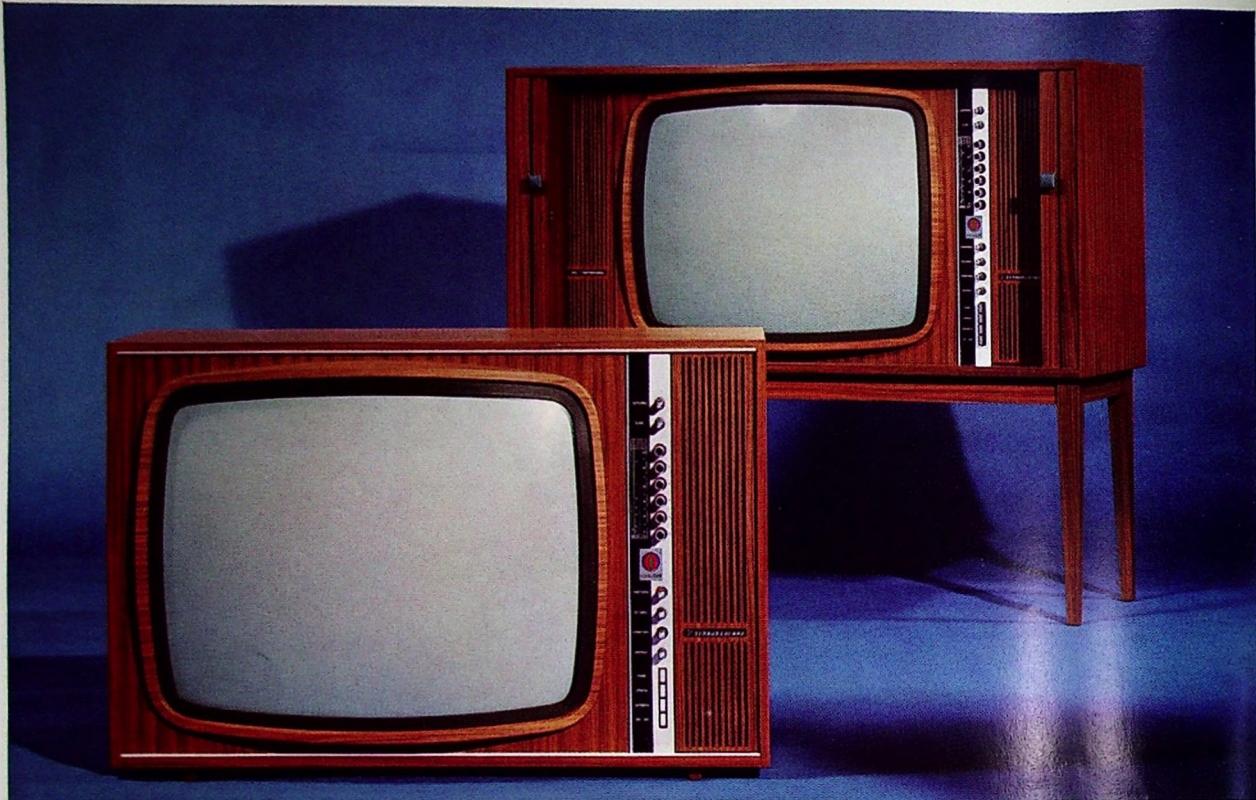




13 | 1967

1. JULIHEFT



Weltspiegel T 400 Color – Weltspiegel S 400 Color

## Schaub-Lorenz garantiert Ihnen einen risikolosen Start ins Farbfernsehgeschäft

- Denn Schaub-Lorenz Farbfernsehgeräte wurden auf der Basis der international gewonnenen Erfahrungen entwickelt:

Schaub-Lorenz gehört zu einem der größten internationalen, wegbereitenden Firmenverbände auf dem Gebiet der Elektronik.

- Denn Schaub-Lorenz Farbfernsehgeräte sind technisch ausgereift:

Ein Beweis für ihren hohen Standard ist die umfangreiche Transistorisierung. So sind Funktions-

sicherheit und lange Lebensdauer selbstverständlich. Kinderkrankheiten gibt es nicht!

- Denn Schaub-Lorenz Farbfernsehgeräte sind servicegerecht konstruiert:

Die dynamische Konvergenz-Einstellung und andere Service-Einstellungen kann man in kürzester Zeit an der Frontseite des Gerätes vornehmen. Das erspart Ihnen viel Zeit und Arbeit.

Alle Fachhändler erhalten ausführliche Informationen für ihre Verkäufer und Servicetechniker.



Dieses Zeichen  
finden Sie  
künftig bei allen  
Farbfernsehgeräten  
von Schaub-Lorenz

Farbfernsehen – Rundfunk – Phono



## A U S D E M I N H A L T

1. JULIHEFT 1967

gelesen · gehört · gesehen .....	456
FT meldet .....	458
<b>Farbfernsehen</b>	
Die ersten Farbfernsehempfänger werden ausgeliefert ...	461
Die ersten Farbfernsehempfänger .....	462
Video-Endstufen mit Transistoren für Farbfernsehempfänger .....	470
Testbild-Vorschläge für das Farbfernsehen .....	474
Die Schaltungstechnik der Horizontal-Endstufe des Farbfernsehempfängers „Goya“ .....	477
Ab 1. Juli 1967: Regelmäßige Farbfernsehsendungen für den Fachhandel .....	479
Farbsynchronsignalverstärker und Farbträgeraufbereitung	480
<b>Personliches .....</b>	
<b>Elektroakustik</b>	
Grenzen der Dynamik bei elektroakustischen Übertragungen .....	483
Wie sich die Bilder gleichen .....	484
<b>Technik von morgen</b>	
Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung	
IV. Thermionische Dioden und Seebeck-Elemente .....	485
<b>FT-Bastel-Ecke</b>	
Fernsehton-Pendelempfänger .....	487
<b>Für den jungen Techniker</b>	
Hochfrequenzoszillatoren mit Quarzstabilisierung .....	488
<b>Ausbildung .....</b>	

Unser Titelbild: Die Einstellung der dynamischen Konvergenz erfolgt beim Farbfernsehempfänger von vorn; die entsprechende Einstelleinheit ist bei den Metz-Empfängern an der Rückseite des Gehäuses angebracht und lässt sich nach vorn hochklappen.  
Aufnahme: Metz

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 454, 459, 460, 471, 473, 491 und 492 ohne redaktionellen Teil

*Im August – rechtzeitig vor Beginn der  
25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin  
erscheint das*



Bearbeitet von der Redaktion der FUNK-TECHNIK  
Herausgegeben vom Verband Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG) e. V.

Der Katalog enthält auf annähernd 500 Seiten technische Daten, Abbildungen und, soweit kartellrechtlich zugelassen, auch Preisangaben für Geräte der nachstehend aufgeführten Gruppen:

<b>Farbfernsehempfänger</b>	<b>Zerhacker</b>
<b>Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger</b>	<b>Wechselrichter</b>
<b>Rundfunk-Tischempfänger</b>	<b>Wechselgleichrichter</b>
<b>Kombinierte Rundfunkempfänger</b>	<b>Phonogeräte</b>
<b>Stereo-Steuengeräte</b>	<b>Tonabnehmer</b>
<b>Hi-Fi-Tuner</b>	<b>Phonomöbel</b>
<b>Hi-Fi-Verstärker</b>	<b>Tonbandgeräte</b>
<b>Hi-Fi-Lautsprecher</b>	<b>Tonbänder</b>
<b>Kofferempfänger</b>	<b>Spulen und Kassetten</b>
<b>Taschenempfänger</b>	<b>Antennen</b>
<b>Autoempfänger</b>	<b>Röhren</b>
<b>Omnibusempfänger</b>	<b>Halbleiterdioden</b>
	<b>Transistoren</b>
	<b>Halbleitergleichrichter</b>

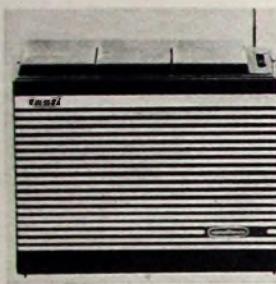
Preis 10,50 DM je Exemplar. Lieferung von Einzelexemplaren erfolgt per Nachnahme. Für den Handel bzw. bei Großabnahme Sonderpreis auf Anfrage

Das Handbuch 1967/68 ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch der Angehörigen der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft bestimmt

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
Katalog-Abteilung 1 Berlin 52 (Borsigwalde)

### UKW-Rundfunkempfänger „tasti“

Mit dem UKW-Empfänger „tasti“ (10 Kreise, 10 Trans + 11 Halbleiter-Dioden + 1 S-Stativ) brachte Nordmende jetzt ein batteriebetriebenes Gerät mit Diodenabstimmung heraus, das nach einer neuen Konzeption entwickelt ist. An der Oberseite des „tasti“ sind an Stelle einer Skala drei groß-



flächige UKW-Stationstasten angeordnet, die mit dem zugehörigen Rändelknopf für einen beliebigen Sender des UKW-Bereichs programmiert werden können. Die 1-W-Gegentakt-Endstufe und der 15 cm × 9 cm große Ovallautsprecher sorgen für gute Wiedergabequalität. Zur Stromversorgung dienen sechs 1,5-V-Monozellen.

### Farbfernsehkamera mit vier Plumbicons

Die *Fernseh GmbH*, Darmstadt, übernimmt auf Grund der mit der *General Electric* (USA) getroffenen Abkommen die allgemeine Konstruktion sowie bewährte mechanische, optische und elektrische Bauteile des von der *General Electric* gebauten Kamerakopfes „PC-19-A“ mit vier Plumbicons. Die *Fernseh-GmbH* hat daraus einen den besonderen Verhältnissen des europäischen Marktes angepaßten Kamerakopf entwickelt und diesen durch die in Darmstadt entwickelten Verstärker-, Signalisier- und Bedienungseinrichtungen zu einem Kamerazug ergänzt.

### 1,45-MHz-Quarzfilter

Transitron liefert ein Seitenbandquarzfilter, das speziell für den Einsatz in amplitudenmodulierten Sendesystemen entwickelt wurde. Das neue Filter „FC-17-U“ hat eine Trägerunterdrückung von mindestens 50 dB, wobei die Unterdrückung des nichtgewünschten Seitenbandes mindestens 65 dB im Bereich -200 Hz ... -75 kHz beträgt. Die Trägerfrequenz ist 1,45 MHz, die 3-Bd-Bandbreite 2,7 kHz, die Welligkeit  $\pm 0,5$  dB und die Impedanz 12 kOhm.

### Drehfunkfeuer „VOR S“

SEL entwickelte ein UKW-Drehfunkfeuer, das in Festkörper-Technik ohne bewegliche Teile aufgebaut ist und mit 40 V Gleichspannung arbeitet. Eine automatische Umschaltung auf Batteriespeisung sichert den Betrieb auch bei Netzausfall. Ein neues anpassungsfähiges Antennensystem ermöglicht bei nicht geänderter Sendeleistung eine Reichweite entsprechend den Kategorie-B- oder -A-Forderungen der Internationalen Luftfahrtbehörde (ICAO).

### Automatisches Produktionsverfahren für Mikroschaltungen

Die britische Gesellschaft zur praktischen Verwertung von Forschungsergebnissen (National Research Development Corporation, NRDC) hat mit der *Welwyn Electric Ltd.*, Bedlington, einen Vertrag über die Einführung eines automatischen Produktionsverfahrens für Mikroschaltungen abgeschlossen, mit dem wöchentlich bis zu 200 000 Schaltungen hergestellt werden sollen. Bei der hier angewendeten Produktionstechnik handelt es sich um ein chemisches Auftragsverfahren, das billiger als die Aufdampftechnik ist und sich außerdem im automatischen Herstellungsprozeß besser steuern läßt. Mit dem neuen Verfahren werden Dick- und Dünnfilmschaltungen produziert, die aus einem glasähnlichen Basismaterial aus Tonerdekeramik bestehen, auf das Widerstände und Kondensatoren abgelagert, gedruckt und geätzt werden können. Aktive Bauelemente (Dioden und Transistoren) lassen sich nachträglich einfügen.

### Klein-Analogrechner

Ein Klein-Analogrechner für Forschung und Industrie wurde unter der Bezeichnung „Operational Manifold Typ RP-F“ von *Philbrick* (Deutsche Vertretung: *Knott Elektronik GmbH*) auf den Markt gebracht. In der Grundausstattung ist das Gerät mit fünf Differenzverstärkern bestückt. Die stabilisierte Versorgungsspannung für die Rechenbausteine ist an Buchsen an der Frontplatte geführt, so daß sie als Referenz- oder Signalquelle verwendet werden kann.

### Prüfgerät für Schutzkontakt-Steckdosen

Ein Prüfgerät, mit dem man sicher von der richtigen Polung der Steckdose als auch von der Qualität der Schutzmaßnahme überzeugen kann.

hat Zettler unter der Bezeichnung „Uni-Z“ herausgebracht. Eine Glimmlampe, die nach Einsticken des Gerätes in die Steckdose aufleuchtet, zeigt an, ob an den beiden Steckkontakten Netzspannung vorhanden ist. Durch Knopfdruck kann man anschließend prüfen, ob der Schleifenhilfswiderstand den zugelassenen Höchstwert von 4 Ohm nicht überschreitet. Erstlich die Anzeigelampe beim Betätigen des Knopfes, so ist die Steckdose frei von Schaltfehlern und entspricht den VDE-Vorschriften.

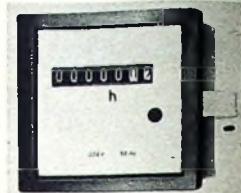
### AEG-Telefunken baut Weltraum-Simulationskammern

Einen kleinen Sonnensimulator (20 cm Strahlungsdurchmesser), der die außerirdische Sonnenstrahlung (charakteristisch sind Intensität, Parallelität, Gleichmäßigkeit und Spektrum) nachbildet, hat *AEG-Telefunken* entwickelt. Dieses Gerät wird zur Untersuchung von Bauelementen für die Raumfahrt unter Sonneneinstrahlung verwendet.

Ferner baut *AEG-Telefunken* zur Zeit die mechanischen Komponenten für eine Sonnen-simulationsanlage, die ein anähernd paralleles Strahlbündel von etwa 1,5 mm Durchmesser erzeugt. Die Strahlintensität kann von 1,1 kW/cm<sup>2</sup> bis 1,7 kW/cm<sup>2</sup> variiert werden. Als Strahlungsquellen dienen neun Xenon-Hochdrucklampen, deren Strahlung durch ein optisches System gebündelt und parallel gerichtet wird. Die Anlage ist Teil einer Weltraum-simulationskammer, die die Gesellschaft für Weltraumforschung einem Firmenkonsortium, zu dem *AEG-Telefunken* gehört, in Auftrag gegeben hat. In dieser Weltraum-simulationskammer, die zu den größten und modernsten in Europa gehört, können ganze Raumflugkörper unter Weltraumbedingungen – das heißt unter Weltraumkälte, Vakuum und außeratmosphärischer Sonnenstrahlung – getestet werden.

### Zählzähler für Schalttafel-einbau

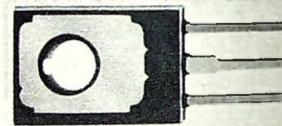
Für den Schalttafel-einbau hat *Bauer Horacont*-Betriebsstundenzähler in quadratischer Ausführung mit schwarzem Kunststoff-Flachfrontrahmen in den Normabmessungen 72 mm × 72 mm und 96 mm × 96 mm auf den Markt gebracht. Beide Geräte sind mit Nullstellung (mit Rändelknopf oder abnehmbarer Schlüssel) lieferbar. Der Zählpunkt ist 0 ... 99 999,99 Stunden bzw. 0 ... 9999,99 Stunden bei den nullstellbaren



Zählern (Ziffernhöhe 5 mm). Die Zähler sind für eine Spannung von 110 V oder 220 V, 50 Hz, ausgelegt (in Sonderausführung auch für 12 ... 380 V sowie für 60 Hz). Die Geräte mit Nullstellungen können auch als Minuten-Zähler geliefert werden.

### Silizium-Leistungstransistoren im Plastikgehäuse

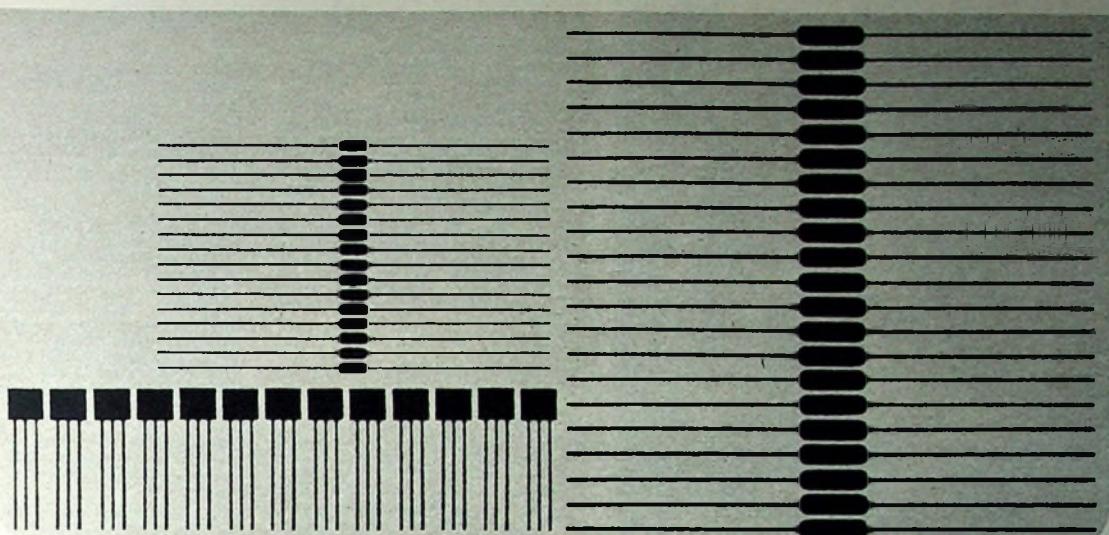
*Motorola* hat fünf neue Silizium-Leistungstransistoren, und zwar die Komplementärpaare MJE370, MJE520 und MJE371, MJE521 mit 3 A Kollektorstrom und 25 W Verlustleistung sowie den MJE340 mit 300 V Kollektor-Emitter-Spannung, in das Lieferprogramm aufgenommen.



Die Transistoren haben flache Plastikgehäuse in Thermopad-Konstruktion, bei der die Rückseite des Gehäuses mit einer vernickelten Kupferfläche versehen ist, die niedrige thermischen Widerstand und gute Wärmeableitung gewährleistet.

### Impulsteuerung für Elektrofahrzeuge

Für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, bei denen besonderer Wert auf möglichst verlustarme Geschwindigkeitsregelung gelegt werden muß, damit bei einer angemessenen Batteriegröße ein großer Aktionsradius erreicht wird, entwickelte *Bosch* eine Impulsteuerung, die im allgemeinen ohne grundsätzliche Änderungen an Stelle der bisher üblichen Widerstandssteuerungen eingebaut werden kann. Das Programm umfaßt zur Zeit Geräte für Betriebsspannungen von 24 bis 80 V bei einer Strombegrenzung bis maximal 350 A. Schutzeinrichtungen und Zusatztasten gewährleisten ein betriebssicheres Arbeiten auch unter rauhesten Bedingungen und gestatten eine Anpassung des Fahrverhaltens an den jeweiligen Bedarfsfall.



**Wir können 16 Dioden, 13 Transistoren und 21 Widerstände  
auch als Integrierte Schaltung (MIC 945) liefern.**



Die gezeigten Transistoren, Dioden und Widerstände sind dann zusammen nur noch 6,6 mm breit, 20 mm lang (mit allen Anschlüssen) und 1,27 mm hoch (im flat-pack-Gehäuse)!

Integrierte Schaltungen von ITT sind klein, leicht und preisgünstig. Sie werden dort eingesetzt, wo Raum und Gewicht kostbar (weil kostspielig) sind und eine hohe Lebensdauer sowie Zuverlässigkeit gefordert wird.

Informieren Sie sich bitte über unsere Digital-Bauelemente in DT $\mu$ L-Technik ausführlich durch unseren Prospekt.

Sie brauchen nicht zu sparen an Raum und Gewicht? Sie brauchen größere Leistung? Dann sollten Sie unsere bewährten Si-Transistoren und -Dioden verwenden. Wir liefern Typen für Industrieelektronik (besonders zuverlässig) und für Konsumelektronik (besonders preisgünstig), für viele Spezialanwendungen (weil wir es können) und in verschiedenen Gehäuseformen (weil Sie es brauchen).

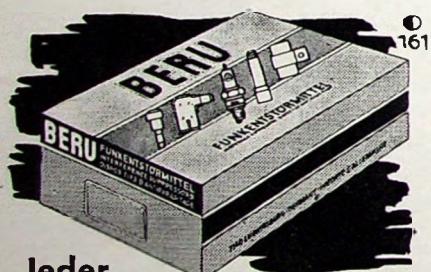
Bitte verlangen Sie Datenunterlagen von der nächsten SEL-Geschäftsstelle oder direkt von uns.  
INTERMETALL 78 Freiburg Postfach 840  
Telefon (0761) \*50120 Telex 07-72716

**ZUVERLÄSSIGE BAUTEILE**  
FÜR DIE RADIO- UND FERNSEHGERÄTEINDUSTRIE

Teleskop-Antennen  
Antennenstecker nach alter und neuer Norm  
Antennenanschlußbuchsen  
Auto-Antennenstecker und Buchsen  
Schaltbuchsen und Stecker zum Anschluß von Fremdspannungsquellen

**ROKA**

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**  
GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 88 56 36 · TELEX 018 3057



**Jeder BERU-Entstörmittelsatz**  
ist so zusammengestellt, daß er die für die Entstörung eines bestimmten Fahrzeugs notwendigen Teile und eine genaue Anleitung mit Bildern und technischen Daten enthält. Das erleichtert die Arbeit und vermeidet Fehler beim Einbau, da alles maß- und formgerecht zur Hand ist. Verlangen Sie das „ABC der Funkentstörung“ oder die Schrift 433. Sollten Sie eine Einbauanleitung für ein bestimmtes Fahrzeug brauchen, dann fordern Sie diese bitte bei uns an.

**BERU / 7140 LUDWIGSBURG**

**meldet.. meldet.. meldet..**

**Telefon- und Kabelfabrik in Pakistan**

In Dacca (Pakistan) wurden kürzlich zwischen der pakistanischen Regierung und Siemens Verträge über die Einrichtung einer Telefonfabrik in Tongi und einer Nachrichtenkabelfabrik in Khulana abgeschlossen. Der Grundstein für die Telefonfabrik legte Staatspräsident Ayub Khan bereits kurz nach der Vertragsunterzeichnung. Mit den Bauarbeiten für die Kabelfabrik wird voraussichtlich Mitte des Jahres begonnen.

**Firato 67**

Vom 21. September bis 1. Oktober 1967 wird in den RAI Ausstellungshallen in Amsterdam die „Firato 67, 15. Internationale Elektronikausstellung“ stattfinden. Zum Ausstellungskatalog gehören die neuesten Entwicklungen auf den Gebieten Rundfunk- und Fernsehgeräte, elektronische Musikinstrumente sowie Aufnahme- und Wiedergabegeräte.

**5 % Umsatzsteigerung bei Philips im ersten Quartal 1967**

Der Vorstand der N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, gibt in seinem Überblick über das Geschäftsergebnis der ersten drei Monate 1967 bekannt, daß der Umsatz gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahrs um 5 1/4 % gestiegen ist und eine Höhe von 1.905 Mrd. hfl. erreicht hat. Der Reingewinn belief sich in der Berichtsperiode auf 72 Mill. hfl. und betrug damit 3,8 % vom Umsatz und 6,1 % vom Eigenkapital. Die Zahl der Beschäftigten ging im ersten Quartal um 6400 auf 245 000 zurück.

**Jahresbericht 1966 des Battelle-Instituts**

Die gesamte Battelle-Organisation beschäftigt zur Zeit in vier Forschungszentren (zwei in Europa und zwei in den USA) rund 6000 Mitarbeiter. Das Frankfurter Institut hatte Ende 1966 901 Mitarbeiter, davon 38 % Wissenschaftler und 28 % Ingenieure und Techniker. Der Umsatz betrug im Jahre 1966 27,368 Mill. DM. Er konnte damit gegenüber 1965 um mehr als zwei Mill. DM gesteigert werden.

**Nordmende-Farbf Fernsehschulung**  
An den fünfjährigen Farbf Fernseh-Lehrgängen im Nordmende-Schulungszentrum im Werk Hemelingen haben seit Oktober 1966 rund 800 Techniker teilgenommen. Die eintägigen Instruktions-

kurse (Abendlehrgänge) wurden bisher von mehr als 7000 Teilnehmern besucht. Zum Beispiel waren am 25. Mai 1967 an 5 Orten des In- und Auslandes Nordmende-Schulungsingenieure tätig, um Mitarbeiter des Fachhandels zu unterrichten.

**Der Hi-Fi-Vorführraum**

Für den Rundfunk-Fachhandel hat Grundig jetzt eine Broschüre „Der Hi-Fi-Vorführraum“ herausgegeben, in der alles Wissenswerte über die Einrichtung eines Hi-Fi-Studios zusammengestellt ist. Die technischen Hinweise werden ergänzt durch ausführliche Empfehlungen für das wirkungsvolle Vorführen von Hi-Fi-Anlagen.

**Meisterschule für das Elektro-Installateur- und das Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk in München**

Die Landeshauptstadt München und die Handwerkskammer für Oberbayern haben in enger Zusammenarbeit mit der Elektro-Innung für das Elektroinstallateur-Handwerk und das Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk in München, Friedenstraße 26, eine Meisterschule errichtet, in der die Vorbereitung auf alle Hauptteile der Meisterprüfung erfolgt. Der Unterricht findet als Vollzeitunterricht statt und dauert zwei Semester. Für die Aufnahme sind eine abgeschlossene Ausbildung mit Gesellenprüfung und vier Gesellenjahre erforderlich. Die Schule wird voraussichtlich im Oktober/November 1967 eröffnet werden. Auskünfte erteilt die Städtische Gewerbeschule für Elektriker, München 25, Gotzinger Platz 1.

**Ausbildung in Radiochemie und Isotopen-technik**

Am Ohm-Polytechnikum Nürnberg beginnt am 1. 10. 1967 die nächste einsemestrige Ausbildung in Radiochemie und Isotopen-technik. Der radiochemische Lehrgang befaßt sich vor allem mit der Handhabung und den Anwendungsmöglichkeiten von offenen Radionukliden, während beim isotopen-technischen Lehrgang der Ausbildungsschwerpunkt auf Umgang und Anwendung von geschlossenen Strahlern liegt. Die Teilnehmer der Lehrgänge werden zu Strahlenschutz-verantwortlichen im Sinne der gesetzlichen Richtlinien ausgebildet. Auskünfte erteilt das Sekretariat des Ohm-Polytechnikums, 85 Nürnberg, Keßlerstraße 40.



**Sonderbriefmarke zur Funkausstellung**

Zur „25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin“ wird die Landespostdirektion Berlin am 19. Juli 1967 eine Sondermarke herausbringen. Die 27,5 mm x 32,8 mm große Marke (Wert 0,30 DM), für die eine Auflage von 7,5 Mill. Stück vorgesehen ist, zeigt in enger Anlehnung an das offizielle Ausstellungsplakat einen in der oberen Hälfte farbig und in der unteren Hälfte grau gelönten Fernsehbildschirm in Verbindung mit der dunklen Silhouette des Berliner

Funkturms. Im Bundesgebiet kann die Sondermarke nur von der Versandstelle für Sammlermarken beim Postamt Frankfurt a.M. 1, Zeil 110, bezogen werden. Die Ersttagsstempelung erfolgt beim Postamt Berlin 12.



**Krönung 40 jähriger Erfahrung -**

**eine neue Mikrofon-Serie**

**- „SOUNDSTAR“ -**

**Modell X 1 - dessen hochqualifizierte Leistung und Formgestaltung einen überraschenden Preis aufweist.**

**Soundstar X 1 N** (Steckervernetzschluss T 3262) 132.-

**Soundstar X 1 N (T)** (Steckervernetzschluss T 3097 spez.) 137.-

**Soundstar X 1 HLM** (Steckervernetzschluss T 3262) 148.-

(mit Impedanzumschalter nieder-, mittel- und hochohmig.)



**BEYER**

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK  
71 HEILBRONN/NECKAR · THERESIENSTRASSE 8  
POSTFACH 170 · TEL. (07131) 82348 · FS. 7-28771

# Die besondere Form verrät Ihnen noch nicht das wirklich Besondere der WEGACOLOR-Farbfernsehgeräte: die außergewöhnliche Schaltungstechnik.

Außergewöhnlich — weil das gesamte Chassis in Baugruppen unterteilt ist. Farbteil. Ablenkteil. Konvergenzteil. Jede Gruppe können Sie einzeln schwenken.

Und einzeln herausnehmen. Alles ist leicht erreichbar.

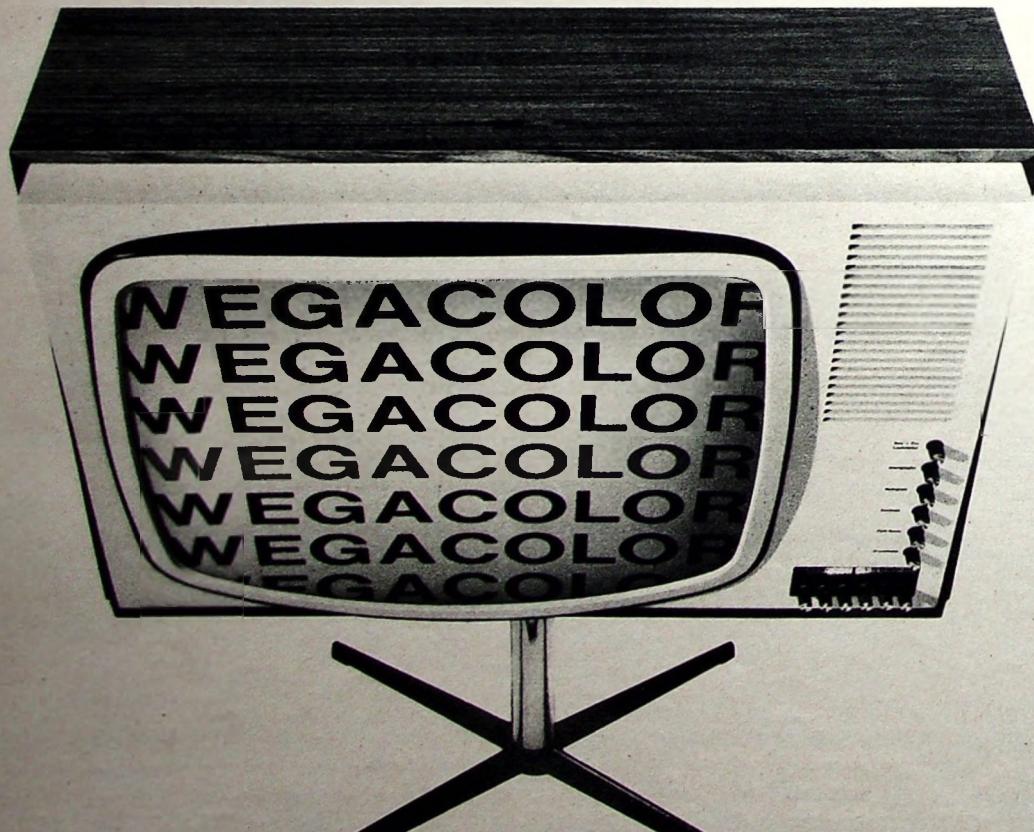
Und: Wenn Sie die Chromaplatte herausnehmen, spielen WEGA-Farbfernsehgeräte weiter. In schwarz/weiß.

Das Wichtigste aber: Wir haben vorgesorgt, daß Sie sich selten genug über diese Vorzüge freuen können. Mit einer durch und durch betriebsicheren, aufwendigen Schaltungstechnik. Mit 16 Röhren, 36 Transistoren, 28 Dioden. Und 5 Gleichrichter.

Für Ihre kritischsten Kunden haben WEGA-Farbfernsehgeräte Klangregler, Frontlautsprecher, Regler für Farbkontrast und Grundfarbe. Das Untergestell WEGA 300. Und eben die besondere Form.

**WEGA**

WEGA-Radio GmbH, 7012 Fellbach/Stuttgart, Germany.



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

WERNER MEYER

Vorsitzender des Fachverbandes  
Rundfunk und Fernsehen im ZVEI

## Die ersten Farbfernsehempfänger werden ausgeliefert

Am 1. Juli 1967 liefern die Hersteller die ersten Farbfernsehempfänger an den Handel aus. Der interessierte Käufer aus dem Publikum erhält damit die Möglichkeit, sich durch den Empfang der Test-Sendungen in den Vormittags- und Nachmittagsstunden einen ersten, sehr wirkungsvollen Eindruck von der Qualität der später beginnenden regelmäßigen Farb-Übertragungen zu verschaffen. Hersteller und Handel vermuten, daß es in den ersten Wochen allein schon deshalb einen scharfen Run auf die sicher nicht sehr zahlreich zur Verfügung stehenden Geräte geben wird, weil viele, die sich eine Ausgabe von rund 2300,- DM leisten können, gern von Anfang an bei dieser für die Bundesrepublik, de facto für Europa, echten technischen Neuheit dabei sein möchten. Auf diese Entwicklung haben Hersteller und Handel sich eingerichtet. Die Vorbereitungszeit bis zur Auslieferung der ersten Geräte an das Publikum ist gut ausgenutzt worden. Nachdem das Einvernehmen über die Einführung des PAL-Systems in der Bundesrepublik und der Mehrzahl der westeuropäischen Länder erreicht war, konnten die Hersteller ihre Entwicklungsarbeiten, die schon vor vielen Jahren begonnen wurden, in Ruhe weiterführen. Heute, nachdem die ersten Geräte auf dem Markt sind, die ersten Urteile über die technische Leistung vom Markt vorliegen, darf man mit Genugtuung und Anerkennung aussprechen, daß die Laboratorien und Werke die hohen Erwartungen erfüllt haben, auf die die zahlreichen Veröffentlichungen in der Tages- und Fachpresse seit über einem Jahr hingewiesen haben. Die deutschen Hersteller von Farbfernsehgeräten waren und sind in der glücklichen Lage, bei den eigenen Entwicklungsarbeiten auf Erfahrungen und Erkenntnissen aufzubauen zu können, die insbesondere die amerikanische Industrie in langen Jahren gewonnen hat. Die eigene, intensiv betriebene Forschung in Verbindung mit der nach modernsten Gesichtspunkten arbeitenden Fertigung geben die Gewißheit, daß die Farbfernsehempfänger vom ersten Tag an einwandfrei funktionieren. Diese Feststellung sei dem Skeptiker gegenüber klar ausgesprochen. Der Farbfernsehstart mußte gut gelingen, um die Novität Farbempfang zu Hause schnell populär zu machen. Jedes technisch komplizierte Erzeugnis erfordert eine technische Betreuung, einen gut arbeitenden Kundendienst. Die Hersteller haben in Erkenntnis dieser Notwendigkeit, auch in Auswertung der Erfahrungen in den USA, schon vor Jahresfrist damit begonnen, die Techniker des Fachhandels auszubilden. An den Kursen, die im ganzen Bundesgebiet durchgeführt wurden, nahmen viele lausend Techniker aber auch Verkäufer des Handels teil, um in die neue Materie Farbfernsehen eingeführt zu werden. Heute, nachdem die Kurse im wesentlichen abgeschlossen sind, dürfen wir sagen, daß auch vom Handel her die Voraussetzungen geschaffen sind, die Geräte beim Käufer nicht nur aufzustellen, sondern auch, soweit erforderlich, technisch zu betreuen.

