden [1]. Deswegen sollen an dieser Stelle noch einmal die Unterschiede speziell für Störungen beim Fernsehton diskutiert werden.

An zwei Fernsehheimempfängern mit unterschiedlich starken Tonstörungen wurden die Störabstände nach verschiedenen Methoden gemessen. **Tabelle 1** zeigt die Ergebnisse. Zum Vergleich wurde außerdem das Störsignal am Tonausgang der Empfänger durch ein frequenzunabhängiges Rauschsignal (weißes Rauschen) ersetzt und dessen Abstand zum Bezugswert gemessen. Der Unterschied zwischen Quasi-Spitzenwertmessung und der Effektivwertmessung mit Bewertung nach CCIR-Empfehlung 468-3 liegt, je nach Art des Störsignals, zwischen 4 dB und 12 dB. Die Messung nach der A-Kurve weist zu derjenigen nach Rundfunkstandard zwischen 11 dB und 17 dB höhere Zahlenwerte bei gleichen Störungen aus.

3. Messung der Toneigenschaften

3.1. Tonstörabstand in Abhängigkeit von der Bildmodulation

Aufgrund des bei der Tondemodulation im Heimempfänger verwendeten Intercarrierverfahrens – auch das Quasi-Paralleltonverfahren ist trotz des etwas irreführenden Namens ein Intercarrierverfahren [5] – wird der Tonstörabstand von der Bildmodulation beeinflußt. Dabei wird eine infolge der Amplitudenmodulation des Bildträgers auftretende Phasenmodulation von den Tonträgern übernommen.

Bewertung	Störabstand (dB)				
	Gerät A		Gerät B		Weißes Rauschen
	FuBK-Testbild	Schwarzbild	FuBK-Testbild	Schwarzbild	
CCIR 468-3, Quasi-Spitze	30	45	47	52	30
CCIR 468-3, effektiv	40	57	53	60	34
A-Kurve, effektiv	47	57	61	63	44

Tabelle 1

Unterschiede der Störabstandswerte als Folge verschiedener Bewertungsverfahren

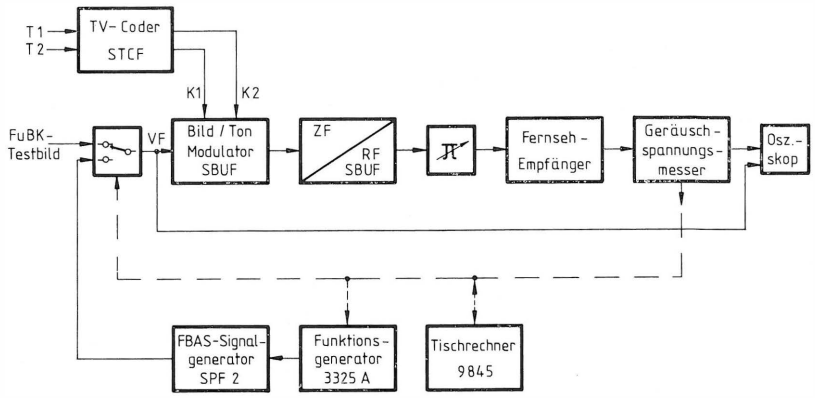


Bild 2

Meßaufbau zur Bestimmung des Tonstörabstandes

Diese störende Phasenmodulation kann der Bildträger sowohl im Sender als auch im Empfänger erhalten. Die von den Pflichtenheften der ARD und der Deutschen Bundespost für Fernsehsender [13] bei kritischen Bildsignalen (FuBK-Testbild) zugelassenen Störabstände liegen bei 50 dB und sind damit höher als bei guten Heimempfängern.

Welche Störabstände moderne Mehrtonempfänger erreichen, wurde mit einem Aufbau nach **Bild 2** untersucht. Um eine Verfälschung der Meßergebnisse durch die bereits erwähnte Phasenmodulation des Bildträgers im Meßsenders weitgehend auszuschließen, wurde vor jeder Meßreihe das korrekte Arbeiten des Bildmodulators überprüft. Dazu wurde das ZF-Signal am Modulatorausgang (beide Tonträger müssen dazu abgeschaltet sein) bei Übermodulation mit einem Sägezahnsignal ohne Farbträgerüberlagerung auf einem Oszilloskop dargestellt. Für den korrekten Modulatorabgleich muß sich ein exakter Schnittpunkt ergeben (**Bild 1**). Häufig wird eine andere Methode zur Einstellung des Modulators angewandt. Dabei wird einem Sägezahnsignal eine hochfrequente Schwingung überlagert. Bei Übermodulation weist dieses Signal am Ausgang eines Hüllkurvendemodulators ebenfalls einen Schnittpunkt auf. Durch den Einfluß der Nyquistflanke ergibt sich aber ein Fehlabgleich.

Ein TV-Zweiton-Coder [12] erzeugte, je nach gewünschter Betriebsart, die Signale, mit denen die beiden Tonträger moduliert wurden. Gleichzeitig erzeugte der TV-Coder einen Pilotträger, der mit Kennfrequenzen entsprechend der gerade vorliegenden Betriebsart moduliert war. Bei allen Messungen war der zweite Tonträger eingeschaltet und ständig mit dem Pilotträger moduliert.

Die Störabstandswerte der untersuchten Empfänger sind in **Tabelle 2** zusammengefaßt. Sie wurden bei einem Eingangspegel von 70 dB (μV) gemessen. Der Bezugswert ist durch ein Signal von 500 Hz bei einem Hub von $\pm$ 30 kHz festgelegt. Gemessen wurde, wie bereits unter **2.1.** beschrieben, möglichst an einem hochpegeligen Ausgang. An anderen Ausgängen, wie z. B. an der Tonbandgerätebuchse, wurden teilweise deutlich schlechtere Störabstände ermittelt. Dies ist vermutlich auf ungenügende Abschirmung der Tonsignalleitungen zurückzuführen. Die Meßwerte sind Quasi-Spitzenwerte nach DIN 45 405 mit Bewertung nach CCIR-Empfehlung 468-3. Der Bildsender wurde mit Sinussignalen von Schwarz bis Weiß moduliert (10/75 % FBASϕ). Zusätzlich wurde der Störabstand bei Modulation mit dem elektronischen Farbtestbild von ARD und ZDF (FuBK-Testbild) gemessen. Die Steuerung des Meßablaufes erfolgte durch einen Tischrechner (**Bild 2**).

Bildmodulation	Störabstand (dB) in Kanal 1 und Kanal 2 für Empfänger Nr.																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		AMF2		10		11		12	
	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
FuBK-Testbild	27	28	47	43	42	40	35	32	27	28	38	31	38	36	27	30	24	24	59	58	29	30	44	37	34	30
Schwarzbild	52	53	55	51	47	46	44	43	56	55	47	46	51	51	50	51	46	45	62	61	60	59	58	54	56	54
Weißbild	31	33	52	44	47	43	41	31	32	34	–	36	46	38	33	35	30	30	60	60	36	37	46	32	39	35
6 kHz	27	27	51	47	42	41	35	32	27	28	33	33	39	37	26	29	22	22	54	52	29	30	47	45	32	33
250 kHz	43	29	31	31	46	25	32	17	44	28	39	–	39	25	39	30	35	26	50	48	43	34	40	24	44	20
(f[T1, T2] – f[B])/2	47	41	45	39	45	31	44	39	49	49	43	44	49	48	46	48	38	38	59	58	52	51	54	52	54	50
(f[T1, T2] – f[B])/3	47	47	54	51	46	43	44	39	49	49	43	44	49	49	46	48	38	38	62	60	52	52	54	53	54	50

f [T1, T2] = Frequenz des ersten bzw. zweiten Tonträgers
f [B] = Frequenz des Bildträgers

Tabelle 2

Störabstandswerte der verschiedenen Empfänger bei unterschiedlichen Bildmodulationssignalen

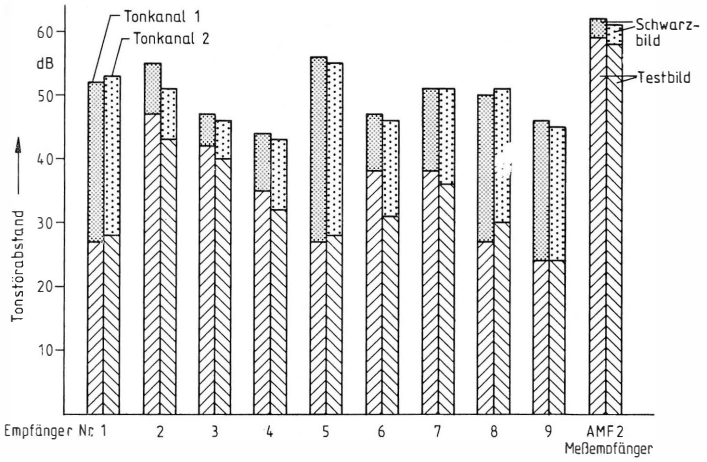


Bild 3

Minimal- und Maximalwerte der Störabstände der einzelnen Empfänger

Bei zwei Empfängern wurde ein stabiler Schaltzustand nicht bei allen Bildmodulationen eingehalten. In solchen Fällen war es nicht sinnvoll bzw. nicht möglich, einen Meßwert in der Tabelle anzugeben.

Insgesamt wurden zwölf Empfänger von neun verschiedenen Herstellern gemessen (**Tabelle 2**). Um die Meßwerte der Heimempfänger besser beurteilen zu können, werden die Vergleichswerte eines Meßdemodulators vom Typ AMF2 der Firma Rohde & Schwarz angeführt. Sie zeigen, was mit großem Aufwand bei einem Intercarrierempfänger erreichbar ist.

Die verschiedenen in der Tabelle angegebenen Bildmodulationssignale ergeben stark unterschiedliche Tonstörungen. Das FuBK-Testbild ist ein Signal, das während der Testbildzeit direkt von den Sendern empfangen werden kann und das nicht nur Aussagen über die Bildqualität ermöglicht, sondern in den Pausen des Tonprogramms auch eine Beurteilung der Tonstörungen eines Empfängers erlaubt. Es repräsentiert eine sehr kritische Bildvorlage. Bei Schwarzbild mit normgemäßen Synchronimpulsen ergeben sich betriebsmäßig die geringsten Tonstörungen, während ein 6-kHz-Sinussignal meist die kritischste Bildmodulation ist, da die Bewertungskurve dort ihr Maximum hat. Das Weißbild entspricht als künstliches Generatorsignal am ehesten den realen Verhältnissen bei natürlichen Bildern. Bei Modulation mit einem 250-kHz-Signal tritt besonders im zweiten Tonkanal eine deutliche Störung auf, die spezifisch für das Zweiträgerverfahren ist [6]. Diese Störung kommt bei normalem Programm kaum vor. Die restlichen Frequenzen sind ganzzahlige Bruchteile der Frequenz des jeweiligen Tonträgers, versetzt um einen solchen Betrag, daß die Störung in das Maximum der Bewertungskurve fällt. Mit diesen Frequenzen kann die Auswirkung von Schrifttafeln simuliert werden, da bei ihnen häufig Frequenzen auftreten, deren Harmonische in die Nähe der Tonzwischenfrequenzen fallen und so zu Tonstörungen führen.

Da das Testbild ein besonders kritisches Bildsignal ist, steht dieser Wert für einen unteren Grenzwert des Störabstandes, der vom tatsächlichen Programmsignal nur zu einem geringen Prozentsatz der Zeit erreicht wird. Während des normalen Programms liegt der Störabstand zum überwiegenden Teil der Zeit in der Nähe des Wertes für Schwarzbild [7].

Bild 3 zeigt die minimalen und maximalen Tonstörabstandswerte von neun verschiedenen Empfängern. Man kann daraus erkennen, daß sowohl bei FuBK-Testbild als auch bei Schwarzbild erhebliche Qualitätsunterschiede zwischen den einzelnen Geräten auftreten.

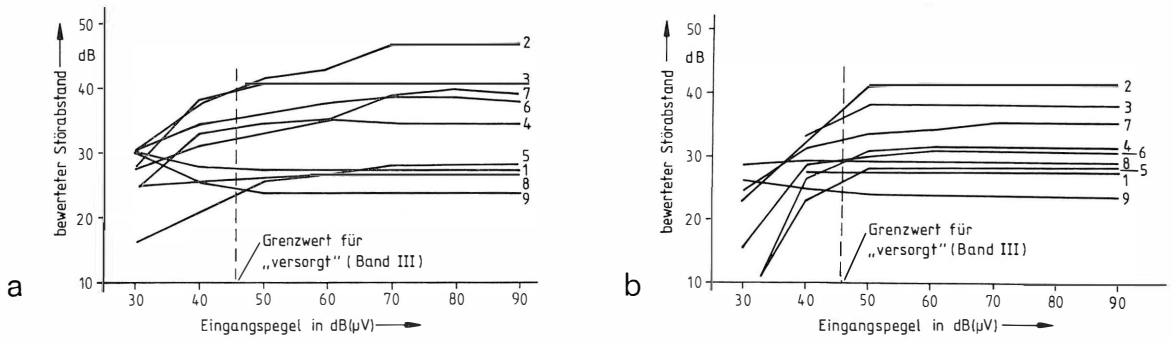


Bild 4

Tonstörabstand bei FuBK-Testbild in Abhängigkeit vom Eingangspegel

a = Tonkanal 1

b = Tonkanal 2

Im Mittel ergibt sich bei Schwarzbild ein bewerteter Tonstörabstand von etwa 50 dB. Die maximale Differenz der Störabstandswerte eines Empfängers zwischen kritischen und unkritischen Bildsignalen betrug 29 dB, die minimale Differenz 5 dB, während sie beim Meßempfänger 3 dB betrug.

Bei einem bestimmten IC-Typ, den verschiedene Gerätehersteller verwenden, ergaben sich nur wenig voneinander abweichende, geringe Störabstände.

3.2. Tonstörabstand als Funktion des Eingangspegels

Je nach Empfangsbedingungen kann der RF-Pegel am Eingang eines Empfängers in weiten Grenzen variieren. Daher wurde untersucht, ob Veränderungen im Tonstörabstand in Abhängigkeit vom Eingangspegel auftreten. Als Meßsignal wurde das kritische FuBK-Testbild gewählt. Damit spielt das Rauschen auch bei kleinen Eingangspegeln nur eine untergeordnete Rolle. Erfreulicherweise kann festgestellt werden, daß bei sämtlichen Geräten der Tonstörabstand sowohl im Tonkanal 1 als auch im Tonkanal 2 ab einem Eingangspegel von etwa 45 dB (μV) weitgehend unabhängig vom Eingangspegel war. Dieser Wert ist bei VHF der Grenzwert, bis zu dem ein Teilnehmer als versorgt gilt. In **Bild 4** sind die Meßwerte von neun Empfängern getrennt für beide Tonkanäle dargestellt.

3.3. Tonstörabstand als Funktion des Bild-/Tonträgerverhältnisses

Gemäß der Ausstrahlungsnorm für das Zweiträgerverfahren [8] liegt der erste Tonträger um 13 dB, der zweite um 20 dB unter dem Synchronspitzenwert des Bildträgers. Durch Reflexionen auf dem Ausbreitungsweg oder bei zu schmalbandigen Verstärkern können beim Teilnehmer jedoch von der Norm abweichende Pegelverhältnisse auftreten. Da die Tonträger relativ nahe beieinanderliegen, treten zwischen ihnen keine nennenswerten Pegelveränderungen auf, sondern nur zwischen dem Bildträger und den beiden Tonträgern. Es wurde untersucht, wie sich solche Änderungen auf den Störabstand auswirken. Der Bildsender war jeweils mit FuBK-Testbild moduliert, um möglichst nur die Einflüsse der Intercarrierstörungen zu erfassen und nicht das Rauschen, das bei abnehmenden Eingangspegeln zunimmt. **Bild 5** zeigt die Ergebnisse für einige charakteristische Empfänger bei einem Eingangspegel von 70 dB (μV). Im Bereich von etwa 50 bis 80 dB (μV) ergaben sich im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie bei 70 dB (μV). Die Werte der nicht aufgeführten Empfänger lagen im Bereich zwischen den dargestellten Kurven.

Aus dem Verlauf der Kurven läßt sich entnehmen, daß eine Verminderung der Tonträgerpegel bei den meisten Geräten eine Verbesserung, eine Erhöhung dagegen eine Verschlechterung der Tonstörabstände bei kritischen Bildsignalen, wie z. B. dem FuBK-Testbild, zur Folge hat.

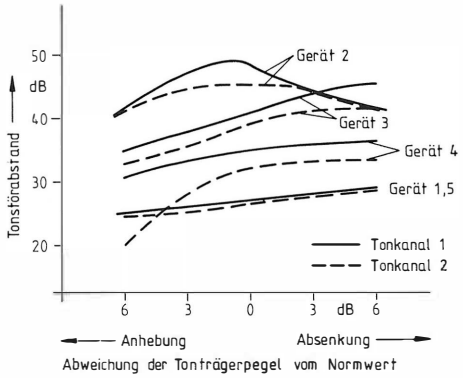


Bild 5
Tonstörabstand bei FuBK-Testbild in Abhängigkeit vom Bild-/Tonträgerverhältnis

In der Praxis wirken sich Beeinflussungen des Signals meist als eine Verringerung der Tonträgerpegel aus [10]. Abhängig vom Empfängereingangspegel kann dadurch der Rauschanteil an den Tonstörungen zunehmen. Aufgrund der in **Bild 5** dargestellten Meßergebnisse kann man aber erwarten, daß sich die Tonqualität bei den meisten Geräten bei normalem Programmsignal nicht verschlechtert, wenn für die Bildversorgung ausreichende Eingangspegel vorhanden sind.

3.4. Schaltschwelle für die Betriebsartenkennung

Um dem Teilnehmer die Bedienung seines Fernsehgerätes zu vereinfachen, soll sich das Fernsehgerät automatisch auf die gerade gesendete Betriebsart (Mono, Stereo, Zweiton) einstellen. Dazu wird auf dem zweiten Tonträger ein Pilotträger von etwa 54 kHz ausgesendet, der bei Mono unmoduliert bleibt, bei Zweiton mit einer Kennfrequenz von etwa 274 Hz und bei Stereo mit etwa 117 Hz amplitudenmoduliert ist. Der AM-Modulationsgrad beträgt 50 %. (Die restlichen 50 % des Modulationsgrades sind für weitere Kennfrequenzen, z. B. zum Ein- und Ausschalten eines Kompanders vorgesehen.)

