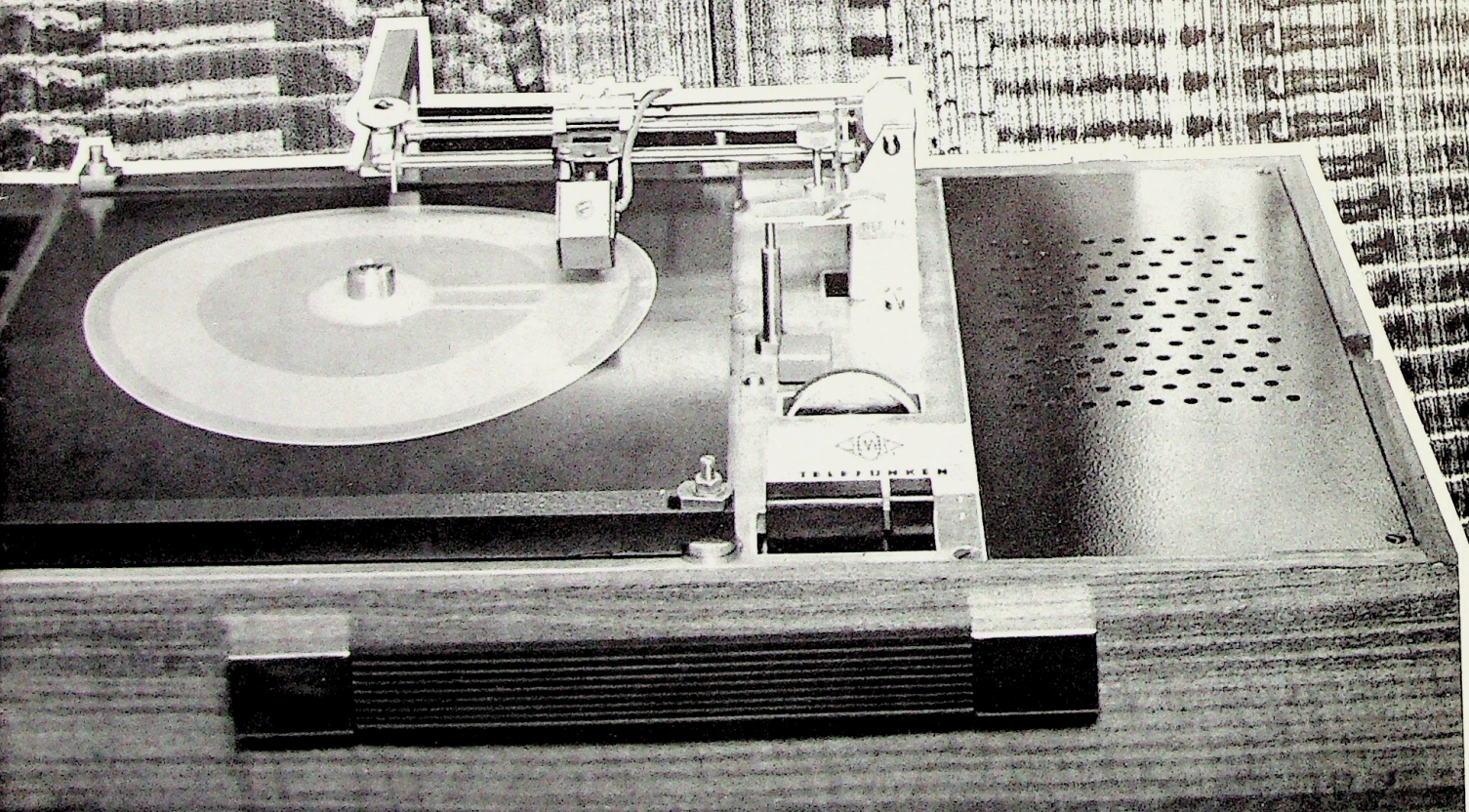


BERLIN

# FUNK- TECHNIK



14 | 1970

2. JULIHEFT





## Der Philips Starlet-Verstärker auch für Gemeinschafts- Antennen-Anlagen.

Wer sagt denn, daß kraftvolle Verstärker auch groß sein müssen. Testen Sie diesen »Zwerg mit der großen Leistung« — den Starlet Breitband-Verstärker von Philips. Gemeinschafts-Antennen-Anlagen sind sein Spezialgebiet. Er versorgt Anlagen von mindestens 12 bis 20 Teilnehmer-Anschlüssen. Dem getrennten Netzteil mit eingebautem Zweifach-Verteiler verdankt er universelle Anwendungsbreite am Antennenmast und auf dem

Dachboden. Störende Kreuzmodulationen gibt es nicht. Er besitzt eingebaute Niveauregler und hat Anschlußmöglichkeit für booster Verstärker.

Fast unauffällig läßt sich der Philips-Starlet überall anbringen. Blicke noch zu sagen, daß er vorzüglich zu montieren ist. Im Handumdrehen ist er angeschlossen. Der internationale Fachhandel hat ihn aus allen diesen Gründen zum großen Verkaufsschlager gemacht. Starlet Breitbandverstärker von Philips.

gelesen · gehört · gesehen .....	508
FT meldet .....	510
Das neue Video-System Bildplatte .....	511
Technisches Symposium „AV 70“ .....	516
Elektroakustik	
Aufbau eines reflexionsarmen Schallmeßraumes .....	517
Philips stellte Prototyp für „VCR“-System vor .....	520
Integrierte Schaltungen	
Verstärkungsbegrenzung bei HF-Verstärkern durch Rückwirkungskapazität .....	521
Meßtechnik	
Linearitätsmessung · Eine sehr genaue Meßmethode zur Bestimmung des Linearitätsmaßes von fernsehtechnischen Einrichtungen .....	524
Persönliches .....	526
Phono	
Stereo-Magnetsystem „M 15“ im Tonarm „RS 212“ .....	527
Magnetische Bildaufzeichnung	
FAM-Verfahren für die Farbbildaufzeichnung mit semi-professionellen Videorecordern .....	529
Magnetton	
Pilottonsystem für Super-8-Film .....	532
Kraftfahrzeug-Elektronik	
Automatische Scheibenspülanlage .....	534
FT-Bastel-Ecke	
Elektronischer Schalterbaustein .....	537

Unser Titelbild: Vor einem vergrößerten Ausschnitt aus der Bildplatte mit Dichtspeicherrillen ein Labormuster eines Bildplattenabspielgerätes mit Druckabaster und Zwangsvorschub (s. a. S. 511—516) Aufnahme: AEG-Telefunken/Teldec

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141—167, Tel.: (03 11) 4 12 10 31, Telex: 0181632 vrkt, Telegramme: Funktechnik Berlin, Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke, sämtlich Berlin, Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Postcheck-Konto: Berlin West 76 64 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 laut 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



## Ihnen müssen wir die DVM-Vorteile nicht erklären.

Aber die Vorzüge dieses Digital-Multimeters werden Sie interessieren, denn es hat die „Kinderkrankheiten“ der DVM-Technik nie gekannt.



### Digital-Multimeter UGWD

- Starke Unterdrückung von Stör-Wechselspannungen durch integrierendes Meßverfahren mit günstigster Integrationszeit. Keine Filter erforderlich
- Schnelle Meßfolge
- Stabiler Nullpunkt, Nacheichen entfällt. Offsetstrom praktisch Null
- Flimmerfreie Anzeige, leichte Bedienbarkeit
- Polarität und Komma automatisch
- Übersteuerungsanzeige und Schutz gegen Überlastung bei Fehlbedienung
- Messung von eingebauten Widerständen in Netzwerken

Meßgröße	Meßbereich (je 5 Teilbereiche)	Auflösung im kleinsten Bereich	Anzeigebereich
U—	100 mV ... 1000 V	100 µV	— 1500 ... 0 ... + 1500
U~	100 mV ... 700 V	100 µV	0 ... 1200
R	1 kΩ ... 10 MΩ	1 Ω	0 ... 1500
U—kV	1 kV ... 30 kV (mit Tastkopf)	1 V	— 1500 ... 0 ... + 1500
I≈	1 µA ... 1 A (mit Vorsteckeinheit)	1 µA	— 1500 ... 0 ... + 1500

Fehlergrenzen  $\pm 0,3\%$  v. M.  $\pm 1$  Ziffernstelle  
Eingangswiderstand ab 10-V-Bereich: 10 MΩ

Informieren Sie sich über alle weiteren Pluspunkte dieses universellen Meßgerätes für Labor, Prüffeld und Fertigung.

Vereinbaren Sie eine Vorführung mit unserer Vertretung:

- 1 Berlin 10, Ernst-Reuter-Platz 10, Telefon 34 05 36
- 2 Hamburg 50, Große Bergstraße 213-217, Telefon 38 14 66
- 5 Köln, Hohe Straße 160-168, Telefon 23 30 06
- 75 Karlsruhe, Kriegsstraße 39, Telefon 2 39 77
- 8 München 2, Dachauer Straße 109, Telefon 52 10 41

## ROHDE & SCHWARZ

8 München 80, Mühlendorfsstraße 15, Telefon (08 11) 40 19 81, Telex 5-23703





### Wirtschaftliche Zukunft der Heim-Videorecorder

Die wirtschaftliche Zukunft der magnetischen Bildaufzeichnungsgeräte für den Heimbedarf (s. a. S. 520) beurteilt man im Hause Philips sehr zuversichtlich. Wie Ingwert Ingwertsen, Direktor der Abteilung für Rundfunk-, Phono- und Magnetbandgeräte, ausführte, glaubt man, daß sich dieser Markt in den siebziger Jahren sehr rasch entwickeln wird. Gründe für diesen Optimismus sind die Entwicklung des Masseneinkommens, das sich bis zum Ende der siebziger Jahre verdoppeln wird, sowie der steigende Bedarf an Unterhaltung und Bildung. Unterstützt wird dieser Trend noch dadurch, daß dann in der Bundesrepublik voraussichtlich 13 bis 14 Millionen Farbfernsehgeräte in Betrieb sein werden. Man glaubt zuversichtlich, daß das in der Düsseldorf Bilanz-Presskonferenz Anfang April 1970 angegebene Umsatzvolumen von 1 Milliarde DM für das gesamte Video-Geschäft in Europa Ende der siebziger Jahre deshalb sicher nicht zu hoch gegriffen ist. In der Bundesrepublik wird 1972 das erste volle Video-Jahr sein und fraglos durch die Olympischen Spiele in München noch zusätzliche Impulse erhalten. Bis zu diesem Zeitpunkt dürften etwa 4 Millionen Farbempfänger in Betrieb sein. Unter diesen Voraussetzungen rechnet man damit, daß bis 1975 etwa 350 000 Video-Cassetten-Geräte verkauft werden können und bis Ende dieses Jahrzehnts größenordnungsmäßig 1,5 bis 2 Millionen Geräte. Das entspricht einer Sättigung von acht bis zehn Prozent der Haushalte oder einem Anteil von einem Videorecorder auf knapp zehn Farbfernseherempfänger. —th

### Elektrotechnik führt in der Patentstatistik

Die Elektrotechnik hat ihren Anteil an der Zahl aller erteilten Patente weiter vergrößert. Sie führt jetzt mit 22,9 % die Patentstatistik erneut an. Mit 5186 Patenterteilungen im Jahre 1969 hat sich die Zahl der Eintragungen gegenüber dem Vorjahr (4447) um rund 16 % erhöht. Auch bei den Gebrauchsmustern nimmt die Elektrotechnik mit 2465 Eintragungen die erste Stelle ein. Hier beträgt ihr Anteil an der Gesamtzahl etwa 11 %.

### Audio-Video-Studio für Schulen

Auf der 10. Europäischen Lehrmittelmesse „Didacta“ in Basel zeigte Grundig erstmals ein semiprofessionelles Audio-Video-Studio. Kernstück der Anlage ist ein Regiepult mit Umschalt- und Meßeinrichtungen für Bild und Ton und vier Bildsignaleingängen, die mit eingebauten Vorschau-Monitoren überwacht werden können. Diese schulinterne Fernseh-Zentrale eignet sich nicht nur dazu, vom Sender kommende Schul-Fernsehprogramme in die Unterrichtsräume weiterzuleiten, sondern sie ist auch in Verbindung mit einem Videorecorder zur Aufzeichnung sowie für die Produktion eigener Programme eingerichtet. Zusätzliche Einrichtungen zur Bildmischung und Kamerafernbedienung sowie zur Lichtsteuerung vervollständigen die Anlage. Der Ausgang der Zentrale wird ebenfalls mit einem Monitor kontrolliert.

### Fernseh-Aufnahmehöhre Proxicon

Um auch bei geringer Szenenbeleuchtung gute Farbfernsehbilder zu ermöglichen, hat die Fernseh GmbH, Darmstadt, eine neue Aufnahmehöhre entwickelt, deren Bezeichnung Proxicon sich von dem Nahfokus-Bildwandlerteil (proximity focus converter) ableitet. Bei diesem Röhrentyp beträgt der Abstand zwischen Photokatode und Target nur etwa 1 mm. Da das Proxicon keine störenden Nachzieheffekte zeigt, kommt es für schwache Beleuchtungsverhältnisse in Farb-

studios sowie auch für Außenaufnahmen in Betracht. Selbst eine Beleuchtungsstärke von 25 Lux ist ausreichend, um mit der Farbkamera „KCU“ der Fernseh GmbH, die mit drei Proxicons bestückt werden kann, gute Farbbilder zu übertragen, wobei der Störabstand etwa 36 dB beträgt. Die Auflösung ist bei 5 MHz zur Zeit rund 30 %.

### Hi-Fi-Flachlautsprecherchassis

Die ERA Acoustics Corporation, Moonachie, New Jersey, hat eine neue Serie von permanentdynamischen Flachlautsprecherchassis herausgebracht, die als Rundlautsprecher ausgeführt sind. Lautsprecherkorb und Membrane bestehen aus Polystyrol. Als besondere Vorteile dieser neuen „Roly-Poly“-Lautsprecher werden kleiner Klirrfaktor, großer



Übertragungsbereich, großer Abstrahlwinkel und hohe Empfindlichkeit genannt. Zum Beispiel hat das Modell „RP 8“ mit 20 cm Durchmesser und 2,5 cm Tiefe den Übertragungsbereich 40 ... 20 000 Hz und läßt sich mit 10 W belasten. Die Standardimpedanz ist 8 Ohm; auf Wunsch sind aber auch andere Impedanzen lieferbar.

### Digitalvoltmeter „LC 30 M“ und „LC 40 M“

Die Hartmann & Braun Digital GmbH hat die Low-Cost-Geräteserie durch die Mehrbereichs-Digitalvoltmeter „LC 30 M“ und „LC 40 M“ erweitert, die die geringen Abmessungen von herkömmlichen Profil-Zeigerinstrumenten (134 mm × 64 mm × 192 mm) aufweisen. Beide Geräte messen Gleichspannungen mit einer Auflösung von 1 mV/Ziffernschritt und haben vier Meßbereiche (2 V, 20 V, 200 V, 1000 V). Während das „LC 30 M“ einen maximalen Meßfehler von 0,2 % (vom Endwert) ± 1 Ziffernschritt hat, beträgt beim „LC 40 M“, das mit automatischer Polaritätsumschaltung ausgerüstet ist, der maximale Meßfehler weniger als 0,1 % (vom Endwert) ± 1 Ziffernschritt. Beide Geräte sind mit zusätzlichem Druckeranschluß lieferbar.

### Deutsche Datel-Gesellschaft gegründet

Die Deutsche Datel-Gesellschaft für Datenfernverarbeitung mbH (DDG) wurde am 4.5.1970 in Bonn mit der Unterzeichnung neuer Verträge gegründet. Die beabsichtigte Gründung der Gesellschaft war am 22. September 1969 angekündigt worden. In Abänderung der ursprünglichen Konzeption gehören der Gesellschaft außer der Deutschen Bundespost und den Firmen AEG-Telefunken sowie Siemens AG jetzt noch die Nixdorf Computer AG und die Olympia Werke AG an. Das Stammkapital beträgt 3 Millionen DM. Davon hält die Deutsche Bundespost 40 %, die übrigen Gesellschafter 20 %; AEG-Telefunken und die Olympia Werke AG gelten dabei als ein Gesellschafter. Sitz der Gesellschaft ist Darmstadt.

Das Leistungsangebot der DDG erstreckt sich auf: Vermietung von Rechenzeit auf Computern, vorwiegend außer Haus, auf dem Wege der Datenfernübertragung; Vermietung und Verkauf der für diesen Zweck notwendigen Datengeräte (Terminals); Programmierung und Bereitstellung standardisierter Programme im Rahmen des Angebots; Beratung und Ausbildung von Kunden in Fragen des Einsatzes von Computern im Zusammenhang mit diesen Aufgaben.

Die Deutsche Bundespost ist an der Ausweitung von EDV-Anwendungen interessiert, da sie fernmeldetechnisch gerüstet ist, den steigenden Anforderungen der Datenfernübertragung und Datenfernverarbeitung zu entsprechen. Sie bietet folgende Übertragungswege an: gemietete besondere Fernsprechleitungen; das öffentliche Fernsprechnetz; gemietete besondere Telegrafentelefonleitungen; das Telexnetz; das Datennetz.

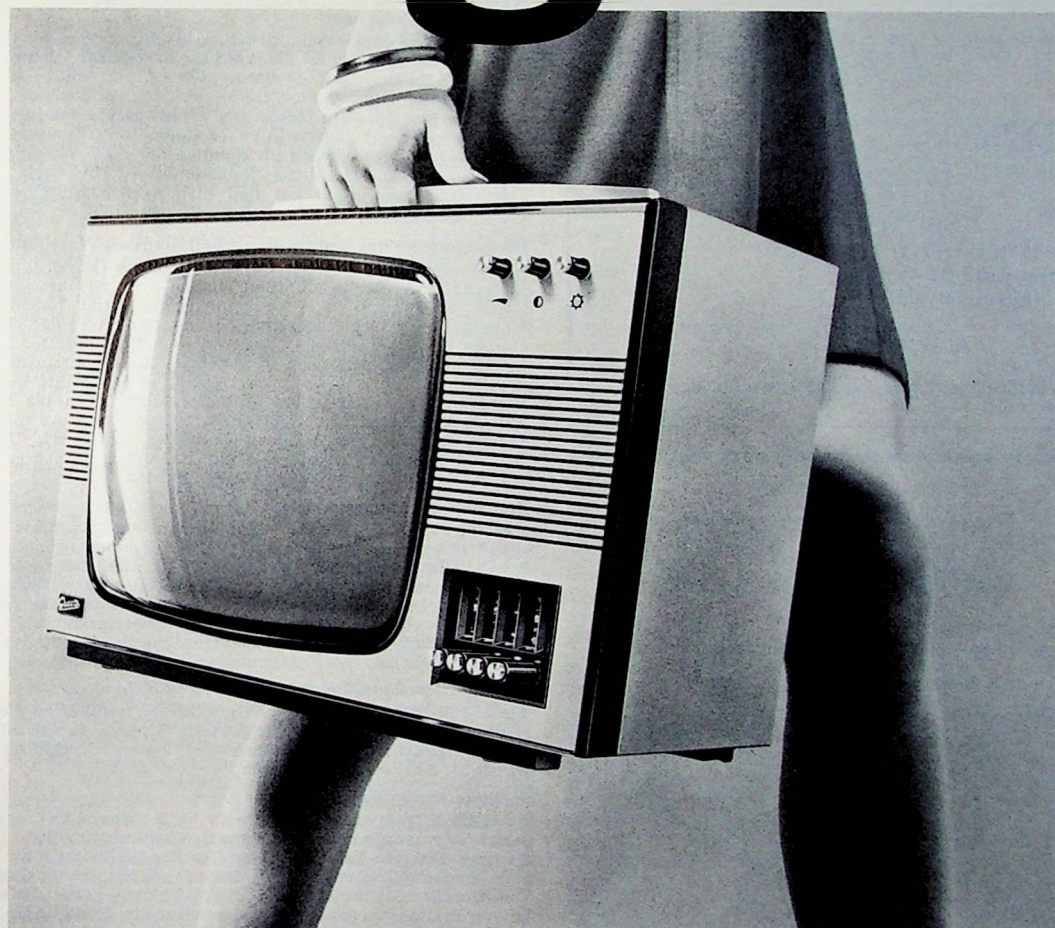
### Der DARC auf der Funkausstellung



Auf der Funkausstellung in Düsseldorf vom 21. bis 30. 8. 1970 wird der DARC einen 230 m² großen Eckstand belegen und dort praktischen Funkverkehr durchführen. Der Stand, den der Ortsverband Düsseldorf betreut und gestaltet, soll gleichzeitig als Treffpunkt und Orientierungshilfe für diejenigen Amateure dienen, die die Funkausstellung besuchen.



# Die neue Graetz Lady: farbig und tragbar



Junge Leute geben im Jahr ca. 20 Milliarden aus. Aber keine müde Mark für Fernsehgeräte. Warum nicht? Wir finden, es gibt für sie nicht die richtigen Geräte.

Darum haben wir die Lady gebaut.

Weil sie in modernen Zimmern und Wohnungen stehen soll, sieht sie auch modern aus: Das Holzgehäuse gibt es in Weiß, Gelb, Orange und Nußbaum natur. Und weil nicht jeder — besonders wenn er noch jung ist — immer am selben Platz fernsehen will,

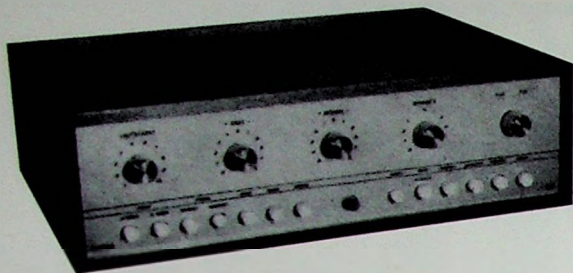
ist die Lady handlich und leicht tragbar. (Man kann überall mit ihr fernsehen, wo eine Steckdose in der Nähe ist.)

Fällt Ihnen etwas auf? Das alles sind Vorteile, die auch Leuten gefallen, die zum Farbfernseher ein echtes Zweitgerät brauchen.

Weil wir das richtige Gerät zur richtigen Zeit gebaut haben, fällt es Ihnen leicht, die richtigen Käufer dafür zu finden. Wir helfen Ihnen dabei durch gezielte Werbung in großen und bekannten Illustrierten.

Es gibt keine bessere Qualität





## KROHA-Hi-Fi-Transistor-Stereo-Verstärker LSV 60

### Ein Verstärker der internationalen Spitzenklasse

Modernste Si-Transistor-Technik. Kurzschlußsichere Ausgänge durch elektronisch abgesicherte Eadstufe. 1 Jahr Garantie.

Eingänge: Micro m. U., Micro a. U., Phono magn. (2,5 mV), phono kristall, Tuner, Tonband, Studio.

Fremdspannung: 63 dB Micro, 65 dB Phono, 80 dB Tuner, Tonband und Studio, 90 dB ab Lautstärkeregler.  
Abschaltbare gehörhörige Lautstärkeregler, Rauschfilter und Rumpelfilter, Präsenzfilter, Höhen- und Tiefenregler.

Frequenzgang: 20 Hz...80 kHz  $\pm 1$  dB

Leistungsfrequenzgang: 10 Hz...50 kHz

Nennleistung nach DIN: 2 x 30 W an 5  $\Omega$   
Klirrfaktor bei 24 W und kleineren Leistungen  
20 Hz 0,2 %  
1 kHz 0,15 %  
20 kHz 0,2 %

Unverzerrte Musikleistung: 2 x 45 W

Preis für Fertiggerät: 590.— DM

Bausatz: 460.— DM

Auf Wunsch schicke ich Ihnen gerne mein Informationsmaterial!

Elektronische Geräte Erwin Kroha, 731 Plochingen, Tel. (071 53) 7510



## Die unentbehrliche Konstantspannungs- quelle für Ihren Meß- und Prüflatz

Regelbares und transistorstabilisiertes  
Netzgerät RN 3005 mit elektronischer Sicherung

Kleine Abmessungen: 255 x 95 x 180 mm. Günstige Preise. Robustes Flachgehäuse.



Ausgangsspannung:  
0-30 V kontin. regelbar

Max. Ausgangsstrom:  
1 A bei 6-30 V

Einstellbereich (Elektronische  
Sicherung):  
etwa 50 mA bis 1,1 A kontin.

2 Meßinstrumente:  
Sp. 0-30 V, Str. 0-1 A

Kompl. Bausatzpreis:  
(Best.-Nr. 01-41-130)

RIM-Baumappte:  
(Best.-Nr. 05-41-130)

Betriebsfertiges Gerät:  
(Best.-Nr. 02-41-130)

Stat. Innenwiderstand:  
etwa 0,05  $\Omega$

Dyn. Innenwiderstand  
etwa 0,3  $\Omega$  bei 0-100 kHz

Brumm u. Rauschen:  
 $\leq 200$   $\mu$ V

DM 219,—

DM 5,—

DM 280,—

Abt. F 2 · 8 München 15 · Bayerstraße 25  
am Hauptbhf. · Telefon (08 11) 55 72 21  
Telex 05-28 166 rarim-d

**RADIO-RIM**

**F** meldet... **F** meldet... **F** meldet... **F**

## Deutsche Philips-Forschung jetzt in zwei selbständigen Gesellschaften

Mit Wirkung vom 1. Mai 1970 wurden aus der Philips Zentrallaboratorium GmbH mit ihren Laboratorien in Aachen und Hamburg zwei selbständige Gesellschaften gebildet. Sie firmieren jetzt als Philips Forschungslaboratorium Aachen GmbH (Geschäftsführer Dr. E. Kauer) und Philips Forschungslaboratorium Hamburg GmbH (Geschäftsführer Dr. K. J. Schmidt-Tiedemann). Von dieser Trennung bleiben die Forschungsprogramme beider Gesellschaften jedoch unberührt. In der Philips Forschungslaboratorium Aachen GmbH werden weiterhin Themen aus den Bereichen der Festkörperchemie, der Lichterzeugung, der technischen Physik und der Elektrofotografie bearbeitet, während die Schwerpunkte der Philips Forschungslaboratorium Hamburg GmbH auf den Gebieten Datentechnik, Industrie-Elektronik, Optik, Mikrowellenphysik und Materialforschung liegen.