Meist unbemerkt für die Öffentlichkeit, aber mit großer Intensität, ließen die vorbereitenden Gespräche zwischen Bundespost, Sendeanstalten und Apparate-Herstellern, um in der Qualität und im Termin den gemeinsam erarbeiteten Starttermin für das Farbfernsehen sicher zu erreichen. Heute wissen wir, daß der 25. August 1967, der Tag der Eröffnung der regelmäßigen Farbfernsehsendungen mit dem Beginn der Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin, bestimmt eingehalten wird. Der

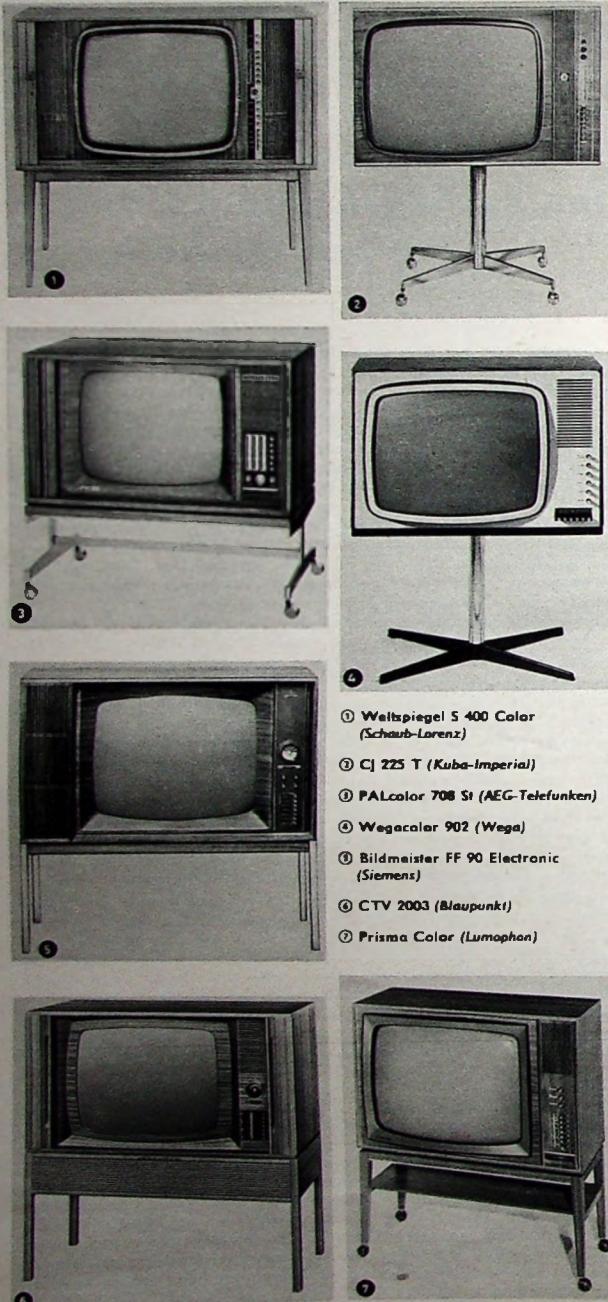
technische Aufwand, der hinter diesem Terminplan steht, ist und war groß, insbesondere in einer Zeit, in der das Kostendenken nicht nur in der Wirtschaft, sondern auch bei den Behörden und Sendeanstalten härter werden mußte. Wenn die großen europäischen Länder in diesem Jahr mit dem Farbfernsehen beginnen, wenn außereuropäische Länder wie die USA und Japan schon seit Jahren regelmäßige Farbfernsehprogramme übertragen, dann kann die Bundesrepublik nicht absieben. Der technische Fortschritt ist unaufhaltsam und verlangt von allen Beteiligten Investitionen. Unter diesem Druck standen und stehen Bundespost, Sendeanstalten und Apparate-Hersteller. Wie schnell das Farbfernsehen sich bei uns verbreiten wird, insbesondere wann und wie viele Geräte verkauft werden, wird sehr von dem geglückten Start mit einer guten technischen Qualität der Empfänger beeinflußt. Wenn das Vertrauen der Käufer gewonnen ist und wenn dann ab 25. August 1967 allabendlich eine oder gelegentlich auch zwei Stunden Farbprogramme in der angekündigten und auch guten Qualität empfangen werden können, dann wird sich das Farbfernsehen schnell durchsetzen.

Die Apparate-Hersteller haben sich hierauf eingestellt. Eine genaue Prognose über den Umfang der Apparate-Verkäufe im Jahre 1967 und den dann folgenden Jahren kann niemand abgeben. Es gibt einigermaßen zuverlässige Schätzungen, die für 1967 einen Verkauf an das Publikum von rund 80000, für 1968 von 200000 bis 250000, 1969 von 400000 und 1970 von 600000 Apparaten voraussehen. Viel wird von der weiteren Konjunktur Entwicklung und damit der Ausgabefreudigkeit der interessierten Käufer abhängen. Ebenso notwendig ist es aber, daß schon sehr bald nach dem Beginn der ersten, regelmäßigen Programme mindestens 2 bis 3 Stunden täglich Farbübertragungen gebracht werden. Hierüber sind sich all am Farbfernsehen beteiligten Stellen im klaren.

Wenn an dieser Stelle auch in erster Linie vom Farbfernsehen gesprochen wird, so soll und darf nicht übersehen werden, daß in den kommenden Jahren allein von der Stückzahl her gesehen der Schwarz-Weiß-Empfänger weiterhin dominieren wird. Die Hersteller rechnen damit, daß Ende 1967 etwa 13700000 Fernsehteilnehmer bei der Bundespost angemeldet sind. Das würde einer Sättigung von rund 64% entsprechen. Erreichbar ist eine Teilnehmerzahl von etwa 18 Millionen. Bis dahin werden noch einige Jahre vergehen. Der jährliche Zuwachs wird auch nicht mehr so groß sein wie in den letzten fünf Jahren, die dem Fernsehen in der Bundesrepublik den großen Aufschwung brachten. Zuwachs- und damit Marktreserven sind vorhanden. Heute wissen wir, daß bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von sieben bis neun Jahren viele Millionen Schwarz-Weiß-Geräte in den nächsten Jahren erneuert werden müssen. So wie in den USA, dem Land mit den ältesten und besten Erfahrungen auf dem Gebiet des Fernsehens, werden auch in der Bundesrepublik bei notwendigen Neu- und Ersatzanschaffungen nicht etwa nur und zuerst Farbfernsehgeräte gekauft werden, sondern weiterhin allein schon aus Preisgründen Schwarz-Weiß-Geräte. Die Weile der Zweitgeräte, der transportablen Fernsehgeräte, auch für den Tourismus, ist erst am Anfang einer Entwicklung. Hier liegen die Reserven, die Herstellern und Handel den Mut zu einer optimistischen Beurteilung der künftigen Entwicklung der Branche geben.

# Die ersten Farbfernsehempfänger

Beispiele aus dem Standgeräte-Angebot der ersten Farbfernsehempfänger



In Tab. I sind (soweit bis Redaktionsschluß bekannt) die Typenbezeichnungen der neuen deutschen Farbempfänger genannt. Mit einer Ausnahme haben alle die 63-cm-Lochmasken-Bildröhre (Ausnahme: CTV 2006" von Blaupunkt; dieser Empfänger ist mit der 56-cm-Lochmasken-Bildröhre RE 22 JB bestückt).

Typenmäßig halten sich Tisch- und Standempfänger etwa die Waage. Während bei Schwarz-Weiß-Empfängern die Anzahl der verkauften Tischempfängern überwog, wird nach Meinung mancher Marktforscher beim Farbempfänger die Standausführung mehr gefragt sein. Die gegenüber Schwarz-

Weiß-Empfängern etwas größeren Gehäusemaßnahmen, das größere Gewicht und auch der höhere Marktwert haben nach ausländischen Erfahrungen bei Farbempfängern zu einer solchen Haltung des Käufers geführt. Der voraussichtliche Anteil der Standgeräte an der Gesamtproduktion wird unterschiedlich beurteilt; während bei Schwarz-Weiß-Empfängern die Standgeräte in Deutschland einen stückzahlmäßigen Anteil von etwa 11,5 % haben, gehen Schätzungen bei Farbempfängern bis zu Anteilen von 40 ... 60 %.

Zu den Abmessungen ist festzustellen: Die Breiten der Farbfernseh-Tischempfänger

Tab. I. Farbfernsehempfänger

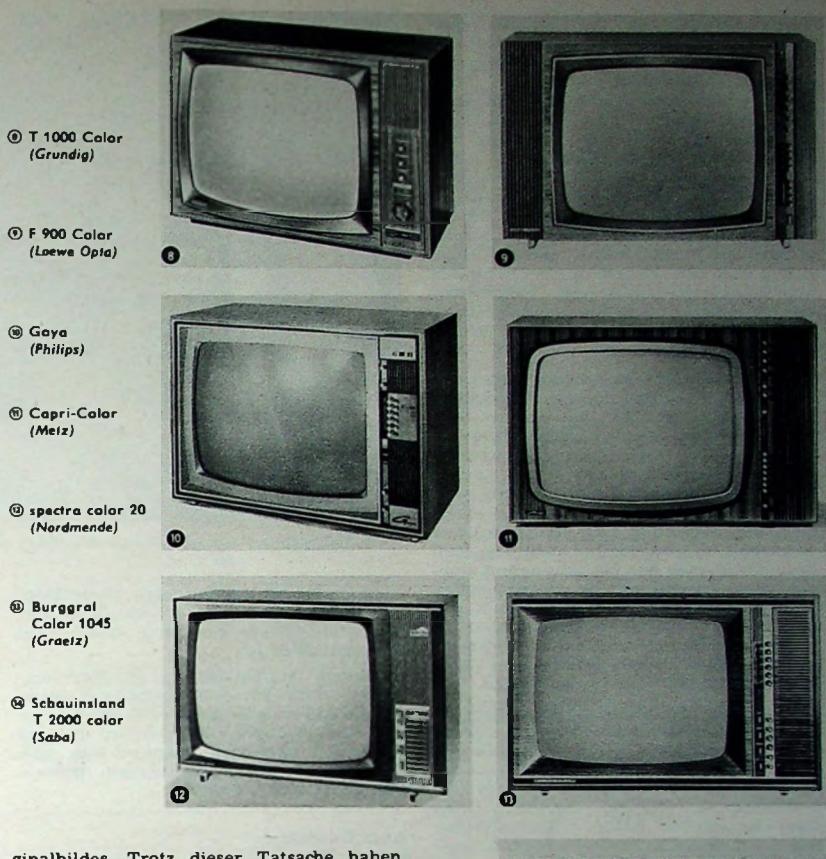
Firma und Empfängertyp	Chassis-Bezeichnung	Tischgerät	Standgerät
<b>AEG-Telefunken</b>			
PALcolor 708 T	708	×	
PALcolor 708 St	708		×
PALcolor 708	708		×
<b>Blaupunkt</b>			
CTV 2001	2001	×	(x)
CTV 2002	2002	×	
CTV 2003	2002		×
CTV 2005	2002	×	
CTV 2006	2002	×	
<b>Gratex</b>			
Burggraf Color 1045	46017 X	×	
Kalif Color 1048	46037 X		×
<b>Grundig</b>			
T 1000 Color	T 1000	×	
S 1000 Color	T 1000		×
T 1200 Color	T 1200	×	
S 1200 Color	T 1200		×
Farbfernseh-Einschub 1200 Color	T 1200		Einschub
Amalienburg Color	T 1200		
Trutzenstein Color	T 1200		
Mosaik Color	T 1200		
Greifenstein Color	T 1200		
Marienburg Color	T 1200		
<b>Kaiser</b>			
Color 704	704	×	
<b>Kuba-Imperial</b>			
CJ 225 T/CK 225 T	C 225	×	(x)
<b>Loewe Opta</b>			
F 900 Color	F 900	×	
S 920 Color	S 920		×
<b>Lumophon</b>			
Prisma Color	Color	×	(x)
<b>Mels</b>			
Capri-Color	678	×	
Hawai-Color	678		×
<b>Northmende</b>			
spectra color 20	769.235 A	×	
spectra color 20 S	769.235 A		×
<b>Philips</b>			
Goya	K 6	×	
Goya-Vitrine	K 6		×
<b>Saba</b>			
Schauinsland T 2000 color	TS 2000 color	×	
Schauinsland S 2000 color	TS 2000 color		×
<b>Schaub-Lorenz</b>			
Weltspiegel T 400 Color	46027 X	×	
Weltspiegel S 400 Color	46047 X		×
<b>Siemens</b>			
Bildmeister FF 90 Electronic	FF 91		
Bildmeister FF 91 Electronic	FF 91	×	
Bildmeister FF 92	FF 92	×	
<b>Wega</b>			
Wegacolor 901	901	×	
Wegacolor 902	902	×	(x)

liegen zwischen etwa 74 und 82 cm, die Höhen zwischen etwa 52 und 56 cm und die Tiefen zwischen 51 und 58 cm. Praktisch bestehen gegenüber 65-cm-Schwarz-Weiß-Empfängern nur hinsichtlich der Tiefe Unterschiede. Der Farbempfänger braucht - hauptsächlich bedingt durch den längeren Bildröhrenhals - 10 bis 15 cm mehr Tiefe als der 65-cm-Schwarz-Weiß-Empfänger. Diese größere Tiefe macht sich meistens als größerer „Rucksack“ bemerkbar.

Bei den Gewichten sind dagegen erwartungsgemäß Unterschiede gegenüber Schwarz-Weiß-Empfängern festzustellen. Die Tischausführung der Farbempfänger ist im Durchschnitt mit 46 bis 50 kg etwa um das 1,5fache schwerer als ein 65-cm-Schwarz-Weiß-Empfänger; die einfachen Standausführungen von Farbempfängern sind bei einem Gewicht zwischen 50 und 62 kg etwa um das 1,3fache schwerer als entsprechende Schwarz-Weiß-Empfänger. Für die Gehäuse wird Edelholzfurnier bevorzugt.

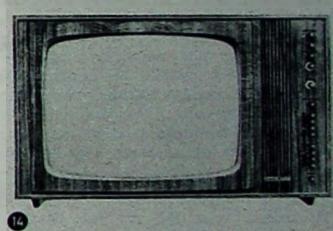
Nun zur Technik in Stichworten. Das PAL-Verfahren bestimmt den Grundaufbau aller deutschen Farbempfänger. In vielen Beiträgen der FUNK-TECHNIK wurde darüber berichtet, und über manche wichtigen Einzelheiten werden weitere Aufsätze noch Aufschluß geben. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sei hier nur ganz kurz repetiert: Bei Schwarz-Weiß-Sendungen werden (außer dem Begleitton sowie den Austast- und Synchronimpulsen) Leuchtdicthebewerte Y übertragen. Beim Farbfernsehen übermittelt man zusätzlich und gleichzeitig über einen Farbtrichter auch noch Informationen über die Farbe der Bildobjekte. Diese Farbinformationen setzen sich aus Informationen über die drei Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) zusammen, aus deren Mischung (also unterschiedlich je nach ihren Anteilen) die jeweilige Farbart entsteht. Die Farbart selbst läßt sich mit zwei Angaben ausdrücken: Der „Farbton“ ist durch das Mischungsverhältnis der drei Grundfarben festgelegt. Die „Farbsättigung“ ist dagegen ein Maß für den Weißanteil in der Farbe (reicht also von der gerade noch hingehauchten bis zur kräftigen Farbe).

Für diese zwei Größen enthalten alle deutschen Farbempfänger Regler, die zusätzlich zu den bei Schwarz-Weiß-Empfängern üblichen Reglern, Schaltern und Programmwahlstasten getreten sind. Mit dem Farbsättigungs-Regler (einige reden von Farbstärke oder von Farbkontrast) kann man die Gesamtstärke der Einfärbung des Leuchtdicthebiles hervorheben oder beliebig zurückdrücken, und zwar bis zum Schwarz-Weiß-Bild. Das ist der wichtigste Knopf, der dabei am Farbton nichts ändert. Mit dem Farbton-Regler (man spricht bei einigen Herstellern auch von Farbbebalance, Grundstärke oder Weißtonregelung) läßt sich dagegen je nach persönlichem Geschmack oder Umfeldbeleuchtung die Farbe etwas nach Rot oder nach Blau hin verschieben. Bewußt ist dieser Regler so ausgelegt, daß mit ihm nur eine geringfügige Änderung erfolgen kann. Ein besonderer Vorteil des PAL-Verfahrens ist es ja, daß Farbtonverfälschungen gegenüber dem Original auf dem Wege vom Sender bis zum Bildschirm vermieden beziehungsweise kompensiert werden. Jede Verstellung dieses Knopfes aus der oft „gerasteten“ Grundstellung bedeutet daher - darüber muß man sich klar sein - eine gewisse Verfälschung des Ori-



ginalbildes. Trotz dieser Tatsache haben alle Firmen mit Rücksicht auf die sich dem Fernsehteilnehmer bietende Freiheitlichkeit auf diesen Knopf (Nordmende macht es mit drei Tasten) nicht verzichtet.

Hier bestehen demnach keine Unterschiede zwischen den einzelnen Empfängern, selten auch im grundsätzlichen Aufbau des Farbzweiges (Chromaplatine) mit Farbartverstärker, Burstverstärker, Farbhilfstrichter, PAL-Verzögerungsleitung, PAL-Umschalter, Demodulatoren und anderem mehr. Ein Laufzeitglied zum Ausgleich des Laufzeitunterschiedes zwischen Leuchtdicthe- und Farbartkanal ist



Beispiele aus dem Tischgeräte-Angebot der ersten Farbfernsehempfänger

Tab. II. Farbfernsehempfänger-Chassis

Hersteller	Farbfernsehempfänger-Chassis	Bestückung			Bildröhren-Ansteuerung	Hochspannung und Ablenkleitung		Fernbedienung auch für Farbmatte
		Ro <sup>1</sup>	Trans.	Halbleiterdioden <sup>2</sup>		Farbdiff.	gemeins. erzeugt	
AEG-Telefunken	708	14	33	55	×		×	
Blaupunkt	2001 color	14	38	56	×		×	
	2002 color	14	40	63	×		×	
Graetz	46017X/46037X	13	44	50	×			
Grundig	T 1000 Color	18	23	41		×		
	T 1200 Color	19	23	41		×		
Kaiser	FS 704	14	31	53	×		×	
Kuba-Imperial	C 225	13	32	50	×		×	
Loewe Opta	F 900/S 920	12	41	54	×		×	
Lumophon	Color	18	23	41	×		×	
Metz	678	12	34	57	×		×	
Nordmende	spectra color	14	33	64	×		×	
Philips	K 6	27	13	47	×		×	
Saba	T/S 2000 color	28	13	41	×		×	
Schaub-Lorenz	46027X/46047X	13	44	50	×		×	
Siemens	FF 91	14	40	63	×		×	
	FF 92	14	38	56	×		×	
Wega	901/902	17	36	33	×		×	

<sup>1</sup>) einschl. Bildröhre

<sup>2</sup>) einschl. Netzgleichrichter

ebenso Standard wie die Farbhilfsträgerfalle, die zur Erhöhung der Videobandbreite beim Schwarz-Weiß-Empfang gewöhnlich automatisch überbrückt wird. Alle Firmen setzen auch den mit jeder Zeile übertragenen Burst außer zur Synchronisierung noch zur Ableitung von automatischen Regelgrößen für eine Stufen und schließlich zur automatischen Farb-Ein- und -Abschaltung (Color-Killer) ein. Überall findet man ferner Schaltungen zur Begrenzung des Strahlstroms der Farbbildröhre, und schließlich haben auch alle Firmen auf der Bildröhre eine Entmagnetisierungsspule aufgebracht, die bei jedem Einschalten des Empfängers von einem langsam abklingenden großen Stromimpuls durchflossen wird.

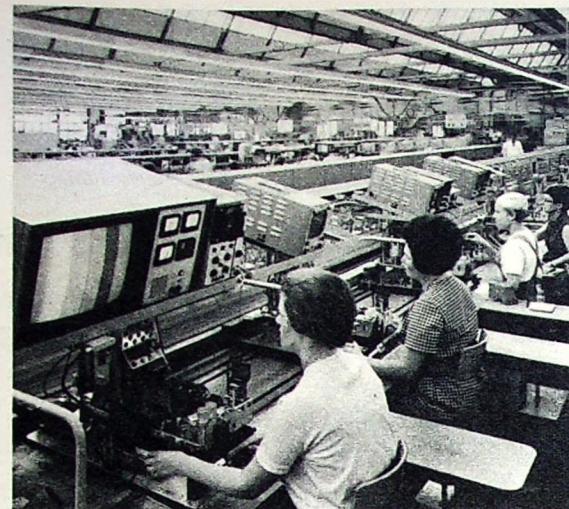
Natürlich lässt sich die Schaltung aller dieser Stufen und Baugruppen unterschiedlich auslegen, und für die aktiven Bauelemente kann man schließlich entweder Röhren oder Transistoren verwenden. Letzteres richtet sich außer nach technischen Gesichtspunkten sehr oft nach wirtschaftlichen Überlegungen, wobei wohl stets die Forderung nach größtmöglicher Sicherheit im Vordergrund steht. Die Stellung der Firmen zur Bestückung mit Röhren oder Transistoren ist unterschiedlich. Meistens wird von der Möglichkeit der Verwendung von Transistoren in dafür geeigneten Stufen weitgehend Gebrauch gemacht. Zwei Firmen (Philips und Saba) sind dabei jedoch noch zurückhaltend.

Wesentliche Schaltungsunterschiede bestehen hauptsächlich bei der Ansteuerung der Farbbildröhre. Zwei Möglichkeiten stehen offen. Bei der RGB-Ansteuerung werden die Farbsignale, die auch die Leuchtdichteinformation enthalten, nach Matrizierung den Katoden der Bildröhre zugeführt. Bei der Farbdifferenz-Ansteuerung wird dagegen das Leuchtdichtesignal Y wie beim Schwarz-Weiß-Empfänger direkt zu den Katoden der Bildröhre geleitet, während an die Wehneltzyylinder der Strahlerzeugungssysteme die um den Leuchtdichtewert verminderten R-, G- und B-Informationen gelangen. Die Bildröhre bildet dabei einen Teil der Matrix.

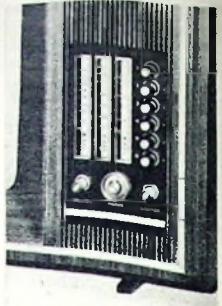
Unterschiede bestehen auch bei der Erzeugung der Hochspannung (25 kV) für die Bildröhre und der für die Horizontalablenkung benötigten Ablenkleitung. Eine Gruppe bevorzugt die gemeinsame Erzeugung (ausgehend vom gemeinsam benutzten Zeilentrafo), die andere die getrennte Erzeugung.

Tab. II soll nicht die Gemeinsamkeiten, die praktisch bei allen Empfängern gleich sind, aufzeigen, sondern vielmehr die wesentlichen Unterschiede. So geht unter anderem aus dieser Tabelle hervor, daß bei nur wenigen (5 Chassis) die Farbsättigung in die Fernbedienung einbezogen ist; der fernsteinstellbare Farbton fehlt noch überall.

Etwas sei noch zur Farbbildröhre gesagt. Stets sind besondere Maßnahmen notwendig, um die durch die gegebene Konstruktion der Bildröhre unvermeidbaren Bildverzerrungen auszugleichen; das machen selbstverständlich alle Firmen. Bei jeder Bildröhre müssen ferner die einzelnen Raster der drei Strahlerzeugungssysteme zur Deckung gebracht werden. Diese Konvergenzeinstellung wird schon in der Fabrik vorgenommen. Eine Überprüfung der Konvergenz ist bei der Inbetriebnahme aber auf jeden Fall zweckmäßig. Die dynamische Konvergenzeinstellung erfolgt



Prüfplätze in der AEG-Telefunken-Serienfertigung der Farbempfänger



Im Bedienelement der AEG-Telefunken-Farbempfänger ist der Regler Farbblende (Farbton) besonders herausgehoben; der Regler für Farbkontrast (Farbsättigung) befindet sich (zusammen mit den üblichen Bedienelementen: Netz, Kontrast, Sprache/Musik-Schalter, Tonblende, Sprache/Musik-Schalter) in der darunter angeordneten, einschiebbaren „Kompakt-Bedienung“

stets am Empfänger von vorn. Diese Möglichkeit besteht bei den Geräten aller Firmen, wenngleich der Weg dazu recht unterschiedlich ist.

Für einen leichten Service der Farbempfänger wurde übrigens überall viel getan. Aber darüber ist auch in den nachfolgenden Ausführungen, die sich auf die zur Verfügung stehenden knappen oder ausführlichen Angaben der Firmen stützen, eine ganze Menge gesagt.

#### AEG-Telefunken

Bei der Entwicklung der serienmäßig hergestellten Farbfernsehempfänger hat man besonderen Wert darauf gelegt, den Geräten eine besonders hohe Gebrauchsqualität zu geben, das heißt, man hat es – und wie es scheint mit Erfolg – verstanden, den Geräten ein Optimum an Konzept- und Fertigungsgüte, Zuverlässigkeit und Servicegüte zu geben.

Die Farbfernsehempfänger sind mit einem 5-Transistor-Allbereich-Tuner ausgestattet, dem der für alle drei Signalkomponenten gemeinsame dreistufige transistorbestückte Bild-ZF-Verstärker folgt. Eine sehr wirksame automatische Verstärkungsregelung hält die Ausgangsspannung des Bild-ZF-Verstärkers konstant, und über zwei Dioden gewinnt man einmal die Ton-ZF (5,5 MHz) und zum anderen das Leuchtdichtesignal. Durch diese getrennte Gleichrichtung vermeidet man das als unerwünschtes Mischprodukt aus Ton- und Farbhilfsträger entstehende störende Moiré (1,07 MHz).

Das vom Bild-ZF-Gleichrichter kommende Signal wird zunächst in der ersten Videostufe verstärkt und dann in seine Komponenten Leuchtdichte- und Farbinformation aufgespalten. Zwischen der zweiten und dritten Videostufe liegt die Verzögerungsleitung (0,8 µs) für das breitbandige Leuchtdichtesignal, die wegen der unterschiedlichen Bandbreiten und damit unterschiedlichen Laufzeiten des Videoverstärkers und des Farbartverstärkers notwendig ist. Am Ausgang der dritten Videostufe ist zur Unterdrückung des Farbrägers eine automatisch durch den Burst gesteuerte 4,43-MHz-Sperre vorhanden. Da

bei Schwarz-Weiß-Sendungen der Burst fehlt, spricht die über eine Diode gesteuerte Sperre nicht an, und es steht beim Empfang des Schwarz-Weiß-Bildes die volle Bandbreite von rund 4,5 MHz zur Verfügung. Damit wird das große Auflösungsvermögen der Farbbildröhre für Schwarz-Weiß-Signale voll ausgenutzt. Beim Empfang eines Farbfernsehsignals hingegen senkt die dann wirksame Sperre den Videofrequenzgang bei 4,43 MHz um 26 dB ab.

Das der ersten Videostufe selektiv entnommene Farbartsignal wird nach Verstärkung in dem schmalbandigen Farbartverstärker (Mittelfrequenz 4,43 MHz) dem PAL-Laufzeitdemodulator zugeführt und dort in die beiden trägerfrequenten Farbdifferenzsignale aufgespalten. Infolge der automatischen Verstärkungsregelung des Farbartverstärkers bleibt die optimale Farbsättigung unabhängig von der Senderabstimmung erhalten und wirkt als Farbkontrast-Automatik (ACC). Diese Automatik hält das Verhältnis von Farbsignal zu Leuchtdichtesignal konstant, wobei jedoch beide Signale getrennt einstellbar sind. Die erforderliche Regelspannung wird durch Gleichrichtung des Burst in der Burst-Austaststufe gewonnen und über ein Triodenstystem als Impedanzwandler der ersten Stufe des Farbartverstärkers zugeführt.

In der Burst-Austaststufe werden außer dem Synchronisationssignal für Frequenz und Phase des Referenzträger-Oszillators die Signale für den Farbabschalter (Color-Killer), die Farbkontrast-Automatik und die PAL-Identifikation gewonnen. Zur Erzeugung des Referenzträgers, der in Frequenz und Phase dem Farbhilfsträger entspricht, dient ein quarzgesteuerter Oszillator, der über eine Phasenvergleichs- und Reaktanzstufe gesteuert wird.

Die beiden Farbdifferenzsignale gelangen nach der Demodulation zusammen mit dem Leuchtdichtesignal zur RGB-Matrix. Das Blau-Differenzsignal wird auf die Blau-Matrix-Stufe und das Rot-Differenzsignal auf die Rot-Matrix-Stufe gegeben. Aus der Addition der beiden Farbdifferenzsignale und des Leuchtdichtesignals ergeben sich am Ausgang der Blau- und Rot-Matrix das Blau- beziehungs-

weise Rot-Signal. Das Grün-Signal wird in der Grün-Matrix aus genau definierten Anteilen der Blau- und Rot-Farbdifferenzsignale mit dem Leuchtdicthesignal gebildet. Die auf diese Weise in den Matrix-Stufen entstandenen RGB-Farbsignale steuern dann nach entsprechender Verstärkung in den Endstufen die drei Kathoden der Farbbildröhre.

Ein besonderes Problem beim Farbfernsehempfänger ist die Konstanz der "Weiß-Balance". Um den Weiß-Wert auf dem Bildschirm konstantzuhalten, ist es erforderlich, das gegenseitige Verhältnis der Rot-, Grün- und Blau-Signale außerordentlich konstantzuhalten. Dieses einmal eingestellte Verhältnis muß auch über lange Zeiträume unverändert bleiben und darf sich auch bei Alterung und Austausch von passiven oder aktiven Bauelementen im Verstärkerteil nur so wenig ändern, daß sich die Spannungen an den Kathoden der Farbbildröhre relativ zueinander um nicht mehr als 0,5 V ändern. Jede darüber hinausgehende Änderung macht sich als Farbumschlag bemerkbar.

Zu diesem Zweck gleicht man in der Fertigung an den drei Schirmgittern der Bildröhre den "Cut-off-Punkt" ganz besonders sorgfältig ab. Bei Aussteuerung der Verstärker mit einem Treppensignal wird dann auf dem Leuchtschirm eine Grautreppe wiedergegeben. Diese Einstellung erfolgt mit Hilfe von zwei Potentiometern im Grün- und Blau-Verstärkungszug. Nach dieser Einstellung im Prüffeld dürfen die relativen Abweichungen der Videosignale nur noch kleiner als 0,5 V an der Anode der Endstufe sein. Das läßt sich nur durch eine Klemmschaltung erreichen. Zwischen den Kathoden und den Gittern 1 der Farbbildröhre liegen Klemmdioden mit entsprechenden Ladekondensatoren, die von einem Zeilensignal getastet werden und dafür sorgen, daß die Gleichspannungsdifferenzen zwischen den Kathoden und Steuergittern in dem zuvor eingestellten Verhältnis erhaltenbleiben. Der "Cut-off-Punkt" wird also festgehalten, so daß Weiß auch wirklich Weiß bleibt, auch wenn die Bauelemente altern oder Röhren des Farbartverstärkers ausgewechselt werden müssen. Mit dieser Schaltung lassen sich Änderungen von 5 ... 6 V - also des zehnfachen Wertes der Wahrnehmbarkeitsgrenze - auf dem Bildschirm ausregeln, ohne daß ein erneuter Graubalast erfolgen muß.

Damit bei Schwarz-Weiß-Empfang die in den Durchlaßbereich des Farbartverstärkers fallenden videofrequenten Anteile sich nicht als Farbrauschen bemerkbar machen können, hat der Empfänger eine Automatik (Color-Killer), die die dritte Farbartverstärkerstufe abschaltet, wenn der Burst fehlt, das heißt vom Sender keine Farbsendung ausgestrahlt wird.

Die Schaltungstechnik der Ablenkteile und die Hochspannungserzeugung stimmen weitgehend mit der Schwarz-Weiß-Technik überein. Die Hochspannungsstabilisierung mit Hilfe einer Ballasttriode sorgt dafür, daß bei allen vorkommenden Helligkeitsabstufungen im Fernsehbild die Belastung der Hochspannungsquelle konstant bleibt. Fokussier- und Konvergenzfehler können deshalb bei Helligkeitschwankungen des Farbfernsehbildes nicht auftreten.

Besonders hohe Anforderungen werden an den Farbfernsehempfänger gestellt, um ein gutes Schwarz-Weiß-Bild zu erhalten. Dafür ist die hohe Kongruenz von Bild-

breite, Bildhöhe, Geometrie, Linearität und Konvergenz sowie die gute Konstanz aller Oszillatoren für UHF, VHF, Farbträgerfrequenz, Bild- und Zeilenfrequenz eine der wichtigsten Voraussetzungen. Um dieses Problem radikal zu lösen, hat Telefunken alle wichtigen Spannungen elektronisch stabilisiert. Zur Stabilisierung der Anodenspannung von 380 V hat man eine Schaltung mit der PL 505 als Längsröhre und der EF 80 als Steuerröhre gewählt. Die Versorgungsspannung für die Transistoren (24 V) wird mit zwei Transistoren BD 111 und BC 129 stabilisiert. Diese Schaltung scheint zunächst recht aufwendig zu sein. Sie ist aber gerechtfertigt, denn durch diese Maßnahmen haben Netzzspannungsschwankungen zwischen 190 V und 240 V keinen Einfluß auf die Qualität des Bildes.

Bei Telefunken hat man sich zu der 380-V-Konzeption entschlossen, weil es damit möglich war, die in den USA beim Bau von mehreren Millionen Farbfernsehempfängern gemachten Erfahrungen auszunutzen. Außerdem glaubt man damit einen Weg gefunden zu haben, die Zeilen-Endstufe PL 505 mit dem besten Wirkungsgrad betreiben zu können. Man erwartet, daß diese Röhre in der Horizontal-Ablenkstufe eine Lebensdauer erreicht, die in Schwarz-Weiß-Empfängern nicht nachsteht.

Die Farbbildröhre ist das mit großem Abstand teuerste "Verschleißteil" des Farbfernsehempfängers. Um den Kunden vor unliebsamen Überraschungen durch vorzeitigen Ausfall der Farbbildröhre zu schützen, hat man besondere Schutzmaßnahmen vorgesehen, die unter allen denkbaren Umständen eine Gefährdung der Farbbildröhre ausschließen. Dazu dient einmal die radikale Begrenzung des Betriebsstrahlstroms auf 1,5 mA. Bei diesem Strom und 25 kV Anodenspannung werden 80 % der Leistung (rund 30 W) zum Aufheizen der Lochmaske verbraucht. Die Erfahrung hat gezeigt, daß Ströme über 1,5 mA eine dauernde Verformung der Lochmaske zur Folge haben können. Das bedeutet, daß die Farbreinheit nicht mehr eingestellt werden kann. Um den Strom auf 1,5 mA zu begrenzen, hat man die kalte Seite des Hochspannungstransformators über einen Widerstand an Masse gelegt. Übersteigt der Strom durch die Hochspannungswicklung den Wert von 1,5 mA, dann verschiebt die an dem Widerstand abfallende Spannung den Arbeitspunkt eines Transistors und verringert damit die

Helligkeit. Über eine Diode wird gleichzeitig auch noch die Zeilen-Endstufe heruntergeregt, so daß niemals eine Beschädigung der Bildröhre infolge eines unzulässig hohen Betriebsstrahlstroms auftreten kann. Diese Schaltung schützt gleichzeitig auch vor defekten Einzelteilen und Schlüssen in der Zeilen-Endstufe. Selbst ein Fehler in der Ballasttriode PD 500 und der Hochspannungsgleichrichterröhre GY 501 oder sogar der Ausfall des Zeilentransformators können keine Beschädigung der Bildröhre zur Folge haben.

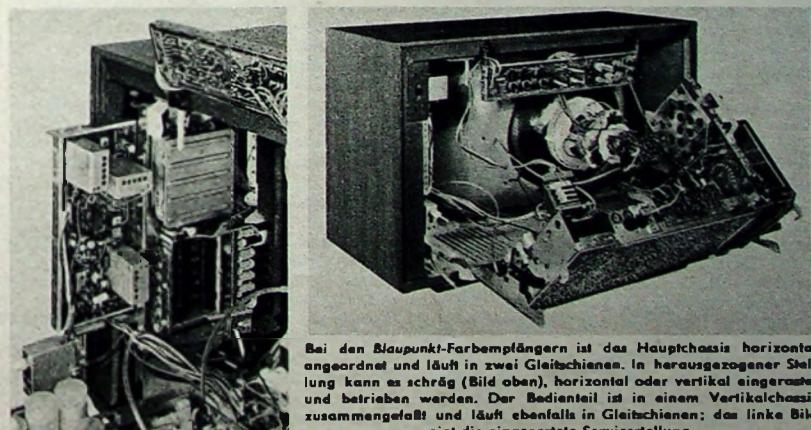
Abschließend sei noch kurz die automatische Entmagnetisierung der Bildröhre erwähnt, die zur Erhaltung der Farbreinheit erforderlich ist. Hierzu fließt durch die Entmagnetisierungspule der Farbbildröhre bei jedem Einschalten des Empfängers über eine Kombination von VDR- und PTC-Widerstand im Moment des Einschaltens ein Strom von 80 A, der innerhalb von 30 Sekunden auf Bruchteile eines Milliampere abklingt. Die entmagnetisierende Wirkung dieses abklingenden Wechselfeldes ist so groß, daß selbst bei absichtlicher Aufmagnetisierung der Lochmaske durch einen auf den Bildschirm gebrachten Dauermagneten nach erneutem Einschalten des Empfängers die ursprüngliche Farbreinheit wiederhergestellt wird.

