

25 Jahre

# RTM

## Rundfunktechnische Mitteilungen

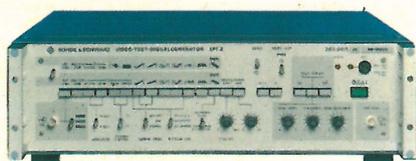
Herausgegeben im Auftrage der Arbeitsgemeinschaft  
der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der  
Bundesrepublik Deutschland sowie des Zweiten  
Deutschen Fernsehens vom

Institut für Rundfunktechnik GmbH **IRT**

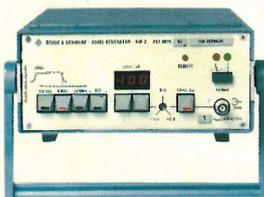
- Leopold Gregorač* Eine Analyse der elektrischen Gegebenheiten bei der Verwendung  
von Kunststoffseilen zum Abspannen von Masten
- Günter Potschkat* Modelltechnische Untersuchung der elektrischen und der magnetischen  
Feldstärke im Nah- und Fernfeld einer Richtantenne
- Dietrich E. Koelle* Die Entwicklung geostationärer Nachrichtensatelliten
- Peter Wolf u. a.* Das 12. Internationale Fernsynchronsymposium  
Montreux, 30. Mai bis 4. Juni 1981
- Tagungen und Ausstellungen - Buchbesprechungen - Nachrichten - Persönliches

# TV-Meßtechnik: R&S setzt Signale

TV-RF-Meßsender SBUF  
25 bis 1000 MHz (rechts)



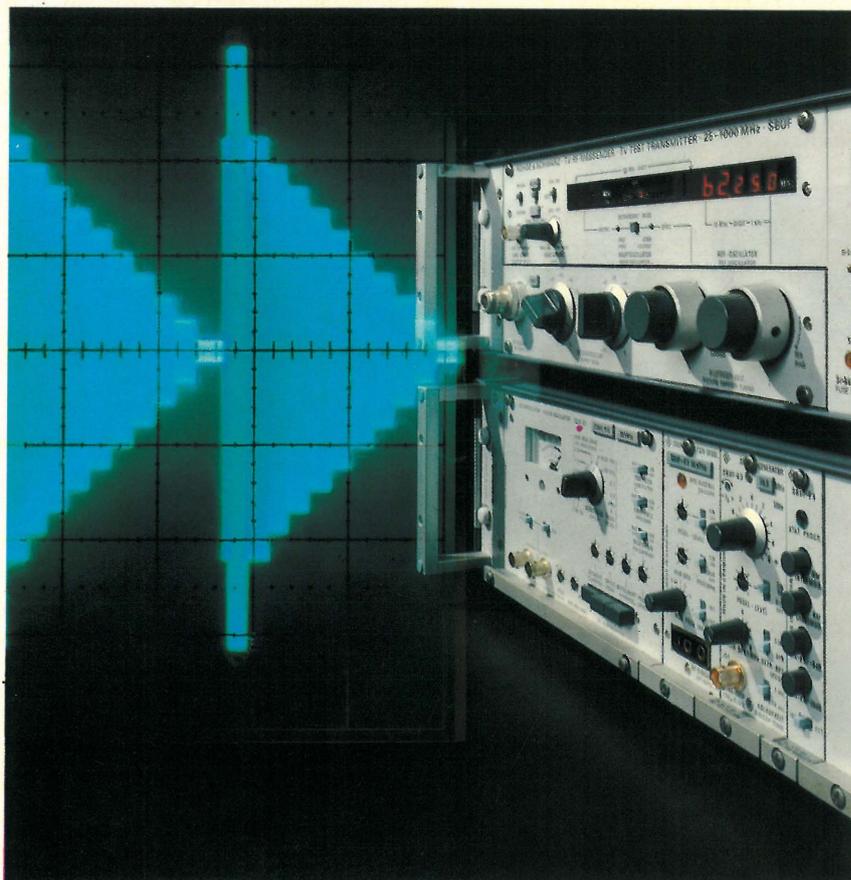
Video-Testsignalgenerator SPF 2  
mit Eintastung



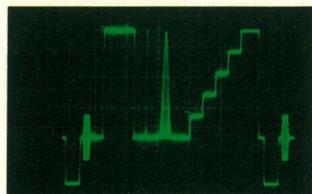
Rauschgenerator SUF 2  
20 Hz bis 50 MHz



Tonfrequenzmeßplatz SUN 2  
10 Hz bis 100 kHz

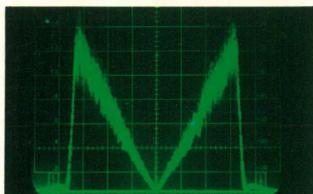


Neue Signalgeneratoren für Audio, Video, Rauschen und RF zum Messen in Übertragungssystemen



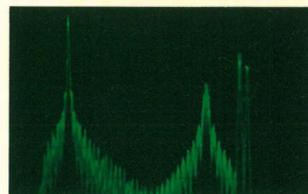
SPF 2

CCIR-Prüfzeilensignal



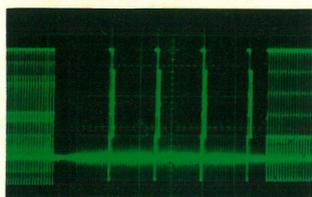
SUF 2

Dreiecksrauschen 0 bis 6 MHz



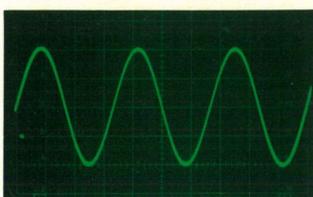
SBUF

TV-Zweitord-Signalspektrum:



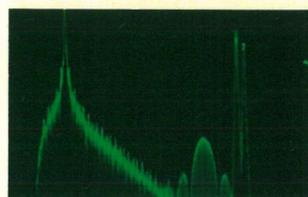
SPF 2

Spezielles MAZ-Prüfsignal



SUN 2

Präzises Sinus-NF-Meßsignal



SBUF

Bildträger, Farbträger, Tonträger 1 + 2

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG  
Postfach 80 14'69  
D-8000 München 80  
Federal Republic of Germany

Telex 523 703 (rus d)  
Telefon (0 89) 41 29-1



**ROHDE & SCHWARZ**

## I N H A L T S V E R Z E I C H N I S :

Eine Analyse der elektrischen Gegebenheiten bei der Verwendung von Kunststoffseilen zum Abspannen von Masten .. 201 Leopold Gregorac	Das 12. Internationale Fernsynchronsymposium Montreux, 30. Mai bis 4. Juni 1981 ..... 227 Peter Wolf u. a.
Modelltechnische Untersuchung der elektrischen und der magnetischen Feldstärke im Nah- und Fernfeld einer Richtantenne ..... 213 Günter Potschkat	Tagungen und Ausstellungen ..... 241
Die Entwicklung geostationärer Nachrichtensatelliten ..... 219 Dietrich E. Koelle	Buchbesprechungen ..... 242
	Nachrichten ..... 246
	Persönliches ..... 247

## EINE ANALYSE DER ELEKTRISCHEN GEGEBENHEITEN BEI DER VERWENDUNG VON KUNSTSTOFFSEILEN ZUM ABSPANNEN VON MASTEN<sup>1</sup>

VON LEOPOLD GREGORAC<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 11. Juni 1981

Antennentechnik

### Zusammenfassung

Der Artikel behandelt die Probleme, die beim Abspannen von Antennen oder von anderen Masten mit Kunststoffseilen durch den Einfluß elektrischer Felder auftreten. Die Feldstärken für einige typische Mastgrößen werden errechnet. Vergleiche zwischen Metall- und Kunststoffseilen werden gezogen. Rechnerische und experimentelle Lösungen zur verbesserten Abspannung mit Kunststoffseilen, die den Einfluß von elektrischen Feldern betreffen, werden angegeben.

### Summary **An analysis from electrical considerations, of the utilisation of synthetic-fibre ropes for staying masts**

This article discusses the problems due to the effects of electric fields upon synthetic-fibre ropes used for staying aerial and other masts. The field-strengths for a number of masts of typical dimensions are evaluated and the cases of metallic and synthetic-fibre staying are compared. Solutions for improving the staying by means of synthetic-fibre ropes, as regards the influence of electric fields, are discussed on the basis of theoretical and experimental results.

### Sommaire **Analyse à partir de considérations électriques, des possibilités d'utilisation de haubans en fibres synthétiques**

L'article étudie les problèmes posés par les effets des champs électriques sur les câbles en fibres synthétiques utilisés pour le haubanage des antennes et autres pylônes. On calcule les champs pour un certain nombre de pylônes de dimensions typiques et on compare la situation dans les cas d'utilisation de haubans métalliques ou en fibres synthétiques. On examine à partir de résultats théoriques et expérimentaux des solutions permettant d'améliorer le haubanage en fibres synthétiques, du point de vue des champs électriques.

### 1. Einleitung

In den letzten Jahren erschienen auf dem Markt Kunststoffseile (z. B.: Phillystran, Parafil), die ausgezeichnete mechanische Eigenschaften haben und durch ihr geringes Gewicht und ihre Korrosionslosigkeit entscheidende Vorteile gegenüber Metallseilen bieten. Die Seile bestehen aus einem Strang von feinfaserigen Aramidfäden, der von einem Schutz-

mantel aus Polyurethan oder anderen Kunststoffen umgeben ist. Sie eignen sich hervorragend zum Abspannen von Masten. Die elektrischen Eigenschaften sind natürlich völlig verschieden von denen der Metallseile, ist doch der Kunststoff ein Dielektrikum. Gerade das bildet aber den Vorteil bei Antennenmasten, entfallen doch die teuren und komplizierten Isolatorketten und ebenso der Einfluß auf das Strahlungsdiagramm bei Tragmasten für FM- und FS-Antennen.

Kunststoffseile haben aber die schlechte Eigenschaft, bei Anwesenheit sehr starker elektrischer Felder möglicherweise durchzubrennen. Die Untersu-

<sup>1</sup> Die in diesem Aufsatz unter 7a), c) und d) zusammengefaßten Ergebnisse sind in den USA patentrechtlich geschützt unter der Nummer 251010.

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Leopold Gregorac ist Leiter der Entwicklungsabteilung bei Radiotelevizija Ljubljana, Jugoslawien.

chung der Ursachen dieses Phänomens sowie dessen Verhinderung bildet den Inhalt dieses Aufsatzes. Betrachten wir zuerst, welche Feldstärken bei Antennenmasten auftreten.

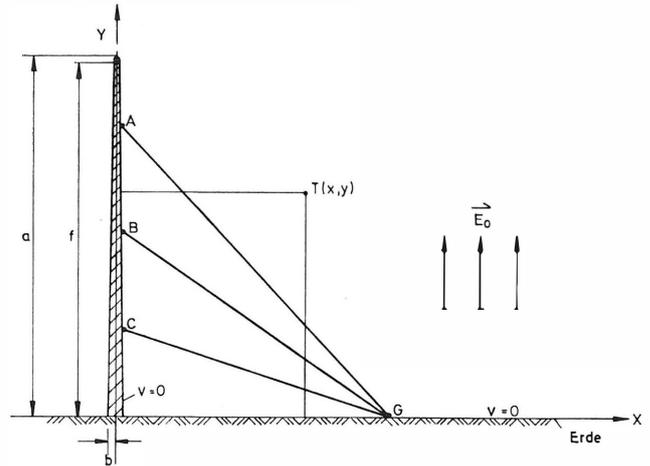
**2. Elektrische Feldstärken an den Masten**

**2.1. Nichtstrahlende Maste**

Solche Maste werden oft als Tragmaste für FM- und FS-Sendeantennen verwendet. Sie sind geerdet, vielfach selbsttragend. Sind sie jedoch abgespannt, so ist die Art der Abspannung sehr genau zu überlegen, um einen Einfluß auf die Strahlungsdiagramme der Antennen zu verhindern.

Welche Feldstärken können nun hier auftreten? Wir wissen, daß die Erde als elektrischer Leiter eine negative Ladung trägt. Die entsprechende positive Ladung formiert sich in der oberen Atmosphäre. Diese Schicht und die Erde bilden einen großen sphärischen Kondensator. Dazwischen bildet sich ein elektrostatisches Feld, das verschiedene Werte annehmen kann. Bei störungsfreiem Wetter hat dieses Feld eine positive Polarität und eine Stärke von etwa 100 V/m [1]. Bei Anwesenheit von Gewitterwolken ändert sich das Bild. Die Wolken tragen in ihrem unteren Teil eine starke negative Ladung. Die Polarität des elektrischen Feldes schlägt um; die Stärke kann, je nach der Entfernung vom Gewitterzentrum, sogar 20 000 V/m übersteigen. In 5 km Entfernung kann das Feld noch immer 5000 V/m haben.

Um den Einfluß des elektrostatischen Feldes auf Maste zu untersuchen, stellen wir uns diese als ein



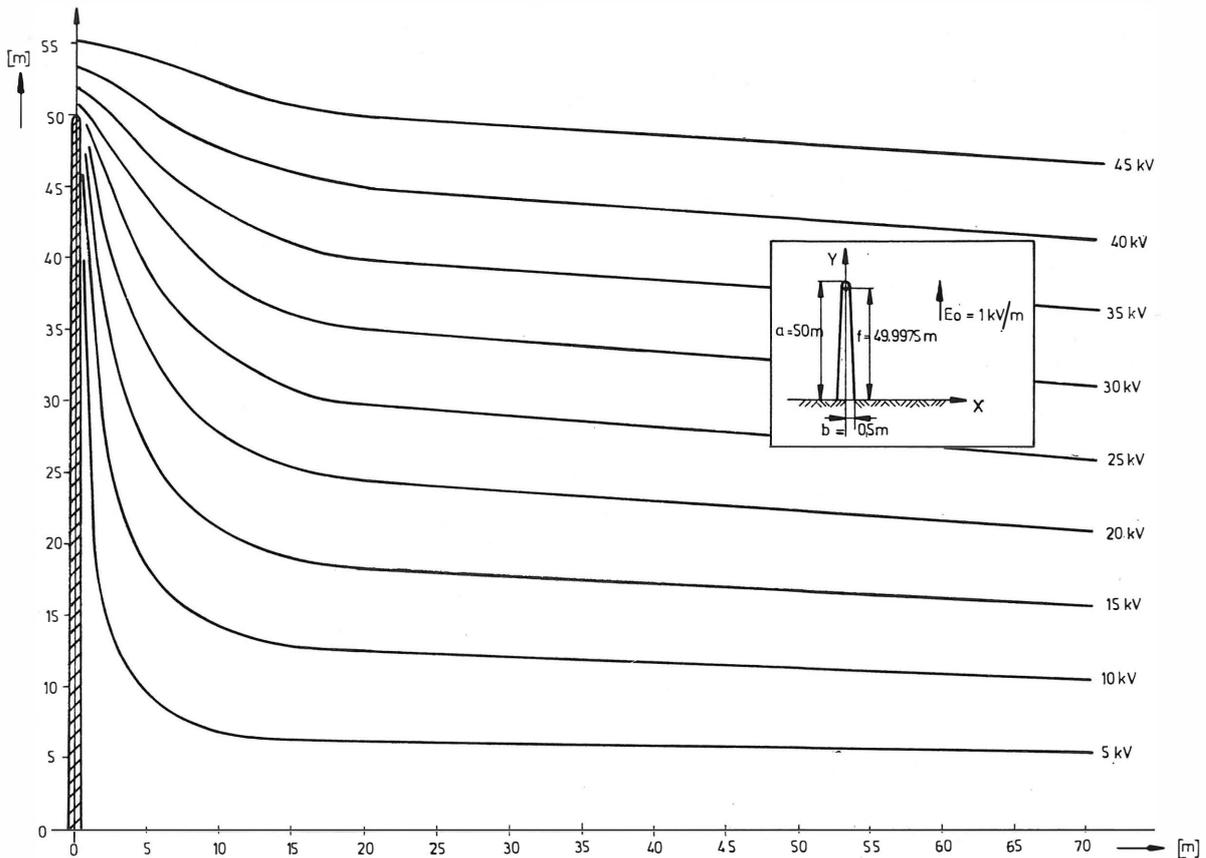
**Bild 1**

Schlanke Ellipsoid im elektrostatischen Feld  $E_0$

- a = große Halbachse
- b = kleine Halbachse
- f = Brennpunkt

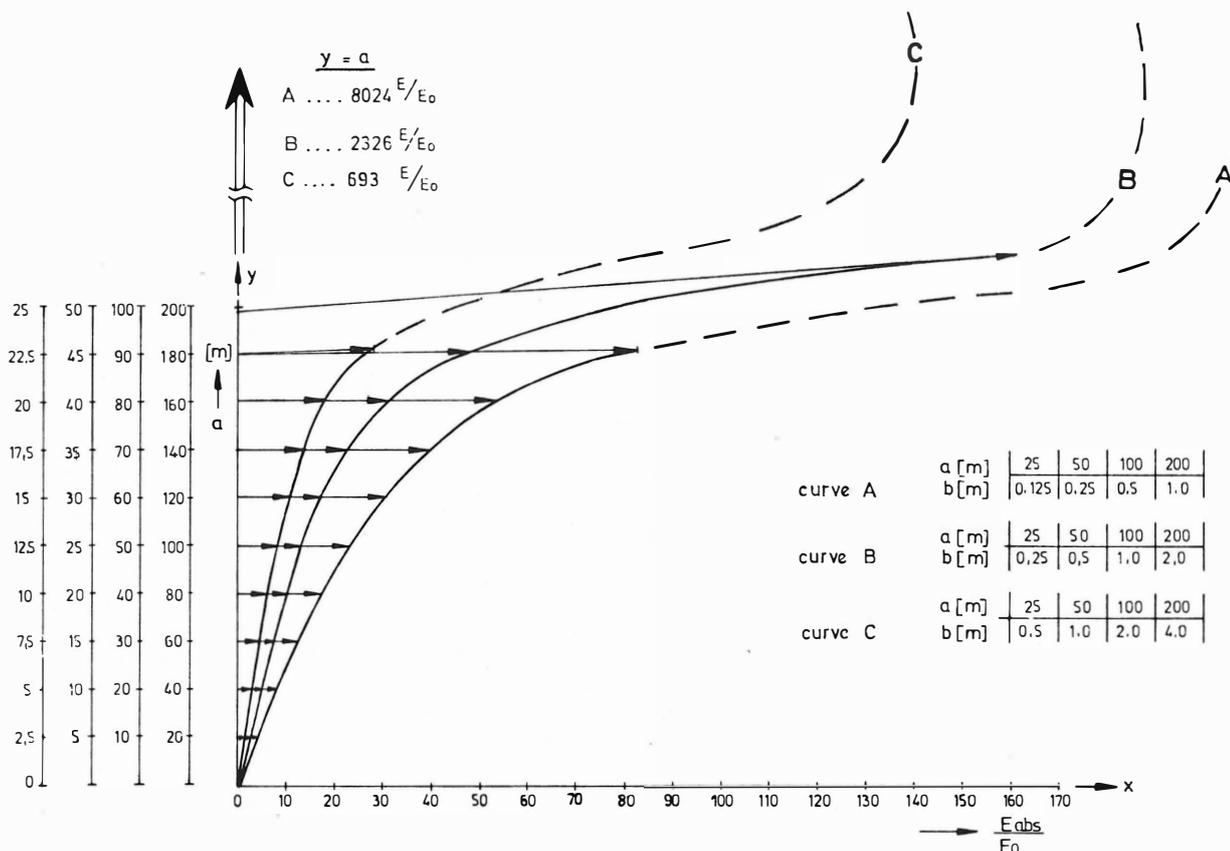
sehr schlanke Ellipsoid vor, das sich im elektrostatischen Feld  $E_0$  befindet (Bild 1). Der Einfluß der Abspannseile wird häufig vernachlässigt.

Das metallische Ellipsoid wird durch das elektrostatische Feld mit einer Ladung polarisiert, die sich in der Erde spiegelt. Das Potential in einem beliebigen Punkt des Raumes erhalten wir durch den Ausdruck [2]



**Bild 2**

Äquipotentiallinien in der unmittelbaren Umgebung des Ellipsoides



**Bild 3**  
Rechtwinkelige Komponenten der elektrischen Feldstärken auf der Oberfläche der Ellipsoide

$$V = \frac{E_0}{\ln \frac{a+f}{a-f} - \frac{2f}{a}} \cdot \left\{ y \cdot \ln \frac{y+f+\sqrt{x^2+(y+f)^2}}{y-f+\sqrt{x^2+(y-f)^2}} + \sqrt{x^2+(y-f)^2} - \sqrt{x^2+(y+f)^2} \right\} - E_0 \cdot y = V_s - E_0 \cdot y \quad (1)$$

$$\vec{E} = -\text{grad}V = -1_y \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - 1_x \cdot \frac{\partial V}{\partial x} \quad (2)$$

$1_y, 1_x$  = Richtungsvektoren.

Die Oberfläche des Ellipsoides ist eine Äquipotentialfläche, auf der die elektrische Feldstärke senkrecht steht. Daher brauchen nur die rechtwinkligen Komponenten der elektrischen Feldstärke  $E$  betrachtet zu werden. Das Potential auf dem Ellipsoid ist natürlich 0.

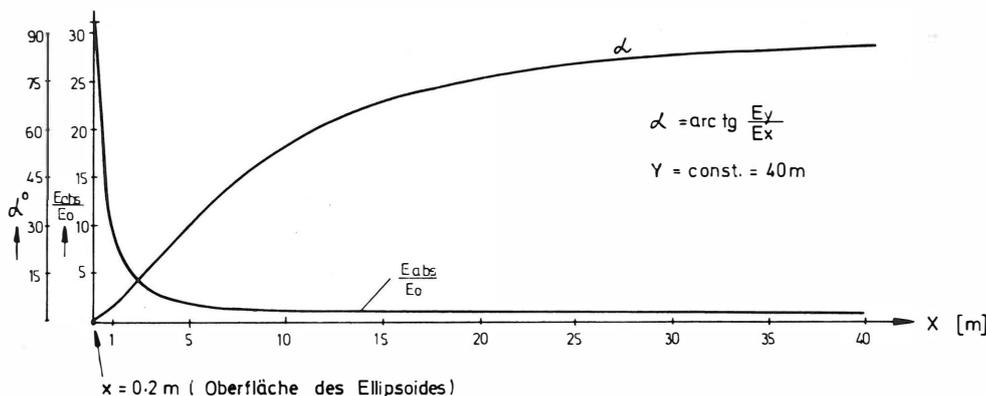
Errechnet wurden auf diese Weise die elektrischen Feldstärken und Potentiale auf dem Ellipsoid und in der unmittelbaren Umgebung für einige Mastlängen, die häufige Gebrauchswerte darstellen (**Tabelle 1**).

Für das äußere homogene Feld wurde der Wert  $E_0 = 1 \text{ kV/m}$  angenommen. Durch die errechneten Resultate wird festgestellt:

$V_s$  ist das sekundäre Potential des polarisierten Ellipsoides und  $E_0 \cdot y$  das Potential des elektrostatischen Feldes  $E_0$ . Die elektrische Feldstärke  $E$  im Raum wird bestimmt durch

a (m)	$b_1$ (m)	$f_1$ (m)	$b_1/f_1$	$b_2$ (m)	$f_2$ (m)	$b_2/f_2$	$b_3$ (m)	$f_3$ (m)	$b_3/f_3$
25	0,125	24,999688	199,9975	0,25	24,99875	99,995	0,5	24,9949995	49,989999
50	0,25	49,999376	199,9975	0,5	49,9975	99,995	1,0	49,989999	49,989999
100	0,5	99,99875	199,9975	1,0	99,995	99,995	2,0	99,979998	49,989999
200	1,0	199,9975	199,9975	2,0	199,99	99,995	4,0	199,959996	49,989999

**Tabelle 1**  
Geometrie der zur Berechnung gewählten Ellipsoide



**Bild 4**  
Absolute Werte und Winkel der Feldstärke auf der Höhe  $y = 40$  m

- Das Maximum der elektrischen Feldstärke tritt am Scheitel des Ellipsoides auf und ist von der Schlankheit abhängig, das heißt vom Verhältnis  $b/f$  bzw.  $a/f$ ;
- das Maximum der elektrischen Feldstärke in der Ebene  $y = \text{const.}$  befindet sich auf der Oberfläche des Ellipsoides und sie ist die rechtwinkelige Komponente auf dieser Oberfläche.

**Bild 2** zeigt den Verlauf der Äquipotentiallinien für ein Ellipsoid von 50 m Länge und 0,5 m Durchmesser.

In **Bild 3** sind die Werte der rechtwinkeligen Komponenten der elektrischen Feldstärken auf der Oberfläche der Ellipsoide für alle errechneten Beispiele dargestellt.

**Bild 4** zeigt den Verlauf des absoluten Wertes und des Winkels der elektrischen Feldstärke in der Höhe  $y = 40$  m.

Hinsichtlich der Form der Masten, die in praktischem Gebrauch sind, können alle obigen Resultate verwendet werden, außer der maximalen Feldstärke am Scheitel des Ellipsoides [3]. Dieser Wert ist aber für uns uninteressant, da wir ja die Gegebenheiten in den Abspannungsebenen untersuchen, die in der Praxis meistens nur bis in 80 % der Höhe des Mastes reichen. Aus **Bild 3** und den errechneten Werten geht hervor, daß die maximalen elektrischen Feldstärken in dieser Höhe (Punkt A auf **Bild 1**) einen

Wert von 30 bis  $85 E_0$  erreichen, abhängig vom Verhältnis Höhe/Radius des Mastes.

Das bedeutet, daß die statische elektrische Feldstärke in diesem Punkt in der unmittelbaren Nähe des Mastes, bei extremer Gewitterbildung, einen Wert von 600 kV/m annehmen kann, bei sehr schlanken Masten sogar den von 1,7 MV/m. Die elektrischen Hochfrequenz-(HF-)Feldstärken, die als Folge von Ausstrahlungen von FM- und FS-Antennen entstehen, werden hier aus praktischen Gründen vernachlässigt.

**2.2. Strahlende Masten**

Diese Masten sind selbststrahlende Sendeantennen und werden im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich verwendet. Die Werte der elektrischen HF-Feldstärken, die in unmittelbarer Nähe der Masten auftreten, sind von der Ausgangsleistung des Senders und von der Art der Antenne abhängig. Die Methoden der approximativen Errechnung dieser Feldstärken wurden bereits in mehreren Büchern und Artikeln behandelt. In unserem Fall betrachten wir zuerst das vereinfachte Beispiel eines Mastes auf einem Fußisolator. Letzterer ist normal immer für statische Erscheinungen geerdet, so daß wir die Resultate des Einflusses von statischen Feldern aus Kapitel 2.1. auch hier verwenden können.

a/b	a = 0,1 λ = 25 m		a = 0,25 λ = 50 m		a = 0,5 λ = 100 m	
	h = a E (kV/m)	h = 0,8 a E (kV/m)	h = a E (kV/m)	h = 0,8 a E (kV/m)	h = a E (kV/m)	h = 0,8 a E (kV/m)
200	36	35,7	1,24	1,19	1,20	1,08
100	18	17,8	0,74	0,71	0,64	0,51
50	8,4	8,3	0,45	0,43	0,23	0,19

**Tabelle 2**  
Elektrische Feldstärke an drei typischen Antennenmasten

$P = 1$  kW,  $m = 100$  %  
 $a/b$  = Verhältnis Höhe/Radius  
 $E$  = Scheitelwert der Feldstärke  
 $h$  = Beobachtungspunkt

Die elektrischen HF-Feldstärken, die in unmittelbarer Nähe des Mastes als Folge der Antennenstrahlung auftreten, errechnen wir mit Hilfe der bekannten Leistungsgleichungen. Wie wir sehen werden, ist diese Näherungsrechnung für unsere Zwecke genau genug.

In der **Tabelle 2** sind für die drei typischen Mastlängen – 0,1; 0,25 und 0,5  $\lambda$  ( $\lambda$  = Wellenlänge) in Abhängigkeit vom Verhältnis Höhe/Radius des Mastes – die rechwinkelig zur Oberfläche eines zylindrischen Leiters stehenden maximalen elektrischen HF-Feldstärken angegeben. Das Maximum tritt am Scheitel der Antenne auf; angeführt sind auch die Werte bei 0,8 der Masthöhe. Die Einspeiseleistung der Antenne ist 1 kW, die Zahlen sind Scheitelwerte und die Modulation 100 %.