## AEG-Telefunken erwarb Mehrheitsbeteiligung an den Alno-Werken

AEG-Telefunken hat eine Mehrheitsbeteiligung an der Alno-Möbelwerke GmbH & Co., Pfüllendorf/Baden, erworben (über 600 Beschäftigte, im Jahre 1969 Umsatz von mehr als 50 Millionen DM). AEG-Telefunken steht mit den Alno-Möbelwerken auf dem Gebiet der Einbaugeräte für Kücheneinrichtungen seit Jahren in enger Geschäftsverbindung. Die Alno-Möbelwerke werden im Rahmen der AEG-Telefunken-Gruppe ihre geschäftliche Selbständigkeit behalten. Die Geschäftsführung liegt bei den bisherigen Gesellschaftern der Familie Nothdurft.

## Umgestaltung der Zusammenarbeit Siemens-Westinghouse

Die Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh (USA), und die Siemens AG, Berlin/München, haben den Erfahrungsaustausch im Rahmen ihrer Zusammenarbeits- und Lizenzverträge auf dem Gebiet der Starkstromtechnik und der Kernenergie im gegenseitigen Einvernehmen beendet. Der Austausch von Patentlizenzen wird jedoch für die ursprünglich vorgesehene Vertragsdauer fortgesetzt und gewährt beiden Partnern Weiterbenutzungsrechte an allen ihren bis Ende 1972 angemeldeten Schutzrechten für deren Dauer. An diesem Patentlizenzaustausch nehmen auch die Kraftwerk Union AG und die Transformatoren Union AG teil, die von Siemens und AEG 1969 gemeinsam gegründet wurden.

## Richtfest bei Nordmende

Am 19. Juni 1970 konnte Nordmende das Richtfest der 13 000 m<sup>2</sup> großen Produktionshalle in Bremen-Hemelingen feiern. Die neue 200 m lange und 65 m breite Halle wird in das 1957 gebaute Fernsehwerk übergehen und mit diesem eine Betriebseinheit bilden. Nach ihrer Fertigstellung gegen Jahresende werden dann allein für die Herstellung von Schwarz-Weiß- und Farbfernsehempfängern 26 000 m<sup>2</sup> Produktionsfläche zur Verfügung stehen.

## Neue Loewe Opta-Geschäftsstelle in München

Am 1. Juli 1970 hat die Loewe Opta GmbH in München, Ingolstädter Straße 77, eine Geschäftsstelle für den Bezirk München eingerichtet. Die Leitung der neuen Geschäftsstelle wurde H. Stumpf übertragen.

## Sprague expandiert weiter

Am 27. Mai 1970 unterzeichnete G. V. Tremblay, Präsident der außeramerikanischen Unternehmungen des Sprague Electric-Konzerns, den Gesellschaftsvertrag für die neue deutsche Tochtergesellschaft Sprague Elektronik GmbH. Die Gesellschaft hat bereits eine 12 000 m<sup>2</sup> große Fabrikanlage in Rheydt gekauft, in der schon im Herbst 1970 die Produktion von Mehrfach-Elektrolytkondensatoren aufgenommen werden soll. Die Sprague Elektronik GmbH wird ihre Erzeugnisse in Deutschland über die Sprague GmbH in Frankfurt, im Ausland über die Sprague World Trade Corporation vertreiben.

## Neues Monsanto-Werk in Gent

In Gent, Belgien, wird Monsanto auf einem etwa 2 ha großen Gelände ein Werk für die Produktion von ultrareinem Silizium für das Einsatzgebiet Halbleiterelemente europäischer Produktion bauen. Der Baubeginn soll schon im Frühsommer sein. Nach Fertigstellung dieser neuen Anlage (Anfang 1971) wird das Unternehmen seine Siliziumproduktion in Kontinental-Europa und Großbritannien mehr als verdoppelt haben.



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

**FUNK-  
TECHNIK**

## Das neue Video-System Bildplatte

### Weltpremiere in Berlin

Der 24. Juni 1970 wird in der Geschichte der später einmal zu schreibenden Historie der audiovisuellen Technik ein wichtiges Datum sein. An diesem Tag wurde als Weltpremiere in Berlin der Öffentlichkeit zum ersten Male das neue Video-System Bildplatte vorgestellt. Es entstand in echter Teamarbeit von Ingenieuren der Firmen AEG-Telefunken und Teldec, einer Tochtergesellschaft, an der AEG-Telefunken und die Decca London zu gleichen Teilen beteiligt sind. Wie Dr. Hans Groebe, der neue Vorstandsvorsitzter von AEG-Telefunken, bei dieser Gelegenheit sagte, setzt nach Meinung seines Hauses die Bildplatte im Bereich der audiovisuellen Technik in technischer ebenso wie in wirtschaftlicher Beziehung ganz neue Akzente und Maßstäbe, die etwa mit der Erfindung der Schallplatte vergleichbar sind. Man hat nicht die Absicht, dieses neue System exklusiv auszuwerfen, sondern durch Anmeldung von Schutzrechten im In- und Ausland hat man eine sichere Ausgangsbasis für Gespräche mit potentiellen Partnern zur Nutzung dieses neuen Mediums im In- und Ausland vorbereitet. Man ist bereit, alle möglichen Formen der Zusammenarbeit zu prüfen und zu gegebener Zeit zu angemessenen Bedingungen auch Lizenzen zu erteilen. Daß sich dieses System schnell auf dem Weltmarkt einführen lassen und durchsetzen wird, ist nach den Ausführungen und Demonstrationen bei dieser Weltpremiere wohl nicht mehr nur die Meinung von AEG-Telefunken und Teldec, sondern auch der internationalen Gäste, die hier Gelegenheit hatten, dieses neue Medium aus eigener Anschauung kennenzulernen.

Verlagsgruppen, Fernsehproduktionsgesellschaften und andere potentielle Partner der Industrie haben sich bereits an der baldigen Einführung dieser Technik interessiert gezeigt. Mit den modernen Methoden der Marktforschung soll analysiert werden, wie aufnahmebereit der Markt nach einer in etwa zwei Jahren beginnenden Einführungsphase sein wird. Nach Meinung von Dr. Felix Herriger, stellvertretender Vorsitzter des Vorstandes von AEG-Telefunken und Leiter des Geschäftsbereichs „Rundfunk, Fernsehen, Phono“, glaubt man an gute geschäftliche Aussichten. Andererseits weiß man aber auch, daß sich alles noch im Vorfeld der neuen Landschaft Audiovision befindet, auf dem man sich erst zukunftsbezogen zu orientieren hat.

Wer an diesem Geschäft der kommenden Jahre seiner Marktposition in der Unterhaltungselektronik entsprechend partizipieren will, muß schon heute nachweisen, was er zu bieten haben wird. Das war auch der Grund dafür, daß man bei dieser ersten öffentlichen Vorstellung des Systems noch keinen Prototyp für die in Kürze beginnende Fertigung zeigte, sondern bewußt nur Labormuster und einige Bildplatten in Schwarz-Weiß. Wer aber als Techniker die später noch zu nennenden technischen Daten richtig zu interpretieren versteht, für den ist klar, daß auch die Aufzeichnung von Farbbildern kein grundsätzliches Problem ist und daß er den Worten von Dr. Herriger glauben kann, wenn er sagte: „Bis zu Beginn der Serienfertigung werden wir noch technische Details zu klären haben und die Entwicklung der farbigen Wiedergabe beenden.“

Die ersten Geräte werden in weniger als zwei Jahren auf den Markt kommen, also etwa zur gleichen Zeit wie Bildband-Kassettengeräte aus serienmäßiger Produktion. Der Preis wird je nach Ausstattung schätzungsweise zwischen 500 und 1000 DM liegen. Bezieht man in einen Vergleich der verschiedenen Bildspeicher- und Wiedergabegeräte auch die relativ billige Bildplatte mit ein, so scheint das Bildplatten-System zur Zeit das billigste von allen heute öffentlich bekannten Systemen zu sein. Man ist übrigens bei AEG-Telefunken und Teldec der Meinung, daß in der Zukunft Bildplatte und Bildband ähnlich wie Schallplatte und Tonband nebeneinander bestehen werden und sich sinnvoll ergänzen, weil jedes der beiden Systeme seine eigenen typischen Anwendungsgebiete haben wird.

Zur Frage der Normung ist eigentlich nichts zu sagen. Das audiovisuelle System Bildplatte ist ein in sich geschlossenes System mit den drei Komponenten Aufnahmeverfahren – Bildspeicher – Wiedergabegerät. Deshalb bedarf es über die Normung keiner internationalen Verabredungen. Anders liegen die Verhältnisse bei den Bildband-Kassettengeräten, wo die Festlegung auf einen bestimmten Kassettentyp von internationaler Bedeutung ist. Hier ist man gemeinsam mit Philips und anderen Unternehmen bestrebt, möglichst bald zu einer international wirksamen Einigung zu gelangen.

### Die Bildplatten-Story

Vier Männer (Bild 1) waren es, die in Teamarbeit dieses neue audiovisuelle System geschaffen haben: die AEG-Tele-



Bild 1. Die vier Erfinder der Bildplatte. V. l. n. r.: Dr.-Ing. Gerhard Dickapp, Hans-Joachim Klemp, Direktor Horst Redlich, Dipl.-Ing. Eduard Schüller

funken- und Teldec-Ingenieure Horst Redlich (Jahrgang 1921; seit 1959 Technischer Direktor der Teldec), Hans-Joachim Klemp (Jahrgang 1921; seit 1954 angestellter Mitarbeiter von Horst Redlich und maßgeblich an den Vorarbeiten für die Stereo-Langspielplatte und das „Royal



Sound Stereo"-Verfahren beteiligt). Dipl.-Ing. Eduard Schüller (Jahrgang 1904; ehemaliger Leiter der Grundlagenentwicklung im AEG-Telefunken-Fachbereich „Phono- und Magnetbandgeräte“, seit 1933 bei der AEG, 1935 Entwicklung des magnetischen Abtastkopfes und des ersten Tonbandgeräts, 1953 Abschluß der Entwicklung des Schrägschriftverfahrens) und Dr.-Ing. Gerhard Dickopp (Jahrgang 1933; seit 1967 in der Grundlagenentwicklung des Fachbereichs „Phono- und Magnetbandgeräte“ und seit 1970 als Nachfolger von Eduard Schüller Leiter der Grundlagenentwicklung für Phono- und Magnetbandgeräte).

Die Entwicklungsgeschichte der Bildplatte begann mit einer Diskussion über die Frage: Band oder Platte? Redlich und Klemp hatten nie daran gezweifelt, daß die Platte ein ideales Medium für die Bildaufzeichnung sei, obwohl alle Experten erklärt und wissenschaftlich begründet hatten, daß man höchstens Aufzeichnungen bis 80 kHz abtasten könne. Bei mikroskopischen Untersuchungen hatten die beiden aber ganz deutlich gesehen, daß in der Plattenrinne auch sehr viel höhere Frequenzen aufgezeichnet waren. Wie aber sollte man das, was man sehen konnte, abtasten? Ein mechanisches Verfahren hielt man anfangs für völlig unmöglich. Bei einer Fachdiskussion Ende 1966 mit Redlich und Klemp schlug Schüller vor, die mechanische und die magnetische Abtastung in geeigneter Weise zu kombinieren, weil die Begrenzung des Frequenzbereichs nach oben bei der magnetischen Bandaufzeichnung hauptsächlich im Aufzeichnungsvorgang liegt, bei der Platte aber im Abtastvorgang.

Bei dieser kombinierten Aufzeichnung sollten Videosignale in Tiefenschrift geschnitten werden. Mit der Matrize mußte dann eine Platte aus Magnetmaterial gepreßt und mit einem Magnetkopf abgetastet werden. Nach Überwindung vieler Schwierigkeiten war man dann soweit, daß der Magnetkopf ein von Rauschen und Verzerrungen erstaunlich freies Signal abtastete. Merkwürdig waren dabei nur auf dem Oszillografen sichtbare starke Resonanzmaxima bei einzelnen Frequenzen, und als eines Tages dann bei Versuchen der Ferritabtastkopf am Spalt zerbrach und man trotzdem weiter abtastete und auch ein Signal erhielt, tauchte der Verdacht auf, daß mechanische Stör-schwingungen des Ferritkörpers die Resonanzspitzen erzeugten. Dr. Dickopp machte zur Untersuchung dieser Erscheinung viele Versuche und rechnete viel. Versuche mit einer nichtmagnetischen PVC-Platte zeigten dann die gleichen Erscheinungen, und damit war bewiesen, daß man es tatsächlich nur mit mechanischen beziehungsweise piezomagnetischen Schwingungen zu tun hatte. Bei Überlegungen über Methoden zur Beseitigung dieser Störungen kam Schüller dann der Gedanke, diesen Störeffekt auszunutzen und ein rein mechanisches System – ähnlich dem Edisonschen – zu schaffen.

Als neue Möglichkeit tauchte jetzt auch der Gedanke auf, einen Piezoabtaster so zu dimensionieren, daß er keine Resonanzstellen im Übertragungsbereich hatte. Bei den dazu notwendigen kleinen Abmessungen ergaben sich schier unüberwindliche Schwierigkeiten, aber Klemp löste das Problem und baute den ersten Keramikabtaster. Nach weiteren Versuchen mit piezoelektrischer und optischer Abtastung war es dann im Mai 1969 endlich soweit, daß die Teldec anläßlich eines Besuchs des Decca-Präsidenten Sir Edward Lewis zum erstenmal ein von der Platte mit einem Piezo-system abgetastetes Bild vorführen konnte: sein Porträt. Damit waren die Weichen gestellt, und man arbeitete jetzt zusätzlich an der Weiterentwicklung dieses Prinzips auch in der Teldec-Schallplattenfabrik in Nortorf, in den Teldec-Labors in Berlin-Lichterfelde und in den AEG-Telefunken-Labors in der Berliner Schwedenstraße in gutorganisierter Teamarbeit.

Das Plattenmaterial sollte Kunststoff sein. Frühere Versuche, Schallplatten in Kunststoff zu pressen, waren nicht erfolgreich, weil diese Platten unerträglich rauschten. Für die bei der Bildplatte angewandte Druckabtastung gelten aber andere Gesetze. Konsequentes Suchen nach einer geeigneten Folie führte auf die PVC-Folie, wie sie als billiges Verpackungsmaterial benutzt wird. Sie hat für die Bildplatte beinahe ideale Eigenschaften.

Der an der Piezokeramik befestigte winzige Abtastdiamant konnte von den Diamantschleifern in den Hochburgen der europäischen Edelsteinschleiferei nicht mit der notwendigen Präzision hergestellt werden. Deshalb entwickelte man hierfür eine eigene Schleiftechnik, mit der sich unkonventionell und schnell Diamanten der gewünschten Form mit der notwendigen Präzision schleifen lassen. Daß auch für die Auf-

nahmetechnik neue Schneidverfahren entwickelt wurden, sei hier nur am Rande vermerkt.

Wissen, Können, unkonventionelles Denken und schöpferische Phantasie haben dem Viererteam den Erfolg beschert. Wie Schüller sagte, können ein bis zwei Zehnerpotenzen in der Miniaturisierung alle alten Erfahrungen über den Haufen werfen. Und manchmal schien es den vier Erfindern so, als habe über ihrer Arbeit der Leitspruch gestanden: Glaub' niemals unbesehen, was die Fachleute sagen!

#### Grundsätzliche Betrachtungen zur Bildspeichertechnik

Aufgabe der Bildspeicherung ist es, den zeitlichen Fluß von Informationen räumlich ausgedehnt in einem Speicher unterzubringen und die gespeicherten Informationen bei der Wiedergabe in der richtigen Reihenfolge wieder abzurufen und auf geeignete Art erkennbar zu machen. Für diesen dreiteiligen Vorgang benötigt man ein Eingabegerät für den Schreibvorgang, einen Speicher und ein Ausgabegerät für den Lesevorgang.

Bei der Tonaufzeichnung muß ein Informationsfluß von etwa  $3 \cdot 10^2$  bit/s verarbeitet werden, also 300 000 einzelne Informationselemente je Sekunde. Als Speicher stehen hierfür die Schallplatte mit einer Informationsdichte von etwa 5000 bit/mm<sup>2</sup> und das Tonband mit etwa 1000 bit/mm<sup>2</sup> Informationsdichte zur Verfügung.

Bei der elektrischen Bildübertragung ist der Informationsfluß  $3 \cdot 10^7$  bit/s, also im Vergleich zur Tonübertragung hundertmal größer. Für die Aufzeichnung von Bildern müßten die beiden vorgenannten Speicher also die hundertfache Fläche haben, um Bildprogramme gleicher Dauer aufnehmen zu können. Da das zu Speichergrößen führt, die technisch und wirtschaftlich indiskutabel sind, mußte eine der ersten Grundaufgaben sein, einen Speicher zu finden, der eine größere Informationsdichte hat als die aus der Tonaufzeichnungstechnik bekannten Speicher. Damit eng verbunden ist als zweite Grundaufgabe die Entwicklung geeigneter Schreib- und Lesewandler, die den hohen Informationsfluß bei der Bildspeicherung einschreiben und auslesen können.

#### Anforderungen an den Bildspeicher

Der Benutzer eines Bildspeichers stellt folgende Anforderungen an einen Bildspeicher, der es ihm ermöglichen soll, zu beliebigen Zeiten ein gespeichertes Bild oder eine Bilderfolge abzurufen:

1. Wiedergabe (Schwarz-Weiß und Farbe)
2. ausreichende Spielzeit
3. Eigenaufnahme mit
  - a) Fernsehkamera
  - b) Filmkamera
  - c) Fernsehgerät
4. Speicherlöschung und Wiederverwendung
5. Schnellzugriff.

Vergleicht man die heute bekannten Verfahren unter diesen Gesichtspunkten (Bild 2), dann ist die magnetische Bildaufzeichnung fraglos das universellste Bildspeicherverfahren. Die Prinzipien der magnetischen Bildspeicherung sind seit langem bekannt. Ampex stellte 1956 die erste Studio-Aufzeichnungsmaschine vor, und 1953 erfand Schüller das Schrägschriftverfahren, das heute bei allen nichtprofessionellen Videorecordern – also auch bei den Video-Kassettengeräten – benutzt wird.

Neben den Magnetbandverfahren stehen heute andere Verfahren, bei denen optisch aufgezeichnet und elektronisch wiedergegeben wird. Es sind

das EVR-Verfahren der CBS,

das Selectavision-Verfahren der RCA und

der Super-8-Film mit optischer Abtastung durch elektronische Farbfilmabtaster (zum Beispiel „Colorvision“ von Nordmende).

EVR und Selectavision sind für den privaten Benutzer nur für vorbespielte fertige Programme geeignet, die er kaufen oder leihen kann; Eigenaufnahmen sind nicht möglich. Die elektronische Filmabtastung bietet die Möglichkeit, fertige Programme von Spulen oder Kassetten sowie eigene Filmaufnahmen über den Fernsehempfänger wiederzugeben. Alle diese Verfahren haben ausreichende Spielzeit, aber keines ermöglicht den schnellen Zugriff, weil sie alle bandförmige Speicher verwenden.



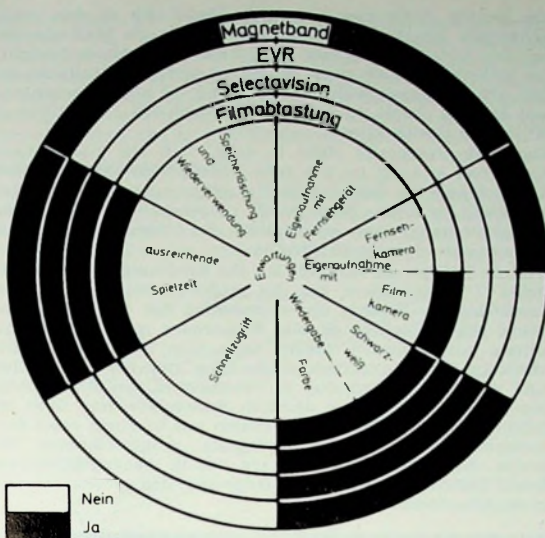


Bild 2. Eigenschaften bisheriger Bildspeicherverfahren

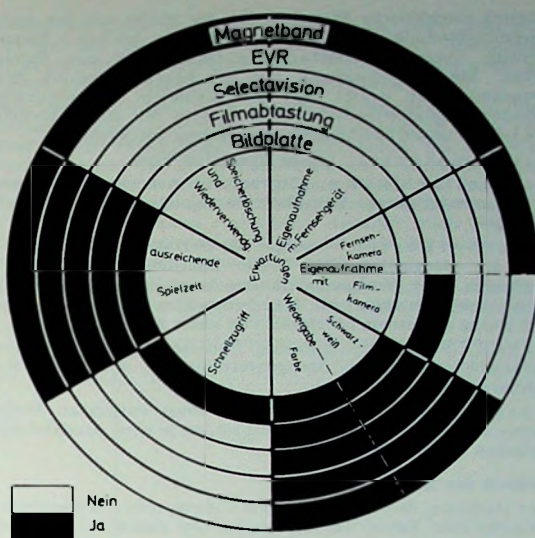


Bild 3. Stellung der Bildplatte im Rahmen der Bildspeicherverfahren

### Bildplatte und Druckabtastung – die Komponenten des neuen Video-Systems

Wenn die Schallplatte sich allen früheren pessimistischen Voraussagen zum Trotz bis heute neben dem Tonband behauptet hat und sich wohl auch weiterhin behaupten wird, dann sind es neben der kurzen Zugriffszeit zu jeder gespeicherten Information im wesentlichen wohl zwei Gründe:

Die verhältnismäßig hohe Informationsdichte und der geringe Aufwand für den mechanischen Antrieb zur Drehbewegung der Platte mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gegenüber dem Aufwand, der für die gleichförmige Längsbewegung eines bandförmigen Speichermediums wie beim Magnetband erforderlich ist.

Für die Entwicklung ergaben sich daraus zwei wesentliche Aufgabenstellungen:

1. Welche maximale Informationsdichte läßt sich auf der Platte erreichen?
2. Mit welchen Verfahren läßt sich der hohe Informationsfluß einer Bildübertragung auf einer Platte aufzeichnen und später wiedergeben?

Was hat man nun bis heute erreicht?

Zu 1: Es ist gelungen, auf der Bildplatte eine Informationsdichte von mindestens 500 000 bit/mm<sup>2</sup> zu erreichen. Das ist das Zehnfache des fotografischen Films (50 000 bit/mm<sup>2</sup>), das Fünffzigfache des Bildbands (10 000 bit/mm<sup>2</sup>) und gar das Hundertfache der Schallplatte (5000 bit/mm<sup>2</sup>).

Zu 2: Mit Hilfe der noch zu beschreibenden Druckabtastung ist es möglich, die 500 000 auf jedem Quadratmillimeter der Bildplatte gespeicherten Informationen wieder in Wechselspannungen der Frequenz 3...4 MHz zu verwandeln.

Mit der Dichtspeichertechnik und der Druckabtastung ist es gelungen, die technischen Grundlagen jeder Bildspeicherung auf Platte zu schaffen.

Welche Stellung die Bildplatte im Rahmen der oben für einen Bildspeicher aufgestellten fünf wichtigsten Forderungen einnimmt, zeigt Bild 3. Man erkennt darauf, daß sie als einziger Speicher den Schnellzugriff bietet, kann aber andererseits daraus auch ersehen, daß Bildplatte und Magnetband zusammen alle Anforderungen bis auf die Eigenaufnahme mit Filmkamera erfüllen. Diese gegenseitige Ergänzung wird einer der wichtigsten Gründe für die zukünftige Koexistenz beider Bildspeichertechniken sein.

In Tab. I sind die wichtigsten Systemeigenschaften der Bildspeicherverfahren zusammengestellt. Für die Bildplatte ergeben sich im einzelnen folgende Merkmale:

**Horizontale Bildauflösung:** etwa 250 einzeln erkennbare Linien, entsprechend einem Frequenzumfang der Bildübertragung von 3 MHz.

**Störabstand:** etwa 40 dB, entsprechend einem Verhältnis zwischen Störpegel und Signalinformation von 1:100.

**Kontrastumfang:** verarbeitbarer Kontrastumfang bei Schwarz-Weiß und Farbe wie beim Fernsehsystem.

**Tonaufzeichnung:** gemeinsam mit dem Bild in einer Spur, und zwar in der Zeilenauflösung als Impulsfolge. Andere Verfahren müssen den Ton getrennt auf besonderen Spuren aufzeichnen und mit zusätzlichen Abtasteinrichtungen wiedergeben.