Da der Pilotträger den zweiten, leistungsschwächeren Tonträger nur mit einem mittleren Hub von $\pm$ 2,5 kHz moduliert, muß seine Auswertung möglichst schmalbandig erfolgen, um ein sicheres Arbeiten zu gewährleisten. In **Tabelle 3** sind die Pegelwerte aufgeführt, bei denen der gewünschte Schaltzustand, d. h. Mono- oder Stereobetrieb, sicher eingehalten und angezeigt wurde. Als Bildmodulation wurde dabei das FuBK-Testbild verwendet; beide Tonträger waren mit Programmsignal moduliert.

Empfänger Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bildträgerpegel für eine sichere Anzeige (dB [μV])	32	25	47	30	29	29	24	36	34

Tabelle 3
Schaltschwellen für die Betriebsartenkennung

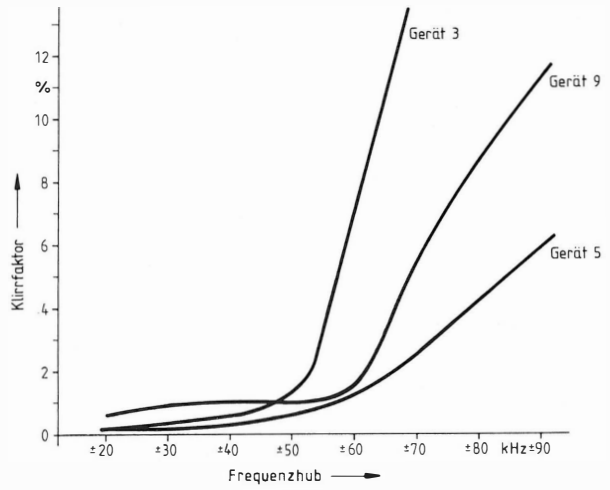


Bild 6
Verlauf des Klirrfaktors in Abhängigkeit vom Hub

3.5. Klirrdämpfung

Wegen der begrenzten Bandbreite der Ton-ZF-Filter treten bei großen momentanen Frequenzauslenkungen der Tonträger Verzerrungen auf. Das kommt naturgemäß vor allem bei Aussteuerung mit Signalen hoher Frequenz und gleichzeitig großen Amplituden vor. Bei Programmsignal wirkt sich dies besonders bei Zischlauten störend aus. Daher wurde untersucht, bis zu welchen Hüben noch mit einer weitgehend unverzerrten Wiedergabe gerechnet werden kann. In **Bild 6** sind exemplarisch von drei Geräten die Klirrfaktoren in einem Tonkanal dargestellt.

Gemessen wurde bei einer Frequenz von 1 kHz mit Hüben bis zu ±90 kHz. Solche Hübe sollten durch sorgfältige Aussteuerung im Studio zwar vermieden werden, kurzzeitige Überschreitungen sind jedoch wegen der senderseitigen Preemphase möglich. Aus dem Ansteigen der Klirrfaktoren in **Bild 6** erkennt man, daß Hübe von mehr als ±50 kHz vermieden werden sollten.

3.6. Zeilenfrequenzdämpfung

Das Fernsehbildsignal enthält wegen seiner Zeilenstruktur starke Signalanteile bei der Zeilenfrequenz von 15 625 Hz. Diese Frequenz liegt nur knapp oberhalb der Grenze von 15 kHz, bis zu der sich der Übertragungsbereich der Tonsender erstreckt. Aufgrund der Intercarrierdemodulation gelangen diese Frequenzanteile als Störsignale in beide Tonkanäle. Weiter können Zeilenfrequenzanteile durch Einstreuung aus dem Ablenkteil des Fernsehgerätes in die Tonsignale gelangen.

Ist der Pegel der Horizontalfrequenzanteile nicht genügend gedämpft, so äußert sich dies in einem ständigen hohen Pfeifton, vor allem bei Wiedergabe über hochwertige Lautsprecher. Außerdem können zu große Zeilenfrequenzpegel Störungen bei Bandaufnahmen verursachen, insbesondere wenn ein Rauschunterdrückungssystem verwendet wird. Gleichzeitig ergibt sich natürlich auch eine Verschlechterung des bewerteten Störabstandes.

Daher wurde neben der Messung des Störabstandes eine selektive Messung bei der Horizontalfrequenz durchgeführt. Die Meßwerte der Empfänger sind in **Tabelle 4** zusammengefaßt. Sie sind auf einen Hub von ±30 kHz bezogen. Als Bildmodulation wurde Schwarzbild verwendet.

Wie man aus **Tabelle 4** ersehen kann, bestehen zwischen den einzelnen Empfängern deutliche Unterschiede. Um Störungen durch Horizontalfrequenzanteile im elektrischen Signal zu vermeiden, sollte die Dämpfung mindestens 55 dB betragen. Die akustische Abstrahlung zeilenfrequenter Töne durch das Gerätechassis selbst ist ein zusätzliches Problem, das bereits ausführlich in [11] untersucht wurde.

3.7. Übersprechdämpfung

Ein wichtiger Parameter bei der Mehrtonübertragung ist die Übersprechdämpfung sowohl bei Stereo- als auch bei Zweitonbetrieb. Dabei liegen zwei grundsätzlich unterschiedliche Mechanismen für das Übersprechen vor:

1. Bei Zweitonbetrieb sind beide Tonträger mit weitgehend unabhängigen Signalen moduliert. Daraus ergibt sich eine sehr hohe Anforderung an die Übersprechdämpfung. Die Werte dafür sollten mehr als 60 dB betragen. Bei der Realisierung dieser Forderung kommt es vor allem auf die Ton-ZF-Filter an. Auch müssen die Schaltungen sorgfältig aufgebaut werden, um audiofrequente Verkopplungen in Form von kapazitivem Übersprechen zu vermeiden.
2. Bei Stereobetrieb sind die Anforderungen an die Übersprechdämpfung rein zahlenmäßig wesentlich geringer. Hier sind 30 dB bereits ein guter Wert. Daß dieser Wert trotzdem nicht ganz einfach zu erreichen ist, liegt daran, daß das Stereosignal aufgrund der Kompatibilitätsforderung für Monogeräte matriziert werden muß, d. h. der erste Tonträger überträgt das Monosignal (L+R)/2, der zweite die Information des rechten Kanals (R) [12]. Zur Wiedergewinnung der Links-Information muß das Rechts-Signal vom Monosignal exakt subtrahiert werden. Sind nun zwischen den Signalen der beiden Tonträger Amplituden- und/oder Phasenunterschiede eingetreten, so führt die

Zeilenfrequenzdämpfung (dB)	Empfänger Nr.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kanal 1	50	55	50	36	50	45	72	65	52
Kanal 2	50	52	59	34	49	40	66	68	44

Tabelle 4
Zeilenfrequenzdämpfung bezogen auf 500 Hz und ±30 kHz Hub

Gerät Nr.	Hub des störenden Tonträgers (kHz)	Übersprechpegel (— dB) K1 → K2			Übersprechpegel (— dB) K2 → K1		
		Modulationsfrequenz			Modulationsfrequenz		
		1 kHz	5 kHz	10 kHz	1 kHz	5 kHz	10 kHz
1	30	70	64	66	>80	>80	>80
	50	67	62	64	>80	80	>80
2	30	66	66	68	78	73	72
	50	62	63	64	73	68	67
3	30	62	55	54	60	53	52
	50	58	52	52	57	50	50
4	30	>80	73	68	>80	76	70
	50	>80	70	66	70	65	62
5	30	>80	80	80	78	72	72
	50	>80	78	78	75	68	68
6	30	56	48	47	>80	74	74
	50	51	43	42	78	72	72
7	30	72	80	80	>80	77	77
	50	70	74	78	76	73	74
8	30	75	74	75	74	>80	80
	50	69	69	70	69	81	77
9	30	66	69	71	63	65	70
	50	62	65	66	58	62	66

Tabelle 5
Übersprechpegel bei Zweikanalbetrieb

Subtraktion nicht mehr zur völligen Auslöschung der Rechtsanteile im Monosignal und es entsteht ein Übersprechen von rechts nach links. In der umgekehrten Richtung entspricht das Übersprechen demjenigen bei Zweitonbetrieb und ist somit normalerweise zu vernachlässigen.

Bei der Ermittlung des Zweikanalübersprechens wurde der jeweils störende Kanal mit verschiedenen Frequenzen und zwei verschiedenen Hüben moduliert, und zwar mit ±30 kHz Nennhub und mit dem zulässigen Spitzenhub von ±50 kHz. Als Bezug gilt aber immer derjenige Ausgangspegel im Nutzkanal, der sich bei einer Modulationsfrequenz von 500 Hz und einem Hub von ±30 kHz ergibt. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 5** zusammengefaßt. Sie können im allgemeinen als gut oder sogar als hervorragend bezeichnet werden. Nur bei zwei der getesteten Geräte (Nr. 3 und Nr. 6) traten Werte von weniger als 55 dB auf, die als nicht mehr ausreichend anzusehen sind.

Das Stereoübersprechen wurde nur bei ±30 kHz Hub gemessen. In **Tabelle 6** sind diese Meßergebnisse dargestellt. Entsprechend den Anforderungen der

Frequenz	Übersprechdämpfung R → L (dB)								
	Gerät Nr.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 kHz	32	40	32	26	20	25	23	39	44
5 kHz	32	33	30	26	19	35	28	41	45
10 kHz	33	32	30	28	24	50	34	40	32

Tabelle 6
Stereoübersprechdämpfung

Störkanal		Relativer Pegel (dB) des Störers an der Sichtbarkeitsgrenze								
		Gerät Nr.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Unterer Nachbarkanal	VHF	+ 4	–14	– 1	+ 3	+ 5	0	– 1	– 2	–15
	UHF	+ 6	+11	– 3	– 6	+ 5	+13	+ 6	+11	– 6
Oberer Nachbarkanal	VHF	– 3	– 6	– 3	– 7	– 2	– 5	– 4	–11	–10
	UHF	0	– 1	– 3	+12	0	– 2	0	+ 6	0
Kanäle im	VHF	+20	>20	+ 8	+12	+18	>20	+12	>20	+20
ZF-Abstand	UHF	+10	+ 1	0	–20	0	+ 5	– 9	>20	+ 2
Spiegelkanäle	VHF	+13	– 5	0	+12	– 7	+10	+ 3	0	– 3
	UHF	+12	+ 1	+10	0	0	– 8	+ 7	+ 8	– 1

VHF-Nutzkanal = K10
UHF-Nutzkanal = K35
Pegel des Nutzsenders = 70 dB (µV)

Tabelle 7
Störkanalpegel für gerade sichtbare Störungen

DIN 45 500 für UKW-Empfänger sollten auch Fernsehempfänger im Frequenzbereich von 250 Hz bis 6300 Hz eine Übersprechdämpfung von 26 dB nicht unterschreiten. Diese Forderung wird von den meisten Geräten erfüllt.

4. Selektionseigenschaften für Betrieb an Kabelanlagen

Im Hinblick auf die Verwendung der Empfänger an (Groß-)Gemeinschaftsantennenanlagen wurde untersucht, ob Nachbar- und Spiegelkanäle oder Kanäle bei der Oszillatorfrequenz im Nutzkanal zu Störungen führen. Dazu wurde ein einfaches und praxisnahes Meßverfahren angewandt: Das direkt empfangene Antennensignal der Ortssender im VHF- und UHF-Bereich wurde auf einen definierten Pegel verstärkt und gleichzeitig mit einem vollständigen Fernsehsignal aus einem Laborsender auf den Empfängereingang gegeben. Der Laborsender war auf jeden beliebigen Fernsehkanal einstellbar und übernahm daher die Funktion des Störsenders. Sein Pegel wurde solange verändert, bis eine Störung gerade sichtbar wurde (Sichtbarkeitsgrenze). Die zulässige relative Abweichung des Störkanalpegels in Bezug auf den Nutzkanalpegel wird hier als Störfestigkeit bezeichnet. Ein Wert von 0 dB bedeutet, daß ein gleichstarker Sender eine gerade sichtbare Störung erzeugt.

Wenn in einer Kabelanlage Nachbar- oder Spiegelkanäle benutzt werden, so sind die dadurch hervorgerufenen Störungen ständig vorhanden. Die Empfänger müssen daher eine genügende Sicherheitsreserve gegen derartige Störungen bieten. Negative Werte in **Tabelle 7** bedeuten eine ungenügende Störfestigkeit, weil hierbei Störungen bereits sichtbar sind. In einer Kabelanlage sind aber zwischen den einzelnen Kanälen Pegelabweichungen von ± 3 dB zugelassen. Daher kann im ungünstigsten Fall der Störer 6 dB größer als der Nutzsender sein. Daraus ergibt sich, daß die Störfestigkeit mehr als 6 dB betragen sollte. Aus **Tabelle 7** geht hervor, daß alle Geräte diese Forderung nur teilweise erfüllen.

Für die Versorgungsgrenze ist nach CCIR-Bericht 306 eine bestimmte Dauerstörung zulässig. Sie ist eine deutlich sichtbare Störung, die auf Kabelanlagen nicht mehr zugelassen werden sollte, da man damit rechnen muß, daß ausbreitungsbedingte Störungen noch zusätzlich hinzukommen. Daher wäre ein Wert zwischen Sichtbarkeitsgrenze und CCIR-Dauerstörer ein Kompromiß.

5. Bewertung der Ergebnisse

Die an mehreren Geräten verschiedener Hersteller ermittelten Meßergebnisse geben den Stand der Empfängertechnik kurz nach Einführung der Mehrkanaltontechnik beim Fernsehen wieder. Der für diese Übertragungstechnik wichtige Parameter, die Übersprechdämpfung, ist bei Stereo- und Zweitonbetrieb bei den meisten Geräten vollkommen ausreichend. Die Tonstörungen bei Schrifteinblendungen sind durch die Einführung der Quasi-Paralleltontechnik weitgehend beseitigt. Anders sieht es dagegen mit durch Phasenstörmodulation des Bildträgers verursachten Tonstörungen aus. Verbesserungen in Richtung auf eine HiFi-gerechte Wiedergabe wären hier bei fast allen Geräten noch wünschenswert. Die Selektionseigenschaften sind gegenüber früheren Messungen deutlich verbessert worden, so daß bei den meisten Geräten bei Anschluß an Kabelanlagen keine Probleme mehr auftreten. Einige Geräte zeigten noch Störungen bei Nachbarkanalbetrieb.

Die Entwicklung neuer und verbesserter integrierter Schaltungen ist nicht abgeschlossen. So sind beispielsweise die Dematrizierschaltungen der untersuchten Geräte mehr oder weniger diskret aufgebaut. In der Zukunft wird dafür nur noch eine einzige integrierte Schaltung erforderlich sein. Ob allerdings

der bislang noch unzureichende Tonstörabstand deutlich verbessert werden kann, läßt sich nicht voraussagen. Ein möglicher Ausweg wäre im Einsatz eines Kompandersystems für den Fernsehton gegeben.

SCHRIFTTUM

[1] Krastel, O.: Störpegelmessung und Störpegelnormung. Funkschau 53 (1981), Heft 16, S. 70 bis 72.

[2] IEC: Sound system equipment. Publ. 268-3, Part 3: Sound system amplifiers. Hrsg. v. d. IEC, Genf 1969.

[3] DIN 45405: Geräusch- und Fremdspannungsmesser für elektroakustische Breitbandübertragung. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1967. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin—Köln.

[4] CCIR: Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcasting. Rec. 468-3, XVth Plenary Assembly, Geneva 1982, Vol. X: Broadcasting Service (Sound). Hrsg. v. d. UIT, Genf, im Druck.

[5] Rehak, M.; Kriedt, H.: Quasi-Paralleltonkanal für störungsfreien Fernsehton. Funkschau 51 (1979), S. 349 bis 352.

[6] Schneeberger, G.; Gorol, R.: Einfluß nichtlinearer Übertragungsglieder auf die Fernsehtonqualität beim Zweiträgerverfahren. Rundfunktech. Mitt. 25 (1981), S. 106 bis 112.

[7] Schneeberger, G.: Beurteilung und Stand der Fernsehtonqualität beim Differenzträger-Tonempfang. Rundfunktech. Mitt. 26 (1982), S. 106 bis 111.

[8] CCIR: Transmission of several sound or information signals in television. Rep. 795, XVth Plenary Assembly, Geneva 1982, Vol. X: Broadcasting Service (Sound). Hrsg. v. d. UIT, Genf, im Druck.

[9] Dinsel, S.: Verbesserung des Fernsehtones und zweiter Tonkanal beim Fernsehen. Funkschau 51 (1979), S. 1105 bis 1107 und S. 1167 bis 1168.

[10] Gysel, H.: Feldmessungen des Zwei-Tonträger-Verfahrens im Fernsehen. Bulletin technique PTT (1982), Heft 3, S. 139 bis 142.

[11] Gorol, R.; Wollherr, H.: Akustische Störungen bei der Zeilenfrequenz von Fernsehempfängern. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 175 bis 179.

[12] Aigner, M.; Gorol, R.: Eine neue Stereomatrizierung für den Fernsehton. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 10 bis 13.

[13] IRT: Fernsehsender der Frequenzbereiche I, III, IV und V. Tech. Pfl.-Heft Nr. 5/2.1 der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg. v. Institut für Rundfunktechnik, München, Februar 1982.

RECHNEREINSATZ IM SENDERNETZ DES BAYERISCHEN RUNDFUNKS

VON HANS-JOACHIM GÖTZ[1]

Manuskript eingegangen am 13. September 1982 Sendertechnik

Zusammenfassung

Beim Bayerischen Rundfunk wurde ein rechnergestütztes Fernsteuer- und Fernüberwachungssystem für das Sendernetz installiert. Angeschlossen wurden 14 Grundnetzsender, die vier Hörfunkprogramme und ein Fernsehprogramm abstrahlen. Die Ausdehnung der Sendezeit und die Einführung des Vormittagsprogramms erforderten den Einsatz moderner Hilfsmittel, um mit der vorhandenen Personalkapazität die vielen zusätzlichen Aufgaben erfüllen zu können. Mit der Inbetriebnahme des Systems SEPAS (Sendernetz-Prozeß-Automatisierungs-System) werden die Grundnetzsender von 2 Zentralen aus gesteuert und die Betriebszustände aller Sendeeinrichtungen automatisch erfaßt, ausgewertet und protokolliert. Die gesamte Anlage wurde als Rechnerverbundsystem aufgebaut. Die Datenfernübertragung erfolgt mit Hilfe des Audiodat-60-Systems im UKW-Multiplexsignal.