Selbstverständlich ist die elektrische HF-Feldstärke auch in diesem Fall maximal auf der Antennenoberfläche und zudem vom Verhältnis Höhe/Radius abhängig. In den Punkten A, B, C (**Bild 1**), die uns vor allem interessieren, addiert sich diese Feldstärke zu jener, die als Folge des statischen Feldes auftritt. Durch Vergleich beider Feldstärken wird ersichtlich, daß wir bis zu einer Leistung von 100 kW bei der Wahl der Isolatoren oder bei der Art der Anbringung von Kunststoffseilen im Punkt A vor allem die viel größeren Feldstärken berücksichtigen müssen, die als Folge eines starken statischen Feldes auftreten. Bei größeren Senderleistungen muß auch die Komponente der elektrischen HF-Feldstärke einbezogen werden, die durch die Antennenstrahlung entsteht.

### 3. Abspannung der Maste mit Metallseilen

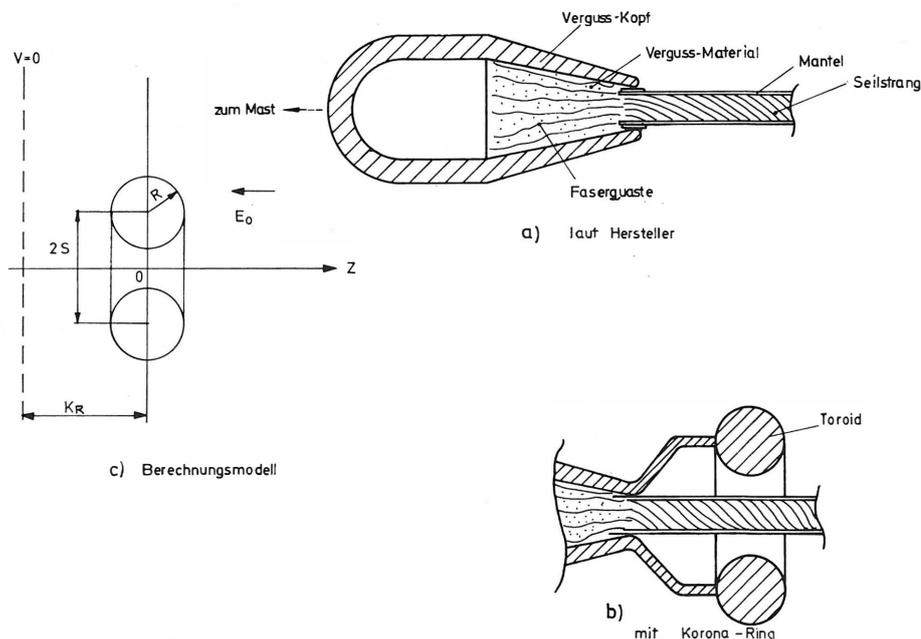
Bei nichtstrahlenden Masten sind die Abspannseile üblicherweise an beiden Enden geerdet (Punkte A, B, C und G in **Bild 1**). Da diese Seile Leiter sind und das Potential  $V = Q$  haben, tritt um sie eine Verdich-

tung des Feldes auf. Bei sehr hohen Werten des statischen Feldes kann eine Korona an den oberen Abspannpunkten auftreten, besonders dann, wenn scharfe Kanten vorhanden sind. Der Effekt stellt in diesem Fall keine Gefahr dar, und es ist nur auf eine eventuelle Kreuzung mit den Ebenen von FM,- FS- oder anderen Antennen zu achten, die am Mast befestigt sind. Der Koronaeffekt kann manchmal Störungen verursachen, besonders an empfindlichen Anlagen für Funkverbindungen. Bei strahlenden Masten ist das Problem anderer Natur. Die Abspannseile sind in Abschnitte zu teilen, die mit Isolatoren zu trennen sind, so daß keine Verzerrung des Strahlungsdiagramms des Mastes auftritt.

Dieses theoretisch noch nicht exakt gelöste Problem wurde approximativ von mehreren Fachleuten behandelt. Eine sehr brauchbare Analyse bringt [4]. Kurz gesagt, an den Zwischenisolatoren treten Spannungen als Folge von statischen Feldern auf. Die einzelnen Seilabschnitte nehmen verschiedene Potentialwerte an. An den Enden der Abschnitte verdichten sich die elektrischen Flußlinien, so daß an den Isolatoren sehr hohe Spannungen entstehen können, die öfter Überschlüge hervorrufen. Diese Überschlüge werden oft durch die von der Antennenstrahlung in die Seilabschnitte induzierte Spannung aufrechterhalten. Bei größeren Senderleistungen entstehen dadurch ernste Probleme. Auch sind die Isolatoren und besonders die dazugehörigen Armaturen kompliziert und teuer.

### 4. Abspannung der Maste mit Kunststoffseilen

Diese Seile sind materialmäßig Dielektrika. Ihr Verhalten im elektrischen Feld ist völlig verschieden von dem leitender Seile. Auf der Oberfläche und im Innern des Dielektrikums treten unter Einfluß eines statischen elektrischen Feldes Potentiale auf, deren



**Bild 5**

Abschlussköpfe und ihre Geometrie zur Berechnung der Feldstärken

Gesetzmäßigkeit durch die Poissonsche Gleichung bestimmt ist und durch Grenzbedingungen, die aus einer Stetigkeitsbetrachtung abzuleiten sind. Die Formeln sind bekannt [4] und wir wollen sie hier nicht wiederholen.

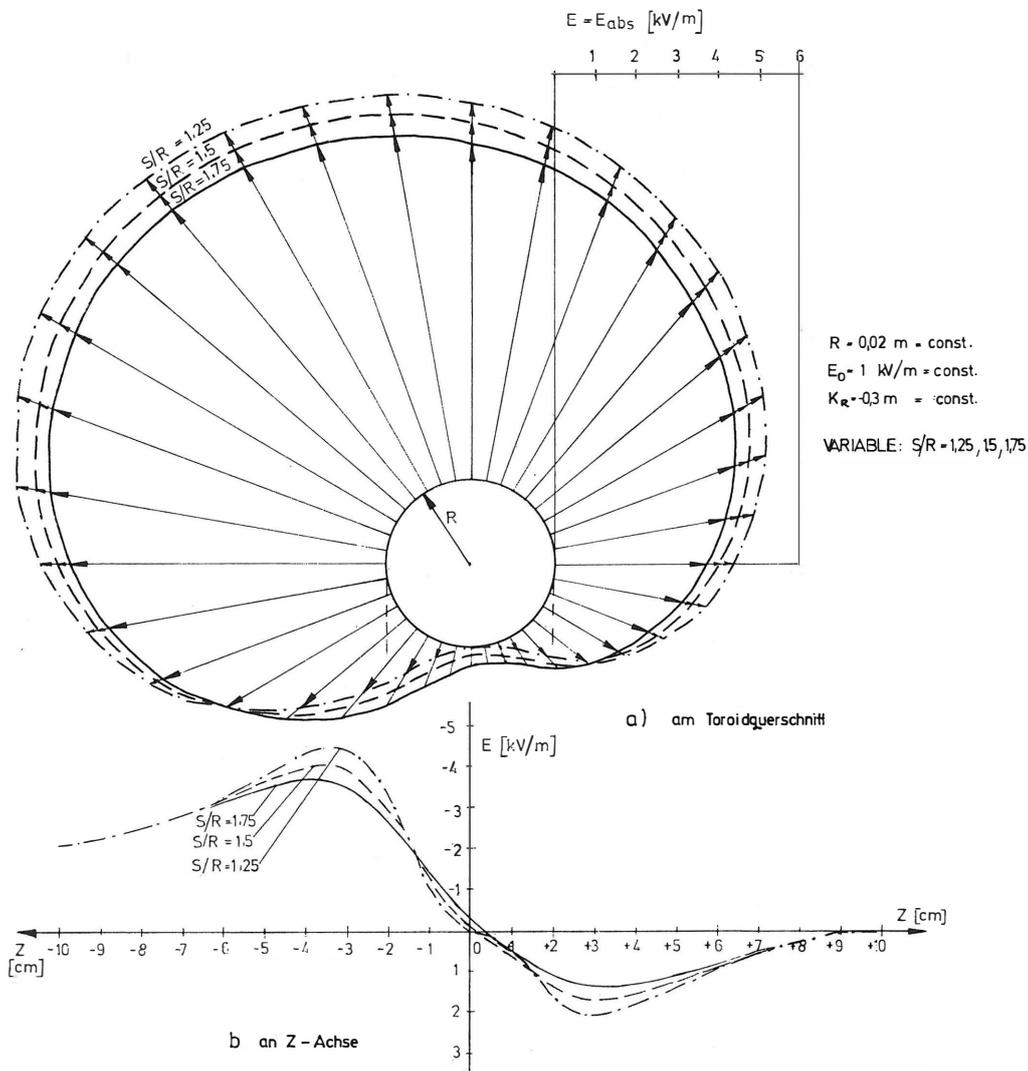
Wenn diese Potentiale beziehungsweise ihre Differenz auf einem gegebenen Abstand im Dielektrikum zu groß werden, kommt es zum Zusammenbruch der Struktur des Isolationsmaterials. Porzellanisolatoren springen gewöhnlich in diesen Fällen, Kunststoffseile brennen durch.

Bei den in der Einleitung erwähnten Kunststoffseilen beträgt die Durchbruchsspannung um 185 kV/cm. Diese Angabe gilt für das trockene Dielektrikum. Für nasses Dielektrikum gibt es noch keine Daten, außer, daß die Wasserabsorption weniger als 1 % beträgt. Gewiß ist, daß sich die dielektrischen Verluste bei feuchtem Wetter vergrößern und die oben erwähnte Durchbruchsspannung beträchtlich sinkt [6]. Auch die Luftverschmutzung spielt eine Rolle, da sie mit der Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Seile eine leitende Schicht bildet. Der als Folge auftretende Ableitungsstrom beschädigt das Dielektrikum.

Aus dem bisher Gesagten ist ersichtlich, daß die maximalen Feldstärken an den Abspannpunkten A, B und C auftreten (Bild 1). Je höher die Punkte liegen, desto größer sind die Spannungen (Bilder 2 und 3), hervorgerufen durch das statische Feld. Bei strahlenden Masten ist noch das durch die Strahlung hervorgerufene HF-Feld hinzuzuzählen. Wenn das Kunststoffseil im obersten Abspannpunkt der Belastung durch das gesamte elektrische Feld bei allen Gegebenheiten standhält, so ist die Annahme berechtigt, daß es auch an anderen Stellen zu keiner Beschädigung kommt.

Ausgenommen ist der Fall, wenn sich das Seil direkt im Wege einer Blitzentladung befindet. Wollten wir uns auch gegen ein solch seltenes und unvorhersehbares Ereignis schützen, muß der Mast mit der Abspannung so projektiert werden, daß auch beim Reiß eines Abspannseiles kein Umstürzen des Mastes erfolgt. Die Behandlung dieses Problems ist aber nicht Gegenstand des Aufsatzes, uns interessieren die Gegebenheiten am oberen Abspannpunkt.

Wir kennen schon die elektrischen Felder an dieser Stelle; betrachten wir jetzt, wie durch die Art der



**Bild 6**  
Elektrische Feldstärke in Abhängigkeit vom Verhältnis  $S/R$

**4.1.2. Vom Hersteller der Kunststoffseile empfohlene  
Abschlußarmaturen (Bild 5a)**

Die Hersteller der Kunststoffseile gebrauchten die gleichen Abschlußarmaturen wie für Stahlseile (**Bild 5a**). Dabei wurde der grundlegende Unterschied vergessen, daß der Kunststoff ein Dielektrikum ist. Betrachten wir die elektrischen Felder, die bei derartigen Abschlußköpfen entstehen. Wegen der einfacheren Behandlung und zum Vergleich mit dem Toroid wurde nur ein Dielektrikum und ein Teil des Abschlußkopfes in Betracht gezogen, wie in **Bild 9** gezeigt wird. Zur Lösung des Problems wurde die numerische Berechnung der Friedholmschen Integralgleichung der ersten Art benutzt. **Bild 9** zeigt die mittels Rechnerprogramm erhaltenen Resultate. Die Genauigkeit ist besser als 10 %, wie der Vergleich mit den exakten Berechnungen für das Toroid zeigte.

Wie zu erwarten war, entstehen die Maxima der elektrischen Feldstärken an den scharfen Rändern des Abschlußkopfes. Theoretisch nimmt das elektrische Feld an diesen Stellen eine unendliche Größe an, praktisch sind aber die Ränder etwas gerundet und die Berechnung an diesen Stellen ist schwierig.

Aus **Bild 9** ist ersichtlich, daß die elektrische Feldstärke an den gerundeten Kanten 14 bis 30 mal größer ist als die äußere Feldstärke  $E_0$ . Da die Ränder in

Wirklichkeit oft schärfer sind als auf dem Bild, ist die rechtwinkelige Komponente des elektrischen Feldes an diesen Rändern noch größer.

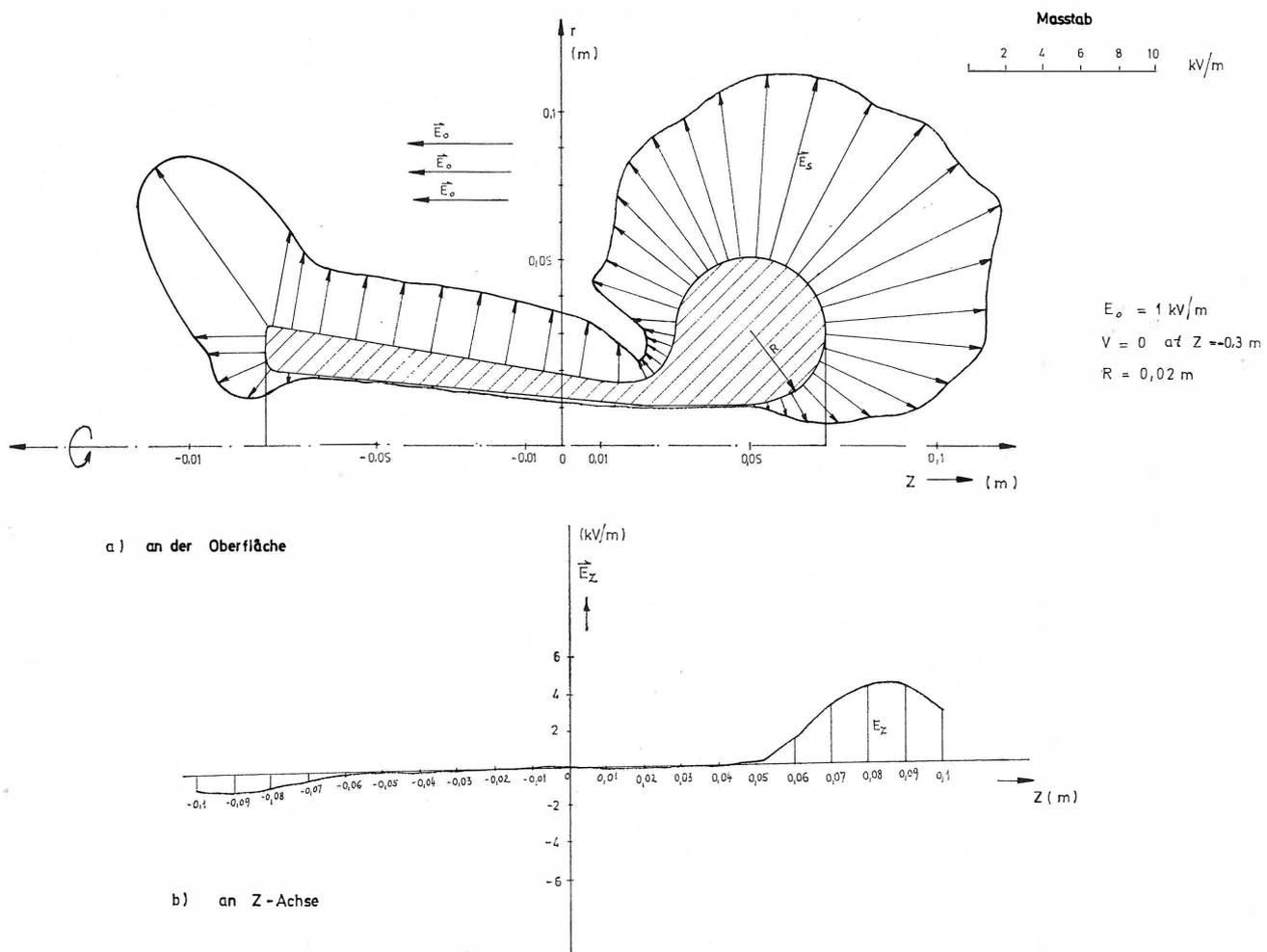
**4.1.3. Abschlußarmaturen in Trichterform**

Bei Betrachtung der in 4.1.1. angeführten Resultate kam uns der Gedanke, daß Koronaringe nicht die optimale Lösung sind. Für eine bedeutende Senkung der elektrischen Feldstärken an den kritischen Stellen wären zu große Koronaringe nötig.

Eingedenk der Notwendigkeit, daß die Konzentration der elektrischen Feldstärke am Austritt der Kunststoffseile aus den Abschlußköpfen so klein wie möglich sein soll, kamen wir zu dem Schluß, daß dieser Bedingung eine trichterförmige Form des Austrittes am besten entsprechen würde (**Bilder 10, 12b**).

Um die maximale elektrische Feldstärke, die in diesem Fall am Rande des Trichters auftritt, noch zu verkleinern, ist dieser Rand nach innen stark gerundet, wie **Bild 10** zeigt. Hier sind auch die elektrischen Feldstärken an der Oberfläche und an der Z-Achse angegeben. Wie ersichtlich, ist die elektrische Feldstärke an den kritischen Stellen der Oberfläche der Abschlußköpfe zu einem Minimum verringert.

In den bisherigen Berechnungen haben wir, der Einfachheit halber, nur ein Dielektrikum (Luft) be-



**Bild 10**

Absoluter Wert der Feldstärke um die Abschlußarmatur mit trichterförmiger Einführung

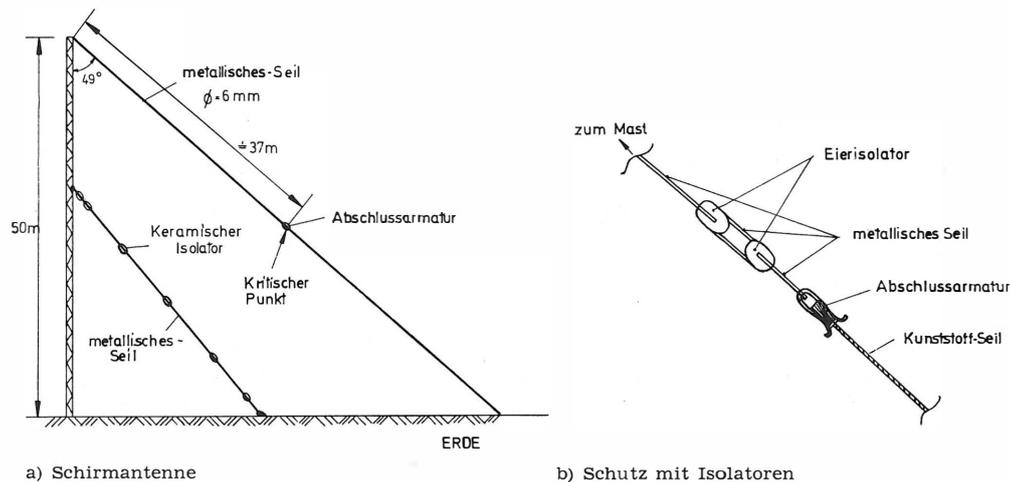


Bild 11

Darstellung der Anwendung synthetischer Abspannseile für Schirmantennen

rücksichtigt und nicht zwei – Luft und Kunststoffseil. Dieses Problem zweier oder mehrerer Dielektrika ist aber bekannt [11], und da es sich hier nur um einen relativen Vergleich verschiedener Abschlußköpfe handelt, ändert es die bisher erzielten Feststellungen nicht.

#### 4.2. Schutz der Kunststoffseile mit Isolatoren

Um eine noch größere Sicherheit bei der Abspannung mit Kunststoffseilen zu erzielen, können wir noch zusätzlich keramische Eierisolatoren verwenden. Eine Kette von mindestens zwei Eierisolatoren an kurzen Stahlseilen wird zwischen dem oberen Abschlußkopf und dem Mast eingefügt. Damit wird erreicht, daß die größte Flußdichte über die Isolatoren geht und die Dichte der elektrischen Flußlinien um die Abschlußköpfe viel geringer ist. Ein Beispiel ist in Bild 11b zu finden.

### 5. Messungen an verschiedenen geformten Abschlußköpfen

Da eine exakte Berechnung der Bildung und des Einflusses elektrischer Felder rund um die Abschlußköpfe praktisch unmöglich ist, haben wir uns entschlossen, Messungen an verschiedenen Köpfen durchzuführen. Zu diesem Zweck verwendeten wir einen Kondensator aus zwei runden Platten, zwischen denen ein homogenes Feld erzeugt werden konnte, in dem dann die einzelnen Abschlußköpfe angebracht wurden – selbstverständlich mit den eingegossenen Kunststoffseilen. Verwendet wurden Seile des Typs Phillystran PS29-7X7X195 mit Polyurethanmantel. Bild 12a zeigt die Meßanordnung.

Mittels eines Hochspannungsgenerators wurde dann eine steigende Spannung an die Platten gelegt, bis durch die steigende Feldstärke eine Korona auftrat. Die Messungen wurden zuerst mit einer 50-Hz-Wechselspannung und dann mit Gleichspannung durchgeführt. Neben verschiedenen anderen wurden 3 Formen von Köpfen, die Bild 12b zeigt, genauer gemessen.

Die Messungen ergaben folgende Resultate:

- a) Beginn der Korona bei den verschiedenen Kopf-  
formen in Abhängigkeit von der Feldstärke  $E_0$  bei  
konstantem Abstand  $h = 0,3$  m und bei trockenem  
Phillystran:
  - Eine sichtbare Korona zeigte sich am frühesten  
beim Kopf Typ 0, und zwar bei einem Feld  $E$  von  
etwa 160 kV/m. Bei 190 kV/m war der Korona-  
effekt sehr stark und verursachte Überschläge  
zwischen den Platten. Die Korona entstand am  
inneren Rand des Kopfes (Punkt C auf Bild  
12b).
  - Bei Kopfform A erschien die Korona bei  $E =$   
225 kV/m, und zwar an der Stelle, die in Bild  
12b bezeichnet ist. Bei 280 kV/m traten wegen  
der starken Korona wieder Überschläge zwi-  
schen den Platten auf.
  - Bei Kopfform B bildete sich eine Korona bei  
280 kV/m im Bereich C (Bild 12b). Durch Stei-  
gerung der Feldstärke bis 375 kV/m konnte  
keine weitere Korona an anderen Stellen des  
Kopfes erzielt werden. Höher konnten wir nicht  
gehen, da Überschläge zwischen den Platten  
auftraten.
- b) Einfluß des Abstandes ( $h$ ) des Abschlußkopfes  
vom Nullpotential auf den Beginn der Korona:
  - Wurde der Abstand  $h$  um den Faktor 1,4 ver-  
größert, so trat die Korona schon bei 0,74 der  
ursprünglichen Feldstärke auf.
- c) Einfluß von Nässe:
  - Die Abschlußköpfe einschließlich der Philly-  
stranseile wurden für 5 Tage in Regenwasser  
gelegt. Das Seil war am anderen Ende offen, so  
daß das Wasser in den Kern eintreten konnte.  
Beim Versuch stellte sich heraus, daß der Kern  
leitend geworden war. Es entstand sehr schnell  
ein Durchschlag vom Kern durch den Mantel  
zur oberen Platte und durch den Kern begann  
ein Strom zu fließen.
  - Als nächstes wurde beim Eintritt in den Ab-  
schlußkopf ein Einschnitt in den Seilmantel ge-  
macht, so daß der Kern sichtbar wurde. Dieser



ben Jahres brannte das Kunststoffseil des Typs 0 (Bild 12b) an der schon bekannten Stelle durch. Die beiden anderen Seile sind noch heute unbeschädigt.

Im Mai 1980 errichteten wir 2 Rohrmaste von je 50 m Höhe für Mittelwellensender. Die Maste wurden ausschließlich mit Phillystranseilen abgespannt. Die Anschlußleistung beträgt 1 kW. Alle Köpfe sind mit Koronaringen abgeschlossen. Bis heute ist keine Veränderung oder Beschädigung an den Seilen festzustellen.

Ende 1980 wurde ein neues Phillystranseil mit der Bezeichnung HPTG entwickelt. Gegenüber dem vorigen hat dieses Seil in elektrischer Hinsicht bedeutende Vorteile. Der Mantel ist dicker und aus einem Material, das keine Feuchtigkeit absorbiert.

Am 11. Juli 1981 nahm in Sarajevo eine neue, 125 m hohe Mittelwellenantenne ihren Betrieb auf. Der Mast hat zwei parallele Speisungen für die Frequenzen 945 und 612 kHz und wird mit 100 bzw. 300 kW gespeist. Der Mast ist ausschließlich mit Phillystranseilen und Koronaringen ausgestattet.

In all den Jahren der Verwendung von Kunststoffabspannseilen hatten wir keinen einzigen Fall eines direkten Blitzschlages in die Seile.

### 7. Schlußfolgerungen

Aufgrund von Berechnungen, Messungen und praktischer Erprobung kamen wir zu dem Schluß, daß die Verwendung von Kunststoffabspannseilen, wie Phillystran, aus elektrischer Hinsicht zweckmäßig und sicher genug ist, wenn folgendes beachtet wird:

- a) Der Abstand der Abschlußköpfe vom Mast soll minimal sein.
- b) Die Kunststoffseile sollen einen Mantel haben, der so wenig Feuchtigkeit wie möglich aufnimmt und gegen mechanische Beschädigungen möglichst unempfindlich ist.
- c) Der Abschlußkopf soll einen Koronaring oder eine trichterförmige Einführung haben.
- d) In Fällen, wo wir es mit Sendern großer Leistung zu tun haben oder mit Antennen spezieller Kon-

struktion (z. B. Schirmantennen), können sehr starke elektrische Felder auftreten. Zur größeren Sicherheit ist es angebracht, an den kritischen Punkten wenigstens zwei Eierisolatoren in Serie einzusetzen.

- e) Eine noch größere Sicherheit bei der Abspannung von Masten erzielt man, wenn man mehr Abspannungen in verschiedenen Höhen anbringt, als nach statischer Berechnung notwendig wäre.

Unerforscht bleiben noch zwei Einflüsse, und zwar sehr starke Luftverschmutzung und direkter Blitzschlag in ein Kunststoffseil. Die Zeit wird uns, wie bei allem Neuen, die nötige Erfahrung bringen.

Der Verfasser dankt Anton Grčar, der ihm bei der praktischen Erprobung behilflich gewesen ist, Dr. T. Slivnik für die mathematische Hilfe, F. Gaberšček für die Übersetzung der Arbeit ins Deutsche und Direktor Miha Pavlič für sein Verständnis und für seine allgemeine Förderung.

### SCHRIFTTUM

- [1] Golde, R. H.: Lightning protection. Edward Arnold (Publisher) Ltd., London 1973.
- [2] Koželj, V.: Vpliv podzemeljske vlažne skalne razpoke na nevihtno električno poljsko jakost. Elektrotehniški vestnik 40 (1973), S. 185 bis 244. YU ISSN 0013-5852.
- [3] Moon, P.; Spencer, D. E.: Field theory for engineers. The van Nostrand series in electronics and communications. D. van Nostrand, New York 1961.
- [4] Bruger, P.: Pardunenisation der Mittelwellenantenne Langenberg des Westdeutschen Rundfunks. Rundfunktech. Mitt. 13 (1969), S. 235 bis 243.
- [5] Weber, E.: Electromagnetic theory, static fields and their mapping. Dover Publications, New York 1965.
- [6] Hahn, L.; Munke, I. u. a.: Werkstoffkunde für die Elektrotechnik und Elektronik. VEB Verlag Technik, Berlin 1973.
- [7] Binns, K. J.; Lawrenson, P. J.: Analysis and computation of electric and magnetic field problems. Pergamon Press, Oxford 1973. ISBN 0-08-016638-5.
- [8] Jacottet, P.: Das elektrische Feld der Ringelektrode. ETZ-A 87 (1966), S. 306 bis 310.
- [9] Slivnik, T.: Toroid immersed into homogeneous electric field. Faculty of electronics, Ljubljana (in Vorbereitung).
- [10] Prinz, H.: Hochspannungsfelder. R. Oldenbourg Verlag, München 1969. ISBN 3-486-3811-3.
- [11] Thornhill, W. T.; Beasley, E. W.: The influence of corona formation upon the design of high voltage apparatus. The Marconi Rev. (July/Sept. 1948).

# MODELLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG DER ELEKTRISCHEN UND DER MAGNETISCHEN FELDSTÄRKE IM NAH- UND FERNFELD EINER RICHTANTENNE

VON GÜNTER POTSCHKAT<sup>1</sup>

Manuskript eingegangen am 19. August 1981

Antennentechnik

## Zusammenfassung

Als Fortsetzung zu dem in [1] veröffentlichten Bericht werden Meßergebnisse von einer doppelgespeisten Richtantenne vorgelegt. Sie zeigen den radialen Feldstärkeverlauf sowie die Stadien der Diagrammentwicklung. Die Meßergebnisse sind auf Richtantennen natürlicher Größe, wie sie im MW-Rundfunk sehr oft verwendet werden, übertragbar.

## Summary Investigation by means of models of the electric and magnetic field-strength of the near and far fields of a directional antenna

As a continuation of an earlier report, the article presents measurement results on a double-feed directional antenna. Those results indicate the radial field-strength characteristic as well as the stages of the development of the radiation patterns. The measurement results may be transferred to full-size directional antennae, such as they are commonly used in MF sound broadcasting.

## Sommaire Mesures sur un modèle réduit, des champs électriques et magnétiques proche et éloigné d'une antenne directive

Faisant suite à un précédent article, le présent article fournit des résultats de mesures sur une antenne directive à double alimentation. Les résultats indiquent la composante de champ radiale, de même que les phases successives du diagramme de rayonnement. Ces données peuvent être transposées à des antennes directives de dimensions réelles, telles que celles qui sont fréquemment utilisées en radiodiffusion B.h.m.

## 1. Einleitung

Für die meßtechnische Untersuchung an Richtantennenmodellen (Mehrastantennen) eignet sich die Methode der symmetrischen Antennenanordnung. Der spiegelbildlich-symmetrische Aufbau einer Modellantenne gestattet – im Vergleich zur Messung einzelner Radien bei einer auf einem Erdnetz errichteten Antenne – insbesondere eine sehr genaue Ermittlung der Strahlungsdiagramme. Die hieraus resultierenden Erkenntnisse bieten unter anderem für die Beurteilung der Gefährdung im Nahfeld leistungsstarker Sender entsprechend erweiterte Bewertungsmöglichkeiten.

## 2. Theoretische Überlegungen zur Meßdurchführung

Der Aufbau des elektromagnetischen Feldes eines senkrecht stehenden Dipols ist bekannt. Aus dieser Kenntnis lassen sich die für eine experimentelle Ausmessung des Feldes in horizontaler Ausbreitungsrichtung erforderlichen Meßbedingungen ableiten. Entsprechend der Ausrichtung des elektrischen Feldes muß die Sondenachse bei Erfassung des Dipolfeldes immer parallel zum Dipol eingestellt werden. Zur Messung des magnetischen Feldes bedarf es einer richtungsabhängigen Meßsonde, bei der gewährleistet ist, daß keine Anteile des elektrischen Feldes wirksam werden.

Verwendet man zur Abstrahlung von Sendeenergie mindestens 2 Antennen, die in bestimmtem Abstand parallel errichtet sind, kann eine gerichtete Strahlung erzielt werden. Diese ist abhängig von der Einstellung der relativen Amplitude und Phase bei der Einspeisung der Einzelstrahler. Bei der Zwei-

mastrichtantenne überlagern sich die Felder der beiden Strahler, und in dem resultierenden elektromagnetischen Feld ändert sich die elektrische Feldstärke mit dem Azimutwinkel. Die resultierende magnetische Feldstärke  $H$  im Nahfeld einer Richtantenne ist auf einem Drehstand nicht ohne weiteres meßbar, da für jede Abstrahlungsrichtung der Meßrahmen erst auf maximalen Empfang ausgerichtet werden müßte. Es war daher zweckmäßiger, zwei rechtwinklig zueinander stehende Komponenten  $\varphi$  und  $r$  der magnetischen Feldstärke bei entsprechender Stellung der Rahmensonde zu erfassen (Bild 1).

Die Gesamtkomponente  $H$  errechnet sich dann näherungsweise (ohne Berücksichtigung der Phase) aus

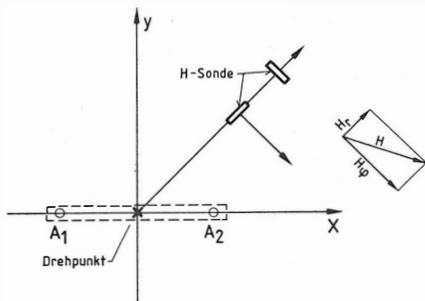
$$\sqrt{H_{\varphi}^2 + H_r^2}$$

### 2.1. Daten und physikalische Untersuchung der Richtantenne

Maßstab:	1 : 300
Meßfrequenz:	300 MHz
Wellenlänge:	1 m
Sendeleistung:	1 W
Stablänge der E-Empfangs-sonde:	0,02 $\lambda$ und 0,05 $\lambda$
Rahmendurchmesser der H-Empfangs-sonde:	0,01 $\lambda$ und 0,05 $\lambda$

Die Festlegung der Daten für die Richtantenne erfolgte unter dem Gesichtspunkt, daß ihr Horizontaldiagramm möglichst deutliche Richtstrahleigenschaften aufweisen sollte, um auch bei ähnlichen Diagrammen Unterscheidungsmerkmale erkennen zu können. Sie kommen in den Ausblendrichtungen und in der Rückstrahlkeule besonders zum Ausdruck. Die verwendete Richtantenne besteht aus zwei parallelen, im Abstand  $d = 110^\circ \cong 0,3 \lambda$  angeordneten  $0,5\lambda$ -

<sup>1</sup> Ing. (grad.) Günter Potschkat ist Mitarbeiter im Arbeitsbereich Antennentechnik im Institut für Rundfunktechnik, München.



**Bild 1**  
 Meßtechnische Erfassung der magnetischen Teilkomponenten  $H_\varphi$  und  $H_r$

Dipolen (für den Reflektor  $0,5\lambda + 3\%$ ), die mit ungleicher Phase und ungleicher Amplitude erregt werden (**Bild 2**). Das Fernfeld einer Zweimastrichtantenne errechnet sich nach [2].

**Antenne 1:**

Betrag  $I_1$  und Phase  $\Phi$ .

**Antenne 2:**

Betrag  $I_2$  und Phase  $0^\circ$ , bezogen auf Antenne 1.

Die Feldstärke des einzelnen Strahlers erhält man aus

$$E_1 = 120 \pi I_1 \cdot h_1 \cdot \cos(\omega t - \beta \cdot \Delta r) \text{ und}$$

$$E_2 = 120 \pi I_2 \cdot h_2 \cdot \cos(\omega t + \Phi)$$

mit  $\Delta r = d \cdot \cos\varphi$

und

$$r_m \approx r \approx r + \Delta r$$

Die aus der Summe der Feldstärken beider Strahler resultierende Feldstärke wird wie folgt gebildet:

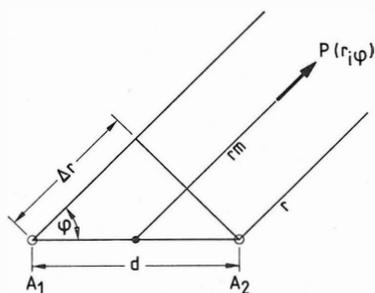
$$E_1 + E_2 = \frac{120 \pi}{r \cdot \lambda} [I_1 \cdot h_1 \cdot \cos(\omega t - \beta \cdot d \cdot \cos\varphi)] + [I_2 \cdot h_2 \cdot \cos(\omega t + \Phi)]$$

Antenne 1 (Direktor): Amplitude = 1;  $\varphi = -121^\circ$ .

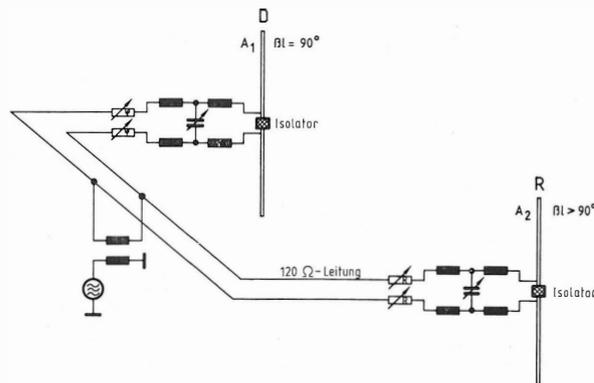
Antenne 2 (Reflektor): Amplitude = 0,3;  $\varphi = 0^\circ$ .

Die Ausblendrichtungen liegen symmetrisch zur Längsachse des Diagramms bei den Winkeln  $125^\circ$  und  $235^\circ$ . Die Amplitude der Rückstrahlkeule, bezogen auf die Hauptstrahlrichtung, beträgt  $\approx 40\%$ .

Bevor die Richtantenne zu Untersuchungen herangezogen wird, werden die rechnerisch bestimmten, aber regelbar ausgeführten Glieder für die Phasen- und Amplitudenbeeinflussung aufgrund von Messungen im Fernfeld abgeglichen, bis das Solldiagramm



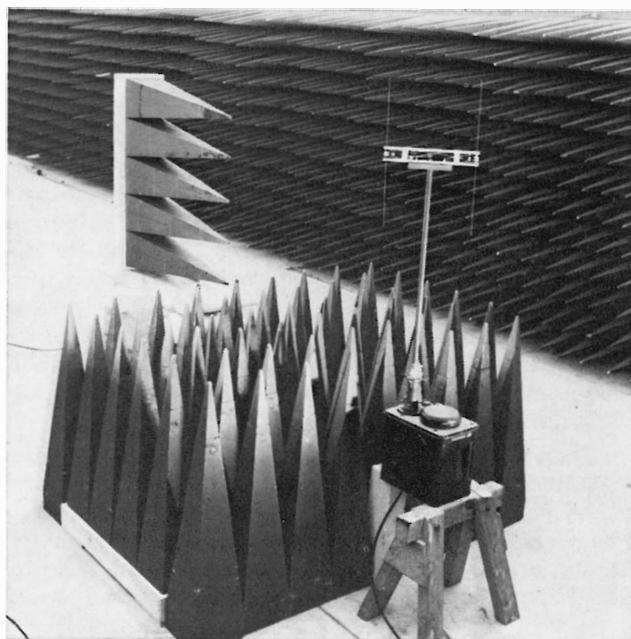
**Bild 2**  
 Schema zur Weglängendifferenz bei einer Zweistrahlrichtantenne



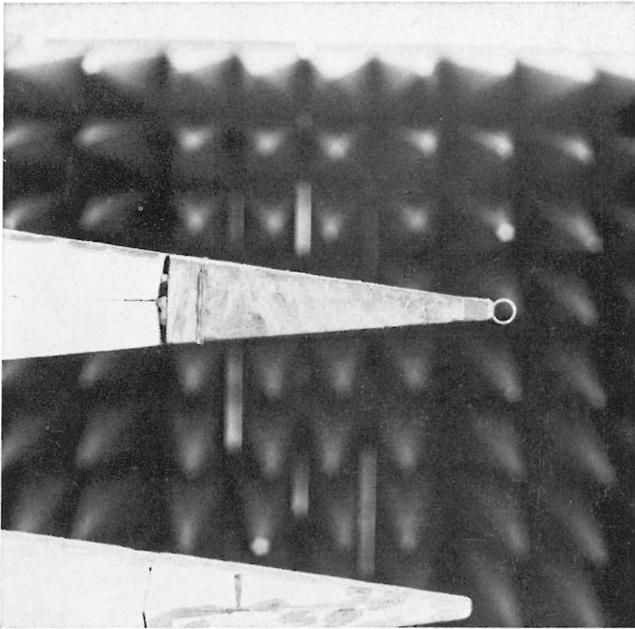
**Bild 3**  
 Schaltanordnung einer doppeltgespeisten, spiegelbildlich-symmetrischen Richtantenne mit Gliedern zur Phasen- und Amplitudenbeeinflussung

erreicht ist (**Bild 3**). Zur Messung des Diagramms wird die Richtantenne als Sendeantenne betrieben und – im Gegensatz zu Meßverfahren an Originalantennen oder an auf einem Erdnetz errichteten Monopolstrahlern, wo man sich mit der Meßapparatur um die Antenne herumbewegt – an einem festgelegten Ort mittels Dreheinrichtung um  $360^\circ$  gedreht.

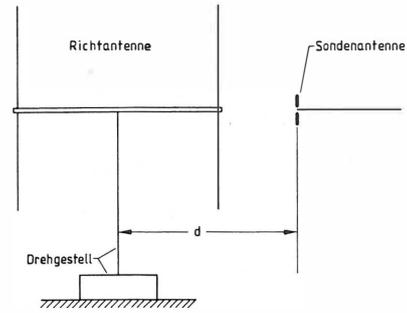
Um die Charakteristik eines vertikalpolarisierten Monopols kontinuierlich messen zu können, muß man eine Erdnachbildung mit auf das Drehgestell bringen. Da eine exakte Nachbildung des Erdbodens nicht möglich ist, kann an dessen Stelle eine idealleitenden Verhältnissen entsprechende Metallplatte eingesetzt werden. In diesem Fall ist es sinnvoller und handlicher, den Erdbodeneinfluß durch das elektrische Spiegelbild der Antenne zu berücksichtigen. Bei diesem hier angewandten Verfahren entspricht das Diagramm des spiegelbildlich-symmetrischen Richtantennenaufbaus demjenigen einer Antenne auf vollkommen leitendem Erdboden. Aus Gründen der Ver-



**Bild 4**  
 Gesamtansicht der Meßanordnung

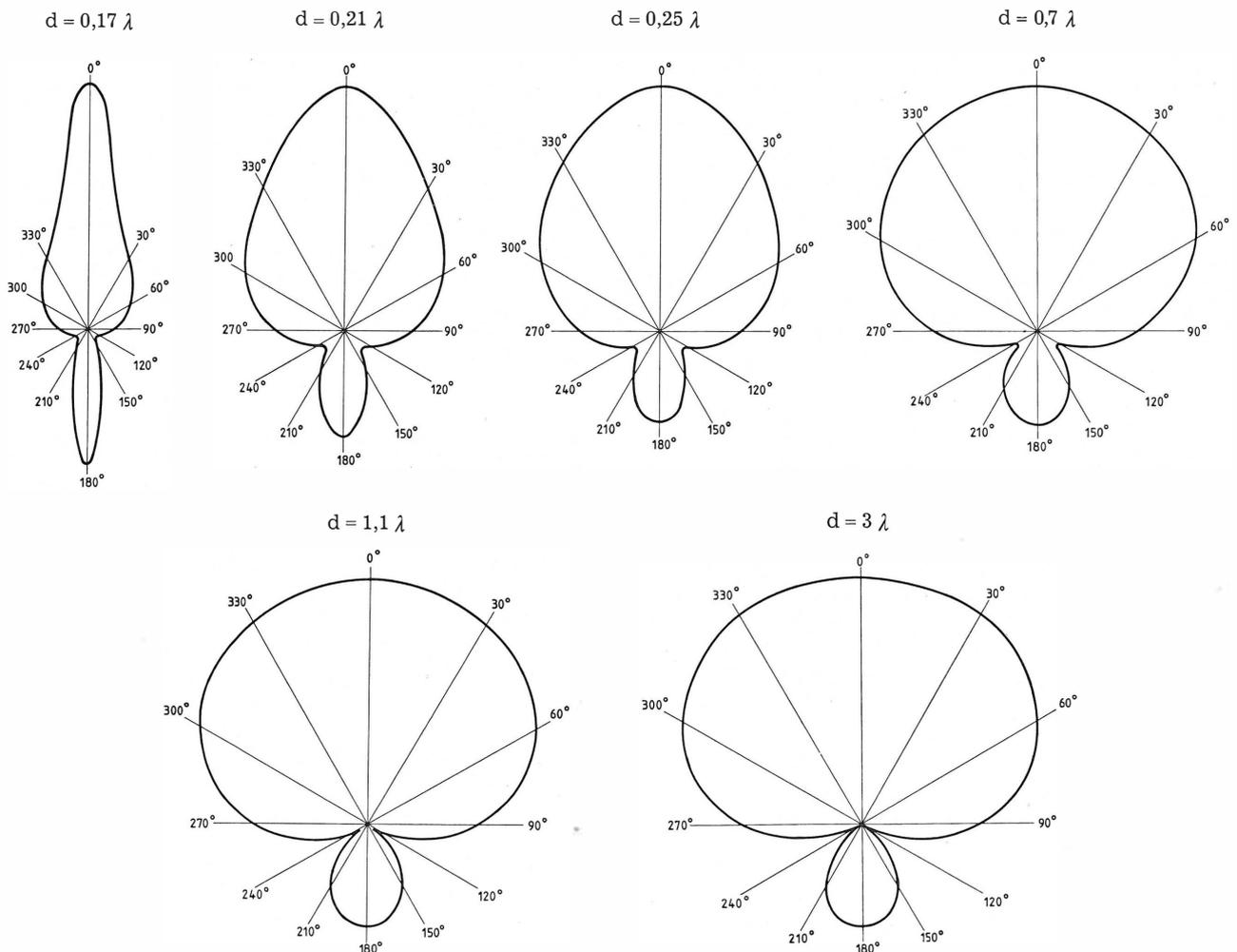


**Bild 5**  
Vergrößerter Ausschnitt der Absorberpyramide  
mit kleiner magnetischer Sonde



**Bild 6**  
Schema der Antennenmeßanordnung

einfachung des Meßvorgangs und zur Vermeidung möglicher Phasenfehler, die durch zusätzliche Reflexionen am Boden der Meßhalle entstehen können, wurden letztere durch Absorption unterdrückt. Diese Aufgabe erfüllen auf dem Meßraumboden zwischen Sende- und Empfangsantenne vertikal aufgestellte Absorberpyramiden, die bei der verwendeten Meßfrequenz eine Absorptionsdämpfung von 30 dB aufweisen (**Bilder 4 und 5**). Richtantenne und Sondenantenne stehen sich dann bei allen Meßentfernungen in gleicher Höhe gegenüber (**Bild 6**).



**Bild 7**  
Entwicklungsphasen des Richtdiagramms der elektrischen Feldstärke **E**

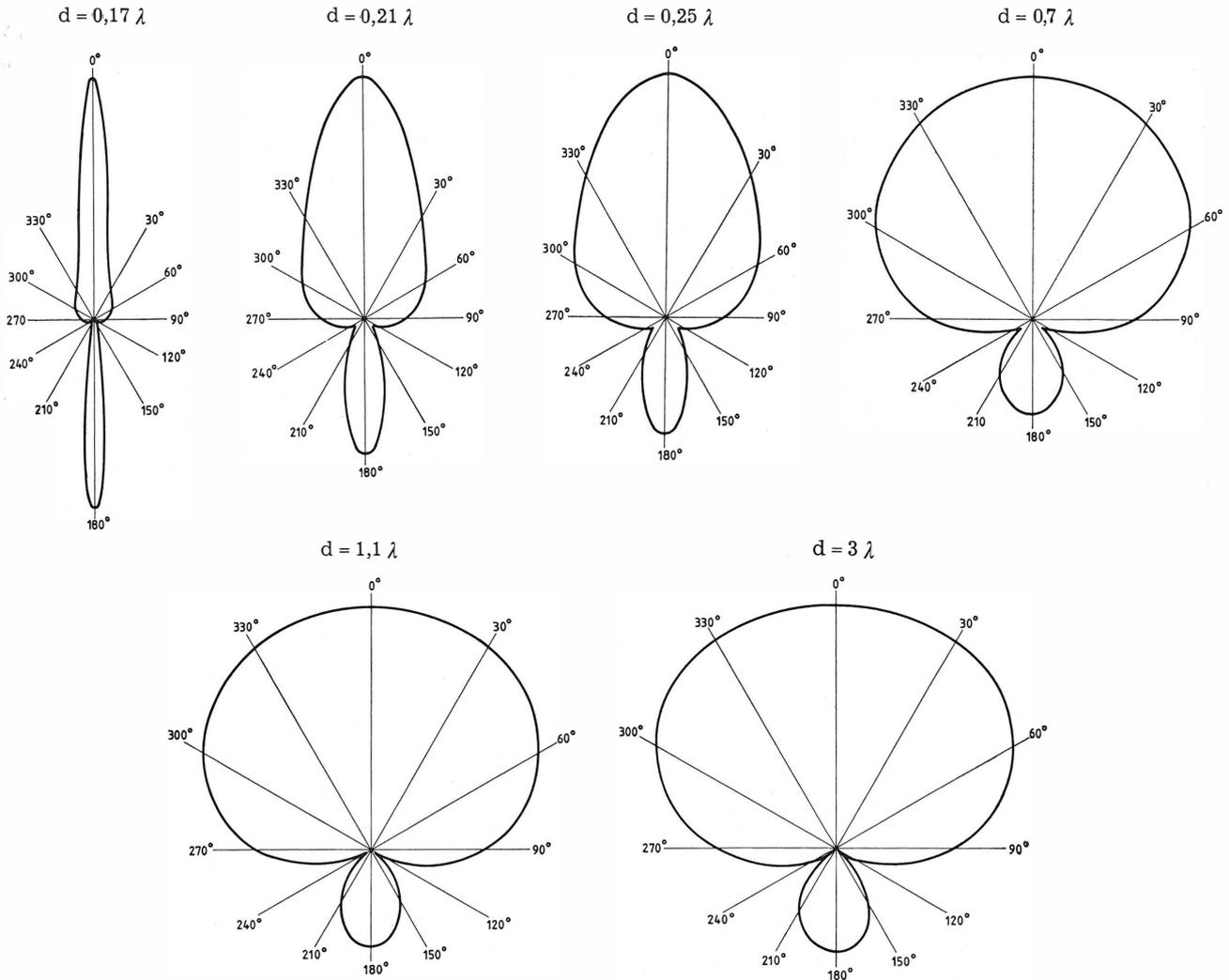


Bild 8

Entwicklungsphasen des Richtdiagramms der magnetischen Komponente  $H_\varphi$ 

### 3. Meßergebnisse

Ausgewählte Diagramme der Komponenten  $E$ ,  $H_\varphi$  und  $H_r$ , die in verschiedenen Abständen gewonnen wurden, sollen die einzelnen Entwicklungsstadien der Diagrammform darlegen. Um die Unterscheidungsmerkmale auch bei ähnlichen Diagrammen noch feststellen zu können, wurden die Beträge ihrer Hauptstrahlrichtung auf 100% normiert (**Bilder 7 bis 9**). Über den Verlauf der wirklichen Feldstärkeabnahme mit der Entfernung für ausgewählte Winkel  $\varphi$  geben die **Bilder 10, 11 und 12** Aufschluß. Hieraus ist zu ersehen, daß eine steile Abnahmetendenz der Feldstärken mit höheren Potenzen  $-1/r^3$  und  $1/r^2$  bei  $E$  und  $1/r^2$  bei  $H$  – so lange vorhanden ist, bis sich die Phasen der unterschiedlich gespeisten Strahler auswirken können. Diese Feststellung bezieht sich auf die azimutalen Winkel der Vorwärts- und Rückwärtsstrahlung, da sich hier die Phasenverschiebung am stärksten bemerkbar macht. Bis zu einer Entfernung von  $0,5\lambda$  erstreckt sich der Bereich, innerhalb dessen sich das Richtdiagramm entwickelt. Bei diesem Bereich handelt es sich um das soge-

nannte Nahfeld der Richtantenne. In größeren Entfernungen beginnen die Feldstärkeverläufe, in doppeltlogarithmischen Koordinaten aufgezeichnet, deutlich in Parallelen überzugehen und erreichen bei allen aufgeführten Azimutalwinkeln  $\varphi$  in der Entfernung 3 bis  $3,5\lambda$  absolute Parallelität. Die Steigung der Geraden an dieser Stelle entspricht der Proportionalität zwischen der Feldstärke und dem Faktor  $1/r$ , der Bedingung für die Freiraumausbreitung.

Die gemessenen Horizontaldiagramme der Komponenten  $E$  und  $H$  unterscheiden sich in einer Entfernung von 3 bis  $3,5\lambda$  weder voneinander, noch vom rechnerischen Solldiagramm.

Die magnetische Komponente  $H_r$  nimmt in ihrem Verlauf auffallend stark ab. Im Entfernungsbereich von  $0,17$  bis  $1,6\lambda$ , in dem sich das  $H_r$ -Diagramm entwickelt und die Diagramm-Maxima sich in azimutaler Richtung um nahezu  $90^\circ$  verschieben, nimmt der Betrag der maximalen  $H_r$ -Werte ungefähr proportional  $1/r^2$  ab.

In einer Entfernung von  $\lambda$  liegt der Feldstärkewert  $H_r$  bereits 17 dB unter dem der Komponente

# DIE ENTWICKLUNG GEOSTATIONÄRER NACHRICHTENSATELLITEN<sup>1</sup>

VON DIETRICH E. KOELLE<sup>2</sup>

Manuskript eingegangen am 13. Juli 1981

Satellitenversorgung

## Zusammenfassung

Der Aufsatz bringt einen Überblick über die bisherige und künftige Entwicklung von Nachrichtensatelliten. Die wichtigsten Satellitensysteme seit 1963 werden mit ihren wichtigsten Daten dargestellt. Heutige und künftige Nachrichtendienste über Satelliten und ihre Wachstumsraten werden diskutiert. Mit wachsendem Satellitenverkehr und einer begrenzten Anzahl von Positionen im Orbit wird der Trend zu größeren Satellitenplattformen mit über 3000 kg und später sogar mit mehr als 10 000 kg Masse absehbar. Ein zukunftsweisendes amerikanisches Plattform-Konzept und eine europäische GEOPLATTFORM werden als Beispiele gezeigt.

## Summary The development of geostationary communication satellites

The paper presents a survey about the past and future development of communication satellites. Major satellite systems since 1963 are shown and characterized in their major parameters. Present and future communication services via satellites and their growth rates are discussed. With increasing demand and limited orbital positions in geosynchronous orbit there will be a trend to larger communication satellite platforms with more than 3000 kg mass, and later even to more than 10 000 kg. An advanced US platform concept and a European GEOPLATFORM are shown as examples for future communication systems.

## Sommaire Evolution des satellites de télécommunications géostationnaires

L'article analyse l'évolution tant passée que future des satellites de télécommunications. Les caractéristiques les plus importantes des principaux systèmes de satellites mis en place depuis 1963 sont décrites de façon précise. On examine les systèmes actuels et futurs de télécommunications par satellite, ainsi que leur degré d'extension. Une demande croissante et la limitation des positions en orbite géosynchrone pousseront à recourir à de plus grandes plateformes dont le poids dépassera 3 tonnes, et même 10 tonnes par la suite. Un projet américain avancé et un modèle européen de plateforme géostationnaire servent d'exemples pour illustrer des futurs systèmes de télécommunications.

## 1. Historischer Rückblick

Der erste Vorschlag zur Nutzung geostationärer Satelliten, das heißt Satelliten mit einer Umlaufzeit von 24 Stunden, die über einem Punkt des Äquators quasistationär stehen, wurde im Oktober 1945 von dem englischen Schriftsteller Arthur C. Clarke gemacht (Zeitschrift „Wireless World“).

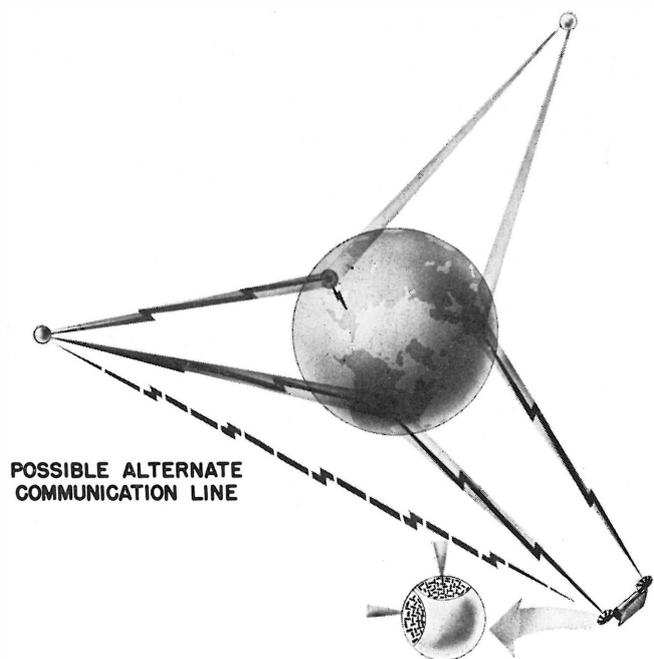
Es dauerte über 10 Jahre, bis man sich ernsthaft mit dieser Möglichkeit befaßte und technische Analysen und Satellitenkonzepte ausarbeitete. **Bild 1** zeigt eine NASA-Zeichnung aus dem Jahre 1959. Es dauerte weitere 6 Jahre nach dem Start des ersten Erdsatelliten (Sputnik 1, 1957), bis der erste geostationäre Satellit „SYNCOM I“ am 13. Februar 1963 gestartet wurde. Er hatte 36 kg Masse und eine Kapazität von 120 Telefonkanälen.