**Spielzeit:** Die 21-cm-Bildplatte hat 5 Minuten Spielzeit, die 30-cm-Bildplatte zwölf Minuten. (Es scheint durchaus möglich, die Spielzeit noch zu verlängern, wenn erst einmal Erfahrungen aus der Serienfertigung vorliegen und be-

Tab. I.  
Systemeigenschaften  
der Bildspeicher-  
verfahren

	Magnetband	EVR	Selectavision	Super-S-Film	Bildplatte
Bildschärfe	250 Linien 3 MHz	300 Linien 4 MHz	250 Linien 3 MHz	250 Linien 3 MHz	250 Linien 3 MHz
Störabstand	> 40 dB	> 40 dB	> 40 dB	> 40 dB	> 40 dB
Ton	getrennte Tonspur	getrennte Tonspur	getrennte Tonspur	getrennte Tonspur	gemeinsame Spur für Ton und Bild
Spieldauer	≈ 60 min	2 × 25 min SW 25 min F	≈ 60 min	≈ 30 min	21 cm: 5 min 30 cm: 12 min
Speicherart	Magnetband	Spezial-S-W-Film	Kunststoff-Band	Super-S-Film	Kunststoff-Folie
Spielzeit	< 50	< 50	< 50	< 50	> 1000
Kopierzeit	< 50	< 50	< 50	< 50	> 1000
Speicherkosten je Stunde Spielzeit	≈ 100 DM	≈ 100 DM SW ≈ 200 DM F	≈ 20 DM	≈ 200 DM	< 10 DM
Art der Abtastung	Magnetkopf	Punktlichtröhre	Laser und Vidikon	Punktlichtröhre	Druckabtaster
Gerätepreis	≈ 2000 DM	≈ 3000 DM	≈ 1500 DM	≈ 2000 DM	≈ 500...1000 DM



stimmte mechanische Eigenschaften der Platte und die Aufzeichnungstechnik noch verbessert werden können.) Bandförmige Speicher erreichen grundsätzlich längere Spielzeiten. Eine Untersuchung der Häufigkeitsverteilung der Programmzeiten ergibt aber überraschende Schwerpunkte gerade im Spielzeitbereich der Bildplatte. Mit automatischen Wechslern lassen sich längere Programme wiedergeben.

**Grundmaterial:** billige Kunststoff-Folie

**Vervielfältigung:** Anwendung moderner Verfahren der Massenfertigung; Verhältnis von Spielzeit zu Kopierzeit etwa 1000 : 1.

**Speicherkosten:** weniger als 10 DM je Stunde Spielzeit, die niedrigsten aller bisher bekannten Bildspeicher-Verfahren. Der Verkaufspreis der bespielten Platte hängt wesentlich vom Inhalt ab. Man rechnet im Bereich der Unterhaltung mit einem Startpreis von unter 20 DM.

**Druckabtaster:** einfaches Bauelement, das mit modernen Verfahren der Massenfertigung in großen Stückzahlen billig herstellbar ist.

**Abspielgeräte:** einfach und robust aufgebaut. Preis später bei genügend großen Stückzahlen je nach Ausführung zwischen 500 und 1000 DM.

### Technik der Aufzeichnung

Der Gedanke, die Schallplatte als Videospeicher zu benutzen, ist nicht neu. Schon 1927 unternahm der Engländer Baird den Versuch, Videosignale in eine Platte zu schneiden und mit einem Plattenspieler abzutasten. Entsprechend einer Bandbreite von 5 kHz, konnte er damals nur Bilder mit einer Horizontalauflösung von 15 Bildpunkten bei 30 Zeilen und 12 Bildwechseln je Sekunde wiedergeben. Der große Informationsfluß und die damit verbundene große Frequenzbandbreite von Fernsehbildern nach der heutigen Norm ließen eine Wiederaufnahme der Versuche von Baird wenig aussichtsreich erscheinen, zumal von einer modernen Stereo-Platte nur Frequenzen bis etwa 15 kHz abgetastet werden und die Theorie der klassischen Schallplattenabtastung zeigt, daß die obere Frequenzgrenze zwischen 50 und 80 kHz liegt. Sollte die Platte mit ihrer begrenzten Fläche eine brauchbare Speicherzeit ergeben, dann mußte die Informationsdichte wesentlich erhöht und die Aufzeichnungstechnik optimiert werden.

Betrachtet man eine Stereo-Schallrinne unter dem Elektronenrastermikroskop (Bild 4), dann liegt das Signal in Form einer Rillenauslenkung mit großer Wellenlänge vor. Vom Standpunkt der Informationstheorie aus betrachtet, ist das Signal viel zu groß gespeichert, denn die hohe Oberflächen-güte der Rinne ermöglicht es, noch wesentlich kleinere Wellenlängen abzutasten. Die Oberflächenrauheit der in Kunststoff gepreßten Rinne im Bild 4 liegt in der Größenordnung von 10 nm (= 0,01 µm). Eine grobe Rechnung zeigt, daß eine

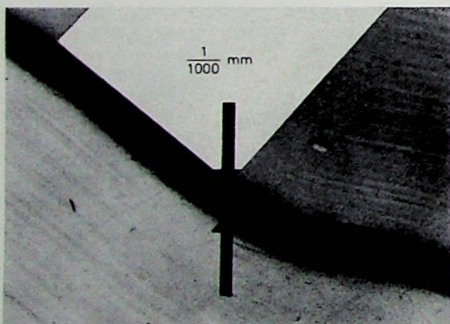


Bild 4. Elektronenrastermikroskop-Aufnahme einer Schallrinne

Auslenkung von 0,5 ... 1 µm zwei Größenordnungen über der Oberflächenrauheit liegt. Eine so kleine Amplitude müßte deshalb auch zum Speichern von analogen Signalen bei ausreichendem Störabstand möglich sein. (Digitale Signale, wie sie in der Computertechnik benutzt werden, benötigen einen sehr viel kleineren Störabstand.)

Aus diesen Überlegungen entstand dann die jetzt praktizierte „Dichtspeichertechnik“, die mit Aufzeichnung in Tiefenschrift arbeitet. Aus der bisherigen Technologie des Schneidvorgangs hatte man Erfahrungswerte, beispielsweise für den maximalen Auslenkwinkel der Schallrinne, die man hier nut-

zen konnte. Setzt man diesen in Beziehung zu den oben genannten Amplituden, dann kommt man zu Wellenlängen bei der Aufzeichnung von etwa 2 µm. Theoretisch bräuhete die Rillenbreite auch nicht größer zu sein. Mit Rücksicht auf den Abtastvorgang wählte man aber 7 ... 8 µm Rillenabstand und erreicht damit eine Rillendichte von 120 ... 140 Rillen je Millimeter Speicherbreite.

Eine Mikrofotografie (Bild 5) zeigt, daß ein menschliches Haar etwa so breit ist wie zehn Dichtspeicherrillen. Für die Aufzeichnung so feiner Rillen mußten spezielle Techniken entwickelt werden. Nur durch eingehendes Studium des Schneidvorgangs war es möglich, die entsprechenden Aufzeichnungswerkzeuge zu schaffen.

Weitere Erfolge im Hinblick auf die Erhöhung der Speicherdichte – insbesondere für die Aufzeichnung breiter Frequenzbänder – brachte die Anwendung der Frequenzmodulation. Sie ermöglicht es, alle Frequenzen mit gleicher Amplitude aufzuzeichnen. Damit kann man Rille neben Rille schneiden, ohne praktisch einen Steg zwischen den Rillen (und damit Speicherfläche) zu verschenken. Im Bild 6 sieht man rechts Rillen einer üblichen Schallplatte und links im gleichen Maßstab Dichtspeicherrillen mit in Form einer frequenzmodulierten Trägerschwingung aufgezeichneten Signalen. Man erkennt deutlich die sich in Abhängigkeit vom Signal ändernde Trägerwellenlänge und den großen Gewinn an Speicherdichte.

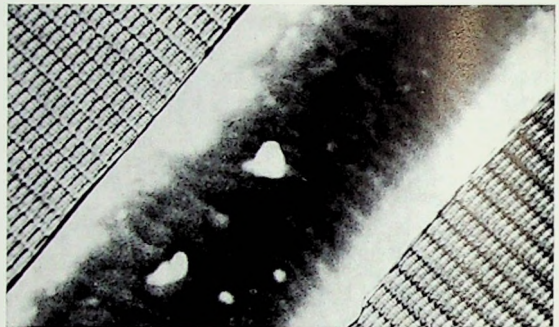


Bild 5. Ein menschliches Haar hat etwa die Breite von zehn Dichtspeicherrillen

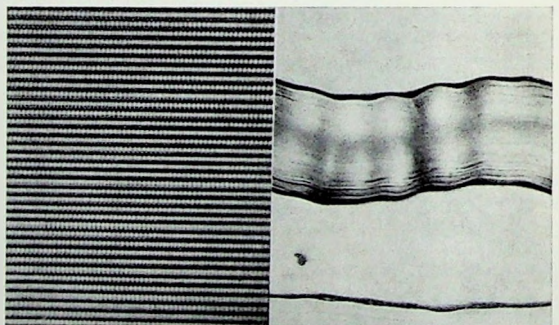


Bild 6. Vergleich von Rillen einer üblichen Schallplatte (rechts) mit Dichtspeicherrillen (links)

Ausgangspunkt für die Bildaufzeichnung auf Platte ist der Film. Der Schneidvorgang ist ähnlich wie bei der Schallplatte; die galvanische Herstellung der Präßwerkzeuge (Matrize) entspricht der bei der Schallplatte angewandten Technik. Ganz anders aber ist der Vervielfältigungsprozeß – ein Schnellpreßverfahren. Mit einem Verhältnis von Spielzeit zu Vervielfältigungszeit von über 1000 : 1 ist die Bildplatte mit Abstand der am schnellsten zu vervielfältigende Bild-



und Tonträger. Für eine Bildplatte mit 5 Minuten Spieldauer bedeutet das, daß eine einzige Schnelldruckpresse stündlich 12 000 Bildplatten pressen kann. Damit scheint dieses Verfahren geradezu prädestiniert für kommende Anwendungen zu sein, bei denen es darauf ankommt, in kurzer Zeit große Auflagen zu liefern. Nur vier Pressen wären im 20-Stunden-Betrieb in der Lage, eine Millionen-Auflage zu liefern.

#### Technik der Wiedergabe

Bei der Abtastung von Schallplatten (Bild 7) wird die Abtastnadel entsprechend den Auslenkungen der Schallrinne in Bewegung versetzt, und ein mit ihr verbundener elektro-mechanischer Wandler liefert den mechanischen Auslenkun-

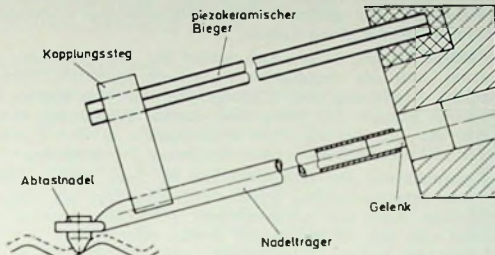


Bild 7. Prinzip eines Schallplattenabtasters für Tiefenschrift

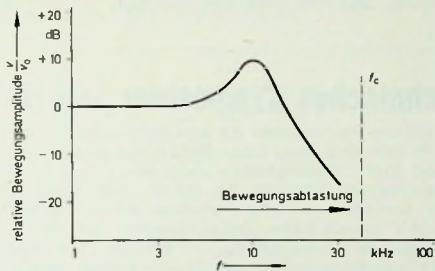


Bild 8. Frequenzgang der Abtasterbewegung

gen entsprechende elektrische Spannungen. Um die Auslenkungen der Rinne in entsprechende Bewegungen der Abtastnadel umsetzen zu können, muß ihr Verrundungsradius etwa so klein sein, daß sie in jede Vertiefung der Rillenflanken „hineinpaßt“. Nun hat jede Abtastnadel eine bestimmte Masse und damit auch Massenträgheit. Die Flanken der Schallrinne sind außerdem nicht völlig starr, sondern haben eine gewisse Elastizität. Die Masse der Abtastnadel und die Elastizität der Schallrinne ergeben ein resonanzfähiges Gebilde, das bei schnellen Bewegungen (hohe Abtastfrequenzen) angeregt wird. Dadurch entsteht bei der Resonanzfrequenz eine Vergrößerung der abgetasteten Bewegung (Bild 8). Bei noch höheren Frequenzen nimmt die Bewegungsamplitude schnell wieder ab, denn hier im sogenannten massegehemmten Frequenzbereich überwiegt die Massenträgheit. Die Nadel quetscht gewissermaßen die Rillenauslenkungen zusammen, bis bei der Cut-off-Frequenz  $f_c$  praktisch jede Bewegung der Abtastnadel aufhört. Die großen Beschleunigungskräfte haben die Rillenauslenkungen sozusagen glattgebügelt. Oberhalb der Cut-off-Frequenz ist keine Bewegungsabtastung mehr möglich; die äußerste erreichbare Grenze liegt bei 50 ... 80 kHz.

Das bei der Abtastung von Schallrillen benutzte Prinzip läßt sich aus zwei Gründen nicht unverändert für die Bildplatte übernehmen. Einmal würde die hohe Informationsdichte eine Abtastspitze mit weniger als 1 µm Radius erfordern. Eine solche Nadel zerstört aber unweigerlich bei noch vertretbaren Auflagekräften die Platte, denn ihr Verrundungsradius liegt in der gleichen Größenordnung wie der einer Rasierklingenscheide. Zum anderen ist ein massebehafteter Abtaster auch nicht annähernd in der Lage, so schnelle Bewegungen auszuführen. Wenn man die Abtasterbewegung als Signal versteht, ist das Signal oberhalb der Cut-off-Frequenz verschwunden. An die Stelle der Bewegung treten in diesem Bereich Druckschwankungen an der Abtaster Spitze, die ebenfalls dem aufgezeichneten Signal entsprechen. Eine Möglichkeit, den Bereich oberhalb der

Cut-off-Frequenz auszunutzen, ergibt sich, wenn man statt des bei der Schallplattenabtastung benutzten Bewegungsempfängers einen Druckempfänger verwendet, das heißt ein Organ, mit dem sich der Druck wegfrei messen läßt.

Mit dem Übergang vom Bewegungsempfänger auf den Druckempfänger war das Problem der Abtastung hoher Frequenzen im wesentlichen gelöst, nicht jedoch das der Plattenzerstörung. Um diese Zerstörung zu vermeiden, mußte man den Abtaster über eine größere Fläche auf der Platte aufliegen lassen als bei der klassischen Schallplattenabtastung. Wie aber kann ein solcher Abtaster dann noch die einzelnen Informationen auslesen, die sich über wesentlich kleinere Flächen der Platte erstrecken?

Die Lösung lag in der speziellen Formgebung der Abtaster Spitze (Bild 9). Sie besteht aus einem verschleißfesten Ma-

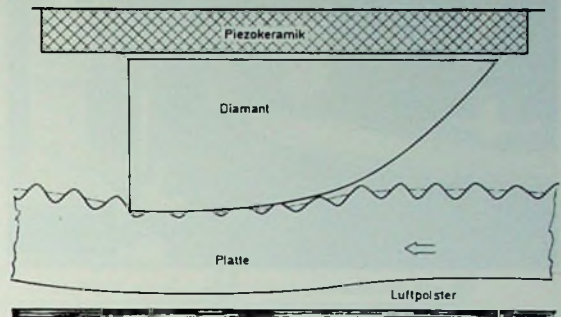


Bild 9. Elastische Verformung der Bildplatte bei der Druckabtastung

terial (beispielsweise Saphir oder Diamant). Der Abtaster liegt über mehrere Wellenlängen auf der Platte auf. Unter dem Einfluß der Auflagekraft tritt eine elastische Verformung der Plattenoberfläche auf. Dadurch werden die Höhenunterschiede des Rillengrunds in entsprechende Druckunterschiede umgewandelt. Die Verteilung des Drucks auf die kufenförmige Abtaster Spitze entspricht näherungsweise der aufgezeichneten Information im Auflagebereich. Wesentlich ist, daß die Abtastkufe unsymmetrisch ausgebildet ist. Sie hat auf der einen Seite eine sanfte Verrundung und auf der anderen eine scharfe Kante. Wegen der sanften Verrundung auf der Vorderseite (in Abtastrichtung gesehen) gleitet der Abtaster wie eine Schlittenkufe leicht über die modulierte Rinne hinweg, ohne sie zu zerstören. Während der Abtastung wirkt auf den Abtaster eine zeitlich konstante Kraft. Ihr überlagert ist eine Wechselkraft, die dem aufgezeichneten Signal entspricht. Sie kommt zustande durch die scharfe Kante auf der Rückseite der Abtastkufe. Die durch den Abtaster zusammengedrückten Modulationsberge der Rinne werden schlagartig in dem Augenblick entlastet, in dem sie unter der Abtasterkante hinweggleiten. Diese plötzliche Entlastung wird vom Abtaster registriert, und so erklärt es sich, daß nicht eine aus dem gesamten Auflagebereich stammende vermischte Information, sondern nur die Information am Ort der Kante abgetastet wird.

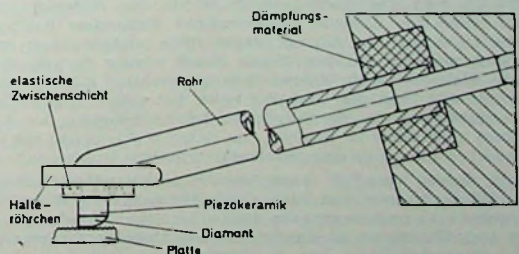


Bild 10. Prinzipieller Aufbau des Druckabtastsystems

Das Druckabtastsystem ist schematisch im Bild 10 dargestellt. Die kufenförmige Spitze aus Saphir oder Diamant ist fest verbunden mit einem Körper aus Piezokeramik, der als mechanisch-elektrischer Wandler dient. Das elektrische Signal wird an den seitlich liegenden Elektroden des Wandlers abgegriffen. Über eine elastische Zwischenschicht ist das gesamte Gebilde an einem Halteröhrchen befestigt. Der Ab-



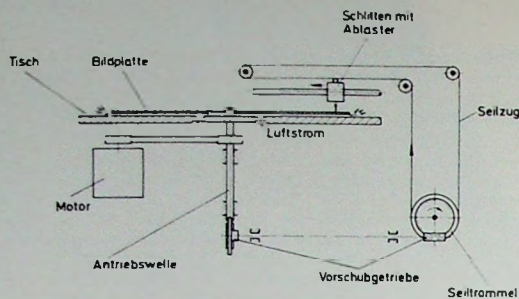


Bild 11. Schematischer Aufbau des Bildplatten-Abspielgeräts

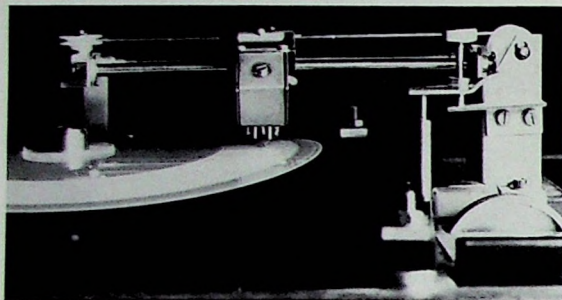


Bild 12. Druckablastsystem mit Zwangsvorschub

taster ist so dimensioniert, daß im Übertragungsbereich keine mechanischen Resonanzen auftreten. Das bedeutet unter anderem, daß die linearen Abmessungen des Keramikwandlers kleiner als 0,2 mm sein müssen.

Die Auflagekraft des Abtasters liegt bei etwa 0,2 p. Da der Abtaster innerhalb der Rille keine Bewegung ausführt, genügt diese Auflagekraft völlig zur Rillenführung.

Das Abspielgerät hat gewisse Ähnlichkeiten mit einem Schallplatten-Abspielgerät (Bilder 11, 12), unterscheidet sich von diesem aber in zwei wesentlichen Punkten:

1. Der Abtaster wird nicht frei in den Rillen geführt, sondern erhält einen Zwangsvorschub. Je Plattenumdrehung wird er um eine Rillenbreite (8 µm) entlang einem Radius vorwärtsbewegt. Das erfolgt über einen im Bild 11 schematisch angedeuteten Seilzug. Die Plattenrille übernimmt nur die Feinführung des elastisch aufgehängten Abtasters. Dadurch lassen sich auch leichte Radialschläge der Platte ausgleichen.
2. Im Gegensatz zum Schallplattenspieler hat der Bildplattenspieler keinen Plattenteller. Die folienartige Bildplatte wird über einen zentralen Mitnehmer angetrieben und rotiert mit 1500 U/min über einem ortsfesten Tisch. Dabei bildet sich zwischen rotierender Folie und Tisch ein dünnes Luftpolster aus, das die Bildplatte in ihrem Lauf stabilisiert. Der Höhenschlag der Folie läßt sich auf diese Weise unter 50 µm halten. (Dieses Prinzip wird auch bei Magnetfolienspeichern angewandt.)

Schaltet man den Zwangsvorschub für den Abtaster aus, dann wird der Abtaster wegen seiner elastischen Aufhängung ein Stück von der spiralförmigen Rille mitgenommen und springt anschließend um dieses Stück wieder zurück. Auf diese Weise wird ein kurzer Bewegungsablauf ständig wiederholt. (Es liegt der Gedanke nahe, bei späteren Bildplatten-Abspielgeräten die Elastizität der Aufhängung des Abtasters einstellbar zu machen, um dadurch die Länge des zu wiederholenden Bewegungsablaufs verändern zu können.)

Trotz dieser zunächst etwas „rauh“ anmutenden Methode der Wiederholung tritt eine Qualitätsminderung der Wiedergabe erst nach mehreren tausend solcher Wiederholungen auf. Überhaupt ist das Bildplatten-Abspielgerät erstaunlich unempfindlich gegen Erschütterungen und Lageänderungen. Trotz der geringen Rillenbreite und der niedrigen Auflagekraft ist die Handhabung weit weniger kritisch als die manches Hi-Fi-Plattenspielers.

#### Anwendungsbereiche der Bildplatte

Bei einem gerade aus der Taufe gehobenen audiovisuellen System läßt sich die ganze Breite der zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten heute kaum erfassen. Selbstverständlich haben Teldec und Decca schon recht konkrete Vorstellungen

über das Repertoire im Bereich der Unterhaltung. Sie werden Telefunken- und Decca-Bildplatten mit ihren Stars und ihren Hits anbieten. Den Reigen hat Manuela mit der ersten Bildplatte der Welt eröffnet: „Alles und noch viel mehr.“ Neben der U-Musik stehen Bildplatten mit Operarien und Operettenliedern sowie Balletts, Kabaretts, Schauspiel- und Musical-Ausschnitte sowie Märchen für die Kinder auf dem Programm.

Aber auch die Werbung einschließlich der Beilagen- und Zugabewerbung wird sich der Bildplatte bald ebenso bedienen wie die Verkaufsförderung. Und vielleicht sind wir in wenigen Jahren dann auch schon so weit, daß am Wochenanfang die Zeitungen ihren Lesern zugleich mit den Sportberichten vom Wochenende als Beilage die billige, biegsame Bildplatte mit den entscheidenden Phasen der wichtigsten Sportereignisse ins Haus liefern.

Neue Möglichkeiten bieten sich außer für die technische Information und die technische Anleitung auch im Bereich Unterricht, Erziehung und Bildung. Für das Tele-Kolleg des Fernsehens könnte die Bildplatte ebenso Bedeutung erlangen wie für die zur Zeit 150 Fernschulen in der Bundesrepublik mit rund 250 000 eingeschriebenen Fernschülern.

Die Weltpremiere der Bildplatte am 24. Juni 1970 im Rahmen einer internationalen Pressekonferenz war ein eindeutiger Erfolg. Auch die ausländischen Teilnehmer waren beeindruckt von der schon bei der ersten öffentlichen Vorführung demonstrierten Bildqualität, die in allen Punkten durchaus mit einer technisch durchschnittlichen Fernsehsendung auf einem üblichen Heim-Fernsehempfänger vergleichbar ist. Das läßt noch viel erhoffen. W. Roth

## Technisches Symposium „AV 70“

Den Software-Produzenten im audiovisuellen Bereich einen Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand der Hardware und ihrer Möglichkeiten zu geben, das war der Sinn eines zweitägigen Symposiums am 25. und 26. Juni 1970 im Berliner Verlagshaus Axel Springer. Einer Einladung der Ullstein AV waren neun Verlagsgruppen aus acht Ländern Europas und den USA gefolgt, die sich mit der Herstellung von Bild-Ton-Kassettenprogrammen befassen oder die Aufnahme solcher Produktionen planen. Man sprach über EVR (Electronic Video Recording), Super-8-Film (Colorvision), VCR (Video Cassette Recording), Selectavision und die einen Tag zuvor zum ersten Male der Weltöffentlichkeit vorgestellte Bildplatte, und mehrere Systeme wurden auch durchgeführt. Um vergleichbare Fakten zu haben, hatte man den Hardware-Produzenten vorher eine Art Checkliste gegeben, zu deren Fragen sie im einzelnen Stellung nehmen sollten. Die Demonstrationen und Vorträge ließen die Software-Hersteller zu dem Schluß kommen, daß die zum Teil schon recht weit entwickelten Verfahren ihnen die Möglichkeit geben, Wünsche zukünftiger Verbraucher zu befriedigen.