Summary **The use of computers in the transmitter network of the Bayerischer Rundfunk**

The Bayerischer Rundfunk has installed a computer-supported remote-control and remote-supervision system for its transmitter network. Connected to that system are fourteen main-network transmitters broadcasting four sound programmes and one television programme. The extension of the hours of transmission and the introduction of programmes in the forenoon demanded the adoption of modern facilities, in order to enable the existing staff to handle the many additional tasks. By taking into service the SEPAS (transmitter network operation automation system), the main-network transmitters are controlled from two centres, and the operational state of all the transmission installations is automatically acquired, evaluated and printed out. The entire installation has been constructed as an integrated computer system. Remote data transmission is effected in the VHF multiplex signal by means of the Audiodat-60 System.

Sommaire **Utilisation d'ordinateurs dans le réseau d'émetteurs du Bayerischer Rundfunk**

Le Bayerischer Rundfunk a équipé son réseau d'émetteurs d'un système de télécommande et de télésurveillance commandé par ordinateur. Quatorze stations principales qui diffusent quatre programmes de radio et un programme de télévision y sont reliées. L'accroissement du temps d'émission et l'introduction de programmes matinaux ont exigé l'adaption de moyens d'exploitation plus modernes destinés à permettre au personnel existant d'exécuter les nombreuses tâches supplémentaires. Dans le système SEPAS (système d'automatisation de l'exploitation d'un réseau d'émetteurs), les stations principales sont surveillées à partir de deux centres de contrôle et la situation de toutes les installations d'émission est automatiquement relevée, évaluée et enregistrée. L'ensemble a été conçu comme un système d'ordinateurs intégré. Les données sont transmises au moyen du système Audiodat 60 dans un multiplex en bande métrique.

1. Einleitung

Um die Versorgung in Bayern mit vier Hörfunkprogrammen und dem ARD-Fernsehprogramm sicherzustellen, betreibt der Bayerische Rundfunk ein Sendernetz, das aus 14 Grundnetzsendern und einer großen Anzahl von kleineren Sendestationen besteht (**Bild 1).** 12 Grundnetzsender sind ständig mit Mitarbeitern besetzt. Durch eine moderne Betriebsabwicklung im Sendernetz soll nun erreicht werden, bestehende Personalengpässe abzubauen und zukünftige Aufgaben mit derselben Personalkapazität zu bewältigen. Mit Hilfe eines rechnergestützten Systems wurde eine zentralisierte Steuerung und Überwachung der Sendestationen geschaffen. Die damit zu erreichende Unabhängigkeit von Schaltzeiten und Programmen ermöglicht es, das Personal von Routineaufgaben bei Überwachungs- und Steuerfunktionen zu entlasten.

2. Aufgaben

Ein Fernsteuer- und Fernüberwachungssystem für ein umfangreiches Sendernetz hat eine Vielzahl von Funktionen und Aufgaben zu bewältigen, die folgendermaßen gegliedert werden können:

- Fernüberwachung:

  Durch die Erfassung von Meldungen der UKW- und Fernsehsendeeinrichtungen ist es möglich, ständig einen aktuellen Überblick über die Betriebszustände des gesamten Sendernetzes zu erhalten.

- Fernsteuerung:

  Unabhängig vom Betriebspersonal einer Sendestation können sämtliche Steuervorgänge für die Sendeeinrichtungen mit Fernsteuerbefehlen durchgeführt werden.

- Prozeßdatenverarbeitung:

  Viele Daten einer Sendestation müssen miteinander verknüpft oder unterschiedlich bewertet werden. Außerdem stehen sie teilweise in direktem Zusammenhang mit abgegebenen Befehlen. Deshalb ist es notwendig, sie zum größten Teil wie folgt weiterzuverarbeiten:
  - Störungsbewertung,
  - Alarmbewertung,
  - Protokollierung usw.

  Hinzu kommen eine dialogorientierte Bedienführung sowie Testsysteme für die Anlagenkomponenten.

[1] Dipl.-Ing. Hans-Joachim Götz ist Projektgruppenleiter in der Hauptabteilung Technische Planung und Beschaffung beim Bayerischen Rundfunk, München.

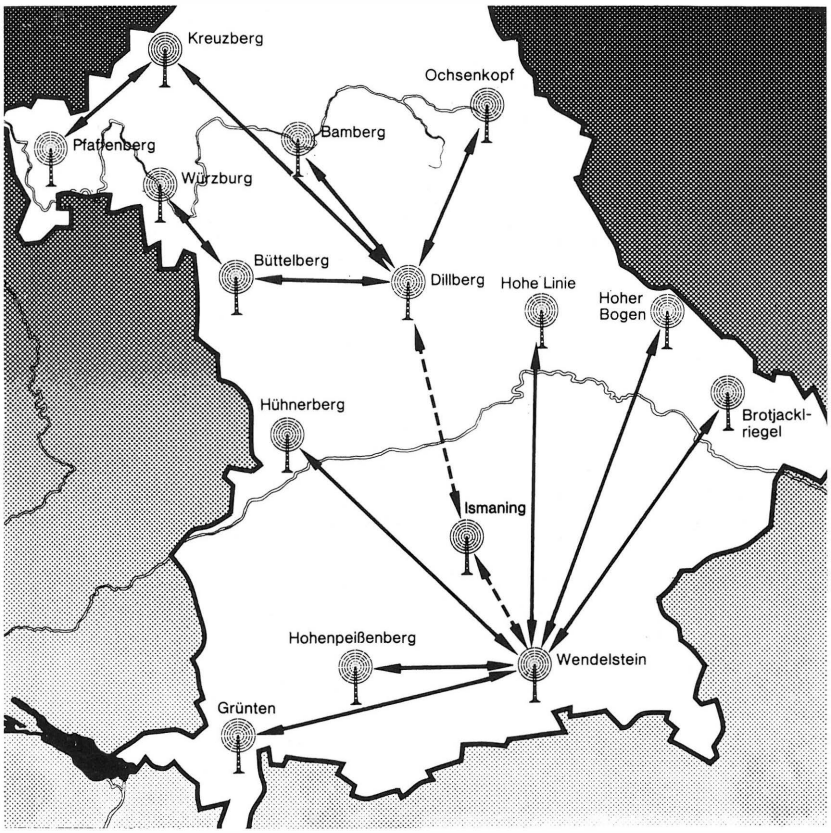


Bild 1
Grundnetzsender des Bayerischen Rundfunks

3. Systemkonzept

Die Lösung dieser Aufgaben erfordert den Einsatz von möglichst flexiblen technischen Anlagen. Dem heutigen Stand der Technik entsprechend kommt hier nur der Einsatz von Mikro- und Minicomputern in Frage. Außerdem ist es unumgänglich, eine Aufgabenteilung durchzuführen und dezentrale Systeme zu schaffen, die Datenvorverarbeitungsaufgaben übernehmen und eine Zentrale entlasten.

Aus diesen Gründen wurde die Sendernetzsteuer- und -überwachungsanlage als Rechnerverbundsystem konzipiert, bei der jeder Station ein eigenes Mikrocomputersystem zugeordnet ist. Dieses übernimmt autarke Aufgaben, ist aber über einen Datenkanal mit dem Rechner der Zentralstation verbunden.

4. Netzstruktur

Die Stationen wurden nach geographischen und betrieblichen Gesichtspunkten zu Gruppen zusammengefaßt. Jede Sendergruppe besteht aus einer Zentralstation und mehreren Stationen, die fernüberwacht und ferngesteuert werden. Die Aufgabe der Station ist es, einen automatischen Betrieb der Sendeanlagen durchzuführen. Dies geschieht an jeder Sendestation über die Steuerung durch den Mikrocomputer oder durch Befehle der Zentrale, wobei wichtige Meldungen an die Zentrale geschickt werden. Bei Wartung oder einem eventuellen Ausfall der Zentrale wird der automatische Betrieb der einzelnen Sendestationen nicht beeinträchtigt. Zwei Stationen sind Relaisstationen, die die zusätzliche

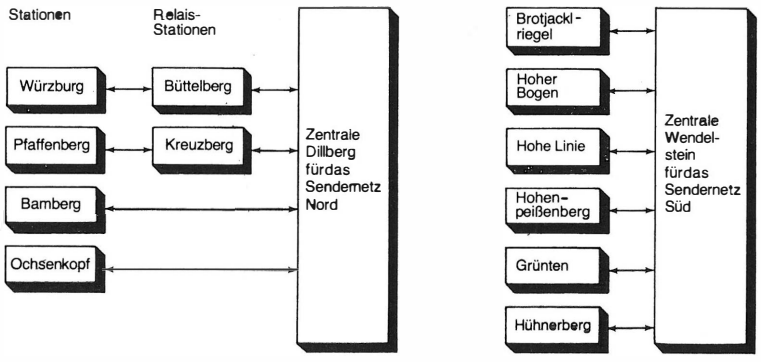


Bild 2
Netzstruktur des Fernsteuer- und Fernüberwachungssystems

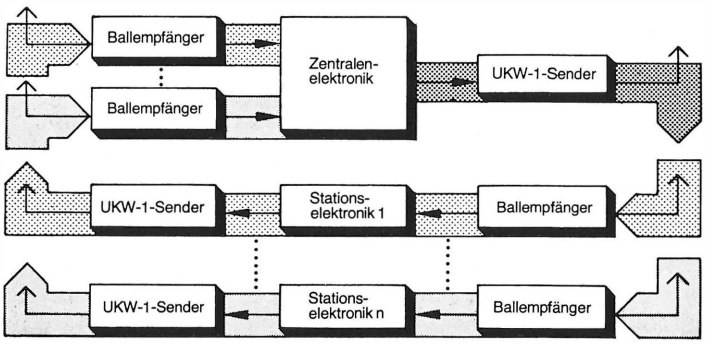


Bild 3
Datenfluß der Datenfernübertragung

Aufgabe haben, Informationen von und zu Unterstationen weiterzuleiten, die nicht direkt von den Zentralen erreicht werden können.

Bild 2 zeigt die Aufteilung der Sendestationen in Zentralen, Relaisstationen und Stationen. Die Relaisstationen sind aufgrund des Systemkonzeptes in Hardware und Sofware identisch mit den Stationen und waren notwendig, da zwischen der Zentrale Dillberg – bedingt durch ihre örtliche Lage – und den Stationen Würzburg und Pfaffenberg keine direkten Datenverbindungen eingerichtet werden konnten.

5. Übertragungssystem

5.1. Datenverbindung

Die Zentrale und die Stationen werden über Datenkanäle miteinander verbunden (**Bild 3**). Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen wird für die Übertragung der Fernwirkbefehle und der Rückmeldungen das Audiodat-60-System der Firma Rohde & Schwarz verwendet. Mit ihm werden die notwendigen Daten in das UKW-Multiplexsignal eingelagert (**Bild 4**). Für die Steuerung von den Zentralen aus konnten vorhandene Ballstrecken verwendet werden. Für den Datenempfang der Rückmeldungen jedoch mußten großenteils neue Empfangseinrichtungen geschaffen werden. Zusätzlich kann an den Zentralen auch das Bild der überwachten Fernsehsender empfangen und kontrolliert werden.

5.2. Datentelegrammstruktur

Die zwischen der Zentrale und den Stationen auszutauschenden Informationen werden in einzelnen Telegrammen übertragen, die von den Stationen und den Zentralen erkannt und decodiert werden. Der Aufbau eines solchen Datentelegramms ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Empfängerkennung	
Senderkennung	
Telegrammnr.	Telegrammtyp
Telegramminformation (min. 1 Byte, max. 40 Byte)	
BCS-Byte 2	BCS-Byte 1
8 Bit	8 Bit

Tabelle 1
Datentelegramm

5.3. Übertragungsgeschwindigkeit und Übertragungssicherheit

Die Datenübertragung erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 200 Bit pro Sekunde. Durch eine Komprimierung der Befehlstelegramme wird außerdem erreicht, daß Fernsteuerbefehle innerhalb einer Sekunde übertragen und ausgeführt werden. Das System bietet somit die Möglichkeit, auch von der Zen-

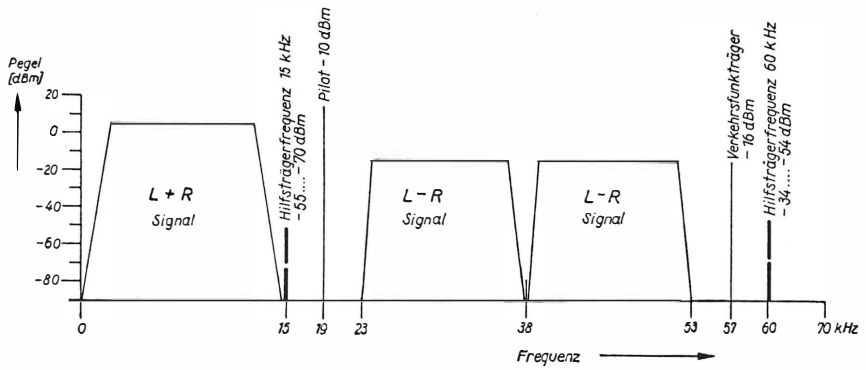


Bild 4
Frequenzbelegung des Stereo-Multiplexsignals

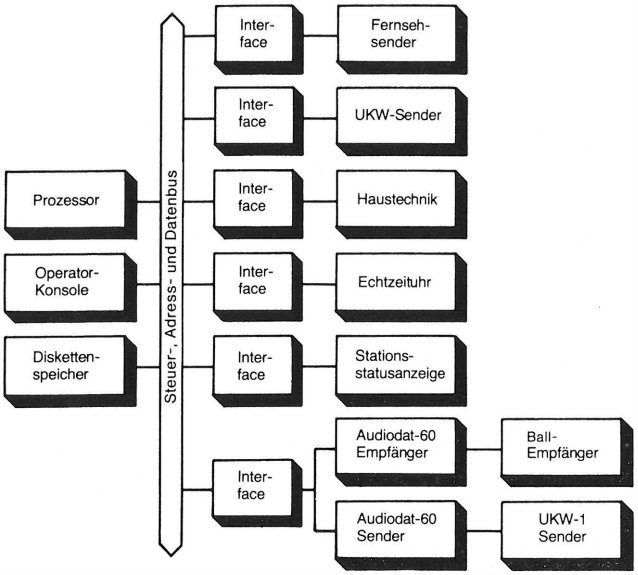


Bild 5
Prinzipielles Blockschaltbild einer Stationselektronik

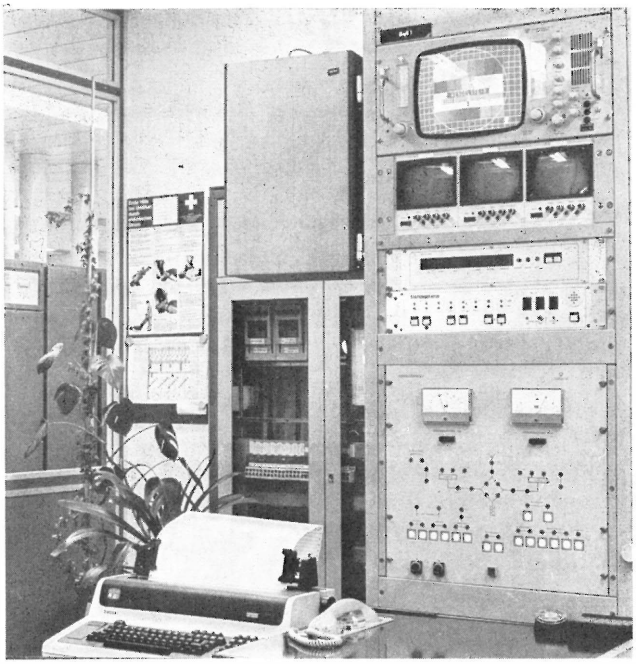


Bild 7
Kontrolleinrichtungen einer Sendestation

trale aus mit Sekundengenauigkeit Modulationsaufschaltung durchzuführen.

Die optimale Telegrammlänge von etwa 40 Byte, die in ausführlichen Versuchen ermittelt wurde, sowie das Quittierungs- und Rückmeldeverfahren ergeben eine hohe Übertragungssicherheit. Falsch ausgeführte Befehle bzw. nicht erkannte Telegrammfehler konnten bisher nicht festgestellt werden. Durch ein spezielles Adressierverfahren können innerhalb eines Netzes Einzelstationen, beliebige Gruppen (z. B. bei Regionalisierung) oder alle Stationen gleichzeitig angesprochen werden (Sammelruf). Zusätzliche Kennbits sind für das Süd- und Nordnetz und für Folgeadressen vorhanden.

6. Stationselektronik

Mit Hilfe der neuen Stationselektronik wird ein sich selbst steuernder, autarker Betrieb einer Sendestation ermöglicht. Nur bei Änderungen des vorprogrammierten Betriebsablaufs oder bei Alarmzuständen wird von der Zentrale aus mit Fernsteuerbefehlen in die Eigensteuerung der Station eingegriffen. Die Zentrale hat jedoch stets einen Überblick über den aktuellen Zustand der Sendestationen.

Den Kern der Stationselektronik bildet ein Mikrocomputersystem (PDP 11/23 der Firma DEC), das über einen Steuer-, Adreß- und Datenbus den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Anlagen und Geräten in Abhängigkeit von eingegebenen Programmen steuert und überwacht (**Bild 5**). Durch die Busschnittstelle (CAMAC) ist es möglich, schrittweise ein umfangreiches System aufzubauen (**Bild 6**).

Das Stationssystem besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten (**Bild 7**):

- Mikrokomputersystem PDP 11/23,
- Bedienschreibmaschine LA 38,
- Floppy Disk,
- DCF-77-Echtzeituhr,
- Audiodat-60-Empfänger und -Sender,
- CAMAC-Datenweg,

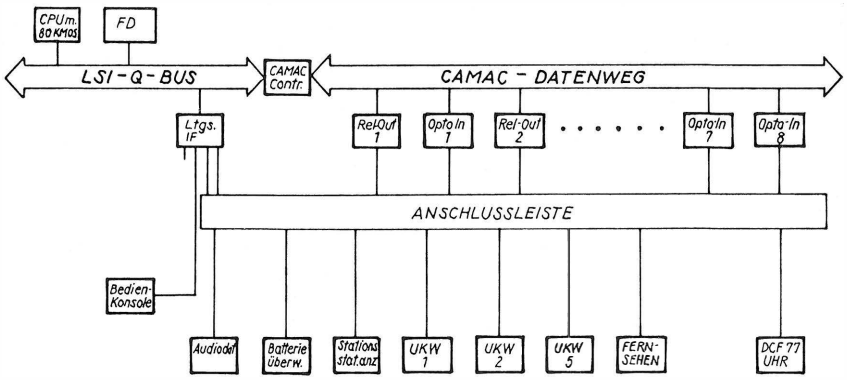


Bild 6
Bussystem der Stationselektronik

- Interface zu den UKW- und Fernsehsendern sowie zu deren Modulationsquellen und Überwachungsgeräten,
- Interface zu den Netz- und Betriebsspannungsüberwachungen,
- Stationsstatusanzeige.