Vor der erfolgreichen Funktion des SYNCOM I wurde von vielen Fachleuten bezweifelt, daß ein Satellit in 36 000 km Höhe mit über 72 000 km Signallaufstrecke für den Telefonverkehr überhaupt brauchbar sei. Die ersten Nachrichtensatelliten wurden daher 1960 in Umlaufbahnen zwischen 1000 und 1600 km gebracht. Damals experimentierte man mit einem passiven Ballonreflektor (ECHO 1) und dem ersten aktiven Repeatersatelliten COURIER I B.

Nach der eindrucksvollen Demonstration der geosynchronen Nachrichtenverbindung durch SYNCOM I

wurde die gesamte weitere Planung ausschließlich auf geosynchrone Nachrichtensatelliten ausgerichtet. Jetzt sind bereits rund 100 Satelliten dieser Art gestartet worden und bis 1990 dürfte sich diese Zahl verdoppeln.

Es zeichnet sich bereits das Problem der „Platznot“ auf dem geostationären Orbit ab, dessen Lösung später behandelt wird.



**Bild 1**

Schematische Darstellung globaler Funkverbindungen mit geostationären Satelliten aus dem Jahre 1959 (NASA-MSFC/GE)

<sup>1</sup> Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf dem Kongreß „Kommunikation über Satelliten“ des Münchner Kreis, München, 23. bis 24. Oktober 1980. Der Originalvortrag ist veröffentlicht in „Kommunikation über Satelliten“, Hrsg. W. Kaiser, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1981.

<sup>2</sup> Dr.-Ing. Dietrich E. Koelle ist Leiter des Ressorts Raumfahrtssysteme und Technologien bei MBB, Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Unternehmensbereich Raumfahrt, München.

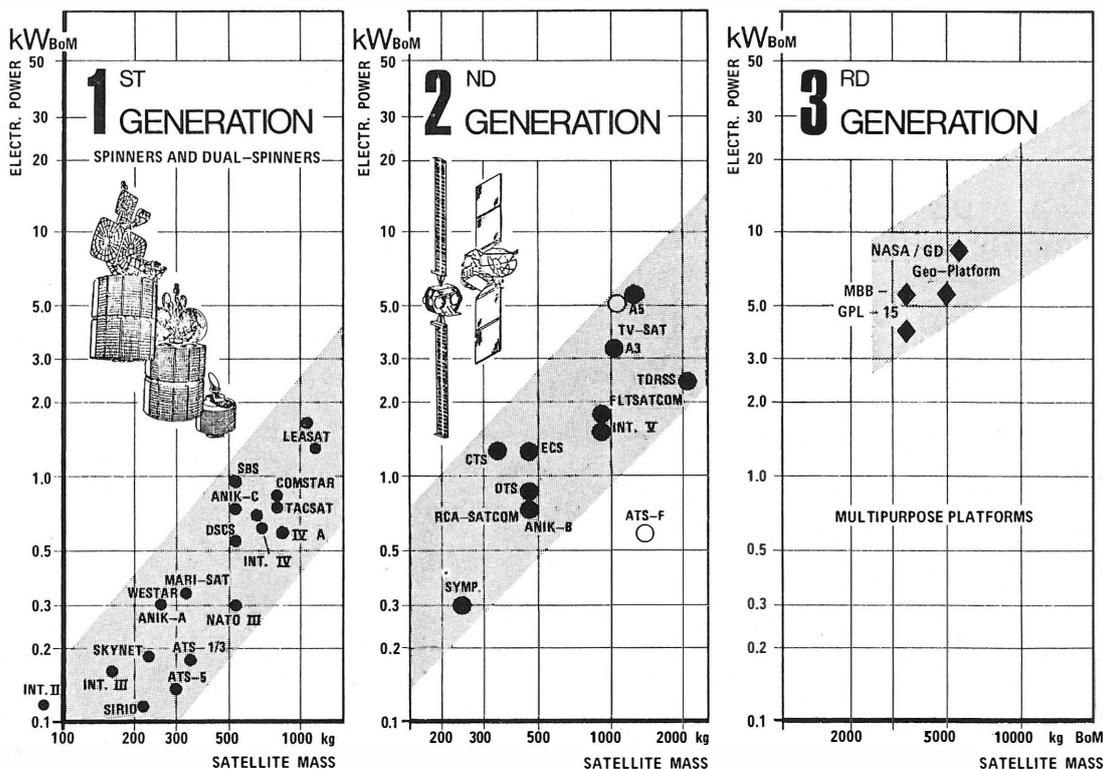


Bild 2

Gruppeneinteilung von Nachrichtensatelliten in Leistungsklassen entsprechend ihrer historischen Entwicklung

2. Die Satellitengenerationen

Nachrichtensatelliten lassen sich technisch in drei Generationen einteilen, wie in Bild 2 veranschaulicht ist.

Die 1. Generation bilden die spinstabilisierten Satelliten, einschließlich solcher mit einer entdrallten Antennenplattform. Dieser in der Vergangenheit dominierende Satellitentyp ist in seiner Leistungsfähigkeit limitiert durch die elektrische Leistung der auf dem Zylinderkörper montierten Solarzellen und durch die im Volumen begrenzte Anzahl und Größe der Antennen. Die Einführung der körperstabilisierten Satelliten (mit Hilfe eines internen Schwungrades hoher Drehzahl) erlaubte sowohl die Anwendung größerer ausfaltbarer Solargeneratoren (und damit eine höhere elektrische Leistung) als auch den Einsatz ganzer „Antennenfarmen“.

Bild 3 demonstriert diesen Generationswechsel der Satelliten anhand der INTELSAT-Serie von globalen Nachrichtensatelliten.

INTELSAT I bis IV A waren spinstabilisiert, während INTELSAT V ein körperstabilisierter Satellit ist. Der erste Start dieses Typs erfolgte im Dezember 1980. 7 Satelliten dieses Typs wurden ursprünglich bestellt, inzwischen hat sich die Zahl auf 15 erhöht. Dies entspricht einem Auftragsvolumen von rund 700 Mio. Dollar.

Erstmals ist es bei diesem Satellitenprogramm gelungen, einen Entwicklungsanteil von über 20 % nach Europa zu holen, darunter die wichtigsten Subsysteme Struktur, Lageregelung und Solargenerator. Basis dieser Beteiligung war die erfolgreiche

Entwicklung der SYMPHONIE-Satelliten, die 1974 und 1975 gestartet wurden (Bild 4). Die SYMPHONIE-Satelliten mit nur 250 kg Masse waren außer ATS-6 die ersten körperstabilisierten geostationären Satelliten und enthielten eine Reihe neuer Technologien, darunter den Zweistoff-Flüssigkeitsantrieb für den Apogäumseinschub.

Die bisher größten und komplexesten Satelliten der 2. Generation gehören zum TDRS-System der NASA und sollen 1981/82 gestartet werden. Ihre Masse beträgt mehr als 2100 kg. Bild 5 zeigt einen „Tracking and Data Relay Satellite“, gebaut von

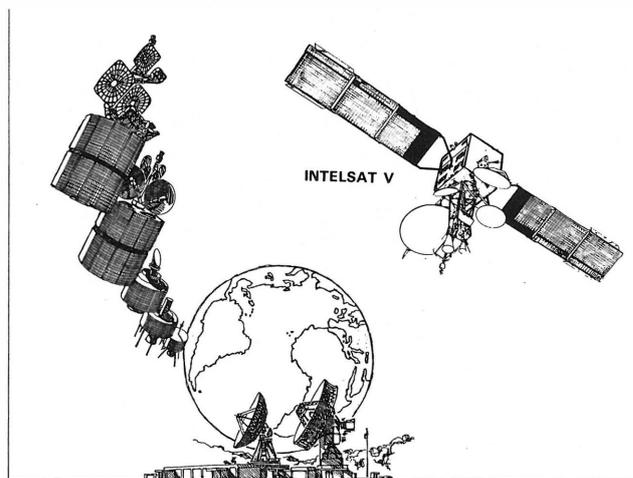
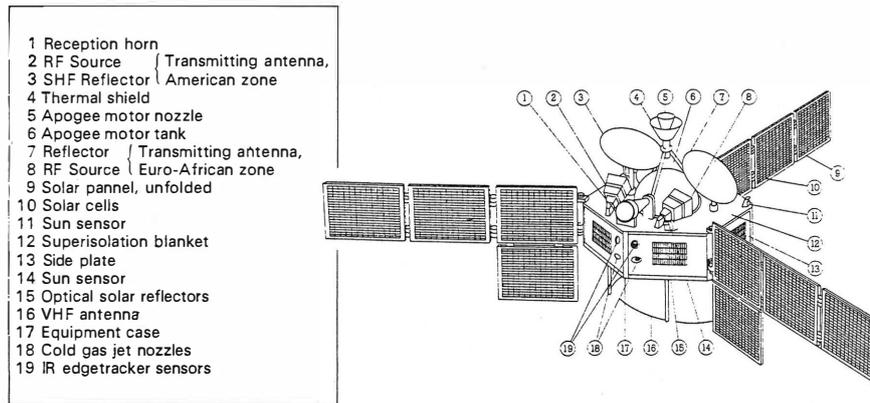


Bild 3

Die Serie von INTELSAT-Satelliten für den globalen Nachrichtenverkehr: INTELSAT I, II, III, IVA und V



**Bild 4**

Der erste europäische Fernmeldesatellit SYMPHONIE, Schrittmacher für die Generation körperstabilisierter Satelliten

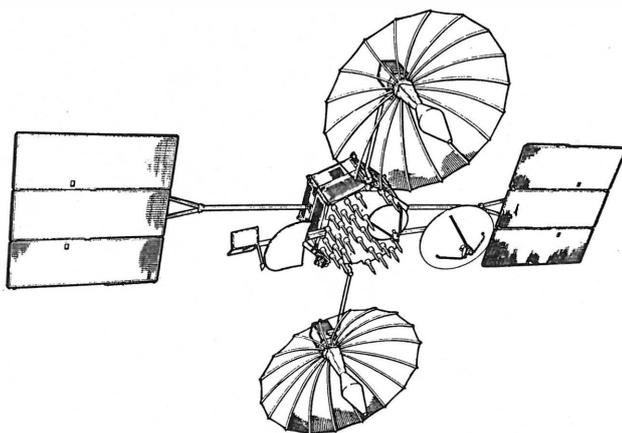
TRW, mit seinen zwei 5-m-Antennen und 6 weiteren Antennen.

Die 3. Generation von Nachrichtensatelliten befindet sich erst im Versuchsstadium: es sind geostationäre Plattformen mit Mehrzwecknutzung. Auf sie wird noch im letzten Kapitel näher eingegangen.

### 3. Satellitenanwendungen

Technisch unterscheidet man folgende Arten von Satelliten entsprechend ihrer Anwendung:

1. Fernmeldesatelliten für den globalen und regionalen Telefonverkehr, Fernsehprogrammaustausch und für Datenübertragung (große Bodenantennen),
2. Satelliten für mobile Dienste, das heißt Schiffsfunk-, Flugfunk- und Navigationssatelliten (kleine Empfangs- und Sendeantennen),
3. Relaisatelliten für den Funkverkehr zwischen Satelliten und Raumfahrzeugen (z. B. dem Space Shuttle) in niedrigen Umlaufbahnen und einer Bodenstation,
4. Satelliten mit hoher Sendeleistung für die direkte Fernsehversorgung bestimmter Regionen (kleine Empfangsantennen).



**Bild 5**

TDRS (Tracking and Data Relay Satellite) der NASA, der bisher schwerste Satellit der 2. Generation mit 2130 kg Masse und 17 m Spannweite (Start 1982/83)

Eine 5. Gruppe wird für die Zukunft vorausgesetzt, und zwar Satelliten für regionale öffentliche Dienste wie Briefübertragung („electronic mail“), Notrufhilfsdienste, Verkehrsüberwachung, Einbruchsicherung, Volksabstimmungen und Wahlen, Informationsdienste usw.

Für die Gruppe der direkt sendenden Fernsehsatelliten wurde in der Bundesrepublik in den letzten 8 Jahren intensive Vorarbeit geleistet durch umfangreiche Studien und Entwicklungen der Technologie. Schon mehrmals sollte in den letzten Jahren die eigentliche Entwicklung des mit TV-SAT bezeichneten Projekts eines präoperationellen Fernsehsatelliten aufgenommen werden. Ab 1981 ist nun in deutsch-französischer Zusammenarbeit mit der Realisierung begonnen worden. Dieser Satellitentyp, der sich durch hohe Sendeleistung auszeichnet (TV-SAT: 260 W pro Kanal), sieht einem großen Markt entgegen: Die WARC '77 hat jedem europäischen Land eine Orbitposition und im allgemeinen 5 Satellitenkanäle zugeteilt sowie die Ausleuchtgebiete und die maximale Sendeleistung festgelegt. **Bild 6** zeigt diese Zonen in Europa, in denen ein Direktempfang mit Hausantennen von 60 bis 90 cm Durchmesser möglich ist.

Das Konzept des TV-SAT zeigt **Bild 7**. Charakteristisch sind die zwei elliptischen Paraboloid-Antennen für Senden und Empfang. Diese 2,5 m großen Antennen müssen für den Start mit der ARIANE-Rakete eingeklappt werden. Im Orbit werden die Antennen durch einen speziellen Stellmechanismus auf  $0,1^\circ$  genau nachgesteuert. Dazu dient ein neuartiger HF-Sensor mit automatischer Steuerung durch Vermessung der Leistung am Boden. Der Satellit hat 3,2 kW installierte Leistung in der A3-Version und später 5,2 kW in der operationellen A5-Version mit 5 redundanten Kanälen.

### 4. Entwicklungstrends

Betrachtet man die Anzahl, Masse, Leistung und Lebensdauer von Satelliten als wesentliche Kriterien, so kann man die Entwicklungstrends der Vergangenheit und der Zukunft visualisieren.

Die Anzahl der geostationären Nachrichtensatelliten (**Bild 8**) hat in den 18 Jahren seit dem Start von

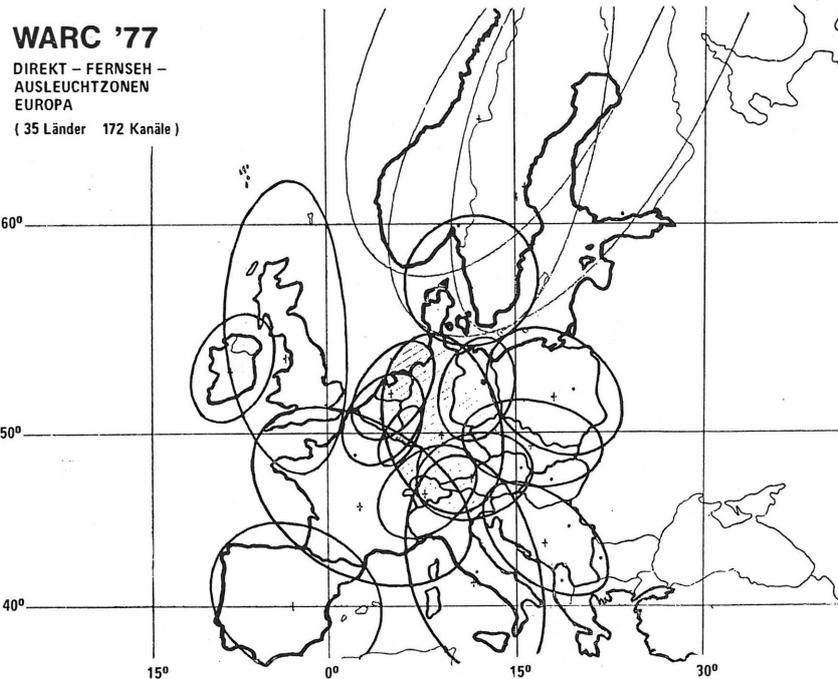


Bild 6

Ausleuchtzonen für Direktfernsehempfang in Europa nach WARC '77

SYNCOM I beschleunigt zugenommen, obwohl sich die Kapazität der einzelnen Satelliten um den Faktor 100 gesteigert hat. Für die nächsten 10 bis 15 Jahre wird ein konstanter Anstieg um durchschnittlich 10 Satelliten im Jahr erwartet. Danach wird eine gewisse Sättigung eintreten, das heißt, die möglichen Satellitenpositionen im geostationären Orbit werden saturiert. Die Steigerung der Kapazität kann nur noch durch größere Satellitenplattformen erfolgen.

Europa kommt etwas später, wird aber in den 80er und 90er Jahren eine zunehmende Anzahl geostationärer Satelliten starten.

Verfolgt man die Entwicklung der Satellitenmasse, dann haben sich aus den ursprünglich 36 kg schweren Satelliten bis heute 1000-kg-INTELSAT-V-Geräte und sogar über 2000 kg schwere Satelliten entwickelt. Die Zukunft wird zu Satelliten mit mehreren Tonnen Gewicht führen, und es werden schon Projekte von 15-t-Satelliten diskutiert.

**Bild 9** zeigt eine etwas differenziertere Entwicklung der maximalen Satellitenmasse für

- a) experimentelle US-Satelliten,
- b) INTELSAT-Satelliten,
- c) europäische Satelliten.

Die maximal mögliche Satellitenmasse wird bestimmt durch die verfügbare Trägerkapazität, die fast immer zu knapp war. Für europäische Satelliten wird die Masse und Größe der Satelliten durch die Kapazität der ARIANE-Trägerrakete begrenzt, die heute bei etwa 1000 kg liegt und bis 1986 auf 2000 kg gesteigert werden soll (ARIANE IV). Anfang der 90er Jahre werden die USA mit dem Space Shuttle plus Centaur als Transferstufe Satelliten von 3500 kg bis 6000 kg starten können.

Ein wesentliches Kriterium neben Kapazität und Leistung ist die Funktionsdauer kommerzieller Satelliten, da diese wesentlich die Kosten beeinflusst (**Bild 10**). Während die ersten Satelliten nur eine nominelle Funktionszeit von 1,5 Jahren hatten, wurde diese kontinuierlich auf 5, 7 und heute 10 Jahre gesteigert. Natürlich fallen einige Satelliten auch früher aus, doch gibt es auch andere, die länger als geplant funktionieren. Die Grenzen der Lebensdauer liegen zum einen in der Zuverlässigkeit des Transponders, die nicht beliebig zu steigern ist, und zum anderen im Treibstoffbedarf für die Bahnstabilisierung. Für einen 1000-kg-Satelliten werden 20 bis 25 kg Treibstoff im Jahr benötigt, um die Bahnstörungen durch Sonnenstrahlung, Mondeinfluß und den

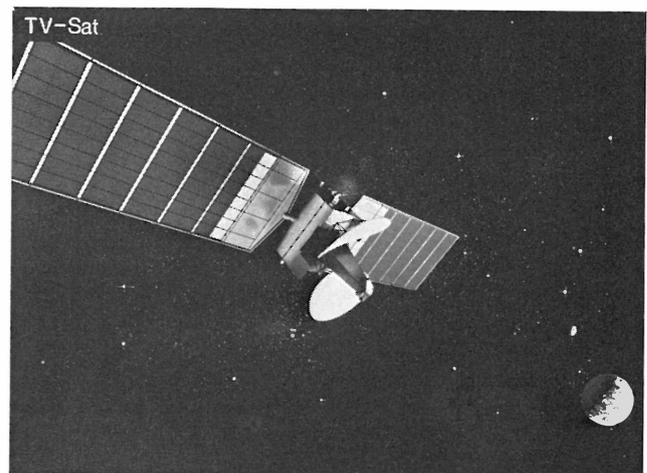


Bild 7

TV-SAT, der deutsche Direktfernsehsatellit

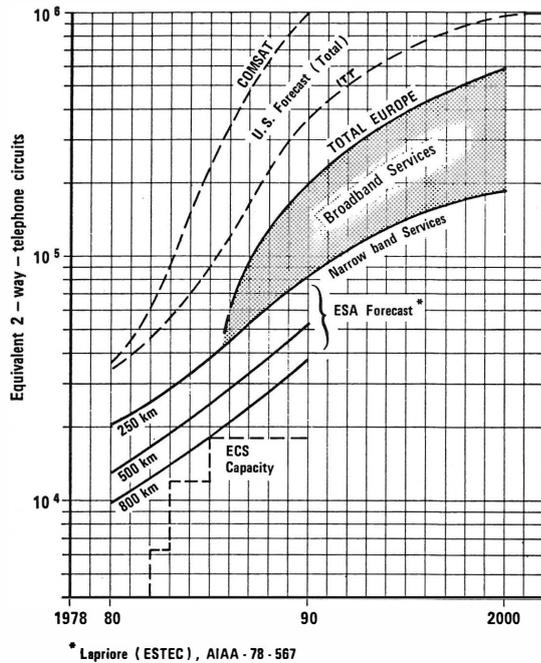


Bild 12

Erwarteter Bedarf für Satellitenkanäle in Europa mit Vergleich zum prognostizierten US-Verkehr

Typ	Einsatz	Kapazität (Einweg-Telefonkanäle)	Spezi-fische Kosten (Dollar je Kanal und Jahr)
INTELSAT III	1968 bis 71	1 200	3 000
INTELSAT IV	1971 bis 75	9 000	1 000
INTELSAT V	1980 bis 85	25 000	700

Die Kosten umfassen das „Space Segment“, das heißt Entwicklung und Bau der Satelliten und die Startkosten.

Die Auftragsvergabe einer Serie von INTELSAT-VI-Satelliten mit einer Kapazität von etwa 70 000

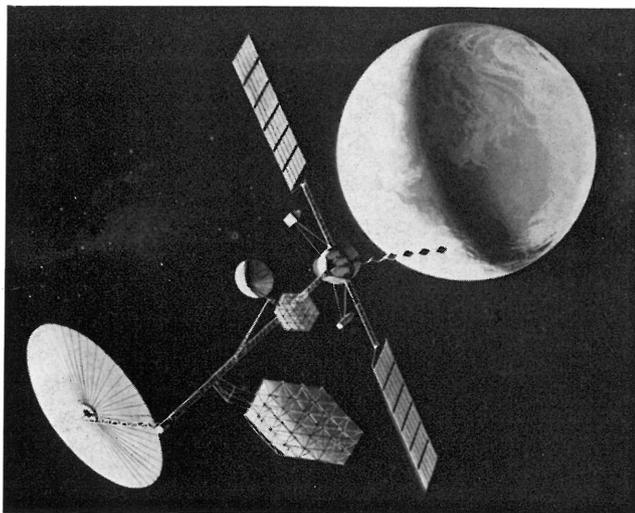


Bild 13

Konzept einer experimentellen GEOPLATTFORM („Antennenfarm“) von NASA (General Dynamics)

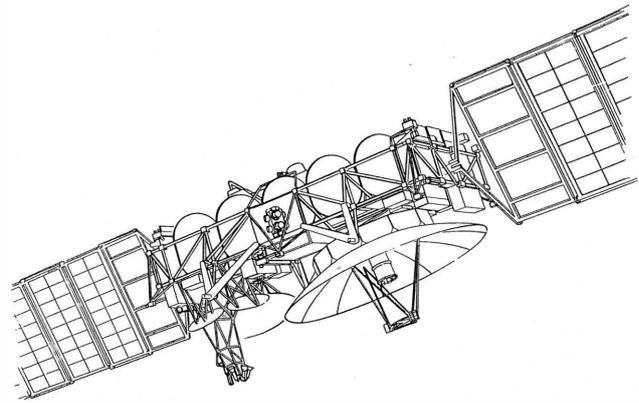


Bild 14

MBB-GEOPLATTFORM mit integriertem Transfersystem und nationaler Nutzlast (TVBS und Breitband-Datenverkehr)

Telefonkanälen wird Anfang 1982 erwartet. Angebote wurden abgegeben von den Firmen Hughes und Ford Aerospace. Die Satellitenmasse wird bei 2000 kg liegen. Als Startsysteme kommen die europäische Trägerrakete ARIANE IV und das Space Shuttle in Frage (1986 bis 1991).

Während diese nächste Klasse konventioneller Satelliten entwickelt wird, ist bereits die Planung von künftigen Satellitenplattformen im Gange.

### 6. Geostationäre Plattformen (die 3. Generation)

Erste Konzepte künftiger Nachrichtenplattformen wurden bereits von mehreren Firmen veröffentlicht, wobei der Größenbereich 3 bis 50 t umfaßt. Im letzteren Fall sind Montage und Wartung im Weltraum notwendig, was diese Systeme als 4. Generation kennzeichnet, die erst um das Jahr 2000 zu erwarten ist.

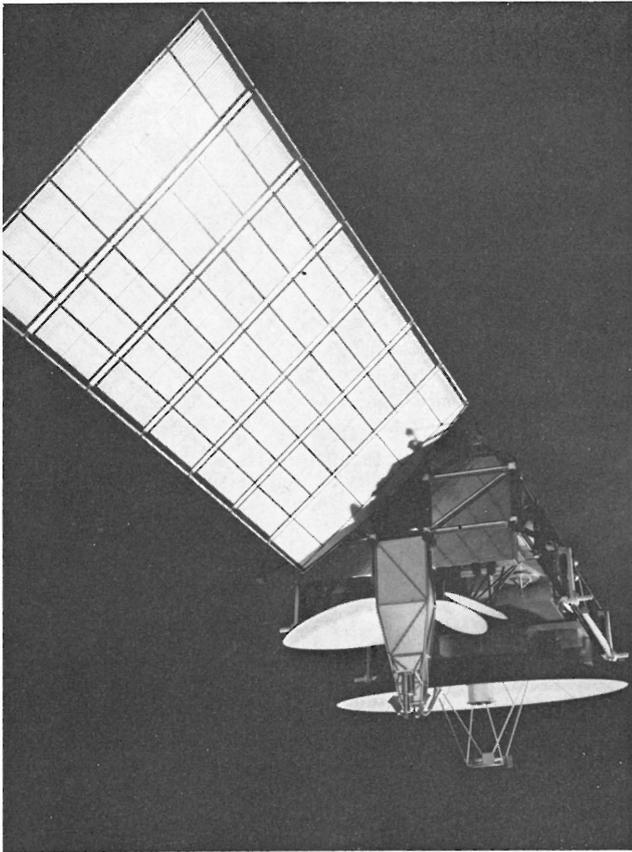
In den USA läuft bei der Firma General Dynamics/Convair im Auftrag der NASA eine Studie für eine geostationäre Demonstrationsplattform mit einer Masse von 4000 kg bis 6000 kg. Der Start soll Ende der 80er Jahre mit dem Space Shuttle plus Centaur-Transferstufe erfolgen (vgl. Bild 13).

In Europa gibt es erste Vorschläge für modulare Plattformen, das heißt Systeme, die durch automatisches Andocken von kleineren Einheiten aufgebaut werden. Dies erfordert jedoch die Entwicklung von automatischen Rendezvous-Systemen und entsprechende operationelle Erfahrung.

Eine relativ einfache Plattform wurde von MBB im Rahmen einer Studie des BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) konzipiert: Es handelt sich um eine für den Start mit dem Space Shuttle optimierte Plattform mit integriertem Transfersystem, das heißt, nach dem Aussetzen in einem 300-km-Orbit transportiert sich die Plattform selbst in den geostationären Orbit. Dies erspart eine separate Transferstufe und reduziert damit wesentlich die Startkosten.

Bild 14 zeigt eine Zeichnung der 4 m x 8 m großen Plattform, die mit einer Nutzlast für nationale Dienste (Deutsche Bundespost) ausgerüstet ist. Sie besteht aus zwei Systemen:

1. Direktfernseh-Nutzlast mit 5 TV-Kanälen zu 260 W Ausgangsleistung (12 GHz) und

**Bild 15**

Modellfoto der nationalen GEOPLATTFORM

2. Breitbanddatenübertragungs-Nutzlast (Intercityverkehr) im 20/30-GHz-Band, wozu eine Ausfallantenne mit 5 m Durchmesser nötig ist.