Eine gewisse „Sensation“ war die Mitteilung der Ullstein AV am 26. Juni, daß man sich entschlossen habe, sofort mit der Produktion eines Kassetten-Programms für Ärzte zu beginnen. Gewählt hat man den Super-8-Film, weil dafür neben mehreren Kassettenprojektoren (spätestens ab photokina im Oktober 1970) und einem Rückprojektor auch ein Farbfilm-Abtaster („Colorvision“ von Nordmende) zur Verfügung steht. Eine Rundfrage bei den Ärzten hat ergeben, daß etwa 60 % diesen Informationsspeicher vorziehen. Am 8. Juli 1970 ist Drehbeginn für das erste Kassettenprogramm. Bis Ende dieses Jahres will man mindestens 16 Kassetten fertigstellen; für die Zukunft ist an die Produktion von jährlich 52 Kassetten gedacht. Die Filme will man überwiegend selbst produzieren. Jede Kassette hat eine Stunde Spielzeit. Davon entfallen 52 Minuten auf die fachliche Information und 8 Minuten auf themabezogene Werbung der pharmazeutischen Industrie.

Beginnen will man mit 600 Kopien je Kassette und rechnet im Laufe der nächsten Zukunft mit bis zu 2000 Kopien je Kassette. Die Kassetten können zum Preise von 10 bis 15 DM für zwei Wochen entliehen werden. Offizieller Start ist der 1. April 1971. Bis dahin will man eine Verleihorganisation aufbauen, die dem Benutzer jede gewünschte Kassette kurzfristig zur Verfügung stellen kann. Außerdem denkt man daran, den Ärzten teurere Geräte (insbesondere hat man wohl an den Farbfilm-Abtaster von Nordmende gedacht) im Leasing anzubieten. -th



## Aufbau eines reflexionsarmen Schaltmeßraumes

In einem Neubau des Werks Straubing richtete die *Standard Elektrik Lorenz AG (SEL)* einen neuen reflexionsarmen Schallmeßraum ein. Über die Grundgedanken seiner Planung, die Bauausführung und einige Meßergebnisse soll diese Arbeit Aufschluß geben.

### 1. Vorbetrachtungen

Der exakten Untersuchung von Strahlungseigenschaften eines elektroakustischen Wandler – im vorliegenden Fall eines Lautsprechers – muß sein ungestörtes freies Schallfeld zugrunde liegen. Zu dessen Erzeugung und Vermessung wäre ein großer, unbebauter Platz im Freien erforderlich, der aber zwangsläufig den allgemeinen natürlichen Störungen unterworfen ist. Deshalb bedient man sich entsprechend gestalteter Meßräume; am gebräuchlichsten sind der Hallraum und der reflexionsarme Schallmeßraum.

#### 1.1. Hallraum

In einem Hallraum herrscht ein diffuses Schallfeld vor, das heißt, die Dichte der Schallenergie ist an allen Punkten im Raum unabhängig vom Ort der Schallquelle gleich groß. Um die Diffusität zu erhöhen, sollten die schallharten Wände des Raumes keine parallel angeordneten Flächen aufweisen. Die untere Grenzfrequenz eines Hallraumes, oberhalb der ein wirklich diffuses Schallfeld vorliegt, ist vom Volumen des Raumes abhängig. Die Unbestimmbarkeit der Richtcharakteristik eines Schallerzeugers in Hallräumen kann allerdings in bestimmten Fällen von Nachteil sein.

#### 1.2. Reflexionsarmer Raum

Für den reflexionsarmen Schallmeßraum gilt die Forderung nach ungehinderter Schallausbreitung ohne Beeinflussung durch Reflexionen an den Raumbegrenzungen. Im Gegensatz zu Hallräumen dürfen die begrenzenden Wände somit nur einen extrem kleinen Reflexionsfaktor haben und werden deshalb mit stark absorbierenden Stoffen verkleidet. Da eine vollständige Absorption der auftretenden Schallenergie nicht möglich ist, hat man sich international dahingehend geeinigt, daß ein solcher Raum für akustische Untersuchungen nicht mehr als 1% der auf alle Begrenzungswände auftretenden Schallenergie zurückwerfen darf. Die tiefste Frequenz, bei der die Bedingung noch erfüllt ist, wird als untere Grenzfrequenz bezeichnet. Für sie sind die kleinste lineare Ausdehnung des Raumes und die Ausdehnungstiefe einer jeden Wand gemeinsam bestimmend. Im ganzen gesehen, benötigt ein reflexionsarmer Schallmeßraum nur etwa die halbe lineare Ausdehnung eines Hallraumes gleicher Grenzfrequenz.

Dipl.-Phys. Klaus Homann war Entwicklungsleiter des Erzeugnisgebiets Lautsprecher im Geschäftsbereich Bauelemente von SEL, Werk Straubing.

#### 1.3. Folgerung

Stellt man beide Lösungsmöglichkeiten einander gegenüber, dann liegt es nahe, sich gegen den Hallraum zu entscheiden, und zwar wegen der ungünstigeren Abmessungen und des Fehlens der Richtcharakteristik für das Aufnehmen von Frequenzkurven.

armen Meßraumes auf 100 Hz festgelegt. Daraus ergaben sich lichte Rohbauabmessungen von 5 m und nach Abzug der notwendigen Auskleidungstiefe (in jeder Richtung  $2 \times 80$  cm) ein freier Nutzraum von  $3,4 \text{ m} \times 3,4 \text{ m} \times 3,4 \text{ m}$ . Wie später gezeigt wird, war dieses Innenmaß auf Grund anderer Fak-

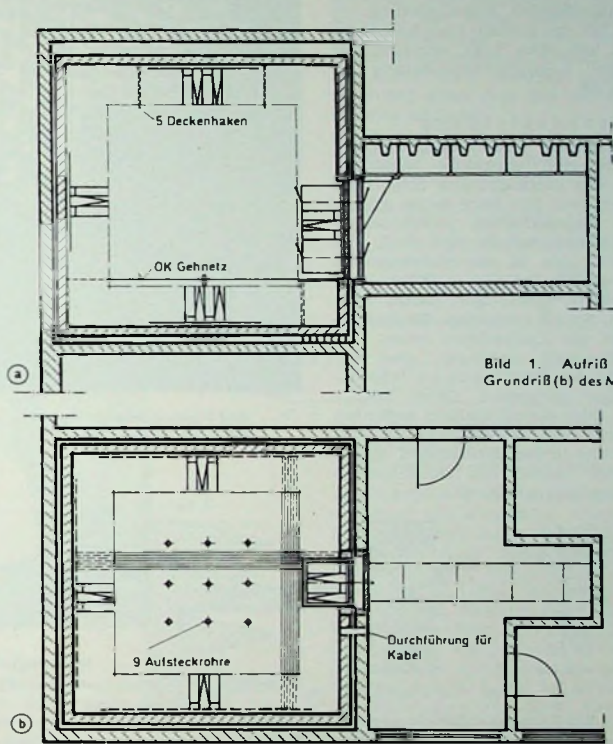


Bild 1. Aufriß (a) und Grundriß (b) des Meßraumes

### 2. Bauausführung

Das für Untersuchungen an Lautsprechern notwendige Frequenzband ist durch die Wahrnehmbarkeit des menschlichen Ohres begrenzt; es erstreckt sich über den Frequenzbereich von 16 Hz bis 20 kHz. Während die Wiedergabe sehr tiefer Töne mit entsprechender Intensität bei normalen Lautsprechern auf technische Schwierigkeiten stößt, hängt die Hörbarkeit sehr hoher Töne individuell vom Gesundheitszustand des Ohres ab. Das Normblatt DIN 45 500, Blatt 7, legt den Übertragungsbereich eines guten Lautsprechers auf mindestens 50 bis 12 500 Hz fest.

Die von der Geräte herstellenden Industrie benötigten Lautsprecher haben überwiegend Resonanzfrequenzen oberhalb 100 Hz. Aus diesem Grund, aber auch um das Volumen des Raumes und den Baupreis in ein vernünftiges Verhältnis zu den erreichbaren Aussagen zu bringen, wurde die untere Grenzfrequenz des zu bauenden reflexions-

toren noch zu korrigieren. Erwähnt sei an dieser Stelle auch folgende Abschätzung: Würde man die so festgelegte untere Grenzfrequenz um eine Oktave erhöhen, dann verringern sich die lineare Ausdehnung um die Hälfte, ferner die Oberfläche und damit auch etwa die entstehenden Kosten für die Auskleidung auf ein Viertel sowie das umbaute Volumen auf ein Achtel.

#### 2.1. Meßraum

Der Meßraum war im ersten Stock eines Fabrikgebäudes mit stark störenden Betriebsgeräuschen zu errichten, was einen erheblichen Schallschutz unerlässlich machte. Es wurde deshalb eine „Raum-in-Raum“-Konstruktion gewählt (Bild 1). Dem somit vom übrigen Gebäudekomplex völlig isolierten Meßraum ist ein Vorraum als Arbeitsplatz für das Personal zugeordnet.

Für den Raumkörper wurde Stahlbeton verwendet, um das für wirksame Schalldämpfung notwendige Gewicht und eine gute Stabilität sicherzustellen.



len. Seine Wanddicke ist 20 cm im unteren Bereich und 16 cm im übrigen Bereich. Das Gesamtgewicht ist zu 72 t ermittelt. Im unteren Bereich sind 95 cm über dem Boden Schienen als Anker für das Gehrnetz eingelassen. Sie müssen je laufenden Meter Zugkräfte bis zu 3 Mp aufnehmen.

Der freie Raum von etwa 10 cm Breite zwischen diesem Baukörper und den benachbarten Gebäudewänden ist zur Erhöhung der Luftschalldämmung mit Silanmatten ausgelegt. Außerdem liegt der Baukörper, wie im Bild 1a angedeutet, auf Federelementen. Aus dem Gesamtgewicht des Baukörpers, der errechneten Federkonstante und der daraus abgeleiteten Eigenfederung ergibt sich für das System eine Resonanzfrequenz von etwa 4 Hz, oberhalb der eine gute Körperschallisolierung zu erwarten ist.

## 2.2. Innenauskleidung

Da es über die zweckmäßigen Werkstoffe für eine wirksame Innenauskleidung ein umfangreiches Schrifttum gibt, seien hier nur kurz deren grundsätzliche Eigenschaften zusammengefaßt. Schallschluckstoffe sind porös und absorbieren den in sie eindringenden Schall, wandeln ihn also in Wärme um. Die Porosität derartiger Stoffe setzt den vom Schall erzeugten Wechselbewegungen der Luftteilchen einen Reibungswiderstand entgegen, der die Amplitude der Schallwelle im Schluckstoff stetig herabsetzt. Diese Dämpfung des Schluckstoffes allein sagt noch nichts über die Gesamtwirkung aus, weil nur der in den Schluckstoff eingeschlungene Anteil der Schallenergie einer Dämpfung unterliegt.

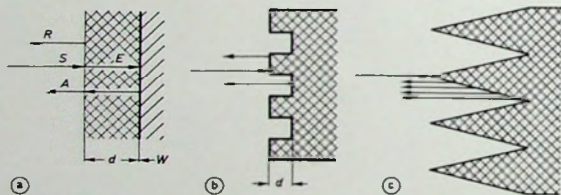


Bild 2. Schluckstoffschicht mit ebener (a), genuteter (b) und keilförmig (c) ausgebildeter Oberfläche

Bild 2 soll diese Vorgänge näher erläutern. Wenn die Schallwelle S auf eine harte Wand W mit aufgelegter Schluckstoffschicht der Dicke d fällt (Bild 2a), dann teilt sich die Schallenergie in den direkt an der Oberfläche reflektierten Anteil R und den in die Schluckstoffschicht einschwingenden Anteil E auf. E unterliegt der Dämpfung und tritt nach Reflexion an der Wand W nach nochmaliger Dämpfung beim Durchlauf der Schluckstoffschicht als zusätzlicher Reflexionsanteil A wieder aus. Um die eingangs erwähnte Forderung zu erfüllen, nach der die Energieanteile von R und A zusammen nicht 1 % der auffallenden Energie S überschreiten dürfen, wäre ein Stoff mit hohem Dämpfungsvermögen angebracht.

Aus physikalischen Gründen erhöht sich aber mit zunehmender Dämpfung eines Werkstoffes auch dessen Reflexionsvermögen, weshalb man die notwendige Dämpfung nur durch entsprechende Dicken der Auskleidung erreichen könnte, die aus wirtschaft-

lichen Gründen nicht erstrebenswert sind. Bildet man jedoch die Oberfläche des Schluckstoffes gemäß Bild 2b aus, dann löschen sich die einfallende und die reflektierte Welle – zumindest bei einer Frequenz, deren halbe Wellen-

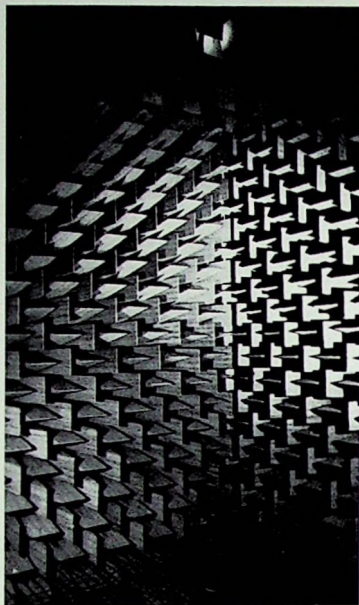


Bild 3 (oben). Anordnung der Keile aus Schallschluckstoffen

Bild 4. Schallwand mit eingesetztem Lautsprecher im reflexionsarmen Raum

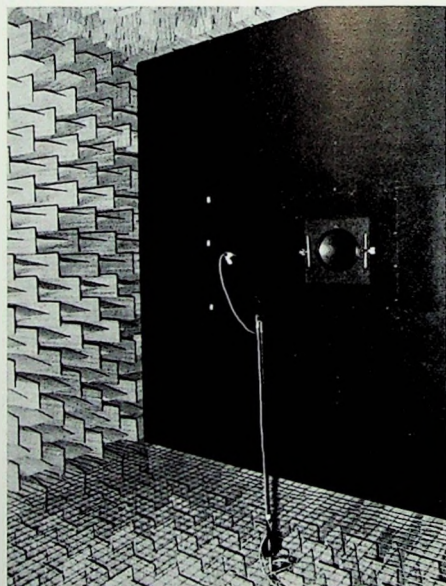
länge  $2d$  entspricht – durch Interferenz aus. Eine Zick-Zackform der Oberfläche (Bild 2c) dehnt diese Wirkung auch auf andere Frequenzen aus. Dadurch ergibt sich ein kontinuierlicher Übergang des Schalles in den Schluckstoff, und eine bevorzugte Ebene für die Reflexion existiert nicht mehr. Die günstigsten Absorptionswerte werden erreicht, wenn die Querschnittsfläche des Schluckstoffes in Richtung auf die Wand linear oder noch stärker ansteigt. Das führte auch aus fertigungstechnischen Gründen zur Ausbildung einer

Keilform. Die Herstellung von Keilen mit schwächerem als linearem Anstieg oder solchen mit Stufen hat keine akustischen, sondern patentrechtliche Gründe.

Eingehende Untersuchungen an keilförmigen Schluckkörpern zeigten, daß die gemessenen Reflexionsfaktoren auch bei schrägem Schalleinfall den gestellten Bedingungen genügen. Damit der von den Flanken geometrisch reflektierte Schall in den Raum zurückgeworfen wird, gestaltet man die Keile sehr schlank; das Verhältnis Keillänge zur Keilbreite sollte nicht kleiner als 4 sein. Zur Vermeidung von Gitterreflexen durch eine räumlich periodische Anordnung der Keile ist es allgemein üblich, die Keile um  $90^\circ$  gegeneinander versetzt anzuordnen (Bild 3).

Schließlich wäre noch eine starke homogene Schicht Schluckwerkstoff hinter den Keilen notwendig, die Rückwandreflexionen tiefer Frequenzen unterdrückt. Dabei liegt der Gedanke nahe, diese Rückwandreflexionen ebenfalls zur Auslöschung der Oberflächenreflexionen durch Interferenz auszunutzen, und zwar durch geeignet abgestimmte Resonatoren mit vergleichsweise geringer Schichtdicke des Schluckstoffes.

Als Ergebnis aller Untersuchungen und Überlegungen wurde der Raum mit Keilen von 70 cm Länge, 18 cm  $\times$  18 cm Grundfläche sowie einem 5 cm tiefen



Resonatorraum hinter den Keilen ausgekleidet. Bei einer Gesamttiefe der Auskleidungsschicht von 75 cm und lichten Rohbauabmessungen von 5 m bleibt dennoch ein freier Nutzraum von 3,5 m im Kubus erhalten. Die Verkleidung ist meßtechnisch auf beste Resonatorwirkung und gleichmäßigen Verlauf des Reflexionsfaktors abgeglichen.

## 2.3. Schallwand

Den Lautsprecher muß man entweder in einen Schallschirm oder in eine geschlossene Box einbauen, damit Vor-



der- und Rückseite des Lautsprechers nicht akustisch kurzgeschlossen sind.

Bei einem Schallschirm läßt die Schallabstrahlung für Frequenzen stark nach, deren halbe Wellenlänge größer als der Schirmdurchmesser ist. Für die Abstrahlung eines 100-Hz-Tones müßte der Schallschirm also mindestens 1,70 m groß sein. Diesem Umstand Rechnung tragend, wurde eine Schallwand über eine volle Seite des Raumes festgelegt (Bild 4). Sie hat Abmessungen von 3,1 m  $\times$  3,3 m und ist demnach noch für die Abstrahlung eines Tones von 50 Hz ausreichend. Somit kann vorausgesetzt werden, daß sie einen Ton von 100 Hz, entsprechend der unteren Grenzfrequenz des Raumes, ohne Verfälschung abstrahlt. Die Schallwand ist, um störende Eigenresonanzen zu mindern, aus einer Dämm- und zwei Spanplatten von je 8 mm Dicke aufgebaut sowie mit kräftigen, rückwärtig bedämpften Verstrebungen aus Profileisen durch die Keile hindurch unmittelbar in der starken Betonwand des Raumes verankert.



Bild 5. Meßapparatur im Vorraum; rechts die geschlossene Hängertür zum Meßraum

Die Lautsprecher werden mit entsprechenden Einsätzen in diese Wand eingebracht, so daß immer die volle Schallwandfläche wirksam bleibt. Eine Demontage der Wand ist möglich. Beispielsweise kann man sie durch eine Normschallwand nach DIN 45 575 (Abmessungen 900 mm  $\times$  1100 mm mit exzentrisch angeordnetem Lautsprecher-ausschnitt) ersetzen. Komplette Boxen nicht zu großer Dimension lassen sich ebenfalls in die Wand einsetzen und in dem exakten Schallfeld-Halbraum messen. Größere Boxen werden vor der Wand aufgestellt und nochmals mit einem Schallschirm aus Silanmatten versehen, so daß man auch hier einen Schallfeld-Halbraum hinreichend simuliert.

#### 2.4. Sonstige Ausstattung

Die Gehfläche des Meßraumes besteht aus einem Drahtgeflecht mit Maschen von 60 mm  $\times$  60 mm Größe. Dadurch vermindert man Reflexionen von der Gehfläche und erspart den Ausbau eines Gitterrostes vor den einzelnen Meßreihen. Das Gehrnetz ist etwa 20 cm oberhalb der den Boden bedeckenden Keilspitzenebene angebracht. Das ständige Federn des Geflechtes, ähnlich einem Trampolin, wirkt sich auf die im

Raum arbeitenden Personen nicht nachteilig aus. Um zu vermeiden, daß Gegenstände, die dem Personal aus der Hand gleiten, durch das Gehrnetz fallen und zwischen den Bodenkeilen verschwinden können, empfahl es sich, ein Perlonnetz unterhalb des Gehrnetzes anzubringen.

Alle im Meßraum benötigten Anschlüsse liegen in schallgedämpften Durchführungsrohren von etwa 1,5 m Länge. Eine Trennung vom übrigen Gebäudekomplex ist zur Vermeidung der Übertragung von Körperschall durch entsprechenden Einbau sichergestellt.

Als Eingang verfügt der Raum über eine zweischalige Hängertür. Isolierstücke an beiden Türblättern verhindern die Übertragung von Körperschall in den Innenraum. Selbstverständlich ist das innere Türblatt ebenfalls mit Dämmkeilen bestückt.

Vier nackte, in Keile eingelassene Glühbirnen beleuchten den Schallmeßraum.

nur etwa 1 W Ausgangsleistung haben, wurde ein Verstärker zur Aussteuerung größerer Lautsprecher und Boxen in Zusammenarbeit mit der Intermetall, Freiburg, selbst entwickelt und aufgebaut. Sein Klirrfaktor ist 0,3 % bei 20 W und 0,1 % bei 10 W Leistung. Die Frequenzkurve ist geradlinig im Bereich 20 ... 20 000 Hz. Somit können auch Boxen nach DIN 45 500 mit Betriebsleistungen von 10 W und mehr einwandfrei gemessen werden.

#### 3.1. Schalldruckabnahme mit der Entfernung

In einem ungestörten freien Schallfeld nimmt der Schalldruck umgekehrt proportional zur Entfernung vom Erregungsort ab. Diese Bedingung sollte auch weitgehend in einem reflexionsarmen Schallmeßraum erfüllt sein. Aus der mehr oder weniger großen Abweichung kann man auf die Güte des Raumes schließen.

Um den Abfall des Schalldrucks in Abhängigkeit vom Abstand zum Erregungszentrum aufzuzeichnen, wurde

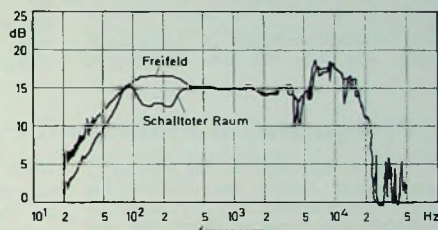


Bild 6. Frequenzkurve eines Lautsprechers, im Freifeld und im Meßraum aufgenommen

ein Mikrofon in der Achse eines Lautsprechers mit konstanter Geschwindigkeit durch den Raum bewegt. Die von einem Schreiber registrierten Kurven stimmen bei Frequenzen oberhalb 200 Hz gut mit dem theoretischen Verlauf überein. Abweichungen treten erst bei tieferen Frequenzen auf, aber für Frequenzen oberhalb 80 Hz sind die Bedingungen mindestens bis 1,5 m Entfernung erfüllt. Selbst bei 60 Hz ist dieser Zusammenhang auch noch bis zu 1 m Entfernung gewahrt. Man wird also oberhalb der angegebenen Grenzfrequenz von 100 Hz mit Sicherheit keine Verfälschungen durch den Raum zu erwarten haben.

#### 3.2. Frequenzkurven

Je eine im Meßraum und im Freifeld aufgenommene Frequenzkurve sind im Bild 6 einander gegenübergestellt. Sie stimmen bis herab zu etwa 100 Hz, der festgelegten unteren Grenzfrequenz des Raumes, gut überein. Den zwischen 120 und 300 Hz erkennbaren Einbruch verursacht die Schallwand. Er tritt bei allen Wiedergabekurven mehr oder weniger stark auf und ist in der Beurteilung des Frequenzgangs entsprechend zu berücksichtigen. Bild 7 gibt die im schalltoten Raum aufgenommenen Richtcharakteristiken eines Lautsprechers wieder. Daraus geht deutlich die ausgeprägte Richtwirkung bei hohen Frequenzen hervor.

#### 3.3. Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist ein Maß für die Güte der Absorption eines Raumes. Bei einem Raum des Volumens  $V$  (in  $m^3$ ) mit der Gesamtabsorption  $A_0$  (in  $m^2$ )



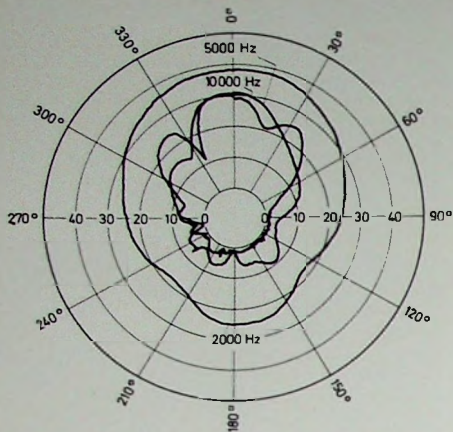


Bild 7. Richtcharakteristik eines Lautsprechers bei Wiedergabe von 2, 5 und 10 kHz

errechnet sich die Nachhallzeit  $T$  (in s) nach der Sabineschen Formel zu

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A_0}$$

Die Gesamtabsorption ist unbekannt, ergibt sich aber mit dem Schluckgrad

$\alpha$  und der bekleideten Fläche  $A$  zu

$$A_0 = \alpha \cdot A$$

wenn alle sechs Wände gleiche Absorption aufweisen. Da bestimmungsgemäß 1 % Energie reflektiert werden darf, kann man den Schluckgrad des Dämmwerkstoffs mit  $\alpha = 1$  ansetzen. Im Fall des beschriebenen Meßraumes ist  $A = 3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 6 = 73,5 \text{ m}^2$ ,  $V = 3,5^3 \text{ m}^3 = 43 \text{ m}^3$  und demnach die Nachhallzeit

$$T = 0.163 \cdot \frac{43}{73.5} \approx 0.1 \text{ s}$$

Experimentell konnte dieses Ergebnis nicht bestätigt werden, weil die Trägheit des Schreibers eine Verzögerung in der gleichen Größenordnung verursachte. Immerhin ergibt sich aus der abgeschätzten Nachhallzeit ein Hallradius von

$$r = 0.057 \sqrt{\frac{V}{T}} = 0.057 \sqrt{\frac{43}{0.1}} \approx 1.2 \text{ m}$$

Dieser Wert deckt sich mit der experimentell ermittelten Druckabfallkurve (s. Abschnitt 3.1.), die im mittleren Frequenzbereich mit dem idealen Verlauf bis  $\approx 1,5 \text{ m}$  Entfernung übereinstimmt.