6.1. Bedienschreibmaschine

Zur Ausgabe von Protokollen und zur Programmierung der Stationsautomatik wird ein DEC-Writer (LA 38) benutzt. Über die integrierte alphanumerische Tastatur können folgende Eingaben vorgenommen werden:

- direkte Steuerung der Station mit einem Dialogsystem;
- Programmierung der Steuerfunktionen (vorbereitend, zyklisch);
- Abfrage des Stationsstatus, der sortierten Ereignislisten usw.;
- Bedienung des Testsystems.

6.2. Floppy Disk

Die Floppy-Disk-Einheit ist zum Laden des Programms und der Stationsparameter vorgesehen.

6.3. Echtzeituhr

Die in jeder Station eingesetzte Echtzeituhr besteht aus zwei Funktionseinheiten. Die erste ist eine quarzgesteuerte Uhr mit Batteriepufferung. Die zweite Funktionseinheit ist der Empfänger für den Zeitsender DCF 77. Durch diese Konfiguration wird gewährleistet, daß alle Stationen die gleiche Zeitinformation führen.

6.4. Stationsstatus- und Störanzeige

Die Anzeige soll dem Personal den aktuellen Status der Station und der Geräte anzeigen bzw. auf Tastendruck (Abfrage) ein Protokoll der vorprogrammierten Schaltzeiten ausdrucken.

6.5. Interface zu den UKW- und Fernsehsendern, zu den Modulationsquellen und den Überwachungsgeräten

Zur Steuerung der UKW- und Fernsehsender, der Modulationsquellen usw. sowie zur Abfrage der Betriebszustände werden digitale Eingänge mit Optokopplern und digitale Ausgänge mit Relais eingesetzt. Alle digitalen Eingänge bzw. Ausgänge sind über entsprechende Interfaces an den CAMAC-Datenweg angeschlossen.

6.6. Interface zur Netzersatzanlage

Die Netzersatzanlage wurde ebenfalls in die Überwachung einbezogen. Sowohl durch einen Protokollausdruck als auch durch ein optisches Signal wird gemeldet, ob Netz- oder Dieselbetrieb stattfindet. Erfaßt werden Meldungen der Umschaltautomatik sowie der entsprechenden Netzschütze.

7. Zentralenelektronik

Die beiden Zentralstationen haben neben der Fernsteuerung und Fernüberwachung der angeschlossenen Sendestationen auch die Steuerung der eigenen Sendeanlagen wahrzunehmen. Hinzu kommen noch Aufgaben wie z. B. die Protokollierung aller Daten aus dem Sendernetz, die Änderung von Parameterlisten bei neuen Betriebsbedingungen usw.

Um diese zusätzlichen Funktionen zu erfüllen und außerdem sicherzustellen, daß auch bei einem eventuellen Ausfall von Geräten der Zentralstation noch ein Fernsteuerbetrieb möglich ist, mußte ein umfangreicheres Gerätekonzept ausgeführt werden. Die Zentralenelektronik wurde aus diesem Grund in eine Zentrale und eine Stationselektronik mit Notzentralenfunktion unterteilt, die jeweils mit einem eigenen Prozeßrechner ausgestattet wurden (**Bild 8**). Zentralen- und Stationsrechner sind über eine serielle Schnittstelle miteinander verbunden.

Durch diese Konfiguration wird folgendes erreicht:

1. Aufgabenteilung zwischen Zentralen- und Stationsrechner:

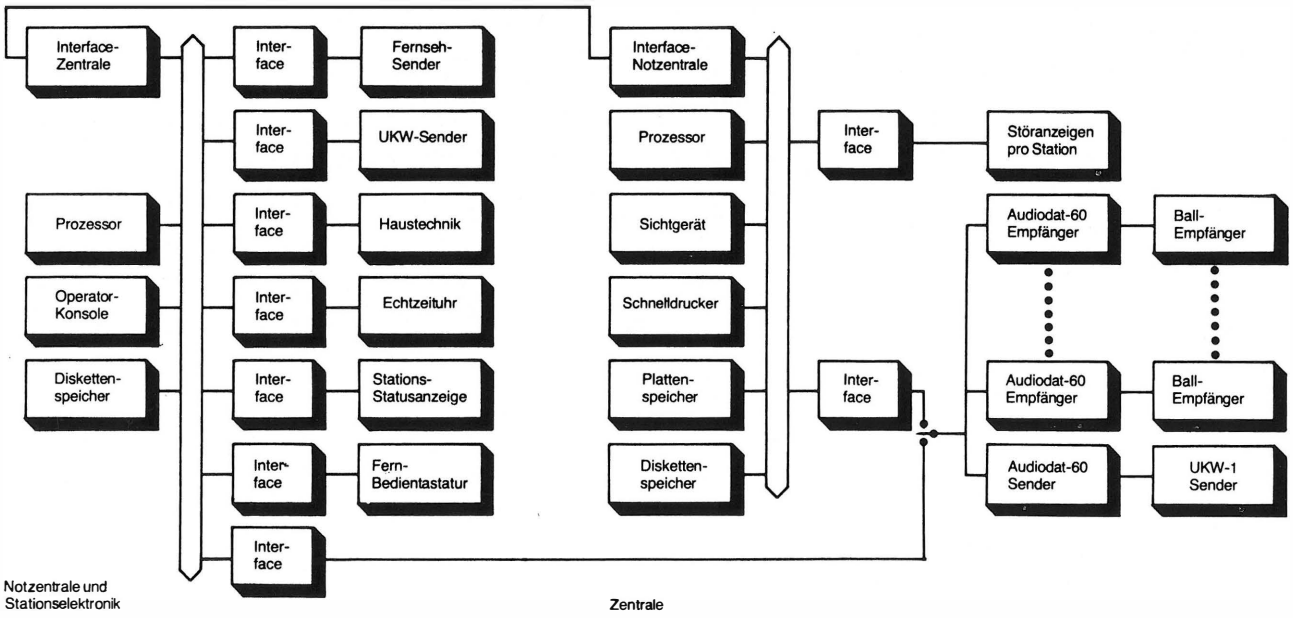


Bild 8
Prinzipieller Aufbau einer Zentralstation

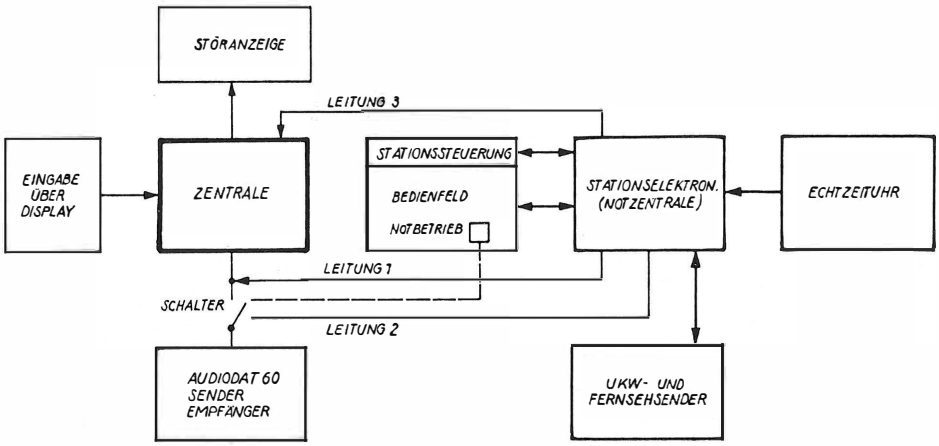


Bild 9
Funktionsablauf Zentrale — Stationselektronik

Die Fernbedientastatur und die Geräte der Zentrale selbst sind an das Mikrocomputersystem der Stationselektronik angeschlossen. Die Überwachung der Sendestationen inklusive der Prozeßdatenverarbeitung wird vom Zentralrechner übernommen.

2. Erhöhung der Sicherheit:
   Bei Ausfall oder Wartung des Zentralenrechners kann die Stationselektronik als Notzentrale die gesamte Steuerung der Sendestationen übernehmen.
   Bei Defekt der Stationselektronik wird die Steuerung über das Datenterminal des Zentralenrechners durchgeführt. Durch diese Redundanz können die wichtigen Funktionen des Systems selbst bei Störungen aufrechterhalten werden (**Bild 9**).

Die Zentralenelektronik besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten (siehe auch **Bild 10**):

7.1. Zentrale

7.1.1. Prozeßrechner

Der Rechner in der Zentrale ist ein PDP 11/34 der Firma DEC. Für den Einsatz in der Zentrale ist von besonderer Wichtigkeit, daß auf dem Rechner die Software für die Stationen (wie z. B. Parameterlisten) erstellt werden kann. Hierzu ist eine Reihe von Hilfsprogrammen vorhanden.

7.1.2. Terminal VT 100

Das Terminal dient zur Eingabe von Steuerbefehlen im Dialogbetrieb.

7.1.3. Wechselplatten

Auf den Wechselplatten befinden sich das Betriebssystem sowie die dazugehörigen Standardprogramme. Dort sind auch die eigentlichen Anwenderprogramme und die Stationslisten gespeichert.

7.1.4. Floppy Disk

Die Programme der Stationen werden über Floppy Disk eingelesen. Die Programmgenerierung erfolgt auf dem Rechner in der Zentrale.

7.1.5. Bedienschreibmaschine

Zur Ausgabe von Listen sowie für Stör- und Statusprotokolle wird ein Matrixdrucker (LA 180, mit einer Geschwindigkeit von 180 Zeichen/s) eingesetzt.

7.1.6. Störanzeigen

Die Stör- und Statusanzeigen sollen dem Überwachungspersonal der Zentrale einen schnellen Überblick über den Betriebszustand bzw. das Auftreten von Störungen in den zugeordneten Stationen geben (**Bild 11**). Die in der Zentrale eingehenden Meldungen werden bewertet und den Kategorien „Meldung", „Störung" oder „Alarm" zugeordnet. An der Störungsanzeige werden Störungen und Alarme zusammen mit dem Störungsort (z. B. UKW-Sender, Netz usw.) signalisiert.

Über Tasten kann ein genaues Störungs- oder Zustandsprotokoll angefordert werden. Neben der Störanzeige wird der Fern/Ort-Zustand der Einzelsender sowie der Gesamtstation signalisiert. Außerdem wird angezeigt, ob die Stationen besetzt oder unbesetzt sind und ob die Audiodatstrecken gestört sind.

7.2. Stationselektronik der Zentrale

Die Stationselektronik der Zentrale ist wie an den anderen Sendestationen aufgebaut, besitzt jedoch zusätzlich noch die Funktion – wie oben aufgeführt – der Fernsteuerung.

7.2.1. Fernbedientastatur

Über Eingaben an der Fernbedientastatur (**Bild 12**) erfolgt in einer bestimmten oder in allen Stationen ein Eingriff in die örtliche Steuerung (z. B. Sender ausschalten). Die an der Tastatur eingegebenen Steuerungsdaten werden in ein Datentelegramm umgeformt. Die Fernbedientastatur besteht aus folgenden Tastengruppen:

- Station,
- Sender,
- Modulation,
- Sonderfunktionen,
- Tastaturbetriebsfunktionen.

7.2.2. Stationswahltasten

Um die Unterstation oder die Zentrale zu steuern, werden die entsprechenden Stationswahltasten ge-

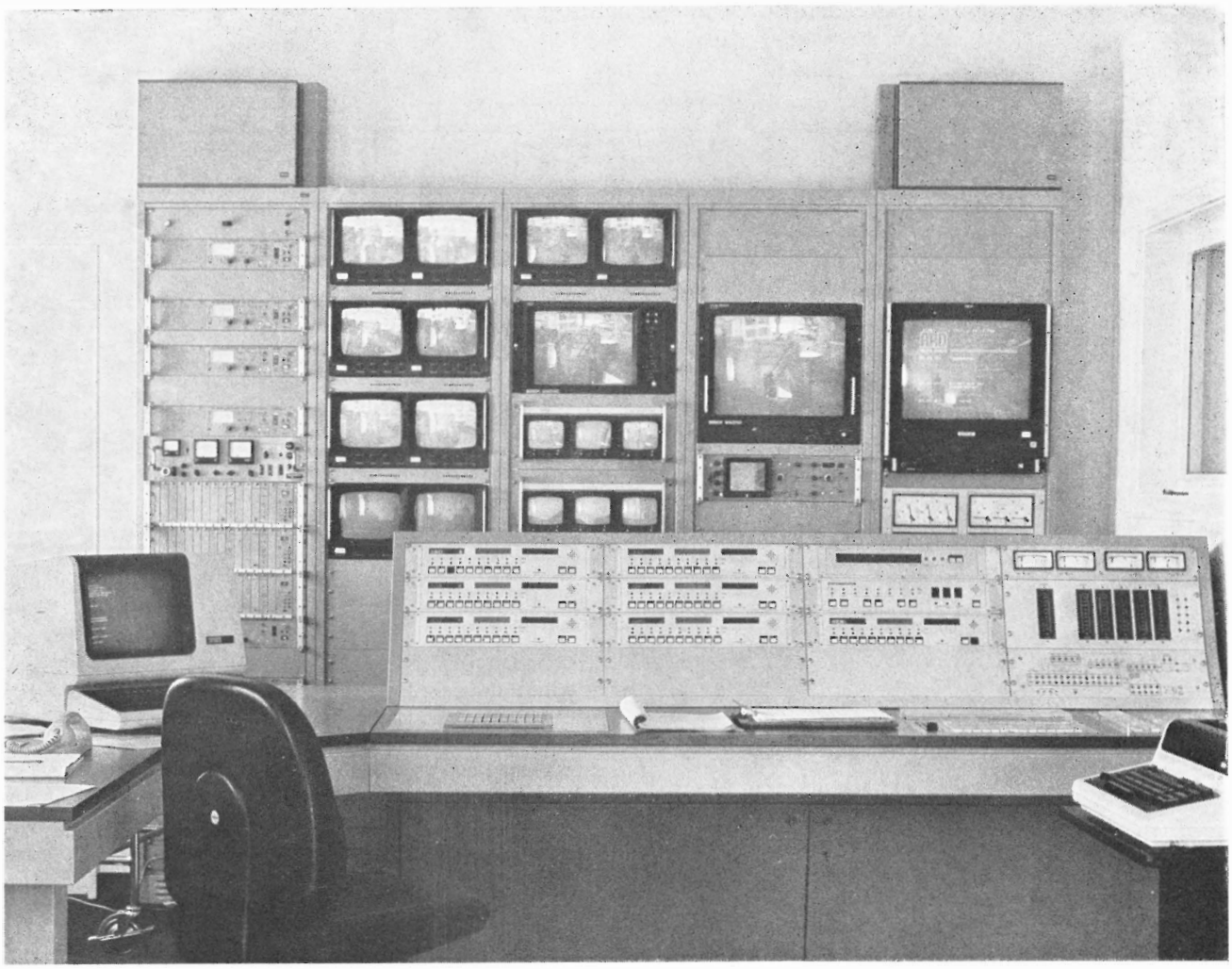


Bild 10
Kontrolleinrichtung der SEPAS-Zentrale Wendelstein

drückt. Müssen alle Stationen erreicht werden, kann auch die Taste „An alle" betätigt werden.

7.2.3. Senderbedienung

Die Fernseh- und UKW-Doppelsender werden über das Tastenfeld Senderbedienung angewählt.

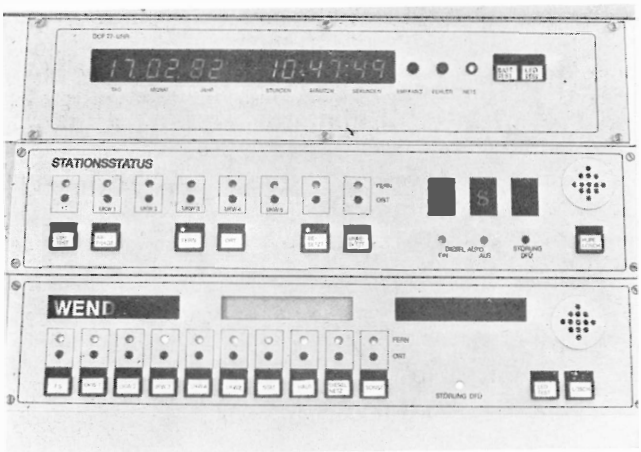


Bild 11
Echtzeituhr, Stationsstatusanzeige und Störanzeige der Sendestation Wendelstein

Die Tasten leuchten bei Bedienung mit Dauerlicht auf und haben für UKW und Fernsehen gleiche Bedeutung.

7.2.4. Modulationsaufschaltung

Über die Tastatur des Feldes Modulation wird die Modulationsaufschaltung bei UKW und Fernsehen vorgenommen.

7.2.5. Sonderfunktionen

In Feld Sonderfunktionen sind Funktionstasten angeordnet, über die eine Reihe von fest vereinbarten Funktionen ausgelöst werden kann (z. B. Bedienung der Pegelüberwachungsautomatik).

7.2.6. Betriebsfunktionen

Mit Hilfe der Betriebsfunktionstasten wird die Kontrolle der eingegebenen Befehle (Plausibilität), das Löschen (Clear) von irrtümlich eingetasteten Funktionen und das Aussenden von als richtig erkannten Befehlen (Übergabe) durchgeführt. Außerdem wird durch Betätigung der Notbetriebstaste eine Umschaltung vom Zentralenrechner auf den Stationsrechner der Zentrale durchgeführt (Reserveweg).