Ein Modellfoto dieser Plattform ist in **Bild 15** dargestellt. Die Kombination dieser beiden Dienste auf einer Plattform kostet etwa 100 Mio. DM weniger als zwei separate Satelliten.

Die MBB-GEOPLATTFORM GPL-15 hat eine Startmasse von 14,3 t und im geostationären Orbit eine Masse von 3,4 t. Für den Bahntransfer sind 10,9 t Treibstoff notwendig. Die Nutzlast hat eine Masse von insgesamt 427 kg und benötigt eine elektrische Leistung von 4000 Watt.

Weitere Anwendungen dieser Plattform für ähnliche Aufgaben bietet die INTELSAT-VII-Klasse von Satelliten für globale Verbindungen oder eine multinationale europäische Nutzlast, die z. B. die Fernsehtransponder und Antennen für die Bundesrepublik, für die Schweiz und für Österreich kombiniert.

Mit diesem modernen Plattformkonzept ist sichergestellt, daß auch Europa mit der raschen Entwicklung des Bedarfs an Nachrichtensatelliten Schritt halten kann.

## SCHRIFTTUM

- [1] Hartl, Ph.; Koelle, D. E.: Technologische und kommerzielle Entwicklungstrends bei Nachrichtensatelliten. DGLR-Papier 73-039, Mai 1973, Stuttgart.
- [2] Koelle, D. E.: Entwicklungstrends künftiger Nachrichtensatelliten. Paper 77-022, DGLR-Jahrestagung, Berlin 1977.
- [3] Koelle, D. E.; Kleinau, W.: The GEO-SPAS Platform, a Third Generation Communication Satellite Concept. Paper 80-0505 at the 8th AIAA Communication Satellite Conference Orlando, Fla., April 1980.

dio einen Film jährlich 8 bis 10 Filme mit diesen insgesamt doch teuren elektronischen Hilfsmitteln produziere.

\* \* \*

Im folgenden wird – gegliedert in 7 Themenkreise – zusammenfassend über die Vorträge des eigentlichen Symposiums berichtet. Im Text wird dabei auf die Originalvorträge verwiesen, deren Autoren zusammen mit der Angabe der Organisation, der sie angehören und dem genauen Vortragstitel am Ende jedes Themenkreises angegeben sind. Auf diese Weise hat der interessierte Leser die Möglichkeit, den einen oder anderen Vortrag ausführlich in den vom Montreux-Veranstalter herausgegebenen „Symposium Records“ nachzulesen. Fehlt im Text ein entsprechender Verweis, dann ist der Vortrag in den „Symposium Records“ nicht abgedruckt.

#### 4. Video-Programmproduktion und -nachbearbeitung

##### 4.1. Systeme

Auch der erste Vortrag des Symposiumsteils, der sich der Programmproduktion und -nachbearbeitung widmete, befaßte sich mit dem Einsatz fernsehtechnischer Geräte und Verfahren bei der Produktion von Spielfilmen. Während jedoch bei Coppola die Elektronik zunächst nur als Hilfsmittel dient, beschrieb ein Mitarbeiter der italienischen Rundfunkorganisation RAI ein bereits praktisch erprobtes Verfahren für die rein elektronische Produktion von Spielfilmen (1).

Es erstaunt zunächst, daß sich eine Rundfunkorganisation mit Problemen der Produktion von Spielfilmen befaßt. Es scheint jedoch so zu sein, daß in Italien in größerem Umfang Produktionen entstehen, an denen sich die RAI direkt beteiligt und die sowohl im Fernsehen als auch im Kino gezeigt werden. Dabei ist man der Meinung, daß die neuen elektronischen Aufnahme- und Nachbearbeitungsverfahren sehr wirtschaftliche Produktionsmethoden darstellen, die in Zukunft mehr und mehr an Bedeutung gewinnen werden.

Bei dem zum ersten Male von dem Filmregisseur Michelangelo Antonioni in der Produktion „Il Mistero di Oberwald“ praktisch erprobten Verfahren werden die einzelnen Takes zunächst mit konventionellen 625-Zeilen-Farbfernsehkameras aufgenommen und als PAL-Signale auf 2-Zoll-Videorecorder gespeichert. Jeder Take wird jedoch zweimal aufgezeichnet, da die unterschiedlichen Bildformate bei Fernsehen (1,33 : 1) und Spielfilm (1,85 : 1) berücksichtigt werden müssen. Die Nachbearbeitung erfolgt ebenfalls auf elektronischem Wege, wobei ein neu konzipiertes Schnittsystem erprobt wurde. Das Endprodukt ist ein 2-Zoll-Videomagnetband, das im Fernsehen gesendet werden kann.

Für die optische Wiedergabe in Kinoteatern wird das Magnetband auf 35-mm-Farbfilm überspielt. Dies geschieht mit dem sogenannten „Image Transform System“. Dabei werden mit Hilfe eines Elektronenstrahls zunächst in jeweils drei aufeinanderfolgenden Filmbildern die Farbauszugsbilder Rot, Grün und Blau auf einen Schwarzweißfilm kopiert, wobei die Zeilenstruktur durch eine spezielle Formgebung des Elektronenstrahls weitgehend eliminiert wird. Danach stellt man in mehreren Arbeitsgängen aus den drei Farbauszugsbildern den eigentlichen 35-mm-Farbfilm her.

Wie nicht anders zu erwarten war, hat die erste Produktion nach diesem neuen Verfahren gezeigt, daß die bei der optischen Wiedergabe erreichbare Bildqualität nicht allen Anforderungen gerecht wird. Der begrenzende Faktor ist zunächst einmal das 625-Zeilen-Fernsichtsystem. Dazu kommt, daß die PAL-Codierung mit anschließender Decodierung bei der Überspielung auf 35-

mm-Film zu einer weiteren Qualitätsverschlechterung beiträgt. Bemerkenswert ist jedoch, daß – wie der Redner meinte – die mangelhafte Vertikalauflösung nicht nur systembedingt sei, sondern auch durch eine ungenügende Auflösung der Kameraröhren hervorgerufen wird.

Der zweite Vortrag behandelte die elektronische Produktion und Nachbearbeitung von Fernsehprogrammen in Einkameratechnik (2), die unter dem Schlagwort „Electronic Cinematography“ (EC) in Amerika besonders von der Rundfunkorganisation CBS favorisiert wird. Die Idee ist dabei, auch beim Fernsehen die Produktionsmethoden einzuführen, die beim Film üblich sind, mit dem Unterschied, daß rein elektronische Verfahren zur Anwendung kommen sollen. Man glaubt, auf diese Weise die Produktionskosten deutlich senken zu können.

Aufgrund von Spezifikationen der CBS hat als erste die japanische Firma Ikegami eine spezielle EC-Kamera entwickelt, die die Typenbezeichnung EC-35 trägt. Diese Kamera wurde bereits im äußeren Design dem Aussehen einer 35-mm-Filmkamera angepaßt. Technisch unterscheidet sie sich von bisher üblichen elektronischen Kameras insbesondere dadurch, daß sie neben einer 5 : 1-Zoomoptik auch wahlweise mit fünf verschiedenen Fixfocus-Objektiven ausgerüstet werden kann.

Die Aufzeichnung der einzelnen Kameratakes erfolgt auf 1-Zoll-Videorecorder vom C-Format-Typ. Das eigentliche Problem der Einkameraproduktionstechnik liegt auf dem Gebiet der Nachbearbeitung. Hier ist ein sehr hoher Zeitaufwand notwendig, da die einzelnen Kameratakes zuvor in keiner Weise bearbeitet worden sind. Bis zu fünf aufeinanderfolgende Nachbearbeitungsvorgänge (Re-editions) sind notwendig, bis die Produktion in künstlerischer und technischer Hinsicht befriedigt.

Damit werden an das elektronische Nachbearbeitungssystem sehr hohe Anforderungen gestellt. Die CBS hat in Zusammenarbeit mit der Firma Sony ein rechnergesteuertes Off-line-Schnittsystem entwickelt, das aus drei Hauptkomponenten besteht:

- Bearbeitungsplatz mit drei modifizierten  $1/2$ -Zoll-Betamax-Videokassettenrecordern, zwei Farbmonitoren und einem Bedienterminal;
- Softwarepaket für einen optimalen Mensch-Maschine-Dialog mit Hilfe eines Lichtgriffels;
- drei zusätzliche Betamax-Videorecorder zur Aufzeichnung von Zwischenbearbeitungen.

Vor der eigentlichen Bearbeitung wird jeder einzelne Kameratake auf eine getrennte Betamaxkassette aufgezeichnet. Beim ersten Bearbeitungsvorgang wird zunächst Szene für Szene mit Hilfe der Einzelkassetten assembliert. Es entsteht die erste Arbeitskopie, die anschließend parallel auf drei Betamaxrecorder aufgezeichnet wird. Diese Aufzeichnungen werden für den nachfolgenden Bearbeitungsvorgang herangezogen, wobei die Kassetten synchron wiedergegeben werden. Auf diese Weise kann jede gewünschte Szene sehr einfach verlängert, verkürzt oder weggelassen werden, ohne daß ein zusätzlicher Aufzeichnungsvorgang notwendig ist.

Wenn die endgültige Schnittliste vorliegt, werden die ausgewählten Takes rechnergesteuert mit Hilfe eines CMX-340X-Systems auf eine Maschine im C-Format aufgezeichnet, wobei das ursprüngliche C-Format-Masterband als Quelle dient.

Die ersten Versuche mit dem neuen System in den CBS-Studios in Hollywood scheinen erfolgversprechend zu sein. Alle Beteiligten – Künstler und Techniker – haben sich sehr positiv über die neuen Möglichkeiten geäußert.

In dem sich anschließenden Round-table-Gespräch berichteten zunächst Vertreter von Rundfunkorganisationen und Produktionsgesellschaften aus Frankreich, Groß-

britannien, Italien, den USA und der Bundesrepublik Deutschland darüber, mit welchen Techniken gegenwärtig bei ihnen Fernsehprogramme produziert werden. Dabei zeigte sich, daß bei Außenproduktionen bis jetzt der 16-mm- und 35-mm-Film zwar überwiegen, es ist aber deutlich die Tendenz einer Zunahme der elektronischen Produktion zu erkennen. Das elektronische Einkamerasystem wurde allgemein positiv beurteilt, da man mit seiner Hilfe eine erhebliche Reduzierung der Produktionskosten erwartet. Voraussetzung ist dabei aber ein leistungsfähiges, rechnergesteuertes Off-line-Nachbearbeitungssystem, denn die Einkameratechnik erfordert einen hohen Aufwand bei der Bearbeitung. Insbesondere scheint die Tonnachbearbeitung problematisch zu sein.

Danach gab der technische Geschäftsleiter der Firma Bosch-Fernseh, H.-R. Groll, einen Ausblick auf kommende Gerätegenerationen der Fernsehproduktionstechnik. Auf dem Gebiet der Kameras erwartet er neue Aufnahmeröhren mit verbesserter Auflösung und geringerem Rauschen. Die zunehmende Automation der Gerätefunktionen und Selbstdiagnoseeinrichtungen werden dafür sorgen, daß die Kameras in Zukunft stabiler und auch robuster werden. Bei der Magnetaufzeichnung bieten zwar die 1-Zoll-Maschinen des B- und C-Formats bei großer Wirtschaftlichkeit hohen Bedienungskomfort und ausgezeichnete Signalqualität, was aber immer noch fehlt, sind kompakte und leichte 1-Zoll-Maschinen für den mobilen Einsatz. Bei den Mischern werden sich immer mehr Geräte durchsetzen, die mit Hilfe der Digitaltechnik bisher unbekannte oder nur beim Film angewandte Trickeffekte ermöglichen. Dabei muß besonders auf die Bedienfreundlichkeit geachtet werden, die bei derartigen Geräten heute noch oftmals recht mangelhaft ist. Das gleiche gilt für die rechnergesteuerten Nachbearbeitungssysteme, bei denen die Off-line-Systeme in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen werden. Hier beklagte der Redner außerdem, daß es kein einheitliches, allgemein anerkanntes Konzept für die Auslegung eines elektronischen Nachbearbeitungssystems gibt. Vielmehr entwickle beinahe jeder Kunde seine eigene Philosophie, was dazu führe, daß jedes System „maßgeschneidert“ und damit sehr teuer ist.

Kritische Fragen und ergänzende Bemerkungen aus dem Auditorium rundeten die Veranstaltung ab. Dabei ging es besonders um die Frage, inwieweit die kommende Digitaltechnik in den nächsten Jahren die Entwicklung von Geräten für die Fernsehproduktion beeinflussen werde.

#### 4.2. Geräte

Nachdem bei den Bildaufnahmeröhren eine Miniaturisierung bei gleichbleibender Bildqualität erfolgte, ist bei einigen Firmen ein Trend zur Universalkamera festzustellen. Eine solche Kamera wurde von Thomson-CSF mit der TTV 1525 vorgestellt (3). Ein extrem leichter Kamerakopf mit weniger als 9 kg Gewicht ist mit einem leichten Zoom und einem kleinen Sucher auch für EB geeignet. Das geringe Gewicht wird dadurch erreicht, daß man einen großen Teil der Signalverarbeitung und der Stromversorgung in der Kamerakontrolleinheit unterbringt. In weniger als 3 Minuten kann die Kamera durch Anbau großer Objektive und Sucher bis zur Studiokamera erweitert werden. Neben zwei Automatiksystemen für Grundabgleich und Blende können durch Mikroprozessoren in Kamerakopf und Kontrolleinheit bis zu 8 Kameras von einem Platz aus abgeglichen und einzelne Werte gespeichert werden.

Während für die professionelle Fernsehtechnik die Vakuumröhre immer noch der Bildaufnehmer ist, halten auf Randgebieten (z. B. Industriefernsehen) zuneh-

mend Bildaufnehmer der Festkörperphysik Einzug (CCDs, CIDs)<sup>2</sup>. Mit den Entwicklungen auf beiden Gebieten befaßte sich der Vortrag (4). Die Bildaufnahmeröhren sind in den letzten Jahren laufend verbessert worden. So kann man heute mit den neuen 14-mm-Plumbikons leichte, tragbare Farbkameras bauen, die den Qualitätsansprüchen der professionellen Fernsehtechnik gerecht werden. Etwas anders sieht es bei den Festkörper-Bildaufnehmern aus: Obwohl man in den letzten Jahren sehr viel erreicht hat (zum Beispiel Beherrschung der Fertigungstechnologie, Herstellung zu einem akzeptablen Preis), genügt das Ergebnis für die professionelle Anwendung noch nicht. So müßte die Zahl der Bildpunkte erhöht, das „fixed pattern noise“ reduziert und die spektrale Empfindlichkeit optimiert werden. Auch bei den optischen Teilen (Objektiv, Farbteiler) ist eine höhere Präzision erforderlich, da die Bildgeometrie nicht durch elektronische Mittel beeinflusst werden kann. Aus diesen Gründen wird die Vakuum-Bildaufnahmeröhre auch in den nächsten Jahren ihren Marktanteil behaupten.

Die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte haben zur Folge, daß man heute die Herstellung von CID-Bildaufnehmern mit 244 Zeilen zu je 388 Bildpunkten für das 525-Zeilen-Farbsystem NTSC und mit 290 Zeilen zu je 416 Bildpunkten für das 625-Zeilen-Farbsystem PAL beherrscht. Über die Verwendung solcher Sensoren in EB-Kameras wurde in (5) berichtet. Bei einer Bilddiagonale von 11 mm haben diese Bauelemente einige Vorteile:

- sehr kleine und leichte Kamera, gegen äußere Einflüsse (Stöße, Feuchtigkeit) weitgehend unempfindlich;
- keine Hochspannung erforderlich, geringer Stromverbrauch;
- wenig externe Elektronik;
- sehr geringe geometrische Verzerrungen;
- kein Blooming, keine Trägheitseffekte;
- Vorbildung nicht notwendig.

Diesen Vorteilen steht die geringe Zahl der Bildpunkte gegenüber. Bildaufnehmer mit höherer Auflösung sollen für NTSC bereits in der Fertigung sein. Es werden aber sicher noch Jahre vergehen, bis man hier auch die Fertigungstechnologie im Griff hat.

Mikroprozessoren spielen in der Bedienphilosophie für 1-Zoll-Videorecorder eine immer bedeutendere Rolle. In einem Vortrag wurde gezeigt, welche Möglichkeiten der Einsatz von Mikroprozessoren in den 1-Zoll-Videorecordern TR 800 von RCA bei Aufzeichnung, Schnittbearbeitung und Wiedergabe bietet.

Während Schriftgeneratoren mit mehr oder weniger Komfort vor einigen Jahren noch Highlights jeder Ausstattung waren, sind sie heute von kompletten Grafiksystemen abgelöst worden. Herzstück solcher Anlagen ist ein Computer. Durch zusätzliche Programme (Software) können diese Systeme laufend erweitert werden, so daß zum Beispiel ein 1976 gekauftes System in weniger als einer Stunde auf den modernsten Stand gebracht werden kann (6).

Auch bei der elektronischen Filmbearbeitung halten Mikroprozessoren zunehmend Einzug, bieten sie doch neben der automatischen Farbkorrektur weitere ungeahnte Möglichkeiten der Bildbeeinflussung bis herab zum Einzelbild. Durch das bildgenaue Erfassen der Korrekturdaten und die Abspeicherung in RAMs können gleiche Szenen mit denselben Korrekturen versehen werden. Das von Rank Cintel vorgestellte „Telecine Operation Programming System“ (TOPSY) erlaubt sogar Beeinflussung des Tonpegels, vertikale Aperturkorrektur und Zoomeffekte.

<sup>2</sup> CCD = Charge Coupled Device; CID = Charge Injection Device.

In der anschließenden Diskussion unter dem Vorsitz von J. Diermann kam noch einmal deutlich zum Ausdruck, daß die Vakuum-Bildaufnahmeröhre für die professionelle Fernsehtechnik weiterhin aktuell ist. Beim derzeitigen Stand der Fertigungstechnologie werden Festkörper-Bildaufnehmer bei den Rundfunkanstalten nur für EB-Anwendungen in Frage kommen. Geräte der Fernsehtechnik, die mit Mikroprozessoren arbeiten, müßten in Zukunft mit automatischen Funktionskontrollen versehen werden.

- (1) E. Lionetti/RAI, Italien:  
Can theatrical film be produced by electronic means? — Some experiments by the RAI.
- (2) W. G. Connolly/CBS, USA:  
Electronic production and post-production of television programs using single camera technique.
- (3) F. Delmas/Thomson-CSF, Frankreich:  
The TTV 1525: A high resolution and sensitivity versatile color camera for studio and outside broadcasting application.
- (4) W. P. Weijland/Philips, Holland:  
Trendsetting in image pick-up devices. Recent developments in vacuum and solid state imaging devices.
- (5) J. W. Lunden, G. J. Michon, J. Carbone/General Electric Company, USA:  
VLSI solid state sensors for ENG cameras.
- (6) J. A. Briggs/Fernseh Inc., USA:  
A complex graphics system for production and post-production.

## 5. Satelliten- und terrestrischer Rundfunk

### 5.1. Rundfunk- und Verteilsysteme

Nach der Funkverwaltungskonferenz für die Planung des Satellitenrundfunks im 12-GHz-Bereich (WARC '77) sind weltweit einige Versuchssysteme mit geringer Sendeleistung in Betrieb genommen worden. Weitere Projekte befinden sich in der Planungsphase oder im Vorstadium. Das deutsch-französische Projekt ist eines der am weitesten fortgeschrittenen und zielt auf einen ersten Satellitenstart Ende 1984 ab. Im Vortrag (1) wurde eine Übersicht über die bisher bekannten Projekte gegeben und die Erwartung ausgesprochen, daß in den neunziger Jahren bereits eine größere Zahl von Rundfunksatellitensystemen in Betrieb sein wird.

Die Entscheidungen der Funkverwaltungskonferenz von 1979 (WARC '79) wirken sich unter anderem auch auf die Planung terrestrischer Fernsehernetze aus. Ein Vortrag zu diesem Thema (2) befaßte sich vorwiegend mit der Reorganisation der Netze in Frankreich und Großbritannien durch die Umstellung auf die 625-Zeilen-Norm und mit den Problemen der Frequenzmitbenutzung einiger Bänder durch mobile Funkdienste.

Diesen beiden Übersichtsvorträgen schloß sich eine Podiumsdiskussion an, in der einige der im Tagungsband veröffentlichten „Supporting papers“ in Kurzvorträgen behandelt wurden (3), (4). Interessant war eine Beschreibung der Situation der Fernsehprogrammverteilung über Satelliten in den USA (4). An Kabelkopfstationen sind dort bereits etwa 5000 solcher Satellitenempfangsstationen in Betrieb. Hinzu kommen noch viele im Eigenbau erstellte Privatanlagen. Von 1975 bis 1980 sind die Kosten einer typischen Empfangsstelle bei gleicher Qualität von etwa 80 000 Dollar auf ungefähr 10 000 Dollar gesunken.

Die eigentliche Diskussion war kurz und befaßte sich vorwiegend mit der Frage, ob terrestrische Netze durch Satellitenverteilsysteme teilweise ersetzt werden könnten, oder ob diese nebeneinander bestehen sollten. Mehrere Sprecher befürworteten ein Nebeneinander beider Netze. Als ein wichtiger Grund hierfür wurde die ver-

hältnismäßig hohe Empfindlichkeit eines Satelliten gegen absichtliche Störungen genannt.

### 5.2. Geräte für Satellitenrundfunk und Programmverteilung

In einem von J. D. Buechs gehaltenen Vortrag wurde das neue Konzept der deutsch-französischen Rundfunksatelliten vorgestellt (5). Viele Bilder erläuterten problematische Einzelkomponenten wie die Antennen und Ausgangsmultiplexfilter.

Mit Blick auf die für 1983 bevorstehende Planungskonferenz für die Region 2 untersuchte M. R. Freeling optimale Übertragungsparameter für einen US-Rundfunksatelliten (6). Ausgehend vom NTSC-Standard der USA gelangte er mit einer RF-Bandbreite von 24 MHz zu ähnlichen Parametern wie die der WARC '77 zugrunde gelegten. Abweichend hierzu hält er jedoch trotz etwas höherer Kosten auf der Empfangsseite lineare Polarisation für günstiger als Zirkularpolarisation.

Mit dem Fortschritt der Satellitenempfangstechnik befaßten sich zwei weitere Vorträge (7), (8). Im Vortrag (8) wurden außerdem Versuche in Japan mit dem Empfang eines Rundfunksatelliten durch eine Schiffsstation beschrieben.

In Japan wird die Erschließung höherer Frequenzbänder für Satellitenübertragungen besonders intensiv betrieben. Für Tests im 30/20-GHz-Bereich (30 GHz: Erde-Satellit, 20 GHz: Satellit-Erde) steht dort seit Dezember 1977 ein Experimentalsatellit zur Verfügung. Operationeller Betrieb von Nachrichtensatelliten in diesem Frequenzbereich ist ab 1983 geplant. Vortrag (9) beschreibt erfolgreich durchgeführte Versuche zur Übertragung von Telefon-, Daten- und Fernsehsignalen unter Verwendung einer festen 5-m-Station und einer transportablen 2-m-Station.

Im letzten Vortrag der Sitzung wurden Arbeiten bei der US-Firma Hughes am Konzept eines monolithisch integrierten 12-GHz-Satellitenempfängers in FET-Technik<sup>3</sup> beschrieben (10). Aus einem Substrat von 5 cm Durchmesser wird man etwa 100 Empfänger, bestehend aus Vorverstärker, Mischer, Oszillator und ZF-Verstärker (1 GHz), erhalten. Es werden sehr gute Daten erwartet. Der Herstellungspreis in einer weitgehend automatisierten Fertigung wird mit 25 bis 40 Dollar veranschlagt.

### 5.3. Techniken im terrestrischen Rundfunk

Ein neuer 10-kW-Fernsehsender der RCA (USA) für gemeinsame Bild- und Tonverstärkung erreicht gute Intermodulationsabstände für die auftretenden Kombinationsfrequenzen durch sorgfältige Linearisierung der Treib- und Leistungsverstärker sowie durch Phasen- und Gruppenlaufzeitkorrekturen (11).

Entwicklungsarbeiten bei Valvo (Philips Deutschland) zielen darauf hin, den Wirkungsgrad von Klystronbildsendern durch Einführung einer Gittermodulation von 30 bis 35% auf etwa 70% zu steigern. Eine negative Beeinflussung anderer, vorteilhafter Eigenschaften des Klystrons (wie hohe Verstärkung, Stabilität und hohe Lebensdauer) wird nicht erwartet (12).

Durch Anwendung neuer Technologien konnte bei der Firma LGT (Laboratoire Général des Télécommunications, Frankreich) die Leistungsgrenze von ausschließlich mit Halbleitern bestückten Fernsehendern erhöht werden. Bei A-Verstärkern erreicht man 40 W im VHF-Bereich und 10 W im UHF-Bereich. 50 W im UHF-Bereich werden angestrebt. Mit A/B-Verstärkern beträgt die erreichbare Leistung 1 kW im VHF- und 250 W im UHF-Bereich.

Ein mikroprozessorgesteuertes System zur Senderüberwachung wurde von der Firma PYE (Großbritannien) entwickelt. Man legte Wert auf einfache Anwendbarkeit. Daten und Erläuterungen werden auf einem Farbmonitor dargestellt und können bei Bedarf ausge-

<sup>3</sup> FET = Feldeffekttransistor

druckt werden. Eine MAZ-Vorführung über den Einsatz dieses Systems ergänzte den Vortrag (13).

Die Firma Blaupunkt (Bundesrepublik Deutschland) berichtete im Zusammenhang mit der beim ZDF ab September 1981 vorgesehenen Einführung eines zweiten Tonkanals beim Fernsehen über Erfahrungen bei der Entwicklung und Fertigung von Fernsehheimempfängern (14). Nach einer Beschreibung des Empfängerkonzepts wurde vor allem auf Probleme bei der Umschaltung Mono, Stereo, Zweisprachenton eingegangen. In gleicher Weise informierte die Deutsche Bundespost in einem „Supporting paper“ aus ihrer Sicht über die Vorbereitungen, die für die Einführung eines zweiten Tonkanals beim ZDF-Sendernetz notwendig waren (15).

- (1) R. S ü v e r k r ü b b e/IRT, Bundesrepublik Deutschland: Projects for direct satellite broadcasting at 12 GHz.
- (2) D. S a u v e t - G o i c h o n/TDF, Frankreich: Consequences of the WARC-79 for the planning of VHF television networks.
- (3) L. C h e v e a u/UER, Belgien: EBU proposals for the use of two transponders in L-Sat to initiate satellite broadcasting in Europe.
- (4) H. H u p e/NTIA, USA: Programme distribution by satellite — the growing U.S. phenomenon.
- (5) J. C h a u m e r o n/Thomson-CSF, Frankreich, J. D. B u e c h s/AEG-Telefunken, Bundesrepublik Deutschland, G. R a d i g/MBB, Bundesrepublik Deutschland: Payload concept for the Franco-German TV broadcast satellites TVSAT-TDF. 1.
- (6) M. R. F r e e l i n g/RCA, USA: Technical standards for direct broadcast service.
- (7) M. M. N a j m a n/Thomson-CSF, Frankreich: Optimum design of direct broadcast TV receivers at 12 GHz.
- (8) S. M a t s u s h i t a, K. I k e u c h i, Y. S a i t o/NHK, Japan: Receive only stations and ship board terminal for 12 GHz broadcasting satellite.
- (9) T. K a w a k a m i, S. O b a r a/National Police Agency, H. S h i m a y a m a, T. K u r o k a w a, A. F u j i i/Nippon Electric, Japan: A 30/20 GHz band small earth station for TV transmission.
- (10) D. M a k i/ Hughes Aircraft, USA: Monolithic integrated circuits for satellite direct broadcast applications.
- (11) J. L. M a r s h, J. M. P a w l i k o w s k i/RCA, USA: New techniques for compensation of intermodulation distortion products in internally duplexed television transmitters.
- (12) H. B o h l e n/Philips-Valvo, Bundesrepublik Deutschland: The properties of TV-transmitters employing grid-modulated klystrons.
- (13) A. J. C h a n e y, E. J. W i l l s/PYE, Großbritannien: A microprocessor based system for the automatic and remote control and monitoring of TV transmitters.
- (14) G. S i e g l e/Blaupunkt, Bundesrepublik Deutschland: The introduction of a second sound channel to TV receivers in Germany.
- (15) G. S c h r ö d t e r/FTZ, Bundesrepublik Deutschland: Introduction of a second sound channel into the television transmitter network of the Deutsche Bundespost.