## Philips stellte Prototyp für „VCR“-System vor

Mit großer Konsequenz hat Philips in den letzten Jahren die Entwicklung von Videorecordern mit Schrägschrift-Aufzeichnung vorangetrieben. Auf der Deutschen Industrieausstellung 1964 in Berlin konnte man das erste Modell, den Typ „3400“, sehen, der technisch weiterentwickelt noch heute unter der Bezeichnung „3402“ im Lieferprogramm ist. Dieses Gerät mit 1"-Magnetband auf Spulen für 45 Minuten Spielzeit kostete damals 6500 DM. Nur fünf Jahre später kam dann zur Hannover-Messe 1969 der mit seinem Preis von 1850 DM berechtigtes Aufsehen erregende Heim-Videorecorder „LDL 1000“ heraus. Er arbeitete mit 1/2"-Magnetband auf Spule und ermöglichte die Aufnahme und Wiedergabe von Schwarz-Weiß-Sendungen (Spielzeit ebenfalls 45 Minuten). Die jahrelangen Erfahrungen auf dem Tonband-Cassettegebiet waren auch für die Entwicklung einer Bildband-Cassette, der Video-Cassette, eine wesentliche Grundlage, denn das Verlangen des Marktes nach einem Video-Cassetten-Recorder wurde insbesondere seitens der Interessenten an audiovisuellen Anwendungen immer größer. Als vorläufiges Endergebnis kündigte Philips dann am 28. April 1970 das Video-Cassetten-System „VCR“ an, und am 22. Juni 1970 hatte man in Hamburg Gelegenheit, den Prototyp zu sehen.

Die „VCR“-Cassette mit den Abmessungen  $13 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 3,5 \text{ cm}$  nimmt 1/2"-Chromdioxidband mit zwei Magnetspuren für den Ton (Stereo oder zweisprachige Kommentare) für maximal 60 Minuten Spielzeit auf. Diese Spieldauer scheint nach den derzeit vorliegenden Erfahrungen ein Optimum zu sein. Zum Herausnehmen der Cassette aus dem Recorder braucht das Band nicht zurückgespult zu werden. Sie läßt sich bei beliebiger abgespielter Band-

länge herausnehmen und einsetzen. Der Recorder kommt voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 1971 aus serienmäßiger Fertigung auf den Markt. Drei Typen sind vorgesehen: ein Schwarz-Weiß-Abspielgerät (Preis etwa 1000 bis 1200 DM), ein Farb-Abspielgerät (Preis 1400 bis 1500 DM) und ein Gerät mit eingebautem Fernseh-Empfangsteil und Aufnahme- und Wiedergabemöglichkeit für Schwarz-Weiß und Farbe zum Preis von rund 2000 DM. Eine Cassette mit unbespieltem Band für eine Stunde Spielzeit soll etwa 100 DM kosten. Die bespielten Cassetten des „VCR“-Systems sind voll kompatibel, können also auf „VCR“-Geräten aller Hersteller abgespielt werden.

Der als Prototyp vorgestellte Recorder – ausdrücklich nur als Design-Muster deklariert – war eine Ausführung für Aufnahme und Wiedergabe in Schwarz-Weiß und Farbe. Bei  $14,29 \text{ cm/s}$  Bandgeschwindigkeit zeichnet er ein Frequenzband bis  $2,5 \text{ MHz}$  ( $-26 \text{ dB}$ ) auf; bis zum Anlauf der Serie will man die obere Frequenzgrenze noch auf  $3 \text{ MHz}$  erhöhen. Über die interne Farbcodierung waren noch keine Einzelheiten zu erfahren, weil die endgültige Entscheidung darüber noch nicht gefallen ist. Die vorgeführten Farbszenen (von 35-mm-Film über Filmbänder auf Video-Magnetband überspielt) waren in ihrer Farbqualität besser als man erwartet hatte. Wie verlautete, soll aber für die Serienfertigung eine andere Farbcodierung benutzt werden. Die Bedienung des Recorders ist ebenso einfach und auf den technischen Laien zugeschnitten wie das Einsetzen und Herausnehmen der Cassette, denn Bild und Ton werden automatisch gesteuert.

1) VCR-System von Philips. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 12, S. 453

Für die Wiedergabe kann jeder Heim-Fernsehpfänger benutzt werden. Das vom Band abgetastete Signal moduliert nach entsprechender Aufbereitung einen kleinen Oszillator, der auf der Frequenz eines freien Fernsehkanals arbeitet und über ein abgeschirmtes Kabel mit den Antennenbuchsen des Fernsehempfängers verbunden wird. Unsere im Heft 10/1970, S. 366, gegebene Anregung, nach Möglichkeit für den Anschluß von Videorecordern auf internationaler Basis einen freien Kanal im UHF-Bereich zu wählen, wird zur Zeit eingehend untersucht.

Für die Aufnahme von Fernsehsendungen werden die Antennenbuchsen des Empfängers mit dem Videorecorder über ein HF-Kabel verbunden; der Recorder wird direkt an die Antenne angeschlossen. Das Antennensignal gelangt über eine Weiche sowohl zum Empfänger als auch zum Drucklastentuner des Recorders. Gleichzeitig wird bei Wiedergabe vom Band das Signal des modulierten Oszillators in das Kabel zum Fernsehempfänger eingespeist und kann dort nach Einstellen des entsprechenden Kanals gesehen werden.

Für die Abstimmung des Tuners im Recorder wird ähnlich wie bei den großen Studio-Recordern eine E-E-Taste (Electronic-Electronic) benutzt. Sie schaltet das dem Videokopf des Recorders zugeführte Signal in entsprechender Form auf das zum Fernsehempfänger führende Kabel, so daß dieser jetzt gewissermaßen mit dem Tuner im Recorder verbunden ist. Damit lassen sich die Programmlasten des Recorders nach dem Bildschirm des Empfängers einstellen. Eine elektronisch gesteuerte Frequenz-Nachregelung gleicht nach dieser erstmaligen Einstellung alle Abweichungen von dieser Abstimmung automatisch aus. Bezugspunkt für die Automatik ist der in der Norm festgelegte Punkt auf der Nyquistflanke. Eine Möglichkeit zur Verschiebung dieses Abstimmungspunktes ist derzeit noch nicht vorgesehen. Wenn es bei ungünstigen Empfangsverhältnissen notwendig ist, den Abstimmungspunkt auf den höheren Teil der Nyquistflanke zu verschieben, ist das nur bei Abschaltung der automatischen Frequenz-Nachregelung möglich. Zweckmäßig wäre es deshalb, zumindest eine Service-Einstellung vorzusehen, die es dem Fachmann in solchen Fällen ermöglicht, den Abstimmungspunkt innerhalb gewisser Grenzen zu verschieben.

Mit der beschriebenen Zusammenschaltung von Antenne, Videorecorder und Fernsehempfänger erreicht man zweierlei: Einmal kann man den Tuner des Recorders auf einfache Weise nach dem Bildschirm des Empfängers einstellen und hat damit zugleich die Möglichkeit, den Empfänger sowohl zur „Vorschau“ als auch zum „Mitsehen“ der aufzuzeichnenden Sendung vor Band zu benutzen. Zum anderen kann man über den Fernsehempfänger ein Programm sehen und gleichzeitig ein anderes Programm mit dem Recorder aufzeichnen. Es ist übrigens vorgesehen, in den Recorder eine voreinstellbare Schaltuhr einzubauen, die bei Abwesenheit des Besitzers die Möglichkeit bietet, ein gewähltes Programm aufzuzeichnen. W. Roth



# Verstärkungsbegrenzung bei HF-Verstärkern durch Rückwirkungskapazität

Beim Entwurf von elektronischen Schaltungen ist es oft erforderlich, HF-Verstärker mit hoher Verstärkung auf kleinem Raum unterzubringen. Durch die räumliche Nähe von Bauteilen, Leiterbahnen und Lötunkten ergeben sich parasitäre Rückwirkungskapazitäten, die die maximal erreichbare Verstärkung der Schaltung begrenzen.

Um einen Begriff von der Kapazität zwischen zwei benachbarten Bauteilen oder Lötunkten zu bekommen, wurde als Näherungslösung die Kapazität zwischen zwei Kugeln berechnet. Im Bild 1 ist das Ergebnis grafisch darge-

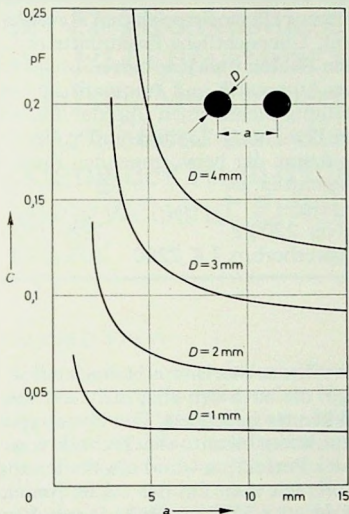


Bild 1. Kapazität zwischen zwei Kugeln

stellt. Über dem Abstand  $a$  der Kugelmittelpunkte ist die zugehörige Kapazität für verschiedene Kugeldurchmesser aufgetragen. So ergibt sich zum Beispiel für zwei Kugeln von 2 mm Durchmesser im Abstand von 10 mm eine Kapazität von 60 fF<sup>1)</sup> (das sind 0,06 pF).

Praktische Messungen ergaben für die Kapazität zwischen zwei Lötunkten von etwa 2 mm Durchmesser auf einer gedruckten Platine im Abstand von 10 mm rund 40 fF. Es ist jedoch möglich, durch eine zwischen den Lötunkten hindurchführende Leiterbahn mit Massepotential die unerwünschte Kapazität zu verringern. Eine Verminderung der Kapazität kann man auch dadurch erreichen, daß man die Rückseite der Platine mit einer durchgehenden Kaschierung versieht, die ebenfalls auf Massepotential zu legen ist. Im zuvor genannten Beispiel verringert sich dadurch die Kapazität von 40 fF auf etwa 3 fF.

<sup>1)</sup> Femtofarad =  $10^{-15}$  F

Dipl.-Ing. Rudi Paulin ist Mitarbeiter der Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg i. Br.

Besonders geringen Abstand haben Eingang und Ausgang monolithisch integrierter Verstärker. Die eng beieinanderliegenden Anschlüsse des am häufigsten verwendeten Dual-in-Line-Gehäuses haben nicht zu vernachlässigende Kapazitäten gegeneinander. Diese Kapazitätswerte liegen zwischen rund 400 fF bei nebeneinanderliegenden und etwa 1 fF bei den Anschlüssen, die durch die auf Massepotential liegende Kristallträgerplatte recht gut voneinander abgeschirmt sind. Berücksichtigt man noch die zusätzlichen Streukapazitäten, die durch den Einbau der integrierten Schaltung in eine gedruckte Platine sowie durch den Anschluß von diskreten Bauelementen hinzukommen, so ergibt sich im günstigsten Fall eine Streukapazität von rund 2 fF.

Im folgenden wird angenommen, daß eine bestimmte Streukapazität zwischen dem Ausgang und dem Eingang eines Verstärkers nach Bild 2 wirksam ist.

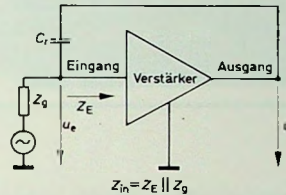


Bild 2. Verstärker mit Rückwirkungskapazität

Die Verstärkung  $v'$  der Stufe ist

$$v' = \frac{v \cdot e^{j\alpha}}{1 - k \cdot v \cdot e^{j(\alpha + \beta)}} \quad (1)$$

$$= \frac{v \cdot (\cos \alpha + j \sin \alpha)}{1 - k \cdot v [\cos(\alpha + \beta) + j \sin(\alpha + \beta)]}$$

mit

$\alpha$  = Phasenwinkel der Verstärkung  $v$ ,  
 $v$  = Verstärkung ohne Rückkopplung,  
 $k$  = Rückkopplungsfaktor,  
 $\beta$  = Phasenwinkel des Rückkopplungszweiges

und

$$k = \frac{Z_{in}}{Z_{in} + Z_r} = \frac{Z_{in}}{Z_{in} + \frac{1}{\omega \cdot C_r}} \quad (2)$$

Aus Gl. (1) folgen zwei wichtige Sonderfälle.

Für  $\alpha + \beta = 0, 2\pi, 4\pi, \dots$  sind Eingangsspannung und rückgekoppelte Spannung gleichphasig; es liegt Mitkopplung vor. In diesem Fall gilt somit

$$v' = \frac{v \cdot e^{j\alpha}}{1 - k \cdot v} \quad \text{Mitkopplung.} \quad (3)$$

Wenn Eingangsspannung und rückgekoppelte Spannung gegenphasig sind, nämlich für  $\alpha + \beta = \pi, 3\pi, \dots$ , handelt es sich um Gegenkopplung. Dabei ist

$$v' = \frac{v \cdot e^{j\alpha}}{1 + k \cdot v} \quad \text{Gegenkopplung.} \quad (4)$$

Wie man sieht, kann die Verstärkung  $v'$  im Falle der Mitkopplung unendlich werden, und zwar für  $k \cdot v = 1$ . In diesem Fall schwingt der Verstärker. Im Sinne eines stabilen Betriebes muß eine Eigenschwingung jedoch mit Sicherheit vermieden werden. Die Schwingungssicherheit kann entweder über die Betragsbedingung erreicht werden, indem man  $k \cdot v < 1$  wählt, oder über die Phasenbedingung, wenn  $\alpha + \beta \neq 0, 2\pi, \dots$ . Wie die Erfahrung zeigt, ist es jedoch schwierig, bei mehrstufigen Verstärkern für die Nennfrequenz und benachbarte Frequenzgebiete die Schwingungssicherheit allein über die Phasenbedingung zu gewährleisten. Deshalb soll hier die Betragsbedingung verwendet werden.

In der Praxis ist die obere Grenze für die zulässige Mitkopplung sicher schon erreicht, wenn sich durch sie die Verstärkung verdoppelt. Das ist nach Gl. (3) der Fall für

$$k \cdot v = 0,5; \quad v = \frac{1}{2k} \quad (5)$$

Aus Gl. (3) und Gl. (5) ergibt sich die maximale Verstärkung  $v'_{max}$  für Mitkopplung zu

$$v'_{max} = \frac{1}{k} \quad (6)$$

Im Fall der Gegenkopplung wird die maximale Verstärkung  $v'_{max}$  für  $v \rightarrow \infty$  erreicht. Aus Gl. (4) folgt dann

$$v'_{max} = \frac{1}{1 + k} = \frac{1}{k} \quad \text{für } v \rightarrow \infty \quad (7)$$

Für Mitkopplung und Gegenkopplung ergibt sich also der gleiche Grenzwert der maximal erreichbaren Verstärkung. Er ist nach Gl. (8) bestimmt durch den Rückkopplungsfaktor  $k$  und damit durch die Rückwirkungskapazität  $C_r$ .

$$v'_{max} = \frac{1}{k} = \frac{Z_{in} + \frac{1}{\omega \cdot C_r}}{Z_{in}} \approx \frac{1}{\omega \cdot C_r \cdot Z_{in}} \quad (8)$$

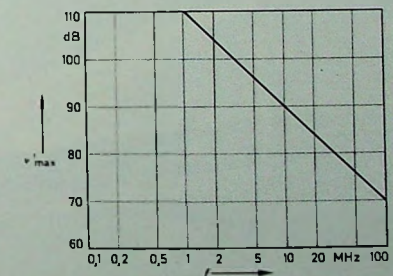


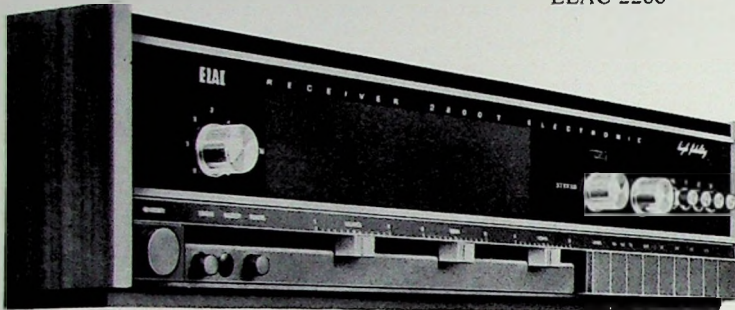
Bild 3. Maximale Verstärkung für eine Rückwirkungskapazität von 2 fF

Im Bild 3 ist der Verlauf der maximal erreichbaren Verstärkung  $v'_{max}$  für eine Rückwirkungskapazität  $C_r$  von 2 fF über der Frequenz dargestellt. Der Eingangswiderstand  $Z_{in}$  wurde dabei zu 250 Ohm angenommen.



# Symbol für den

**neu**

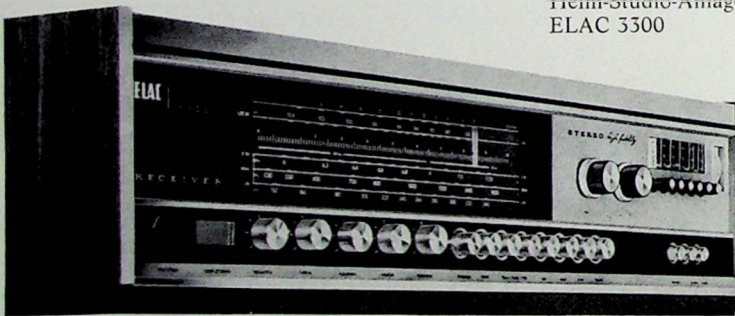


Heim-Studio-Anlage  
ELAC 2200

In einem modernen, raumsparenden Flachgehäuse sind der 2 x 28 Watt Hi-Fi-Stereo-Verstärker und der UKW-Stereo-Empfangsteil mit zusätzlichen KW-MW-LW-Bereichen vereint. Übersichtliche Frontplatte mit breiten Skalen und Kopfhöreranschluß, Stereo-Automatik und automatische Scharfeinstellung bieten einen überdurchschnittlichen Bedienungskomfort und volle Ausnutzung der hervorragenden Empfangseigenschaften.

Festpreise:

Receiver 2200 T	798,- DM
Lautsprecherbox LK 2200	125,- DM

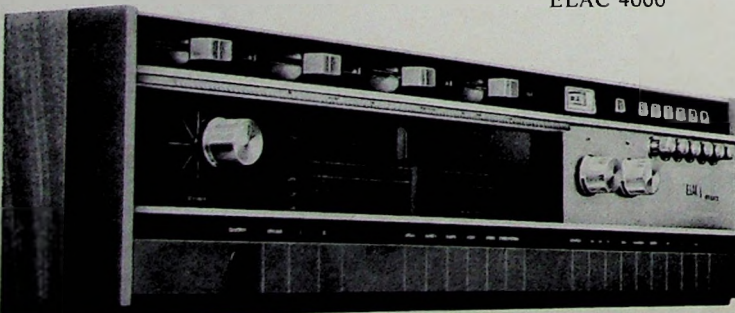


Heim-Studio-Anlage  
ELAC 3300

Eine volltransistorisierte Heim-Studio-Anlage, die auch den anspruchsvollsten Musikkennner begeistert. Die Form modern und funktionsbetont - die Technik von höchster Perfektion - und ein Bedienungskomfort, wie man ihn nur selten findet. Der Receiver - 2 x 35 Watt Hi-Fi-Stereo-Verstärker und leistungsstarker UKW-Stereo-Rundfunkteil mit zusätzlichen KW-MW-LW-Bereichen - ist nach den neuesten technischen Erkenntnissen entwickelt und konstruiert.

Festpreise:

Receiver 3300 T	928,- DM
Lautsprecherbox LK 3300	225,- DM



Heim-Studio-Anlage  
ELAC 4000

Diese volltransistorisierte Heim-Studio-Anlage repräsentiert den neuesten Stand technischer Perfektion. Die patentierte SYNTECTOR-Schaltung im UKW-ZF-Teil garantiert höchste AM-, Gleichkanal- und Nachbarkanal-Unterdrückung. Im AM-Teil sind für die Mittelwelle zwei Bereiche mit gespreiztem Fernempfangsteil „Europa-Welle“ vorhanden. Mit ihrem einzigartigen Bedienungskomfort und einer Musikleistung von 2 x 65 Watt stellt diese Heim-Studio-Anlage eine Weltspitzenleistung dar.

Festpreise:

Receiver 4000 T SYNTECTOR	1.298,- DM
Lautsprecherbox LK 4000	348,- DM





# Fortschritt in der Hi-Fi-Technik

Für uns bedeutet High-Fidelity mehr als ein Schlagwort - für uns ist High-Fidelity das Ergebnis einer folgerichtigen, wissenschaftlichen und technischen Weiterentwicklung in der Elektroakustik. Deshalb sind ELAC Hi-Fi-Bausteine mit ihren attraktiven Merkmalen für den heutigen Stand und die weitere Entwicklung der High-Fidelity richtungsweisend. Erfüllen Sie die

Wünsche Ihrer anspruchsvollen Kunden - Sie können es: mit ELAC Hi-Fi-Laufwerken, mit ELAC Hi-Fi-Tonabnehmern, mit ELAC Heim-Studio-Anlagen.

Wenn Sie mehr über unser Hi-Fi-Programm wissen wollen, schreiben Sie uns. Für Sie und Ihre Kunden halten wir informatives Schriftmaterial bereit.

ELAC ELECTROACUSTIC GMBH  
2300 Kiel, Postfach

## MIRACORD 770 H

Das Spitzengerät unseres international anerkannten Hi-Fi-Programms - ein vollautomatischer Hi-Fi-Stereo-Plattenspieler, der mit seinem exklusiven Bedienungskomfort, seinen hervorragenden technischen und akustischen Eigenschaften auch die höchsten Ansprüche eines verwöhnten Musikliebhabers erfüllt. Seine attraktiven Merkmale:  
Antrieb durch Hysterese-Synchron-Motor · kontinuierliche

Feinregulierung der Umdrehungsgeschwindigkeiten · Kontrolle der Feinregulierung am Stroboskop-Ziffernkranz · schwerer ausgewuchteter Plattenteller · allseitig ausbalancierter Präzisions-Tonarm · korrigierbarer vertikaler Spurwinkel · Tracking-Kontrolle · Antiskating-Einrichtung · Tonarmlift · Freilaufachse.  
Festpreis: 475,- DM





# Linearitätsmessung • Eine sehr genaue Meßmethode zur Bestimmung des Linearitätsmaßes von fernsehtechnischen Einrichtungen

## 1. Allgemeines und Begriffsbestimmungen

Nur im Idealfall ist die Aussteuerungskennlinie beziehungsweise Übertragungskennlinie von fernsehtechnischen Geräten linear, das heißt das Ausgangssignal mit dem Eingangssignal über eine lineare Funktion verbunden. Eine bestimmte Nichtlinearität, die das Fernsehsignal beeinflusst und nicht-lineare Verzerrungen verursacht, ist im praktischen Fall immer vorhanden. Oft muß man zum Beurteilen des Übertragungsverhaltens die Größe der Nichtlinearität wissen, besonders bei kommerziellen Geräten, Meßgeräten und Meßeinrichtungen.

Ein praktisches Maß zur Beurteilung der Nichtlinearität der Übertragungskennlinie eines fernsehtechnischen Gerätes ist das Linearitätsmaß  $m$ , der Quotient minimale Steilheit zu maximaler Steilheit im Aussteuerbereich, also

$$m = S_{\min}/S_{\max} \quad (1)$$

Die Steilheit einer Röhrenkennlinie ist die Steigung der Tangente in einem bestimmten Punkt der Kennlinie im  $I_a$ - $U_E$ -Diagramm:

$$S = d I_a / d U_E \text{ AV}^{-1} \quad (2)$$

Die Definition des Linearitätsmaßes aus der Übertragungskennlinie hat den Vorteil, daß man auch andere Para-

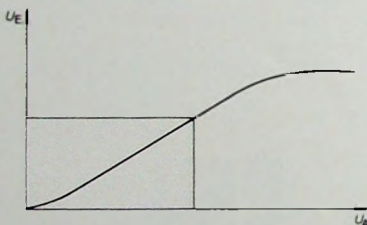


Bild 1. Übertragungskennlinie (Aussteuerungskennlinie)

meter wählen kann, zum Beispiel Eingangs- und Ausgangsspannung des Fernsehsignals (Bild 1).

$$W = d U_E / d U_A \quad (3)$$

$$m = W_{\min}/W_{\max} \quad (4)$$

Nun gilt die Formel für alle Geräte, auch für mit Transistoren bestückte oder passive, denn das Gerät gilt als Vierpol.  $m$  ist stets  $\leq 1$ ;  $m = 1$  stellt den Idealfall dar.

Man kann das Linearitätsmaß statisch und dynamisch messen. Bei der statischen Meßmethode bilden drei Sinusschwingungen Bildträger, Tonträger und Seitenbandschwingung oder Farbhilfsträger des Fernsehkanalsignals nach, wenn das Gerät einen HF-Eingang hat. Bei Geräten mit VF-Eingang genügt eine Sinusschwingung als Sei-

tenbandschwingung. Bei der dynamischen Meßmethode wertet man ein Fernsehsignal beziehungsweise Fernsehkanalsignal aus. Fernsehsignal und Tonsignal in HF-Lage ergeben das Fernsehkanalsignal [7].