#### Blaupunkt

Bei den 5 Modellen von Blaupunkt handelt es sich um 3 Tischgeräte, 1 Standgerät mit verschließbarer Doppeljalousie sowie um 1 Modell, daß sowohl als Tisch- als auch als Standgerät eingesetzt werden kann. Für die reinen Tischgeräte sind passende Edelholz-Tischgestelle lieferbar, die eine eingebaute Breitbandkombination mit zwei Lautsprechern enthalten.

Eine Ausnahme von der üblichen Bestückung mit einer 63-cm-Farbbildröhre macht das besonders auf den kleineren Wohnraum zugeschnittene Modell "CTV 2000", dessen 56-cm-Farbbildröhre (RE 22 JB 22) einen geringeren Betrachtungsabstand zuläßt.

Die Schaltung der Geräte ist einheitlich aufgebaut. Ein Unterschied besteht lediglich in der Ausstattung mit einem integrierten Tuner, der mit einem mechanischen Tastenaggregat kombiniert ist (Chassis „2000“, 6 Programmwählertasten, elektronische Scharfabbildung), oder mit einem Tuner mit Tastenprogrammwahl über Diodenabstimmung (Chassis „2002“, 7 Programmwählertasten).



Bei den Blaupunkt-Farbempfängern ist das Hauptchassis horizontal angeordnet und läuft in zwei Gleitschienen. In herausgezogener Stellung kann es schräg (Bild oben), horizontal oder vertikal eingerastet und betrieben werden. Der Bedienteil ist in einem vertikalen Chassis zusammengefaltet und läuft ebenfalls in Gleitschienen; das linke Bild zeigt die eingerastete Servicestellung.

Wie auch bei den AEG-Telefunken-Geräten (die Grundkonzeption der AEG-Telefunken-, Blaupunkt- und Nordmende-Chassis wurde gemeinsam erarbeitet), sind in Hinblick auf eine möglichst geringe, im Gerät auftretende Wärmeentwicklung an allen technisch und wirtschaftlich vertretbaren Stellen Halbleiter eingesetzt.

Durch Strahlstrombegrenzung und diverse automatische Schutzschaltungen ist gewährleistet, daß auch beim Ausfall bestimmter Bauteile oder extrem falscher Bedienung keine Gefahr für die Farbbildröhre und den Zeilentransformator besteht.

Andere Automatikschaltungen sorgen dafür, daß die Bedienung genauso einfach wie die Bedienung eines Schwarz-Weiß-Gerätes ist. Die Umschaltung von Schwarz-Weiß- auf Farbwiedergabe erfolgt automatisch. Durch automatische Abschaltung der Farbfalle bei Schwarz-Weiß-Empfang konnte die Wiedergabe des Schwarz-Weiß-Bildes wesentlich verbessert werden.

Auffallend ist der große Farbstärkenregler, dessen Innenfläche in zurückgedrehtem Zustand schwarz erscheint. Beim im Normalfall nur einmalig erforderlichen Einstellen der Farbstärke (Farbsättigung) wird ein mehr oder weniger großer farbiger Sektor sichtbar. Auch beim Programmwechsel wird nur in Ausnahmefällen ein Nachregeln der Farbstärke erforderlich sein, da die Geräte über einen geregelten Farbartverstärker verfügen. Der zusätzliche Farbbebalance-Regler gestattet es, den Gesamtfarbeindruck in geringen Grenzen zu variieren und einen nachteiligen Einfluß von Fremdlicht auf die Farbwiedergabe zu kompensieren.

Bei jedem Einschalten der Empfänger wird die Lochmaske der Farbbildröhre durch eine automatische Entmagnetisierungseinrichtung entmagnetisiert.

Der Aufbau der Empfänger ist servicegerecht. Das Hauptchassis ist horizontal angeordnet und läuft in zwei Gleitschienen. Es läßt sich ohne Auftrennen von Verbindungen ganz aus dem Gehäuse herausziehen und außer in der Horizontal- noch in einer Schräg- und Vertikallage einrasten. Dadurch sind alle Punkte der Schaltung gut zugänglich. Ein großer Teil der für Farbwiedergabe erforderlichen Stufen ist zu einem steckbaren Farbteil zusammengefaßt. Dieses Farbteil kann für Servicezwecke herausgezogen werden, wobei das Gerät als Schwarz-Weiß-Empfänger weiter betriebsfähig bleibt. Tuner, Bedienungs- und ZF-Teil sind zu einem weiteren vertikal im Gehäuse gleitenden Chassis zusammengefaßt. Eine Arretierung in der Servicesetzung sorgt dafür, daß das herausgezogene Vertikallchassis fest mit dem Gehäuse verbunden bleibt. Die Verbindungen zu den einzelnen Baugruppen sind weitgehend steckbar ausgeführt, so daß das Chassis ohne Auftrennen von Lötverbindungen vollkommen vom Gehäuse getrennt werden können.

Da die Ansteuerung der Farbbildröhre nach dem RGB-Prinzip erfolgt, ist eine einfache Überprüfung der Farbanteile mit vorhandenen Werkstatt-Oszillografen möglich. Die Konvergenzplatte ist an der hinteren Oberkante des Gehäuses eingehängt. Sie kann um 180° nach oben geschwenkt werden, so daß die Einstellung der statischen und dynamischen Konvergenz ohne Werkzeug von vorn möglich ist. Eine weitere Erleichterung für den Service ergibt sich durch die entkoppelte Vertikal-Konvergenzschaltung, die ein ge-

trentes Einstellen der dynamischen Konvergenz in der oberen und unteren Bildhälfte erlaubt. Der Grauabgleich wird durch einen Serviceschalter vereinfacht, mit dem die Vertikalanlenkung abgeschaltet und die Helligkeit geklemmt wird. Die Knöpfe der für den Grauabgleich erforderlichen Schirmgitterregler sind unverwechselbar rot, grün und blau eingefärbt.

#### Graetz

Graetz und Schaub-Lorenz verwenden in ihren Fernsehgeräten das gleiche Chassis. Der Geschäftsbereich Rundfunk, Fernsehen, Phono der Standard Elektrik Lorenz AG macht diesbezüglich auf die Überlegungen aufmerksam, die zu diesem Entschluß geführt haben: Während der Entwicklungsarbeiten und innerhalb der Serienfertigung konnten interessante Rationalisierungsmöglichkeiten weitgehend ausgenutzt werden, und für den Fachhandel bieten sich Vorteile im Hinblick auf die Service-Einfachheit und eine rationelle Ersatzteil-Lagerhaltung.

Bei diesem gemeinsamen Farbfernsehchassis kommt im Verhältnis zu üblichen Schwarz-Weiß-Bedienungselementen außer den Drehknöpfen „Farbstärke“ und „Farbtönung“ noch eine Taste „Farbe“ (Farbabschalter) hinzu. Die Umschaltung von Schwarz-Weiß auf Farbe und umgekehrt erfolgt bei gedrückter Taste „Farbe“ automatisch. Zur Erleichterung der Einstellung von Helligkeit und Kontrast kann beliebig manuell auf Schwarz-Weiß umgeschaltet werden. Ein Anschluß für Fernbedienung ist vorhanden, und zwar außer für Ton und Helligkeit auch für Farbsättigung.

Das Chassis ist sehr weitgehend transistorisiert. Die Ansteuerung der Farbbildröhre erfolgt nach dem RGB-Prinzip. Die RGB-Endstufen sind jeweils mit zwei in Serie geschalteten Silizium-Planar-Transistoren bestückt. Für den Service sind vor allem wichtig: Das übersichtliche Klappchassis; die Konvergenzeinstellung von vorn und die Klemmung der Konvergenzspannungen; leicht zugängliche Serviceschalter zur Kontrolle der einzelnen Farbauszüge; die fest eingestellte PAL-Verzögerungsleitung; wenig Abgleichpunkte.

#### Grundig

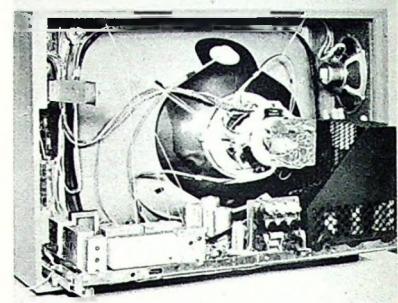
Grundig nannte die meisten Gerätetypen (2 Tischempfänger, 1 Einschubgerät und 7 Standgeräte). Zwar gibt es auch dort nur wie bei allen anderen Herstellern eine einzige Chassiskonzeption. Sie wird in zwei Varianten herausgebracht: Das Chassis „T 1000 color“ enthält den Allbereich-Tuner „Monomat SE“ mit Diodenabstimmung (Drehwähler mit 6 Programmstellungen), während das Chassis „T 1200 color“ mit dem neuen fernbedienbaren Drucktasten-Programmwähler „Monomat de Luxe“ ausgerüstet ist (7 Programmstellungen).

Als gerätemäßige Neuentwicklungen führt man je einen Tisch- und Standempfänger mit diesen beiden Chassis und außerdem einen „Farbfernseh-Einschub“ mit dem Chassis „T 1200 color“. Nun bietet aber Grundig zusätzlich noch schon im Schwarz-Weiß-Programm erhältliche Stilmöbel-Kombinationen an Stelle mit einem Schwarz-Weiß-Empfänger wahlweise auch mit Farbempfänger an.

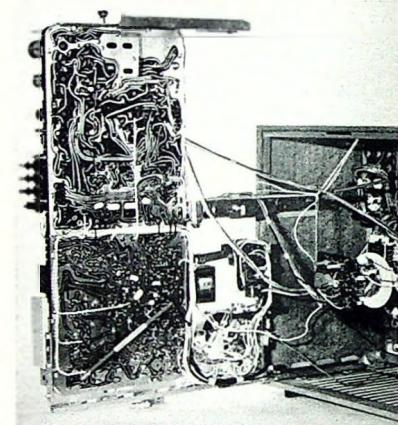
Das Neue des Farbempfängers gegenüber dem üblichen Schwarz-Weiß-Empfänger stellt Grundig schon äußerlich im Bedie-

nungsfeld seiner Empfänger heraus. Die Regler „Farbkontrast“ (Farbsättigung) und „Farbton“ wurden nicht einfach zu den Bedienungselementen Kontrast, Helligkeit und Lautstärke hinzugesetzt, sondern unten auf dem Bedienungsfeld in einem besonders auffallenden kleinen Feld „color“ zusammengefaßt.

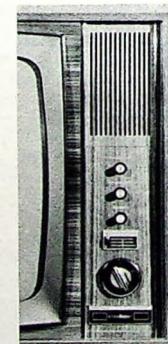
In bezug auf die Bestückung mit Röhren und Transistoren wählte Grundig einen Mittelweg. In der übrigen Technik ent-



Innenansicht des Grundig-Gerätes „T 1000 Color“



Das Chassis ist einschließlich des Bedienteils nach hinten herausziehbar und dann nach links schwenkbar



Die Einstellregler für die dynamische Konvergenzeinstellung sind bei den Grundig-Geräten hinter dem vorderen Lautsprecher angeordnet

schied man sich beispielsweise für die Farbdifferenz-Ansteuerung der Bildröhre und wählte eine getrennte Erzeugung von Hochspannung und Horizontal-Ablenkleistung.

Um das Herausnehmen der Konvergenzeinstelleinheit aus dem Chassis oder das

Hoch- oder Seitwärtsklappen einer solchen Platte zu sparen, wurde die entsprechende Einheit auf der Vorderfront hinter einem nach vorn strahlenden, auf einer Platte angebrachten Lautsprecher angeordnet. Die Lautsprecherplatte läßt sich auf einfache Art herausnehmen, so daß die Konvergenzeinstellorgane dann sofort von vorn zugänglich sind.

Auch für den weiteren Service der Geräte wurde manches getan. So kann das im Innern der Gehäuse horizontal gelagerte Hauptchassis mit wenigen Handgriffen (nach hinten herausziehen und dann nach links hochklappen) in ein von beiden Seiten sehr zugängliches Vertikalchassis verwandelt werden, wobei der Empfänger betriebsbereit bleibt.

#### Loewe Opta

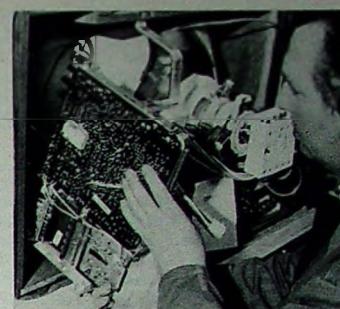
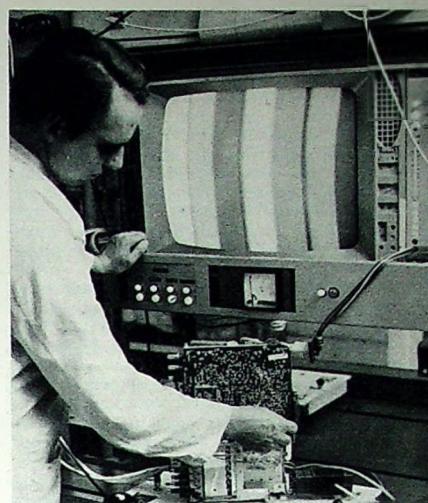
Farbsättigungs- und Farbtonregler sind in die Bedienungsleiste der Loewe Opta-Empfänger organisch eingegliedert. Die Technik des Farbteils ist weitgehend auf die Verwendung von Transistoren und anderen Halbleiterbauteilen abgestellt. Der auf den Farb-ZF-Verstärker folgende Burst-Verstärker ist zweistufig ausgeführt. Um bei ungenauer Einstellung des Tuners starkes Schwanken der Farb-ZF-Spannung zu verhindern, wirkt eine auf die Burstamplitude bezogene Regelspannung den Schwankungen entgegen.

Loewe Opta wählt die Farbdifferenz-Ansteuerung der Bildröhre. Im PAL-De-modulator mit Verzögerungsleitung wird das Farbartsignal in seine beiden Komponenten ( $B-Y$ ) und ( $R-Y$ ) aufgespalten; am Ausgang erscheinen die 4,4 MHz aufmodulierten Farbdifferenzspannungen. Das ( $B-Y$ )-Signal durchläuft dann einen  $90^\circ$ -Phasenschieber. Es wird anschließend im Synchron demodulator demoduliert und der Matrix zugeführt. Das ( $R-Y$ )-Signal ist beim PAL-System von Zeile zu Zeile um  $180^\circ$  in der Phase gedreht. Im PAL-Umschalter des Empfängers, der von einem Multivibrator gesteuert wird, schaltet man deshalb wieder das ( $R-Y$ )-Signal um  $180^\circ$  je Zeile um und erhält damit das ursprüngliche ( $R-Y$ )-Signal. Wie das ( $B-Y$ )-Signal führt man das ( $R-Y$ )-Signal einem Synchron demodulator zu. In einer Matrix wird schließlich aus dem ( $B-Y$ )-Signal und dem ( $R-Y$ )-Signal noch das ( $G-Y$ )-Signal gewonnen. Diese drei Farbdifferenzspannungen werden verstärkt und über eine Klemmschaltung den Steuergittern der Farbbildröhre zugeführt. In der Farbbildröhre ergibt sich aus dem den drei parallel geschalteten Katoden der Strahlerzeugungssysteme zugeführten Y-Signal und den Differenzspannungen an den Gittern die Farbsteuerung:  $(B-Y+Y) = B$ ;  $(G-Y+Y) = G$ ;  $(R-Y+Y) = R$ .

Die Hochspannung für die Bildröhre und die Leistung für die Horizontalablenkung werden getrennt erzeugt. Eine automatische Entmagnetisierung der Bildröhre erfolgt bei jedem Einschalten des Empfängers. Die Konvergenzeinstellung des Empfängers kann von vorn erfolgen.

#### Metz

Die beiden Farbfernsehgeräte von Metz haben einen Kanalwähler mit getrennten Aggregaten für VHF und UHF mit Diodenabstimmung. Die Bedienung erfolgt durch 6 Sendertasten mit Zentralabstimmung. Zusätzliche Bedienungselemente gegenüber einem Schwarz-Weiß-Empfänger sind für Farbbetrieb auch hier lediglich



Das schmale Farbverstärker-Chassis der Kuba-Imperial-Empfänger (über die bereits im Heft 4/1967, S. 122-123, ausführlich berichtet wurde) ist leicht ein- und auszubauen; es sitzt in einer Federsperre neben der Bildröhre. Links: Einstellung des 7,8-kHz-Verstärkers des Chassis während der Fertigung

der Farbsättigungsregler und der Farbtonregler.

Auch Metz arbeitet mit Farbdifferenz-Ansteuerung der Bildröhre. Der dreistufige Y-Verstärker mit dem Laufzeitausgleich zwischen der ersten und zweiten Stufe ist gleichstromgekoppelt. Die Y-Endstufe steuert über die mittelwertabhängige Strahlstrombegrenzung die drei Katoden der Bildröhre in Parallelschaltung. Durch automatisches Abschalten der Farbräger-sperre vor den Bildröhrenkatoden wird bei Schwarz-Weiß-Empfang die Videobandbreite vergrößert.

Da der dreistufige Farbsignalverstärker über eine burstgesteuerte Farbsättigungs-automatik verfügt (Gesamtverstärkungsreserve 26 dB), ist die Farbsättigung unabhängig von Übertragungs- und Abstimmfehlern. Farbsignalverstärkung und Kontrasteinsteller sind miteinander gekoppelt. Der getrennt arbeitende Sättigungseinsteller weist mindestens 6 dB Verstärkungsreserve auf.

Die PAL-Glas-Verzögerungsleitung hat nur  $\pm 3$  ns Laufzeittoleranz. Es ist für sie kein Laufzeitabgleich erforderlich. Dadurch ist höchste Stabilität gewährleistet.

Für das ( $R-Y$ )-Signal und das ( $B-Y$ )-Signal sind symmetrische Synchron demodulatoren eingebaut. Die ( $R-Y$ )-Umschaltung erfolgt durch Referenzträgerumpolung am ( $R-Y$ )-Demodulator. Der Farbdifferenzverstärker ist mit Transistoren bestückt. Die Gegenkopplung in den Emittoren bewirkt hohe Verstärkungsstabilität. Die ( $G-Y$ )-Matrikierung wird aus den Emitterwiderständen gespeist und steuert den ( $G-Y$ )-Farbdifferenzverstärker am Emitter an. Dabei entsteht kein Übersprechen zwischen den Farbdifferenzsignalen.

Der Referenzoszillator ist quarzstabilisiert und wird über den Phasenvergleich und einen Regelspannungsverstärker dioden-abgestimmt. Die PAL-Schalter-Synchronisation wird über einen mitgezogenen 7,8-kHz-Oszillator bewirkt. Der Farabschalter (Color-Killer) spricht auf fehlendes Farbsynchronsignal, abhängig vom synchronen Mitlaufen des PAL-Schalters und Referenzoszillators, an.

Die Geräte haben getrennte Hochspannungserzeugung. Ihre Bildröhre wird - wie üblich - bei jedem Einschalten des Gerätes entmagnetisiert.

Alle Organe für die Konvergenzeinstellung sind auf einem einzigen Teil - der Konvergenz-Einstellplatte - angeordnet, das von vorn zugänglich ist. Die Konvergenz-Einstellplatte ist nach Entfernen der Rückwand und Lockern zweier Schrauben nach rückwärts herausziehbar und kann nach oben geklappt und in dieser Stellung arretiert werden, so daß das Einstellen von vorn durch direktes Beobachten des Bildes erfolgen kann. Auch die wichtigsten Einstellorgane für die statistische Konvergenz befinden sich auf der Konvergenz-Einstellplatte. Durch geeignetes Zusammenfassen der Konvergenzströme für Grün und Rot wurde eine Trennung der



Die Chroma-Platte (links) des Metz-Chassis ist schwenkbar; rechts: das L-förmige Klappchassis mit den Leiterplatten für Ablenkung und Hochspannungs-erzeugung; oben: die schwenkbare, von vorn bedienbare Konvergenz-Einstellplatte (s. auch Titelbild)

Einstellorgane für die Konvergenz der waagerechten und senkrechten Linien erreicht.

Dieses Verfahren bringt eine erhebliche Verringerung der begrifflichen Schwierigkeiten, ermöglicht eine eindeutige, sinnfällige Bezeichnung der Einstellorgane und verkürzt die Einstellzeit der Konvergenz erheblich.

Auch die Einstellorgane für den Weißabgleich (Unbunt-Abgleich) der Grauskala

sind auf der Konvergenz-Einstellplatte zur Erleichterung des Service untergebracht. Servicefreundlich sind auch die als Schwenkhassis ausgeführte Chroma-Platte und die als Klappchassis ausgebildete Platte für die Ablenk- und Hochspannungserzeugung.

#### Nordmende

**Nordmende**, der dritte Partner der bereits erwähnten Entwicklungsgruppe, wählt für seine „spectra color“-Geräte gegenüber den AEG-Telefunken- und Blaupunkt-Geräten ausführungsmäßig einige Varianten. So sind an Stelle eines Farbtonreglers drei Farbtonstufen vorhanden, mit denen man die Empfänger entweder auf optimale naturgetreue Wiedergabe oder – je nach persönlichem Geschmack – etwas rötlich oder bläulich gefärbt einstellen kann. Als Tuner der Empfänger wird ein VHF/UHF-Tuner mit Diodenabstimmung benutzt (6 VHF- und 4 UHF-Programmwahtasten). Gute Zugänglichkeit aller Teile und Baugruppen beim Service stand auch hier bei der Konstruktion der Empfänger Pate; so ist beispielsweise die Konvergenz-Platine ebenfalls von vorn bedienbar.

#### Philips

Bereits seit über 25 Jahren arbeiten die Philips-Laboreien auf dem Gebiet des Farbfernsehens. Die Grundlagenforschung geht zurück bis in das Jahr 1941. Eine kleine Stückzahl von Farbfernsehempfängern, die im wesentlichen dafür dienten, sowohl im Laborversuch als auch im praktischen Betrieb in den USA erste Erfahrungen zu sammeln, wurden 1953 hergestellt. Eine etwas größere Produktion weiterentwickelter Farbfernsehempfänger lief 1962 an. Diese Geräte wurden in den USA, in Kanada sowie in verschiedenen europäischen Ländern erprobt. In Eindhoven begann 1966 die echte Serienproduktion von NTSC-Empfängern, die vornehmlich nach Kanada gingen, und in diesem Frühjahr lief dort das 10 000. Exportgerät vom Fließband. Die Fertigung von PAL-Farbfernsehempfängern begann am Jahresende 1966/67. Die Fernsehgerätefabrik Krefeld der Deutschen Philips GmbH hat im Januar 1967 die erste Serie in der Bandproduktion anlaufen lassen, und seit mehreren Wochen läuft dort die Großserie.

Auch bei Philips ist man sich darüber im klaren, daß dem Service insbesondere in der Anlaufzeit des Farbfernsehens besondere Bedeutung zukommt. Mit Erfolg hat man sich darum bemüht, Konstruktionen zu schaffen, die dem Service-Techniker das Arbeiten erleichtern. Die für den deutschen Markt bestimmten Farbfernsehempfänger haben ein Vertikal-Klapplchassis, dessen gedruckte Leiterplatten zusammen mit der Zeilen-Endstufe und dem Netzteil in einem stabilen Chassisrahmen untergebracht sind. Besonderes Merkmal der Philips-Farbfernsehempfänger ist, daß die Konvergenz-Einstelleinheit innen an der linken Gehäusewand befestigt ist und nach Lösen einer Schraube herausgenommen werden kann. Der Servicetechniker kann damit alle Einstellungen für die dynamische Konvergenz von vorn unter direkter Beobachtung des Bildschirms vornehmen. Am Rande vermerkt sei, daß die Vitrine „Goya“ in einer sogenannten „Technischen Box“ den kompletten Empfänger enthält; er läßt sich im Servicefall damit leicht und einfach aus dem Vitrinengehäuse herausnehmen.

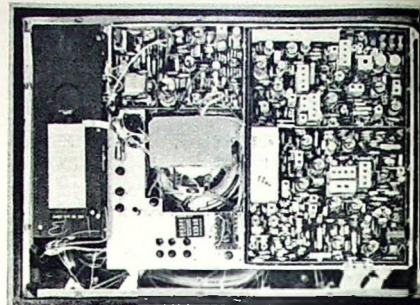
Das dem mit drei Messa-Transistoren bestückten integrierten Kanalwähler entnommene ZF-Signal wird zunächst in drei ZF-Stufen (EF 184, 2 × EF 183) verstärkt. Die vierte ZF-Stufe ist jeweils für das Leuchtdichte- und das Farbartsignal getrennt aufgebaut, um mögliche Interferenzstörungen auf ein Minimum zu reduzieren. Das Farbartsignal gelangt über eine weitere EF 184 als vierte ZF-Stufe zum Farbartgleichrichter. Der Diode werden selektiv der Bildträger und das Farbartsignal (sowie Tonträger) zugeführt. Die erforderliche Durchlaßkurvenform ergibt sich durch eine ZF-Sperre in Bandmitte, so daß der Farbträger auf einer verhältnismäßig breiten, flachen Kuppe der zweihöckerigen Durchlaßkurve liegt. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß sich beim Abstimmen des Senders die Farbsättigung nur geringfügig ändert. Das demodulierte 4,43-MHz-Farbartsignal gelangt dann nach zweistufiger Verstärkung zur PAL-Laufzeitleitung in die Farbart-Speicherstufe. Sie besteht aus der PAL-Laufzeitleitung, dem PAL-Schalter mit zwei Transistoren sowie einer weiteren Transistorstufe zur Synchronisierung der richtigen Schaltphase der Laufzeitleitung.

Besonders interessant ist die mit drei Röhren PCF 200 bestückte Matrix-Stufe. Die Pentodensysteme werden zur Signalverstärkung benutzt, während die drei Triodensysteme als Klemmdiode für das Farbdifferenzsignal geschaltet sind. In der ersten und der dritten Pentode werden die Farbdifferenzspannungen (R-Y) und (B-Y) auf den für die Aussteuerung der Farbbildröhre erforderlichen Wert verstärkt. Über einen in der Katodenleitung liegenden Widerstand (470 Ohm), der als Gegenkopplung wirkt, läßt sich eine relative Farbverschiebung, entsprechend dem persönlichen Geschmack, einstellen (Farbtonregler).

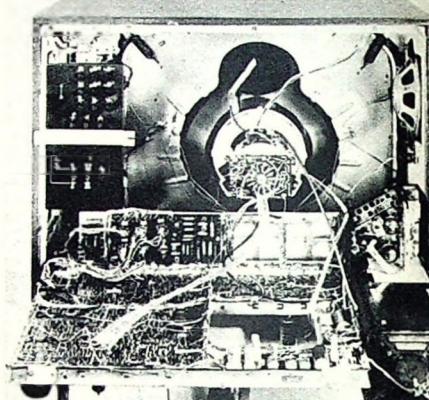
Zur Bildung der (G-Y)-Farbdifferenzspannung führt man dem Steuergitter der zweiten Pentode je eine Teilkomponente vom (R-Y)- und (B-Y)-Signal zu. Die drei Triodensysteme liegen zur Konstanthaltung der Nullpegel der Farbdifferenzspannungen als Klemmdiode an den Wehneltzylindern der Farbbildröhre. Über den Fußpunkt der drei Trioden kann mit einem 100-kOhm-Regelwiderstand die Grundhelligkeit eingestellt werden.

Zur automatischen Farbsperrung liefert der Burstdiskriminator über zwei Dioden eine automatische Regelspannung, deren Höhe von der Amplitude des Bursts abhängt. Die Regelspannung wird nach entsprechender Verstärkung dann der ersten Farbartverstärkerstufe zugeführt. Bei fehlender Regelspannung, also bei fehlendem Burst, erhält das Gitter der zweiten Farbartverstärkerstufe über eine galvanisch gekoppelte zweite Triode eine hohe negative Spannung, die den Farbartverstärker sperrt.

In den drei Katodenleitungen der Farbbildröhre liegen zur Kennliniengleichung für die Graustufeneinstellung VDR-Widerstände, die als Gegenkopplung wirken. Eine bemerkenswerte Besonderheit ist die Weiß-Umschaltung. Sie hat den Zweck, die Farbtemperatur des Bildweiß an die Schwarz-Weiß- und Farbwiedergabe optimal anzupassen. Während bei Farbempfang eine exakte Weißwiedergabe (leichtes Chamois-Weiß) erwünscht ist, zieht man bei Schwarz-Weiß-Wiedergabe meist das bekannte bläuliche Weiß vor, weil es einen höheren Kontrast ergibt. Zu



Blick von hinten auf das Chassis des Philips-Empfängers „Goya“



Das Philips-Chassis kann ganz herausgeklappt werden; die Einstelleinheit für die Konvergenz ist flach an der linken Gehäusewand angebracht (im Foto ist sie für Demonstrationszwecke um 90° gedreht)

diesem Zweck liegt in der automatischen Farbsperrung noch eine weitere Triode mit einem Relais in der Anodenleitung, das diese Umschaltung vornimmt.

Zeilen-Ablenkspannung und Hochspannung werden bei den Philips-Farbfernsehempfängern gemeinsam, aber in einer von der üblichen Schaltung abweichenden Art erzeugt. Über die sogenannte „Pumpenschaltung“ wird auf S. 477-479 besonders berichtet. Hier sei nur kurz folgendes gesagt: der Zeilentransformator wird von zwei Leistungspentoden (PL 505 und PL 504) angesteuert. Als Boosterdiode benutzt man die PY 500, als Hochspannungsgleichrichter die GY 501 und als Ballasttriode die speziell für diese Aufgabe in Farbfernsehempfängern entwickelte und allgemein verwendete PD 500. Zeilentransformator, Hochspannungsgleichrichter und Ballasttriode sind in einem geschlossenen und abgeschirmten Käfig untergebracht, der zusammen mit den anderen Röhren der Endstufe als Baugruppe im Chassisrahmen befestigt ist. Der Ausgangstransformator für die Vertikal-Ablenkstufe hat einen Schnittbandkern. Zur Rasterkorrektur liegt hier und in der Horizontal-Endstufe ein Transduktoren zwischen Ablenkspulen und Ausgangstransformatoren. Dadurch bleiben Punktschärfe und Konvergenz unbeeinflußt von der Einstellung der Rasterkorrektur.

#### Saba

Das Saba-Chassis enthält verhältnismäßig viele Röhren; Begründung: „Saba nimmt

bei der Schaltungskonzeption des Fernseh-Chassis darauf Rücksicht, daß der Fachhandel und seine Werkstattleute mit der Röhre als Baustein besser vertraut sind als mit Transistoren und daß sich Röhren leichter auswechseln lassen als Transistoren."

Im Saba-Chassis wird mit Farbdifferenz-Ansteuerung der Bildröhre gearbeitet. Das Chassis ist in drei Hauptbaugruppen gegliedert: Bedienteil, Verstärkerplatine und Ablenkergerät mit getrenntem Hochspannungsgenerator. Zwei zusätzliche Platinen dienen der Weißton- und Konvergenzeinstellung.

Das Bedienteil enthält unten den kombinierten VHF/UHF-Tuner mit je 4 Stationstasten für den VHF- und UHF-Bereich. Netzteil und NF-Teil sind darüber auf einer vertikal angeordneten Platine zusammengefaßt, die auch die Einsteller für Lautstärke/Klangschalter, Kontrast, Helligkeit/Brillanzschalter und Farbe (Farbsättigung) trägt. Der darunter befindliche Einsteller dient zur Variation des Weißtons (Farbton) in Abhängigkeit von der Umfeldbeleuchtung oder vom persönlichen Geschmack. Zur Fixierung von Normalweiß ist eine Mittelrast vorhanden.

Die Verstärkerplatine umfaßt den Bild-ZF-Verstärker mit UHF-Oszillatormatik, Ton-ZF-Verstärker, Video-Verstärker mit Y-Verzögerungsleitung und den gesamten Chromateil. Die Platine wird in einem Profilrahmen gehalten, der um eine vertikale Achse bis etwa 90° ausschwenkbar ist und in jeder beliebigen Zwischenstellung mittels Flügelschraube arretiert werden kann. In der letzten Bild-ZF-Stufe wurde der bei Saba-Schwarz-Weiß-Empfängern eingesetzte Transistor zugunsten größerer Aussteuerungsfähigkeit gegen eine Röhre getauscht, um Farbsättigungsverflachungen in Abhängigkeit vom Pegel des Helligkeitssignals mit Sicherheit zu vermeiden.

Der das Y-Helligkeitssignal übertragende zweistufige Videoverstärker hat - wie üblich - eine zusätzliche Verzögerungsleitung, um bandbreitebedingte Laufzeitunterschiede zwischen Helligkeits- und Farbartsignal auszugleichen. Die am Gitter der Endstufe wirksame Klemmschaltung ist mit einer Schutzschaltung kombiniert, die bei Ausfall der Vertikalablenkung den Strahlstrom sperrt, um die Bildröhre zu schützen.

Bei Schwarz-Weiß-Empfang werden die drei Kathoden der Bildröhre angesteuert, bei Farbempfang zusätzlich ihre drei Steuergitter mit Farbdifferenzsignalen. Die Bildröhre dient hierbei als Matrix zur Gewinnung der drei ursprünglichen Farbsignale R, G und B. Zusätzliche Klemmschaltungen sorgen für die Schwarzwerthaltung.

Ablenkergerät und getrennter Hochspannungsgenerator sind in einer kompakten Einheit zusammengefaßt. Der Baustein läßt sich um eine horizontale Achse bis zu 90° ausschwenken und kann hierbei in einer für Prüf- und Meßzwecke günstigen Zwischenstellung fixiert werden. Eine spezielle Schaltung zur Strahlstrombegrenzung verhindert Überlastung der Bildröhre und des Hochspannungsgenerators, ohne eine unerwünschte Verschiebung des Schwarzwertes hervorzurufen.

Die Abgleichmittel zur dynamischen Konvergenzeinstellung sind auf einer kleinen Platine zusammengefaßt. Sie ist unterhalb des Bildröhrehalses angeordnet, drehbar

gelagert und kann pultförmig ausschwenkt oder aus ihrer Halterung gezogen und auf oder neben das Gehäuse gelegt werden.

#### Siemens

Zwei nur im Eingangsteil unterschiedliche Chassis verwendet Siemens bei seinen drei neuen Farbempfängern. Ein Tisch- und ein Standgerät haben einen VHF/UHF-Allbandwähler mit Diodenabstimmung (7 Stationstasten) während ein weiterer Tischempfänger mit einem VHF/UHF-Eingangssaggregat mit 6 Stationstasten (zentrale Feinabstimmung) ausgerüstet ist.

Die Ansteuerung der Bildröhre erfolgt nach dem RGB-Prinzip. Hochspannung und Ablenkleistung für die Horizontalablenkung werden gemeinsam erzeugt. Einige weitere technische Kurzangaben: dreistufiger Bild-ZF-Verstärker, zweistufiger Ton-ZF-Verstärker, geregelter Farbartverstärker für konstanten Farbkontrast auch bei schwankenden Antennensignalen, konstante Konvergenz, getastete Graubalance-Regelung für einwandfrei Schwarz-Weiß-Wiedergabe bei Schwarz-Weiß-Sendungen, automatische Umschaltung von Schwarz-Weiß-Programmen auf Farbprogramme und umgekehrt, Strahlstrombegrenzung und besondere Schutzschaltung für Bildröhre und Zeilentransformator, automatische Entmagnetisierung der Bildröhre bei jedem Einschalten.

#### Wega

Vorweg kurz zum Äußeren: Die Wega-Empfänger sind durch das wiederum etwas avantgardistische, typische Wega-Design gekennzeichnet. So sind die schlanken, flach wirkenden Gehäuse in einer Schalenbauweise ausgeführt. Die Bildröhre ist durch das Gehäuse hindurchgesteckt, wodurch das Gehäuse tatsächlich „fast so zierlich“ (so nennt es der Hersteller) anmutet, wie das eines Schwarz-Weiß-Gerätes. Drehuntergestelle sind lieferbar, so daß sich jedes Tischgerät in ein Standgerät verwandeln läßt. Hauptpunkte der weiteren konstruktiven Lösung sind auch hier: leichte Bedienbarkeit, weitgehende Transistorisierung, gute Service-Möglichkeiten.

Die Baugruppe Bedienungsteil enthält einen integrierten VHF/UHF-Tuner mit 6 Drucktasten für Sender eines beliebigen Bereichs. Die gegenüber Schwarz-Weiß-Empfängern zusätzlichen Bedienungselemente sind bei Wega ebenfalls: „Farbkontrast“ (Farbsättigung) und „Grundfarbe“ (Farbton). Der Farbtonregler hat eine Raststellung für die normale, optimale Grundfarbe.