## 6. Kabelfernsehen (CATV)

Das Thema Kabelfernsehen nahm mit vier Vortragsreihen einen breiten Raum ein. Im Vordergrund standen moderne digitale Übertragungstechniken, Lichtleiterkabel, Satellitenempfang und die zweckmäßige Verteilung der Signale in Kabelanlagen. Ausführlich wurden die vielfältigen Möglichkeiten der Datenübertragung zum und vom Kabelteilnehmer diskutiert, wie Videotext, Kabeltext und andere digitale Datensysteme. Neben der Analyse des derzeitigen Standes moderner Anlagen in Europa und den USA wurden eine Reihe von möglichen zukünftigen Netzstrukturen vorgestellt. Bemerkenswert war, daß etwa  $\frac{1}{3}$  der insgesamt über 30 Vorträge aus der Bundesrepublik Deutschland kam.

## 6.1. Systeme

Ein von der Universität Stuttgart vorgestelltes Kabeltextsystem überträgt in einem Fernsehkanal während der gesamten Zeit nur Datensignale. Anstelle der von Videotext bekannten NRZ-Codierung wird mit 2-PSK-Modulation übertragen. Vorteilhaft ist die höhere Datenübertragungskapazität, nachteilig jedoch die fehlende Kompatibilität mit normalen Videotextempfängern. Infolge der großen übertragbaren Datenmengen dieses „full page system“ ergeben sich sehr kurze Zugriffszeiten (1).

Ein anderes, in den USA verwendetes Teilnehmerinformationssystem arbeitet ebenfalls nach dem Videotextverfahren. Es kann als neues Verteilsystem mit der Möglichkeit der Teilnehmeradressierung konzipiert werden; es ist jedoch auch in Zweiwegsystemen einsetzbar. Preiswerte Teilnehmerendgeräte wurden vorgestellt (2). Verschiedene Möglichkeiten der Datenübertragung in Zweiwegkabelsystemen in den USA (21) und in Europa (23) behandelten zwei weitere Beiträge.

Neue Übertragungstechniken, wie Mehrtonsignale beim Fernsehen oder digitale Daten- und Tonsignale, bedeuten strengere Anforderungen an die technischen Übertragungsparameter in Kabelsystemen. Mindestanforderungen, Toleranzen und Meßverfahren wurden in (3) angegeben. Messungen an modernen Anlagen zeigen, daß die meisten bereits heute die erhöhten Anforderungen erfüllen.

Um Kompatibilität der vom Satelliten übertragenen Fernseh- und Tonsignale mit den bestehenden Kabelanlagen zu erreichen, ist die Schaffung einer europäischen Norm dringend geboten. Es existieren die unterschiedlichsten Vorschläge, wie diese Signale von der Kopfstation bis zum Teilnehmer geführt werden sollen. Es erscheint sinnvoll, die Fernsehsignale nach dem terrestrischen Standard, die Tonsignale jedoch digital zu einem digitalen Tonempfänger zu übertragen. Der digitale Tonstandard sollte dabei mit dem Digitalschallplattenstandard kompatibel sein (4). Ein anderer Vorschlag ist, alle empfangenen Tonrundfunksignale – auch die FM-modulierten – in einem 20 MHz breiten Frequenzband digital von der Kopfstation bis zu einem digitalen Empfänger zu übertragen. Die möglichen Frequenzbereiche sind 68 bis 88 MHz oder 88 bis 108 MHz (8).

Die Netzwerkphilosophie von Kabelanlagen, die Fernseh- und Tonsignale mit unterschiedlichen Normen über Satelliten empfangen, behandelte ein französischer Beitrag (13). Die Aufbereitung und die zweckmäßige Verteilung der Signale wurden diskutiert. Immer größere Bedeutung gewinnen spezielle Programmzubringer für Kabelanlagen. Berichtet wurde über einen AM-Richtfunkzubringer im 12-GHz-Bereich und seinen Einfluß auf die Qualität von stereofonen Signalen (5). Die Programmzubringer über reine CATV-Verteilsatelliten ist im europäischen Rahmen technisch zwar möglich, Probleme treten jedoch aus politischen und urheberrechtlichen Gründen auf (20).

Über erste Versuchsanlagen mit Lichtleiterübertragung wurde in einem französischen (28), in einem dänischen (26) und in einem deutschen (25) Beitrag berichtet. Die Fernseh- und Tonrundfunksignalübertragung ist technisch mit ausreichender Qualität möglich. Bei Berücksichtigung der Kosten und des Aufwandes ist jedoch zur Zeit die Koaxialkabeltechnik noch überlegen. In einigen Jahren aber wird die Glasfasertechnik in Kabelanlagen die Koaxialkabel verdrängen. Mit einem optischen Sender und Empfänger kann gegenwärtig eine Datenmenge von ungefähr 150 Mbit/s übertragen werden; das sind etwa zwei Fernsehkanäle. Eine Ankopplung mehrerer optischer Sender an eine Glasfaser ist zur Zeit wegen des hohen technischen Aufwandes noch nicht sinnvoll. Man benutzt deshalb mehrere Glasfasern bei der Signalverteilung. Bis etwa 1987 wird man jedoch

5 bis 7 oder mehr Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge gleichzeitig über eine Glasfaser schicken können. Bei der annähernd 10 km langen deutschen Versuchsanlage wird der Laserstrahl frequenzmoduliert. Die dänische Anlage arbeitet digital mit PCM. Die französische Anlage benutzt wie die deutsche Frequenzmodulation; sie hat jedoch zusätzlich einen breitbandigen Rückkanal, der für Bildtelefonanwendungen (schwarzweiß oder farbig) vorgesehen ist. Faksimilebildübertragung in Kabelsystemen mit Datenraten im kbit/s-Bereich beschrieb ein britischer Beitrag (27).

Die derzeitige Situation auf dem CATV-Sektor in den USA wurde in zwei Beiträgen (15), (29) vorgestellt. In den USA existieren eine Reihe verschiedener Zweiwegkabelsysteme. Bei allen diesen Experimentalanlagen sind die Investitionskosten und die Kosten für die Endgeräte so hoch, daß sie nicht vollständig auf die Teilnehmer umgelegt werden können. So wurden zum Beispiel in die bekannte Anlage QUBE in Columbus/Ohio inzwischen insgesamt 30 Mio. Dollar investiert. Nicht alle angebotenen Dienste werden vom Publikum angenommen (24).

## 6.2. Geräte

Ein universelles Meßgerät für Kabelumsetzer wurde von der Firma Rohde & Schwarz (Bundesrepublik Deutschland) vorgestellt. Alle wichtigen Parameter wie Störabstand, Pegel, Intermodulation, Linearität, Gruppenlaufzeit usw. können mit einem Gerät gemessen werden (6). Wichtigstes Gerät für die Messung und Überprüfung von Fernsehsignalen auf Kabelanlagen ist ein guter Fernsehmeßempfänger. Ein solches Gerät, das alle technischen Anforderungen erfüllt und im mittleren Preisbereich liegt, wird von der Firma Plisch (Bundesrepublik Deutschland) hergestellt (7).

Auf dem Gebiet der CATV-Verstärker berichteten vier Autoren über neue Techniken. Neben einem Verstärkersystem mit automatischer digitaler Pegelkontrolle (9) wurden frequenzabhängige Verstärker vorgestellt, deren Dämpfungsverlauf dem nachgeschalteten Kabel angepaßt wird und die mit dieser Maßnahme Vorteile gegenüber normalen Breitbandverstärkern aufweisen (10). Temperaturkompensierte Verstärker, bei denen die Pilottonträgerregelung entfällt (1), und eine neue Verstärkerfamilie für besonders ökonomische Anlagen (12) wurden beschrieben. Rücksignalweichen können nachträglich bei Bedarf eingefügt werden. Ein amerikanisches Hybridverstärkersystem erlaubt die Übertragung von 52 Fernsehkanälen zwischen 0 und 400 MHz (18). Die Vorteile der standardisierten Gerätetechnik im Kabelnetz der Deutschen Bundespost sind die universelle Austauschbarkeit und die kostengünstige Projektierung der verschiedenartigen Kabelnetze. Den Geräteherstellern bleibt dennoch genügend Raum für eigene technologische und konstruktive Lösungsmöglichkeiten (16).

Ein intelligentes Heimterminal für Ein- und Zweiwegbetrieb bietet dem CATV-Teilnehmer alle Möglichkeiten, die angebotenen Dienste auf einfache Weise auszuwählen und zu nutzen (22). Spezielle Geräte, wie sie für die Sicherung und Verschlüsselung der Pay-TV-Kanäle benötigt werden (14), oder Geräte, die eine eindeutige Adressierung der angebotenen Pay-TV-Dienste erlauben (17), wurden von amerikanischen Herstellern entwickelt. Auch für den Schutz und die Verschlüsselung von Satellitenprogrammen, die von CATV-Zubringern angeboten werden, gibt es geeignete Geräte (19).

## 6.3. Podiumsdiskussion

### „Entwicklungstendenzen heute und in der nahen Zukunft“

Ein Vortrag zum Stand der gegenwärtigen Kabelnetzwerke (30) und ein Ausblick auf die vielfältigen Möglichkeiten in der Zukunft (31) wurden als Einleitung der gut besuchten Podiumsdiskussion gehalten. Weniger die tech-

nischen Aspekte als vielmehr rechtliche, politische und organisatorische Fragen bringen Probleme bei der Errichtung großer Kabelsysteme. Der Durchbruch der Lichtleitertechnik wird bei Kabelsystemen kommen, allerdings erst in einigen Jahren. In die großen Breitbandsysteme der Zukunft werden Dienste wie Telefon, Heimüberwachung usw. integriert sein. Pay-TV wird sich weiter durchsetzen. In amerikanischen Kabelanlagen sind bereits heute 40% der angeschlossenen Teilnehmer auch Pay-TV-Kunden. Allerdings sehen diese Teilnehmer in 90% der Zeit die Gratisprogramme.

Es bestand Übereinstimmung darüber, daß die Digitalisierung vor allem bei großen Netzen weiter fortgeschritten wird und bei entsprechender sternförmiger Verteilung auch bis zum Teilnehmer möglich ist. Wegen der Vielzahl der bereits existierenden Kabelsysteme ist eine baldige, möglichst europaweite – oder noch besser weltweite – Standardisierung der wichtigen Parameter in Kabelanlagen unbedingt notwendig. Zur Verbesserung der Qualität der angebotenen Programme wird ein internationaler Zubringerdienst von Fernseh- und Tonrundfunkprogrammen über spezielle Verteilsatelliten angestrebt. Unklarheit herrscht noch über die Akzeptanz beim Publikum für eine Reihe von Diensten im Bereich der Datenübertragung.

- (1) W. Kaiser, L. Bühlmaier/Universität Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland:  
Cabletext: Text distribution on CATV networks.
- (2) Ch. Dages/CBS, USA:  
Videotex services via CATV — Hybrid systems approach.
- (3) S. Dinsel/IRT, Bundesrepublik Deutschland:  
Digital signals and multichannel sound on CATV networks.
- (4) G. L. P. Van Eijck, W. F. M. Groenenwegen/Philips, Holland:  
Compatibility of satellite audio broadcasting with existing CATV networks in view of the compact disc digital audio standard.
- (5) H. Bundschuh/BKF, Österreich:  
The effects on stereo quality of F.M.-radio programmes transmitted via 12 GHz AM links.
- (6) G. Ebersberger/Rohde & Schwarz, Bundesrepublik Deutschland:  
A new measuring instrument for checking CATV channel converters and similar equipment.
- (7) P. Mörsch/Plisch Elektronik, Bundesrepublik Deutschland:  
Design and use of a new quality TV measuring receiver.
- (8) U. Dietz, Bundesrepublik Deutschland:  
Digital transmission of stereo sound signals and its impact on CATV.
- (9) M. Betz/W. Sihn jr. KG, Bundesrepublik Deutschland:  
A digital automatic level and slope control in CATV broadband amplifiers.
- (10) S. Yenerim/R. Bosch GmbH, Bundesrepublik Deutschland:  
Vielkanal-TV-Übertragung mit Hilfe von Breitbandverstärkern mit frequenzabhängiger Verstärkung.
- (11) B. Arnold/RCA, USA:  
Upstream amplifier control.
- (12) H. Crepaz/Siemens AG, Bundesrepublik Deutschland:  
Neue Verstärkerfamilie für besonders ökonomische CATV-Anlagen.
- (13) M. Geninet, Frankreich:  
Satellite reception for CATV networks.
- (14) J. Staiger/Magnavox Inc., USA:  
Pay-TV. Methods for securing pay channels.
- (15) F. Ragon/Jerrold, USA:  
Features and services of a modern CATV system.
- (16) R. Oberndorfer, G. Zedler/FTZ, Bundesrepublik Deutschland:  
Equipment used for CATV systems of the Deutsche Bundespost.
- (17) E. Ebenbach/General Instrument Corp., Großbritannien:  
Major considerations in the design of Pay-TV terminals with address capability.

- (18) G. Luettgenau, R. Keasler/TRW, USA:  
Hybrids for 52 channel CATV systems.
- (19) P. den Toonder/OAK Research and Eng. Center, Holland:  
An addressable satellite encryption system for preventing signals piracy.
- (20) D. L. Brown, H. H. Fromm/ESA, ESTEC, Holland:  
Is there a future for a TV-distribution satellite system in Europe?
- (21) R. Dickinson/E-Com Corp., USA:  
Data transmission on two-way CATV systems.
- (22) P. den Toonder/AOK Research and Eng. Center, Holland:  
An intelligent home terminal for one-way and two-way CATV systems.
- (23) E. J. Gargini/Rediffusion Eng. Ltd., Großbritannien:  
A two-way cable TV system employing space and frequency division multiplex switching.
- (24) D. S. McVoy, USA:  
Experiences and future of interactive CATV systems in USA.
- (25) H. Lange/TEKA DE, Bundesrepublik Deutschland:  
High quality transmission of analog TV- and FM-sound signals on fibre-optic cables for CATV.
- (26) G. E. Mogensen/Tech. Universität Lyngby, Dänemark:  
High quality transmission of TV on optical trunk and subscriber lines.
- (27) A. G. Hare/British Telecom, Großbritannien:  
Visual telecommunications services: an evolutionary viewpoint.
- (28) G. Lentiez/Dir. Générale des Télécommunications, Frankreich:  
The Biarritz optical fibre system.
- (29) E. K. Thomas/Norfolk State University, USA:  
Cable TV in the USA: present trends and prospects.
- (30) P. Meyrat/Rediffusion AG, Schweiz:  
Widening the scope of existing CATV networks (Additional programmes, local programmes, Pay-TV, TV-satellites, microwave links and additional services).
- (31) J. Kanzo/BPM, Bundesrepublik Deutschland:  
Service-integrated local networks (optical transmission, broadband switching, ISDN-principles, network structure, integration of telephony and CATV, future broadband services, compatibility with existing CATV networks).

## 7. Digitale Signale im Studio

### 7.1. Entwicklung der Digitalsysteme

Zu Beginn der 70er Jahre wurde von der UER eine Arbeitsgruppe zur Standardisierung der digitalen Codierung der Signale im Fernsehstudio ins Leben gerufen. Im Laufe der Arbeiten dieser Gruppe zeigte sich, daß die Codierung auf der Basis der Signalkomponenten Y, U und V<sup>4</sup> viele Vorteile bringt. Dies führte Ende 1979/Anfang 1980 in Europa und in den USA zu der übereinstimmenden Auffassung, daß im Studiobereich die Signalkomponenten digital codiert werden sollten (Komponentencodierung). In den USA gründete die SMPTE eine „Task Force on Component Digital Coding“ mit der Aufgabe, eine sinnvolle Zusammenarbeit mit der UER sicherzustellen. Dabei sollte nach Möglichkeit ein „weltweiter“ Standard angestrebt werden. Gegenwärtig kann man einen erfolgreichen Abschluß dieser Zusammenarbeit erwarten. Der gemeinsam vorgeschlagene Standard sieht vor, daß das Leuchtdichtesignal Y mit 13,5 MHz abgetastet wird und die Farbdifferenzsignale U und V mit jeweils 6,75 MHz (13,5/6,75/6,75-System).

Gleichzeitig wird auch eine erweiterbare Systemfamilie (extensible family) des Standards betrachtet. Da im oben angegebenen Vorschlag auf vier Y-Abtastwerte jeweils zwei U- bzw. V-Abtastwerte kommen, wird dieser Standard auch mit 4/2/2 bezeichnet. Eine 13,5-MHz-Abtastung der drei Farbsignale R, G, B heißt dementspre-

chend 4/4/4. Die Version 13,5/3,375/3,375 wird durch 4/1/1 gekennzeichnet und die ebenfalls betrachtete Version 6,75/3,375/3,375 mit 2/1/1. Die Zukunft wird zeigen, wie die verschiedenen Codes genutzt werden, wobei man für ENG möglicherweise 2/1/1 anwenden wird (1).

In der Zukunft wird sich vielleicht die Notwendigkeit für einen Code ergeben, der höher als 4/4/4 liegt, zum Beispiel 8/4/4. Dabei wird sich die 8 für ein Fernsehsystem mit hoher Bildqualität aus einer Erhöhung der Zeilenzahl ergeben, denn die heutige Bildqualität läßt für einen großen Bildschirm einen Betrachtungsabstand, der kleiner als dreimal Bildhöhe ist, nicht als empfehlenswert erscheinen. Dies erklärt sich daraus, daß die mit unserem heutigen 625-Zeilen-Fernsehsystem erreichbare Bildqualität sich aus einem Kompromiß ergeben hat, dessen Mängel nur bei entsprechend großem Betrachtungsabstand nicht in Erscheinung treten. Für den Direktempfang eines von einem Satelliten abgestrahlten Fernsignals erscheint zum Beispiel ein Signal als geeignet, das bereits analog den Zeitmultiplex verwendet, wobei U und V zeilensequentiell während der H-Austastlücken übertragen werden (1).

Die Entwicklung des digitalen Studios wurde in (2) betrachtet. Gegenwärtig werden sehr viele Geräte mit analogem Eingang und Ausgang verwendet, die jedoch ihre Signalmanipulationen im digitalen Bereich durchführen. Geräte dieser Art haben Eigenschaften, die bei rein analoger Signalverarbeitung nicht erreicht werden können. Um jedoch die Vorteile der digitalen Signalverarbeitung voll ausnutzen zu können, ist es notwendig, das gesamte Studio ausschließlich auf digitaler Basis aufzubauen. Für die Digitaltechnik spricht, daß sie sehr zuverlässig, flexibel und außerdem kostengünstig ist. Dabei ist es von Vorteil, daß die Computertechnologie verwendet werden kann.

In der Übergangszeit bis zur vollen Digitalisierung wird man mit „digitalen Inseln“ arbeiten, die besonders bei der Nachbearbeitung sinnvoll angewendet werden können. Während man für Nachbearbeitungen möglicherweise das 4/4/4-System anwendet, wird man im normalen Studio 4/2/2 vorsehen. Für ENG sind nach Meinung des Autors 4/1/1 und 4/2/2 in Betracht zu ziehen.

Für die Weiterleitung der Signale von Gerät zu Gerät gibt es drei Möglichkeiten:

- Vollständige Parallelübertragung. Dies ergibt bei 8 Bit je Abtastwert für Y, U und V insgesamt  $3 \times 8 = 24$  Verbindungen.
- Seriell-Parallel-Übertragung. Y, U, V werden im Zeitmultiplex übertragen. Damit sind für Y, U und V nur noch 8 Verbindungen notwendig.
- Vollständige Serienübertragung. Sämtliche Bits laufen in Serie auf einer Leitung.

Dem Vortragenden erscheint die letzte Möglichkeit als die zweckmäßigste für die Zukunft. Diese Auffassung wird durch die großen Fortschritte in der Lichtleitertechnologie unterstützt. Ein typischer Lichtleiter hat eine 3-dB-Bandbreite von 200 MHz je Kilometer. Aus dieser Sicht schmilzt eine Kreuzschiene mit 100 Eingängen und 150 Ausgängen auf eine sehr kleine Anordnung zusammen. Alle notwendigen Zeitausgleiche können rechnergesteuert mit variablen Schieberegistern durchgeführt werden, die auf einer einzigen integrierten Schaltung untergebracht sind. Da nur noch digitale Signale auftreten, ist auch ihre Überwachung durch einen Rechner einfacher als bei analogen Signalen.

Die Fernübertragung der Signale wird in den USA mit Bitratenreduktion erfolgen. Für hohe Qualität wird man etwa 170 Mbit/s übertragen, die man durch Unterdrückung der Austastlücken erhält. Dafür muß man vier D3-Kanäle verwenden. (Ein D3-Kanal entspricht vermutlich der amerikanischen Hierarchiestufe mit 44 Mbit/s.)

<sup>4</sup> Y = Leuchtdichtesignal; U, V = Farbdifferenzsignale.

Überraschend war die Feststellung, daß mit heutiger Technologie bei den geforderten Bitraten von über 200 Mbit/s eine digitale Aufzeichnungsanlage etwa um das 2,5fache höhere Anschaffungskosten verursachen würde als ein derzeitiges analoges Studioaufzeichnungsgerät. Dies stand in krassem Widerspruch zu früher gemachten Bemerkungen, nach denen im Preis kein wesentlicher Unterschied zwischen analoger und digitaler Aufzeichnung bestehen wird. Lediglich durch Ausnutzen neuer Techniken und Materialien, insbesondere des von japanischen Herstellern angekündigten Metallbandes, ließe sich eine Kostenanpassung erreichen. Das Metallband steht jedoch noch nicht zur allgemeinen Verfügung; es liegen lediglich Labormeßwerte über die Schichteigenschaften vor, praktische Erfahrungen dagegen nicht. Da Metallbänder die Aufzeichnung kürzerer Wellenlängen gestatten als herkömmliches Material, hätte ihre Anwendung entscheidenden Einfluß auf das zukünftige Format, wobei zu berücksichtigen ist, daß höhere Aufzeichnungsdichten auch eine höhere mechanische Präzision erfordern und daß Umgebungseinflüsse (Staubpartikel) stärkere Auswirkungen zeigen. Andererseits birgt natürlich eine Verzögerung der anlaufenden Standardisierungsbemühungen die Gefahr in sich, daß zwischenzeitlich Geräte auf dem Markt erscheinen, die den jetzigen Bedarf abdecken, mit einem späteren Standard jedoch nicht kompatibel sind. Das würde den Standardisierungsprozeß erschweren.

Man muß allerdings feststellen, daß die Hersteller und Anwender überwiegend meinen, daß ein einheitliches Format eine unbedingte Voraussetzung ist und aus dieser Überlegung heraus Hast nicht angebracht ist. Sorgfältige und auch zeitraubende Überlegungen vorher helfen später irreparable Fehler zu vermeiden. Das aber bedeutet, daß es noch ein langer Weg bis zur digitalen Aufzeichnungsanlage ist.

### 8.2. Kanalcode und -modulation

Für die bisherigen experimentellen Aufzeichnungsgeräte werden derzeit acht verschiedene Codierungen und Modulationsarten in Betracht gezogen. Am bekanntesten ist die  $M^2$ - („Miller squared“-) Modulation und der NRZ-modulierte 8,10-Blockcode. Die japanische Rundfunkorganisation NHK verwendet bei ihren Versuchen die schon früher für die Datenaufzeichnung vorgeschlagene I-NRZI-Modulation (I-NRZI = interleaved NRZI), wobei den Eingangsdaten zur Vermeidung von Gleichstrom- und niederfrequenten Anteilen Pseudo-Randomfolgen überlagert werden. Diese Modulation wird als S-I-NRZI-Modulation („S“ für „scrambled“) bezeichnet; als besonderer Vorteil dieses Verfahrens wird die Konzentration der spektralen Leistungsdichte auf mittlere Frequenzwerte angesehen, was für Störabstand und Übersprechen von benachbarten Spuren günstig ist (2). Neuerdings wird von der Firma Thomson-CSF (Frankreich) ein 8,16-Blockcode vorgeschlagen, bei dem jedes 8-Bit-Quellencodewort durch ein 16-Bit-Kanalcodewort dargestellt wird. Aus den  $2^{16}$  gegebenen Möglichkeiten werden nur jene Worte verwendet, die

- je acht logische „0“ und „1“ haben,
- die - ausgenommen das erste und letzte Bit - keine alleinstehende logische „0“ oder „1“ besitzen.

Nach diesen Regeln lassen sich  $2 \times 296$  Worte finden, von denen die eine Hälfte mit „0“ und die andere (dazu komplementäre) Hälfte mit „1“ beginnt. Jedem Quellencodewort entsprechen damit komplementäre Wortpaare, die im seriellen Datenstrom so aufeinanderfolgen, daß nie eine singuläre „0“ oder „1“ auftritt. Die Aufzeichnung geschieht mit doppelter Bitrate. Das Verfahren führt auf eine Impulsphasenmodulation ähnlich der Millermodulation; seine Vorteile werden in der Gleich-

stromfreiheit des einzelnen Codewortes, in der hohen Wahrscheinlichkeit der Fehlererkennung und in der Tatsache gesehen, daß der zeitliche Abstand zwischen zwei Zustandswechseln minimal 1 und maximal 3 Bitperioden des Quellencodes beträgt (3).

Die Diskussion um das optimale Codierverfahren scheint aber letztlich ein Streit um des Kaisers Bart zu sein. Jede Methode läßt in bestimmten Parametern Vorteile erkennen, die durch Nachteile in anderen wieder aufgehoben werden. Die Summe aus Pro und Contra ist konstant; der ideale Code existiert nicht. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß sich die Tendenz zeigt, wieder auf die einfache NRZ-Modulation zurückzugehen (4).

### 8.3. Fehlererkennung und -beseitigung (1)

Was zuvor von den Codiermethoden zu sagen war, gilt auch für die Verfahren zur Fehlerunterdrückung: Es gibt kein bestes Prinzip für alle Gegebenheiten. Eine sehr sorgfältige Wahl muß versuchen, die Methode dem vorliegenden Fall anzupassen; geschieht dies nicht, so kann sich das Verfahren bei einer nur geringen Veränderung der Umstände als nutzlos erweisen.

Die Beseitigung von Fehlern durch Fehlerverdeckung (error concealment) oder Fehlerkorrektur (error correction) setzt Redundanz in der übertragenen Information voraus. Dabei ist es unerheblich, ob man diese Redundanz dem Binärsignal zusetzt oder ob man die dem ursprünglichen Videosignal inhärente Redundanz ausnutzt. Die Anpassung eines Fehlerkorrekturschemas an die tatsächlich gegebene Fehlerrate und Fehlerverteilung ist die erste Voraussetzung. Da jede Korrektur einen Teil der Bitrate beansprucht, die damit der eigentlichen Datenübertragung verlorengelassen, beschränkt man die Korrektur meist auf die Annahme einer geringen Fehlerrate und damit nur weniger gestörter Bits innerhalb eines Blocks. Längere gestörte Bitfolgen werden durch Umverteilen der Bitfolgen (shuffling) auf diesen Fall zurückgeführt. Die dem aufgezeichneten Bitmuster zugefügte Redundanz kann sowohl für die Korrektur als auch lediglich für die Markierung solcher gestörter Werte verwendet werden, bei denen eine Korrektur aufgrund der momentan vorliegenden Fehlerrate nicht mehr möglich ist und die dann besser einer Fehlerverdeckung unterworfen werden. Problematisch ist die Messung der Fehlerrate, die sich bei Aufzeichnungsanlagen meist sehr schnell ändert, während die Messung selbst längere Zeit benötigt.

Die Fehlerstatistik digitaler Videoaufzeichnungsanlagen bedarf also noch eingehender Untersuchungen. Eine auf bisherigen Erfahrungen basierende Annahme besagt, daß innerhalb der Dauer eines Halbbildes Fehlerraten  $< 10^{-4}$  zu erwarten sind, daß aber sehr kurze Perioden mit Fehlerraten bis zu 0,5 in Betracht gezogen werden müssen. Die Beherrschung solcher „Ausreißer“ muß durch die Verkettung mehrerer Korrekturschemen erfolgen, deren Wirkung jeweils möglichst weitgestreut auf Einzelbereiche des sichtbaren Bildes verteilt ist.

- (1) K. H. B a r r a t / S O N Y Broadcast Ltd., Großbritannien:  
Error correction and concealment for digital video recording.
- (2) K. Y o k o y a m a , S. N a k a g a w a / N H K , Japan:  
An experiment of channel coding for digital VTR.
- (3) M. A r t i g a l a s / T h o m s o n - C S F , Frankreich:  
8/16 - A new channel code for magnetic digital recording.
- (4) J. K o s l o v , C. R. T h o m p s o n / R C A , USA:  
Channel coding strategies for digital television tape recording equipment.
- (5) J. S o c h o r / R o b e r t B o s c h G m b H , Bundesrepublik Deutschland:  
A digital video recording system.