Die statische Meßmethode ist nur eine Behelfsmessung, wenn Meßgeräte oder Meßeinrichtungen für die dynamische Meßmethode nicht zur Verfügung stehen. Die Sinusschwingungen, die das Fernsehkanalsignal simulieren, steuern die Übertragungskennlinie dauernd voll aus, so daß Belastungsverhältnisse entstehen, wie sie im Betrieb nicht existieren. Nur die impulsartige Aussteuerung durch das Fernsehkanalsignal entspricht den Betriebsverhältnissen und gewährleistet richtige, verwertbare Meßergebnisse.

## 2. Das Prinzip der dynamischen Linearitätsmeßmethode

Das Meßsignal bei der dynamischen Linearitätsmeßmethode ist ein sägezahnförmig ausgesteuertes Fernsehsignal. Das Tonsignal muß ebenfalls übertragen werden, damit betriebsgleiche Belastungsverhältnisse im Meßobjekt entstehen. Dem Sägezahnsignal überlagert man eine Sinusschwingung im Bildbereich, die durch das Meßsignal über den Bereich vom Schwarzwert bis zum Weißwert ausgesteuert wird (Bild 2).

Das überlagerte Signal hat einen Pegel von etwa 2,5 % bis 10 %, bezogen auf den Synchronwert, und eine Frequenz zwischen +0,5 MHz und +5 MHz, bezogen auf den Bildträger. Durch einen Wechsel der Frequenz des überlagerten Signals kann man Linearitätsunterschiede innerhalb der Nutzbandsbreite feststellen.

Bild 3 zeigt den Übersichtsschaltplan (Blockschaltbild) des Meßaufbaus. Der Prüfsignalgeber erzeugt ein Video-

signal, das im Bildbereich entsprechend Bild 2a von der Sinusschwingung des angeschlossenen Generators überlagert wird. Der Modulator erzeugt aus dem Meßsignal und einem Hilfsträger, hier Bildträger, ein normgerechtes Fernsehsignal gemäß Bild 2b. Eine weitere Sinusschwingung simuliert den Tonträger und ergänzt das Fernsehsignal zum Fernsehkanalsignal über ein Abzweigglied. Meßobjekten mit VF- und NF-Eingang führt man die entsprechenden niederfrequenten Signale zu.

Meßobjekte mit HF-Eingang sind Fernsehballempfänger, Fernsehempfänger, Fernsehsumierer, Fernsehkanalumschalter, Meßgeräte, Fernsehverstärker, Übertragungsstrecken usw.

Meßobjekte mit VF-Eingang sind Fernsehsender, Meßgeräte, VF-Verstärker, Monitore usw.

Das Meßsignal durchläuft das Meßobjekt und wird entsprechend der Nichtlinearität der Übertragungskennlinie beeinflusst.

Das Ausgangssignal steuert dann, gegebenenfalls auf einen vorgeschriebenen Pegel begrenzt, einen Demodulator an, falls dieser nicht schon im Meßobjekt vorhanden ist. Das so wiedergewonnene Videosignal durchläuft einen Hochpaß, dessen Grenzfrequenz etwas unterhalb der kleinsten Frequenz der überlagerten Sinusschwingung, hier 0,5 MHz, liegt. Der Hochpaß sperrt die Spektralanteile, die aus dem Videosignal (BAS-Signal) entstehen, und läßt nur die überlagerte Sinusschwingung passieren.

Die Auswertung des Oszillogramms der herausgefilterten Sinusschwingung, wie im Bild 4 dargestellt, ergibt das Linearitätsmaß  $m$  des Meßobjektes. Am Eingang, Bild 4a, hat das Sinussignal eine Amplitude mit der Größe  $x$ ; am Ausgang ist die Amplitude entsprechend der Nichtlinearität der Übertragungs-

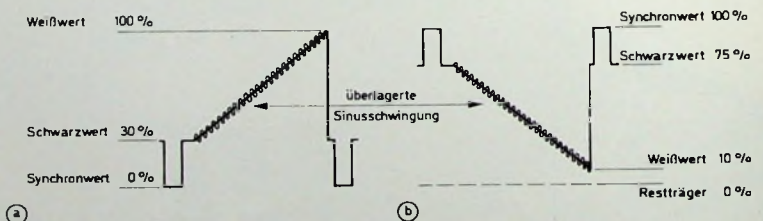


Bild 2. Sägezahnsignal in VF- und RF-Lage (neue Fernsehnorm CCIR), jeweils überlagert mit einer Sinusschwingung im Bildbereich; a) VF-Signal, b) RF-Signal

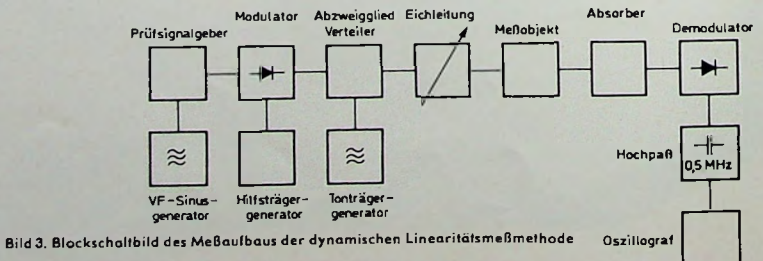


Bild 3. Blockschaltbild des Meßaufbaus der dynamischen Linearitätsmeßmethode

Ing. (grad.) Jörg Heydel ist Angehöriger des FTZ Darmstadt, Abteilung Funktechnik.



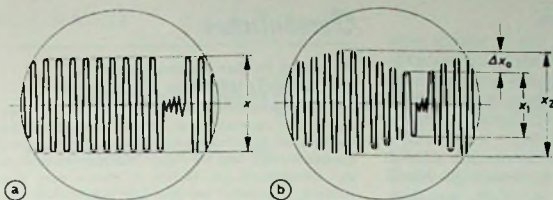


Bild 4. Oszillografische Überlagerung Sinusschwingung: a) Eingangssignal, b) Ausgangssignal

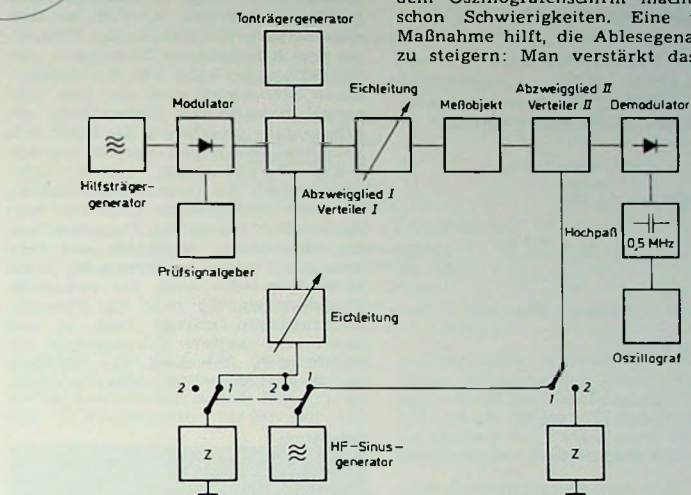
kennlinie des Meßobjektes verändert. Das Linearitätsmaß  $m$  errechnet sich aus dem Quotienten  $x_1/x_2$  der minimalen Amplitude zur maximalen Amplitude, die man aus der Einhüllenden der oszillographierten Sinusschwingung ablesen kann, zu

$$m = x_1/x_2 \quad (5)$$

Die Genauigkeit der Linearitätsmessung ist abhängig von den Meßgeräten, vom Meßaufbau und der Meßmethode. Die Meßgeräte, besonders Prüfsignalgeber und Modulator, beeinflussen die Linearität des Eingangssignals; der Demodulator hat Einfluß auf das Ausgangssignal, so daß die gemessene Nichtlinearität eigentlich die Summe der Nichtlinearitäten der Meßgeräte und des Meßobjektes ist, einen geeigneten Meßaufbau vorausgesetzt. Liegt die Nichtlinearität der Meßgeräte in der Größenordnung der des Meßobjektes, so muß man vorher in einer Kurzschlußmessung die Nichtlinearität der Meßgeräte feststellen und beim Berechnen des Meßergebnisses berücksichtigen. Muß man jedoch das Linearitätsmaß eines Meßobjektes sehr genau feststellen, so daß gegebenenfalls schon die bei der Frequenzumstimmung von der Kurzschlußmessung zur eigentlichen Messung auftretenden Nichtlinearitätsunterschiede eine zu große Differenz für das Meßergebnis bedeuten, dann hilft die erweiterte dynamische Linearitätsmeßmethode.

### 3. Erweiterte dynamische Linearitätsmeßmethode

Bild 4 zeigt den Meßaufbau der erweiterten dynamischen Linearitätsmeßmethode. Die Messung läuft im Prinzip wie im Abschnitt 2. beschrieben ab. Jedoch fügt das Abzweigglied I die Seitenbandschwingung erst nach dem Modulator zu dem Fernsehsignal hinzu.



### 4. Erhöhung der Meß- und Ablesegenauigkeit

Hochlineare Meßobjekte, die vielleicht Teil eines Fernsehübertragungssystems oder Eichgeräte sind, haben ein Linearitätsmaß, das fast 1 ist, zum Beispiel 0,99 oder 0,995. Das Ablesen der Unterschiede der Meßsignaleinhüllenden auf dem Oszillografenscreen macht dabei schon Schwierigkeiten. Eine weitere Maßnahme hilft, die Ablesegenauigkeit zu steigern: Man verstärkt das Meß-

Vor der Messung muß man die Meßeinrichtung eichen. Die Schalter stehen in Stellung 1. Aus dem Oszillogramm kann man das Linearitätsmaß des Demodulators errechnen. Stehen die Schalter in Stellung 2, dann ist das Meßobjekt in die Messung einbezogen.

Die Nichtlinearitäten des Prüfsignalgebers, des Modulators und des Demodulators gehen nicht in die Messung ein; die Meßgeräte sind nur Indikatoren bei dieser Meßmethode.

Das ist der größte Vorteil der Meßschaltung, weil diese Meßgeräte auf Umstimmen sehr empfindlich reagieren und das Meßergebnis beeinflussen würden. Falls das Meßobjekt das Fernsehsignalsignal in einen anderen Kanal umsetzt, muß der Meßsender für die Seitenbandschwingung zwar umgestimmt werden, jedoch wird dadurch das Meßergebnis nicht beeinflusst, zumal man das Ergebnis durch die Messung 1 korrigieren kann.

Bild 5. Blockschaltbild des Meßaufbaus der erweiterten dynamischen Linearitätsmeßmethode

signal auf dem Oszillografenscreen um zum Beispiel den Faktor  $v = 10$ , muß aber dann das Linearitätsmaß berechnen. Bild 6 zeigt den Ausschnitt eines vergrößerten Meßsignals. Der auszuwertende Ausschnitt muß auf dem Oszillografenscreen, wie Bild 6 zeigt, eingestellt werden, muß also einen Teil

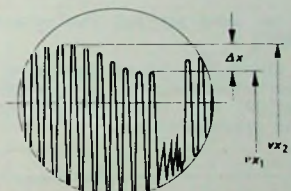


Bild 6. Oszillografische Überlagerung Sinusschwingung (nach der Verstärkung)

# FACHHANDELSTAGE

3 Vormittage exklusiv für Sie!



Am 24., 25. und 26. August von 9 bis 14 Uhr nur für den Fachhandel geöffnet

Deutsche Funkausstellung 1970 Düsseldorf, 21.-30. August

Information: Düsseldorfer Messegesellschaft mbH - NOWEA - 4 Düsseldorf, Messengelände, Telefon 44041, Telex 8584853 msse d



der Meßsignaleinhüllenden, oben oder unten, zeigen.

Durch Umrechnen kommt man zu folgendem Ergebnis:

Aus Bild 4 folgt

$$m = x_1/x_2 \quad (5)$$

Linearitätsmaß, Abschnitt 2;

$$x_2 - x_1 = 2 \Delta x_0 \quad (6)$$

$2 \Delta x_0$ , weil  $\Delta x_0$  am oberen und unteren Teil der Einhüllenden auftritt;

$$x_1 = x_2 - 2 \Delta x_0 \quad (7)$$

umgestellt aus Gl. (6);

$$m = \frac{x_2 - 2 \Delta x_0}{x_2} \quad (8)$$

eingesetzt Gl. (5) in Gl. (7).

Aus Bild 6 folgt

$$m = \frac{v x_2 - 2 v \Delta x_0}{v x_2} \quad (9)$$

Gl. (8) mit  $v$  erweitert;

$$m = 1 - \frac{2 \Delta x}{x_2} \quad (10)$$

( $2 v \Delta x_0 = 2 \Delta x$ ).

$x_2$  ist auf dem Oszillografenbildschirm meist 1 oder die Einheit, auf die bezogen wird.  $\Delta x$  ist das Ablesergebnis. Man kann daher schreiben

$$m = 1 - \frac{2 \Delta x}{v} \quad (11)$$

$\Delta x$  ist dabei als Teil von  $x_2$  ausgedrückt.

Mit dieser Meßmethode kann man das Linearitätsmaß auch bei geringer Nichtlinearität der Übertragungskennlinie genau ermitteln.

## 5. Schlußbetrachtungen

In den Abschnitten 2 bis 5. wurde eine dynamische Meßmethode zur Ermittlung des Linearitätsmaßes von fernsehtechnischen Einrichtungen beschrieben, die sich durch Schaltungsmaßnahmen zu hoher Meßgenauigkeit weiter entwickeln läßt. Zum Messen nach dieser Methode sind einige hochwertige Meßgeräte erforderlich, so daß sie fast ausschließlich für Eichzwecke, Kontrollen und kommerzielle Messungen verwendet werden kann. Für die verschiedenen Meßobjekte muß die hier universell beschriebene Meßmethode gegebenenfalls modifiziert, das heißt dem jeweiligen Meßobjekt angepaßt werden. Durch Vereinfachung, jedoch unter Verwendung der Grundmeßkonzeption, ist diese Meßmethode auch für Servicezwecke verwendbar. Die aufgeführten Gleichungen, Meßhilfen und Fehlerangaben gelten im Prinzip für jeden Meßaufbau, also auch für technische Einrichtungen, die nicht für Fernsehübertragungen gedacht sind, so daß durch eine weitere Umwandlung die Meßmethode universell zur Messung der dynamischen Linearität geeignet ist.

## Schrifttum

- [1] ● Schröter, F.: Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik; 5. Band: Fernstechnik. Berlin/Göttingen/Heldelberg 1956, Springer
- [2] ● Meinke, H., u. Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Berlin/Göttingen/Heldelberg 1956, Springer
- [3] ● Kramer, E., u. Dobesch, H.: Hochfrequenz- und Videomeßtechnik. Berlin 1963, Verlag Technik
- [4] Müller, J.: Prüf- und Meßverfahren der Fernsehübertragungstechnik. Fernmeldepraxis Bd. 29 (1952) Nr. 9 und 10
- [5] ● Heydel, J., u. Vogt, N.: Fernsehumschalter. Berlin 1969, Schleie & Schön
- [6] Pflichtenheft der DBP für Fernsehumschalter in den Frequenzbereichen I, III, IV und V. FTZ 176 Pf. 2, Oktober 1966
- [7] DIN 45 060 „Fernstechnik, Begriffe“ November 1962

## Persönliches

### Wechsel in der Führungsspitze von AEG-Telefunken

Dr. rer. pol. Hans Bühler (66), seit 1966 Vorsitzender des Vorstands der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft AEG-Telefunken, ist aus dem Vorstand ausgeschieden und von der Hauptversammlung der Gesellschaft am 18. Juni in Berlin dem Aufsichtsrat zugewählt worden. Der Aufsichtsrat von AEG-Telefunken wählte Dr. Hans Bühler, der über vier Jahrzehnte der AEG angehört, zu seinem Vorsitzenden. Er trat damit die Nachfolge von Dr. jur. et rer. pol. Hans Constantin Boden (76) an, der seit 1961 mit kurzer Unterbrechung Aufsichtsratsvorsitzender des Unternehmens war und AEG-Telefunken weiterhin als Ehrenvorsitzender des AR zur Verfügung stehen wird. Mit Ablauf der Hauptversammlung hat der neue Vorsitzende des Vorstands von AEG-Telefunken, Dr. jur. Hans Groebe (53), sein Amt übernommen.

Hans Groebe ist am 29. September 1916 in Breslau geboren. Nach dem Abitur absolvierte er von 1935 bis 1937 eine kaufmännische Lehre im damaligen AEG-Büro Erfurt, der ein mehr als achtjähriger Wehr- und Kriegsdienst folgte. Hans Groebe studierte Volkswirtschaft und Rechtswissenschaft. Im Jahre 1949 promovierte er an der Universität Freiburg i. Br. zum Dr. jur. Zwei Jahre später legte Dr. Groebe in München die große juristische Staatsprüfung ab. Ende des Jahres 1950 trat er wieder in die AEG ein. Nach kurzer Informationszeit war er zunächst in der Verkaufsleitung und in der Revision tätig. 1955 wurde ihm die kaufmännische Leitung des AEG-Büros Münster übertragen. Von 1958 an war Dr. Groebe sechs Jahre lang kaufmännischer Leiter des AEG-Büros Hannover. Bei gleichzeitiger Ernennung zum Generalbevollmächtigten wurde er 1964 mit der Leitung des Geschäftsbereichs „Technisches Liefergeschäft“ beauftragt. Am 1. Januar 1966 wurde Dr. Groebe zum stellvertretenden und am 1. Juli desselben Jahres zum ordentlichen Vorstandsmitglied bestellt.

### Prof. Dr. A. Rabenau an das Max-Planck-Institut berufen

Professor Dr. Albrecht Rabenau, stellvertretender Direktor und Prokurist der Philips-Forschungslaboratorium Aachen GmbH, ist mit Wirkung vom 1. Mai 1970 zum wissenschaftlichen Mitglied des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung in Stuttgart ernannt worden. Gleichzeitig wurde er zum Direktor an diesem Institut berufen. Da es sich noch im Aufbau befindet, werden die Funktionen von Prof. A. Rabenau im Philips-Laboratorium als Leiter der Forschungsgruppe Chemie von dieser Berufung zunächst nicht berührt.

### B. W. A. Lehmann trat in den Ruhestand

B. W. Arno Lehmann, Geschäftsführer und technischer Direktor der Daimon GmbH, beendete am 30. Juni 1970 nach 46 arbeitsreichen Jahren seine erfolgreiche Tätigkeit für das Unternehmen. Nicht nur mit fundiertem Wissen und Können, sondern durch persönliche Tatkraft hat er über vier Jahrzehnte wesentlich am Auf- und Ausbau der Daimon-Werke in Köln und Berlin beigetragen.

### F. Trömel 50 Jahre

Oberingenieur Fritz Trömel, Leiter der Entwicklung Rundfunk-Heimgeräte und Transistorkollgeräts der Norddeutsche Mende Rundfunk KG, wird am 24. Juli 50 Jahre. Der gebürtige Dresdener erlief eine gründliche Ausbildung als Elektroingenieur (Fachrichtung Nachrichtentechnik) an den Ingenieurschulen Leipzig und Dresden. 1946 folgte eine Tätigkeit im Mende-Rundfunkwerk in Dresden. Anschließend war er bis 1951 im Sachsenwerk (Rafena) in Radeberg bei Dresden als Entwicklungsgruppenleiter für Dezimeter-Funktelefone beschäftigt. Am 15. Oktober 1951 trat er als Laboringenieur bei Nordmende, Bremen, ein. Beim Aufbau der Entwicklungsabteilung Rundfunkempfänger, Transistorkoffer und Tonbandgeräte war er beteiligt und wurde 1958 auf Grund seiner besonderen Befähigung Leiter dieser neuen Entwicklungsabteilung. Nach zehnjähriger Zugehörigkeit zu Nordmende ernannte ihn 1961 Martin Mende, nicht zuletzt wegen seiner Verdienste um den hohen Entwicklungsstand seiner Abteilung, zum Oberingenieur. Laborabteilungen und Konstruktionsbüros wurden unter seiner Führung zum Entwicklungsbereich Rundfunk zusammengefaßt.

## 50 Jahre ITT

Am 16. Juni 1970 feierte die International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) ihr 50jähriges Bestehen. Mit einem Umsatz von rund 5,5 Milliarden Dollar gehört ITT zu den größten Unternehmen der Welt. Unter den „größten zehn“ der Fortune-Liste hatte ITT 1969 die höchsten Zuwachsraten bei Umsatz und Gewinn.

Ursprünglich war die Firma vor allem auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik tätig. Verluste durch Enteignungen in Europa (als Folge des Zweiten Weltkrieges) und in Südamerika gaben den Anlaß, sowohl hinsichtlich der Produkte als auch geografisch eine breitere Basis anzustreben. Deshalb dehnte das Unternehmen seine Aktivitäten auf dem Wege der Diversifikationen aus. Schwerpunkte liegen heute außer bei der Nachrichtentechnik im Bereich der Dienstleistungen (Avis-Autovermietung, Sheraton-Hotelkette), der Nahrungsmittelindustrie, des Versicherungsgeschäfts sowie der Raumfahrt und Meeresforschung.

In der Bundesrepublik gehören zahlreiche Firmen mit einem Gesamtumsatz von 2,3 Milliarden DM zum weltweiten ITT-Firmenverband, unter anderem SEL, Teves und Intermetall. Der Unternehmensverband beschäftigt über 300 000 Mitarbeiter in fast 70 Ländern.

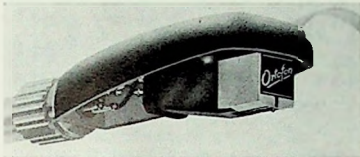


# Stereo-Magnetsystem „M 15“ im Tonarm „RS 212“

## 1. Stereo-Magnetsystem „M 15“

### 1.1. Allgemeines

Mit dem neuen Modell „M 15“ hat Ortofon ein nach dem magnetdynamischen Prinzip arbeitenden Stereo-Abtaster herausgebracht, der in seiner Qualität den unter gleichem Namen auf dem Studiogerätemarkt bekannten professionellen Erzeugnissen kaum nachsteht. Der Abtaster (Bild 1) ist im



Tab. I. Technische Daten des Stereo-Abtasters „M 15“ ▶

Übertragungsmaß:	1,5 mV/cm (1 kHz)
Systemabschluß:	47 kOhm (je Kanal)
Systemgleichstromwiderstand:	1,1 kOhm (je Kanal)
Systeminduktivität:	600 mH (je Kanal)
Übertragungsbereich und Frequenzgang:	20 Hz...10 kHz $\pm 1$ dB 20 Hz...20 kHz $\pm 2$ dB
Übersprechdämpfung (bei 1 kHz):	>30 dB
vertikaler Spurwinkel:	15°
Tonarmauflagekraft:	0,75...3 p
effektive Nadelmasse:	0,4 mg
Trackability bei 300 Hz, 1 p:	140 $\mu$ m
maximale Kapazität des Anschlußkabels:	800 pF
Nadeleinsätze: elliptisch (grau)	8/18 $\mu$ m
kegelförmig (blau)	15 $\mu$ m
System-Compliance, horizontal:	20 $\cdot 10^{-6}$ cm/dyn
Brummabstand (bezogen auf 10 cm/s, 1 kHz):	62/64 dB

Bild 1. Das neue Stereo-Magnetsystem „M 15“ von Ortofon

Vergleich zu älteren Ortofon-Systemen abmessungsmäßig kleiner und auch leichter (5 g) ausgefallen. Er benötigt auch nicht mehr einen speziellen Tonkopf, sondern kann, unter Einhaltung der 1/2"-Befestigungsnorm, in jeden Hi-Fi-Tonkopf eingebaut werden.

Der Nadelträger, der eine Nachgiebigkeit von etwa  $20 \cdot 10^{-6}$  cm/dyn aufweist, ist in einem sehr robusten Steckensatz montiert. Dieser ist mit einem zusätzlichen Führungsschaft versehen, wodurch die erforderliche genau definierte Stellung im Abtastergehäuse gewährleistet ist. Der Einsatz ist in der Farbe grau mit elliptischer, in der Farbe blau mit kegelförmiger Abtastnadel aus Naturdiamant bestückt. Die vier Systemanschlüsse können über die üblichen Steckverbindungen an Stiftkontakten abgenommen werden.

### 1.2. Technische Daten

#### 1.2.1. Übersicht

Die technischen Daten gehen aus Tab. I hervor. Nachstehend sei auf einige Eigenschaften noch etwas näher eingegangen.

#### 1.2.2. Übertragungsmaß

Das Übertragungsmaß ist 1,5 mV/cm bei 1 kHz an einem Abschlußwiderstand von 47 kOhm. Bei Vollausssteuerung ist die maximale Ausgangsspannung also etwa 12 mV. Die Pegelgleichheit der beiden Kanäle ist mit Abweichungen  $\leq 1$  dB im Bereich 60 Hz ... 14 kHz sehr gut.