Die Baugruppe Empfangsteil umfaßt außer dem Bild- und Ton-ZF-Verstärker noch die komplette Chromaplatte. Der Bild-ZF-Teil ist vierstufig, der eigentliche Chromaverstärker dreistufig ausgelegt. Eine Regelschaltung sorgt für gleichen Farbkontrast beim Betätigen der Feinabstimmung oder bei Schwankungen des Farbsignals.

Die Farbdifferenz-Endstufen - wie alle unmittelbar an die Bildröhre angrenzenden Stufen - sind in Röhrentechnik ausgeführt und liefern ihr Signal direkt an die drei Wehneltzylinder der Farb-Bildröhre. Die Chromaplatte enthält auch alle erforderlichen Hilfsstufen. Sie läßt sich mit wenigen Handgriffen und ohne Verwendung eines Lötstabens aus dem Empfänger herausnehmen, ohne daß dabei der mögliche Schwarz-Weiß-Empfang beeinträchtigt wird.

Die Baugruppe Ablenkteil ist auch im Betriebszustand herauschwenkbar und so aufgebaut, daß dem Service-Techniker bequem alle Einzelorgane und Bauelemente zugänglich sind. Für die Horizontalsablenkung und die Hochspannung ist je eine eigene Leistungsstufe vorhanden. Die Baugruppe Konvergenz ist so angeordnet, daß sie nach Lösen von zwei Rändelschrauben aus dem Gehäuse herausgeklappt werden kann und sich dann oberhalb des Gehäuses befindet. Der Techniker kann also die Einstellorgane direkt von vorn bedienen. Ein weiteres Hilfsmittel für den Service sind zwei Servo-Schalter auf der Konvergenzplatte: Zum Einstellen der Farbreinheit ist der „Rotschalter“ bestimmt; der „Gelbschalter“ dient zum leichteren Einstellen der Rot-Grün-Konvergenz.

Eine eingebaute Entmagnetisierungseinrichtung sorgt bei jedem Einschalten des Empfängers dafür, daß die einmal eingestellte Farbreinheit erhalten bleibt. Die Regler für den „Graubalast“ sind im unteren Lautsprecherschlitz untergebracht; diese Einstellung läßt sich deshalb ebenfalls von vorn vornehmen. -th/jä

## Persönliches



Bundesverdienstkreuz für Professor Fritz Schröter

Fernsehexpionier Professor Dr. Fritz Schröter (80), wurde vom Bundespräsidenten das Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen. Schröter förderte in den vergangenen Jahrzehnten entscheidend die Entwicklung der Fernsehtechnik. Als wissenschaftlicher Berater ist er noch heute dem Telefunken-Forschungsinstitut in Ulm verbunden, in dem er lange Zeit gewirkt hat. Es spricht für die Vitalität des mit zahlreichen Ehrungen bedachten Forschers, daß er noch in seinem neunten Lebensjahrzehnt mit Fachveröffentlichungen, Vorträgen und Patentanmeldungen auf dem Fernsehgebiet hervortritt.

## Neuer Vorstand der Arbeitsgemeinschaft INTERKAMA

Die INTERKAMA - 4. Internationaler Kongreß mit Ausstellung für Meßtechnik und Automatik - wird vom 9. bis 15. Oktober 1968 in Düsseldorf durchgeführt. Die Ergänzungswahlen für den Vorstand der Arbeitsgemeinschaft INTERKAMA sind inzwischen vorgenommen worden und führen zu folgendem Ergebnis:

Vorsitzender: Direktor Dipl.-Ing. Eugen W. Hammann-Kloss; stellvertretender Vorsitzender: Direktor Dipl.-Ing. Fritz L. Reuther; stellvertretender Vorsitzender: Direktor Dr. Berthold Sturm; Leiter des Kongreßbeirats: Professor Dr.-Ing. Ludwig Merz; Leiter des Ausstellungsbeirates: Direktor Dipl.-Ing. Otto Haeseler; Direktor Dipl.-Ing. Hans Cromme; Direktor Dipl.-Ing. Alfred Selbach. Die Geschäftsführung der Arbeitsgemeinschaft INTERKAMA wird von Werner Fricke, 6000 Frankfurt, Stresemannallee 19 (ZWEI-Haus), wahrgenommen.

## Video-Endstufen mit Transistoren für Farbfernsehempfänger

DK 621.397.62: 621.397.132

Die Dimensionierung der Video-Endstufen eines Farbfernsehempfängers wird durch die Art der Ansteuerung und die Anzahl der Steuerelektroden, die mit den für die Farbbildröhre erforderlichen Signalen zu betreiben sind, maßgeblich beeinflußt. Man unterscheidet Farbdifferenz-Ansteuerung und RGB-Ansteuerung. Bei der Farbdifferenz-Ansteuerung (Bild 1b) erfolgt die Enddecodierung der Farbsignale in der Bildröhre selbst. Das bedeutet, daß die Kathoden der Farbbildröhre mit dem Leuchtdichtesignal  $Y$  und die drei Steuergitter mit den zu den einzelnen Strahl-

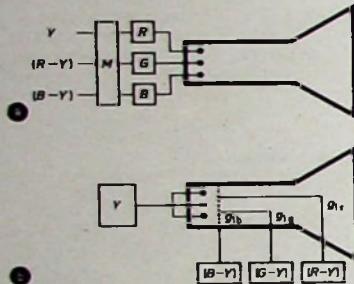


Bild 1. Prinzip der RGB-Katodenansteuerung (a) und der Farbdifferenz-Ansteuerung (b)

ren Endstufen (Farbdifferenzsignale) reicht eine Bandbreite von 1 MHz aus. Bei der RGB-Ansteuerung müssen dagegen sämtliche drei Endstufen für die volle Bandbreite von 4 MHz ausgelegt sein. Die Vorteile und Nachteile der beiden Ansteuerarten werden jedoch nicht nur durch die für die Bildröhre erforderlichen Ansteuersignale bestimmt, sondern wesentlich auch durch den gesamten Schaltungsentwurf des Empfängers. Das zeigt Bild 2 in erweiterten Schaltungen für die RGB-Ansteuerung (a) sowie für die Farbdifferenz-Ansteuerung (b). Die Endstufen sind dort jeweils in einem Block zusammengefaßt.

Bei RGB-Ansteuerung müssen die breitbandigen Endstufen absoluten Gleichlauf haben, weil die Graubalance, das heißt die Einstellung der Farbbildröhre auf Weißwiedergabe, auch durch die drei Endverstärker beeinflußt wird. Sämtliche drei Endstufen sind bei der Schwarz-Weiß-Übertragung nämlich anteilig am gesamten Strahlstrom beteiligt. Die erforderliche Stabilität der Verstärker kann im allgemeinen nur durch eine starke Gegenkopplung erreicht werden, die es erforderlich macht, die Verstärker in Vor- und Endstufen aufzuteilen. In der Vorstufe erfolgt dabei meistens auch die Matrixierung

möglich. Dafür sind nämlich die codierten Signale erforderlich. Deshalb muß ein Empfänger mit RGB-Schaltung einen besonderen Synchronisier- und Regelzweig im Farbartverstärker haben, damit Farbsynchronisierung und Chromianzregelung durchgeführt werden können.

Im Bild 2b ist eine erweiterte Farbdifferenzverstärker-Schaltung dargestellt. Bei Schwarz-Weiß-Wiedergabe ist lediglich der Leuchtdichtesignal-(Y)-Verstärker in Betrieb. Die Graubalance wird statisch durch die Bildröhre eingestellt, und nur die statische Einstellung der Bildröhre ist für die Aufrechterhaltung des Weißabgleiches maßgebend. Von den schmalbandigen Farbdifferenz-Endstufen gelangen die Signale über Klemmschaltungen zu den drei Wehneitzylindern der Farbbildröhre. Für die übrige Empfängerschaltung besteht ein Vorrang dieser Anordnung auch darin, daß die codierten Signale bis unmittelbar an die Elektroden der Bildröhre geführt werden und deshalb auch die Synchronisationsinformationen mit maximaler Verstärkung am Ausgang der Endstufen zur Verfügung stehen. Außerdem sind auch die Endstufen in dem Regelkreis mit einbezogen, wodurch sich Streuungen der Bauelemente in den Daten und Änderungen während der Lebensdauer ausgleichen lassen. In der dargestellten Schaltung wird die Chromianzregelung vom  $(B-Y)$ -Ausgang gespeist und die PAL-Identifikation dem  $(G-Y)$ -Ausgang entnommen. Verwendet man für die Farbrägerregeneration zusätzlich ein Quarzfilter, dann kann der bei RGB-Steuerung erforderliche separate Verstärker- und Regelkreis für

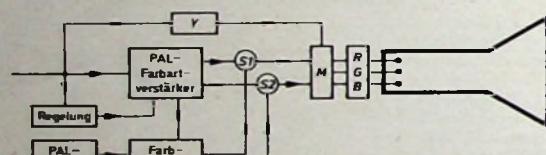
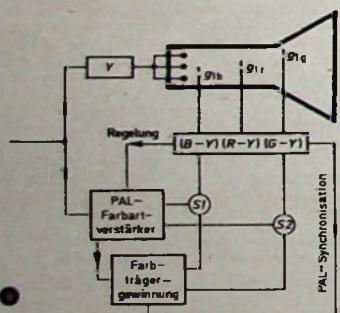


Bild 2. Erweitertes Blockschaltbild für RGB- und Farbdifferenz-Ansteuerung (a) und Farbdifferenz-Ansteuerung (b)



systemen gehörenden Farbdifferenzsignale  $(R-Y)$ ,  $(G-Y)$  und  $(B-Y)$  ansteuert werden. Bei der RGB-Schaltung (Bild 1a) wird dagegen die Umwandlung in die RGB-Signale vollständig außerhalb der Bildröhre durchgeführt.

Für die Farbdifferenz-Ansteuerung sind vier Endstufen erforderlich. Dabei muß die Leuchtdichtesignal-Endstufe breitbandig (4 MHz) ausgeführt sein; für die drei ande-

Nach einem Vortrag des Autors auf der FTG-Tagung 1966 in Heidelberg.

Dipl.-Phys. Robert Suhrmann ist Abteilungsleiter im Applikationslabor der Valvo GmbH, Hamburg.

Tab. 1 Gegenüberstellung von RGB- und Farbdifferenz-Konzept

	RGB-Ansteuerung			Farbdifferenz-Ansteuerung			
	R	G	B	Y	$(R-Y)$	$(G-Y)$	$(B-Y)$
Signale	100 V <sub>ms</sub> (120 V <sub>ms</sub> )	100 V <sub>ms</sub> (120 V <sub>ms</sub> )	100 V <sub>ms</sub> (120 V <sub>ms</sub> )	100 V <sub>ms</sub>	160 V <sub>ms</sub>	100 V <sub>ms</sub>	200 V <sub>ms</sub>
Bandbreite	4 MHz	4 MHz	4 MHz	4 MHz	1 MHz	1 MHz	1 MHz
Stabilität der Graukala	Gleichlauf der 3 Stufen und konstante statische Bildröhreneinstellung						
Matrixierung	in einem Matrixverstärker						
Synchronisation und Regelung	besondere Synchronisier- und Regelstufe						
Dunkeltaetzung	an den Wehneitzylindern (oder an den Kathoden)						
Strahlstrombegrenzung	nur im Hochspannungsteil möglich oder bei Gittersteuerung in der Kathodenleitung der Farbbildröhre						
Schwarzwerthaltung	bei Kathodensteuerung mit Klemmregelung, bei Gittersteuerung mit Klemmschaltung						

des Leuchtdichtesignals und der Farbdifferenzsignale zu den RGB-Signalen.

Weil hinter der aktiven Matrix  $M$  die Farbdifferenzsignale umgewandelt sind, ist eine Ableitung von Regel- und Synchronisationsinformationen aus den maximal verstärkten Videosignalen nicht mehr

die Farbsynchronisierung ganz entfallen. Die genannten Vorteile und Nachteile der beiden Ansteuerungsarten sind in Tab. I zusammengestellt. Sie enthält die wichtigsten Merkmale der beiden Ansteuerungsarten, die in die Beeinflussbarkeit der Graustabilität, die Signalgröße und die



TELEFUNKEN

TELEFUNKEN  
**PAL**

eine Pioniertat auf dem Gebiet  
der Fernsehtechnik

Zuerst haben wir  
das ideale Farb-  
fernseh-System  
geschaffen: PAL

Dazu haben wir  
das ideale Farb-  
gerät entwickelt:  
**PALcolor**

Jetzt haben Sie  
das ideale Farb-  
fernsehen mit PAL  
und **PALcolor**

Eine Botschaft mit großer Schlagkraft – einleuchtend in der Information  
und klar in der Form. Sie enthält das zwingende Argument für Ihr Verkaufsgespräch:  
„Der >PALcolor< wird in dem gleichen Hause gebaut, in dem das PAL-System  
entwickelt wurde.“ Dieses Argument schafft Vertrauen.  
Es trägt ein ganzes Verkaufsgespräch – bis zum erfolgreichen Abschluß.



Ausnutzung der codierten Signale am Ausgang der Video-Endstufen eingeteilt werden können und damit auch die Möglichkeiten erkennen lassen, den Schaltungsaufwand zu reduzieren.

Bezüglich der Signalgröße zeigt die Tabelle eine Überlegenheit der RGB-Ansteuerung, weil die erforderlichen Signale maximal nur so groß wie das Luminanzsignal, das heißt im allgemeinen  $100 \text{ V}_{\text{ss}}$  ( $120 \text{ V}_{\text{ss}}$  für Gittersteuerung), sein müssen. Bei der Farbdifferenz-Ansteuerung ist nur das breitbandige Leuchtdichtesignal mit den RGB-Amplituden ( $100 \text{ V}_{\text{ss}}$ ) identisch. Die Farbdifferenzsignale sind  $200 \text{ V}_{\text{ss}}$  für  $(B - Y)$ ,  $160 \text{ V}_{\text{ss}}$  für  $(R - Y)$  und  $100 \text{ V}_{\text{ss}}$  für  $(G - Y)$ . Ein weiterer Vorteil der RGB-Schaltung ergibt sich daraus, daß eine Steuerelektrode in jedem der drei Strahlsysteme frei von Steuersignalen bleibt. Diese freien Steuerelektroden lassen sich zum Beispiel für die Dunkeltastung oder für die Strahlstrombegrenzung bei Gittersteuerung ausnutzen. Bei Farbdifferenz-Ansteuerung muß die Dunkeltastung am Schirmgitter der Bildröhre erfolgen. Faßt man die in der Tabelle enthaltenen Merkmale grob zusammen, so ergibt sich für die Farbdifferenz-Ansteuerung ein höherer Signalspannungsbedarf und für die RGB-Ansteuerung eine etwas kompliziertere Schaltung, die wegen der erforderlichen Graustabilität sehr sorgfältig ausgelegt sein muß.

Die Farbdifferenz-Ansteuerung war in einer Niederspannungsschaltung mit Transistoren bisher nicht zu verwirklichen, weil hohe Signalspannungen auch hohe Durchbruchsspannungen der Transistoren erfordern. Luminanz- und RGB-Stufen stellen aber nur bezüglich der Verlustleistung, nicht jedoch wegen der Durchbruchspannung höhere Anforderungen an die Transistoren. Die Schaltungen bieten keine Besonderheiten und entsprechen weitgehend den Video-Endstufen in Schwarz-Weiß-Fernsehempfängern. Deshalb sollen hier nur die Farbdifferenzstufen etwas ausführlicher beschrieben werden.

Die Anforderungen an die Durchbruchspannung  $U_{\text{CEO}}$  lassen sich durch eine besondere Steuerart der Endstufentransistoren in den Farbdifferenzverstärkern stark herabsetzen (Bild 3). Nach dieser schema-

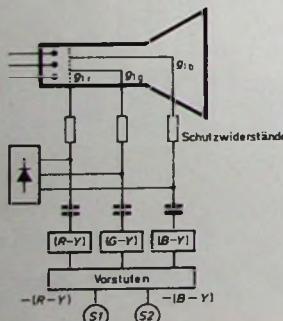


Bild 3. Blockschaltbild der Farbdifferenz-Ansteuerung

tischen Darstellung besteht der Farbdifferenzverstärker aus drei Endstufen und zwei Vorstufen. Die Vorstufen steuern die Endstufen an und bilden das  $(G - Y)$ -Signal, das durch Linearkombination aus den synchron demodulierten  $(R - Y)$ - und  $(B - Y)$ -Komponenten gewonnen wird. Die Endstufen arbeiten nach Bild 4 nicht

mit Spannungssteuerung an der Basis, sondern mit Stromsteuerung im Emitter. Bei dieser Art der Ansteuerung kann die Basis der Endstufentransistoren über einen verhältnismäßig kleinen Widerstand an festes Potential gelegt werden, so daß nur

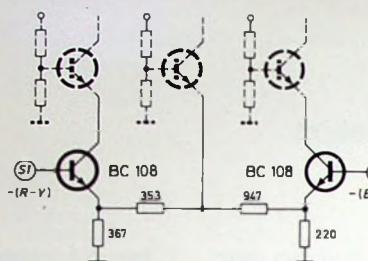


Bild 4 (oben). Prinzipielles Schaltbild der Farbdifferenzvorstufen (die Endstufen des Verstärkers sind gestrichelt angedeutet)

transistoren haben Lastwiderstände von  $10 \text{ k}\Omega$ ; die Betriebsspannung beträgt  $240 \text{ V}$ . Mit dieser Schaltung wird ein  $(B - Y)$ -Signal von  $200 \text{ V}$  erreicht. Die Außenwiderstände ermöglichen mit einfacher L-Kompensation eine 3-dB-Bandbreite von etwa  $1 \text{ MHz}$ .

Aus dem  $I_{\text{C}}-U_{\text{CE}}$ -Kennlinienfeld im Bild 6a geht hervor, daß bei Emittersteuerung der Endstufe auch ein Transistor mit einer Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung von  $20 \text{ V}$  verwendet werden kann, wenn seine Basis-Kollektor-Durchbruchspannung nur ausreichend hoch ist. Ein solcher Transistor würde aber in keinem Falle ausreichen, um in Basisansteuerung den erforderlichen Signalhub zur Verfügung zu stellen. Für Luminanz- oder RGB-Endstufen in üblicher Basissschaltung kann er also nicht verwendet werden.

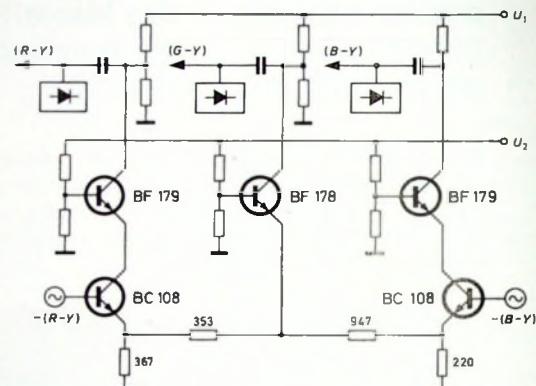


Bild 5. Vereinfachtes Gesamtschaltbild des Farbdifferenzverstärkers

noch die Kollektor-Basis-Durchbruchspannung maßgebend ist, die sehr viel einfacher auf den erforderlichen Wert von etwa  $250 \text{ V}$  gebracht werden kann als die Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung.

Ein zusätzlicher Vorteil der Aufteilung des Farbdifferenzverstärkers in Vor- und End-

Faßt man die Ergebnisse zusammen, ergibt sich, daß durch die zur Verfügung stehenden Transistoren mit ausreichend hoher Kollektor-Basis-Durchbruchspannung eine Hauptschwierigkeit der Farbdifferenz-Ansteuerung, nämlich die Anforderung an das Signal, gelöst ist. Die

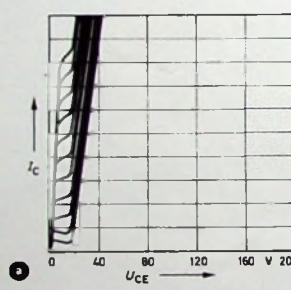
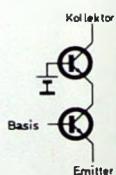
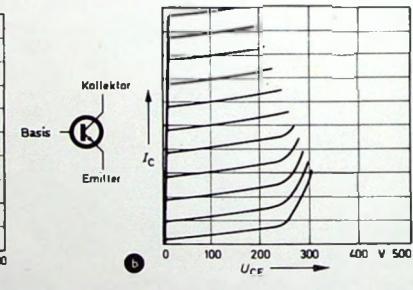


Bild 6a:  $I_{\text{C}}-U_{\text{CE}}$ -Kennlinien für Basissteuerung



stufen mit Matrizierung im Emitterkreis der Vorstufen besteht darin, daß die  $(G - Y)$ -Bildung praktisch ohne Übersprechen zwischen dem  $(R - Y)$ - und dem  $(B - Y)$ -Kanal durchgeführt werden kann. Das ist deshalb möglich, weil der Additionspunkt der beiden Widerstände, der durch den Emitter des  $(G - Y)$ -Endstufentransistors gebildet wird, über die mit kleinem Widerstand angeschaltete Basis einen ebenfalls sehr kleinen Widerstand hat. Um den Aussteuerbereich kleinzuhalten, müssen die Synchondemodulatoren mit den Farbdifferenzvorstufen galvanisch gekoppelt werden (Bild 5). Die Endstufen-

Vorteile der Farbdifferenz-Ansteuerung gegenüber der RGB-Ansteuerung lassen sich also voll ausnutzen. Das bedeutet eine mit einfachen Mitteln sehr konstantzuhalrende Grauskala, aber auch die Möglichkeit, die Endstufen in die Regel- und Synchronisationsvorgänge des Farbfernsehempfängers miteinzubeziehen und damit stärkere Signale sowie erweiterte Regelkreise zu erhalten. Die Bauelemente beeinflussen die Entscheidung, ob RGB-Ansteuerung oder Farbdifferenz-Ansteuerung zu wählen ist, also nicht. Für diese Entscheidung kann lediglich der gesamte Schaltungsentwurf des Empfängers bestimmt sein.



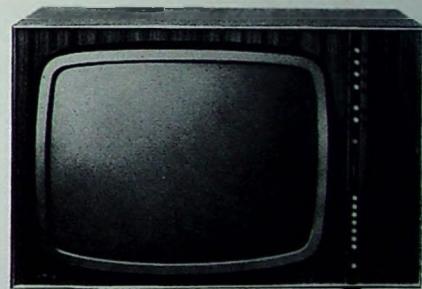
1. klasse  
technik  
und  
service

**Service-Freundlichkeit ganz groß:**

- 1 Besonders servicefreundliche Konvergenz-Einstellplatte — auch mit Weiß-Abgleich — nach oben herausklappbar — deshalb bequem von vorne zu bedienen. Ideal einfache Konvergenz-Einstellung durch Trennung der Regler für statische Konvergenz der waagrechten und senkrechten Linien.
- 2 Schwenkchassis mit Chroma-Leiterplatte
- 3 Klappchassis mit Leiterplatten für Ablenk- und Hochspannungserzeugung  
Anschlüsse der Leiterplatten mit Steckvorrichtungen

**Die exklusive Farbtechnik:**

Kanalwähler mit Dioden-Abstimm-Automatik und 6 beliebig belegbaren Sendertasten mit Zentralabstimmung  
Pal-System mit Präzisions-Laufzeit-Leitung  
Volltransistorisierte Verstärkerstufen  
Getrennte, geregelte Hochspannungserzeugung (ohne Ballaströhre), deshalb geringerer Leistungsverbrauch  
3stufiger Farbsignalverstärker mit Farbsättigungs-Automatik  
Automatische Farbrägersperre schaltet bei Schwarz-Weiß-Sendungen den Farbteil ab und vergrößert die Video-Bandbreite  
Farbdifferenz-Ansteuerung mit symmetrischen Klemmschaltungen  
Entmagnetisierungs-Automatik für Bildröhre  
34 Transistoren, 57 Dioden und 12 Röhren  
Farbtonregler für Farb- und Schwarz-Weiß-Bild



Metz-Capri-Color 63-cm-Tischgerät



Metz-Hawai-Color 63-cm-Schrank

**Metz**  
**farbfernsehen**

# Testbild-Vorschläge für das Farbfernsehen

Zur Zeit stehen in der Bundesrepublik im wesentlichen zwei elektronische Farbfernsehertestbilder zur Diskussion. Seit Mitte April werden sie in den Farbversuchssendungen des Westdeutschen Rundfunks regelmäßig ausgestrahlt, um allen interessierten Stellen die Möglichkeit zu bieten, sie auf ihre Brauchbarkeit hin zu untersuchen.

Die Testbilder sollen zweckmäßigerweise nicht nur für den Empfängerservice, sondern auch für Kontrollen der Studios, Übertragungsstrecken und Sender geeignet sein. Außerdem müssen sie, da das Farbfernsehensystem kompatibel ist, eine genügende Anzahl von Kriterien enthalten, die

muten kann, sollte – um Fehlurteile zu vermeiden – Fehler in der Größenordnung wahrnehmen, wie sie in einem natürlich erzeugten Bild auftreten.

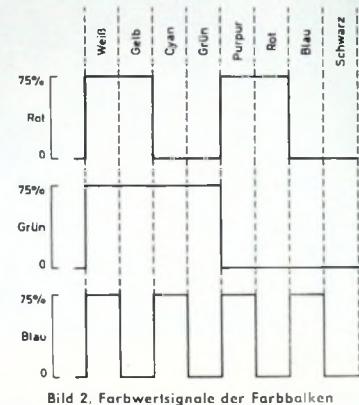
Im folgenden wird zunächst der Aufbau der beiden Testbilder beschrieben und dann auf die Bedeutung der Bildelemente, soweit sie den Decoderabgleich betreffen, näher eingegangen.

## 1. Aufbau der Testbilder

### 1.1. Vorschlag 1

Bild 1 zeigt das Schirmbildschema, das Schirmbild sowie das zugehörige Pegel- und Vektoroszilloskopogramm. Das Umfeld wird

ligkeit) mit 100 % Weiß in der 10. Stufe. Sie eignet sich zum Weiß- und Graubalancieren des Empfängers sowie zur Überprüfung der Linearität der Übertragung. Für die Senderkennung ist die Höhe eines Feldes vorhanden. Der Multiburst (1, 2, 3,



4, 5 MHz, Höhe ein Feld) dient hauptsächlich zur Frequenzgangkontrolle.

Der sogenannte V- und U-Test (je ein Feld) besteht aus einem sägezahnförmig verlaufenden Luminanzsignal (Pegel 75/2 %), dem ein ebenfalls sägezahnförmiges Chrominanzsignal (75 % Spitze-Spitze) mit der Phasenlage in V-Richtung (geschaltet von Zeile zu Zeile) beziehungsweise U-Richtung überlagert ist. Diese Teststreifen können für den Coder- und Decoderabgleich sowie zur Überprüfung differenzierter Phasenfehler der Übertragungsstrecke herangezogen werden. Der letzte Streifen enthält ein Signal, das aus einer konstanten U- und V-Komponente gleicher Amplitude besteht. Es stellt im Vektoroszilloskopogramm also einen Punkt dar, dessen Zeiger mit der U-Achse einen Winkel von 45° einschließt. Das (V = U)-Signal dient zum sogenannten Phasendurchlauf-Test, auf den hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

### 1.2. Vorschlag 2

Bild 3 zeigt das Schirmbildschema, das Schirmbild sowie das dazugehörige Pegel- und Vektoroszilloskopogramm. Als Grundlage dient das in der Schwarz-Weiß-Technik verwendete elektronische Testbild B, dem spezielle Farbinformationen in Form quadratischer Felder zugesetzt sind.

Umfeld und Gittermuster entsprechen weitgehend dem Vorschlag 1. Zur Einstellung der Mittenkonvergenz ist eine horizontale Gitterlinie durchgezogen. Weiß-Schwarz-Sprung, Grautreppe, Multiburst, 250-kHz-Rechteck-Wechsel sowie Schwarz-Weiß-Sprung dienen zunächst den in der Schwarz-Weiß-Technik üblichen Kontrollen. Die von den Gitterlinien hergeleitete Grautreppe enthält neun Stufen.

Die einzelnen Signalgrößen der zusätzlichen Farbtestfelder an der linken und rechten Seite (Felder 1 bis 8) sind in Tab. I zusammengestellt. Damit wird eine Über-

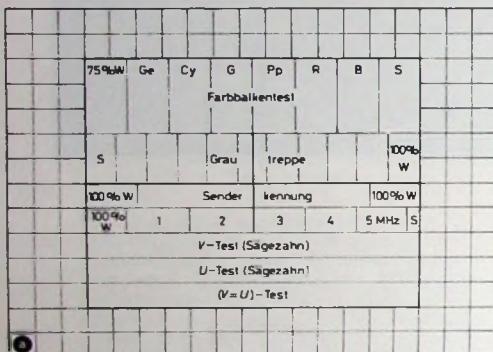
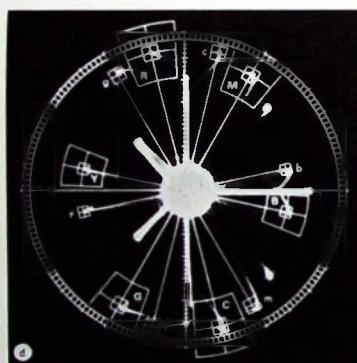


Bild 1. Testbild-Vorschlag 1: a) Schirmbildschema, b) Schirmbild, c) Pegeloszilloskopogramm, d) Vektoroszilloskopogramm



eine Qualitätsüberwachung von Schwarz-Weiß-Bildern ermöglichen. Die zusätzlichen Farbinformationen sind bei diesen Testbildern so beschaffen, daß Fehler in der Übertragung des Farbartsignals bereits auf dem Bildschirm erkennbar sind. Nur für exakte Messungen ist ein Oszilloskop oder ein Vektorschop erforderlich.

Wie stark soll sich nun ein Fehler bemerkbar machen? Hier wird der geübte Service-Techniker eine andere Antwort geben als der Händler, der es in der Mehrzahl mit Laien zu tun hat. Der Techniker wird in einer übertriebenen Fehleranzeige eine Erleichterung seiner Arbeit sehen. Der Laie dagegen, dem man eine entsprechende Beurteilung der Fehler nicht zu-

durch ein Gittermuster gebildet, das aus  $19 \times 14$  Feldern besteht, deren Helligkeit bei 20 % des BA-Signals liegt (Gitterlinien 100 % Weiß). Zur Einstellung der Mittenkonvergenz sind zwei Gitterlinien durchgezogen.

Einen großen Teil der hier vorhandenen Bildelemente enthielt bereits der seit Februar 1966 vom WDR ausgestrahlte Farbbalkentest mit Zusatz. Die Farbbalken selbst, die mit einem Pegel von 75 % übertragen werden, nehmen in diesem Testbild nur eine Höhe von drei Feldern ein. Die Farbwerksignale für Rot, Grün und Blau, die zu diesen Farbbalken führen beziehungsweise die nach der Decodierung dieses Tests vorliegen, sind im Bild 2 über H (über der Zeile) dargestellt.

Es folgt eine 10stufige Grautreppe (Höhe zwei Felder, geordnet nach steigender Helle-

Dipl.-Ing. Walter Schedel ist Betriebsingenieur im Farbfernsehlabor des Westdeutschen Rundfunks, Köln.

Purpur	1	100% Weiß	Schwarz	Grün
Grau	12%	Grautreppe		5
2			$\pm V$	6
$(G-Y) = 0$	1	2	3	4
3		250 KHz		5 MHz
$+V$	4		Schwarz	100% Weiß
				$\pm U$
				8

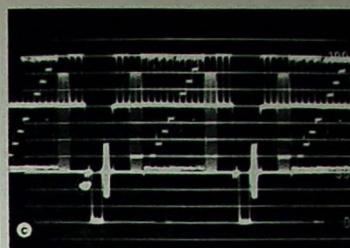
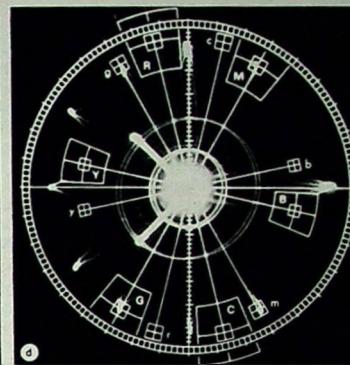
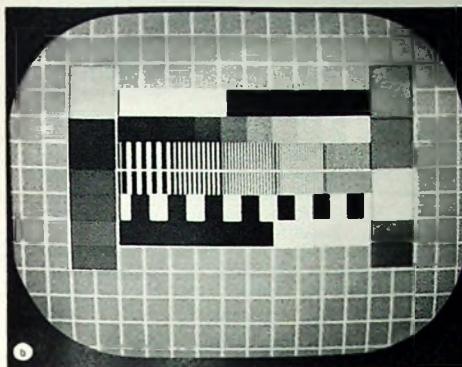


Bild 3. Testbild-Vorschlag 2: a) Schirmschemas, b) Schirmbild, c) Pegeloszillosogramm, d) Vektoroszillosogramm

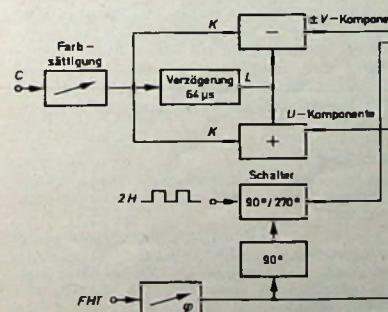


prüfung von Codern und Decodern ermöglicht. Es fällt auf, daß die Amplituden aller Luminanzsignale (Y) sowie aller Chrominanzsignale (C) gleich groß sind. Dadurch werden Messungen am Empfänger durch differentielle Fehler der Amplitude und Phase auf der Übertragungsstrecke nicht beeinflußt.

Tab. 1. Signalgrößen der zusätzlichen Farbfelder im Testbild-Vorschlag 2

	Feld	Y	$U_{dem}$	$V_{dem}$	$C = \sqrt{U^2 + V^2}$
Purpur	1	40%	20%	35%	80%
12 % Grau	2	12%	0%	0%	0%
$(G-Y) = 0$	3	40%	33,5%	22%	80%
$+V$	4	40%	0%	40%	80%
Grün	5	40%	20%	35%	80%
$\pm V$	6	40%	0%	40%	80%
$+U$	7	40%	40%	0%	80%
$\pm U$	8	40%	40%	0%	80%

C = Chrominanzsignal (Spitz-Spitze-Wert)



Zur Vereinfachung bestimmter Messungen ist es vorteilhaft, wenn die bei PAL geschaltete Komponente (V) nicht geschaltet (Feld 4) beziehungsweise die nicht geschaltete (U) geschaltet wird (Feld 8). Diese beiden Felder sind jedoch nicht unbedingt zum Abgleich erforderlich und könnten gegebenenfalls in einer späteren Konzeption entfallen.

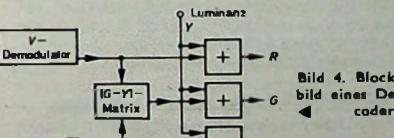
## 2. Decoderabgleich

Bild 4 zeigt das Blockbild eines Decoders. Fehlerquellen treten auf in der Signalaufspaltung, an den Demodulatoren sowie in der Dematriezierung. Mit Hilfe der einzelnen Testsignale lassen sich diese Fehler analysieren und beheben.

### 2.1. Abgleich nach Testbild-Vorschlag 1

#### 2.1.1. Signalaufspaltung

Hier können grundsätzlich zwei verschiedene Fehlerursachen vorliegen: nicht exakter Laufzeitabgleich (das heißt eine Phasenverschiebung zwischen verzögter Komponente L und unverzögter Komponente K) sowie fehlerhafte Amplitudenvorhältnisse bei der Addition und Subtraktion zur Bildung des U- beziehungsweise V-Signals. Die U- und V-Felder des



FHT Testbildes sind für diese Kontrolle besonders geeignet.