- (6) M. Ardito, M. Barbero, M. Stroppiana/RAI, Italien:  
Considerations on an audio digital standard compatible with digital video tape recorders.

## 9. Teletext und Mehrkanalton

### 9.1. Teletext

Die Vortragsreihe „Teletext und Mehrkanalton“ war zwangsläufig streng geteilt in die beiden etwas gewaltsam zusammengeführten Themenkreise. So konnte P. D'Amato (RAI, Italien) in seinem Übersichtsvortrag (1) zunächst erst noch einmal die Hauptunterschiede zwischen Teletext und Antiope herausstellen. Auf der einen Seite das stark hardwareorientierte feste Format des Teletextverfahrens, auf der anderen Seite das softwareorientierte, ein flexibles Format beinhaltende Antiopeverfahren. Jeweils bei beiden Systemen kann der Decoder zweckmäßig in drei Funktionsblöcke gegliedert werden, den Block der eigentlichen „Data acquisition“, das heißt der Separation der Daten aus dem Videosignal nach entsprechender Texttafelwahl, den Tafelspeicher selbst und schließlich den eigentlichen codeverarbeitenden Teil zur Aufbereitung der Ausgabe auf dem Bildschirm. Die Anstrengungen der UER, zur Normung beizutragen, bestanden darin, zumindest diese dreiteilige Funktionsblockstruktur beizubehalten und – wenn irgend möglich – zu vereinfachen. Man wird dabei von einem 2-kByte-Seitenspeicher ausgehen, Polyglot C mit Hardware oder Software decodieren und zwei Pufferspeicher für die Eingangsdaten haben, um eine progressive Fehlerkorrektur zu ermöglichen. W. Sawchuk (Kanadisches Fernmeldeministerium) stellte im zweiten Teil des Übersichtsvortrags (1) noch einmal die grafischen Möglichkeiten des kanadischen Telidon heraus und unterstrich die Flexibilität einer Softwaredecodierung für die Zukunft, wobei entsprechende PROMs dann einfach ausgetauscht werden könnten, wenn sich der Standard weiterentwickelt.

An der anschließenden Podiumsdiskussion nahmen Experten von Rundfunkorganisationen aus Frankreich, Großbritannien, Italien und Österreich sowie Vertreter der Firmen Philips-Mullard und Texas Instruments teil. Dabei wurden folgende, zum Teil zukunftsweisende Standpunkte vertreten:

- Teletext nach dem britischen Verfahren wird bereits in 9 Ländern öffentlich gesendet, 3 Millionen Decoder (Empfangseinrichtungen) sind bis heute verkauft, und die weiteren Zuwachsraten werden sehr groß sein. Folgende Entwicklungsstufen muß man sich zukünftig vorstellen:

1. Grundsystem (vergleichbar mit dem heute verwendeten System)
2. ISO-Zeichenvorrat und Farbübergänge ohne Zwischenräume nach dem Polyglot-C-Vorschlag
3. Eine dem Telidon ähnliche Grafik höherer Auflösung durch Verwendung ladbarer Zeichensätze (dracs)<sup>7</sup>
4. Volle Bildauflösung für kleine Bildausschnitte in Texttafeln.

Dabei sollten alle Stufen aufwärtskompatibel gehalten werden und die Kosten für das Grundsystem möglichst unter die 20-Dollar-Marke fallen.

- Antiope ist flexibel und sehr anpassungsfähig, da softwareorientiert. Seit 1979 ist eine industrielle Konkurrenz durch einige mittlere Unternehmen als Hersteller gegeben. Die dort entwickelten VLSI-Schaltkreise sind bis Ende 1981 erhältlich und gehen 1982 in die

Massenproduktion, wobei Telidon und Antiope voll kompatibel sind.

- Die weitere Entwicklung bei der britischen BBC (Teletext) sieht die Codierung und Übertragung von „High quality“-Standbildern vor, wobei man an 24 Bit je Bildelement (R, G, B) bei einer Abtastfrequenz von 13,5 MHz denkt. Auch stellt man sich günstigere Zugriffszeiten beim Einsatz größerer Speicher im Heimdecoder vor (Folgetafeln werden gleich mitabgespeichert), wobei heute 2 bis 3 kByte je Texttafel vorgesehen sind, in Zukunft aber bereits Speicher in Megabytegröße für Text und spezielle Grafik zur Anwendung kommen sollen. Es muß eine aufwärtskompatible Entwicklungsmöglichkeit gegeben sein. Fehlerkorrektur und Sicherung wichtiger Daten sind ebenfalls noch bedeutsame, in der Entwicklung zu berücksichtigende Punkte. Im übrigen ist der Heimcomputer mit Teletextadapter bereits in Sicht.
- Die Architektur von Antiope wird so sein, daß zum Speicher (RAM) und Mikrocomputer mit etwa 250 verschiedenen Mikroinstruktionen bestimmte anwenderbezogene Software in ROMs erhältlich sein wird. Man hofft auf noch bessere (5- bis 6fach schnellere) Verarbeitungsgeschwindigkeiten im Mikrocomputer, der dann im „time sharing“ auch für andere Zwecke eingesetzt werden kann.
- Im Vergleich Teletext und Antiope kristallisiert sich offensichtlich ein unterschiedlicher Anwenderbereich „Rundfunk“ heraus. Während man bei Teletext immer an das breite Publikum gedacht hat und für den Grundsystemdecoder eine Preisschwelle von etwa 200,- DM im Auge hatte, denkt man bei Antiope wohl zuerst an nur einzelne Anwendergruppen, die für ihren speziellen Dienst durchaus 1000,- DM zusätzlich aufwenden werden. So wird man dann vielleicht 1000 nur noch individuell interessante Texttafeln anstatt 100 Tafeln allgemeiner Art für ein breites Publikum senden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß in beiden Systemen eine Evolution stattfinden wird, wobei der Kunde zwischen minimalem und maximalem Komfort wählen können. Die jeweilige Akzeptanz beim Publikum wird im Laufe der Zeit helfen, die Probleme des Standards zu lösen.

### 9.2. Mehrkanalton

Für den zweiten Themenkreis Mehrkanalton hielt A. Keller (TDF, Frankreich) den Übersichtsvortrag (2). Er ging zunächst auf die Arbeiten der UER-Untergruppe V3-MUX ein und erklärte auch die dort erarbeitete Nomenklatur der einzelnen Verfahren der Mehrkanaltonübertragung im Fernsehen:

- **Verfahren der Kategorie A** sind gekennzeichnet durch Unterträger zum analogen Bildsignal. Hier besteht die Möglichkeit, beim direkt sendenden Satelliten statt des zweiten analogen Tonträgers bei 5,75 MHz – wie terrestrisch in Deutschland vorgesehen – einen digital modulierten Unterträger bei 6,7 MHz zu verwenden, der mit seiner Kapazität von etwa 1,8 Mbit/s die zusätzliche Möglichkeit der Übertragung von ungefähr vier hochwertigen Tonkanälen gestattet.

Nur ein einziger, digital modulierter Unterträger bei 6,7 MHz würde sogar eine Kapazität von 3 Mbit/s bereitstellen, auf dem dann etwa 6 hochwertige Tonkanäle (32 kHz Abtastfrequenz und 14 Bit Auflösung) übertragen werden könnten.

- **Verfahren der Kategorie B** sind gekennzeichnet durch die Benutzung der Horizontalauflösungslücken des Fernsehsignals, um hier bereits im Basisband des Videosignals digital codierte Tonsignale im Zeitmultiplex zum Bild einzublenden. Hier gilt es, eine Norm zu

<sup>7</sup> dracs = dynamically redefinable character sets.

wählen, die später eventuell auch bei den terrestrischen Sendern benutzt werden kann. Der Übergang auf eine, dann allerdings neue Fernsehnorm (analoges Bildsignal mit digital codiertem Ton in den H-Lücken) wird sicher nicht in einer Empfänger-Generation vollzogen werden können. Jedoch könnte man diesen Prozeß abkürzen, wenn bereits über einen direkt-sendenden Satelliten solche Signale einer neuen Norm zum Heimempfänger gelangen würden. Vier Tonkanäle zum Bild wären auf diese Weise möglich.

- **Verfahren der Kategorie C** sind gekennzeichnet durch die Benutzung der Lücken des Fernsehsignals, um beim FM-modulierten Bildsignal in der ZF-Ebene im Zeitmultiplex digital codierte Tonsignale einzufügen. Dieses Verfahren bietet eine Kapazität von etwa 4 Mbit/s, ist aber terrestrisch nicht anwendbar.

Zusammenfassend wurde erklärt, daß ein System der Kategorie A beim Satellitenfernsehen sehr günstig wäre, wobei man neben dem einen analog modulierten Unterträger bei 5,5 MHz auch einen digital modulierten Unterträger bei 6,7 MHz vorsehen würde. Es wäre damit über einfache Zusatzgeräte bereits ein hohes Maß an Kompatibilität mit den heutigen Empfängern gegeben.

In der folgenden Podiumsdiskussion kamen Experten von Rundfunkorganisationen aus Frankreich, Jugoslawien, Schweden und den USA sowie Vertreter der Firmen Dolby und Philips-Valvo zu Wort. Die wichtigsten Statements können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Spezielle Forderungen des Mehrkanaltons bestehen für das Nordsat-Projekt der skandinavischen Länder. Eine Mischung der Systeme A und B wäre hier von großem Vorteil. Wichtig sind extra Steckeranschlüsse am Heimempfänger (Eingänge und Ausgänge), um externe Ton- und Bildprozessoren jeglicher Art anschließen zu können.
- Auch Jugoslawien ist ein Vielsprachenland. Zu vier unterschiedlichen Tonkanälen zum Fernsehbild wünscht man sich noch zusätzliche Kommentarkanäle. Auch im Hörfunk denkt man an ein gleiches Basisprogramm, jeweils mit verschiedenen Landessprachen unterlegt.
- In den USA wird ebenfalls an ein System mit zwei Unterträgern, jedoch an einen digitalen Unterträger bei 5,5 MHz und einen analogen bei 6,8 MHz gedacht. Da die Verwendung eines direkt-sendenden Satelliten unsicher ist, sollte daher alles auch für den VHF- und UHF-Empfang sowie für den Kabelweg passen.
- Es besteht bei der Industrie der Wunsch, keine komplizierten Signale in den H-Lücken des Fernsehsignals zu haben. Die gemeinsame Verwendung eines digital modulierten Unterträgers und eines analogen Tonunterträgers wäre vorteilhaft, jedoch sollten die Empfängerkosten insgesamt nicht zu groß werden. Heute sind 150,- bis 200,- DM für den Zweikanalton im Fernsehen akzeptabel.
- Bei digital codierten Tonsignalen gibt es weiterhin das Problem der Kompatibilität der Abstraten bei Platte und Magnetband auf der einen Seite mit den Abstraten bei den Signalen für die Übertragungswege auf der anderen Seite. Eventuell ergäbe sich durch die Verwendung von 48 kHz bei Platte und Band eine gewisse Verträglichkeit mit 32 kHz beim Übertragungsweg (einfache Transcodierung).
- Der Beweis, daß Systeme der Gruppe B wirklich für den Heimempfänger in Betracht kommen, steht noch aus.
- Europa und die USA gehen das Problem der Mehrkanaltonübertragung offensichtlich ganz unterschiedlich an. Ob man ein System findet, das alle Bedürf-

nisse erfüllt und das darüber hinaus noch so flexibel ist, daß es den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden kann, bleibt sehr fraglich.

- (1) P. D'Amato/RAI, Italien, R. Marsh, W. Sawchuk/Ministry of Telecommunications, Kanada:  
Teletext receiver evolution and possible multistandard solutions.
- (2) A. Keller/TDF, Frankreich:  
Evolution of multichannel sound systems with emphasis on receiver aspects.

## 10. Verbesserung der Bildqualität

In dieser den hochauflösenden Fernsehsystemen mit hoher Wiedergabetreue („High quality“-Fernsehen) und dem flachen Bildschirm gewidmeten Vortragsreihe mit anschließender Podiumsdiskussion wurden am letzten Tag des Symposiums viele Themen und Gedankengänge nochmals aufgegriffen und vertieft, die bereits an den vorhergehenden Tagen eine Rolle gespielt hatten.

Im ersten Übersichtsvortrag gab T. Fujio (Forschungsinstitut der NHK, Tokio) eine Zusammenfassung der inzwischen an vielen Stellen publizierten NHK-Studien über das hochauflösende Fernsehen (1). Ausgangspunkt dieser Studien ist die Feststellung, daß unsere vor mehr als 40 Jahren konzipierten Fernsehsysteme gegenüber Kinofilm und gedruckten Bildern in der Bildschärfe, in der Eindringlichkeit der Wirkung und im vermittelten Gefühl einer realitätsnahen Wiedergabe noch weit zurückliegen. Hochauflösendes Fernsehen, entsprechend den heute und morgen gegebenen technologischen Möglichkeiten, sei wesentlich für die zunehmend am Bild orientierte Gesellschaft der Zukunft.

T. Fujio leitete dann die einzelnen Parameter eines hochauflösenden neuen Fernsehsystems aus den psychophysiologischen Eigenschaften des Gesichtssinns ab und ging dabei von der Möglichkeit der Bewegungswahrnehmung aus, die auf eine Winkelgeschwindigkeit von 20° bis 30° je Sekunde begrenzt ist. Daraus ergibt sich eine Betrachtungsentfernung von mindestens viermal Bildhöhe, wenn beispielsweise bei schnellen Bewegungen in Sportreportagen eine angenehme ermüdungsfreie Betrachtung sichergestellt werden soll. Gleichzeitig ist eine solche Winkelgeschwindigkeit ab etwa 45 Bewegungsphasen (beim Zeilensprungverfahren also Halbbildern) je Sekunde ruckfrei möglich. Andererseits sollte für den Hauptteil des Programmmaterials, in dem solche schnellen Bewegungen eher eine Ausnahme bilden, ein Betrachtungsabstand von dreimal Bildhöhe möglich sein. Dieser Betrachtungsabstand erfordert etwa 1240 Zeilen je Vollbild, wenn das konventionelle Zeilensprungverhältnis von 2:1 beibehalten wird. Auf diesen und einigen weiteren Studien aufbauend definierte die NHK einen vorläufigen Standard mit 1125 Zeilen, einem Bildformat von 5:3, einer Halbbildfrequenz von 60 Hz sowie einer Luminanzbandbreite von 20 MHz und Chrominanzbandbreiten von 7 bzw. 5,5 MHz für die beiden speziell gewählten, aufeinander senkrecht stehenden Übertragungssachsen im UCS-Farbdreieck. Für diesen vorläufigen Standard gibt es inzwischen bei der NHK eine ganze Reihe experimenteller Studiogeräte einschließlich einer Kamera, eines 70-mm-Laserfilmabtasters und eines hochauflösenden Großbildmonitors mit 76 cm Bildbreite. Als Schlußfolgerung aus seinen Studien führte T. Fujio aus, daß das künftige hochauflösende Fernsehsystem zwischen 1100 und 1300 Zeilen haben sollte bei einer Größe des wiedergegebenen Bildes von mehr als 1 m<sup>2</sup> und einem Bildformat von 5:3 oder 2:1.

Im zweiten Übersichtsvortrag ging T. L. Credelle (RCA Laboratories, Princeton, USA) auf die Möglichkeiten des flachen Bildschirms ein und berichtete insbesondere über einen neuen Weg zu diesem seit vielen Jahren bereits (mit bisher noch nicht tragfähigem Erfolg) ange-

strebten Ziel (2). Dabei handelt es sich um eine 10 cm dicke, also relativ flache Wiedergabeeinrichtung, die wie die bisherigen Bildröhren farbige Leuchtphosphore enthält, die über Elektronenstrahlen angesteuert werden. Das besondere Kennzeichen dieser Wiedergabeeinrichtung ist das Prinzip der geführten Elektronenstrahlen, die in senkrechten Führungskanälen durch eine Gitteranordnung und eine Lochmaske hindurch auf die farbigen Phosphortripel gelenkt werden. Ein 1 m breites Fernsehbild setzt sich dabei aus 40 sogenannten Modulen zusammen, von denen jedes drei solcher Führungskanäle für die Elektronenstrahlen enthält. Diese Führungskanäle sind durch schmale Glasstege voneinander getrennt, die gleichzeitig dem evakuierten Schirm die nötige Festigkeit verleihen.

Interessant ist ein Vergleich mit einer herkömmlichen Fernsehbiröhre mit 50 cm Bildbreite, das heißt einem Viertel der Bildfläche. Der neue flache Farbbildschirm ist dabei mit 50 kg Gewicht doppelt so schwer, verbraucht mit 300 Watt die vierfache Leistung, enthält für die relativ komplizierte Ansteuerung über A/D-Wandler und D/A-Wandler sowie über verschiedene Speicherregister und Zeilenkommutatoren etwa 400 elektrische Anschlüsse und liefert bei etwa einem Drittel der maximalen Leuchtdichte ( $350 \text{ cd/m}^2$  gegenüber  $1000 \text{ cd/m}^2$ ) mit 400 bis 500 „Zeilen“ etwa die gleiche Auflösung, die allerdings auch bei hoher Leuchtdichte voll erhalten bleibt. Die Wiedergabequalität des neuen Bildschirms wurde anhand eines Filmes demonstriert, der – noch in schwarzweiß – einen aus fünf Modulen zusammengesetzten Bildbereich zeigt. Wie weit es möglich sein wird, diesen kompliziert aufgebauten großen Bildschirm zu konkurrenzfähigen Preisen zu produzieren, läßt sich im heutigen frühen Laborstadium noch nicht absehen.

In der anschließenden Podiumsdiskussion wies W. E. Turk (English Electric Valve, Chelmsford, Großbritannien) darauf hin, daß auch künftige hochauflösende Fernsehkameras mit relativ konventionellen Bildaufnahmeröhren bestückt sein werden, wie sie, allerdings noch nicht mit voll ausreichendem Auflösungsvermögen, bereits heute zur Verfügung stehen (3).

B. Wendland (Universität Dortmund) erläuterte anhand einer Videovorführung von Bildern einer Compu-

tersimulation die Vor- und Nachfilterung für die Zeilenabtastung in vertikaler Richtung, mit deren Hilfe man die Vertikalauflösung verbessern und die Alias-Komponenten unterdrücken kann (4).

D. G. Fink (IEEE, New York), einer der „grand old men“ der Fernsehtechnik, betonte in seinem temperamentvoll vorgebrachten Beitrag die Notwendigkeit, auch bei dieser neuen Technik kompatible Wege zu suchen und dafür eine Reihe aufeinanderfolgender Brücken hin zum Ziel des hochauflösenden „High quality“-Fernsehens zu bauen. Die erste Brücke könne darin bestehen, über Kabel und Satelliten RGB- oder YUV-Signale statt der heute üblichen NTSC-, PAL- oder SECAM-Signale zu übermitteln. Weitere Brücken könnten von einem Bildspeicher im Empfänger Gebrauch machen und damit die Vertikalauflösung verbessern und das Flimmern unterdrücken. Er meinte, aus der Tatsache, daß hierüber noch wenig publiziert werde, schließen zu können, daß in den Laboratorien der Industrie um so eifriger auf diesem Gebiet gearbeitet werde. Die folgende Diskussion bestätigte diese Vermutung vollauf.

O. Kübler (ETH, Zürich) machte auf die Möglichkeiten der Bildverarbeitung und Bildverbesserung aufmerksam, die im Rahmen der Weltraumforschung zur Bildgüteverbesserung entwickelt worden sind. Insgesamt zeigte die Podiumsdiskussion, daß auf dem Weg zu einem Fernsehen mit hoher Wiedergabetreue, welche sich keineswegs auf die Verbesserung des Parameters Auflösung beschränken darf, noch eine lange Reihe weiterer Studien und Versuche nötig sind, um einen zukunfts-trächtigen, noch im nächsten Jahrhundert tragfähigen Standard zu entwickeln.

- (1) T. F u j i o/NHK, Japan:  
Future High-definition TV; viewer requirements and technical aspects.
- (2) T. L. C r e d e l l e/RCA Laboratories, USA:  
Large screen, flat panel TV; new approaches.
- (3) W. E. T u r k/English Electric Valve, Großbritannien:  
The developing TV camera tube; tomorrow's need for higher definition and improved performance.
- (4) B. W e n d l a n d/Universität Dortmund, Bundesrepublik Deutschland:  
Lines of development for future television systems.

**Band II: Geometrie und Algebra.** Hochschultext. 174 Seiten, 19 Bilder, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1980, Preis 38,- DM bzw. 22.50 US\$, ISBN 3-540-10062-8.

Der Band „Mathematische Methoden der Physik I, Analysis“ von S. Flügge, Professor an der Universität Freiburg, entstand aus Vorlesungen des Autors. Der Text, untergliedert in die vier Hauptabschnitte „Funktions-theorie“, „Gewöhnliche lineare Differentialgleichungen“, „Spezielle Funktionen“ und „Partielle Differentialgleichungen der Physik“, behandelt die Methoden der reellen und komplexen Analysis, die in der Physik zur Anwendung kommen. Mit dem Erscheinen dieses Buches wird einem Mangel in der neueren deutschsprachigen Literatur zu diesem speziellen Fachgebiet abgeholfen. Im Vordergrund der Betrachtungen stehen die gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen der Physik sowie die entsprechenden Integralgleichungen. Sie treten bei sehr vielen Problemen auf, und es dient der Anschaulichkeit, daß der Autor den Bezug zur klassischen und zur Quantenphysik ständig unterstreicht. Besonders hervorzuheben ist die gründliche und umfassende Behandlung der wichtigsten speziellen Funktionen, wie Zylinder- und Legendresche Funktionen, Laguerresche und Hermitesche Polynome. Ihre Anwendung macht dem Lernenden ohne geeignete Schulung immer wieder Schwierigkeiten. Zahlreiche Übungsaufgaben ergänzen und unterstützen den Text.

Der Band „Mathematische Methoden der Physik II, Geometrie und Algebra“ von S. Flügge, ebenfalls aus Vorlesungen des Autors entstanden, vervollständigt dem Leser das mathematische Rüstzeug, das er zum Verständnis der theoretischen Physik benötigt. Der Band ist in die drei Hauptabschnitte „Elementare Vektor- und Tensoranalysis“, „Riemannsche Geometrie“ und „Algebraische Hilfsmittel der Physik“ gegliedert. Der Verfasser stellt auch hier ständig den Bezug zwischen Mathematik und Physik her. Dies gilt in besonderem Maße für die Probleme der allgemeinen Relativitätstheorie und der Theorie der Elementarteilchen. Da z. B. die Feldtheorie nicht nur für Physiker, sondern auch für Elektrotechniker und Mathematiker von Interesse sein kann, wendet sich der Band auch an Vertreter dieser Disziplinen. Zahlreiche Übungsaufgaben mit Lösungen begleiten den Text und dienen dem besseren Verständnis des Lesers.

Martin Dahme

**Die Grundstrukturen einer physikalischen Theorie.** Hochschultext. Von G. Ludwig. 261 Seiten, 1 Bild, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1978, Preis 44,- DM bzw. 22.00 US\$, ISBN 3-540-08821-0.

Der Verfasser stellt allgemeine Betrachtungen über den Aufbau einer physikalischen Theorie an. Besonders die Quantenmechanik hat das intuitive Vorgehen bei der Entwicklung physikalischer Theorien in Frage gestellt. Dies kommt zum Ausdruck, wenn man die Quantenmechanik in üblicher Weise mit Hilfe des Korrespondenzprinzips und der Begriffe Observable und Wahrscheinlichkeit systematisch zu begründen versucht.

Der Autor skizziert zunächst den formalen Aufbau einer mathematischen Theorie, wobei er verdeutlicht, wie sich die drei fundamentalen Teile Logik, Mengenlehre und Strukturarten zu einer mathematischen Theorie zusammenfügen. Der wesentliche Teil dieses Buches liegt im Studium der Abbildungsprinzipien, der Beziehungen zwischen mathematischen und physikalischen Theorien. Ein weiteres Ziel ist es, die allgemeinen Richtlinien aufzuzeigen, nach denen ein axiomatischer Aufbau einer physikalischen Theorie möglich ist. Solche Ansätze wur-

in der Vergangenheit bereits für die Quantenmechanik, die Thermodynamik sowie die Relativitätstheorie aufgestellt. Am Schluß des Buches wird versucht, der Fragestellung, ob eine physikalische Theorie einen Erfahrungsbereich vollständig beschreibt, einen genaueren Sinn zu geben. Dabei ist die weitere Frage zu klären, was man mit der Aussage meint, daß etwas gerade so in der Wirklichkeit sei, auch wenn dieses nicht beobachtet wurde.

Der Verfasser beansprucht für seine aufgestellte Analyse keine Endgültigkeit. Er will vielmehr anregen, weiter danach zu streben, die dargestellten Grundideen auszubauen. Ein solcher Ausbau könnte dann einen wichtigen Beitrag dazu liefern, neben dem historischen Entwicklungsprozeß der Physik auch bleibende physikalische Erkenntnisse von realen Strukturen der Welt herauszuarbeiten.

Martin Dahme

**Rechnerarchitektur, Grundlagen und Verfahren.** Von Arndt Bode und Wolfgang Händler. 278 Seiten, 140 Bilder, Format 24,2 cm x 16,1 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1980, Preis 34,- DM bzw. 20.10 US\$, ISBN 3-540-09656-6.

Einer Einführung über die Gestaltungsgrundsätze wie Orthogonalität, Sparsamkeit, Anpaßbarkeit, Virtualität und Kompatibilität folgt die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Rechenanlagen. Dabei wird deutlich, daß die Operationsgeschwindigkeit der Anlagen ein nicht ausreichendes Maß zur Bewertung darstellt. Es ist notwendig, daß man eine Reihe von elementaren Funktionen rechnet, um aus deren Ausführungszeiten dann ein Maß für die Leistung zu erhalten.

Mit verkehrstechnischen Ansätzen wird sodann das Rechnermodell einer Analyse unterzogen. Da ein Gesamtansatz nicht möglich ist, wird eine Dreiteilung in „Prozessor“, „Speicher“ und „andere Funktionsteile“ gemacht. Es folgt eine Betrachtung der möglichen Netzwerke mit Rechenanlagen und deren Verfügbarkeit. Das Kapital über die Technologie hat durch den raschen Fortschritt der Technik mehr prinzipiellen Charakter.

Wichtig erscheint mir jedoch das Kapitel über formale Hilfsmittel der Rechnerarchitektur. Aufbauend auf die Automatentheorie werden eine Vielzahl von Beispielen möglicher theoretischer Architekturen diskutiert. Die Autoren erläutern Rechnerentwurfssprachen und bewerten ihren Leistungsumfang. Im letzten Kapitel werden Teilwerke von Rechenanlagen beschrieben. Hier findet man BUS-Systeme und deren Verwaltung ebenso wie die unterschiedlichen Verfahren der Mikroprogrammierung.

Der 1. Teil des Buches zur Rechnerarchitektur von Bode und Händler bietet einen guten Überblick über die verschiedenen Formen der Rechenanlagen, deren Entwurf und die Schwierigkeiten bei der Realisierung der Anlagen. Für Hardwareentwickler ist es ein lohnendes Werk, mit dem man sich in den Aufbau von Rechenanlagen gut einarbeiten kann.

Dietrich Sauter

**Printed Circuit Boards for Microelectronics.** Von J. A. Scarlett. 2. Auflage. 284 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 23,5 cm x 15,5 cm, Leineneinband, Electrochemical Publications, Ayr 1980, Preis 70.00 US\$, ISBN 0-901150-08-8.

Das vorliegende Werk befaßt sich mit der Leiterplattentechnik für elektronische Schaltungen und Systeme. Es wendet sich vor allen Dingen an den Praktiker, der mit dem Leiterplattenentwurf und der Herstellung der gedruckten Schaltungen befaßt ist. Es soll darüber hinaus Studierenden den Einstieg in die Verfahren dieses

Zweiges der industriellen Fertigung erleichtern. Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Mikroelektronik und der Technologie integrierter Schaltkreise sowie Grundlagen der Fotografie, der Ätz- und der Galvanotechnik und für den Nicht-Engländer entsprechende Sprachkenntnisse.

In 14 Kapiteln werden im wesentlichen folgende Themenkreise behandelt: Gehäuseformen von integrierten Schaltungen, Typen, Fertigung von Leiterplatten, Multilayertechnik, Entwurf der Layouts, Leiterführung, rechnergestützter Platinenentwurf, Spannungsversorgung, Platinenformate, Steckverbinder, Lötverfahren.