#### 1.2.3. Betriebsmäßige Tonarmauflagekraft

Optimaler Abschlußwiderstand und günstigste Auflagekraft wurden durch die Abtastung einer dreieckförmigen Rillenmodulation, die eine weitgehend rechteckförmige Ausgangsspannung der Frequenz 1 kHz ergeben muß [1], ermittelt (Bild 2). Nach Angaben des Herstellers kann die Auflagekraft im Bereich 0,75 p ... 3 p liegen. Das Ergebnis des Rechteckkurventests für beide Kanäle läßt eine betriebssichere Auf-

lagekraft von 1 p für das System „M 15“ zu. Die Abtastsicherheit bei 1 p wurde dann nochmals mit dem Teil 3.4 der Hi-Fi-Testplatte 641 001 der DG



Bild 2 (oben). Einschwingvorgänge und Kurvenformverzerrungen des „M 15“ bei 1 p Tonarmauflagekraft, kontrolliert an einer rechteckförmigen Ausgangsspannung bei der Abtastung einer dreieckförmigen Rillenauslenkung

Bild 3. Übersprechen (unten) und Frequenzgang (oben) des Abtasters, bezogen auf konstante Schnelle; Testplatte T 72212, DIN 45 543, Auflagekraft 1 p, Abschlußwiderstand 47 kOhm

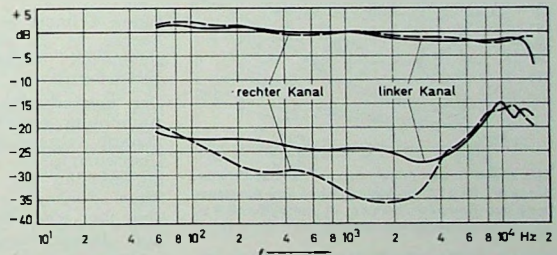


Bild 4. Wie Bild 3, jedoch mit Testplatte DGG 99110, DIN 45541

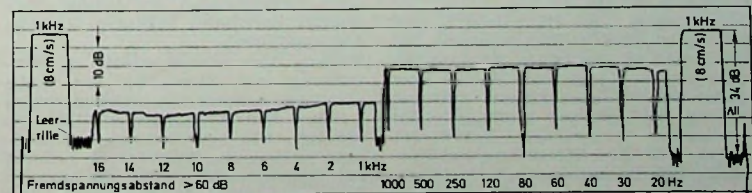
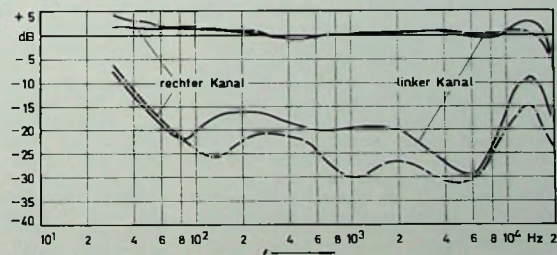


Bild 5. Frequenzgang des „M 15“ auf Dual-„1019“-Laufwerk; Auflagekraft 1 p, Antiskating 1, 2, rechter Kanal, Meßplatte DGG 99106

Ing. Hans-Joachim Haase ist Dozent an der Schule für Rundfunktechnik in Nürnberg.



der hohen Frequenzen deutet sich schwach eine Resonanzüberhöhung an. Wegen der sehr geringen bewegten Masse des „M 15“ (0,4 mg bezogen auf die Nadelspitze) liegt sie bei 14 bis 16 kHz jedoch sehr hoch und ist außerdem gut gedämpft. Hier ist die Nachgiebigkeit der Plattenmasse nicht ohne Einfluß!

### 1.2.5. Übersprechen

Das Übersprechen muß nach den vorliegenden Meßergebnissen als sehr gut bezeichnet werden, wenn es – wie bei allen derartigen Messungen – auch bei diesem System stark abhängig von der Meßplatte ist (vgl. Bilder 3 und 4). Selten findet man bei nichtprofessionellen Abtastern in den Tiefen (<60 Hz) und Höhen (>8 kHz) einen so weiten und zwischen den beiden Kanälen so gleichwertigen Übersprechabstand. Nach Angaben des Herstellers wird das System so justiert, daß bei 10 kHz das Übersprechen mindestens 20 dB beträgt. Das ist ein völlig ausreichender Wert, der bei der Überprüfung aber häufig durch die (mittlerweile verminderte) Qualität der Meßplatte beeinflusst wird.

### 1.2.6. IM-Verzerrungen

Die Intermodulations-Verzerrungen (die sogenannten *FIM*-Verzerrungen sind zahlenmäßig um eine Zehnerpotenz kleiner!) des Abtasters in Abhängigkeit vom Pegel und Rillendurchmesser zeigt Bild 6. Die Meßwerte sind gültig

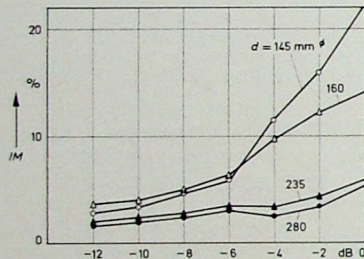


Bild 6. IM-Verzerrungen des „M 15“ im Ortofon-Tonarm „RS 212“ in Abhängigkeit von Aussteuerung und Rillendurchmesser d; Auflagekraft 1 p. Meßplatte DIN 45 542

für 1 p Auflagekraft. Auf die Erfassung der Abhängigkeit  $IM = f(\text{Auflagekraft})$  wurde verzichtet, da bereits vorher der Wert 1 p als optimale Tonarmauflagekraft erkannt wurde. Die IM-Meßwerte nach Bild 6 zeigen Größenordnungen, die der Bericht bisher noch bei keinem Abtaster messen konnte. Der Kurvenverlauf deutet darauf hin, daß auch bei möglichen Aussteuerungen >0 dB die IM-Verzerrungen bei der Musikwiedergabe den Wert 2% (*FIM*) kaum erreichen beziehungsweise überschreiten können.

## 2. Tonarm „RS 212“

Der Tonarm „RS 212“ (Bild 7 und Tab. II) ist eine Hi-Fi-Ausführung für den Aufbau an Turntables. Er weist bei einer totalen Länge von 300 mm eine effektive Länge von 228 mm auf und bewirkt bei richtiger Montage einen maximalen tangentialen Fehlwinkel von nur 1,2°. Zur Befestigung des Tonarms dient der auf dem zylinderförmigen Standlager in der Höhe um etwa 40 mm verschiebbar angebrachte Lagerflansch. Am unteren Ende des Stand-

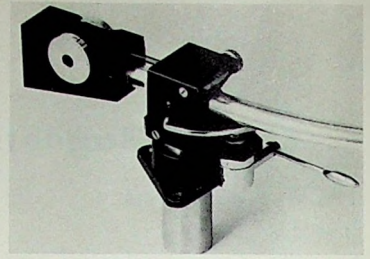
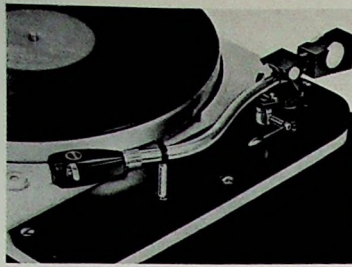


Bild 7. Tonarm „RS 212“ mit organisch angebautem Tonarmlift; im rechten Teilbild ist die Antiskatingeinrichtung (kombiniert mit der Tonarmauflagekräfteeinstellung) besonders gut erkennbar

Tab. II. Technische Daten des Tonarms „RS 212“

totale Länge:	300 mm
effektive Länge:	228 mm
maximaler tangentialer Fehlwinkel:	1,2°
einstellbare Tonarmauflagekraft:	0 ... 4,5 p
Tonkopf mit 1/2"-Befestigungsnorm	
Systemleitungen:	4
Tonarm-Eigenresonanz:	< 10 Hz
zulässige Gewichte der einbaubaren Abtaster:	6 ... 19 g
Gesamtgewicht des Arms:	425 g

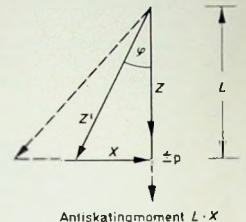


Bild 8. Kräfteschema der Antiskatingeinrichtung

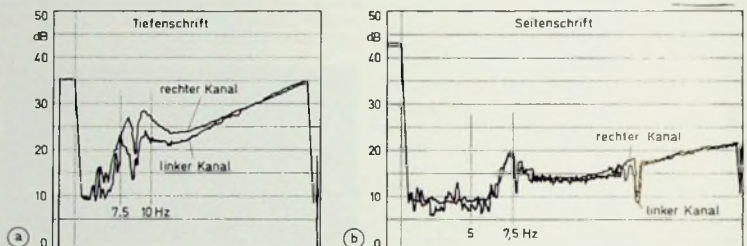


Bild 9. Resonanzen des „RS 212“ bei der Abtastung einer Tiefschrift (a) und einer Seitenschrift (b)

lagers befindet sich eine siebenpolige Buchse, in die der Stecker des mitgelieferten Tonabnehmerkabels eingeführt wird.

Der auswechselbare Tonkopf ist aus Aluminium gespritzt. Er wird in den Tonarm eingesteckt und mit einer Überwurfmutter arretiert. Der Kontaktschluß der beiden Kanäle zwischen Tonkopf und Tonarm erfolgt über vier federnde Kontaktstifte.

Zum Balanceausgleich für die Horizontalebene dient das rückwärtige Ausgleichsgewicht. Es kann vor- oder zurückgeschoben werden. Zur Einstellung der Tonarmauflagekraft (0 ... 4,5 p) wird mit Hilfe eines markierten Rändels eine Zugfeder gespannt oder entlastet. Bei Benutzung besonders schwerer Abtastsysteme (maximal 18,5 g) kann in das Ausgleichsgewicht ein zusätzliches Gewicht eingeschraubt werden. Die beiden Tonarmlager bestehen aus Präzisions-Feinkugellagern und weisen sehr niedrige Reibungskräfte auf (horizontal 0,07 p und vertikal 0,03 p). Wie Bild 7 zeigt, ist organisch mit der Tonarmkonstruktion der (früher auch separat lieferbare) bekannte Ortofon-Lift kombiniert.

Einfach, doch präzise arbeitet die Einrichtung zur Erzeugung des Antiskatingmomentes. Die Wirkungsweise ist aus dem Kräfteschema Bild 8 ersichtlich. Die zur Auflagekräfteeinstellung verwandte Zugfeder Z befindet sich zunächst achsparallel zum hinteren Tonarmteil. Wird die Einspannung der Feder am feststehenden Lagerbock seitlich nach links um den Winkel  $\varphi$  in

die Stellung Z' verschoben, dann entsteht ein Kräftedreieck Z-Z'-X, wobei die mit der Skating-Korrekturschraube eingestellte Komponente X in Verbindung mit dem konstanten oder variablen Hebelarm L (je nach eingestellter Tonarmauflagekraft) das der Auflagekraft angepaßte Antiskatingmoment erzeugt.

Wie aus den Meßkurven nach den Bildern 9a und 9b zu erkennen ist, liegt die Tonarm-Eigenresonanz des „RS 212“ (einschließlich des „M 15“) gemessen in beiden Kanälen sowohl für seitliche als auch vertikale Anregung unterhalb 10 Hz und dürfte somit keinerlei Störungen des Abtastvorganges zur Folge haben.

Den akustischen Eindruck bei der Schallplattenwiedergabe über eine Rundfunk-Studioanlage mit dem „M 15“ konnte man, sowohl bei sehr anspruchsvollen Instrumental-Tests (unter anderem: „An audio obstacle course“, Shure TTR-101) als auch bei verschiedenartigen Musikschallplatten, als sehr gut bezeichnen. Auch kritische Passagen kamen – bei 1 p Tonarmauflagekraft – differenziert und weitgehend unverzerrt zur Geltung. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß mit diesen beiden neuen Ortofon-Erzeugnissen (deutsche Vertretung: Paillard Boler GmbH, 8045 Ismaning) dem Hi-Fi-Freund zwei Spitzenerzeugnisse des Weltmarktes zur Verfügung stehen.

### Schrifttum

- [1] Haase, H.-J.: Tonabnehmerprüfungen mit Rechtecksignalen. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 20, S. 767-768



# FAM-Verfahren für die Farbbildaufzeichnung mit semiprofessionellen Videorecordern

## 1. Einleitung

Ständig nehmen die technischen Fortschritte und Verbesserungen auf dem Gebiet der Bildaufzeichnung mit semiprofessionellen Videorecordern zu. Augenblicklich ist die Aufzeichnung und Wiedergabe von Farbbildern mit diesen kleinen Aufzeichnungsgeräten aktuell. Mehrere Methoden sind bisher bekannt und experimentell untersucht worden.

Besondere Beachtung findet das im IRT München entwickelte und bereits 1960 im Zusammenhang mit dem Farbbild-Übertragungsverfahren diskutierte FAM-Verfahren [1, 2]. Dieses bereits praktisch erprobte Verfahren erlaubt es, mit Hilfe semiprofessioneller Videorecorder auch Farbbildsignale aufzuzeichnen und optisch recht zufriedenstellende und stabile Farbbilder wiederzugeben. Das FAM-Verfahren ist weitgehend unabhängig von den einzelnen Farbbild-Normen und dürfte für den internationalen Austausch von Vorführbändern besonders geeignet sein. Die Austauschbarkeit der unterschiedlich breiten Magnetbänder ist nach wie vor das größte Problem bei den nach dem Schrägspur-Verfahren arbeitenden Geräten. Nur eine internationale Standardisierung würde die bestehenden Schwierigkeiten beseitigen.

## 2. FAM-Verfahren

Das FAM-Verfahren (Frequenz - Amplituden - Modulation) wurde in Verbindung mit der Aufzeichnung und Wiedergabe von Farbsignalen zum erstenmal 1968 auf der FTG-Tagung in Saarbrücken einem größeren Kreis von Fachleuten vorgeführt [3]. Die Industrie (Ampe, Fernseh GmbH, Grundig) nahm sich dieser Entwicklung dann an und versuchte, dieses Verfahren für die Farbbildaufzeichnung mit kleinen Bildaufzeichnungsgeräten zu verbessern.

Hinsichtlich der zeitlichen Schwankungen des wiedergegebenen Bildsignals und der Übertragungseigenschaften der Farbbildfrequenz ist das FAM-Verfahren relativ unempfindlich. Es berücksichtigt die kleinere Bandbreite und die geringere Laufzeitstabilität dieser Geräte.

Die semiprofessionellen Videorecorder weisen je nach Fabrikat horizontale Bildstandsschwankungen von etwa 0,2 bis 0,5 µs auf, und die Bandbreiten reichen von etwa 2 bis 4 MHz.

Da der Farbbildträger von 4,43 MHz (bei PAL) außerhalb des Frequenzbereiches der Geräte liegt, würde eine direkte Farbaufzeichnung nicht möglich sein. Damit aber die Farbinformation aufgezeichnet werden kann, wählt man beim FAM-Verfahren einen Farbbildträger, der in den Frequenzbereich dieser Videorecorder fällt.

Die Wahl der Farbbildträgerfrequenz richtet sich je nach der Bandbreite des verwendeten semiprofessionellen Videorecorders. Sie kann unterschiedlich sein (1,66 MHz, 2,1 MHz, 2,65 MHz, 3,8 MHz)

und stellt einen Kompromiß zwischen Bildschärfe, Auflösung und Rauschabstand dar. Die Herabsetzung der Farbbildträgerfrequenz bedingt eine Verminderung der Bandbreite des Leuchtdichtesignals, wodurch hauptsächlich eine Beeinträchtigung der Bildschärfe und Auflösung in horizontaler Bildrichtung verursacht wird. Dieser herabgesetzte Farbbildträger wird gleichzeitig frequenz- und amplitudenmoduliert. Durch diese Modulationsarten bewirkt man, daß die zeilenmäßigen Phasenschwankungen nicht so sehr zur Geltung kommen und sich bei der Farbwiedergabe nicht störend auswirken.

### 2.1. Aufzeichnung

Im Bild 1 ist das Prinzip der Aufzeichnung und der Signalerzeugung nach dem FAM-Verfahren dargestellt. Der FAM-Coder gibt ein FBAS-Signal ab, das ein semiprofessioneller Videorecorder, dessen Bandbreite 3,5 MHz beträgt,

vermindert, und eine Stabilisierung der Ruhfrequenz wird erreicht.

Weil der Anteil des (R-Y)-Signals an der Gesamtleuchtdichte höher als der des (B-Y)-Signals ist, wählt man zur Übertragung des (R-Y)-Signals die Frequenzmodulation. Sie ist gegen Störspannung wesentlich unempfindlicher als die Amplitudenmodulation.

Vom Frequenzmodulator gelangt der frequenzmodulierte Farbbildträger von 2,65 MHz zum Amplitudenmodulator. Hier werden das (B-Y)- und das frequenzmodulierte (R-Y)-Signal amplitudenmoduliert. Der AM-Modulator ist so eingestellt, daß ohne moduliertes (B-Y)-Signal die Amplitude des Farbbildträgers einen konstanten Wert von  $A_0 = 0,3 V_{SS}$  aufweist.

In normalen Farbbildern ist das (B-Y)-Signal vorwiegend negativ. Deshalb wird für die Amplitudenmodulation ein negatives Farbdifferenzsignal verwen-

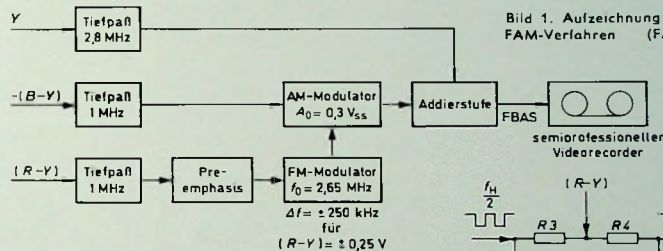


Bild 1. Aufzeichnung nach dem FAM-Verfahren (FAM-Coder)

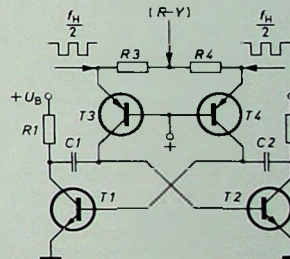


Bild 2. Frequenzmodulator für das FAM-Verfahren

aufzeichnet [1]. Dem FAM-Coder werden das  $Y$ -Signal und die beiden Farbdifferenzsignale ( $R-Y$ ) und  $(B-Y)$  angeboten. Diese Signale entnimmt man entweder einer Matrixschaltung oder der Demodulationsstufe eines Farbbildempfängers. Das  $Y$ -Signal gelangt über einen Tiefpaß von 2,8 MHz zur Addierstufe. ( $R-Y$ ) und  $(B-Y)$  werden über je einen 1-MHz-Tiefpaß den beiden Modulatoren zugeführt. Bevor das ( $R-Y$ )-Signal den FM-Modulator, der aus einem Multivibrator besteht, erreicht, werden die höheren Frequenzen durch eine Preemphasis angehoben.

Das auf 1 MHz begrenzte und vorentzerte ( $R-Y$ )-Signal moduliert die Frequenz des Multivibrators, dessen Ruhfrequenz  $f_0 = 2,65 \text{ MHz}$  ist. Diesem Multivibrator (Bild 2) führt man während der horizontalen Austastung negative Impulse halber Zeilenfrequenz zu, wobei die beiden Impulse um eine halbe Periodendauer verschoben sind. Die Farbbildträgerphase ändert sich somit von Zeile zu Zeile um  $180^\circ$ . Dadurch werden die Störwirkungen des Farbbildträgers bei der späteren Wiedergabe

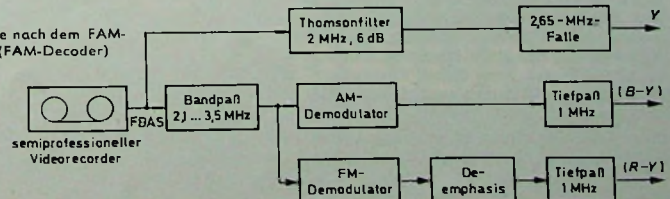
det. Das bewirkt gleichzeitig eine Vergrößerung des Farbbildträgers.

In der Addierstufe wird der zweifach modulierte Farbbildträger ohne zusätzliche Bandbegrenzung zum Leuchtdichtesignal addiert. Das auf diese Weise erzeugte FAM-codierte FBAS-Signal wird dann aufgezeichnet.

### 2.2. Wiedergabe

Aus Bild 3 ist die Wirkungsweise des FAM-Decoders zu ersehen. Das vom Videorecorder wiedergegebene FAM-FBAS-Signal durchläuft einen Bandpaß von 2,1 bis 3,5 MHz. Der ausgefilterte Farbbildträger wird einem Amplituden- und einem Frequenzdemodulator zugeführt. Durch die Demodulation gewinnt

Bild 3. Wiedergabe nach dem FAM-Verfahren (FAM-Decoder)





man die beiden Farbdifferenzsignale. Das (R-Y)-Signal wird durch ein De-emphasisglied so beeinflusst, daß ein zur Preemphasis umgekehrter Amplitudengang entsteht. Beide Signale werden durch 1-MHz-Tiefpässe begrenzt. Das vom Videorecorder kommende FBAS-Signal wird außerdem über ein Thomsonfilter geleitet, das den Farbträger unterdrückt. Dieses Thomsonfilter hat einen sehr flachen Amplitudengang-abfall, das heißt, die Amplitude ist bei 2 MHz auf 6 dB und bei 3,5 MHz auf Null abgefallen.

Um den restlichen Farbträger unwirksam zu machen, ist dem Thomsonfilter noch zusätzlich eine Falle von 2,65 MHz nachgeschaltet. Das zur Verfügung stehende Leuchtdichtesignal Y hat nur eine Bandbreite von 2 MHz, wodurch ein wahrnehmbarer Schärfeverlust festzustellen ist.

Zur Verbesserung der Bildschärfe wendet man beim FAM-Verfahren die sogenannte Crispening-Technik an [1, 2]. Nach Bild 4 wird zu einem verzögerten und entsprechend entzerrten Leuchtdichtesignal Y' addiert. Diese Methode hilft, die Bildschärfe zu verbessern, ohne den visuellen Störabstand zu beeinträchtigen.

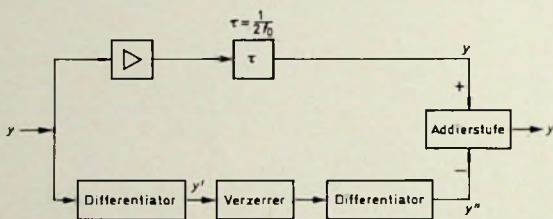


Bild 4. Prinzip der Crispening-Schaltung zur Verbesserung der Bildschärfe

Prinzipiell gibt es noch einige andere Möglichkeiten, um die Bildschärfe zu beeinflussen. Bei der Aufzeichnung erfolgt dies bereits durch die erwähnte Tastung des Multivibrators mit  $f_H/2$ -Impulsen. Damit wird erreicht, daß der Farbträger in aufeinanderfolgenden Zeilen jeweils die entgegengesetzte Phase hat, also von Zeile zu Zeile um  $180^\circ$  geschaltet wird. Weiterhin lassen sich durch geeignete Klemmschaltungen nach der Demodulation störende Signalanteile des Farbträgers im (B-Y)- und auch im (R-Y)-Signal kompensieren.

Die drei am Ausgang des FAM-Decoders zur Verfügung stehenden Signale können an die entsprechenden Stufen eines Farbfernsehempfängers geschaltet werden oder eine Matrix speisen, die die Farbwertsignale RGB erzeugt. Mit Hilfe eines RGB-Monitors läßt sich das vom semiprofessionellen Videorecorder wiedergegebene Signal betrachten.

Als besondere Eigenschaft des FAM-Verfahrens sollte erwähnt werden, daß es relativ unempfindlich gegenüber Frequenzschwankungen ist. Standbild- und Zeitlupenwiedergabe bereiten keine wesentlichen Schwierigkeiten, obwohl Änderungen der Relativgeschwindigkeit zwischen Kopf und Band Farbträgerfrequenzabweichungen von 20 bis 30 kHz hervorrufen können.

Das FAM-Verfahren ist auch gegenüber Normänderungen unempfindlich. Erfol-

reich war man beim Kopieren von Bändern. Es gelang auch, von einer Kopie eine weitere Kopie anzufertigen. Beim FAM-Verfahren ergeben sich keine Schwierigkeiten, wenn für die Wiedergabe ein anderes Gerät gleichen Typs verwendet wird als für die Aufzeichnung.

Erwähnenswert ist die Kompatibilität beim FAM-Verfahren. Die Wiedergabe mit Schwarz-Weiß-Empfängern setzt entweder eine hohe Farbträgerfrequenz voraus, oder der Farbträger muß bei niedriger Farbträgerfrequenz von einem Tiefpaß unterdrückt werden.

### 3. Farbzusatz „FAM 200“ von Grundig

Der Grundig-Farbzusatz „FAM 200“ (Bild 5) arbeitet in Verbindung mit dem Bildbandgerät „BK 200“ oder anderen semiprofessionellen Videorecordern. Der auf der diesjährigen Hannover-Messe vorgestellte Farbzusatz funktioniert nach dem bereits beschriebenen FAM-Verfahren. Einige technische Daten weichen bei diesem Gerät von den im Abschnitt 2. genannten geringfügig ab. Die Bandbreite für die Farbdifferenzsignale ist etwa 0,5 MHz, und die Farbträgerfrequenz liegt bei 3,8 MHz.

Insgesamt enthält der Grundig-Farbzusatz sechs steckbare Druckschaltungs-

die RGB-Eingänge des Gerätes an eine Farbkamera anschließen (Bild 6, oben). Bei Verwendung eines PAL-Decoders kann zwischen RGB- und FBAS-Eingangssignalen umgeschaltet werden, so daß auch FBAS-Signale aufzuzeichnen sind. Ebenso können bei Wiedergabe RGB-Monitoren direkt angeschlossen werden (Bild 6, unten). Der Anschluß eines FBAS-Monitors erfordert jedoch einen PAL-Coder.