Amplitudenfehler am U-Ausgang äußern sich als Streifen im Blauauszug des V-Feldes, wenn die Phase des Farbhilfsträgers FHT am U-Demodulator etwas verschoben wird (Bild 5a). Bei exakter 90°-

Phase zwischen Resultierender R und FHT würde kein Modulationsprodukt auftreten. Entsprechend gilt: Amplitudenfehler des V-Ausgangs äußern sich als Streifen im Rotauszug des U-Feldes, wenn die Phase

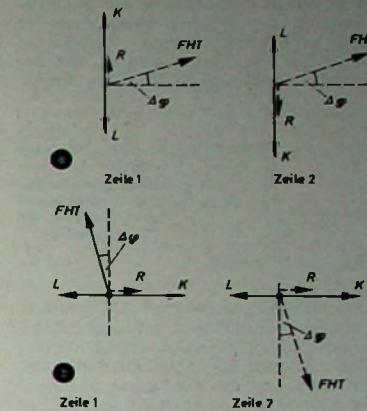
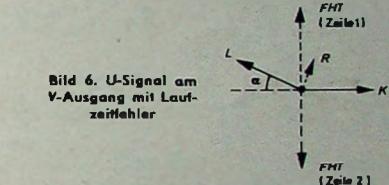
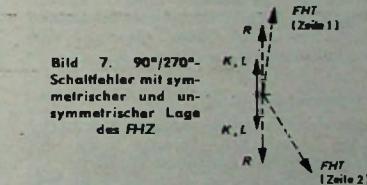


Bild 5. Amplitudenfehler: a) V-Signal am U-Ausgang, b) U-Signal am V-Ausgang

des Farbhilfsträgers am V-Demodulator etwas verschoben wird (Bild 5b). Laufzeitfehler (Phasenfehler) bei der Signalaufspaltung ergeben in allen Farbfeldern Streifenbildung. Als Beispiel diene ein Phasenfehler a am V-Ausgang (Bild 6). Im U-Testfeld entstehen Streifen, die besonders im Rotauszug sichtbar sind, da die



entstehende Resultierende – wenigstens bei kleinen Fehlern – weitgehend in V-Richtung liegt. Nur für den speziellen Fall, daß der Farbhilfsträger am V-Demodulator um etwa 90° verstellt ist, sind keine Streifen sichtbar. Wenn jedoch die Farben auf dem Bildschirm wenigstens ungefähr mit



den Sollfarben übereinstimmen, sind derart große Fehler bereits ausgeschlossen.

#### 2.1.2. 90°/270°-Phasenfehler des geschalteten FHT

Zunächst wird die Grundhelligkeit so weit verringert, daß der Blauauszug im V-Testfeld völlig unterdrückt ist. 180°-Phasenfehler des Farbhilfsträgers am V-Demodulator machen sich nun durch Streifenbildung im Rotauszug bemerkbar (Bild 7). Liegt der Farbhilfsträger jedoch symmetrisch zur geschalteten V-Komponente, so treten keine unterschiedlichen Pegel hinter der Demodulation auf. In diesem Falle

muß die Phasenlage etwas verdreht werden, um den Fehler sichtbar zu machen.

### 2.1.3. Fehler der Gesamtphase beziehungsweise der 90°-Phase des FHT

Liegt an einem Demodulator der Farbträgerzusatz in der falschen Phasenlage, so entsteht in dem zugehörigen Farbauszug während des Überganges vom U- auf das V-Testfeld ein Flimmern. Dies sei am V-

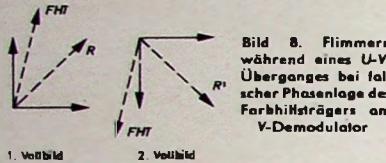


Bild 8. Flimmern während eines U-V-Überganges bei falscher Phasenlage des Farbhilfsträgers am V-Demodulator

Demodulator mit Hilfe von Bild 8 erläutert. Hierbei sei die Zeile herausgegriffen, in der schon das U-Signal übertragen wird, vor der aber noch das +V-Signal gesendet wurde. Wird nun das verzögerte V-Signal von U subtrahiert, so entsteht am V-Ausgang ein Zeiger R. Beim nächsten Vollbild liegt in der gleichen Zeile nicht +V sondern -V verzögert vor (ungerade Zeilenzahl des Vollbildes), so daß sich R' ergibt. Liegt nur FHT exakt in der Phase, so ergeben sich in jedem Vollbild gleiche Pegel am V-Ausgang. Bei einer Phasenverschiebung  $\Delta\varphi$  sind dagegen die Pegel von Voll-

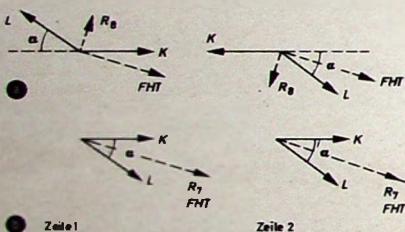


Bild 9. Laufzeitfehler am U-Ausgang: a) für Feld 8, b) für Feld 7

bild zu Vollbild während des U-V-Überganges unterschiedlich, was sich als Flimmern äußert.

Flimmerfreiheit bedeutet also - vorausgesetzt, daß Signalaufspaltung und 180°-Phase exakt abgeglichen sind - exakte Phasenlage des Farbhilfsträgers an beiden Demodulatoren, das heißt, Gesamt- und 90°-Phase müssen dann richtig liegen.

### 2.1.4. Matrixeinstellung

Mit Hilfe des Farbbalkens lassen sich Farbsättigung, Demodulatorbalance sowie die Grünmatrix exakt einstellen. Zunächst ist die Grundhelligkeit so weit zu erniedrigt, daß 75% Weiß noch sichtbar ist. Läßt sich der Pegel am U-Ausgang regeln, so ist zunächst die Farbsättigung so einzustellen, daß der Rotauszug für Weiß, Gelb, Purpur und Rot gleiche Helligkeiten zeigt (s. auch Bild 2). Dann stellt man den U-Regler so ein, daß der Blauauszug für Weiß, Cyan, Purpur und Blau gleiche Helligkeiten zeigt. Damit sind Farbsättigung und Demodulatorbalance exakt eingestellt. Entsprechendes gilt für eine Abgleichmöglichkeit im V-Kanal.

Das Farbwertsignal für Grün wird mit Hilfe der drei Komponenten U, V und Y gebildet, entsprechend der Gleichung

$$G = -0,579 V - 0,378 U + Y.$$

Mindestens zwei dieser Größen müssen abgleichbar sein, wenn man von der Absolutgröße von Grün absieht. Als Abgleichkriterium dient der Grünauszug des Farbbalkens. Es müssen sich gleiche Helligkeiten für Weiß, Gelb, Grau und Grün ergeben.

### 2.2. Abgleich nach Testbild-Vorschlag 2

#### 2.2.1. Signalaufspaltung

Amplituden- und Phasenfehler lassen sich mit Hilfe der Felder 4 und 6 für den V-Ausgang und mit Hilfe der Felder 7 und 8 für den U-Ausgang erkennen. Als Beispiel werden Fehler am U-Ausgang erläutert. Die verzögerte Komponente L habe einen Phasenfehler  $\alpha$ , so daß sich für Feld 8 eine von Zeile zu Zeile die Polarität wechselnde Komponente  $R_8$  ergibt (Bild 9a). Nimmt der ungeschaltete FHT am U-Demodulator eine Phasenlage von 90° gegen  $R_8$  ein, so tritt keine Streifenbildung im demodulierten U-Signal auf. Die Resultierende  $R_7$  des Signals nach Testfeld 7 steht genau senkrecht zu  $R_8$  (Bild 9b), so daß sich hier mit der Einstellung des FHT nach Feld 8 maximales U-Signal ergibt.

Man kann also sagen: Fallen Streifenminimum im Feld 8 und Amplitudenmaximum im Feld 7 zusammen, so liegen Laufzeitfehler bei der Gewinnung der U-Komponente vor. Entsprechendes gilt für die V-Komponente mit den Feldern 6 und 4.

Amplitudenfehler am U-Ausgang ergeben im Feld 8 eine Resultierende  $R_8$  nach

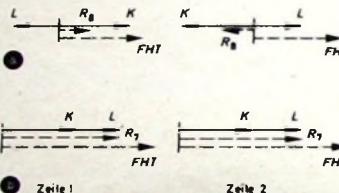


Bild 10. Amplitudenfehler am U-Ausgang: a) für Feld 8, b) für Feld 7

Bild 10a. Infolge des umgeschalteten Farbhilfsträgers ergibt sich maximale Streifenbildung, wenn FHT mit  $R_8$  gleichphasig ist. Bei dieser Phasenlage von FHT ergibt sich dann bei Feld 7 maximales U-Signal hinter der Demodulation (Bild 10b). Hier gilt also: Fallen im demodulierten U-Signal maximale Streifenbildung im Feld 8 und maximales U-Signal im Feld 7 zusammen, so liegen bei Bildung der U-Komponente Amplitudenfehler vor. Entsprechendes gilt für die V-Komponente mit den Feldern 6 und 4.

Falls bei einer endgültigen Testbildausführung die Felder 4 und 8 entfallen, ergeben sich mit den Feldern 6 und 7 die gleichen Abgleichmöglichkeiten, wie sie im Abschnitt 2.1.1. beschrieben wurden.

#### 2.2.2. 90°/270°-Fehler des FHT-Zusatzes

Der Abgleich des geschalteten Farbträgerzusatzes am V-Demodulator erfolgt nach Abschnitt 2.1.2.

#### 2.2.3. Fehler der Gesamtphase beziehungsweise der 90°-Phase des FHT

Derartige Fehler lassen sich sehr leicht an den Feldern 4 und 8 erkennen, die im exakt abgeglichenen Fall unbunt erscheinen. Als Beispiel werde für Feld 8 die Komponente R am V-Demodulator be-

trachtet (Bild 11). FHT und  $R_8$  bilden bei exaktem Abgleich einen Winkel von 90°, so daß kein Demodulationsprodukt entsteht. Sobald ein Phasenfehler vorliegt, ergibt sich ein V-Signal, und Feld 8 wird

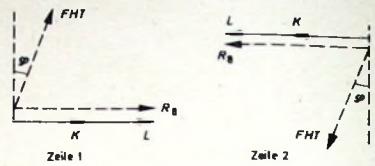


Bild 11. Buntes Feld 8 ( $\pm U$ ) bei falscher Phase des FHT

farbig. Entsprechendes gilt für Feld 4 und den U-Demodulator.

Falls beide Felder bunt erscheinen, so ist zunächst die Gesamtphase so weit zu verschieben, bis dasjenige Feld unbunt wird, bei dem kein 90°-Abgleich möglich ist. Durch Abgleich der 90°-Phase wird dann das andere Feld ebenfalls unbunt. Bei manchen Schaltungen sind der Abgleich der Gesamtphase und der 90°-Phase nicht voneinander unabhängig, so daß man den beschriebenen Abgleich wiederholt durchführen muß.

#### 2.2.4. Matrixabgleich

Mit Hilfe des Testfeldes 5 (Grün) läßt sich die Matrix für Rot und Blau abgleichen. Dazu wird der Rot- beziehungsweise Blauauszug des Grünfeldes beobachtet. Stehen die demodulierten U- und V-Signale im richtigen Amplitudenverhältnis zueinander (Demodulatorbalance), so müssen bei exakter Einstellung der Farbsättigung sowohl der Rot- als auch der Blauauszug an dieser Stelle schwarz erscheinen. Durch Erhöhen der Grundhelligkeit und durch Vergleich mit dem danebenliegenden Referenzschwarz ist ein Abgleich leicht möglich.

Die Grünmatrix wird, nachdem die Demodulatorbalance stimmt, mit Hilfe der Felder 1, 2 und 3 justiert. Feld 3 enthält eine Farbe, für die  $(G - Y) = 0$  ist, das heißt, der Grünauszug dieses Feldes darf sich bei Variieren der Farbsättigung in der Helligkeit nicht verändern. Durch Einstellen der Bewertungsfaktoren für U und V nach der Gleichung

$$(G - Y) = -0,378 U - 0,579 V$$

läßt sich diese Unabhängigkeit erreichen.

Wenn nun nach einem zweiten Abgleich  $(G - Y)$  im Verhältnis zu Y die richtige Größe hat, so muß sich bei 100% gesättigtem Purpur im Grünauszug Schwarz ergeben. Da aber bei diesem Testbild aus den genannten Gründen für alle Felder gleiche Luminanz- und Chrominanzsignale gewählt wurden, also die Luminanz von Purpur (Feld 1) um 12% zu hoch ist, wird sich im Grünauszug bei fehlerloser Grünmatrix eine Helligkeit von 12% ergeben. Zur exakten Einstellung dieses Wertes wird im Feld 2 ein Grau von 12% übertragen.

#### Schrifttum

Vorschlag eines elektronischen Farbfernsehertestbildes. Information der Fernseh GmbH, April 1967

Mayer, N., u. Holoch, G.: Testsignale zur Einstellung des PAL-Farbfernsehempfängers nach dem Fernsehbild. Technischer Bericht Nr. 123 des Institutes für Rundfunktechnik, München

## Die Schaltungstechnik der Horizontal-Endstufe des Farbfernsehempfängers „Goya“

Von den vielen interessanten Schaltungseinzelheiten des Chassis „K 6“, das im neuen Farbfernsehempfänger „Goya“ von Philips verwendet wird, soll im folgenden die Konzeption der Horizontal-Endstufe beschrieben werden. Abweichend von zwei anderen bekannten Varianten wird hier eine Horizontal-Endstufe in der sogenannten „Pumpsschaltung“ eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine „Ein-Transformer-Schaltung, Versorgung mit der normalen Betriebsspannung von 260 V und Stabilisierung der Hochspannung von 25 kV durch die Ballasttriode PD 500. Um die Wirkungsweise dieser Schaltung zu verstehen, soll von der Schaltung der Zeilen-Endstufe im Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger ausgegangen werden.

weil sich die Ströme in einem Transistor umgekehrt proportional zu den Windungszahlen verhalten.

Bei rein induktiver Belastung pendelt der Ablenkstrom während des Rückschlages von seinem positiven Wert über Null zu einem negativen Wert. Die Spannung am Horizontalausgangstransformator ist während dieser steilen Stromänderung sehr hoch, und man gewinnt in der praktischen Schaltung aus dieser Rückschlagspannung die Hochspannung für die Bildröhre.

Beim Ausschwingen der Rückschlagspannung zu negativen Werten (Bild 4) öffnet die Boosterdiode, wenn der Spannungsabfall  $-U_{L2}$  größer als die Spannung  $U_C - U_B$  (Bild 2) wird; die Katode der

diode bleibt bis zur Beendigung des Hinlaufs geöffnet und sorgt so für den linearen Anstieg des Ablenkstroms. Damit der Wirkleistungsverbrauch gedeckt wird, muß während der Hinlaufzeit ein konstanter Stromanteil  $i_W$ , der über Boosterdiode und Zeilen-Endröhre fließt, aufgebracht werden.

### 2. Horizontal-Endstufe im Farbfernsehempfänger

Im Farbfernsehempfänger sind der Blind- und Wirkleistungsverbrauch erheblich größer als im Schwarz-Weiß-Empfänger. Bei einem Ablenkinkel von nur  $90^\circ$  in der Farbbildröhre müssen wegen des größeren Halsdurchmessers und der hohen Anodenspannung von 25 kV etwa 65 VA Ablenkblindleistung aufgebracht werden.

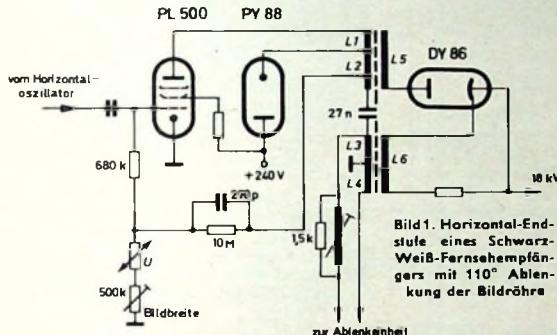


Bild 1. Horizontal-Endstufe eines Schwarz-Weiß-Fernsehempfängers mit  $110^\circ$  Ablenkung der Bildröhre

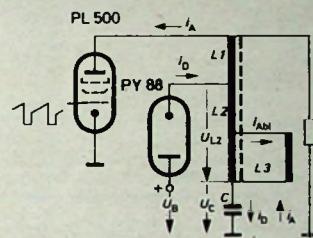


Bild 2. Vereinfachte Schaltung der Schwarz-Weiß-Horizontal-Endstufe

### 1. Horizontal-Endstufe im Schwarz-Weiß-Empfänger

Bei den Schwarz-Weiß-Empfängern mit 59-cm-Bildröhren und  $110^\circ$  Ablenkinkel hat sich im Laufe der Entwicklung eine Standardschaltung für die Zeilen-Endstufe herausgebildet (Bild 1). Hier müssen für die Ablenkung etwa 40 VA Blindleistung und für Hochspannung, Hilfsstufen, Heizung der DY 86, Verluste im Transformatorkern usw. rund 10 W Wirkleistung aufgebracht werden. Die Wirkungsweise sei an Hand der vereinfachten Schaltung im Bild 2 besprochen.

Da die Horizontalablenkspulen bei der Zeilfrequenz von 15 625 Hz praktisch eine reine induktive Belastung darstellen, muß der Generator für die horizontale Ablenkung nur die Blindleistung aufbringen, die für die Ablenkung des Elektronenstrahls in der Bildröhre notwendig ist. Wenn also die Verluste im Transformatorkern und in den Widerständen der Spulen vernachlässigt werden, kommt man zu Stromverläufen, wie sie im Bild 3a dargestellt sind.

Die gezeichneten Stromverläufe im Bild 3 sind alle auf den Anodenstrom der Zeilen-Endröhre normiert, das heißt, der Strom  $n \cdot i_{AHI}$  errechnet sich aus dem Übersetzungsverhältnis der Primärwicklung ( $L_1$  und  $L_2$ ) zur Teilwicklung  $L_3$  (Ablenkspulen) zu

$$n \cdot i_{AHI} = \frac{1}{4} i_{AHI}$$

Dipl.-Ing. GÜNTER KROLL ist Leiter der Technisch-Kommerziellen Gruppe der Fernsehgeräte-Abteilung der Deutschen Philips GmbH.

Boosterdiode ist dann negativer als die Anode. Die Boosterdiode leitet jetzt und begrenzt den Spannungsabfall  $-U_{L2}$  auf den Wert  $U_C - U_B$ , wodurch im Transistor eine linear ansteigende Stromänderung erzwungen wird.

Wie man aus der Pfeilrichtung des Stroms  $i$  erkennen kann, fließt dieser Strom in den Boosterkondensator  $C$ , und die im magnetischen Kreis gespeicherte Energie wird jetzt im Boosterkondensator  $C$  gespeichert (Prinzip der Energierückgewinnung). In der Mitte des Hinlaufs ist diese Energie vollständig im Kondensator  $C$  gespeichert. Dann setzt der Anodenstrom  $i_A$  der Zeilen-Endröhre ein, und die Energie wird wieder dem Boosterkondensator  $C$  entzogen und im Magnetfeld des Transformatormagneten gespeichert, bis der Hinlauf beendet ist und der Rückschlag einsetzt.

Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß wegen der Energiespeicherung im Kondensator  $C$  und der Transformation auf  $-U_{L2}$  hier eine wesentlich höhere Spannung als die Betriebsspannung aufgebaut wird. Die Zeilen-Endröhre kann daher in einem günstigeren Arbeitspunkt arbeiten.

In der Praxis lassen sich Stromverläufe nach Bild 3a jedoch nicht erreichen, da in jeder Schaltung Verluste auftreten und außerdem die Hochspannung zum Betrieb der Bildröhre aus der Rückschlagspannung gewonnen wird. Im praktischen Fall der Horizontal-Endstufe eines Schwarz-Weiß-Empfängers – große Blindleistung und kleine Wirkleistung – erfolgt die Einstellung der Ströme nach Bild 3b. Die Booster-

Bild 3. Auf den Anodenstrom der Zeilen-Endröhre normierte Stromverläufe beim Schwarz-Weiß-Empfänger (a, b), bei großem Wirkleistungsanteil (c, Farbempfänger) und bei der Pumpsschaltung (d)

Für die Hochspannung der Farbbildröhre benötigt man rund 37 W und für Heizleistung, Fokussierspannung, Konvergenz, Verluste im Transformatorkern usw. noch weitere 25 W Wirkleistung.

Im Bild 3c sind die Stromverhältnisse für eine normale Horizontal-Endstufe mit gro-

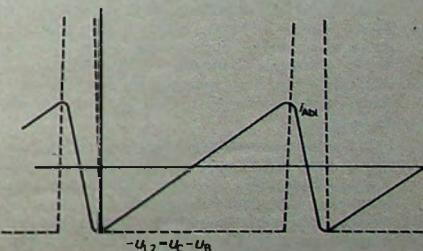


Bild 4. Begrenzung des Spannungsabfalls an  $L_2$  durch die Boosterdiode

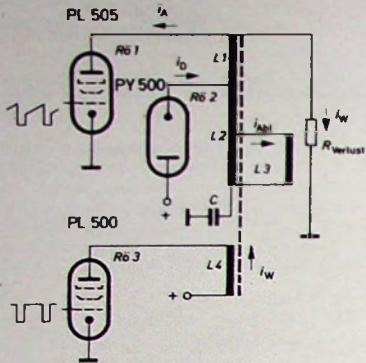


Bild 5. Vereinfachte Schaltung der Horizontal-Endstufe mit Pumpröhre

Endröhren sind an verschiedene Wicklungen des Ausgangstransformators angeschlossen. Das Kennzeichnende dieser Schaltung ist, daß nur der Anodenstrom der PL 505 über die Boosterdiode PY 500 fließt.

Der notwendige Wirkstromanteil  $i_W$  wird über die Wicklung  $L_4$  mit Hilfe der PL 500 in den Transistor „hineingepumpt“. Bild 3d zeigt die Stromverteilung im Ausgangstransistor, und man sieht, daß die Spitzentströme und die mittlere Strombelastung der Röhren viel geringer als bei Bild 3c sind.

Bei der Pumpschaltung wird also die Ablenkleistung hauptsächlich von Rö 1 und Rö 2, die als normale Zeilen-Endstufe arbeiten, aufgebracht. Über Rö 3 wird dagegen die erforderliche Wirkleistung in den Transistorpumpe gepumpt, ohne daß dieser Stromanteil die Röhre diode belastet.

mige und für Rö 422 eine kleinere, rechteckförmige Ansteuerspannung. Im Bild 7 sind die Oszillogramme der Ansteuerspannungen und die Anodenströme der beiden Endröhren dargestellt. Die mittleren Anodenströme der PL 505 und der PL 500 sollen sich wie 2 : 1 verhalten. Der Abgleich erfolgt mit dem Regler R 1468, indem die Spannung zwischen A und B auf Null Volt eingestellt wird.

Die Gleichrichtung der durch die Wicklung S 4310 auf 25 kV transformierten Rückschlagimpulse erfolgt mit einer GY 501, deren Heizung wie üblich mit den Rückschlagimpulsen erfolgt. Die Wicklung S 4306 dient zur besseren Kopplung zwischen Primär- und Hochspannungswicklung. Mit S 4304 wird die Abstimmung bei

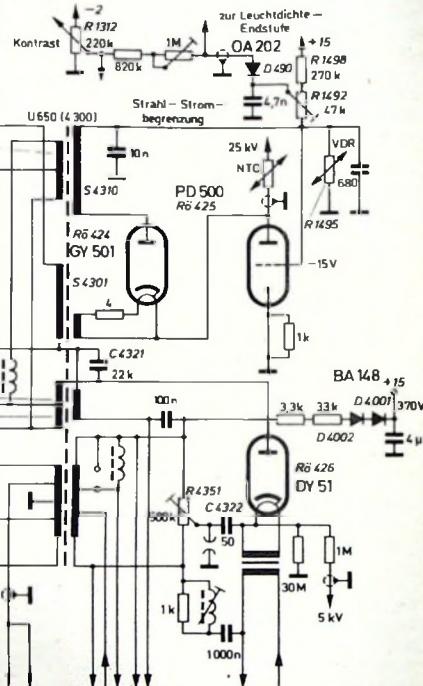


Bild 6. Schaltung der Horizontal-Endstufe im Philips-Chassis „K 6“

dem Wirkleistungsanteil dargestellt. Wegen des hohen Wirkstromanteils  $i_w$  fließt während des Hinlaufs immer ein hoher Strom  $i_p$  durch die Boosterdiode und entsprechend auch durch die Zeilen-Endröhre. Die Anodenverlustleistungen beider Röhren müssen groß sein, und der Wirkungsgrad dieser Schaltung ist schlecht, weil der hohe Boosterdiodenstrom einen entsprechenden Spannungsabfall an der Diode und der Zeilen-Endröhre zur Folge hat. Eine wirtschaftliche Einstellung der Ströme ließe sich bei erhöhter Betriebsspannung (etwa 400 V) finden. Eine solche Lösung setzt aber die Verwendung eines besonderen Netzteiles voraus, weil im Allstromnetzteil eines Fernsehempfängers nur eine Betriebsspannung von rund 260 V zur Verfügung steht.

Für das Farbempfängerchassis „K 6“ wurde daher eine Schaltung entwickelt, die unter Verwendung von zwei Endröhren den Betrieb der Horizontal-Endstufe bei der niedrigen Betriebsspannung wirtschaftlich möglich macht. Wie Bild 5 zeigt, handelt es sich hier aber nicht um eine einfache Parallelenschaltung sondern die Anoden der

### 3. Praktische Ausführung der Pumpschaltung im Chassis K 6

Bild 6 zeigt die Schaltung der Horizontal-Endstufe im Chassis „K 6“. Die Ansteuerungsspannung für die Endröhren wird in üblicher Form im Anodenkreis von  $R_6 4200$  (Sinusoszillator) gebildet. Durch Aufteilung des Anodenwiderstandes von  $R_6 4200$  gewinnt man für  $R_6 421$  eine sägezahnförmige

der Fertigung auf die 3. Harmonische eingestellt.

Bild 8 zeigt den geöffneten „Hochspannungsturm“ von der Seite. Im unteren Teil erkennt man den Horizontalausgangstransformator und darüber – die Anodenkappe steckt direkt in der Hochspannungsspule – die GY 501. Dann folgt eine hochspannungsfeste Fassung und darüber die Bal-

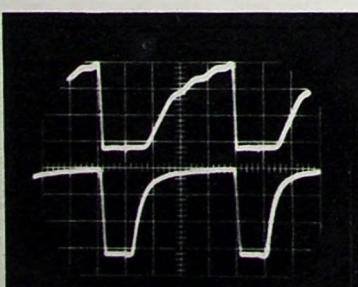


Bild 7a. Anodenstrom (oben) und Gitterspannung (unten) der Horizontal-Endröhre PL 505

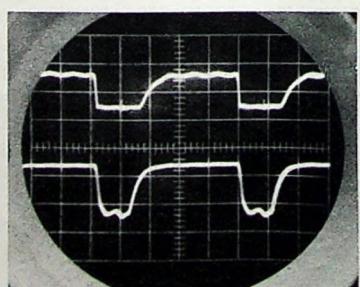


Bild 7b. Anodenstrom (oben) und Gitterspannung (unten) der Röntgenröhre PL 500

lasttriode PD 500. Im Bild 9 ist der im Bild 8 noch geschlossene Anbau (rechts unten) geöffnet. Man sieht die beiden Endröhren PL 505 und PL 500, die Boosterdiode PY 500 und die Gleichrichterröhre DY 51 für die Fokusierspannung.

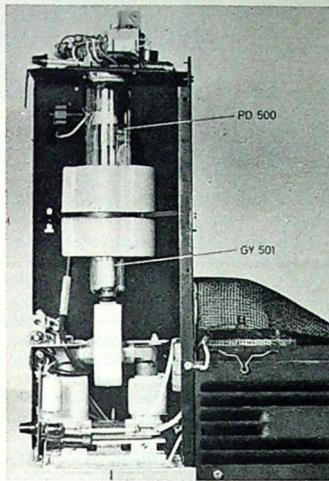


Bild 8. Blick in den geöffneten Hochspannungsturm des Chassis „K 6“

Der gewählte mechanische Aufbau ergibt eine sehr gute Abführung der entstehenden Verlustwärme. Der Transformator wurde im Interesse einer langen Lebensdauer an der kältesten Stelle angeordnet und ist gegen die Strahlungswärme der Endröhren geschützt.

Um den Einfluß von Strahlstromschwankungen auf Hochspannung und Ablenkstrom kleinzuhalten, wird eine Ballasttriode PD 500 eingesetzt. Sie hat die Aufgabe, die Summe aus Strahlstrom der Farbbildröhre und ihrem eigenen Anodenstrom konstantzuhalten, das heißt, konstante Last auf der Hochspannungsseite sicherzustellen.

Als Stellgröße wird in der Regelschaltung der Gleichstrom durch die Hochspannungsspule S 4310 benutzt. Er erzeugt am VDR-Widerstand R 1495 einen Spannungsabfall, durch den die PD 500 gesteuert wird. Niedriger Strahlstrom der Bildröhre hat einen kleineren Spannungsabfall an R 1495 zur Folge. Infolge der über die Widerstände R 1498, R 1492 von +15 zugeführten Spannung wird dann die Spannung am Gitter von R 425 positiver, so daß die Ballasttriode mehr Strom übernimmt, bis das durch den Spannungssteiler R 1498, R 1492 gegen den VDR-Widerstand R 1495 eingestellte Gleichgewicht wieder erreicht ist. Die Höhe der Hochspannung hat keinen Einfluß auf den Regelvorgang in der Ballasttriode. Die Stabilisierung der Spannung erfolgt mit der bei Schwarz-Weiß-Geräten üblichen VDR-Stabilisierung.

Durch die Gegeneinanderschaltung der von +15 über R 1468, R 1469 zugeführten Spannung gegen die am VDR-Widerstand R 1473 durch Gleichrichten der Rückschlagimpulse gewonnene negative Richtspannung werden Netzspannungsschwankungen ausgeregelt, und die Amplitude der Rückschlagimpulse wird über die Steuerung der Arbeitspunkte beider Endröhren konstantgehalten. Da mit der Ballasttriode eine konstante Hochspannungslast für den

Transformator eingestellt wird, ergibt sich mit der VDR-Stabilisierung eine sehr gute Amplitudenstabilisierung.

Im normalen Schwarz-Weiß-Fernsehgerät nimmt man die Gegenspannung für die VDR-Stabilisierung am Boosterkondensator

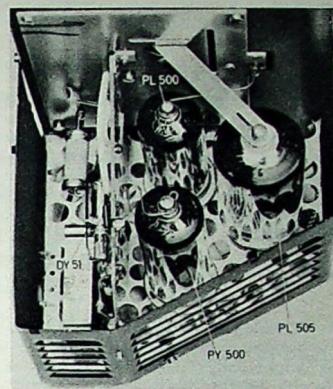


Bild 9. Der Anbau mit den Röhren PL 500, PL 505, PY 500 und DY 51

ab. In der vorliegenden Schaltung liegt der Kondensator C 4321 zwischen S 4301 und S 4303 an einer Stelle mit hohen Impulsspannungen. Daher wird mit den Dioden D 4001, D 4002 durch Gleichrichten des Rückschlagimpulses die Gleichspannung

+15 von 370 V erzeugt. Die Spannung +15 dient als Gegenspannung für die VDR-Stabilisierung und zur Versorgung des Vertikalszillators.

Durch Gleichrichtung des an der Wicklung S 4303, S 4305 entstehenden positiven Rückschlagimpulses mit R 426 wird die Fokusierspannung von rund 5 kV für die Farbbildröhre gewonnen. Die für die Einstellung der optimalen Strahlshärfe erforderliche Variation der Fokusierspannung erreicht man mit dem Regler R 4351. Über den Kondensator C 4322 gelangt je nach der Stellung des Reglers R 4351 ein positiver oder negativer Rückschlagimpuls zur Katode von R 426, wodurch sich die Spannung in den erforderlichen Grenzen verändert läßt.

Der Betrieb der Farbbildröhre A 63-11 X mit einem mittleren Strahlstrom von 1,5 mA ist nur zulässig, wenn eine automatische Strahlstrombegrenzung vorhanden ist.

Im Philips-Chassis „K 6“ erfolgt diese Begrenzung über eine Schwellwerteinstellung im Kontrastregelkreis. Ein Teil der am Gitter von R 425 wirksamen Regelspannung wird am Potentiometer R 1492 abgegriffen und über die Diode D 490 gegen die am Kontrastregler R 1312 eingestellte Spannung geschaltet. Erhöht sich nun der mittlere Strahlstrom zu stark, dann wird die Kathodenseite von D 490 negativer, die Diode öffnet und setzt mit der zugeführten negativen Spannung die Verstärkung der Leuchtdichte-Endstufe und damit den Kontrast herab.

Ab 1. Juli 1967

## Regelmäßige Farbfernseh-Testsendungen für den Fachhandel

Am 1. Juli geht ein seit Monaten immer wieder vom Fachhandel und der Industrie vorgebrachter Wunsch in Erfüllung: An allen Werktagen (außer Sonnabend) übertragen die Sender des zweiten Programms (ZDF), die ebenso wie die Sender der ARD schon seit Monaten am frühen Vormittag das in erster Linie für technische Messungen und Prüfzwecke bestimmte Testprogramm ausstrahlen, ein weiteres Testprogramm, das ebenfalls im Farbstudio des WDR in Köln produziert wird. Damit hat der Fachhandel die Möglichkeit, allen Interessenten und potentiellen Käufern während der verkaufsoffenen Zeiten die ab 1. Juli an den Fachhandel ausgelieferten Farbfernsehempfänger zu demonstrieren.

Die Sendezzeit für dieses Programm ist 14.30 bis 16.30 Uhr. Eine Verlegung auf die späteren Nachmittagsstunden ist nicht möglich, weil die Übertragungsstrecken zu den Sendern während dieser Zeit für andere Zwecke benötigt werden. Im Rahmen des Testprogramms wird ein gleichbleibender Block ausgestrahlt. Er enthält zwei Filme von je 15 Minuten und einen Film von zehn Minuten Dauer. Am Beginn des Testblocks werden für jeweils fünf Minuten das elektronische Testbild und Testdias gezeigt. An Hand dieser Vierlagen hat der Händler die Möglichkeit, seine Farbempfänger unmittelbar vor den Filmvorführungen noch einmal auf richtige Einstellung der Farbe zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Zwischen den einzelnen Filmen sind jeweils zehn

Minuten lang Dias (Wechsel in jeweils einer Minute Abstand) zu sehen. Auf die Einblendung von Meß- und Prüfsignalen wird im Rahmen dieses Testblocks verzichtet, weil diese Ausstrahlung nur auf die Bedürfnisse des Fachhandels abgestimmt ist.

### Zeitplan für die Nachmittags-Testsendungen

Zeit	Inhalt der Sendung
14.30 – 14.35	Elektronisches Testbild
14.35 – 14.40	Testdias
14.40 – 14.45	Dias
14.45 – 15.05	Film (die nach dem Ablauf des Films verbleibende Zeit von etwa 3-6 Minuten wird mit dem elektronischen Testbild und mit Testdias ausgefüllt)
15.05 – 15.15	Dias
15.15 – 15.35	Film (wie oben)
15.35 – 15.45	Dias
15.45 – 16.05	Film (wie oben)
16.05 – 16.15	Dias
16.15 – 16.30	Film

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß mit dieser zusätzlichen Testsendung keineswegs der Beginn des Programmdienstes vorweggenommen wird. Dieser beginnt vielmehr erst am 25. August mit Eröffnung der Großen Deutschen Funkausstellung Berlin 1967. Aus diesem Grunde werden auch die im Rahmen dieses Testprogramms gezeigten Filme nicht ausgewechselt.

# Farbsynchronsignalverstärker und Farbträgeraufbereitung

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 12, S. 435

## 4. Farbsynchronsignalverstärker

Um das Farbynchronsignal mit der Oszillatorkreisfrequenz vergleichen zu können, muß es vom Farbartignal getrennt werden. Das erfolgt in einer getasteten Verstärkerstufe. Wie der Tastimpuls aus einem positiven Zeilenrücklaufimpuls gewonnen wird, soll jetzt nur angedeutet werden. Genauere Erläuterungen und Oszillogramme sind in der noch folgenden Schaltungsbeschreibung zu finden.

Der Zeilenrücklaufimpuls wird auf etwa 9 V begrenzt und einem Reihenschwingkreis zugeführt, der auf etwa die vierfache Zeilenfrequenz abgestimmt ist. Es entsteht eine periodische gedämpfte Schwingung, da der Kreis in jeder Zeile einmal angestoßen wird. Jeweils die erste (und größte) Halbwelle öffnet die Basis eines Transistors, an der gleichzeitig das Farbartignal liegt. Da von diesem nur das Farbsynchronsignal zeitlich mit dem Tastimpuls zusammenfällt, wird nur dieses verstärkt (s. auch Bild 16). Fehlt der Tastimpuls, dann ist der Transistor gesperrt.

Für die Dimensionierung der Auftastung ist es wichtig, daß wirklich nur das Farbsynchronsignal und nicht etwa noch ein Teil des Farbartsignals verstärkt wird. Bild 6 zeigt einwandfreie und fehlerhafte Farbsynchronsignale; letztere können durch einen zu breiten und zu spät eintreffenden Tastimpuls hervorgerufen werden. Das bei zu breitem Impuls mit aufgetastete Farbartignal kann, bezogen auf den Farb-



Bild 6. Gute (oben) und fehlerhafte (unten) Farbsynchronimpulse; 20 V/  
Tlg. und 64 µs/Tlg.