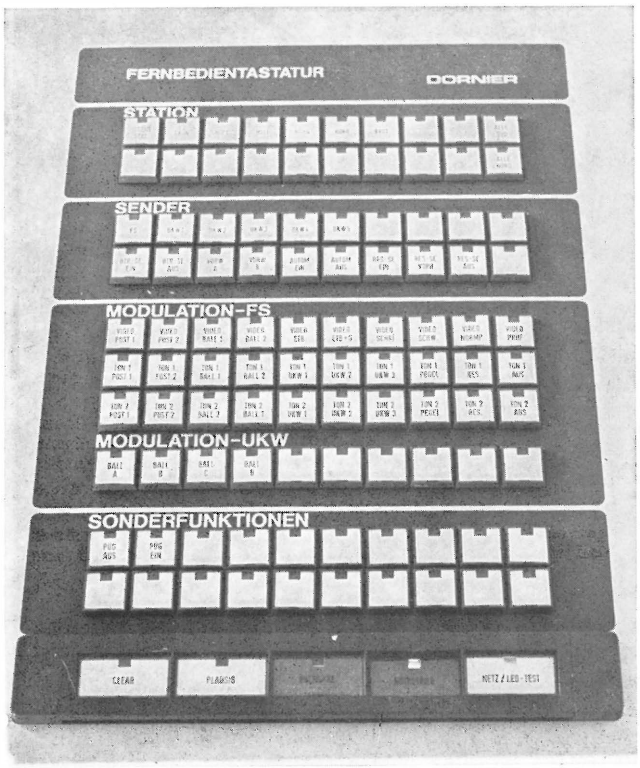


Bild 12
Fernbedientastatur

8. Adaption an die Anlagen des Bayerischen Rundfunks

8.1. Rangierung

Beim gegenwärtigen Ausbau des Fernsteuer- und Fernüberwachungssystems werden etwa 150 Befehle an die Anlagen abgegeben und rund 280 Meldungen pro Sendestation erfaßt. Hinzu kommen die Meldungen der DCF-77-Uhr und die von Audiodat. Die Anlage ist jedoch bereits heute so ausgerüstet, daß sie 256 Befehle und 440 Meldungen abgeben bzw. erfassen kann. Diese eingebaute Reserve ist für die weiteren Ausbaustufen vorgesehen.

Bedingt durch die große Anzahl von Befehlen und Meldungen war es notwendig, eine übersichtliche, leicht zugängliche und gut bedienbare Verteilung zu den Stationsgeräten zu schaffen. Gelöst wurde diese Aufgabenstellung durch einen Anschlußverteiler, der auf einem Schwenkrahmen an der Rückseite des Rechnergestelles montiert ist (**Bild 13**). Dort laufen die von den Sendern, Tongestellen, Kreuzschienen usw. ankommenden (Befehle und Meldungen getrennt) und zu ihnen abgehenden Signale an einem Anschlußfeld auf. Über eine dort vorgesehene Trennstelle, an der auch spezielle Testgeräte angeschlossen werden können, werden die Signale dann zu den digitalen Ein- bzw. Ausgängen der CAMAC-Module verteilt.

8.2. Verkabelung

Um eine möglichst hohe Störsicherheit zu erreichen, wurden von den Sendeanlagen zum Rechnergestell geschirmte Kabel (zum großen Teil in eigenen Kabelkanälen) verlegt. Jedes einzelne Signal wird außerdem innerhalb der Schirmung über ein verdrilltes Leitungspaar geführt.

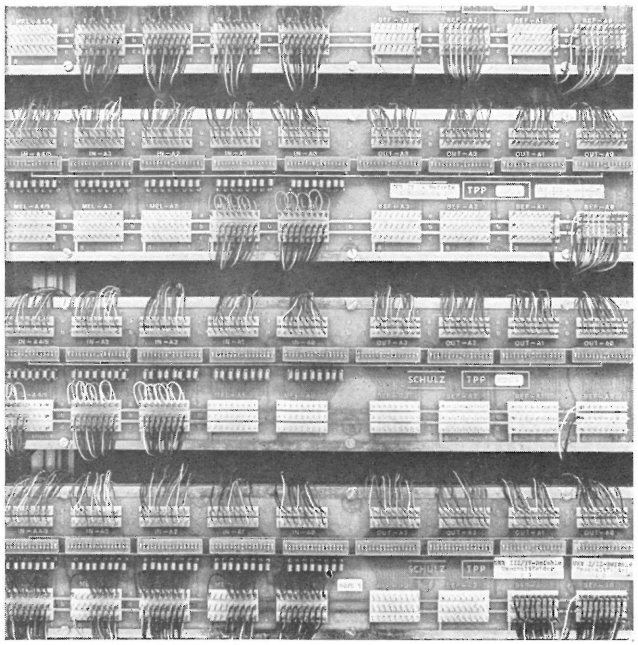


Bild 13
Teilansicht des Anschlußverteilers der Stationselektronik

8.3. Schnittstellen

Da im Sendernetz Anlagen (Sender, Kreuzschienen usw.) von verschiedenen Herstellern und unterschiedlichstem Stand vorhanden sind, ergab sich zwangsläufig eine große Anzahl von verschiedenen Schnittstellen. Als Prozeßschnittstellen mußten deshalb zur Ansteuerung Impuls- und Dauerkontakte bereitgestellt und bei Meldungen potentialfreie Kontakte sowie Strom- und Spannungsausgänge mit den verschiedensten Pegeln verarbeitet werden.

Bei Impulskontakten und potentialfreien Meldungen konnten die Signale der Rechner-Prozeßperipherie direkt über das Anschlußfeld mit den Geräten verbunden werden. Für die anderen Schnittstellen war eine Anpassung der Signale erforderlich.

8.4. Fern/Ort-Umschaltung

Neben der Bedienung am Sender ist vielfach an den Stationen ein Bedienfeld im Überwachungsraum vorhanden. Da die Fernsteueranlage an derselben Schnittstelle über Dioden entkoppelt eingreift und das Bedienfeld erhalten werden sollte, war es notwendig, eine Fern/Ort-Umschaltung einzubauen.

8.5. Station — Zentrale

Adaption und Anschlußverteiler sind in den Stationen und den Zentralen gleich aufgebaut. Sie unterscheiden sich nur durch den größeren Umfang der Anlagen (zwei Rechnerschränke in der Zentrale, Störanzeigen, Terminal usw.) und in der Anzahl der Schnittstellenplatinen.

9. Softwarestruktur

Die Rechnerprogramme des Fernsteuersystems sind modular aufgebaut und bedienen sich sogenannter „Listen". Hierunter ist eine Programmiertechnik zu verstehen, bei der alle – in diesem Fall für eine Sendestation – wichtigen Parameter (z. B. Zustand

der Geräte, Stationsnamen usw.) in einem Verzeichnis (Liste) festgehalten werden. Jede Liste beginnt mit einem Listenkopf, in dem die Gesamtlänge der Liste und die Länge eines Eintrages niedergeschrieben sind. Solche Listen existieren im System z. B. für

- alle vorkommenden Befehle (Befehlsfunktionsliste),
- alle vorhandenen Meldungen (Statusliste),
- alle Stationsnamen usw.

Im Prinzip gibt es zwei Typen von Listen:

1. statische Listen (aus denen nur gelesen wird), die dem System die für die Verarbeitung notwendigen Parameter und Daten liefern (z. B. Stationsnamen und zugehörige Adressen);
2. dynamische Listen, deren Einträge je nach Zustand der Peripherie von den einzelnen Programmen verändert werden (z. B. Zustandsänderungen, Störungen und Alarme).

Die einzelnen Anwenderprogramme durchsuchen diese Listen, um festzustellen, ob und welche Aktivitäten durchzuführen sind; etwa einen Befehl zum Zeitpunkt X auszuführen oder eine Störmeldung abzusetzen.

Der Vorteil der Listenprogrammierung liegt darin, daß bei Veränderungen des Systems nicht die Programme selbst, sondern die übersichtlicheren Listen verändert oder erweitert werden.

10. Betriebsabwicklung

Wie bereits beschrieben, ist eine Station als eine in sich abgeschlossene Einheit zu betrachten. Mit wenigen Ausnahmen kann der gesamte Befehls- und Meldungsumfang des Systems auf der Station, unabhängig von der Zentrale, eingegeben bzw. protokolliert werden. Bei bekannten Schaltzeitpunkten erfolgt die Steuerung der einzelnen Sendestationen anhand vorher programmierter und in die Stationsrechner eingelesener Befehlsereignislisten. Aktuelle bzw. Stichwortschaltungen werden mit sekundengenauen Direktbefehlen von den Zentralen aus durchgeführt. Anhand der Statusänderungen wird die Durchführung jedes einzelnen Befehls überwacht und mit der Angabe der Uhrzeit protokolliert. Per Tastendruck besteht die Möglichkeit, die ganze im Mikrocomputersystem abgespeicherte Befehlsereignisliste auf dem Stations- bzw. Zentralendrucker auszugeben.

Zur Betriebskontrolle gilt es in erster Linie Störungen zu erfassen und eine Fehlerlokalisierung zu ermöglichen. An den Sendestationen werden deshalb alle von den Geräten und Anlagen eingehenden Meldungen erfaßt, bewertet, protokolliert und die Statusänderung in eine Liste eingetragen. Diese Liste kann auf Wunsch als Stationsstatusprotokoll ausgegeben werden, um einen kompletten Überblick über den Betriebszustand der Sendestation zu erhalten (**Bild 14**). Für die Fernüberwachung erhält die Zentrale alle Zustandsänderungen jeder einzelnen Station mitgeteilt. Sie werden im Zentralenrechner ebenfalls in stationseigene Listen eingetragen, die den Statuslisten der einzelnen Sendestationen entsprechen. Eine Protokollierung in den Zentralen erfolgt nur dann, wenn ein Stör- oder Alarmzustand

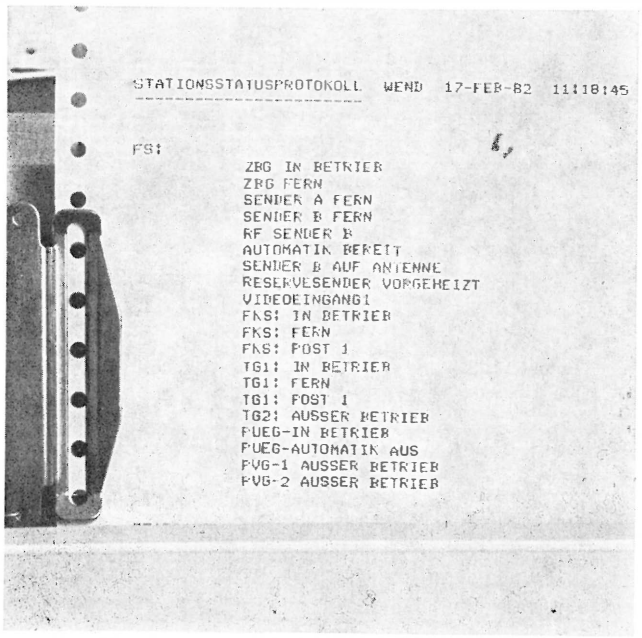


Bild 14
Statusprotokoll, ausgegeben vom Schnelldrucker der Zentrale

vorliegt, der zusätzlich optisch und akustisch auf den Störanzeigen signalisiert wird.

11. Projektdurchführung

Das Fernsteuer- und Fernüberwachungssystem SEPAS wurde – bezogen auf den Umfang und die Komplexität – in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum abgewickelt. Dem Auftragnehmer, die Firma Dornier-System GmbH in Friedrichshafen, standen zur Realisierung – von der Auftragsvergabe bis zur Endabnahme – nur zwei Jahre zur Verfügung. In dieser Zeit mußten auch vom BR an den 14 Sendestationen alle bautechnischen Voraussetzungen geschaffen und eine Reihe von Adaptionsmaßnahmen durchgeführt werden, so z. B. auch die Errichtung von geeigneten Antennenanlagen für die Datenstrecken. Um in kurzer Zeit einen sicheren Betriebszustand zu erreichen, wurde besonderer Wert auf eine ausführliche Test- und Inbetriebnahmephase gelegt. Aus diesem Grund wurde zuerst das Südnetz in Betrieb genommen, während die Anlagen des Nordnetzes noch im Werk für Verbesserungen und Änderungen zur Verfügung standen. Dieses Verfahren hat sich sehr bewährt, ebenso wie die Installation eines Ferndiagnosesystems zwischen dem Rechner einer Zentrale und dem Dornier-Werk in Friedrichshafen. Insgesamt gesehen konnte durch dieses schrittweise Vorgehen eine sichere Betriebseinführung erreicht werden.

Eine ausführliche Beschreibung der Softwarestruktur sowie der Betriebserfahrungen erfolgt in einem weiteren Aufsatz.

SCHRIFTTUM

[1] Götz, H.-J.; Molnar, F.; Popp, H.: Rechnereinsatz im Sendernetz. Teil 1: Schulung zum Fernsteuer- und Fernüberwachungssystem. Hrsg. vom Bayer. Rundfunk, München 1980.

[2] BR; Dornier-System: SEPAS — Fernsteuer- und Fernüberwachungssystem für die Sender des Bayerischen Rundfunks. Hrsg. vom Bayer. Rundfunk und von der Firma Dornier, München/Friedrichshafen 1981.

SOFTWARE ENGINEERING — HIERARCHISIERUNG UND MODULARISIERUNG?

AACHEN, 20. BIS 23. APRIL 1982

Vom 20. bis 23. April 1982 fand an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen ein von der Gesellschaft für Informatik veranstaltetes Seminar über das Thema Software Engineering statt. Mitarbeiter von Softwarehäusern, Anwender und Hochschulen legten ihre Forderungen und Erfahrungen dar und übten Kritik an den bestehenden Verfahren. Der Besucheranteil von Industrie und Technik war mit 65 % sehr hoch und ließ darauf schließen, daß auch dort die Problematik bekannt ist. Zurückzuführen ist dies darauf, daß in der Zwischenzeit die Softwaresysteme, die erstellt werden müssen, immer umfangreicher werden. Damit werden die Programmierung fehleranfälliger, die inneren Zusammenhänge undurchsichtiger und die gesamte Funktion des Systems instabiler (Schlagwort: Softwarekrise).

Eng verbunden mit diesem Thema sind Forderungen, die an die Qualität eines Produktes zu stellen sind. Der Nachweis der Korrektheit (Verifikation, Test) und die Sicherung des einmal erreichten Qualitätsstandes (leichte Änderbarkeit, stabile Systeme) sind Gebiete, die immer mehr Beachtung finden. Fragen, die dabei auftauchen, sind folgende: Wie löst das System das Problem? Benutzt es einen stabilen Lösungsweg? Ist es effizient programmiert? Benutzerfreundlich? Wie reagiert es auf falsche Eingaben, inkonsistente Datensätze? Ist das System transportabel, wiederverwendbar? Ist es einfach zu modifizieren und danach wieder leicht zu testen oder zu verifizieren?

Als eine der hilfreichsten Methoden und damit als die wichtigste Grundlage der Programmentwicklung hat sich die Modularisierung und Hierarchisierung herauskristallisiert. Der Titel der Veranstaltung deutet das auch an. Das Fragezeichen am Ende ist aber absichtlich gesetzt, denn auch andere Methoden müssen angewendet werden.

Die Modularisierung zerlegt das Gesamtsystem in einzelne, eigenständige Teile, die ohne unerwünschte Wechselwirkungen mit anderen Modulen (Seiteneffekte) eine klar begrenzte und überschaubare Arbeit erledigen. Die Funktion eines Moduls wird bestimmt durch Daten und Steuerinformationen, die erarbeiteten Ergebnisse und auch durch das umgebende Betriebssystem.

Die Hierarchisierung bringt zusätzlich noch eine Ordnung in das modularisierte System. Formal betrachtet ist eine Hierarchie eine Halbordnung, in die Elemente einer Menge durch eine Relation gebracht werden. Die Definition dieser Relation bestimmt den Charakter der hierarchischen Ordnung. Schichten in einem solchen System entstehen, wenn man ein Element besonders bezeichnet (Wurzel) und alle Elemente zusammenfaßt, die durch die gleiche Anzahl von Schritten von diesem besonders bezeichneten Element erreichbar sind. Bekannte Relationen sind die Benutzt-Relation und die Beauftragt-Relation. Andere Ordnungen werden bei der Dokumentationserstellung benutzt (Sichtbarkeits-, Zugriffs- oder Benutzt-werden-Relation).

In der Benutzt-Relation, eingeführt in [1], wird der Modul A hierarchisch über den Modul B gestellt, wenn ein korrektes Arbeiten von A abhängig ist vom korrekten Arbeiten von B, aber nicht umgekehrt. Die Einschränkung, daß Module nur die in der direkt darunterliegenden Schicht befindlichen Untermodule benutzen dürfen, führt zur Beauftragt-Relation [2]. In einer solchen Ordnung müssen Fehler einer Schicht nur in der darüberliegenden Schicht behandelt werden und wirken sich nicht schlagartig auf das Gesamtsystem aus.

Die Übergänge zwischen den einzelnen Schichten müssen eindeutig, genau und, wenn möglich, formal beschrieben werden. Die oberste dieser Schnittstellen beschreibt eine vollständig abstrakte Maschine, von der damit nur spezifiziert wird, was sie zu leisten hat. Die unterste Schnittstelle ist der Übergang zur konkreten Maschine, üblicherweise dem Computer, der keine Änderung der hardwaremäßig angebotenen Leistungen zuläßt. Arbeitet man sich von der abstrakten Maschine zur konkreten, also von oben nach unten, dann nennt man das TOP-DOWN-Methode. Der umgekehrte Weg, die konkrete Maschine ständig mehr zu abstrahieren, entspricht der BOTTOM-UP-Vorgehensweise. Bei beiden Methoden ist die Gefahr der Fehlplanung gegeben (siehe **Bild 1** und 2). Das Überführen von abstrakter Vorstellung auf einen konkreten Computer versucht man mit beiden Systemen, die, abwechselnd angewendet, iterativ zu einer passenden Schnittstelle in der Mitte führen.