Dem Charakter des Buches entsprechend ist jegliche Mathematik vermieden, Maßangaben sind im metrischen System und in Inch gemacht.

Der relativ hohe Preis ist sicherlich auch zum Teil mit aus der Tatsache heraus zu erklären, daß die Auswahl an umfassender Literatur zu diesem Thema nicht gerade groß ist.

Bodo Morgenstern

**Digitale Verarbeitung analoger Signale.** Digital Signal Analysis. Aus der Reihe: Grundlagen der Schaltungstechnik. Von Samuel D. Stearns. Hrsg. Wolfgang Hilberg. 352 Seiten, 251 Bilder, 20 Tabellen, Format 23,5 cm x 15,3 cm, Kunststoffeinband, R. Oldenbourg Verlag, München-Wien 1979, Preis 74,- DM, ISBN 3-486-23101-4.

Ein beträchtlicher Teil der Fortschritte, die im letzten Jahrzehnt auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik erzielt werden konnten, sind auf den Einsatz von zunehmend billiger werdenden digitalen Bauelementen zurückzuführen. Die Digitaltechnik eröffnet für Aufgaben der Nachrichtentechnik grundsätzlich zwei Lösungswege: Einerseits führt sie zu völlig neuen (digitalen) Schaltungskonzepten; es handelt sich hier um Hardwarelösungen. Andererseits lassen sich die gleichen Aufgaben von Programmen, die in ausreichend schnellen Rechnern ausgeführt werden, softwaremäßig lösen.

Die intensiven Bemühungen in Forschung und Entwicklung haben im letzten Jahrzehnt zwar zu einer Fülle von Berichten über spezielle Themen geführt. Ein einführendes und umfassendes Lehrbuch in deutscher Sprache gab es jedoch bisher nicht. Erst mit der Herausgabe dieses Buches durch W. Hilberg im Jahre 1979 wurde diese Lücke geschlossen.

Der Text von S. D. Stearns läßt sich in vier Stoffgebiete einteilen:

1. „Klassische“, d. h. analoge Signaldarstellung mit Erläuterungen zu Fourierreihen, Fourier- und Laplace-Transformationen und Übertragungsfunktionen;
2. Analog-Digital-Wandlung mit Abtastung und Quantisierung; digitale Spektralanalyse (diskrete und schnelle Fouriertransformation, DFT und FFT);
3. Synthese und Analyse von digitalen signalverarbeitenden Systemen (nichtrekursive, rekursive Filter; Entwurf von Filtern; z-Transformation);
4. Abgetastete stochastische Zeitfunktionen und Berechnung von deren Leistungsspektren.

Das Buch wendet sich an Studenten der Elektrotechnik, Informatik und Mathematik. Es kann von gleichem Nutzen sein für die Praktiker der Nachrichtentechnik, die sich in das Gebiet der digitalen Signaldarstellung einarbeiten wollen.

Voraussetzung für das Verständnis des Textes ist lediglich ein mathematisches Grundwissen, wie es in den Grundvorlesungen für höhere Mathematik erworben werden kann. Im übrigen werden spezielle Methoden der Nachrichtentechnik (orthogonale Funktionssysteme, die verschiedenen Signaltransformationen usw.) im Verlauf des Textes entwickelt. Da keine weiteren Vorkennt-

nisse vorausgesetzt werden, wirkt das Lehrbuch in sich geschlossen und bemerkenswert abgerundet.

Digitale Signalanalysis bedarf in umfangreichem Maße der mathematischen Beschreibung durch Formeln und Gleichungen. Dem Autor ist es gelungen, den notwendigen Formalismus sehr anschaulich zu erklären: dadurch werden die physikalischen Grundlagen, die sich in den Formeln ausdrücken, klar und deutlich; eine abstrakte, nur an den mathematischen Methoden orientierte Darstellung wird vermieden.

Jedes Kapitel enthält instruktive Beispiele. Übungsaufgaben (teilweise mit Lösungen) ermöglichen es dem Leser zu überprüfen, ob er den Text verstanden hat. Viele Zeichnungen stehen in engem Zusammenhang mit dem Text. Sie sind zwar deutlich und korrekt, doch häufig nur in skizzenhafter Form. Der Preis des Buches würde eine etwas ansprechendere Gestaltung der Zeichnungen erwarten lassen.

Insgesamt ist dem Urteil von R. W. Hamming (Bell Laboratories) zuzustimmen: „Es ist ein Vergnügen, dieses Buch dem ernsthaft interessierten Studenten der digitalen Signalverarbeitung zu empfehlen.“

Heinrich Twietmeyer

**Nichtlineare Schaltungen. Grundlagen, Berechnungsmethoden, Anwendungen.** Aus der Reihe Nachrichtentechnik, Band 8: Von R. Elsner. Hrsg. H. Marko. 136 Seiten, 133 Bilder, Format 24 cm x 16,5 cm, geheftet, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1981, Preis 54,- DM bzw. 25.70 US\$, ISBN 3-540-10477-1.

Hier liegt eine gut gelungene Zusammenstellung verschiedener Methoden zur Berechnung einfacher Gleichstrom- und Wechselstromnetzwerke mit nichtlinearen Bauelementen vor. Sie ist sehr zu begrüßen, weil man diese an sich bekannten Methoden immer wieder braucht und dann aus den verschiedenen Büchern und Originalarbeiten zusammensuchen muß.

Behandelt werden auch das Einschwingverhalten nichtlinearer Schaltungen, die Systemtheorie rückwirkungsfreier Übertragungsglieder, Ansätze zu einer nichtlinearen Leitungstheorie und Vierpoltheorie, nichtlineare Verzerrungen und der Einfluß nichtlinearer Kennlinien auf statistische Signaleigenschaften. Die behandelten Anwendungen nichtlinearer Schaltungen beschränken sich auf Frequenzvervielfacher und -teiler, parametrische Schaltungen und Oszillatoren mit nichtlinearen Bauelementen.

Es wäre sehr zu wünschen, daß in eine zweite Auflage mehr Literaturhinweise auf Anwendungen aufgenommen werden. Das vorliegende Literaturverzeichnis enthält neben einigen Lehrbüchern nur neun Originalarbeiten, die zudem durchschnittlich schon fünfzehn Jahre alt sind. Die jüngste Entwicklung auf dem Bauelementesektor wurde also kaum berücksichtigt.

Eberhard Stark

**Nachrichten-Übertragungstechnik.** Grundlagen - Komponenten - Verfahren - Systeme. Aus der Reihe: Lernbücher der Technik. Von Ulrich Freyer. 475 Seiten, 461 Bilder, zahlreiche Beispiele, Übungen und Testaufgaben, Format 22,3 cm x 16 cm, kartoniert, Carl Hanser Verlag, München-Wien 1981, Preis 36,- DM, ISBN 3-446-13093-4.

Die Bezeichnung Lernbuch drückt ein wesentliches Ziel des Autors bei der Gestaltung dieses Werkes aus: Anwendung der Gesetze des menschlichen Lernens bei der Erarbeitung des Stoffes durch den Leser.

Jeder Abschnitt wird deshalb eingeleitet durch eine Definition der Lernziele. Dabei sind die Lernschritte bewußt klein und überschaubar gehalten. Die Darbietung

des Lehrstoffes auf den einzelnen Seiten erfolgt zweispaltig, wobei der verbalen Beschreibung die mathematisch-technische Darstellung (Zeichnung, Formel, Stichwort) gegenübergestellt ist.

Tests mit Lösungen ermöglichen die Kontrolle des Lernerfolges. Das Stoffgebiet der Nachrichtenübertragungstechnik wird in 4 Kapiteln behandelt. Die Grundlagen der Übertragungstechnik (Grundbegriffe, Grundschaltungen und Systemgrößen) sind Thema des ersten Kapitels. Es folgt die Behandlung der Komponenten der Übertragungstechnik (elektroakustische und elektrooptische Wandler, Relais, Koppelfelder, Leitungen und Antennen). Mit den Verfahren der Übertragungstechnik (Modulation, Demodulation, Codierung, Decodierung und Multiplexverfahren) befaßt sich das nächste Kapitel. Die Systeme der Übertragungstechnik (Fernmeldetechnik, Tonrundfunk, Fernsehen und andere Anwendungen, wie z. B. Satellitenfunk, Radar und Fernwirktechnik) sind Gegenstand des letzten Kapitels.

Das Buch hat elementares Niveau und ist hauptsächlich für Studierende der Fachschulen und Fachhochschulen, Techniker und Facharbeiter geeignet, die über entsprechende Grundlagenkenntnisse in Mathematik und Naturwissenschaften verfügen.

Die Aufbereitung des Stoffes ist klar, einprägsam und didaktisch gelungen. Einige kleine Ungeschicklichkeiten in der Darstellung (Beispiel: Bildabtastung und Bildrücklauf beim Fernsehen) oder im Ausdruck („Regler“ statt „Steller“) haben demgegenüber nur geringes Gewicht.

Bodo Morgenstern

**Das Fernsehprogramm aus Deiner Hand.** Die perfekte Videopraxis mit Recordern, Kameras und Cassetten. Von Dieter Nährmann. 384 Seiten, zahlreiche Bilder und Tafeln, Format 21,2 cm x 14,2 cm, Leinwandstruktureinband, Franzis-Verlag GmbH, München 1981, Preis 48,- DM, ISBN 3-7723-6931-6.

Dieses Buch wendet sich an den absoluten Laien. In drei Kapiteln soll der Interessent mit den Grundbegriffen der neuen Videotechnik vertraut gemacht werden, wie beispielsweise Ton, Aufbau des Fernsehbildes und Funktionsweise eines Videorecorders. Es folgt eine Einfüh-

rung in die richtige Handhabung der Heimvideokamera mit Hinweisen für Außenaufnahmen und Nachvertonung. Ein Ausblick in die Zukunft, z. B. Bildplatte, weist auf die vielfältigen Möglichkeiten der Fernstehteknik im Konsumbereich hin.

Die ausgesprochen einfache Darstellung ohne jeden technischen Ballast, die Fülle von Bildern und Tabellen und das Erwähnen so mancher Problematik des Videographierens sollen Entscheidungshilfen sein, den Kauf eines bestimmten Recordersystems zu erleichtern. Leider bleibt es häufig infolge der Oberflächlichkeit der Angaben und nichtssagender tabellarischer Vergleiche bei einem bescheidenen Versuch. Fehlerhafte technische Informationen sollten gerade auch deshalb nicht vorkommen.

Alles in allem ist dieses Buch für den Laien als einfache Einführung in die Videorecorderanwendung ohne technischen Hintergrund gedacht.

Gerhard Welz

**Begriffe der Elektronik.** 3553 Fachwörter kurz und bündig erklärt. Franzis Elektronik-Nachschlagewerk. Hrsg. Siegfried B. Rentzsch. 456 Seiten, 542 Bilder, Format 18 cm x 12,5 cm, Leinwandstruktureinband, Franzis-Verlag, München 1981, Preis 38,- DM, ISBN 3-7723-6551-5.

Mit diesem Fachwörterbuch wurde eine echte Marktlücke geschlossen. 3553 Wörter und Begriffe aus der Elektronik werden klar, praxisbezogen und für jedermann verständlich erklärt. Formeln, Schaltungen und Abbildungen ergänzen die Definitionen.

Die Stichworte wurden aus allen Gebieten der Elektronik ausgewählt: Bauelemente, Unterhaltungselektronik, Meß-, Steuer- und Regeltechnik, professionelle Elektronik, auch Begriffe aus der Physik und Chemie fehlen nicht, wenn sie für das Verständnis erforderlich sind. Die EDV (Hard- und Software) ist in die Begriffsdefinitionen voll integriert.

Dieses Wörterbuch wird jedem Elektroniker zumindest für seine Nachbargebiete und jedem mit der Elektronik konfrontierten Nichtfachmann eine wertvolle Hilfe sein. Durch klare Verweisungen bleiben die Definitionen kurz und übersichtlich. Lediglich bei der Fernsehstudio-technik findet man einige Abbildungen, die längst nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Rolf Hengstler

## NACHRICHTEN

RUNDFUNKVERSORGUNG  
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND  
UND IN BERLIN (WEST)

**Ultrakurzwellensender**

**Änderungen**

Vom Bayerischen Rundfunk wurden am folgenden Ultrakurzwellensender Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Laufenburg	2S	<b>15</b>	<b>91,4</b>	50	<b>H</b>	345	14. 04. 81

**Fernsehsender**

**Inbetriebnahmen**

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------	--------------------------------

**Bayerischer Rundfunk**

Haibach	48	0	60	HH	15; 185	2. 02. 81
Hohenburg	9	10M	20	HH	125; 350	26. 06. 81
Unterdürr- bach	53	10M	3	<b>H</b>	260	30. 07. 81

**Norddeutscher Rundfunk**

Bilshausen	42	6P	30	<b>H</b>	ND	16. 07. 81
------------	----	----	----	----------	----	------------

**Süddeutscher Rundfunk**

Ispringen	24	6P	15	<b>H</b>	197	22. 07. 81
Ruit	12	6P	2	gem. Pol.	5	14. 07. 81

**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**

Maberszell	12	0	<b>6</b>	H	5; 60	19. 12. 80
------------	----	---	----------	---	-------	------------

**Norddeutscher Rundfunk**

Hamel II	12	2M	<b>40</b>	VV	<b>40; 140</b>	22. 07. 81
----------	----	----	-----------	----	----------------	------------

**Südwestfunk**

Tuttlingen	<b>49</b>	6P	<b>6</b>	<b>H</b>	<b>290</b>	2. 07. 81
------------	-----------	----	----------	----------	------------	-----------

**Eduard-Rhein-Preis 1981 für miniaturisierte  
Geräte der Fernsehaufnahme und Speicherung**

Der bis zu 250 000,- DM dotierte Eduard-Rhein-Preis ist auf der Internationalen Funkausstellung Berlin an vier japanische Wissenschaftler für ihre Verdienste um die Entwicklung der Videokamera-Systeme VIDEOMOVIE (Sony) und MAGCAMERA (Hitachi) verliehen worden. Die Eduard-Rhein-Stiftung würdigte damit den wohl revolutionärsten Fortschritt der letzten Jahre im audiovisuellen Bereich. Die Entwicklung eines flachen Aufnahmesensors für Farbbilder (anstelle der bisherigen Aufnahmeröhre) und die Verkleinerung des Videorecorders erlauben ein fortschrittliches Kamerasystem mit den Abmessungen einer Schmalfilmkamera.

Ebenfalls ausgezeichnet wurden vier Wissenschaftler für die Weiterentwicklung digitaler Aufzeichnungstechniken, die zu neuen Schallplattensystemen (COMPACT DISC und MINI DISC) mit viel kleineren Abmessungen der Platten bei längerer Spielzeit geführt haben. Gleichzeitig wurde eine hervorragende Qualität in Bezug auf Rausch- und Störungsfreiheit erreicht.

In einem Festakt am 6. September 1981 überreichte der Stifter Eduard Rhein den Wissenschaftlern

Minoru Morio, Shigeyuki Ochi (VIDEOMOVIE), Dr. Masaharu Kubo, Katsuo Mohri (MAGCAMERA), Lodewijk F. Ottens, Dr. Toshitada Doi (COMPACT DISC) und

Günter Joschko, Werner Scholz (MINI DISC) den Eduard-Rhein-Preis.

Im Rahmen der Feierstunde wurde Prof. Dr.-Ing. E. h. Walter Bruch, Fernseh pionier und Vater des PAL-Farbfernsehensystems, mit dem Eduard-Rhein-Ring 1981 ausgezeichnet; der erste Träger dieses Ehrenringes war 1980 Wladimir Zworykin, der Erfinder des Ikonoskops.

**10 Jahre Videotechnik im Studio Hamburg**

Am 1. Oktober 1981 konnte „Studio Hamburg“ das 10jährige Jubiläum seiner Videotechnik feiern. Als eine der ersten privatwirtschaftlich geführten Gesellschaften hat „Studio Hamburg“ Anfang Oktober 1971 sein Produktionszentrum für Fernsehen, Film und Schallplatte auch mit professioneller Videotechnik nach den neuesten Erfordernissen des audiovisuellen Marktes ausgestattet und Jahr für Jahr der stürmisch vorwärts drängenden Entwicklung angepaßt.

Heute erfüllt die STUDIO HAMBURG ATELIER GMBH alle Anforderungen, die von Kunden und Auftraggebern gestellt werden. Das Produktionsgelände in Hamburg-Wandsbek ist voll verkabelt. 11 Ateliers, 5 Farbübertragungswagen, 14 Aufzeichnungseinrichtungen und ein Nachbearbeitungsstudio mit neuesten Einrichtungen stehen zur Verfügung.

Da „Studio Hamburg“ in der Lage sein muß, seine technischen Einrichtungen laufend und kurzfristig der jeweiligen Marktsituation anzupassen, sind neben der bekannten Zwei-Zoll-Technik alle Ein-Zoll-Standards (A, B und C) vorhanden. Während die Maschinen des A-Standards hauptsächlich als Mastermaschinen für die Massenkassettenvervielfältigung eingesetzt werden, finden die B- und C-Format-Maschinen vor allem bei der elektronischen Nachbearbeitung mit dem Schnittsteuergerät Verwendung.

Über die Tochterfirma MCI (Media Consult International) vermittelt „Studio Hamburg“ überdies die eige-

nen Erfahrungen mit der Videotechnik an in- und ausländische Partner weiter. In Europa wie in den Ländern der Dritten Welt berät und unterstützt MCI beim Aufbau, bei der Einrichtung und bei der Weiterentwicklung der jeweils eigenen Videotechnik, bei der Organisation, den Produktionsaufgaben und der Schulung der heranzubildenden Fachleute.

#### Europas Nachrichtensatellitensystem nimmt Gestalt an

Der erste fertiggestellte Transponder, d. h. der nachrichtentechnische Teil des ersten europäischen Nachrichtensatelliten ECS, wurde kürzlich an das französische Raumfahrtzentrum Toulouse zur Integration in den Satellitenkörper und zur Montage des Solargenerators ausgeliefert. Im Frühjahr 1982 soll der Nachrichtensatellit mit der europäischen Trägerrakete Ariane in 36 000 km Höhe im Weltraum stationiert werden und die Län-

der Europas mit 24 500 neuen Telefonverbindungen und zwei Fernsehkanälen noch enger miteinander verbinden.

Nach nahezu zwanzigjähriger Erfahrung mit „geostationären Relaisstellen“ im interkontinentalen Bereich und weiteren Fortschritten in dieser Technologie stellt jetzt die Nachrichtensatellitenübertragung auch für geographisch begrenzte Regionen eine wirtschaftlich attraktive Alternative zu erdgebundenen Verbindungen her. Die insgesamt fünf Satelliten des ECS-Systems sollen alle Telefonverbindungen über 800 km Entfernung innerhalb Europas übernehmen. Außerdem kann die Eurovision sie zur Fernsehübertragung zwischen ihren Stationen benutzen. Es ist vorgesehen, daß sich jeweils zwei Satelliten des ECS-Systems im geostationären Orbit befinden (11° Ost und 13° Ost). Pro Satellit kann eine minimale Lebensdauer von 7 Jahren erwartet werden. Der Verkehr mit dem Satelliten wird über ein noch teilweise zu erstellendes Netz von etwa 30 Bodenstationen in ganz Europa abgewickelt.

Nach einer AEG-Telefunken-Preseinformation

## PERSÖNLICHES

### Lothar Rohde 75 Jahre alt

Dr. phil. nat. Dr.-Ing. E. h. Lothar Rohde vollendete am 4. Oktober 1981 sein 75. Lebensjahr. Zusammen mit seinem Studienfreund Dr. Hermann Schwarz gründete er 1933 in München ein Entwicklungslabor, aus dem die heutige Firma Rohde & Schwarz hervorging.

Lothar Rohde studierte Physik in Köln und Jena und promovierte 1931 bei Prof. Esau. Für seine Verdienste auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik verlieh ihm die Technische Hochschule München 1954 die Ehrendoktorwürde. 1967 wurde er mit dem Großen Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Noch heute sind Dr. Rohde und Dr. Schwarz aktiv in der Unternehmensleitung tätig.

Die Redaktion

### Oskar Kießling 60 Jahre alt

Oskar Kießling, der Leiter des Fachbereiches Betriebstechnik der Rundfunk-Betriebstechnik GmbH in Nürnberg, vollendete am 28. September 1981 sein 60. Lebensjahr.

Der Jubilar wurde in Nürnberg geboren. Nach Besuch der Handelsschule und Praktikantentätigkeit bei Siemens wurde er 1940 zum Kriegsdienst eingezogen. Von 1946 bis 1949 besuchte er das Ohm-Polytechnikum in Nürnberg. Nach erfolgreichem Abschluß und einer kurzzeitigen Tätigkeit als Konstrukteur im Großtransformatorenbau trat er am 1. September 1949 in das Rundfunktechnische Institut als Anfangsingenieur ein. Er begann seine Tätigkeit mit der Herstellung und Prüfung von Kleintransformatoren und NF-Übertragern. Oskar Kießling wurde schnell mit den Aufgaben eines Entwicklungsingenieurs betraut und untersuchte die Symmetrieeigenschaften von Tonstudiogeräten und die HF-Festigkeit von NF-Verstärkern und deren Leitungszuführungen. Hierbei entstanden die HF-dichte Mikrofon-Steckverbindung und ein Kabelpflichtenheft.

Mit der Auflösung des Rundfunktechnischen Instituts zum Jahresende 1956 wurde Oskar Kießling von der neugegründeten Rundfunk-Betriebstechnik GmbH übernommen. Hierdurch und durch die Ausweitung des Fernsehens änderte sich sein Aufgabengebiet. Er führte jetzt Abnahmen von Fernsehstudiogeräten und -anlagen durch,

wurde verantwortlich für die Prüfung von Superorthikonröhren und erstellte einen entsprechenden Prüfstand. Er befaßte sich mit der Problematik der Testbildherstellung und richtete ein Labor für die Anfertigung von Testbild-Diapositiven ein.

Seit dem 1. Januar 1973 leitet Oskar Kießling den Fachbereich Betriebstechnik mit sechs Arbeitsbereichen und ist damit verantwortlich für Prüfung und Kontrolle von Geräten und Anlagen der Sachgebiete Hörfunk, Fernsehen und Sendertechnik. Sein besonderes Augenmerk gilt der Erhaltung und Prüfung von Antennentragwerken. Aufgrund seines umfangreichen Fachwissens wurde er in die Arbeitskommission 8, die Konferenz der Hörfunk-Betriebsleiter und in zahlreiche Unterkommissionen, Ad-hoc-Gruppen und Normenausschüsse berufen.

Sein bescheidenes Wesen und seine hilfsbereite und angenehme Art haben Oskar Kießling bei den Rundfunkanstalten, den Herstellerfirmen und im eigenen Hause zu großem Ansehen verholfen. Alle, die ihn kennen, wünschen ihm für die kommenden Jahre Gesundheit und Wohlergehen.

Erich Alter

### Ehrungen der FK TG

Die Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft e. V. hat auf der 9. Jahrestagung vom 21. bis 24. September 1981 in Ulm folgende Ehrungen vorgenommen:

Dipl.-Ing. Frithjof R u d e r t, Darmstadt, wurde mit der **Richard-Theile-Goldmedaille** ausgezeichnet. Die FK TG würdigte seine herausragenden Verdienste um die Einführung des Fernseh-Rundfunks in der Bundesrepublik Deutschland sowie die Entwicklung neuer Technologien auf dem Gebiet der Farbfernseh-Studioteknik.

Ing. (grad.) Werner E i l h a m m e r, München, wurde der **Rudolf-Urtel-Preis** zuerkannt. Die FK TG wertete seine Arbeit „Meßgerät zur Bestimmung der Gleiteigenschaften von 16-mm-Rohfilmmaterialien“ als eine originelle Idee und eine bemerkenswerte technische Leistung für die Verbesserung der Prüfbedingungen bei der Produktion von Filmmaterial.

Zu **Ehrenmitgliedern** wurden ernannt:

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Wilhelm T. R u n g e, Ulm,  
Dipl.-Ing. Robert F e h r m a n n, Hamburg,  
Dipl.-Ing. Robert M a l y, Darmstadt.

**Walter Heimann †**

Am 10. September 1981 verstarb Professor Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Walter Heimann im Alter von 73 Jahren. Um ihn trauern mit seiner Familie ein großer Freundeskreis und viele Fachkollegen aus der Fernsehtechnik und Optoelektronik. Ein außergewöhnlich erfolgreiches Leben als Wissenschaftler und Unternehmer ging zu Ende. Es spiegelt sich in zahlreichen Ehrungen – 1967 die Honorarprofessur der TH Darmstadt, 1975 die Ehrendoktorwürde der TU Braunschweig, im gleichen Jahr die Ehrenmitgliedschaft und 1977 die Richard-Theile-Goldmedaille der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft –, alles Gelegenheiten, in Laudationes auf die vielfältigen Leistungen dieses Mannes zurückzublicken. Dabei war der entscheidendste Schritt seines Lebens, daß er nach Kriegsende seine sichere und seit 1933 sehr erfolgreich wahrgenommene Position als Oberposttrat und Leiter der Hochvakuumabteilung des Reichspostzentralamtes aufgab, auch mehrere verlockende Angebote amerikanischer Institutionen ausschlug, um 1946 in Wiesbaden das Wagnis einer Firmengründung im zerstörten Nachkriegsdeutschland einzugehen. Mit einigen wenigen treuen Mitarbeitern aus seiner früheren Hochvakuumabteilung begann er, in seinen „Physikalisch Technischen Werkstätten“ Photozellen und Blitzröhren zu produzieren. Die spätere „Heimann GmbH“ entwickelte sich schnell zu einem blühenden Unternehmen mit einem breiten Produktspektrum von optoelektrischen Wandlern, wobei die Bildaufnahmeröhre Resistron ganz wesentlich zu dem ungeheuren Aufschwung des industriellen Fernsehens nach dem Krieg beitrug. Hiermit schloß sich auch der Kreis zu dem ersten deutschen Ikonoskop, das Walter

Heimann 1936 als Mitarbeiter des Reichspostzentralamtes entwickelt hatte. Es übermittelte die ersten Fernsehbilder von der Olympiade in Berlin.

Fernsehponier, Wissenschaftler und erfolgreicher Unternehmer auf dem Gebiet der Optoelektronik, so wird uns Walter Heimann in Erinnerung bleiben. Es war bewundernswert, wie er die wissenschaftlichen Grundlagen seiner Produkte stets im eigenen Labor bearbeitete. Wie kaum ein anderer Unternehmer fühlte er sich deshalb mit all seinen geistigen Kindern vertraut, auch wenn diese als Produkt bereits in der Großserie liefen. Das hielt er so bis zuletzt, auch als wissenschaftlicher Berater seiner seit 1970 zum Hause Siemens gehörenden Firma.

Besonders dankbar denken alle Freunde auch an seine vorbildlichen Hochschulkontakte zurück. Lange Zeit nahm er trotz stärkster Belastung als Leiter seiner Wiesbadener Firma einen Lehrauftrag über „Bildröhren in der Fernsehtechnik“ an der TH Darmstadt wahr. Für ihn war es eine Selbstverständlichkeit, das während vieler Laborjahre in Forschung, Entwicklung und Produktion erworbene Wissen an die studierende Jugend weiterzugeben. Auch mit der TU Braunschweig, die ihm 1975 die Ehrendoktorwürde verliehen hatte, fühlte er sich stets aufs engste verbunden.

So müssen wir nun von einem Menschen Abschied nehmen, der durch eine besonders glückliche Kombination von Eigenschaften – die im Detail abwägende Art des Wissenschaftlers, gepaart mit der Beharrlichkeit und Energie des erfolgreichen Unternehmers – entscheidende Spuren in Fachkreisen und bei seinen Freunden hinterläßt. Wer sich in den letzten Jahren mit Walter Heimann enger verbunden wußte, der ist dem Schicksal dankbar, das ihn nach überstandener schwerer Krankheit noch so viele glückliche Jahre – von erfolgreicher Arbeit für sein Unternehmen und von Freude an seiner geliebten Jagd in fernen Ländern geprägt – erleben ließ. Uns aber fällt der Abschied schwer von diesem wunderbaren Mann.

Helmut Schönfelder

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

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

Redaktion: Ing. (grad.) R. Hengstler, H. Stiebner, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45, Ruf (089) 38 59 383, Fernschreiber 5/215 605 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 98,— DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 30. 10. 1981. 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 Werbemittel. Zur Zeit gilt Anzeigenpreislste Nr. 12.

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