Bild 7. Prinzipschaltbild des (a) Diskriminators und Gleichspannungsersatzschaltbild (b)

so laden sich die Kondensatoren auf die Spitzenspannung von  $U_{D1}$  beziehungsweise  $U_{D2}$  auf

$$U_{C1} = |\hat{U}_{D1}| = |\hat{U}_1 + \hat{U}_2|, \quad (5a)$$

$$- U_{C2} = |\hat{U}_{D2}| = |\hat{U}_1 - \hat{U}_2|. \quad (5b)$$

Die Ausgangsspannung  $U_A$  des Diskriminators wird zwischen  $R1$  und  $R2$  abgegriffen und ist auf Masse bezogen. Zur Berechnung von  $U_A$  dient die Gleichspannungsersatzschaltung Bild 7b. Durch Spannungsumläufe in den Maschen I und II erhält man

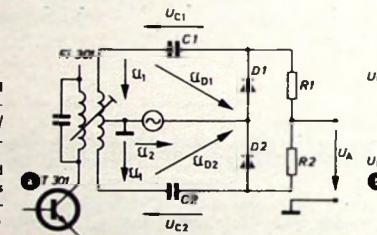
$$U_A - U_{C1} + U_3 = 0, \quad (6a)$$

$$U_A - U_{C2} - U_4 = 0. \quad (6b)$$

Da die Widerstände  $R1$  und  $R2$  gleich groß sind, müssen auch die Spannungen  $U_3$  und  $U_4$  gleiche Beträge haben. Durch die Addition von Gl. (6a) und Gl. (6b) ergibt sich

$$U_A = \frac{U_{C1} + U_{C2}}{2}. \quad (7)$$

Die Größen  $U_{C1}$  und  $U_{C2}$  findet man aus dem Zeigerdiagramm Bild 8, in dem  $U_1$  willkürlich in die reelle Achse gelegt wurde. Nach dem



synchronimpuls, jede beliebige Phasenlage haben. Man erhält dann aus dem Diskriminator eine Gleichspannung, die nicht mehr der augenblicklichen Phasenlage des Farbynchronsignals entspricht, sondern von ihr je nach Dauer, Amplitude und Phase des Farbartsignals bis zu 90° abweichen kann, was die Synchrongenmodulation erheblich stört. In krassem Falle kann das Bild sogar farblos werden.

Um solche Störungen unter allen Umständen zu vermeiden, wurde für die Taststufe eine Schaltung gewählt, die den Verstärker mit Sicherheit nur während des Farbynchronsignals aufstellt. Das Farbynchronsignal wird über ein Filter, dessen Primärseite auf die Farbträgerfrequenz abgestimmt ist, aus dem Kollektorkreis des Farbynchronverstärkers ausgekoppelt. Die Sekundärseite des Filters besteht aus einer Bifilarwicklung, die zwei auf Masse bezogene gegenphasige Spannungen für die Phasenvergleichsstufe liefert.

## 5. Phasendiskriminator

Das Prinzipschaltbild des Diskriminators ist im Bild 7a dargestellt. Die Oszillatorkreisspannung  $U_1$  liegt zwischen den Dioden und Masse.  $C1$  und  $C2$  sind gleich und so groß gewählt, daß an ihnen praktisch keine Wechselspannung abfällt.  $D1$  und  $D2$  sind Dioden mit hohem Sperrwiderstand und niedrigem Durchlaßwiderstand. Wählt man die Zeitkonstanten

$$\tau_1 = R_1 \cdot C_1 = \tau_2 = R_2 \cdot C_2$$

sehr viel größer als die Zeilendauer  $T$  ( $T = 64 \mu s$ ),

Zu Beginn der 2., 4., 6., ... Zeile mit  $\alpha = -45^\circ$  gilt

$$|\hat{U}_{D12}| =$$

$$= \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 + 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos(\varphi - 45^\circ)}, \quad (9c)$$

$$|\hat{U}_{D21}| =$$

$$= \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 - 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos(\varphi - 45^\circ)}. \quad (9d)$$

(Die zweite Index-Ziffer gibt jeweils die Zeilengruppe an.)

Aus diesen Formeln läßt sich jedoch kein geschlossener Ausdruck für die Ausgangsspannung des Diskriminators entwickeln. Am Zeilenbeginn werden zwar die Kondensatoren  $C1$  und  $C2$  auf die in Gl. (9) berechneten Spannungen aufgeladen, sie entladen sich aber während der Zeilendauer wegen des fehlenden Farbynchronimpulses. Die Zeitkonstanten  $\tau_1$  und  $\tau_2$  sind nämlich nur sehr groß im Vergleich zur Periodendauer des Farbträgers, nicht aber im Vergleich zur Zeilendauer.

An Hand eines Zahlenbeispiels, das sich auf ein Seriengerät stützt, und einiger Oszilloskopogramme kann man sich jedoch ein genaues Bild vom Verlauf der Spannungen am unbelasteten Dis-

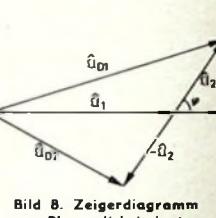


Bild 8. Zeigerdiagramm zum Phasendiskriminator

Kosinusatz gilt

$$|\hat{U}_{D1}| = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 - 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi)}. \quad (8a)$$

Mit  $\cos(180^\circ - \varphi) = -\cos\varphi$  wird

$$|\hat{U}_{D1}| = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 + 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos\varphi}. \quad (8a)$$

$|\hat{U}_{D2}|$  findet man auf gleiche Weise:

$$|\hat{U}_{D2}| = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 - 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos\varphi}. \quad (8b)$$

Setzt man die Gleichungen (8a) und (8b) in Gl. (5) und Gl. (7) ein, so erhält man den Ausdruck für  $U_A$  als Funktion des Phasenwinkels  $\varphi$ . Die Formel gilt aber nur für den oben angedeuteten Idealfall und für zeitlich konstante Amplituden.

Der Farbynchronimpuls  $U_1$  ist jedoch je Zeile für nur 2,26 µs vorhanden und wird von Zeile zu Zeile gegenüber der negativen ( $E - Y$ )-Achse um  $\alpha = \pm 45^\circ$  in seiner Phase geschaltet. Führt man diesen Winkel in Gl. (8) ein, so erhält man zu Beginn der 1., 3., 5., ... Zeile (in zeitlicher Reihenfolge gezählt) mit  $\alpha = +45^\circ$  folgende Spannungen:

$$|\hat{U}_{D11}| = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 + 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos(\varphi + 45^\circ)}, \quad (9a)$$

und

$$|\hat{U}_{D21}| = \sqrt{\hat{U}_1^2 + \hat{U}_2^2 - 2 \hat{U}_1 \cdot \hat{U}_2 \cdot \cos(\varphi + 45^\circ)}. \quad (9b)$$

krinator machen. Zur Vereinfachung wird hierbei  $\varphi = 90^\circ$  gesetzt. Die Spitzenspannung des Farbynchronsignals ist  $\hat{U}_1 = 16$  V, die Spitzenspannung der Oszillatorkreisspannung  $\hat{U}_2 = 8$  V,  $C_1 = C_2 = 1 \text{ nF}$ ,  $R_1 = R_2 = 330 \text{ k}\Omega$ ,  $\tau_1 = \tau_2 = 330 \mu\text{s}$ .

Mit diesen Werten erhält man aus den Formeln (9) folgende Spannungen:

$$U_{C11} = |\hat{U}_{D11}| \approx 22 \text{ V},$$

$$- U_{C21} = |\hat{U}_{D21}| \approx 12 \text{ V},$$

$$U_{C12} = |\hat{U}_{D12}| \approx 12 \text{ V},$$

$$- U_{C22} = |\hat{U}_{D22}| \approx 22 \text{ V}.$$

An Hand der Bilder 9 und 10 sollen nun die Spannungsverläufe am Diskriminator betrachtet werden. Am Beginn der 1. Zeile lädt  $U_{C11}$  den Kondensator  $C_1$  auf  $U_{C11} = +22 \text{ V}$  auf. Zur gleichen Zeit stehe an  $C_2$  eine Spannung  $U_{C21} = -18 \text{ V}$ .

Die Spannung  $U_A$  nach Gl. (7) ist  $+2 \text{ V}$  (die Spannungswerte sind auf Masse bezogen). Dieser Momentanwert ist links im Bild 9 zu sehen. Der obere Spannungsverlauf stellt  $U_{C11}$  dar, der untere  $U_{C21}$ . Zum selben Zeitpunkt springt die Rechteckspannung (Bild 10) von  $-2 \text{ V}$  auf  $+2 \text{ V}$ . Ist das Farbynchronsignal beendet, laden sich  $C_1$  und  $C_2$  über  $R1$  und  $R2$  um. Zum besseren Verständnis der Oszilloskopogramme sollen die Spannungen  $U_{C11}(t)$  und  $U_{C21}(t)$  für den Fall der ungestörten Umladung berechnet werden. Im Bild 11 ist das Gleichspannungs-



Bild 9. Verlauf der Sägezahnspannungen  $U_{C11}$  (obere Kurve) und  $U_{C21}$  (untere Kurve) am Diskriminatorkreis, Zeitschale  $30 \mu s/Tig$ .

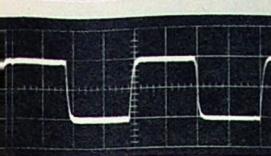


Bild 10. Ausgangsspannung  $U_A$  des unbelasteten Diskriminators;  $\varphi = 90^\circ$ ; Zeitschale  $30 \mu s/Tig$ .

ersatzschaltbild des Diskriminators nochmals dargestellt, jedoch auf die Bedürfnisse der Rechnung zugeschnitten. Schließt man zum Zeitpunkt  $t = 0$  den Schalter  $S$ , wobei die Kondensatoren auf  $U_{C11}$  beziehungsweise  $U_{C21}$  aufgeladen sein mögen, so wird sich ein Strom  $i_1(t)$  einstellen, der zu Anfang ( $t = 0$ ) von der Höhe der Gesamtspannung und dem Widerstand  $2R$  abhängt, nach Beendigung des Ausgleichsvorganges Null ist und in der dazwischenliegenden Zeit nach einer e-Funktion abklingt. Mit diesen Bedingungen lautet die Formel für den Strom  $i_1(t)$

$$i_1(t) = \frac{U_{C11} - U_{C21}}{2R} \cdot e^{-t/\tau}. \quad (10)$$

Mit diesem Strom wird der Kondensator  $C2$  geladen. Die Spannung an einer Kapazität bei gegebenem Strom ist

$$U_{C21}(t) = \frac{1}{C} \int i_1 dt + K. \quad (11)$$

Hierin ist  $K$  eine noch zu bestimmende Konstante. Setzt man Gl. (10) in Gl. (11) ein und führt die Integration aus, wobei  $\tau = R \cdot C$  berücksichtigt wird, so erhält man

$$U_{C21}(t) = - \left( \frac{U_{C11} - U_{C21}}{2} \right) \cdot e^{-t/\tau} + K. \quad (12)$$

Die Konstante findet man aus Gl. (12), da zur Zeit  $t = 0$  an  $C2$  die Spannung  $U_{C21}(0) = U_{C21}$  ist. Somit lautet die endgültige Formel für  $U_{C21}(t)$ :

$$U_{C21}(t) = - \left( \frac{U_{C11} - U_{C21}}{2} \right) \cdot e^{-t/\tau} + \frac{U_{C11} + U_{C21}}{2}. \quad (13a)$$

Auf ähnliche Weise erhält man

$$U_{C11}(t) = + \left( \frac{U_{C11} - U_{C21}}{2} \right) \cdot e^{-t/\tau} + \frac{U_{C11} + U_{C21}}{2}. \quad (13b)$$

Mit Hilfe von Gl. (13b) kann nun die Spannung an  $C1$  berechnet werden, wenn – wie im Beispiel vorausgesetzt –  $C1$  auf  $22 V$  und  $C2$  auf  $-18 V$  geladen war und eine Zeilenperiode vergangen ist. Man erhält am Ende der 1. Zeile  $U_{C11} \approx 18 V$ . Die Oszillatorenspannung kann die Kondensatorspannungen nicht beeinflussen, da sie allein nicht ausreicht, die durch  $U_{C11}$  beziehungsweise  $U_{C21}$  vorgespannten Dioden zu öffnen.

Zu Beginn der 2. Zeile ist  $|\dot{U}_{D12}| \approx 12 V$  und damit niedriger als die noch an  $C1$  vorhandene

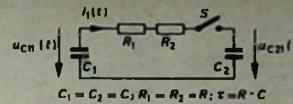


Bild 11. Diskriminatoren-Ersatzschaltbild

Gleichspannung  $|\dot{U}_{D12}|$  kann  $D1$  nicht öffnen;  $C1$  behält also die Spannung, die er am Ende der 1. Zeile hatte.  $|\dot{U}_{D12}|$  hat zu diesem Zeitpunkt einen Wert von  $22 V$  und lädt  $C2$  auf  $-22 V$  auf. Wie in der 1. Zeile, laden sich die Kondensatoren um. Hierbei gelten Gl. (13a) und Gl. (13b), wenn die entsprechenden Indizes eingesetzt werden. Die Ausgangsspannung des Diskriminators springt auf  $U_A = -2 V$ , wie Bild 10 zeigt.

Nach  $64 \mu s$  beginnt die Zeile 3, die für diese Betrachtungen mit Zeile 1 identisch ist.  $C1$  wird auf  $+22 V$  aufgeladen, und  $C2$  hat sich auf  $-18 V$  entladen, wie zu Beginn des Beispiels angenommen wurde. Durch die in der Phase geschalteten Farbynchronsignale entstehen also im Diskriminatoren zwei Sägezahnspannungen, die um eine Zeilendauer gegeneinander phasenverschoben sind.

Setzt man die Gleichungen (13) in Gl. (7) ein, so fallen die zeitabhängigen Glieder heraus, und man erhält für  $U_A$  eine konstante Spannung, die nur von  $U_{C11}$  und  $U_{C21}$  beziehungsweise  $U_{C11}$  und  $U_{C21}$  abhängt. Die Ausgangsspannung  $U_A$  des unbelasteten Diskriminators ist also eine echte Rechteckspannung ohne Dach- oder Schräge mit einer Amplitude von  $\frac{1}{2} (U_{C11} + U_{C21})$  beziehungsweise  $\frac{1}{2} (U_{C11} - U_{C21})$ ,

in diesem speziellen Beispiel von  $2 V$ , und der mittleren Gleichspannung Null, da  $\varphi = 90^\circ$  ist. Die Frequenz der Grundwelle ist gleich der halben Zeilenfrequenz.

Ändert sich durch irgendeinen Einfluß der Phasenwinkel  $\varphi$ , so erhält die Rechteckspannung  $U_A$  eine Gleichspannungskomponente  $U_0$ , deren Vorzeichen von der Richtung der Phasenabweichung abhängt. Die Amplitude der Rechteckspannung bleibt nahezu konstant. Diese Zusammenhänge sind im Bild 12 wiedergegeben.

Die Unstetigkeit des Kurvenverlaufs wird dadurch hervorgerufen, daß die Kondensatoren  $C1$  und  $C2$  schon nach einer Zeilendauer wieder nachgeladen werden. Dies erfolgt dann, wenn infolge sehr großer Abweichungen von der  $90^\circ$ -Lage  $|\dot{U}_{D12}|$  oder  $|\dot{U}_{D21}|$  größer wird als die durch Entladung während einer Zeilendauer verminderte Spannung  $U_{C11}$  beziehungsweise  $U_{C21}$ .

Zur Steuerung der Reaktanzröhre läßt sich nur die Gleichspannungskomponente von  $U_A$  verwenden. Sie kann durch  $RC$ -Glieder in der Zuleitung zum Gitter der Röhre von  $U_A$  abgetrennt werden, wobei durch richtige Wahl der Zeitkonstanten einerseits die überlagerte Wechselspannung vom Gitter ferngehalten werden muß, andererseits aber der Fangbereich, wie bereits ausführlich dargestellt, nicht unnötig klein gemacht werden darf.

Außer der Regelspannung werden am Phasendiskriminatoren noch die Spannung zur Synchronisierung des PAL-Schalters und eine Spannung zur Gewinnung der Regelspannung für den Farbtaignalverstärker abgegriffen. Weiterhin liegt parallel zum Diskriminatoren für die Referenzoszillatorenstimmung ein weiterer Diskriminatoren.

Bild 12 zeigt die Amplitude  $A$  der rechteckförmigen Diskriminatoren-Ausgangsspannung  $U_A$  sowie deren Gleichspannungskomponente  $U_0$  als Funktion des Phasenwinkels  $\varphi$  im unbelasteten Zustand

diskriminatoren, der die Spannung für den automatischen Farbschalter liefert.

Wie gezeigt wurde, werden die Kondensatoren  $C1$  und  $C2$  im Bild 7 nur in jeder zweiten Zeile aufgeladen. An ihnen entsteht also eine Sägezahnspannung mit der halben Zeilenfrequenz und einer Amplitude, die von der Höhe der Ladespannung und der Entladeseitkonstante abhängt. Da die Phasenlage  $\varphi$  der Farbynchronimpulse mit der der Sägezahnspannung starr verkoppelt ist, ist letztere zur Synchronisierung des PAL-Schalters geeignet.

Die Regelspannung für den Farbtaignalverstärker gewinnt man durch Gleichrichtung des Farbsynchronsignals. Sie wird auf der Sekundärseite des Filters  $F1$  abgenommen. Diese Regelspannung hält das Farbtaignal am Ausgang des Farbtaignalverstärkers und damit auch die Größe des Farbynchronsignals konstant. Dadurch ist der Fangbereich praktisch unabhängig von Feldstärkenschwankungen.

Bei der Dimensionierung des Diskriminators spielt die Wahl der Zeitkonstanten und des Amplitudenverhältnisses der zu vergleichenden Spannungen eine Rolle. Die Zeitkonstanten müssen – wie bereits erwähnt – groß gegenüber der Periodendauer des Farbträgers sein. Macht man sie sehr viel größer als die Zeilendauer, so ist die Amplitude der Sägezahnspannung zu klein, was zu einer unsicheren Synchronisierung des PAL-Schalters führt. Wählt man  $\tau_1$  und  $\tau_2$  etwa so groß wie die Zeilendauer, so entladen sich die Kondensatoren so schnell, daß zum Beispiel  $C1$  schon bei  $\varphi = 90^\circ$  nach Gl. (9a) und Gl. (9c) nicht nur von  $|\dot{U}_{D12}|$ , sondern auch von  $|\dot{U}_{D21}|$  aufgeladen werden kann.  $C1$  erhält dann also in jeder Zeile statt in jeder zweiten neue Spannung. Außerdem können die Kondensatoren auch von der Oszillatorenspannung nachgeladen werden, wenn die Zeitkonstanten zu klein werden. Dabei geht natürlich der Charakter der Sägezahnspannung verloren, womit wieder die Synchronisierung unzuverlässig wird.

Bild 13 zeigt eine solche unbrauchbare Dimensionierung, bei der  $\tau = 50 \mu s$  ist. Deutlich erkennt man die zweite Aufladung und die Knicke in der Entladekurve, weil die Oszillatorenspannung ein weiteres Entladen der Kondensatoren verhindert. Als guter Kompromiß wurde  $\tau \approx 5 \cdot T$  gewählt. Damit erhält man etwa  $6 V$  Sägezahnspannung, und der Sicherheitsabstand zur zweiten Aufladung ist über einen großen Bereich des Phasenwinkels  $\varphi$  gewährleistet.

Das Amplitudenverhältnis des Farbynchronsignals und der Oszillatorenspannung ist nicht sehr kritisch. Wählt man es groß, wobei es gleichgültig ist, welche der Spannungen die höhere ist, so erhält man nur eine niedrige Sägezahnspannung. Sind beide Amplituden gleich groß, so ist die Gleichspannungskomponente am kleinsten. Es wurde ein Verhältnis von etwa 2 gewählt.

Ein weiteres Kriterium des Diskriminators ist seine Symmetrie. Sind die Widerstände, Kondensatoren, Dioden und Wicklungen tatsächlich gleich, wie bisher angenommen, so ergibt sich auch praktisch für gleiche positive und negative Winkelabweichungen von der  $90^\circ$ -Lage der gleiche Spannungsbetrag, wie im Bild 12 dargestellt. Vollkommene Symmetrie läßt sich jedoch im allgemeinen nicht erreichen. Die Widerstände und Kondensatoren sind in der Schaltung aber so eng toleriert, daß sie nur ungefähr  $\pm 30$  Hz zur Fangbereichssymmetrie beitragen. Die Unsymmetrie, die die Dioden hervorrufen, wird durch Verwendung von Pärchen auf ein Mindestmaß herabgesetzt.

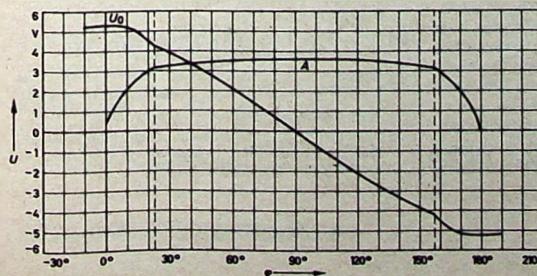


Bild 12. Amplitude  $A$  der rechteckförmigen Diskriminatoren-Ausgangsspannung  $U_A$  sowie deren Gleichspannungskomponente  $U_0$  als Funktion des Phasenwinkels  $\varphi$  im unbelasteten Zustand



Bild 13. Zu kleinen Zeitkonstanten im Diskriminatoren machen die PAL-Synchronisierung unsicher

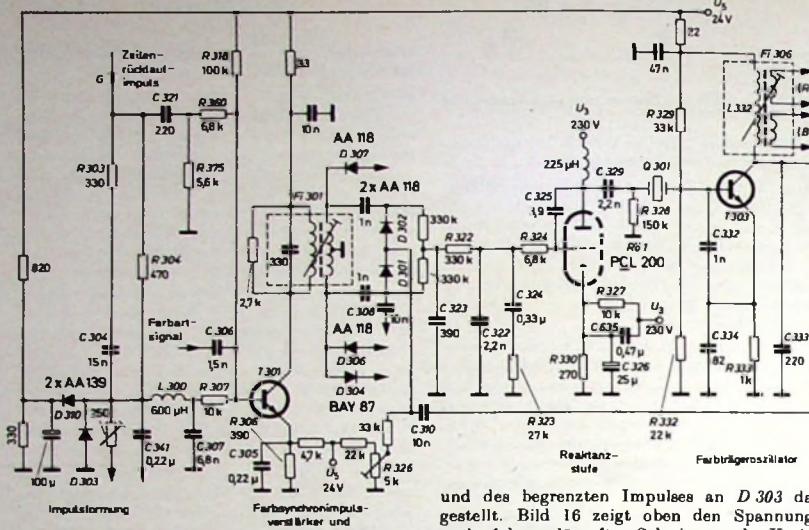


Bild 14.  
Schaltung zur Wiedergewinnung des Farbrägers und seine Synchronisierung im Telefunken-Farbempfänger

Auf Wicklungensymmetrie des Filters  $F_1 301$  sind nochmals etwa  $\pm 50$  Hz zurückzuführen. Die Sekundärwicklung von  $F_1 301$  ist zwar bifilar ausgeführt, jedoch sind Induktivitätsunterschiede der Teilwicklungen nicht ganz zu vermeiden. Weiterhin erhält man eine Unsymmetrie von etwa  $\pm 30$  Hz dadurch, daß am Diskriminatort die bereits besprochenen Hilfespannungen abgenommen werden. Diese Unsymmetrien sind zwar unschön, aber nicht beunruhigend, da sie vom gemessenen Fangbereich bequem aufgefangen werden.

#### 6. Schaltung

Zum Abschluß sollen die Schaltung zur Wiedergewinnung des Farbrägers und seine Synchronisierung an Hand von Bild 14 besprochen werden.

Der Zeilenrücklaufimpuls  $G$  (Spitzenspannung 55 V) gelangt über  $R 304$  zu den Dioden  $D 310$

und des begrenzten Impulses an  $D 303$  dargestellt. Bild 16 zeigt oben den Spannungsverlauf der gedämpften Schwingung des Kreises  $L 300$ ,  $C 307$  (gemessen an  $C 307$ ) und darunter das komplette Farbartsignal, wie es über  $C 306$  der Basis von  $T 301$  zugeführt wird. Der Farbsynchronimpuls liegt genau unter der großen positiven Halbabschwingung der Schwingkreisspannung. Dann folgen von links nach rechts ein Blaubalken, der vom Farbsynchronimpuls den zulässigen Minimalabstand von 2,7  $\mu$ s hat (s. auch Bild 1), ein schwarzer und ein weißer Balken sowie die Balken mit den Farben Gelb, Cyan, Grün, Purpur, Rot, Blau. Zwischen den beiden Blaubalken liegt der Zeilenimpuls mit dem Farbsynchronimpuls. Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll daran erinnert werden, daß Weiß und Schwarz keine Farben sind und deshalb im Bild 16 nur als Striche erscheinen (Weiß und Schwarz treten nur als Gleichspannungswerte im Helligkeitsignal auf).

Mit der Summe der an der Basis von  $T 301$  stehenden Impulse wird der Farbsynchronimpuls aus dem Farbartsignal ausgekoppelt und verstärkt. Bild 17 zeigt oben das Oszillogramm der Spannung zwischen Basis und Masse von  $T 301$ , darunter den Farbsynchronimpuls am

trägeroszillatorspannung. Die Ausgangsspannung des Diskriminators wird in dem nachfolgenden Netzwerk  $C 322$ ,  $C 323$ ,  $C 324$ ,  $R 322$ ,  $R 323$  gesiebt und über  $R 324$  dem Triodengitter der PCL 200 zugeführt. Um die Sollfrequenz des Oszillators einstellen zu können, ist die Diskriminatorenspannung um einen Betrag angehoben, der sich mit dem Potentiometer  $R 326$  einstellen läßt.

$D 307$  und  $D 306$  sind die Dioden des zweiten an  $F_1 301$  angeschlossenen Diskriminators für die automatische Farbschaltung. Über  $C 308$  wird die Synchronisationsspannung für den PAL-Schalter ausgekoppelt, und mit  $D 304$  wird durch Gleichrichtung die Regelspannung für die Farbkontrastautomatik erzeugt.

$R 324$  und  $C 325$  stellen zusammen mit der Gitter-Anoden-Kapazität den Gitterwechselspannungssteiler für die Reaktanzröhre dar (s. auch Bild 4); er muß auf den Quarz  $Q 301$  abgestimmt sein. Da das Triodengitter der PCL 200 positiv ist, muß die Kathode so hoch gelegt werden, daß sich eine negative Gittervorspannung von etwa 2 V einstellt. Das erreicht man durch den Spannungsteiler  $R 327$ ,  $R 330$ , durch den ein Querstrom von 22 mA fließt, um die Kathode fast unabhängig vom Anodenstrom auf konstantem Potential zu halten. Der Kathodenspannungssteiler und die Anode der Röhre werden aus derselben Spannung  $U_3$  gespeist. Der Kondensator  $C 326$  überbrückt den Kathodenwiderstand  $R 330$  für Wechselspannung.  $C 635$  kompensiert eine mögliche Phasenmodulation des Referenzoszillators, die durch eine der Anodengleichspannung  $U_1$  überlagerte Brummspannung hervorgerufen werden kann.

Der Schwingkreis des Farbrägeroszillators wird durch  $C 332$ ,  $C 334$ , die Reaktanzröhre  $R_0 1$ ,  $C 329$  und den Blindanteil des Quarzes gebildet. Der Koppelkondensator  $C 329$  ist allerdings wegen seines kleinen Wechselstromwiderstandes nicht frequenzbestimmend. Bei dieser Schwingungsschaltung handelt es sich um einen Clapp-Oszillator, dessen Rückkopplungsgrad durch das Verhältnis  $C 332$  zu  $C 334$  bestimmt ist.  $R 329$ ,  $R 332$  und  $R 333$  dienen zur Gleichstromversorgung des Transistors  $T 303$ .  $R 328$  schützt den Quarz beim Einschalten des Fernsehgerätes vor einer stoßartigen Gleichspannungbelastung. Er leitet die influenzierte Ladung nach Masse ab; den Schwingkreis stört er nicht.

Die wiedergewonnene Farbträgerspannung wird mit dem abstimmbarer Filter  $F_1 306$  aus dem Kollektorkreis ausgekoppelt. Der Resonanzkreis besteht aus  $L 332$  und  $C 333$  sowie dem  $(B-Y)$ -Synchronmodulator. Der  $(B-Y)$ -Synchronmodulator hat nur geringen Einfluß auf die Abstimmung des Filters  $F_1 306$ .

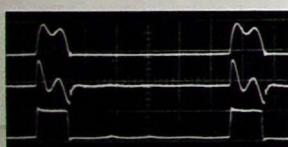


Bild 15. Oben: Zeilenrücklaufimpuls (50 V/Tig.), darunter differenzierter (10 V/Tig.), unten begrenzter Zeilenrücklaufimpuls (10 V/Tig.); Zeitschale 10  $\mu$ s/Tig.

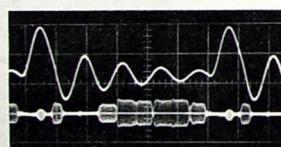


Bild 16. Auftaktimpuls (10 V/Tig.) und Farbartsignal (1 V/Tig.); Zeitschale 10  $\mu$ s/Tig.

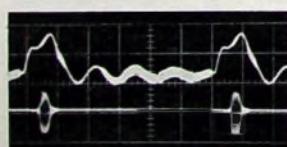


Bild 17. Spannungen an  $T 301$ : oben von Basis nach Masse (3 V/Tig.), unten Kollektor nach Masse (20 V/Tig.)

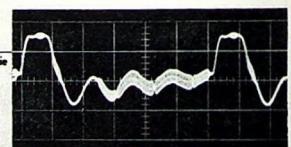


Bild 18. Basis-Emitterspannung an  $T 301$  (2 V/Tig.)

und  $D 303$ , die den Impuls begrenzen und seine Amplitude konstanthalten.  $D 303$  ist für negative Spannungen leitend und  $D 310$  für positive, die etwa 9 V übersteigen. An den Dioden steht also der auf 9 V begrenzte Zeilenrücklaufimpuls zur Verfügung. Dieser Impuls wird noch für die Auslastung des Farbsynchronsignals vor dem Laufzeitdemodulator (über  $C 341$ ) und zur Klemmpegeleinstellung gebraucht.  $R 303$  und  $C 304$  sind zur Beseitigung von Ausschwingvorgängen des Zeilenrücklaufimpulses erforderlich.

Der begrenzte Impuls stößt den Schwingkreis  $L 300$ ,  $C 307$  an, der mit vierfacher Zeilenfrequenz gedämpft ausschwingt. Zu dieser Schwingung wird noch der durch  $C 321$ ,  $R 375$  differenzierte Zeilenimpuls addiert, um die erste Halbabschwingung des Resonanzkreises zu verstetigen. Die Widerstände  $R 360$  und  $R 307$  dienen zur Entkopplung.

Im Bild 15 sind (von oben nach unten) die Oszillogramme des Zeilenrücklaufimpulses  $G$ , des differenzierten Rücklaufimpulses an  $R 375$

und  $D 303$ , die den Impuls begrenzen und seine Amplitude konstanthalten.  $D 303$  ist für negative Spannungen leitend und  $D 310$  für positive, die etwa 9 V übersteigen. An den Dioden steht also der auf 9 V begrenzte Zeilenrücklaufimpuls zur Verfügung. Dieser Impuls wird noch für die Auslastung des Farbsynchronsignals vor dem Laufzeitdemodulator (über  $C 341$ ) und zur Klemmpegeleinstellung gebraucht.  $R 303$  und  $C 304$  sind zur Beseitigung von Ausschwingvorgängen des Zeilenrücklaufimpulses erforderlich.

Der begrenzte Impuls stößt den Schwingkreis  $L 300$ ,  $C 307$  an, der mit vierfacher Zeilenfrequenz gedämpft ausschwingt. Zu dieser Schwingung wird noch der durch  $C 321$ ,  $R 375$  differenzierte Zeilenimpuls addiert, um die erste Halbabschwingung des Resonanzkreises zu verstetigen. Die Widerstände  $R 360$  und  $R 307$  dienen zur Entkopplung.

Im Bild 15 sind (von oben nach unten) die Oszillogramme des Zeilenrücklaufimpulses  $G$ , des differenzierten Rücklaufimpulses an  $R 375$  und  $D 303$ , die den Impuls begrenzen und seine Amplitude konstanthalten.  $D 303$  ist für negative Spannungen leitend und  $D 310$  für positive, die etwa 9 V übersteigen. An den Dioden steht also der auf 9 V begrenzte Zeilenrücklaufimpuls zur Verfügung. Dieser Impuls wird noch für die Auslastung des Farbsynchronsignals vor dem Laufzeitdemodulator (über  $C 341$ ) und zur Klemmpegeleinstellung gebraucht.  $R 303$  und  $C 304$  sind zur Beseitigung von Ausschwingvorgängen des Zeilenrücklaufimpulses erforderlich.

Der begrenzte Impuls stößt den Schwingkreis  $L 300$ ,  $C 307$  an, der mit vierfacher Zeilenfrequenz gedämpft ausschwingt. Zu dieser Schwingung wird noch der durch  $C 321$ ,  $R 375$  differenzierte Zeilenimpuls addiert, um die erste Halbabschwingung des Resonanzkreises zu verstetigen. Die Widerstände  $R 360$  und  $R 307$  dienen zur Entkopplung.

## Grenzen der Dynamik bei elektroakustischen Übertragungen

Im Zusammenhang mit den Bemühungen um eine möglichst genaue elektroakustische Übertragung des natürlichen Schallgeschehens wird immer wieder die Forderung nach höherer Dynamik für die Übertragungseinrichtungen, und zwar vor allem für die Schallspeicher, erhoben. In der folgenden Arbeit wird gezeigt, daß in normalen Wohnräumen eine größere Dynamik als etwa 40 dB gar nicht nutzbar ist. Trotzdem ist eine, an der Originaldynamik eines großen Orchesters gemessen, subjektiv durchaus zufriedenstellende Übertragungsqualität erreichbar, wenn Tonmeister oder Tonmeister eine Übertragung in optimaler Weise aussteuern.

Die Elektroakustik hat durch die Entwicklung moderner Aufzeichnungs- und Vervielfältigungsverfahren sowie durch die ständige Verbesserung aller an einer Übertragung beteiligten Einrichtungen einen hohen Stand erreicht. Eine elektroakustische Übertragung ist nicht zuletzt durch die Einführung der Stereophonie und der damit möglichen Rauminformation dem natürlichen Schallgeschehen schon äußerst nahegekommen. Trotzdem sind dem Streben nach Natürlichkeit gewisse Schranken gesetzt, die nicht so ohne weiteres überwunden werden können.

Wie Bild 1 zeigt, umfaßt die Originaldynamik der natürlichen Schallereignisse nahezu einen Bereich von 110 dB, die

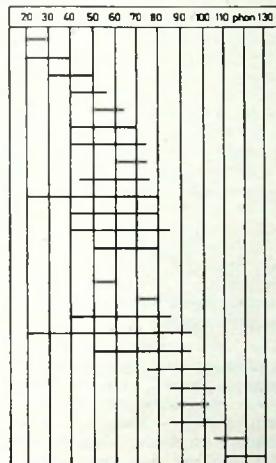


Bild 1. Die Originaldynamik natürlicher Schallereignisse

Dynamik eines kleinen Orchesters 60 dB und die eines großen Orchesters etwa 75 dB. Während das menschliche Ohr durchaus in der Lage ist, diesen Lautstärkeumfang zu verarbeiten, in entsprechende Nervenreize umzuwandeln und dem Gehirn zur Registrierung zuzuleiten, ergeben sich bei der elektroakustischen Übertragung gewisse Einschränkungen.

Die einzelnen elektrischen Glieder eines Übertragungssystems wie Mikrofone, Verstärker, Schallspeichereinrichtungen, Rundfunk- und Fernsehsender sind in ihrer Aussteuerbarkeit gewissen Begrenzungen unterworfen. Unter dem Begriff Aussteuerung versteht man ganz allgemein einen Vorgang, bei dem ein zum Beispiel elektroakustisches System mit einer zu übertragenden Information so moduliert wird, daß seine vorhandenen technischen Möglichkeiten voll ausgenutzt werden können. Dabei legt man Werte für den Maximalpegel (Vollaussteuerung) und Werte für den Minimalpegel fest.