Hierarchisierung und Modularisierung sind keine Patentrezepte, die automatisch zu Systemen führen, die strukturiert, leistungsfähig und korrekt sind. Sie sind

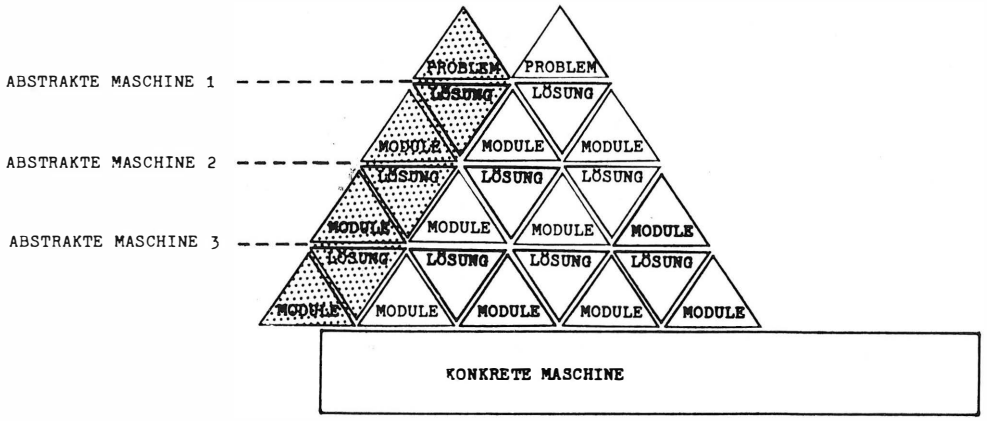


Bild 1
TOP-DOWN-Methode

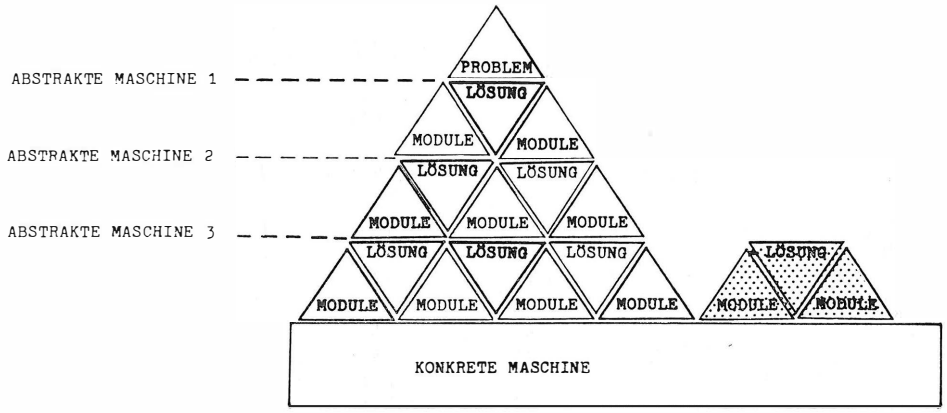


Bild 2
BOTTOM-UP-Methode

vielmehr wirksame Methoden, um schwierige Probleme, langwierige Entwurfsprozesse und umfangreiche Programmsysteme stabil zu gliedern, als Ganzes zu durchdringen und in mitteilbarer Form zu beschreiben [3].

Hubert Burghart
Institut für Rundfunktechnik, München

SCHRIFTTUM

[1] Parnas, D. L.: On a „buzzword“: Hierarchical Systems. IFIP Congress 1974, S. 335 bis 339.

[2] Dijkstra, E. W.: The Structure of the „THE“-Multiprogramming System. Communications of the ACM 11 (1968), Heft 5, S. 341 bis 348.

[3] Röhrich, J.: Hierarchische Systeme. Informatik Spektrum 5 (1982), Heft 2, S. 123 bis 124.

BERICHT ÜBER DIE TAGUNG „LICHT 82“

LUGANO, 16. BIS 18. JUNI 1982

In der Zeit vom 16. bis 18. Juni 1982 trafen sich in Lugano die Lichttechnischen Gesellschaften der Schweiz, Österreichs, der Niederlande und Deutschlands zu ihrer Gemeinschaftstagung. Im Sonnenwinkel der Schweiz wurde dennoch mehr über die Probleme der künstlichen Beleuchtung gesprochen, was man unschwer dem Tagungsprogramm entnehmen kann. Lediglich bei den Festvorträgen zu Anfang und am Ende der Tagung wurde das Licht der Sonne bzw. des Mondes apostrophiert. Auch bei dem Thema Farbwiedergabe wurde das Tageslicht als die Bezugsbeleuchtung mehr in den Vordergrund gerückt (J. Schanda).

Aus dem umfangreichen Programm mit 46 Fachvorträgen, das an einem Vormittag sogar in 2 parallelen Auditorien abgehalten wurde, seien hier nur die wichtigsten Tendenzen angesprochen, die einigen Bezug zu unseren Anwendungen haben bzw. bekommen können.

Die Hauptgruppen waren:

- Licht- und Farbwahrnehmung (3 Vorträge),
- Lampen und Zubehör (10 Vorträge),
- Innenräume (15 Vorträge),
- Verkehr, Sicherheit, Sport (15 Vorträge),
- Bildschirmarbeitsplätze (3 Vorträge).

Ein erster Schwerpunkt, der auch für die Bewertung der Bildqualität im Farbfernsehen von Bedeutung ist, war die Frage nach der „Farbwiedergabe von Lampen“, die von J. Schanda und auch von A. Valberg und Th. Seim mit neuen verbesserten Vorschlägen zur Bewertung beantwortet wurde. Man war sich einig, den allgemeinen Farbwiedergabeindex in seiner derzeit noch gültigen Form als unzureichend und ergänzungsbedürftig zu bezeichnen. Bei der CIE und in nationalen Normungsgremien wird man die verfeinerten Methoden prüfen müssen. Es wurde auch angemerkt, daß Ergänzungen (z. B. die Bewertung spezieller Farbbereiche, separate Angaben von Sättigungs- und Farbtonänderungen) geeignete Lösungen zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe bieten. Auch für die EBU/UER-Gruppe G4 werden diese Arbeiten wertvoll sein.

Aus den 10 Vorträgen über „Lampen und Zubehör“ seien die herausgegriffen, die in absehbarer Zeit zu marktgängigen Resultaten führen könnten und direkt oder bei Außenaufnahmen ins Gesichtsfeld unserer Kameras – Film oder Farbelektronik – gelangen können.

Daß die Weiterentwicklung der Lampen auf Materialprobleme stößt und bestimmte Grenzen hier eingehalten werden müssen, war der Hauptschwerpunkt im Bericht aus der Lampenforschung (M. Lange). So kann bei Glühlampen grundsätzlich nur noch wenig verbessert werden, während auf dem Sektor Entladungslampen in den letzten Jahren beachtliche Fortschritte erkennbar wurden.

Allein mit der Na-Hochdrucklampe befaßten sich 2 Vorträge, die das Ziel anpeilten, diese hocheffektive Lampe bezüglich Farbwiedergabe und Farbtemperatur zu verbessern (Engel, Wyner, Gutta sowie Dobrusskin). Leider stehen die Lebensdauer und der Wirkungsgrad dem im Wege, so daß man wohl noch etwas warten muß, bis sich das neue Optimum für die Serienfertigung herausgestellt hat. Immerhin sind erste deluxe-Lampen mit $R_a = 70$ bereits auf dem Markt angekündigt.

D. C. Fromm berichtete über neue Halogen-Metalldampflampen kleiner Leistung (150 W, 70 W) mit niedriger Farbtemperatur, an die man vor wenigen Jahren noch nicht zu denken wagte. Heute ist die Grenze zu noch kleineren Leistungen wieder völlig offen. Mit

Hilfe geeigneter Halogenidzusätze und Temperaturführung können eine gute Lichtausbeute (70 lm/W), eine niedrige Farbtemperatur (3000 K) und eine gute Farbwiedergabe ($R_a = 80$) erzielt werden. Diese Lampen kommen gerade neu auf den Markt. (Über die speziellen im TV-Aufnahmesektor eingesetzten Halogen-Metalldampflampen wurde diesmal nichts berichtet, obwohl man auch hier Fortschritte erzielt hat.)

Die Lampen kleiner Leistung stehen – als Ersatz für die Glühlampe – auch bei den Niederdruck-Leuchtstofflampen im Vordergrund des Interesses. Hochbelastbare Leuchtstoffe haben kleinere Leuchtstofflampen mit verbessertem Wirkungsgrad ermöglicht, über die A. Bouwknegt, G. Rinzema und L. E. Vrenken berichteten. Es zeigen sich jedoch auch hier noch Probleme mit der Lichtfarbe und der Farbwiedergabe: Einen adäquaten Angleich an das Licht der Glühlampe hat man noch nicht ganz erreicht! Auch meßtechnische und Bewertungsfragen wurden in diesem Zusammenhang angesprochen. Immerhin lassen sich, wie C. H. Zieseniss berichtete, Verbesserungen in der Lampenlichtausbeute heute auch bei kleinen, einseitig gesockelten Leuchtstofflampen mit 10, 12,5 und 15 W Leistungsaufnahme (mit Vorschaltgerät!) erzielen. Eine Lampenreihe, die Vorschalt- und Zündgerät integriert hat, wurde sogar mit dem für Glühlampen üblichen E27-Sockel entwikkelt. Mehr Chancen räumt man jedoch der vorgenannten Bauform ein, die zwar ein zusätzliches Vorschaltgerät benötigt, aber extrem schmale Leuchten ermöglicht und für Neukonstruktionen bei Tisch- und Arbeitsplatzleuchten elegante Lösungen erlaubt.

Um die Systemlichtausbeute bei Leuchtstoffröhren zu verbessern, müssen auch die Verluste in den Vorschaltgeräten verringert werden. Nach jahrelangen Entwicklungen sind jetzt elektronische Vorschaltgeräte marktreif, die mit etwa 30 kHz oder auch 120 kHz arbeiten, gut entstört sein sollen und geringe Verluste aufweisen (3 Vorträge über diesen Themenkreis: H. Hentschel, E. Rasch, U. Mathis). Auf die Entstörung wird man von unserer Seite besonderes Augenmerk richten müssen! Daß die neuen Vorschaltgeräte trotz höherer Preise auch wirtschaftlich sind, wurde deutlich gemacht (payback in wenigen Jahren).

Zum Thema „Sportplatzbeleuchtung" brachte W. van Bommel einen Beitrag zur Blendungsbewertung, die aus den vorhandenen Daten mittels einer neuen Formel abgeleitet werden kann. Diese Formel behält auch bei großen, farbfernsehgerechten Beleuchtungsanlagen ihre Gültigkeit, was umfangreiche subjektive Beobachtungen bestätigt haben.

Die Frage nach einer optimalen Sicherheitsbeleuchtung für Überwachung mit Fernsehkameras behandelte A. Hakkennes. Eine lebhafte Diskussion erbrachte, daß die Zusatzforderungen (z. B. direkte Sichtbedingungen für Wächter) die entscheidende Rolle spielen: Schwarzweißkameras hoher Empfindlichkeit allein kommen mit erheblich niedrigeren Lichtpegeln aus, als sie hier angesetzt wurden. Mittels digitaler Auswertung kann in der Zentrale aus 100 Kamerabildern automatisch diejenige Kamera auf den Hauptmonitor geschaltet werden, die eine signifikante Änderung im Aufnahmefeld aufweist.

In dem Vortrag „Straßenbeleuchtung aus unterschiedlicher Sicht" von H. W. Kebschull wurde über die Beleuchtung in Verbindung mit der Verkehrstechnik, über die damit gebotene Sicherheit und die aufzuwendenden Kosten gesprochen. Wenn eine Straße aus Gründen der Verkehrssicherheit zu beleuchten ist, bildet in Deutschland die DIN 5044 „Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung" die Grundlage für die Auslegung. In der neuen DIN 5044 werden die höchsten Beleuchtungsanforderungen an diejenigen Straßen gestellt, die relativ häufig Spitzenbelastungen bei Dunkelheit aufweisen, bei denen zugleich mit starken externen Störungen zu rechnen ist.

In den nächtlichen Stunden, mit geringem Verkehrsaufkommen, sinken die Beleuchtungsanforderungen. Die Anpassung muß durch Lichtstromreduzierung jeder Leuchte erfolgen – Dimmen oder Abschalten einer Lampe in zweiflammigen Leuchten –, um die Gleichmäßigkeit aufrechtzuerhalten. Zahlreiche Untersuchungen belegen den Zusammenhang zwischen der Beleuchtung und dem nächtlichen Unfallgeschehen. Aus den Arbeiten von Brühning und Weissbrodt geht hervor, daß im Mittel bei Nacht schwerere Unfälle passieren als bei Tag.

Beim Institut für medizinische Optik der Universität München wurden durch E. Hartmann und M. Schinke Labormessungen zur Bestimmung des Reflexionsverhaltens feuchter Straßendecken durchgeführt. In den Untersuchungen wurden zwei verschiedene Abblendsysteme, H4 bzw. konventionelles Abblendlicht, näher betrachtet. Mit Hilfe des Isolux-Diagramms wurden die Berechnungen durchgeführt. Außerdem wurden aus ihnen die Schleierleuchtdichten berechnet, die durch das direkt ins Auge einfallende Scheinwerferlicht verursacht werden. Mit zunehmender Qualität der Beleuchtung der trockenen Straßen nehmen zwar die Verkehrsunfälle ab, sie steigen aber bei nasser Straße wieder sprunghaft an.

K. Eberbach referierte über das Thema „Halleneinfahrten aus lichttechnischer Sicht". Halleneinfahrten – das sind auch Einfahrten in Fernsehstudios – bilden einen Unfallschwerpunkt beim innerbetrieblichen Verkehr. Das gilt sowohl für die Unfallhäufigkeit als auch für die Unfallschwere. Die Ursachen hierfür werden in erster Linie den erschwerten Sichtbedingungen zugeschrieben, die einmal in den äußerst unterschiedlichen Beleuchtungsniveaus innerhalb und außerhalb der Hallen begründet liegen und andererseits auf besondere bauliche Gegebenheiten im Einfahrtsbereich zurückzuführen sind.

Im Freien können Beleuchtungsstärken bis zu 100 000 Lux auftreten. In Fabrikhallen liegen hingegen die Beleuchtungsstärken bei künstlicher Beleuchtung vorwiegend zwischen 200 und 500 Lux. Selbst bei einer Beleuchtung mit natürlichem Tageslicht durch Oberlichter werden keine höheren Beleuchtungsstärken als 1000 Lux erreicht, wenn man von dem in DIN 5034 empfohlenen Richtwert für den Tageslichtquotienten von 5 % ausgeht und direkten Sonnenlichteinfall ausschließt.

Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, durch die die Sichtverhältnisse bei Halleneinfahrten verbessert werden können:

- Wahl der Reflexionsgrade

  Zur Reduzierung der kontrastvermindernden Blendung sollten die Reflexionsgrade der Fassade und des Bodens in der Nähe der Einfahrten möglichst niedrig gehalten werden.

- Ausnutzung des Tageslichtes

  Halleneinfahrten mit außen vorgesetzten Schleusen sind besonders geeignet, das natürliche Tageslicht zur Einfahrtsbeleuchtung energiesparend auszunutzen.

- Geeignete Systeme zur künstlichen Beleuchtung

  Für Schleuseneinfahrten ohne seitliche Fenster sind schrägstrahlende, in den Ecken montierte Lichtbänder geeignet.

Der Vortrag von H. J. Hentschel befaßte sich mit dem Thema „Neue Lichtatmosphäre im Büro durch Direkt-/Indirektbeleuchtung und ihre Bewertung". Büroarbeit und Arbeitsplatz im Büro sind zur Zeit einem starken Wandel unterworfen. Neue Formen der Büroorganisa-

tion – hier insbesondere die Bildung von Gruppen in räumlich flexibler Anordnung, die rasch zunehmende Zahl von Bildschirmarbeitsplätzen und gestiegene Anforderungen an die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung – bedingen auch einen Wandel der konventionellen Beleuchtung.

Es zeigt sich, daß die bisherigen allgemeinen Bewertungsgrundsätze für die Planung der Bürobeleuchtung nicht voll ausreichen, um die Qualität einer Bürobeleuchtung vor allem mit Rücksicht auf das subjektive Empfinden zu beschreiben. Zusätzlich sind die Gütefaktoren Leuchtdichteverteilung im Raum, Kontrastwiedergabe, Verteilung der vertikalen Beleuchtungsstärke im Raum und eine auf die Arbeitszone und den Arbeitsplatz bezogene Anordnung der Beleuchtung zu berücksichtigen. Diese Überlegungen gaben den Anlaß, in einem Modellraum Untersuchungen an verschiedenen Beleuchtungssystemen über eine geeignete Lichtführung im Raum anzustellen. Sowohl in der beleuchtungstechnischen Bewertung als auch von seiten der Energienutzung wurden günstige Ergebnisse für eine Direkt-/Indirektbeleuchtung erzielt.

Dem Themenbereich „Bildschirmarbeitsplätze (BAP) – Datensichtgeräte“ waren 3 Beiträge gewidmet: G. Sedlacek stellte die Parameter zusammen, mit denen sich eine optimale Beleuchtung für diese Aufgabe erreichen läßt und wies auf die neu herausgegebenen österreichischen Empfehlungen für BAP hin. G. Guekos und R. Ulmi berichteten über Leuchtdichteoszillationen auf Bildschirmen, die durch die Raumbeleuchtung mit beeinflußt werden. Vorteilhaft wirkt sich auch hier der hochfrequente Betrieb von Leuchtstofflampen aus, der einen geringen Flimmerfaktor aufweist.

S. Kokoschka und H. Fleck fanden bei einem experimentellen Vergleich von hellen bzw. dunklen Daten (Negativ- oder Positivdarstellung) heraus, daß von den Testpersonen nur minimale Unterschiede im Zeichenkontrast empfunden werden und daß auch etwa die gleiche visuelle Leistung erzielt werden kann. Bei Reflexen auf dem Bildschirm dürfte aber der helle Untergrund (positiv) günstiger bewertet werden, auch hat man noch keine Erfahrungen mit ermüdeten Personen gewonnen, die schon einige Stunden Bildschirmarbeit hinter sich hatten. Hierzu sind noch weitere Untersuchungen nötig.

Albert Kaufmann
Institut für Rundfunktechnik, München

Jürgen Markgraf
Südwestfunk, Baden-Baden

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

9. 11. – 11. 11. 1982 München	Internationaler Kongreß Mikroelektronik (IKM)
9. 11. – 13. 11. 1982 München	electronica 10. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik
23. 11. – 25. 11. 1982 Mannheim	NTG-Fachtagung Hörrundfunk
17. 1. – 21. 1. 1983 München	Visodata 83 Kongreß mit Ausstellung für AV-Medien- und Datensysteme für Bildung und Kommunikation
7. 3. – 9. 3. 1983 Baden-Baden	NTG-Fachtagung Großintegration
8. 3. – 10. 3. 1983 Wiesbaden	Automatic Testing 83 Ausstellung für Meßtechnik
23. 3. – 25. 3. 1983 Garmisch-Partenkirchen	NTG-Fachtagung Neue Aspekte der Informations- und Systemtheorie
10. 4. – 13. 4. 1983 Las Vegas	NAB-Convention Ausstellung der National Association of Broadcasters
13. 4. – 20. 4. 1983 Hannover	Hannover-Messe 83
28. 5. – 2. 6. 1983 Montreux	13. Internationales Fernseh-Symposium und Technische Ausstellung
9. 6. – 14. 6. 1983 Mailand	16. salone internazionale della musica e high fidelity e international video consumer electronics show
27. 6. – 1. 7. 1983 London	BKSTS 83 Internationale Ausstellung für Film- und Fernsehtechnologie
2. 9. – 11. 9. 1983 Berlin	Internationale Funkausstellung
5. 9. – 9. 9. 1983 Nürnberg	EuMC 12th European Microwave Conference
26. 10. – 1. 11. 1983 Genf	TELECOM 83 4. Weltausstellung der Telekommunikation

BUCHBESPRECHUNGEN

Grundlagen der Fernseh-System- und Schaltungstechnik. Von Konrad Walter Bernath. X, 113 Seiten, 175 Bilder, 22 Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, Plastikeinband, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1982, Preis 58,– DM bzw. 27.– US$, ISBN 3-540-10931-5.