Der Pegel für die Vollaussteuerung eines Systems ist aus Gründen der Austauschbarkeit und der Möglichkeit der Zusammenschaltung verschiedener Programme genormt. Die ursprüngliche Festlegung einer Maximalspannung für die Vollaussteuerung entstammt der Fernmeldetechnik, wo man den Spannungsabfall an dem dort üblichen Anpassungswiderstand von 600 Ohm bei einer Leistungszuführung von 1 mW zugrunde legte, womit sich diese Spannung zu 0,775 V ergibt. Dieser Wert wurde als 0-dB-Pegel definiert. In der Studiotechnik wird jedoch fast ausnahmslos im Bereich weitgehender Überanpassung (Spannungsanpassung) gearbeitet, so daß hier die Klemmspannung mit der Leerlaufspannung nahezu übereinstimmt, weshalb der Pegel für die Vollaussteuerung +6 dB (1,55 V) beträgt.

Im Gegensatz zu diesem Maximalpegel darf das Signal, das den einzelnen Geräten der Übertragungskette zugeführt wird, nicht zu klein werden, damit es nicht in der, von den Geräten selbst erzeugten Geräuschspannung (beispielsweise Röhren-, Transistoren-, Widerstandsrauschen, Streuungen von Fremdspannungen) untergeht. Die Geräuschspannung wird unter Berücksichtigung der dem menschlichen Ohr eigenen linearen Verzerrungen als Pegel unter dem Bezugspiegel für die Vollaussteuerung angegeben. Der Geräuschspannungsabstand ergibt sich aus der Differenz zwischen Vollaussteuerung und Geräuschspannung.

In der Praxis muß man die reinen Verstärkereinrichtungen im Tonstudio von den Schallspeichereinrichtungen unterscheiden. Während bei den Verstärkereinrichtungen der Geräuschspannungsabstand ohne große Schwierigkeiten auf über 70 dB gebracht werden kann, liegt bei den Schallspeichereinrichtungen nach dem Magnettonverfahren der Ruhegeräuschspannungsabstand zwar in der gleichen Größenordnung, der Modulationsgeräuschspannungsabstand beträgt aber nur etwa 40 bis 50 dB. Das Modulationsgeräusch ist durch die Diskontinuität des Aufzeichnungsvorganges begründet, zum Beispiel beim Magnettonverfahren durch kleinste Unterschiede der auf dem Band entstandenen remanenten Magnetisierung. Beim Lichttonverfahren liegen die Verhältnisse noch wesentlich ungünstiger. Nach den CCIR-Empfehlungen soll der Geräuschspannungsabstand einer Rundfunk- oder Fernsehsendung mindestens 40 dB betragen. Infolge des Einflusses atmosphärischer Störungen und wegen der Überbelegung mit Sendern im Mittelwellenbereich wird in den meisten Fällen selbst dieser Geräuschspannungsabstand für den Hörer nicht mehr wirksam.

Was nun die Wiedergabe eines Schallereignisses betrifft, so ist beim Rundfunk- und Fernsehempfang die maximal zulässige Wiedergabelautstärke durch die allgemein übliche, fast immer unzureichende

Schalldämmung der Decken und Wände begrenzt. Das Schallsolationsmaß  $R$  einer Wand ist im wesentlichen von zwei Größen abhängig, und zwar von der spezifischen Masse  $M$  der Wand und von der Frequenz  $f$ . Untersuchungen von Berger im Jahre 1911 und weitere Versuche, die in der Folgezeit durchgeführt wurden, haben nachstehende empirisch gefundene Beziehung ergeben:

$$R = 18 \lg M + 12 \lg f - 25.$$

Darin ist  $M$  die spezifische Masse in kg je  $m^2$  Wandfläche. Diese Formel bezeichnet man auch als „Berger'sches Gesetz“.

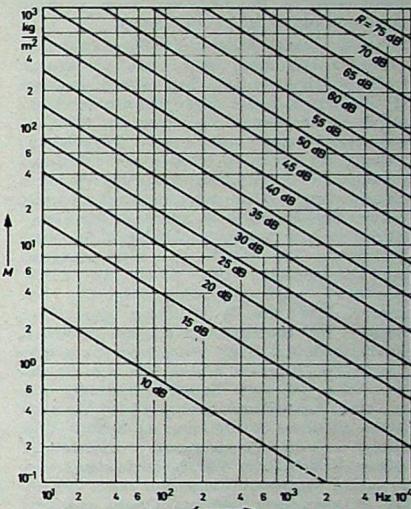


Bild 2. Schallsolationsmaß  $R$  in Parameterdarstellung als Funktion der spezifischen Wandmasse  $M$  und der Frequenz  $f$

Im Bild 2 ist diese Abhängigkeit im Diagramm mit dem Schallsolationsmaß als Parameter dargestellt.

In der Praxis kann davon ausgegangen werden, daß die Schalldämmung der Wände im heutigen Wohnungsbau im interessierenden Frequenzbereich 35 bis 40 dB, in seltenen Fällen 45 dB erreicht. Dies um so mehr, als die Übertragung von Störsschall nicht nur durch die Luftschalldämmung allein, sondern auch noch durch die Körperschalldämmung bestimmt wird. Wenn man von der Annahme ausgeht, daß der Ruhegeräuschpegel in einem Wohnraum etwa 40 phon ist, so dürfte bei einer Schalldämmung von 40 dB die Wiedergabelautstärke maximal 80 dB betragen, damit keine Belästigung der Nachbarn eintritt. Damit bestimmt die Schalldämmung die maximale Wiedergabedynamik, denn der durch die Wände dringende Schall vom Nachbarn, der zum Beispiel einen anderen Sender mit gleicher Lautstärke empfängt, legt die untere Grenze

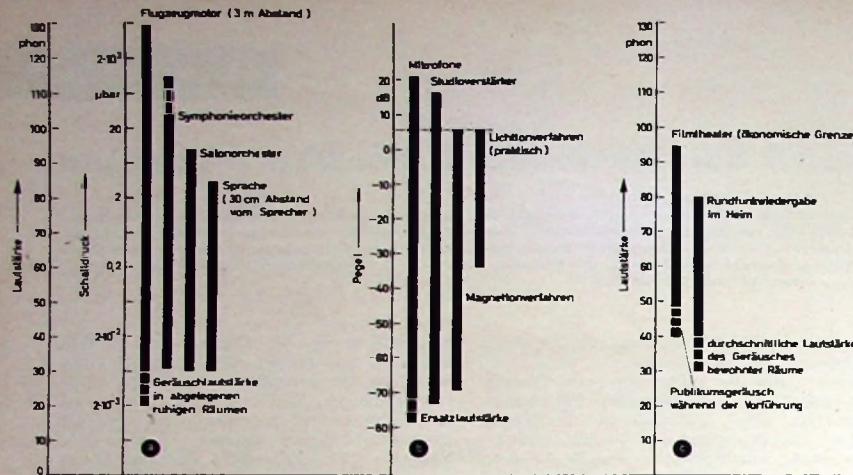


Bild 3. Dynamikbereich natürlicher Schallereignisse (a), Ruhegeräuschspannungabstand (b) und akustische Grenzen der übertragbaren Dynamik (c). Der Pegel für die Ruhegeräuschabstände (b) bezieht sich auf eine Wandlerempfindlichkeit von 0,78 mV/über und 40 dB Nachverstärkung

der Wahrnehmbarkeit eines Pianissimos des eigenen Empfangsprogramms fest. Somit ist bei der Wiedergabe akustischer Ereignisse in Wohnräumen eine größere Dynamik als 40 dB kaum nutzbar.

Bei der elektroakustischen Wiedergabe in größeren Räumen, wie etwa in einem Lichtspieltheater, ist dies etwas anders. Hier ergibt sich die obere Grenze zunächst durch die maximale Leistung der Wiedergabelautsprecher und der Verstärkeranlage. Die normale Wiedergabelautstärke beträgt in durchschnittlich ausgerüsteten Räumen im Bereich des überwiegend indirekten Schalls etwa 94 phon. Diese Lautstärke ist durch die Nachhallzeit im Verhältnis zur Raumgröße, den Wirkungsgrad der Lautsprecher und durch die Lautsprecher- und Verstärkerleistung bestimmt. Da die Ausrüstung derartiger Räume im allgemeinen in der gleichen Größenordnung liegt, wird auch die größte Lautstärke in allen Fällen fast die gleiche sein. Dies ist auch dadurch bedingt, daß zu einer Lautstärkeerhöhung um beispielsweise 10 phon das 10fache an Schall- und damit Verstärkerleistung notwendig würde. Die übliche Verstärkerleistung von 20 bis 40 W müßte damit auf etwa 200 bis 400 W gesteigert werden. Damit entsteht schon aus ökonomischen Gründen die genannte Begrenzung auf 94 phon. Die untere Grenze ist hier durch das Publikumsgeräusch im Theater gegeben. Hinzu kommen noch die von außen eindringenden Geräusche (Straßenlärm) und andere Störungen, die im Zusammenhang mit dem Lichtspielbetrieb stehen. Dieser Geräuschpegel kann im allgemeinen mit 42 phon angenommen werden. Damit ergäbe sich als Differenz zwischen Publikumsgeräusch und maximaler Lautstärke ein Wert von etwa 52 dB.

Eine bessere Übersicht über den praktisch vorkommenden Dynamikumfang natürlicher Schallereignisse, die übertragbare Dynamik durch den begrenzten Geräuschspannungabstand der Geräte und die maximal nutzbare Dynamik im Wiedergaberaum vermittelt Bild 3. Das Diagramm zeigt nochmals die Notwendigkeit, die Originaldynamik sowohl bei der Rundfunkübertragung als auch beim Tonfilm auf ein für die Wiedergabe brauchbares Maß herabzusetzen. Das gleiche gilt auch für die Schallplatte, da man hier in erster Linie auf den Hauptverwendungszweck, nämlich die Schallplattenwiedergabe im Heim, und

weniger auf die Verwendung bei Veranstaltungen Rücksicht nehmen muß.

Im Bild 3 ist außerdem zu sehen, daß im Gegensatz zu Rundfunk und Fernsehen beim Tonfilm die Dynamik weniger durch die Verhältnisse im Wiedergaberaum, sondern mehr durch das Schallaufzeichnungsverfahren selbst beschränkt sind. Der erwähnte Wert von 52 dB zwischen Publikumsgeräusch und maximaler Lautstärke kann nicht genutzt werden, da das zur Zeit vorwiegend verwendete Lichttonverfahren eine solche Dynamik nicht zu übertragen gestattet.

Es ist also festzustellen, daß eine Übertragung der natürlichen Dynamik nur in seltenen Fällen möglich ist. Die technischen und akustischen Beschränkungen erfordern eine Regelung der aus dem Schallereignis gewonnenen elektrischen Signale dann, wenn die Originaldynamik ein ge-

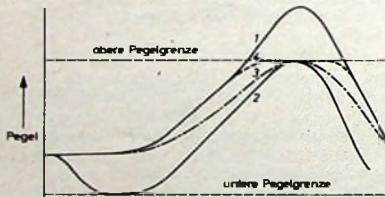


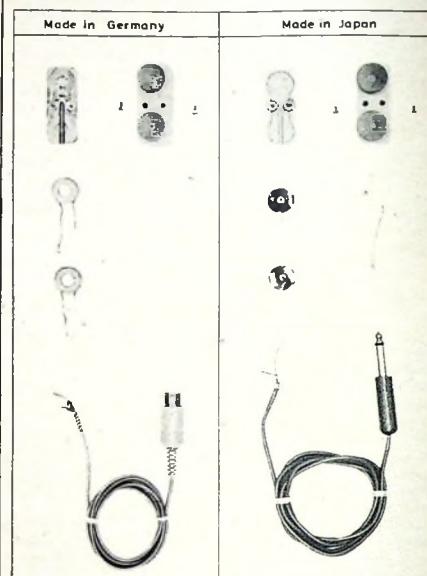
Bild 4. Kurven für die Pegel-Herabregelung; 1 unregulierter Pegelverlauf, 2 optimale Regelung, 3 und 4 fehlerhafte Regelung des Pegels

wisses Maß überschreitet. Bei richtiger Durchführung des Regelvorganges kann die Herabsetzung der Dynamik auf den technisch erforderlichen Wert in ihrer subjektiven Auswirkung gemildert werden. Schon v. Braunmühl und Weber zeigten, daß dies dann möglich ist, wenn in Erwartung eines Fortissimos der Pegel bereits vorher langsam und kaum merklich so weit herabgeregelt wird, daß das Crescendo möglichst unverfälscht erhalten bleibt. Im Bild 4 zeigen Kurve 1 den Verlauf des unregulierten Pegels, Kurve 2 eine richtige Regelung und die Kurven 3 und 4 eine fehlerhafte Regelung des Pegels.

Die Aufnahme eines Schallgeschehens stellt den Toningenieur ständig vor neue Aufgaben. An ihm liegt es, das natürliche Schallgeschehen zu beherrschen und trotz aller gezeigten Beschränkungen eine nahezu vollständige Illusion zu übermitteln.

## Wie sich die Bilder gleichen . . .

Vor allem in den ersten Nachkriegsjahren waren wir Europäer immer wieder von den genauen Nachahmungen unserer technischen Erzeugnisse durch die Japaner überrascht. Damals erklärten uns die Japaner, es sei eine besondere Auszeichnung für einen Meister, wenn sie sein Werk für würdig erachteten, kopiert zu werden. Als sich die betroffenen europäischen Unternehmen für eine solche Auszeichnung dankten und dies durch Gerichtsurteile bekräftigen ließen, begannen die meisten



japanischen Firmen von Rang, eigene Ideen zu entwickeln.

Aber leider nicht alle: Links auf unserer Abbildung ist ein induktiver Telefonadapter zu sehen, der von Sennheiser electronic im Jahre 1958 entwickelt und zum Schutzrecht angemeldet wurde. Das Besondere an dieser Neuentwicklung war die Verwendung von zwei gegeneinander geschalteten Spulen, wodurch die gefürchtete Brummempfindlichkeit der früheren induktiven Telefonadapter vermieden wurde. Tausende dieser induktiven Telefonadapter haben deutsche Tonbandgeräte-Hersteller seitdem bezogen und ausgeliefert. Auch in den USA fand er große Absatzstückzahlen. Da entschloß sich ein japanisches Unternehmen, den Meister Sennheiser auszuzeichnen. Rechts auf dem Bild ist ein induktiver Telefonadapter zu sehen, der dem Vorbild äußerlich bis auf den letzten Millimeter und innerlich bis auf zwei entscheidende Veränderungen gleicht: Erstens wurde zur Kostensenkung die notwendige statische Abschirmung weggelassen, so daß ein zufällig in 5 cm Entfernung vorbeiführendes Netzkabel bereits eine kräftige statische Einstreuung ergibt. Zweitens wurden die beiden Spulen nicht gegensinnig, sondern gleichsinnig miteinander verbunden, so daß auch die induktive Einstreuung, beispielsweise infolge des in der Nähe stehenden Tonbandgerätes, ebenfalls zu erheblichen Störungen führen kann. Beides kümmert den Nachhänger offenbar nicht. Denn wenn der Kunde das merkt, hat er ja schon gekauft . . .

# Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung

## IV. Thermionische Dioden und Seebeck-Elemente

Die Direktumwandlung von thermischer in elektrische Energie läßt sich nach der Matrix der Energie-Direkt-Umwandlungen von Justi<sup>1)</sup> mit thermionischen Dioden und Seebeck-Elementen durchführen. Die vorliegende IV. Folge dieser Beitragsreihe wird sich daher mit diesen beschäftigen, wobei das Schwergewicht auf der thermionischen Diode liegen soll.

### 1. Physikalische Grundlagen

Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer thermionischen Diode, auch Thermionic-Element genannt. Zwei Elektroden,

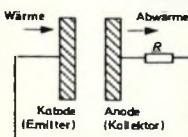


Bild 1. Grundsätzlicher Aufbau eines Thermionic-Elements ( $R$  = Nutzwiderstand)

Kathode (Emitter) und Anode (Kollektor), befinden sich in einem abgeschlossenen Gefäß, das mit einem ionisierbaren Dampf – im allgemeinen Zäsim – gefüllt ist. Die auf über 1000 °C erwärmte Kathode emittiert einen Elektronenstrom, der zur Anode (Kollektor) und von dort über einen optimal angepaßten Nutzwiderstand zur Kathode (Emitter) zurückfließt. Der Austritt von Glühelektronen aus Metallen ist treffend mit der Verdampfung von Wasser aus einem erhitzen Schwamm verglichen worden. Mit wachsender Temperatur wird die thermische Geschwindigkeit der Elektronen und damit ihre kinetische Energie so groß, daß sie die notwendige „Austrittsarbeit“ leisten und aus dem Metall heraus treten können wie die Moleküle einer Flüssigkeit bei der Verdampfung.

Der Mechanismus der Energieumwandlung im Thermionic-Element sei an Hand des Potentialschemas (Bild 2) erläutert. Das

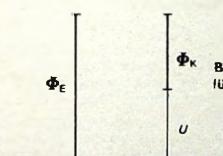


Bild 2. Potentialschema für die Elektronen im Thermionic-Element

Elektron, das aus dem Emittor austritt, muß zunächst das Austrittspotential  $\Phi_E$  – eine von den Bindungskräften herrührende elektrische Gegenspannung innerhalb des Emitters – überwinden. Danach hat es die potentielle Energie  $e \cdot \Phi_E$  ( $e$  ist die Ladung des Elektrons) und die kinetische Energie  $2 \cdot k \cdot T_E$  ( $k = 1,38 \cdot 10^{-21} \text{ Ws/}^\circ\text{K}$  ist die Boltzmann-Konstante). Mit einer mittleren Geschwindigkeit von größtenteils  $10^7 \text{ cm/s}$  fliegt das Elektron zum Kollektor und gibt dort die Energie  $e \cdot \Phi_K$  (Kollektoraustrittsarbeit) sowie seine kinetische Energie  $2 \cdot k \cdot T_E$  als Wärme an den Kollektor ab. Es verbleibt also eine Energiedifferenz  $e(\Phi_E - \Phi_K) = e \cdot U$ , die das Elektron beim Zurückfließen zum

Emittor als elektrische Energie an den äußeren Nutzstromkreis abgibt. Die Nutzspannung  $U$  ist nur dann positiv, wenn der Kollektor eine kleinere Austrittsarbeit hat als der Emittor. Nur in diesem Fall ist eine Erzeugung elektrischer Energie im Thermionic-Element möglich [1, 2].

Die theoretisch erreichbare Höchstleistung ist dann  $I \cdot (\Phi_E - \Phi_K)$  mit  $I$  als Stromstärke (in A) und der theoretisch möglichen Wirkungsgrad, das Verhältnis von elektrischer Nutzleistung zu aufgewandter Wärmeleistung,

$$\eta_{\text{MAX}} = \frac{(\Phi_E - \Phi_K)}{\Phi_E + 2 \cdot k \cdot T_E / e}.$$

Durch Spannungsverluste im Plasma zwischen den Elektroden und durch ohmsche Verluste in den Zuleitungen wird der Wirkungsgrad aber ebenso beeinträchtigt wie durch Strahlungsverluste am Emittor und Wärmeleitungsverluste in den Zuleitungen. Da die Wärmestrahlung mit der vierten Potenz der Temperatur, die Elektronenemission nach der Richardson-Formel sogar exponentiell mit der Temperatur ansteigt, ergeben sich für die thermionische Stromerzeugung zwangsläufig Betriebstemperaturen zwischen 1000 und 2500 °C, die erhebliche Werkstoffprobleme aufwerfen [3]. Thermionische Dioden ergänzen somit die bei nur mäßigen Temperaturen arbeitenden Seebeck-Elemente. Nach Bewältigung technologischer Schwierigkeiten kann mit Wirkungsgraden zwischen 10 und 20 % gerechnet werden.

Eine bisher noch nicht erwähnte Schwierigkeit besteht in der Überwindung der Raumladung zwischen Anode und Kathode, die die aus der Kathode austretenden Elektronen zurückstößt. Bei der bisher vereinfacht dargestellten Form der Diode würde nur ein geringer Bruchteil der Elektronen zum Kollektor gelangen, weil sich die Elektronen wegen ihrer elektrischen Ladung gegenseitig abstoßen. Vor dem Emittor würde sich eine Raumladungswolke ausbilden, die den Stromtransport praktisch unterbinden würde. Hiergegen gibt es zwei Maßnahmen, die auch miteinander kombiniert werden können. Einerseits wählt man gerne einen sehr geringen Elektrodenabstand (weniger als  $1/10 \text{ mm}$ ), was aber zu Schwierigkeiten in der Fabrikation und im Betrieb führt; eine nennenswerte Raumladung kann sich in diesem Fall nicht ausbilden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die negative Elektronenraumladung durch schwere positive Ionen zu kompensieren. Hierfür hat sich Zäsim als besonders geeignet erwiesen. Im Raum zwischen den Elektroden bildet sich dann ein sogenanntes Plasma aus, das heißt ein Gemisch aus positiven Ionen, Elektronen und Neutralatomen; die Elektronen können keine elektrischen Kräfte mehr auseinander ausüben.

### 2. Probleme und Ziele der Dioden-Entwicklung

Nach der bereits erwähnten Richardson-Gleichung läßt sich für die maximale Stromdichte  $j$  (in  $\text{A/cm}^2$ ) des Thermionic-

Elementes schreiben

$$j = \bar{A} \cdot T_E^3 \cdot \exp\left(-\frac{e \cdot \Phi_E}{k \cdot T_E}\right)$$

mit  $\bar{A} = 120 \text{ A/(cm}^2 \cdot \text{K}^3)$  als Richardson-Konstante. Man erkennt, daß ein hohes Austrittspotential  $\Phi_E$  des Emitters einerseits geringe Stromdichten liefert, andererseits aber hohe Nutzspannungen  $U$  ergibt. Das Austrittspotential  $\Phi_K$  des Kollektors tritt dagegen in der Richardson-Gleichung nicht auf. Es empfiehlt sich daher, wegen  $U = \Phi_E - \Phi_K$  das Austrittspotential des Kollektors  $\Phi_K$  möglichst niedrig zu wählen.

Damit der Höchstwirkungsgrad eines Thermionic-Elements wirklich erreicht wird, muß die Emittor-Austrittsarbeit  $e \cdot \Phi_E$  möglichst genau optimiert werden. Für  $2000^\circ\text{K}$  beträgt die optimale Emittoraustrittsarbeit zum Beispiel etwa 3 eV. Alle als Emittor geeigneten Hochtemperaturmetalle wie Wolfram, Molybdän, Rhenium, Tantal oder Niob haben aber Austrittsarbeiten von mehr als 4 eV [1]. Nun läßt sich aber die Austrittsarbeit von Metallen durch Adsorption von Fremdatomen, zum Beispiel Zäsim, verändern. Bei genügend hohem Zäsimdampfdruck bildet sich auf den Elektrodenoberflächen ein Niederschlag aus positiven Zäsimiumionen, der die Austrittsarbeit herabsetzt [1, 4]. Nach Bild 3 hat man es

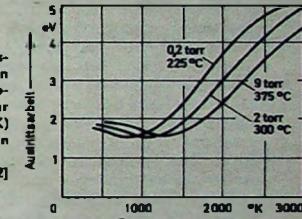


Bild 3. Austrittsarbeit  $e \cdot \Phi$  von Rhenium in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  (°K) bei verschiedenen Zäsimdampfdrücken nach [2]

daher in der Hand, durch passende Wahl von Zäsimdampfdruck und Elektroden temperatur die Austrittsarbeit in weiten Grenzen zwischen der des reinen Elektrodenmaterials und einem Minimalwert einzustellen.

Dem Zäsim fallen damit zwei Aufgaben zu: die Ionenerzeugung und die Verringerung der Emittoraustrittsarbeit. Die Höhe des Zäsimdampfdruckes wird durch die zweite dieser Aufgaben bestimmt. Gelänge es, den Zäsimdampfdruck zu verringern, so würden sich die früher erwähnten Plasmaverluste wesentlich reduzieren lassen. Tatsächlich gelingt durch Zugabe von Barium bei herabgesetztem Zäsimdampfdruck eine erhebliche Herabsetzung dieser Verluste. Das Barium übernimmt dann die Verringerung der Emittoraustrittsarbeit, während zur Ionenerzeugung bereits ein verhältnismäßig geringer Zäsimdampfdruck ausreicht. Darüber hinaus führt der Bariumzusatz zur Verringerung der Abhängigkeit der maximalen Leistungsdichte vom Elektrodenabstand. Wie Bild 4 zeigt, liefert die Zäsimdiode mit Bariumzusatz im Gegensatz zur reinen Zäsimdiode eine annähernd konstante

<sup>1)</sup> K. Klapp, E.: Neue Quellen der Energieerzeugung – I. Der MHD-Generator. Funk Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 10, S. 373-374, 376

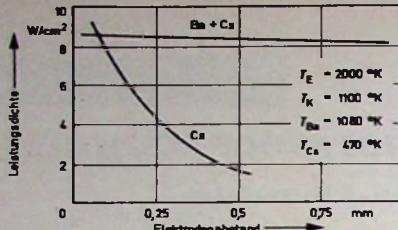


Bild 4. Maximale Leistungsdichte einer reinen Zäsurdiode (Cs) und einer mit Bariumzusatz (Ba+Cs) mit Wolfram-Emitter und Molybdän-Kollektor als Funktion des Elektrodenabstandes nach [1]

Leistungsdichte bis zu einem Elektrodenabstand von etwa 1 mm.

### 3. Einsatz des thermionischen Generators für die Energieerzeugung – Lebensdauer, Betriebsdaten und heutiger Entwicklungsstand

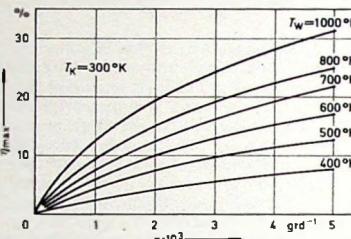
Anwendungsgebiete für das Thermionische Element sieht man in der Kraftwirtschaft, in der Ergänzung von MHD-Generatoren, bei der Ausnutzung der Sonnenenergie und ganz besonders in der Raumfahrt. Die günstigen Einsatzmöglichkeiten ergeben sich vor allem aus der hohen Abwärmetemperatur, die in nachgeschalteten konventionellen Generatoren (zum Beispiel Dampferzeugern) ausgenutzt werden kann. Da sich im Weltraum die Abwärme nur durch Strahlung abführen lässt, sind die benötigten Abstrahlflächen und damit das Gewicht des Abstrahlers um so geringer, je höher die Abwärmetemperatur des Strahlers ist. Daraus ergibt sich die Überlegenheit des thermionischen Energiewandlers im Weltraum.

Als Wärmequelle bietet sich in der Raumfahrt besonders der Kernreaktor an. Raumflugkörper, die gegenwärtig mit Batterien, Solarzellen und Radionuklid-Generatoren ausgerüstet sind, haben im allgemeinen nur eine elektrische Nettoleistung von wenigen Watt bis zu einigen hundert Watt. Mit Kernreaktoren kann ein Leistungsbereich von einigen Kilowatt bis zu einigen hundert Kilowatt bestreichen werden [5]. Weitere Vorteile des Kernreaktors sind die Lageunabhängigkeit im Raum (im Gegensatz zu Solarzellen), die hohe Lebensdauer, das niedrige Leistungsgewicht und die niedrigen Betriebskosten. Es überrascht also nicht, daß dem System Thermionic-Element – Kernreaktor in der Raumfahrt besondere Chancen eingeräumt werden. Verschiedene Studien haben gezeigt, daß bei elektrischen Leistungen unterhalb von etwa 100 kW<sub>e</sub> im allgemeinen thermische Reaktoren, darüber schnelle Reaktoren günstiger sind [6]. Als Kühlmittel kommt überwiegend Flüssig-Metall in Frage.

Als Beispiel für den wirtschaftlichen Einsatz der Kernenergie im Raum sei der amerikanische Versuchreaktor „SNAP 8 ER“ erwähnt. Seine Brennelemente bestehen aus einer homogenen Mischung von 10 Gewichtsteilen Uran (93% U<sup>235</sup>) als Spaltstoff und 90 Gewichtsteilen Zirkonhydrid als Moderator. Der Reaktor war von Juni 1963 bis April 1965 in Betrieb und hat über ein Jahr lang bei etwa 1/2 seiner Maximallistung (600 kW<sub>th</sub>) insgesamt 5 · 10<sup>4</sup> kWh thermische Energie erzeugt. Während der ganzen Betriebszeit sind nur 217 g U<sup>235</sup> verbraucht worden [5]. Die erste am 3. April 1965 im Weltraum eingesetzte Reaktor-Energieversorgungsanlage vom Typ „SNAP 10 A“ war dagegen mit einem thermoelektrischen Energiewandler, auch Seebeck-Element genannt, ausgerüstet. Thermoelektrische Energie-

wandler bestehen zum Beispiel aus zwei verschiedenen dotierten Germanium- und Siliziumschenkeln, die etwa 1 cm lang sind und elektrisch über Verbindungsbrücken zu einer Thermosäule oder Kaskade hintereinander geschaltet sind. Bringt man bei jedem Element eine Lötstelle auf die höhere oder tiefere Temperatur  $T$  und hält die andere auf konstanter Temperatur  $T_0$ , so beobachtet man die integrale Thermospannung  $E_{T0}^T$ . Die Wärmezufuhr kann beispielsweise durch thermischen Kontakt mit dem Kühlkreislauf eines Reaktors erfolgen, während die Wärmeabfuhr mittels großflächiger Radiatoren erfolgt. Wie Bild 5 zeigt, wird der Wirkungsgrad eines Seebeck-Elements sehr wesentlich durch die Effektivität  $z = a^2 \cdot x / \lambda$  bestimmt ( $a$  absolute Thermokraft,  $x$  elektrische Leitfähigkeit,  $\lambda$  Wärmeleitfähigkeit).

„SNAP 10 A“ war also mit einem verhältnismäßig konservativen Wandlersystem



ausgerüstet. Die mittlere Heißseitentemperatur lag bei 500 °C, die Abstrahltemperatur bei 320 °C (Carnot-Wirkungsgrad 23%). Bei einer Temperaturdifferenz an den Elementen von rund 170 °C betrug die Leerlaufspannung eines Elementes 0,08 V. Insgesamt waren 1440 Elemente vorhanden, die eine Nutzleistung von 563 W abgaben, das heißt rund 0,4 W je Element. Bei einer thermischen Leistung des Reaktors von 40,5 kW betrug der Gesamtwirkungsgrad somit nur 1,4% [5]. Wesentlich günstiger bezüglich des Wirkungsgrades und der auftretenden Zellenspannung sind dagegen die thermionischen Energiewandler [5].

Wie bereits früher erwähnt, eignet sich der thermionische Konverter sowohl zum Einbau im Reaktorkern (core) als auch zum Einsatz außerhalb des Reaktorkerns. Das Kernstück des „incore“- oder „in-pile“-Thermionic-Konzeptes ist das thermionische Konverterbrennelement, wie es zum Beispiel Bild 6 zeigt. Der Hochtemperaturbrennstoff aus 70 Vol.-% Molybdän und 30 Vol.-% Uran-dioxid umschließt der Emittore, eine Wolframschicht, die auf der Außenwand des Brennstoffkörpers aufgebracht ist. Daran schließt sich ein mit Cs-Dampf gefüllter etwa 0,5...1 mm breiter Spalt zwischen den ringförmigen Elektroden an. Den äußeren Abschluß bildet das Kollektorsystem, das aus dem ringförmigen Molybdän- oder Niobkollektor, der keramischen Isolierschicht und dem – für das gesamte Brennelement gemeinsamen – Kollektorthüllrohr besteht [7].

Andere Hochtemperaturmetalle als Molybdän und Niob kommen wegen ihres zu großen Einfangquerschnittes für thermische Neutronen nicht in Frage. Über die chemische Verträglichkeit von Spaltstoffen mit Emittormaterialien bei hohen Temperaturen liegen bisher nur wenige und zum Teil widersprechende Angaben vor [1]. Ein besonderes Problem besteht in der zunehmenden Sauerstoffanreicherung

mit fortschreitendem Abbrand des UO<sub>3</sub>, die zu chemischen Reaktionen zwischen Brennstoff und Emitter führen kann.

Bei der „out-pile“-Konstruktion besteht das Hauptanliegen der Forschung darin, die Reaktorwärme bei der erforderlichen hohen Temperatur ohne größere Wärmeverluste zum Emitter des Thermionic-Elementes zu transportieren. Ein Schlüssel zur Lösung dieses Problems liegt in der sogenannten „heat pipe“. Dies ist ein allseitig vakuumdicht verschweißtes, mit einem Arbeitsmedium gefülltes Rohr. Der Druck des Arbeitsmittels beträgt bei Arbeitstemperatur etwa 1 bar. Am beheizten Ende verdampft das Medium und gibt an dem nur geringfügig kühleren Ende die aufgenommene Verdampfungswärme als Kondensationswärme wieder ab. Das Kondensat strömt, gegebenenfalls unterstützt durch Kapillarwirkung, zum Ausgangspunkt zurück. Bei einem Dampfdruck von 1 bar beträgt die Wärmeleitfähigkeit einer

Bild 5. Maximaler Wirkungsgrad (%) der thermoelektrischen Stromerzeugung mittels einstufiger Seebeck-Elemente als Funktion der Effektivität  $z = a^2 \cdot x / \lambda$ . Parameter: Temperatur  $T_w$  (°K) der warmen Lötstelle, kalte Lötstelle auf  $T_k = 300$  (°K). Darstellung nach [3]

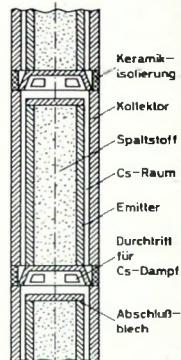


Bild 6. Zylindrische Thermionic-Elemente, elektrisch in Reihe geschaltet, für die Verwendung im Reaktorkern („in pile“-Konstruktion, schematisch) nach [1]

heat pipe etwa das 1000fache eines massiven Kupferstabes gleicher Abmessungen [1].

Der längste bisher bekanntgewordene Reaktortest eines Thermionic-Elementes (300 Stunden) wurde von der RCA in den USA durchgeführt. Damit ist bereits eine beachtliche technologische Reife erreicht, die gute Aussichten für einen langfristigen und erfolgreichen Einsatz im Weltraum verspricht.

#### Schrifttum

- [1] Langpape, R.: Direkte Umwandlung von Kernenergie in elektrische Energie mit Thermionic-Elementen. Wärme Bd. 72 (1965) Nr. 1, S. 1-9
- [2] Langpape, R.: Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten des thermionischen Generators. BBC-Nachrichten Bd. 46 (1964) Nr. 9, S. 440-445
- [3] Justil, E.: Leistungsmechanismus und Energieumwandlung in Festkörpern. 2. Aufl., Göttingen 1965, Vandenhoeck & Ruprecht
- [4] Houston, J. M.: Am. Phys. Soc. Conf., Mexiko City, 1961
- [5] Budnick, D. u. Oldekop, W.: Kernreaktor-Energieversorgungsanlagen für Raumflugzwecke. 5. Lehrgang für Raumfahrttechnik, Stuttgart, 1966
- [6] Pruscheck, R.: Thermionikreaktoren für die Energieversorgung von Raumfluggeräten. Atomkernenergie Bd. 10 (1965) S. 327-332
- [7] Budnick, D., Janner, K., Jung, W., Oldekop, W., u. Pehehs, M.: Thermionische Kernreaktor-Energieversorgungsanlagen für einen Leistungsbereich von 5 bis 50 kW<sub>e</sub>. DGRR-Fachbuchreihe „Fortschritte in der Raumfahrtforschung“, Bd. 2 (1966) S. 235-248

## Fernsehton-Pendelempfänger

Der für den Bereich III entworfene Pendelempfänger ermöglicht bei normalen Empfangsbedingungen ein Abhören des Fernsehtons mit einem Kopfhörer ohne Antenne. Die gewählte Batteriespeisung erlaubt auch das bildlose Verfolgen von Fernsehreportagen auf Reisen oder auf Campingplätzen. Bei der Kundenberatung gestaltet das Gerät dem Techniker ein großes Abschätzen der Empfangsverhältnisse. Die Pendestufe der Schaltung (Bild 1) arbeitet mit einem NPN-Siliziumtransistor BSY 21 oder 2N914. Da der Abstimmkreis zwischen Kollektor und Basis liegt, können der Kollektor und ein Belag des Drehkondensators C 9 an Masse gelegt werden. Die Spule L 1 besteht aus einer haarnadelförmigen Windung von etwa 30 mm Höhe und 20 mm Breite. Sie kann aus 1,5 ... 2 mm dicken Kupferdraht hergestellt oder, wie Bild 2 zeigt, direkt auf der Printplatte als Leiterbahn ausgeführt werden.

Die Abstimmung erfolgt durch eine Hälfte eines für FM-Empfänger bestimmten Doppeldrehkondensators. Da die Rückkopplung durch die Emitter-Basis-Kapazität entsteht, muß der Emitter mit einer Drossel Dr 1 entkoppelt werden. Für Dr 1 benutzt man einen kernlosen Spulenkörper von etwa 6 mm Durchmesser, auf dem eine Lage von etwa 30 Windungen mit

Bild 1. Schaltung des Tonempfängers (Pendelaudion und zwei direktgekoppelte NF-Stufen)

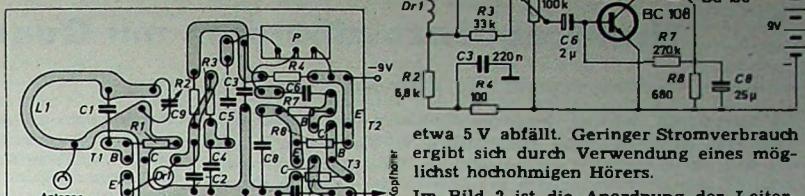


Bild 2. Printplatte; die Empfangsspule L 1 wird durch eine schleifenförmige Leiterbahn gebildet

0,2 ... 0,3 mm dickem Draht aufgebracht wird. Die Pendelfrequenz der Rückkopplung wird durch C 2, R 3 und C 4 ausgesiebt; R 2 bildet den Lastwiderstand von T 1. Durch Verändern von R 1 kann man nötigenfalls den Basisruhestrom so einstellen, daß im gesamten Abstimmbereich das typische Rauschen des Pendelempfängers zu hören ist; es verschwindet nur bei Abstimmung auf einen Sender.

Der NF-Verstärker enthält zwei Siliziumtransistoren mittlerer oder hoher Stromverstärkung wie BC 108, BC 148, BC 168, BC 172, BC 208, 2N2926, 2N3391, 2N3392, 2N3417 oder 2N3711. Die direkte Kopplung der beiden Stufen erlaubt eine Gleichstromgegenkopplung über R 7, die eine hohe Temperaturstabilität gewährleistet. Die maximale Ausgangsleistung erhält man, wenn man R 8 so wählt, daß am Kopfhörer eine Ruhegleichspannung von

etwa 5 V abfällt. Geringer Stromverbrauch ergibt sich durch Verwendung eines möglichst hochohmigen Hörers.

Im Bild 2 ist die Anordnung der Leiterbahnen und der Bauelemente auf der Printplatte dargestellt. Wenn das Gerät in ein Metallgehäuse eingebaut werden soll, so muß auf jeden Fall der die Empfangsspule tragende Teil der Printplatte aus dem Gehäuse herausragen. Zur Steigerung der Empfindlichkeit kann man eine Stabantenne von 20 ... 30 cm Länge an den Schwingkreis anschließen. Der günstigste Koppelpunkt liegt nahe der Masseleitung und ist dann erreicht, wenn die Bedämpfung durch die Antenne einen leichten Rückgang des Pendelrauschen zur Folge hat. Bei zu starker Kopplung setzen die Pendelschwingungen aus, und die Empfindlichkeit geht stark zurück. Die besten Empfangsbedingungen erhält man mit einer Dipolantenne, für die man einen 1/2 langen, 3 ... 5 mm dicken Kupfer- oder Aluminiumdraht benutzt, in dessen Mitte man eine der Empfangsspule ähnliche Schleife biegt. Beide Schleifen werden induktiv gekoppelt, indem man sie einander so weit nähert, bis maximale Empfangslautstärke erreicht wird. **H. Schreiber**



### Radio-Service

Von der Einrichtung einer Reparaturwerkstatt bis zur Fehlersuche und Reparatur an Antennen und Erdleitungen reicht diese umfassende Darstellung aller in Radiowerkstätten heute anfallenden Reparaturen. Wer in irgendeiner Frage Rat braucht, findet ihn in diesem Handbuch. **Radio-Service. Von Werner W. Diefenbach. 5. Auflage. DM 29.50.**

**Best.-Nr. 2474 G**

### Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger

Nach der Darstellung der notwendigen Kenntnisse der Transistor-Technik beschreibt dieses Buch am Beispiel zweier vollständiger Schaltungen moderner Transistor-Reisesuper und Heimempfänger ausführlich Service, Reparatur und Abgleich. Mit diesem Buch in der Hand ist der Service von Transistor-Rundfunkempfängern auch in schwierigen Fällen kein Problem. Ein weiteres Telekosmos-Servicebuch behandelt die Sonderprobleme und den fachgerechten Service von Autosupern. **Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger.**

**Von Ing. Heinz Köhler. DM 14.80.**

**Best.-Nr. 3391 G**

**Telekosmos-Servicebuch Autosuper. Von Ing. Klaus Kuhmann. DM 14.80.**

**Best.-Nr. 3474 G**

Telekosmos-Bücher erhalten Sie bei Ihrer Buchhandlung, weitere Informationen unter der Kenn-Nr. Teko 09 A vom Verlag.

# telekosmos verlag stuttgart

Eine Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung

### Neues von HEATHKIT®

für alte und junge Anhänger des CW-Betriebs

#### Elektronische Taste HD-10 E



**Bausatz: DM 245,— Gerät: DM 385,—**

#### Morse-Übungsgerät HD-16

Ein modernes und preisgünstiges Gerät für den angehenden Funkamateuren. Volltransistorisierte, netzunabhängige Schaltung mit getrennten Laufzeit- und Tonhöhenreglern. Eingebauter Lautsprecher und zusätzlicher Kopfhöreranschluß. Umschaltbare akustische und optische Anzeige durch Lautsprecher oder Blinklampe. Präzisions-Kleintaste mit vernickelten Messingbeschlägen und vielseitigen Einstellungsmöglichkeiten. Zum Betrieb sind zwei 9-Volt-Transistorradio-Batterien und eine Monozelle erforderlich.

**Preis: ohne Batterien Bausatz DM 55,— betriebsfertig DM 80,—**

Ausführliche technische Einzelbeschreibungen mit Schaltbildern und den neuen HEATHKIT-Sommerkatalog 1967 erhalten Sie kostenlos und unverbindlich von



**HEATHKIT-Geräte GmbH**

**6079 Sprendlingen b. Frankfurt, Robert-Bosch-Straße 32-38**

**oder HEATHKIT Elektronik-Zentrum**  
**8000 München 23, Wartburgplatz 7**

## Hochfrequenzoszillatoren mit Quarzstabilisierung

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 12, S. 449

**24. Frequenzbereiche und Schwingungsformen**  
Legt man eine elektrische Spannung so an einen Quarzkristall an, daß ein elektrisches Feld längs der X-Achse auftritt, dann entsteht eine Dickenänderung des Quarzes in Richtung der Y-Achse.

Ist dabei die elektrische Spannung eine Wechselspannung, dann führt der Quarz mechanische Schwingungen aus. Bei einer bestimmten Frequenz der anregenden Wechselspannung kommt der Quarz in mechanische Resonanz. Die Resonanzfrequenz des Quarzes ist in erster Linie abhängig von seiner Größe, der Art des Quarzschnittes sowie von der Art des Quarzhalters. Schwingt der Quarz auf seiner Resonanzfrequenz, dann erreicht die Schwingungsamplitude ihren Höchstwert. Sie kann so groß werden, daß der Quarz zerbricht, wenn die Schwingung nicht in ihrer Amplitude begrenzt wird.

Wie jeder elastische Körper kann auch ein Schwingquarz verschiedene Schwingungsformen ausführen. In jeder Schwingungsform können eine Grundschwingung und Oberschwingungen entstehen. Das sei an Hand von Bild 3 am Beispiel einer Violinsaite klargestellt [5]. Im Bild 3a schwingt die ganze Saite auf und ab. Auf diese Weise wird der tiefste Ton erzeugt, der einer Saite von einer bestimmten Länge eigen

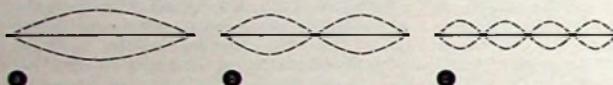


Bild 3. Schwingungsformen einer Violinsaite [5]

ist. Man sagt, die Saite wird in ihrer Grundschwingung erregt. Im Bild 3b schwingt die gleiche Saite in zwei Teilen auf und ab. Das ergibt einen Ton von der doppelten Frequenz der Grundschwingung oder die erste Oberschwingung. An Stelle von erster Oberschwingung oder Oberwellen spricht man häufig auch von der zweiten Harmonischen. Im Bild 3c schwingt die Saite in drei Teilen, und man erhält einen Ton von der dreifachen Frequenz wie im Bild 3a oder die zweite Oberschwingung (beziehungsweise die dritte Harmonische). Die Angabe von Harmonischen ist anschaulicher als die von Oberschwingungen, da die Frequenz  $f_h$  der Harmonischen gleich ihrer Ordnungszahl  $n$  mal der Grundfrequenz  $f_g$  ist, also  $f_h = n \cdot f_g$ . Die Frequenz  $f_0$  von Oberschwingungen oder Oberwellen ist dagegen  $f_0 = f_g (n+1)$ . Beispielsweise ist die dritte Oberwelle einer Grundschwingung von 1000 Hz gleich 4000 Hz, die dritte Harmonische dieser Grundschwingung beträgt jedoch 3000 Hz.

Die Saite kann natürlich noch in mehr als drei Teilen schwingen. Dementsprechend wächst die Anzahl der Oberschwingungen beziehungsweise Harmonischen.

Ahnlich wie mit einer Violinsaite verhält es sich auch mit einem Quarzvibrator. Er weist nicht nur eine, sondern viele Resonanzfrequenzen auf, die Vielfachen der Grundfrequenz entsprechen. Es wird aber nur eine dieser Resonanzstellen benutzt, die man als Hauptresonanz bezeichnet. Die übrigen Resonanzstellen heißen Nebenresonanzen.

Die Frequenzen, die man heute mit Schwingquarzen erreicht, liegen etwa zwischen 1 kHz und 150 MHz. Da die erzeugte Frequenz in erster Linie von der Größe des Quarzvibrators abhängt, große Quarze in der Natur aber sehr selten vorkommen, sind Schwingquarze für Frequenzen unter 1 kHz in der Nachrichtentechnik

technik kaum zu finden. Schwingquarze für Frequenzen über 150 MHz trifft man ebenfalls kaum an, da bei hohen Frequenzen das Quarzplättchen (Quarzelement) für den Quarzvibrator sehr dünn sein muß, so daß die Herstellung innerhalb enger Toleranzen zu großen technischen Schwierigkeiten bereitet. Der weit aus größte Teil der produzierten Schwingquarze wird daher innerhalb des Frequenzbereiches von 50 kHz bis 50 MHz verwendet. Oberhalb von 50 MHz läßt man dann den Quarz auf einer Oberwelle schwingen.

Je nach der Orientierung des Kristallschnittes führt ein Quarzvibrator eine ganz bestimmte Schwingungsform aus. Entsprechend ihrer Schwingungsform teilt man die Quarze ein in Biegungsschwinger, Längsschwinger, Flächenscherungsschwinger und Dickscherungsschwinger. Ein jeder dieser vier verschiedenen Quarz-Typen ist für einen ganz bestimmten Frequenzbereich besonders geeignet.

Im Frequenzbereich 1 ... 100 kHz verwendet man den Biegungsschwinger nach Bild 4. Der Biegungsschwinger ist ein Quarzstab, der im  $X_{+5^\circ}$ - oder NT-Schnitt (s. Bild 2) aus dem Mutterkristall herausgeschnitten wird. Maßgebend für die Schwingfrequenz sind die Länge und die Breite des Quarzstabes. Der Stab biegt sich in seiner Längsachse wechselweise nach unten

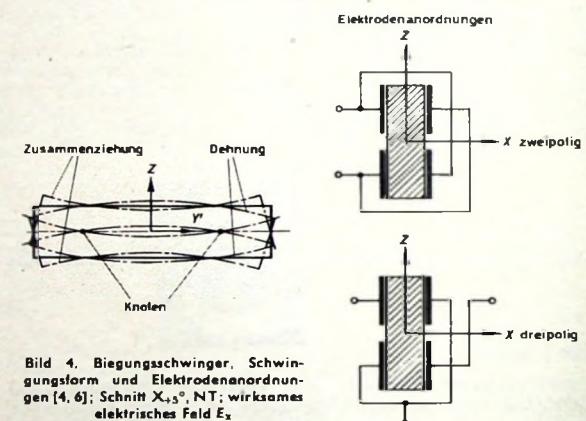


Bild 4. Biegungsschwinger. Schwingungsform und Elektrodenanordnungen [4, 6]; Schnitt  $X_{+5^\circ}$ , NT; wirksames elektrisches Feld  $E_x$

und nach oben durch. Diese Schwingungsart entspricht etwa der der Violinsaite im Bild 3a, die ihren Grundton erzeugt. Die beiden Stellen des Quarzvibrators, an denen die Bewegung gleich Null ist, werden als Knoten bezeichnet (Schwingungsknoten). Sie entsprechen den Einspannstellen bei der Violinsaite von Bild 3 und bilden auch beim Quarz die Befestigungspunkte in seiner Halterung. Die mechanische Beanspruchung ist an den Knoten am größten.

Die Elektrodenanordnungen beim Biegungsschwinger sind ebenfalls aus Bild 4 ersichtlich. Man wählt sie so, daß das wirksame elektrische Feld, das den Quarzstab zum Schwingen anregt, in Richtung der X-Achse (elektrische Achse) entsteht. Je nachdem, ob die Elektroden zu zwei oder drei Anschlußpunkten zusammengefaßt sind, spricht man von zweipoligen oder von dreipoligen Biegungsschwiegern.



Wenn Sie jemanden brauchen,  
der für Transistoren zu-  
ständig ist, brauchen Sie ihn  
nicht mehr zu suchen. Soeben  
haben Sie ihn kennengelernt.

**Servix**

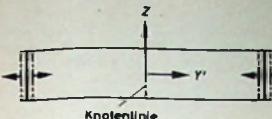


Bild 5. Längsschwinger, Schwingungsform und Elektrodenanordnung [4, 6]; Schnitt X-Y, MT, GT; wirksames elektrisches Feld E<sub>x</sub>

Im Frequenzbereich 40 ... 200 kHz kommen Längsschwinger nach Bild 5 in Betracht. Der Längsschwinger ist ebenfalls ein Quarzstab, der im X-5°, MT- oder GT-Schnitt aus dem Mutterkristall herausgeschnitten wird. Die Schwingfrequenz wird ebenso wie beim Biegungsschwinger durch die Länge und Breite des Quarzstabes bestimmt. Die Schwingungsform beim Längsschwinger ist derart, daß sich der Quarzstab periodisch verlängert und verkürzt. Die Schwingbewegung ist entlang einer Linie, die den Quarzstab in der Mitte durchschneidet, gleich Null. Diese Linie heißt Knotenlinie. Die Bewegungsrichtungen rechts und links von der Knotenlinie sind einander entgegengesetzt. An den beiden Stabenden ist die Bewegung am größten; sie nimmt zur Mitte des Quarzstabes hin ab. Die Elektroden sind auch hier so angeordnet, daß sich ein elektrisches Feld in Richtung der X-Achse ergibt.

Für 100 ... 600 kHz verwendet man den Flächenscherungsschwinger entsprechend Bild 6. Dieser Schwingtyp besteht aus einer run-

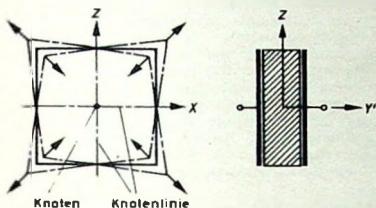


Bild 6. Flächenscherungsschwinger, Schwingungsform und Elektrodenanordnung [4, 6]; Schnitt CT, DT; wirksames elektrisches Feld E<sub>y</sub>

den oder quadratischen Quarzscheibe, die im CT- oder DT-Schnitt aus dem Mutterkristall herausgeschnitten wird. Frequenzbestimmend ist der Durchmesser der Quarzscheibe beziehungsweise bei

quadratischen Scheiben die Kantenlänge. Beim Flächenscherungsschwinger entstehen zwei gegenläufige Längsschwingungen, deren Richtungen senkrecht zueinander in der Scheibebene liegen. Eine quadratische Quarzscheibe nimmt dabei in periodischem Wechsel die Form einer Rauten an, wie Bild 6 zeigt. In der Mitte der Scheibe entsteht ein Knoten, bei dem die Schwingbewegung gleich Null ist. Ebenfalls gleich Null ist die Schwingbewegung in Richtung der X- und der Z-Achse (Knotenlinien). Die größte Bewegung tritt in diagonaler Richtung auf. Die Elektroden sind beim Flächenscherungsschwinger so angeordnet, daß ein elektrisches Feld in Richtung der Y'-Achse wirksam wird.

Für Frequenzen zwischen 800 kHz und 30 MHz verwendet man den Dickenscherungsschwinger, der im Bild 7 dargestellt ist. Für den Dickenscherungsschwinger benutzt man wie beim Flächen-

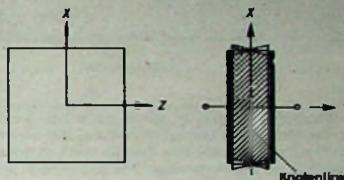


Bild 7. Dickenscherungsschwinger, Schwingungsform und Elektrodenanordnung [4, 6]; Schnitt AT, BT; wirksames elektrisches Feld E<sub>y</sub>

scherungsschwinger runde oder quadratische Quarzscheiben, die im AT- oder BT-Schnitt aus dem Mutterkristall herausgeschnitten werden. Frequenzbestimmend ist die Dicke der Quarzscheiben. Beim Dickenscherungsschwinger entstehen Schwingungen in der Form periodischer Scherbewegungen senkrecht zur Scheibendicke. In der Mitte der Scheibendicke tritt keine Bewegung auf (Knotenlinie). Die Elektroden sind wie beim Flächenscherungsschwinger senkrecht zur Y'-Achse angeordnet, so daß das elektrische Feld in Richtung dieser Achse wirksam wird.

Im Frequenzbereich 15 ... 150 MHz verwendet man ebenfalls Dickenscherungsschwinger nach Bild 7. Da jedoch die Dicke des Quarzplättchens frequenzbestimmend ist, muß dieses um so dünner gemacht werden, je höher die geforderte Schwingfrequenz

## RIM + GÖRLER

HF/NF-Funktionsbausteine und -Baugruppen für

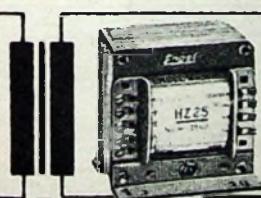
Labors  
Werkstätten  
Amateure

Ausführliche Beschreibungen mit Bild und Schaltplan in der erweiterten RIM-Bausteininfibel über 37 Vorschläge. - Schutzgebühr DM 3.50. Nachnahme Inland DM 5.20. RIM-Bastelbuch 87 - 2. Auflage, 416 S. - Schutzgebühr DM 3.50. Nachnahme Inland DM 5.30.

**RADIO-RIM**

Abt. F. 2

8 München 15 - Postfach 275  
Tel. 557221 - FS 528166 raram d

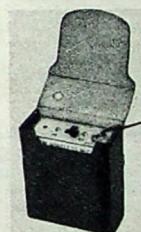


## Rundfunk-Transformatoren

für Empfänger, Verstärker  
Meßgeräte und Kleinsender

Ing. Erich u. Fred Engel GmbH  
Elektrotechnische Fabrik  
62 Wiesbaden-Schierstein

## Drahtloses Mikrofon



Modell WM-2403, transistorisierter Mikro-Sender größter Reichweite, ausgezeichnete Aufnahmempfindlichkeit, verstellbare Frequenz 88 bis 108 MHz, Abmessungen 2,7 x 6,3 x 7,5 cm; ohne FTZ-Nr.

Export-Musterpreis komplett netto DM 98,- pro Stück. Interessante Mengenrabatte bei Großabnahme. Lieferung nur an Wiederverkäufer!

**HERDEL**, Elektrogroßhandlung, 69 Heidelberg,  
Theodor-Körner-Straße 23, Telefon 25446

## Schallplatten von Ihren Tonbandaufnahmen

Durchmesser	Umdrehung	Laufzeit max.	1-9 Stück	10-100 Stück
17,5 cm	45 p. Min.	2 x 6 Min.	DM 10,-	DM 8,-
25 cm	33 p. Min.	2 x 16 Min.	DM 20,-	DM 16,-
30 cm	33 p. Min.	2 x 24 Min.	DM 30,-	DM 24,-

Bitte Preisliste mit Erläuterungen und technischen Daten anfordern!

**REUTERTON-STUDIO** 535 Euskirchen, Wilhelmstr. 46 - Tel. 28 01



Röhrenvoltmeter HRV 240 139,50  
Millivolt-Röhrenvoltmeter HRV 260 155,-  
HF-Generator SWG 26 150,-  
Meßsender SG 25 125,-  
Gesamt 8452 Wiesbaden-Bey. Abteilung FT 10 Tel. 0 62 22/222 FS 06 3 005

## CTR Die neue Linie in Meßinstrumenten

- Höchste Präzision
- moderne Form
- günstige Preise
- 6 Monate Garantie
- Versand per Nachnahme ab Lager



## VOLLMER-Spezial- Mehrspur-Auf- nahmegerät S 1023



1/2" Band, (180 mm Ø), „Closed loop“-Bandführung, geeignet für 8 Spuren zur Datenspeicherung.

Verlangen Sie Unterlagen über das gesamte Programm, auch Studio-Gebrauchtgeräte-Liste.

**EBERNARD VOLLMER**  
731 PLOCHINGEN G.N.

des Quarzes ist. Man kann aber das Quarzplättchen nicht beliebig dünn machen, da sonst die mechanische Haltbarkeit des Plättchens gefährdet wird. Deshalb läßt man den Quarz nicht auf seiner Grundfrequenz schwingen, die der Dicke des Quarzplättchens entspricht, sondern auf einer Oberwelle, wie dies im Bild 3b und Bild 3c am Beispiel der Violinsaiten gezeigt wurde. Man spricht deshalb hier von Oberschwingungs- oder Oberwellenquarzen (Bild 8). Anregbar sind jedoch nur Frequenzen, die ungeradzahligen Harmonischen der Grundfrequenz entsprechen (Beispiel: 3., 5., 7. Harmonische usw.). Frequenzen, die geradzahligen Harmonischen entsprechen, sind deshalb nicht anregbar.

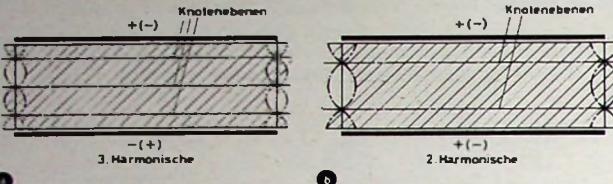


Bild 8. Schwingungsformen von Oberwellenquarzen [4, 6]. Es ergibt sich nur bei ungeradzahligen Harmonischen eine elektrische Spannung zwischen den Elektroden des Quarzvibrators, geradzahlige Harmonische sind deshalb nicht anregbar: a) Anregung der dritten Harmonischen, b) angenommenes Bild der zweiten nicht anregbaren Harmonischen

ligen Harmonischen der Grundfrequenz entsprechen, lassen sich nicht anregen, da sich dabei keine Spannungen zwischen den Quarzelektroden ergeben würden (s. Bild 8b am Beispiel der zweiten Harmonischen). Die elektrischen Zonen zwischen den einzelnen Knotenebenen des Quarzschwingers sind nämlich wechselweise positiv und negativ. Bei geradzahligen Harmonischen liegen deshalb an den Elektroden immer gleichnamige elektrische Ladungen (Bild 8b), und bei ungeradzahligen Harmonischen sind die Ladungen ungleichnamig, das heißt, es entsteht eine Spannung (Bild 8a).

Üblicherweise läßt man einen Oberwellenquarz auf der dritten Harmonischen schwingen, wenn man Frequenzen zwischen 15 und 60 MHz erzeugen will. Im Frequenzbereich zwischen 60 und 100 MHz benutzt man die fünfte und zwischen 100 und 150 MHz die siebente Harmonische. Dabei ist zu beachten, daß die Frequenz der Oberwellenschwingung hier nicht genau ein ganzzahliges Vielfaches der Grundwellenfrequenz ist. Man spricht deshalb von einer „anharmonischen“ Oberwellenschwingung.

(Fortsetzung folgt)

#### Weiteres Schriftum

- [5] e Kristalloszillatoren (aus dem Amerikanischen übersetzt von E. Dachtler). Stuttgart 1959, Berliner Union  
 [6] DIN-Norm 45 102 „Schwingquarz — Leitfaden für die Anwendung als Steuerquarze“. Oktober 1964

## Ausbildung

### Lehrtafel „Farbfernsehempfänger“

Für den Unterricht auf dem Fernsehgebiet brachte SEL jetzt die Lehrtafel „Farbfernsehempfänger“ heraus. Sie zeigt das Blockschaltbild eines Farbfernsehempfängers, wobei zur Verdeutlichung des Unterschiedes gegenüber einem Schwarz-Weiß-Fernsehgerät die neu hinzugekommenen Baugruppen durch eine andere Farbe gekennzeichnet

sind. Eine kurz gefaßte Beschreibung erklärt den Durchlauf der einzelnen Signale und die Aufgaben der beim Farbfernsehempfänger zusätzlich benötigten Stufen. Der Lehrtafel ist eine Broschüre beigelegt, in der der prinzipielle Aufbau und die Wirkungsweise eines Farbfernsehempfängers nach dem PAL-Verfahren in Kurzform beschrieben wird.

### Practronics

Auf der 2. Internationalen Schulausstellung Dortmund (3.—11. 6. 1967) stellte Philips unter anderem eine elektronische Lehreinrichtung „Practronics“ für die Ausbildung von Elektronikern im Selbststudium aus. Dabei handelt es sich um eine Kombination von Lehrbuch und Lehrbalkasten. An Hand eines Lehrbuchs und mit Hilfe von Bauteilen können im Lochsteckverfahren Grundprinzipien von Schaltungen aufgebaut und mit einem dazugehörigen Meßinstrument, das einen RC-Generator, ein Speisegerät, einen Strom-Spannungs-Konstanthalter und ein Vielfachmeßinstrument enthält, gemessen werden.

### Beihilfen zum Besuch von Meisterschulen

Die Handwerkskammer für Oberbayern weist anlässlich einer Mitteilung über die Errichtung einer Meisterschule für das Elektroinstallateur und das Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk (S. S. 458) noch auf nachstehend angeführte Möglichkeiten für die Inanspruchnahme von Beihilfen zum Besuch dieser Meisterschule hin.

#### a) Beihilfen durch die Arbeitsverwaltung

Anträge für die Förderung durch das individuelle Förderungsprogramm sind beim zuständigen Arbeitsamt zu stellen. Zur Teilnahme an Lehrgängen mit Vollzeitunterricht, wie sie in der Meisterschule vorgesehen sind, sind Zuschüsse und Darlehen möglich. Zuschüsse können gewährt werden zum Lebensunterhalt, zu den Fahrtkosten, zur Krankenversicherung und den Lehrgangsgebühren. Zinslose Darlehen können gewährt werden, wenn die Zuschüsse die durch die Teilnahme am Lehrgang entstehenden Kosten nicht decken. Bei den Zuschüssen zum Lebensunterhalt wird auf das Nettoeinkommen des Antragstellers und des Ehegatten Rücksicht genommen.

Beispiele: Während eines Jahres kann ein Schüler bis zu folgenden Höchstleistungen finanzielle Beihilfe erhalten:

	lediger Schüler	verheirateter Schüler
Zuschuß zum Lebensunterhalt	1980,—	1980,—
für die Frau	—	1350,—
für das Kind	—	600,—
Zuschuß zu den Gebühren (50 %)	400,—	400,—
	2380,—	4330,—
zinsloses Darlehen	2380,—	4330,—
	4760,—	8660,—

#### b) Stiftung für Begabtenförderung im Handwerk

Formblätter für die Beihilfe aus der Stiftung für Begabtenförderung im Handwerk sind bei der Handwerkskammer erhältlich. Förderungsvoraussetzungen sind eine mit sehr gut bestandene Gesellenprüfung oder besondere berufliche Leistungen.

#### Sonstige Beihilfen

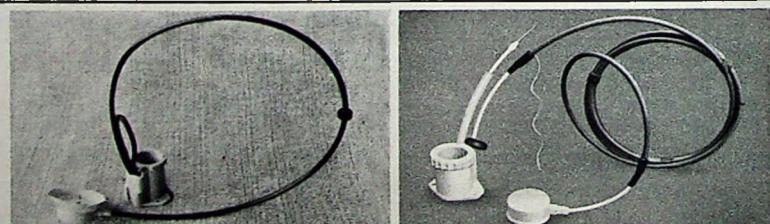
Auskünfte über weitere Förderungsbeihilfen, wie nach dem Bundesversorgungsgesetz, dem Lastenausgleichsgesetz usw., sind bei den örtlich zuständigen Gemeindebehörden zu erhalten.

## Hochspannungsfassungen

»Neueste Konstruktionen« vereinigen alle Wünsche und Erfahrungen unserer Kunden.

Bild (links) Typ E 4/3/Ve 2 SK mit Schwalbenschwanz und Bodenbefestigung

Bild (rechts) Typ E 6/3(SM)Ve 2  
 Neueste Konstruktionen in Hochspannungsfassungen für Farbfernseher stehen zur Verfügung



### Vorteile, die unsere Fassungen bieten:

- Reparabile Ausführung, (einfache Demontage)
- durchschlagsicher bei wesentlich erhöhter Spannung,
- flammwidriges Material,
- Sprüh Sicherheit,
- beliebige Kabelausführung,
- Temperaturbeständigkeit erhöht,
- fester Sitz der Röhre,
- Bodenplatte für verschiedene Lochabstände

J. Hüngerle KG. Elektro-Apparate-Fabrik  
 7760 Radolfzell a. B./B. Weinburg  
 Telefon 25 29  
 Fernschreibnummer 079 3419

**Bendix****2 N 3055****NPN-Silizium-Leistungstransistor**

- TO-3-Gehäuse
- $P = 115 \text{ W}$  ( $t_{\text{C}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- $U_{\text{CEO}} = 100 \text{ V}$
- $U_{\text{CEO}} = 60 \text{ V}$
- $I_{\text{C}} = 15 \text{ A}$

**Preise:**

1—24 St.	DM 9.80 per St.
25—99 St.	DM 9.30 per St.
ab 100 St.	DM 8.— per St.
ab 500 St.	DM 7.60 per St.
Sofort ab Lager lieferbar!	

**NEUMÜLLER + CO GMBH**

8 MÜNCHEN 13 · SCHRAUDOLPHSTRASSE 2a · TELEFON 299724 · TELEX 0522106

In der SCHWEIZ: DIMOS AG, 8048 ZURICH, Badener Straße 701, Telefon 6261 40, Telex 5028

Gestohlen DRAKE 2 B Nr. 6685 (für Anbringung einer Feinstellskala, rechte Seitenwand durchbohrt). DM 200.— Belohnung für Wiederbeschaffung. Hinweise an **F. Herbst**, DL 3 YB 3167 Burgdorf, Markstr. 64, oder Polizei

**Antennen und Zubehör**  
bis 70 % Rabatt liefert: SCHINNERN-Vertrieb: 8458 Su.-RO.-Hü., Postf. 211. Preisliste gratis. Telefon (0 96 61) 43 94

**Gleichrichter-Dioden**  
Restposten, Silizium, je 1 A, für Bastelzwecke:  
2000 V DM —,90  
1500 V DM —,80  
1000 V DM —,70  
500 V DM —,60  
250 V DM —,50  
Niedervolt DM —,40

Lieferung per Nachnahme  
H. Körner, 6442 Ralenburg

**Kaufgesuche**

**Leber-Meßinstrumente** aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

**Röhren und Transistoren** aller Art kleine und große Posten gegen Kasse. Röhren-Müller, Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

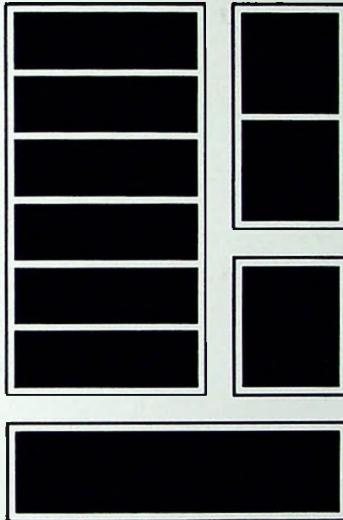
**HANS HERMANN FROMM** bittet um Angebote kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3, Telefon: 87 33 95 / 96, Telex: 1—84 509

**Unterricht**

Theoretische Fachkenntnisse durch die bewährten Christiani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich einen Studienführer mit ausführlichen Lehrplänen. Schreiben Sie eine Postkarte: Schickt Studienführer. Karte heute noch absenden an Technisches Lehr-Institut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz, Postfach 1257

**metall-gehäuse**

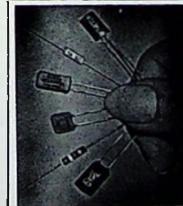
nach  
DIN 41490  
und dem  
19" System



Paul Leistner  
GmbH  
2 Hamburg 50  
Klausstr. 4-6  
Telefon 381719

**LEISTNER**

Lieferung über den bekannten Fachhandel

**Elektronische Bauteile**

für Amateure - Werkstätten - Handel.  
Preisgünstig bieten wir an:  
**Si- und Ge-Transistoren, Widerstände, Einstellregler, Mylar-, Keramik-, Elektrolytkondensatoren, Trimmer, Spulenkörper, Schalenkerne, Verz-Leiterbahnmengenplatten usw.**

Prompter MM.-Versand ab Lager! Kostenlose Preisliste anfordern!  
**M. LITZ elektronische Bauteile**  
7742 St. Georgen · Postfach 55

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Tel.: (0311) 412 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth. Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chekorrrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Berlin. Chegraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an **VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**. Postscheck: Berlin-West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin

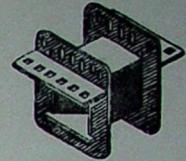
**KARLGUTH**

1 BERLIN 36

Reichenberger Straße 23

**Schachtelbare Spulenkörper**

Din 41 304 M- und EJ-Serie



**Elkoflex**  
Isolierschlauchfabrik  
gewebehalige, gewebelose, Glas-  
seidensilicon- und Silicon-Kautschuk-

**Isolierschläuche**

für die Elektro-,  
Radio- und Motorenindustrie

Werk: 1 Berlin 21, Huttustr. 41-44

Zweigwerk: 8192 Gartenberg / Obb.  
Rübezahlstr. 663

Alle  
**Einzelteile**  
und Bausätze für  
elektronische Orgeln  
Bitte Liste T66  
anfordern!

DR. BÖHM  
495 Minden, Postfach 290/40**Betriebsstundenzähler „Horacont“**

Einheit: 26 x 50 mm  
Type 550 — DM 34,-

Unentbehrlich für einen wirtschaftlichen Austausch von Abtastsystemen u. Tonköpfen bei Hi-Fi- und Bandgeräten. Höchste Aufnahme- u. Wiedergabe-Qualität sind somit jederzeit gewährleistet.

Kontrolluhrenfabrik Julius Bauser  
7241 Empfingen, Horberg 34



98329

171

10020

E.-Thälmann-Str. 56

# 1968 hat schon begonnen!

## In der Farbfernsehtechnik von GRUNDIG



GRUNDIG Tischgerät T 1000 Color (Bild oben)  
Fußgestell mit Ablagefach und abziehbaren Rollen  
für T 1000 Color zusätzlich lieferbar  
GRUNDIG Standgerät S 1000 Color (ohne Abbildung)

GRUNDIG Farbfernsehgeräte überspringen eine  
Entwicklungsstufe. Sie bieten schon heute die  
Technik von morgen:

GRUNDIG Monomat SE – seine Wiederkehrgenauigkeit entsprach schon gestern dem morgigen Stande. Komplette Farbkonvergenzregelung von vorn – also kein Rückwandöffnen oder Einstellen über Spiegel. Ausklappbares Chassis – wie eine Tür von allen Seiten zugänglich und doch voll betriebsfähig. Flach-Chassis in der „kalten Zone“ – dadurch höchste Bild- und Farbstabilität, äußerste Betriebssicherheit und lange Lebensdauer.

Gehen Sie sicher – verkaufen Sie GRUNDIG!

**GRUNDIG**