Mit dem vorliegenden Werk – als Lehrbuch konzipiert und aus einer Vorlesung entstanden, die der Autor an der ETH Zürich hält – soll ein breiter Leserkreis angesprochen werden. Es ist sowohl für Studenten und Dozenten an Hoch- und Fachhochschulen als auch für Ingenieure und Techniker aus den verschiedensten Bereichen von Industrie, Fachhandel oder Verwaltung gedacht. Vorausgesetzt werden allerdings einige mathematisch-systemtechnische Grundkenntnisse, wie z. B. Fourier- und Laplacetransformation.

Das Buch ist nach bewährten Prinzipien gegliedert und behandelt in 3 Kapiteln die psychooptischen Grundlagen des monochromen und farbigen (Fern-)Sehens (z. B. Licht und Farbe, Physiologie des Sehens, Lichttechnik, Farbmetrik), die System- und Schaltungstechnik des monochromen Fernsehens (Bildanalyse und -synthese, Abtastung, Gradationsentzerrung, Videosignal, Normen und Grundzüge der Empfängertechnik) und die Farbfernsehsysteme (NTSC, PAL und SECAM).

Ein derart umfangreiches Stoffgebiet läßt sich in diesem knappen Rahmen nur abhandeln, wenn man sich auf die wesentlichen Grundlagen beschränkt. Sie sind didaktisch geschickt aufbereitet und gut verständlich dargestellt. Der Leser findet an den entscheidenden Stellen Hinweise auf die weiterführende Literatur. Aus der Fülle der weltweit existierenden Fernsehsystemnormen sind die wesentlichen Fakten herausgearbeitet.

Bodo Morgenstern

Informatik-Fachberichte. Band 51: Erzeugung interaktiver Bildverarbeitungssysteme im Dialog. Von Guido Pfeiffer. Hrsg. W. Brauer im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI). X, 164 Seiten, zahlreiche Tabellen, Format 24 cm x 16 cm, Kunststoffeinband, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1982, Preis 24,– DM bzw. 11.20 US$, ISBN 3-540-11181-6.

Das vorliegende Buch berichtet über die Entwicklung eines allgemeinen Dialogsystems für den Aufbau interaktiver Bildverarbeitungssysteme, dargestellt am konkreten Beispiel der medizinischen Bildverarbeitung im Universitätskrankenhaus Eppendorf.

Obwohl die Thematik auf den ersten Blick sehr speziell anmuten mag, ist das Werk doch für einen größeren Leserkreis von Interesse, da die dort beschriebenen Prinzipien unter jeweiliger Berücksichtigung der typischen Randbedingungen auch auf andere Wissenschaftsbereiche angewendet werden können, die mit Bildverarbeitung befaßt sind.

Nach einer einleitenden Betrachtung zur Bedeutung der Bildverarbeitung in der Medizin werden Konzepte von Dialogsystemen allgemein und speziell der Medizin erörtert. Es folgt eine Zusammenstellung der Entwurfskriterien für das zu entwickelnde Dialogsystem. Im vorliegenden Fall werden 2 Sprachebenen gewählt (niedere Sprache für die Implementierungsebene und höhere Sprache für die Anwendungsebene). Schließlich wird der Aufbau des anwendungsorientierten Systems – speziell auch im Hinblick auf die Implementierung gegebener Hardwarekomponenten – im Detail diskutiert. Ein Überblick über die Implementierung des Dialogsystems und ein Anwendungsbeispiel schließen das Buch ab.

Da das Werk vom Autor als Bericht bezeichnet wird, ist es verständlich, daß es kein Stichwortverzeichnis, wohl aber ein ausführliches Literaturverzeichnis enthält. Das Buch dürfte für diejenigen, die sich mit Problemen der interaktiven Bildverarbeitung befassen, interessante Anregungen und Informationen für ihre eigenen Arbeiten liefern.

Bodo Morgenstern

Aktive RC-Schaltungen in der Elektronik. Von Gottfried Fritzsche und Volkmar Seidel. 180 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 21 cm x 14,5 cm, kartoniert, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1982, Preis 19,80 DM, ISBN 3-7785-0733-8.

Das Buch befaßt sich mit dem Entwurf aktiver, analoger RC-Schaltungen. Es ist vorwiegend für den Einsatz in der Praxis gedacht, enthält aber in kompakter Form auch die zum unmittelbaren Verständnis notwendigen Grundlagen. Die Autoren bezeichnen das Werk als eine Sammlung von Arbeitsblättern. Es geht jedoch über diesen Rahmen ein wenig hinaus, da es insgesamt eine recht geschlossene Darstellung ist. Der Begriff Entwurfsleitfaden paßt hier wohl besser.

Es werden Schaltungen behandelt, die integrationsfähig sind, also vorwiegend Operationsverstärker-ICs enthalten. Das Buch hat 12 Kapitel. Nach einer Einleitung wird ein Überblick über moderne RC-Schaltungsrealisierungen und über die verschiedenen Arten von aktiven Elementen (z. B. Zwei- und Vierpole) gegeben. Es folgt die Erörterung verschiedener Analysemethoden einschließlich des Rauschverhaltens und der Rechneranwendung. Stabilitätsuntersuchungen, zulässige Übertragsfunktionen und Approximationsverfahren sind weitere Themenkreise. Nach einem Überblick über aktive RC-Realisierungen werden die möglichen Techniken im Detail dargestellt. Der Anwender findet – vorwiegend in Tabellenform – typische Realisierungsbeispiele für Kaskadenschaltungen bis zum 3. Grad und bis zu 3 Verstärkern. Ferner werden Übersetzungswerke (z. B. Gyratoren und Konverter) und Schaltungen mit Mehrfachkopplung (Leap-Frog- und Follow-the-Leader-Realisierungen) behandelt. Die zuletzt genannten Typen haben erst in den letzten Jahren Einzug in die Praxis gehalten.

Das Buch wendet sich an Hoch- und Fachhochschulstudenten, an Lehrende aus diesem Bereich und an alle, die sich in der Praxis mit Entwurfsaufgaben der Analogtechnik befassen. Es gibt einen sehr guten Überblick über den derzeitigen Stand der Technik und ist nicht zuletzt auch wegen seines günstigen Preis/Leistungsverhältnisses zur Anschaffung zu empfehlen.

Bodo Morgenstern

Mikrocomputer von A bis Z. Bits und Bytes und andere EDV-Begriffe verständlich gemacht. Aus der Reihe: Franzis Elektronik-Nachschlagewerk. Von H. Feichtinger. 176 Seiten, 34 Bilder und Tabellen, Format 18 cm x 12 cm, Leinwandstruktureinband, Franzis-Verlag, München 1982, Preis 24,– DM, ISBN 3-7723-7061-6.

Sicherlich kann ein so kleines Buch kein allumfassendes Nachschlagewerk sein, selbst wenn es sich nur auf das Gebiet der Mikrocomputertechnik bezieht. Dennoch ist es dem Autor gelungen, ein brauchbares Werk für den „Einsteiger“ zu schaffen. Überhaupt wird dieses Buch in erster Linie für den Bastler und den technisch nicht geschulten Benutzer, der sich in das Fachgebiet einarbeiten möchte, von Bedeutung sein. Die handliche Form des

Nachschlagewerkes kommt ihm beim Gebrauch dabei zugute.

Im Stichwortteil sind alle wichtigen Begriffe der Mikrocomputertechnik zum Teil sehr ausführlich und mit Abbildung, auch für den Nichttechniker verständlich, erklärt. Darüber hinaus werden praktische Tips für die Benutzung und den Gebrauch von Komponenten und Systemen gegeben. Nachteilig wirkt dabei allerdings, daß spezielle Begriffe (z. B. PROM, EEPROM) nur unter ihren Überbegriffen (ROM, EPROM) zu finden sind. Für den Nichtfachmann sind sie so nur mit einiger Phantasie auffindbar.

Im Anhang an den Stichwortteil befindet sich ein relativ umfangreiches Literaturverzeichnis, das den Leser auf weiterführende Literatur verweist. Durch seine Themenzuordnung ist es recht übersichtlich. Besser wäre es jedoch, wenn man die Literaturverweise, statt in einem Anhang zu bringen, dem jeweiligen Stichwort zugeordnet hätte.

Insgesamt handelt es sich bei dem vorliegenden Büchlein um einen gelungenen Versuch, Übersicht in ein durch viele Abkürzungen und neu entstandene Begriffe verwirrend wirkendes Fachgebiet der Elektronik zu bringen.

Herbert Mücke

NACHRICHTEN

RUNDFUNKVERSORGUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwellensender

Änderungen

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

Station	Programm	Kanal	Frequenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Süddeutscher Rundfunk							
Ulm	4S	**19**	**92,6**	1	H	ND	1. 1. 81
Westdeutscher Rundfunk							
Münster	1S	17	92,0	**25**	H	ND	18. 6. 82
Münster	2S	24	94,1	**25**	H	ND	18. 6. 82
Münster	3S	9	89,7	**25**	H	ND	18. 6. 82

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetriebnahme
Bayerischer Rundfunk						
Bischofsreut	48	2M	90	HHH	144; 215; 303	18. 8. 82
Breitenberg	9	8P	8	HH	125; 330	18. 8. 82
Ruhmansfelden	48	0	15	H	45	19. 8. 82
Westdeutscher Rundfunk						
Herdecke-Westende	54	0	20	H	265	27. 4. 82
Schevenhütte	40	0	12	H	10	28. 7. 82

Änderungen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Hessischer Rundfunk						
Lohrhaupten	60	6P	**5**	H	340	1. 7. 82
Südwestfunk						
Lautenbach	**38**	**0**	20	H	208	28. 6. 82

Außerbetriebnahmen

Der Hessische Rundfunk hat seinen Füllsender „Ronshausen", Kanal 12, I. Fernsehprogramm, am 18. 6. 81 außer Betrieb genommen.

Der Norddeutsche Rundfunk hat seinen Füllsender „Wilhelmshaven", Kanal 45, am 1. 5. 82 außer Betrieb genommen.

Eduard-Rhein-Preis für Stereoton-Fernsehen

Der für 1981 mit 120 000,– DM dotierte Eduard-Rhein-Preis für zukunftsorientierte Entwicklungen in der Fernsehtechnik wurde während der hifivideo-Messe in Düsseldorf an die drei Wissenschaftler Max Aigner, Siegfried Dinsel, Herbert Hopf (Institut für Rundfunktechnik in München) und an Rudolf Kaiser (Technischer Direktor a. D. des ZDF) für deren Verdienste um die Entwicklung, Normung und Einführung des Stereoton-Fernsehens in der Bundesrepublik Deutschland vergeben.

Gleichzeitig erhielt Hans-Jürgen Kluth von Telefunken für seine neuartige Methode der Stereoton-Aufzeichnung im Videokanal auf der Schrägspur sowie Hiroki Sato von Sony für die Entwicklung des ersten produktionsreifen flachen Bildschirms den Eduard-Rhein-Preis.

Raisting wird europäische Intelsat-Referenzstation

Von der internationalen Fernmeldesatelliten-Organisation Intelsat erhielt die Deutsche Bundespost den Auftrag, zwei der vier für Europa vorgesehenen Referenzanlagen für den Intelsat-V-Satelliten einzurichten und

zu betreiben. Ab 1984 wird die Betriebsart „Vielfachzugriff im Zeitmultiplex" (TDMA) von einer Vielzahl von Bodenstationen aus möglich sein. Um für diese Betriebsart die vielen miteinander in Funkkontakt stehenden Erdefunkstellen zu überwachen und zu synchronisieren, sind – sowohl für den Atlantikverkehr als auch für den Bereich Indischer Ozean – derartige Referenzstationen erforderlich.

Nach einer Siemens-Presseinformation

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 30. Juni 1982

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 31. 3. 1982	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 795 818	+ 35 911	17,1
HR	2 083 073	+ 15 111	9,4
NDR	4 155 017	+ 25 613	18,7
RB	285 371	+ 1 232	1,3
SR	393 583	+ 3 787	1,8
SFB	899 880	+ 976	4,1
SDR	2 214 046	+ 13 694	10,0
SWF	2 720 043	+ 27 564	12,3
WDR	5 602 252	+ 33 081	25,3
Summe	22 149 083	+ 156 969	100,0
Fernsehen			
BR	3 466 128	+ 25 517	17,2
HR	1 882 648	+ 21 830	9,3
NDR	3 818 305	+ 25 210	18,9
RB	259 849	+ 691	1,3
SR	364 470	+ 2 534	1,8
SFB	827 231	+ 807	4,1
SDR	1 878 400	+ 12 005	9,3
SWF	2 350 672	+ 21 153	11,7
WDR	5 316 352	+ 34 102	26,4
Summe	20 164 055	+ 143 849	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsehrundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 449 557 am 30. Juni 1982.

Prozeßrechner für Radio Bremen

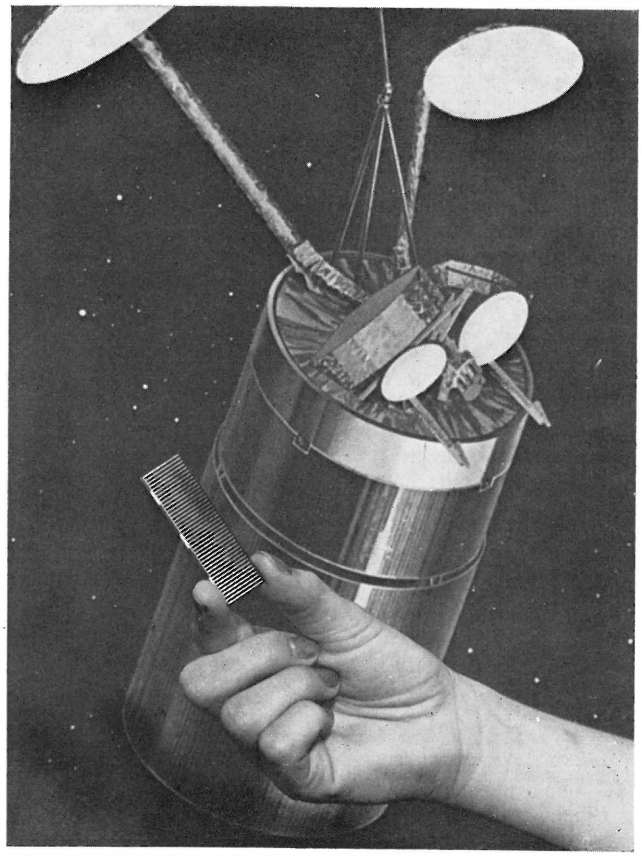
Der Hörfunk von Radio Bremen wird mit drei Prozeßrechnern mit Untersystemen und Peripherie ausgerüstet. Das Gesamtsystem im Wert von etwa 2,5 Mio. DM umfaßt außerdem zahlreiche studiotechnische Einrichtungen. Die neuen Prozeßrechner verwalten und steuern alle Schaltungen von Tonfrequenzleitungen für Konferenzschaltungen und von Senderegien zu den Sendern und zum ARD-Hörfunk-Sternpunkt in Frankfurt. Damit ist eine sichere Betriebsführung für mehrere Programme gleichzeitig möglich. Die Nutzung der Leitungen zum Sternpunkt kann kosteneffektiv verwaltet und gesteuert werden. Die Übernahme aktueller Beiträge von anderen Sendeanstalten und von Korrespondenten erfolgt störsicher und schnell. Die Inbetriebnahme des Gesamtsystems ist für Ende 1983 vorgesehen.

Radio Bremen erhält ein neues Sendebetriebs- und Studiogebäude, für das die studiotechnischen Einrichtungen erneuert werden. Den zentralen Schaltraum und die zentralen Tonträger zur Übernahme externer Beiträge vom Sternpunkt rüstet man ebenfalls neu aus. Die Prozeßrechner sind verbunden mit vier elektronischen Koppelfeldern, die alle Tonfrequenzleitungen schalten. Alle Schaltungen lassen sich im Bildschirmdialog vorbestellen, der Prozeßrechner löst sie zur vorgegebenen Zeit aus. Auch die Studiomeßtechnik kann zur Überprüfung aller Signalwege – Leitungen, Verstärker und Schalter – eigene Schaltungen im Dialog bestellen.

Fritz Senf
Radio Bremen

Weltumspannende Kommunikation via Satellit

Die International Telecommunications Satellite Organisation (Intelsat) stellt weltweit Übertragungskapazitäten über Satelliten zur Verfügung. Ihr gehören 106 Länder an. Nahezu alle internationalen Fernsehübertragungen und etwa zwei Drittel aller internationalen Telefongespräche werden über ein Netz von 14 geostationären Satelliten geführt. Mit Intelsat VI will die Organisation den steigenden Bedarf an internationaler Kommunikation abdecken, der in den nächsten Jahren erwartet wird. Die jetzt in Auftrag gegebenen Nachrichtensatelliten sollen ab 1986 in 36 000 km Höhe im Weltraum positioniert werden. Sie ermöglichen die Übertragung von 33 000 Telefongesprächen und vier Farbfernsehsendungen. Die dafür erforderliche Leistung von 2,1 kW wird von 70 000 Solarzellen der Größe 2 cm x 6 cm geliefert, die auf der Außenhaut des Intelsat-VI-Satelliten angebracht sind.

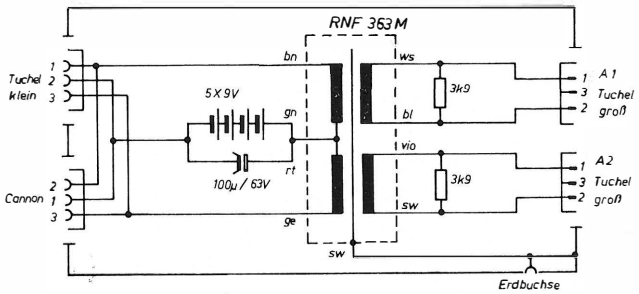


Da nicht alle Solarzellen auf die Außenhaut des zylinderförmigen Satellitenkörpers passen, bekommt er einen Zusatzzylinder, der im Weltraum teleskopartig ausgefahren wird. Der Satellit hat dann eine Länge von 12 m, einen Durchmesser von 3,6 m und ein Gewicht von 1 800 Kilogramm.

Nach einer AEG-Telefunken-Presseinformation

Schutzübertrager für Mikrofone

In den vergangenen Jahren hatten sich mehrfach Unfälle bei Aufnahmen mit elektronischen Musikinstrumenten, Gitarrenverstärkern usw. ereignet. Es handelte sich dabei um eigene Geräte von Veranstaltern, Musikergruppen oder Solisten. Ursache für diese Unfälle waren fast immer Defekte an elektronischen Geräten, wie z. B. fehlender Schutzleiter oder auch Netzgeräte, die nicht den VDE-Bestimmungen entsprachen. Die Musikinstrumente und Mikrofone solcher Anlagen können an ihren Metallteilen die volle Netzspannung führen. Da üblicherweise die Mikrofone bei ARD und ZDF geerdet sind, kann es dann bei gleichzeitiger Berührung beider Verstärker- oder Übertragungseinrichtungen zu verhängnisvollen Unfällen kommen.



Inzwischen haben einige Hersteller von Studiogeräten potentialtrennende Mikrofon- und Zwischenverstärker entwickelt, die von ARD und ZDF bei all jenen Übertragungen eingesetzt werden, bei denen die Musiker eigene elektronische Anlagen verwenden. Durch den Einsatz potentialtrennender Mikrofonübertrager ist beim HR eine genauso sichere, aber billigere Lösung gefunden worden. Danach wird das Mikrofon über einen Schutzübertrager 1 : 1 betrieben, der nach VDE-Schutzklasse II aufgebaut ist. Die Erde, die über die Kabelleitung mitgeführt wird, endet am Ausgang des Schutzübertragerkästchens. Der Übertrager hat auf der Sekundärseite zwei Wicklungen, so daß zwei praktisch rückwirkungsfreie Ausgänge je Mikrofon zur Verfügung stehen. Alle Teile der Schaltung (siehe unser Bild) sind gegenüber dem Gehäuse und den Mikrofonanschlüssen nach Schutzklasse II isoliert. Die Phantomspeisung für das Mikrofon wird von fünf 9-Volt-Blockbatterien an die primärseitige Mittelanzapfung des Übertragers geführt. Der Schirm des Mikrofons ist mit diesem Punkt verbunden und erdfrei. Versuche mit Kabeln bis zu 15 m Länge zeigten keinerlei Beeinträchtigungen der Übertragungsqualität.

Das Gerät mit den Gehäuseabmessungen 19 x 11,5 x 14 cm wurde unter der Bezeichnung „Mikrofon-Potential-Trenn-Übertrager MPTÜ“ von der VDE-Prüfstelle in Offenbach nach VDE 0804/5.72 und VDE 0804d/2.80 baumustergeprüft und ohne Einschränkungen für in Ordnung befunden. Die Prüfung der weiteren beim Hörfunk und Fernsehen des HR inzwischen eingesetzten Geräte erfolgte durch die RBT in Nürnberg. Es gab dabei keinerlei Beanstandungen bzw. Ausfälle. Die praktischen Erfahrungen mit dem potentialtrennenden Mikrofonübertrager sind beim HR positiv.

Raimund Reis
Hessischer Rundfunk, Frankfurt

PERSÖNLICHES

Frithjof Rudert 75 Jahre alt

Am 17. September 1982 vollendete Dipl.-Ing. Frithjof Rudert sein 75. Lebensjahr. Er war viele Jahre lang Geschäftsführer für Entwicklung bei der Fernseh GmbH und stand im Mittelpunkt nicht nur der deutschen, sondern der weltweiten Arbeiten um die Einführung des Fernseh-Rundfunks.

Frithjof Rudert studierte Elektrotechnik an der TH Dresden und machte 1932 bei Prof. Barkhausen seine Diplomarbeit. Nach dem Krieg war er an der Ausarbeitung der 625-Zeilen-Norm für den öffentlichen Fernsehdienst beteiligt, die später auch von den meisten europäischen Ländern übernommen wurde. Die Redaktion

Reinhard Schneider 60 Jahre alt

Der Leiter des Technischen Zentralbereichs des Bayerischen Rundfunks, Reinhard Schneider, vollendete am 16. September 1982 sein 60. Lebensjahr.

Reinhard Schneider, in Ulm geboren, studierte ab 1942 Physik an den Universitäten Tübingen und München, arbeitete in der Zentralversuchsstelle für Hochfrequenzforschung in Dornstadt bei Ulm und beim Bayerischen Rundfunk, der damals noch – als Sender der Militärregierung – Radio München hieß. Seine Laufbahn führte ihn dann vom Toningenieur zum Leiter der Technischen Information. Als nämlich Anfang 1950 der Kopenhagener Wellenplan in Kraft trat und zu einem Zusammenbruch der Mittelwellenversorgung in Bayern führte, erreichten den Bayerischen Rundfunk derart viele Beschwerden von Hörern, daß der damalige Technische Direktor des Bayerischen Rundfunks Reinhard Schneider beauftragte, eine Technische Information aufzubauen, von der Rundfunkteilnehmer, Fachhändler und Fachjournalisten technischen Rat und detaillierte Auskünfte in allen rundfunktechnischen Fragen einholen konnten. Zunehmende Bedeutung erlangte dieser Bereich in den frühen 50er Jahren mit dem Ausbau der UKW-Versorgung und der Einführung des Fernsehens.

Anläßlich des 40jährigen Rundfunkjubiläums erhielt Reinhard Schneider im Jahre 1963 den Auftrag, auf der Funkausstellung eine rundfunkhistorische Geräteschau zu präsentieren. Viele der damals ausgestellten Gegenstände bildeten kurze Zeit später den Grundstock für das Rundfunkmuseum in Berlin, an dessen Aufbau Reinhard Schneider maßgeblich beteiligt war. Auf Anregung von Prof. Theile besorgte er für die Abteilung Nachrichtentechnik im Deutschen Museum, die 1969 eröffnet wurde, zahlreiche rundfunktechnische Antiquitäten. Wegen seiner fundierten Kenntnisse in der Rundfunkhistorie wurde er 1980 mit der Federführung einer von der Technischen Kommission ARD/ZDF eingesetzten Arbeitsgruppe „Geschichte der Rundfunktechnik“ beauftragt, die sich aus Vertretern aller Rundfunkanstalten zusammensetzt. Darüber hinaus ist er seit einem Jahr Mitglied des Vorstandes des „Studienkreises Rundfunk und Geschichte“.

Reinhard Schneider widmete sich weiterhin intensiv und engagiert der Technischen Information, wobei ihm der einst sehr bekannte Wissenschaftsjournalist Otto Willi Gail stets als Vorbild diente. Sachlich korrekt, aber lebendig und auch für den Laien verständlich, so schrieb Reinhard Schneider Hunderte von Beiträgen aus den ver-

schiedensten Bereichen der Rundfunktechnik für Fachzeitschriften und -korrespondenzen. Er gab von 1960 bis 1969 in regelmäßiger Folge die „Technischen Hausberichte" des BR heraus, in denen interessierte Mitarbeiter des BR und anderer Rundfunkanstalten die neuesten Informationen über technischen Fortschritt und aktuellen Stand der rundfunktechnischen Entwicklung erhielten. Immer wieder wurde er gebeten, als Autor von technischen Beiträgen im Hörfunk zu arbeiten, besonders dann, wenn es galt, schwierige technische Sachverhalte einem weiten Hörerkreis auf anschauliche Weise begreiflich zu machen.

Seit 1. Januar 1982 leitet Reinhard Schneider den Technischen Zentralbereich des Bayerischen Rundfunks, dem nicht nur die Technische Information untersteht, sondern auch die Rundfunkversorgungs- und Sendernetzplanung, die Frequenzplanung- und -abstimmung sowie die Meß- und Empfangsstelle des BR. Trotz der Fülle der neuen Aufgaben ist er der gleiche liebenswerte Mensch geblieben: Unter seinen Kollegen ist er wegen seiner immer freundlichen Wesensart, seiner Integrationskraft und stetigen Hilfsbereitschaft außerordentlich beliebt. Wir gratulieren Reinhard Schneider herzlich zu seinem 60. Geburtstag und wünschen ihm weiterhin gute Gesundheit und viel Freude, sowohl im beruflichen als auch im privaten Kreis.

Ulrich Paasche

Ehrungen der FKTG

Die Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft e. V. hat auf der 10. Jahrestagung vom 13. bis 17. September 1982 in München folgende Ehrungen vorgenommen:

Dipl.-Ing. Hans Robert Groll, Darmstadt-Eberstadt, wurde mit der **Richard-Theile-Goldmedaille** ausgezeichnet. Die FKTG ehrte damit sein Wirken und seine Verdienste um die Entwicklung der modernen deutschen Fernseh- und Studiotechnik, die durch die Einführung neuer Technologien und die Video-Magnetbandaufzeichnung nach dem BCN-Format von ihm maßgeblich gefördert wurde und durch seinen Einsatz weltweites Ansehen erlangt hat.

Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Darmstadt, wurde der **Rudolf-Urtel-Preis** zuerkannt. Die FKTG wertete seine Arbeit „Zur Auflösung von Fernsehkameras mit Halbleiter-Bildsensoren" als eine hervorragende wissenschaftliche Leistung, die durch grundlegende Analyse der Quantisierungseffekte in Zeilenrichtung und Einführung eines „Horizontalen Kell-Faktors" die Frage der Detailauflösung bei Halbleiter-Bildsensoren umfassend beantwortet.

Zu **Ehrenmitgliedern** wurden ernannt:

Dr.-Ing. Herbert Großkopf, Neukeferloh,
Dr. phil. nat. Hans Rindfleisch, Hamburg,
Dr. rer. nat. Walter Schwarz, Ottobrunn,
Max Michel, München,
Theodor Nischwitz, Grünwald,
Walter Pindter, Geiselgasteig.

Vladimir Kosma Zworykin †

Dr. Vladimir Kosma Zwroykin, der Schöpfer des modernen elektronischen Fernsehens, ist am 29. Juli 1982 – einen Tag vor seinem 93. Geburtstag – in Princeton, N. J. (USA) gestorben. Am 30. Juli 1889 wurde er als Sohn eines Kaufmanns und Reeders im russischen Mourom geboren. Er besuchte die Realschule seiner Vaterstadt und studierte dann Elektrotechnik am Institut für Technologie in St. Petersburg (Leningrad). Zu seinen Lehrern gehörte Professor Boris Rosing, dem u. a. schon am 26. November 1907 das DRP 209 320 auf ein „Verfahren zur elektrischen Fernübertragung von Bildern" erteilt worden war. Als Student arbeitete Zworykin von 1910 bis 1912 eng mit Rosing in dessen privatem Laboratorium zusammen an der Verwirklichung jenes mechanisch-elektronischen Fernsehsystems, mit dem am 9. Mai 1911 die Übertragung erster, grober Fernsehbilder gelungen sein soll. Die Anregungen, die er damals empfing, haben Zworykins spätere Forschungen in hohem Maße beeinflußt.

Von 1912 an besuchte er das Collège de France in Paris, wo er sich unter Professor Langevin der Röntgenstrahlenforschung widmete. Als der Erste Weltkrieg ausbrach, kehrte Zworykin nach Rußland zurück und diente als Funker, später als Offizier im Nachrichtenkorps der zaristischen Armee. Nach Ausbruch der Revolution arbeitete er zunächst als Ingenieur bei der Russischen Marconi Company in Moskau und emigrierte Ende 1918 in die Vereinigten Staaten, wo er das Bürgerrecht erwarb und bald eine Stellung bei der Westinghouse Electric and Manufacturing Company in East Pittsburg fand.

In den USA meldete Zworykin am 29. Dezember 1923 sein erstes, grundlegendes Patent auf ein vollelektronisches „Fernseh-System" an, das aus formalen patentrechtlichen Gründen erst am 20. Dezember 1938 unter der „U. S. Patent-No. 2 141 059" erteilt wurde. Kernstück dieser ersten Patentanmeldung war bereits eine Kathodenstrahlröhre auf der Empfangsseite und eine Aufnahme- oder Kameraröhre auf der Geberseite, in der das zu übertragende Bild eines Objektes auf ein „Target" projiziert wurde, ein gegen eine Leiterplatte isoliertes Mosaik aus speichernden Elementar-Photokathoden, die von der anderen Seite durch einen Elektronenstrahl abgetastet wurden und durch Entladung das Bildsignal lieferten. Vermutlich Anfang 1925 führte Zworykin der Leitung der Westinghouse Company sein vollelektronisches Fernsehsystem vor, indem er das Schattenbild eines Kreuzes übertrug, wobei er die noch zu überwindenden Schwierigkeiten nicht verhehlte. Seine Demonstration enttäuschte die Vorgesetzten und man empfahl ihm, an „etwas Nützlicherem" zu arbeiten.

Zworykin setzte zunächst seine Arbeiten auf dem Gebiet der Photozellen, der Schallaufzeichnung und der Bildtelegraphie fort. 1926 promovierte er an der Universität Pittsburg mit einer Dissertation über „Das Studium der Photozellen und ihre Verbesserung" zum Doktor der Philosophie. Nach einer Studienreise durch einige europäische Fernsehlaboratorien widmete sich Zworykin ab November 1928 der Vervollkommnung der Hochvakuum-Bildempfangsröhre, des „Kineskops", das er Ende 1929 an einem mechanischen Filmgeber mit Schwingspiegelzerleger vorführen konnte.

Vermutlich Anfang 1929 richtete der Präsident der Radio Corporation of America (RCA), David Sarnoff, an Zworykin die Frage, wieviel es kosten würde, ein brauchbares Fernsehsystem zu produzieren. Er antwortete: „Es könnte in zwei Jahren geschehen und würde einige hunderttausend Dollar kosten", eine – wie er meinte – beeindruckende Summe. Die RCA hat dann 50 Millionen Dollar für Fernsehforschung und -entwicklung aufgewandt.

Ende 1929 ging Zworykin als Direktor der elektronischen Forschungsgruppe zur RCA. 1931 begannen er und sein Team mit der Entwicklung einer neuen Aufnahmeröhre mit „einseitigem" Target, auf das sowohl das Bild des fernzusehenden Objektes als auch der abtastende Elektronenstrahl von derselben Seite auftrafen. Nach Überwindung unzähliger fabrikatorischer Schwierigkeiten konnte Zworykin diese Röhre, die er „Ikonoskop" nannte, am 26. Juni 1933 der Fachwelt vorführen; 1934 begann die Fertigung. Durch Einführung des Speicher-

prinzips hat er mit seinem „Ikonoskop" die Grundlage aller heutigen Fernsehsysteme mit hoher Auflösung geschaffen. In den folgenden Jahren setzte Zworykins Forschungsgruppe bei der RCA ihre Arbeit an der Entwicklung neuer, revolutionärer Elektronikgeräte fort: Es entstanden der Sekundärelektronen-Vervielfacher, das Image-Ikonoskop mit Vorabbildung, der Infrarot-Bildwandler für Nachtsichtgeräte, das Orthikon, eine Kameraröhre für Abtastung des Targets durch langsame Elektronen, das empfindlichere Image-Orthikon, ein Elektronenmikroskop und nach dem Kriege das Vidicon, die erste Kameraröhre mit Photo-Halbleiter-Target.

Während des Zweiten Weltkrieges war Zworykin Mitglied zahlreicher militärisch-wissenschaftlicher Beratungsgremien der amerikanischen Luftwaffe und der nationalen Verteidigung. Unter seiner Leitung wurde bei der RCA u. a. eine Fernsehkamera für den Einbau in Lenkflugkörper oder zur Flugzeugkennung, ein Gerät zur Flakfeuerkontrolle und ein verbessertes Radarsystem entwickelt. Seine Freunde behaupteten, daß Zworykin, sobald er irgendetwas bis zur praktischen Brauchbarkeit entwickelt habe, das Interesse daran verliere und sich neuen Aufgaben zuwende, z. B. der automatischen Steuerung von Kraftfahrzeugen auf Autostraßen oder der Anwendung elektronischer Methoden in der Medizin.

Am 1. August 1954 trat Zworykin, zuletzt Vizepräsident der RCA und technischer Berater der Laboratorien, in den „Ruhestand". Der Vorstand seiner Firma wählte ihn zum Vizepräsidenten ehrenhalber. Nach seinem Ausscheiden übernahm er die Leitung des Medical Electronics Center am Rockefeller Institute in New York. Mit seiner Frau Catherine, einer Ärztin, lebte er zuletzt in Princeton, N. J., wo ihm die RCA für seine Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der medizinischen Elektronik ein Büro im David Sarnoff Research Center zur Verfügung gestellt hatte. Fast täglich arbeitete er dort an seinem gerade letzten Objekt; er beantwortete jeden Brief, ging auf jede Frage ein.

Während der Wintermonate lehrte er als Gastprofessor am Center for Theoretical Studies und am Institute for Molecular and Cellular Evolution der Universität Miami in Florida. Rund 80 wissenschaftliche Veröffentlichungen und Bücher tragen seinen Namen als Verfasser oder Mitverfasser. Für seine außergewöhnlichen, einmaligen Verdienste um die Entwicklung des Fernsehens wurden ihm rund 30 hohe in- und ausländische Auszeichnungen zuteil: 1938 verlieh ihm das Polytechnic Institute von Brooklyn die Würde eines Doctor of Science ehrenhalber, 1948 ernannte ihn Frankreich zum Ritter der Ehrenlegion, 1966 überreichte ihm Präsident Lyndon B. Johnson die National Medal of Science, die höchste Auszeichung, welche die USA zu vergeben haben, für „größere Beiträge zu den Werkzeugen der Wissenschaft, der Ingenieurkunst und des Fernsehens sowie für seine Anregung zur Anwendung der Ingenieurwissenschaften auf die Medizin". 1977 wurde er in die Nationale-Erfinder-Ruhmeshalle gewählt. „Ihre Beiträge zu unserer Technologie sind eine Wohltat für die ganze Menschheit", sagte ihm RCA-Präsident Edgar H. Griffith in seinem Glückwunschtelegramm. 1980 erhielt Zworykin den Eduard-Rhein-Ring.

Gerhart Goebel

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

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

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

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

Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9—11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 105,— DM zuzüglich Versandspesen. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 29. 10. 1982. Einzelpreis dieses Heftes 25,60 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

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

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