Das Gerät hat außerdem Ein- und Ausgangsbuchsen für ein normgerechtes Synchronsignal.

#### Schrifttum

- [1] Mayer, N., Holoch, G., u. Möll, G.: Farbfernsehsignal-Aufzeichnung nach dem FAM-Verfahren mit einfachen Magnetbandgeräten. Rundfunktechn. Mitt. Bd. 13 (1969) Nr. 4, S. 159-169
- [2] Mayer, N., Holoch, G., u. Möll, G.: Aufzeichnung von Farbfernsehsignalen mit einfachen Magnetbandgeräten. Funktschau Bd. 41 (1969) Nr. 24, S. 845-847
- [3] Schmidt, G.: Semiprofessionelle Video-Recorder. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 23, S. 900
- [4] Mayer, N., Holoch, G., u. Möll, G.: Farbsignalaufzeichnung mit verschiedenen Bandbreiten. Funktschau Bd. 42 (1970) Nr. 6, S. 172-174



Bild 5. Semiprofessioneller Grundig-Videorecorder „BK 200“ mit Farbzusatz „FAM 200“ (Bildmitte); vorn rechts das Fernbedienpult mit Bandzählwerk

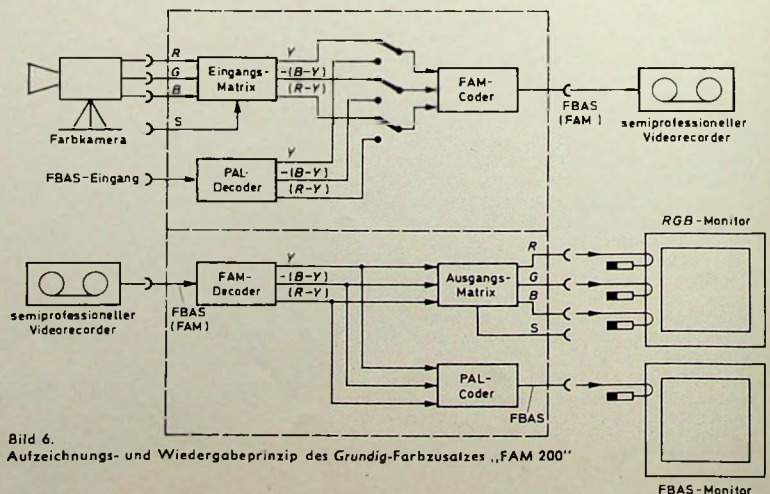


Bild 6. Aufzeichnungs- und Wiedergabeprinzip des Grundig-Farbzusatzes „FAM 200“



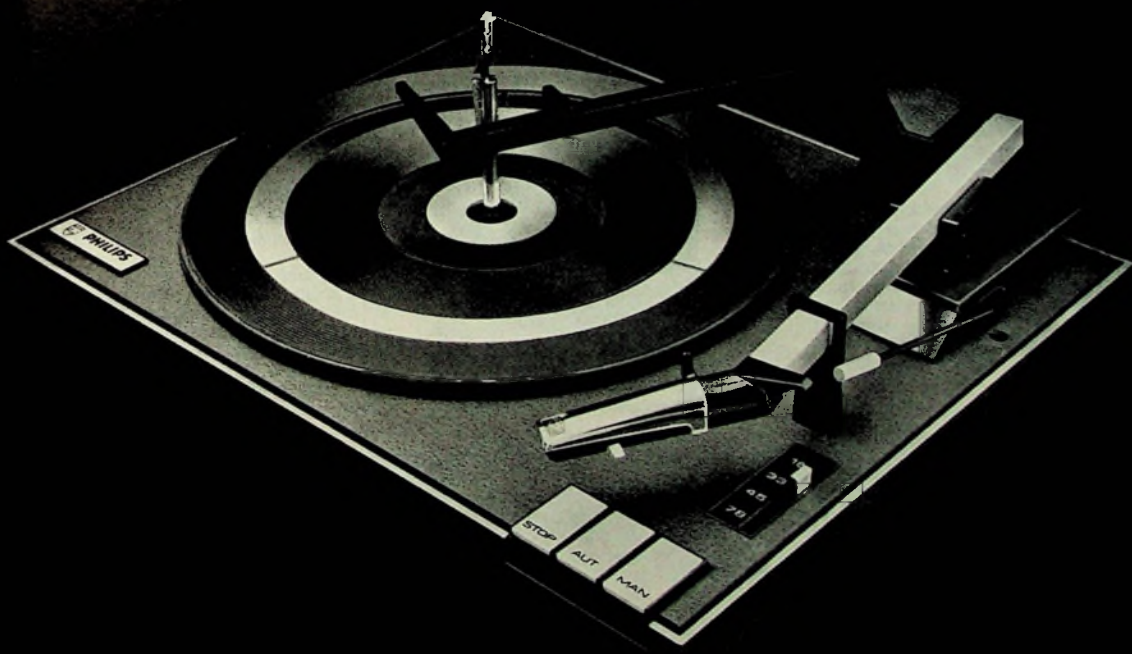
# Philips Plattenwechsler-Chassis sind bedeutende Bausteine der Rundfunk-Industrie:

Ihre Kunden verlangen Vielseitigkeit und Qualität. Rundfunk/Fernseh-Kombinationen mit Plattenwechslern gehören zu den beliebtesten Geräten auf dem Markt. Für diese Kombinationen bietet Philips ein Wechsler-Programm, das höchsten Ansprüchen gerecht wird. Zuverlässige, funktionsgerechte und ausgereifte Geräte, die von führenden Unternehmen zur Erweiterung ihres Angebots herangezogen werden.

Philips Plattenwechsler-Chassis haben sich millionenfach bewährt.

Rundfunk/Fernseh-Kombinationen mit Philips Plattenwechslern sind auch für Sie eine wertvolle Bereicherung Ihres Programms.

Ihre Kunden sind schon überzeugt – vom Philips Plattenwechsler.



## PHILIPS



## Pilottonsystem für Super-8-Film

Die Vertonung von Schmalfilmen hat sich außerhalb des professionellen Bereichs kaum durchgesetzt, weil die bisher benutzten Verfahren im allgemeinen entweder zu umständlich waren, wenn man bei der Bildaufnahme den Ton gleichzeitig lippensynchron aufnehmen wollte, oder einfache Verfahren auf die Dauer nicht befriedigten, weil insbesondere bei längeren Filmen der Synchronlauf von Bild und Ton den Erwartungen des Amateurs nicht entsprach. Unter der Bezeichnung „Filmosound 8“ hat nun Bell & Howell ein Bild-Ton-Aufnahmeverfahren vorgestellt, das wohl das erste echte Pilottonsystem für Super-8-Film ist.

### 1. Pilottonsystem

Bei Pilottonsystemen werden von der laufenden Kamera erzeugte Impulse zusätzlich zur Toninformation auf einem Tonband aufgezeichnet. Ihre Folgefrequenz ist der Bildfrequenz der Kamera exakt proportional, und dadurch sind Bild und Ton einander eindeutig zugeordnet.

Bei der Wiedergabe läuft das Tonbandgerät mit konstanter Geschwindigkeit, so daß keinerlei Tönhöhenschwankungen auftreten können. Die gesondert abgetasteten Kameraimpulse werden dann mit den vom laufenden Projektor erzeugten und seiner Drehzahl proportionalen Impulsen elektronisch verglichen. In einer Vergleichsschaltung gewinnt man daraus eine nach Betrag und Richtung der Differenz beider Impulsfolgefrequenzen entsprechende Regelspannung, die den Projektormotor so steuert, daß seine Drehzahl exakt der Laufgeschwindigkeit des Tonbands entspricht. Bildband und Tonband laufen damit genauso synchron wie bei getrennt laufenden perforierten Bild- und Tonbändern.

Die verschiedenen Pilottonverfahren unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art der Aufzeichnung der von der Kamera gelieferten Pilotfrequenz (Impulse oder Wechselspannung, Aufzeichnung auf getrennter Spur oder gemeinsam auf einer Spur senkrecht zur Tonspur aufzeichnung) sowie durch die Art der Steuerung der Drehzahl des Projektormotors.

### 2. „Filmosound 8“-System

Bei dem neuen System von Bell & Howell liefert eine spezielle Filmkamera je Bild einen elektrischen Impuls. Das Tonbandgerät ist ein Cassette-Recorder mit Compact-Cassette, auf dessen Tonband auf zwei getrennten Spuren die Toninformation und die Kameraimpulse aufgezeichnet werden. Für die Wiedergabe wird der zur Aufnahme benutzte Recorder mit dem Projektor verbunden, und in einer elektronischen Vergleichsschaltung mit vier Transistoren und einer Z-Diode wird die für die Gleichlaufsteuerung des Projektors erforderliche Regelspannung erzeugt.

Es ist gelungen, die Abmessungen der zusätzlichen Elektronik für Kamera, Recorder und Projektor so klein zu halten, daß die Abmessungen und das Ge-

wicht der Geräte sich praktisch kaum von denen der Normalgeräte unterscheiden. Die Kamera hat äußerlich erkennbar nur einen zusätzlichen Steckanschluß für das Verbindungskabel zum Recorder; ohne dieses Kabel läßt sie sich wie jede gewöhnliche Kamera benutzen. Der Projektor hat zusätzlich lediglich zwei Buchsen für den Anschluß des Recorders, kann aber ohne jede Änderung auch für die Vorführung von Stummfilmen benutzt werden.

### 3. Geräte

Für lippensynchrone Aufnahmen nach dem „Filmosound 8“-Verfahren werden drei Geräte benötigt.

#### 3.1. Super-8-Filmkamera

Die beiden Tonfilm-Kameras „375“ und „442“ (Bilder 1 und 2) sind äußerlich ge-

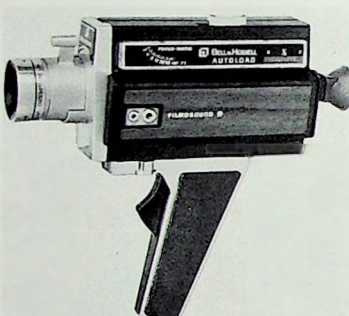


Bild 1. Tonfilmkamera „375“ für das „Filmosound 8“-Verfahren

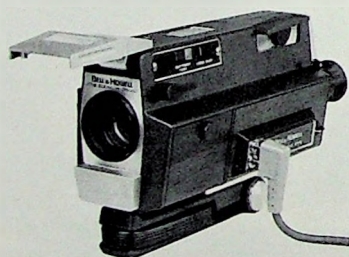


Bild 2. Tonfilmkamera „442“ mit Variobjektiv

kennzeichnet durch den Steckanschluß für das leicht bewegliche Spiralkabel zum Anschluß des Recorders „450“. Für die Speisung des Kameramotors sind vier 1,5-V-Zellen Mallory „2401“ eingebaut. Die „442“ enthält zusätzlich einen Mikroschalter, der den Stromkreis bei geschlossenem Objektivdeckel unterbricht. Zur Prüfung der Stromquellen ist eine Testlampe eingebaut. Der eingebaute Impulsgeber gibt je Filmbild einen elektrischen Impuls ab. Am Filmkanal ist außerhalb des Bildbereichs eine kleine Lampe angebracht, die automatisch genau neben dem Bild eine optische Startmarke aufbelichtet, bei dem die Tonaufzeichnung beginnt. Die wichtigsten technischen Daten beider Kameras sind in Tab. I zusammengefaßt.

#### 3.2. Cassette-Recorder „450“

Der Recorder „450“ (Bild 3) arbeitet im Prinzip wie die bekannten Cassette-Recorder, zeichnet jedoch auf zwei getrennten Spuren gleichzeitig den Ton und die von der Kamera kommenden Impulse auf. Auf der Vorderseite unter dem Drucktastenfeld liegen die Steckanschlüsse für die Verbindungskabel zur Kamera und zum Projektor sowie für den Anschluß von Kopfhörer/Außenlautsprecher und Fernbedienung. Die automatische Aussteuerung ist abschaltbar, so daß man bei Aussteuerung von Hand beispielsweise am Ende einer Szene den Ton ausblenden kann.



Bild 3. Tonfilm-Cassette-Recorder „450“

#### 3.3. Projektor „428“

Der Zweiformat-Projektor „428“ für Super-8 und Standard-8-Film (Bild 4) ist mit einem Variobjektiv 1,3/14...28 mm ausgestattet. Die Einfädelautomatik hat eine Spezial-Fangspule ohne Zahnkranz. Bei angeschlossenem Projektor wird die Halogen-Projektionslampe 12 V/75 W so-

Tab. I. Technische Daten der Kameras

	Modell „375“	Modell „442“
Objektiv	2,8/12,5...25 mm; mit Vorsätzen auf 9...36 mm veränderbar	1,9/11...35 mm; Zoomverstellung über Wippschalter
Entfernungsmessung	Entfernung durch Tastendruck ablesbar	automatische Entfernungseinstellung durch Tastendruck
Sucher	parallaxenfreier Reflexsucher; Dioptrienausgleich; Warnsignal für Unterbelichtung im Sucher	parallaxenfreier Reflexsucher; Dioptrienausgleich; Warnsignal für Unterbelichtung und Filmlängenanzeige im Sucher
Blendensystem	fortlaufende Blendeneinstellung durch automatisches Belichtungssystem	automatische Lichtmessung durch das Objektiv; Blendensystem um $\pm 1$ Blendenwert
Bildfrequenz	18 B/s; Dauerlauf	18 und 36 B/s; Einzelbildschaltung und Dauerlauf über Kamera oder Handgriff auslösbar; elektrische Fernbedienung



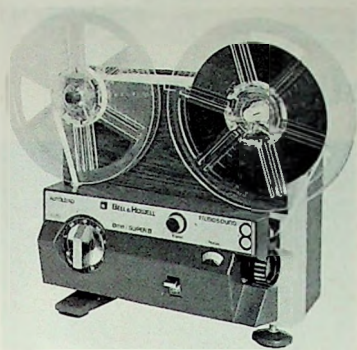


Bild 4. Projektor „428“ für Super-8- und Standard-8-Film

fort vorgeheizt und beim Projizieren automatisch an die volle Betriebsspannung gelegt. Am Ende des Films schaltet der Projektor automatisch auf die Anheizstellung zurück. Die Vorführgeschwindigkeit ist stufenlos zwischen 18 und 24 B/s einstellbar, und es kann sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf projiziert werden; ebenso sind schneller Vor- und Rücklauf möglich.

#### 4. Aufnahme

Als Vorsichtsmaßnahme sollte man am Anfang einer jeden 15-m-Kassette zunächst eine kurze Szene von etwa 3 s Dauer stumm aufnehmen (also ohne angeschlossenes Kamerakabel), um sicher zu sein, daß die wichtige Startmarke für die erste Tonfilmszene nicht in der Entwicklungsanstalt abgeschnitten wird. Dieses Filmstück kann man beispielsweise für den Titel verwenden. Dann werden Kamera und Recorder durch das Kabel miteinander verbunden. Nach Drücken der Starttaste ist der Recorder aufnahmebereit, läuft aber noch nicht an, denn er wird ausschließlich von der Kamera gesteuert und braucht nicht mehr bedient zu werden, wenn der Ton mit automatischer Aussteuerung aufgenommen wird. Wird zu Beginn der Filmszene der Auslöser an der Kamera betätigt, dann gibt die Kamera je Bild einen Impuls an den Recorder. Der erste Impuls läßt den Recorder anlaufen, der nun seinerseits nicht nur fortlaufend die Kameraimpulse aufzeichnet, sondern auch die kleine Lampe am Filmkanal kurz aufleuchten läßt und dadurch eine optische Startmarke genau neben dem Bild aufbelichtet, bei dem

die Tonaufnahme beginnt. Wird am Ende der Szene der Kameraauslöser freigegeben, dann erhält der Recorder keine Impulse mehr und wird gestoppt. Gleichzeitig zeichnet er den später für die Wiedergabe benötigten Stop-Impuls auf.

Diese Vorgänge wiederholen sich bei jeder neuen Szene, so daß der Film am Beginn einer jeden Tonfilmszene eine transparente Startmarke hat und am Ende der Szene den Stop-Impuls auf der Impulsspur des Tonbands. Anfang und Ende jeder Tonfilmszene sind dadurch eindeutig gekennzeichnet. Sind zwischenstumm aufgenommene Szenen aufgenommen worden, dann erkennt das System das bei der Wiedergabe am Fehlen der Startmarke, und der Recorder bleibt für die Dauer der Stumm-szene stehen.

#### 5. Wiedergabe

Für die Wiedergabe wird das Tonband zurückgespult. Damit liegt der Beginn der ersten Tonaufnahme genau vor dem Magnetkopf. Während der Film mit der ersten stumm aufgenommenen Szene durch den Projektor läuft und sich auf der Fangspule selbstständig einfädelt, bleibt der Recorder stehen. Sobald die aufbelichtete Startmarke der ersten Tonfilmszene im Bildfenster des Filmkanals durchläuft, wird ein dahinter angebrachtes lichtelektrisches Element beleuchtet. Der dabei entstehende Spannungsimpuls ist der Startimpuls für den Recorder.

Um den synchronen Lauf zwischen Bild und Ton beizubehalten, werden die von der Impulsspur des Tonbands abgenommenen Synchronimpulse mit den vom Projektor erzeugten Impulsen verglichen. Zu diesem Zweck wird das auf einen lichtelektrischen Wandler fallende Licht durch die Blende des Projektors unterbrochen, so daß die Impulsfrequenz der Drehzahl des Projektormotors exakt proportional ist. In einer nachgeschalteten elektronischen Vergleichsschaltung wird daraus eine nach Richtung und Größe der Impulsdifferenzfrequenz entsprechende Spannung abgeleitet, die den Projektor entsprechend schneller oder langsamer laufen läßt. Da das benutzte Regelprinzip einem Zweipunktreger entspricht, pendelt die Drehzahl des Projektormotors ständig um ihren Sollwert. Wegen der Massenträgheit des Motors und des Projektormechanismus können aber keine sichtbaren Änderungen

der Vorführgeschwindigkeit auftreten, selbst wenn die Kamera beispielsweise bei Kälte während der Aufnahme mit niedrigerer Drehzahl gelaufen sein sollte.

Am Ende jeder Tonfilmszene hat der Recorder auf der Impulsspur den Stop-Impuls aufgezeichnet. Dementsprechend bleibt er bei der Wiedergabe an dieser Stelle stehen und läuft erst wieder an, wenn die nächste Startmarke durch das Bildfenster des Projektors gelaufen ist. In den Intervallen zwischen dem Stop-Impuls auf dem Tonband und der nächsten Startmarke auf dem Film läuft der Projektor unverkoppelt mit 18 B/s, um das Hochlaufen auf höchste Geschwindigkeit zu verhindern.

Das „Filmosound 8“-Bildsystem bietet auch die Möglichkeit, bereits vorhandene Stummfilme nachträglich mit Kommentar, Musik und Geräuschen zu unterlegen.

#### 6. Schneiden des Films

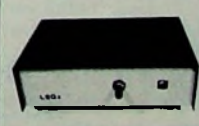
Da Anfang und Ende jeder Tonfilmszene eindeutig gekennzeichnet sind, lassen sich unter Beachtung gewisser Regeln mehrere 15-m-Filme in beliebiger Reihenfolge ohne nennenswerte Schwierigkeiten zusammenkleben. Ebenso lassen sich einzelne Tonfilmszenen heraus schneiden und in beliebiger Reihenfolge wieder zusammenfügen. Dazu ist es notwendig, auch den der Filmlänge entsprechenden Teil des Tonbands herauszuschneiden. Das geht allerdings nicht ohne ein gewisses manuelles Geschick, weil man einen Teil des Tonbands aus der Cassette herausziehen, schneiden und wieder zusammenkleben muß. Deshalb wäre es wünschenswert, für diese Arbeit möglichst bald eine Art „Schneidetisch“ zu haben, der diese Manipulationen erleichtert.

Mit dem „Filmosound 8“-System steht dem Amateur ohne Frage jetzt ein Pilottonsystem zur Verfügung, das die sichere Aufnahme lippen synchroner Tonfilme ermöglicht. Es ist durchaus denkbar, daß dieses System auch für den semiprofessionellen Bereich Bedeutung erlangen kann. So könnte beispielsweise eine Vielzahl von „Lokalreportern“ für das Fernsehen mit dieser Ausrüstung aktuelle Aufnahmen liefern, wenn der Einsatz von Kamerteams entweder nicht lohnt oder wenn diese Teams den Ort des Geschehens nur zu spät erreichen würden.

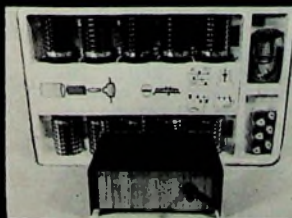
W. Roth



LICHTORSEL  
LSG 4 (5x1000 W)  
3 Kanäle  
frequenz-  
gesteuert



LIGHT-  
CHANGER  
LSG 2 (2x1000 W)  
2 Kanäle ampli-  
tudengesteuert



POP-LIGHT  
LSG 1  
(1x1000 W)



SUPER-LIGHTER  
14farbige  
Scheinwerfer  
à 100 W

**ANTRONA  
GmbH & Co KG**  
**5 Köln 1 · Bismarckstr. 41**  
**Tel.: 0221/511186**

#### COUPON

	Händlerpreis o. MWSt.
Ich/Wir bestelle(n) per Nachnahme	
..... POP-LIGHT (Pop/Teak)	DM 78,00
..... PARTY-LUX	DM 20,00
..... LIGHT-CHANGER (Teak)	DM 140,40
..... SUPER-LIGHTER	DM 218,40
..... LICHTORSEL	DM 624,00

Firmenstempel und Unterschrift



# Automatische Scheibenspülanlage

## 1. Forderungen

Der Kraftfahrer ist bei der heutigen Verkehrsichte schon fast überfordert. Deshalb geht man immer mehr dazu über, ihm einzelne Handgriffe wie das Schalten und Kuppeln durch automatische Funktionsabläufe abzunehmen. Bis jetzt ist dabei aber das Sauberhalten der Scheibe sehr schlecht weggekommen, obwohl eine einwandfreie Sicht lebensnotwendig ist. Es gibt zwar Intervallschalter oder andere mit der Scheibenspülanlage gekoppelte Einrichtungen. Alle diese Geräte haben jedoch den Nachteil, daß sie von Hand eingeschaltet werden müssen und dadurch stets Aufmerksamkeit beanspruchen, die dem Geschehen auf der Straße verlorengibt. Der Verfasser hat deshalb versucht, ein Gerät zu konstruieren, das das Sauberhalten der Scheibe weitgehend selbständig vornimmt. Dabei waren folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Die Anlage soll auf Feuchtigkeit ansprechen.
2. Die Scheibe muß gut gespült werden, damit der Scheibenwischer nicht schmiert, wenn bei nasser Fahrbahn Schmutz hochgeschleudert wird.
3. Bei trockener Scheibe soll das Trockenlaufen der Wischerblätter vermieden werden.
4. Die Anlage soll für alle Wagentypen zu verwenden sein (6 oder 12 V, Minus an Masse).

## 2. Funktionsweise

Nach vorstehenden Forderungen wurde die Anlage so entwickelt und im Bausteinprinzip aufgeführt, daß sie jeder einigermaßen geschickte Bastler seinen Erfordernissen anpassen und nachbauen kann. Sie besteht – wie aus der vereinfachten Blockschaltung nach Bild 1

Schaltet man nun die außerhalb des Steuergerätes *St* liegenden Schalter „Automatik ein“ und „Wasser ein“ ein, dann wird bei trockener Scheibe der Wischer im 10-Sekunden-Rhythmus einmal eingeschaltet. Wenn dann der Feuchtefühler durch Regen oder hochgespritztes Wasser naß wird, dann schaltet sich die Pumpe der Waschanlage etwa 2 s ein. Gleichzeitig wird der Scheibenwischer so lange auf Dauer geschaltet, bis der Feuchtefühler abgetrocknet ist. Es würde nun eine ganze Weile vergehen, bis der Fühler trocken wäre; der Wischer würde trockenlaufen und schmieren, weil der Trockenvorgang bei der Scheibe durch das Wischen viel kürzer ist als beim Fühler. Um diese Zeitdifferenz zwischen dem Abtrocknen der Scheibe und des Fühlers zu verkürzen, wird der Fühler durch eingebaute Heizwiderstände auf etwa 45 °C aufgeheizt und durch eine Regelschaltung auf dieser Temperatur gehalten. Dadurch wird der Trockenvorgang des Fühlers so beschleunigt, daß er etwa so schnell wie die Scheibe trocknet. Der Scheibenwischer geht dann auf Intervallbetrieb zurück. Bei Dauerregen bleibt er natürlich eingeschaltet. Bei schwachem Nieselregen arbeitet er auch im Intervallbetrieb, nur ist hierbei die Einschaltzeit größer als die Ausschaltzeit und variiert mit der Regenstärke. „Sieht“ der Fühler keine Feuchtigkeit mehr, dann kühlt er ab und erhöht dadurch seine Empfindlichkeit. Die Spülanlage wird nur dann kurz eingeschaltet, wenn der Fühler feucht wird. Bei Dauerregen ist sie deshalb auch ausgeschaltet.

Der Fühler muß stets so angeordnet werden, daß er voll vom Luftstrom getroffen wird (also nicht zu dicht vor der Frontscheibe; bei Pontonkarosserie etwa entsprechend Bild 2 auf dem Kot-

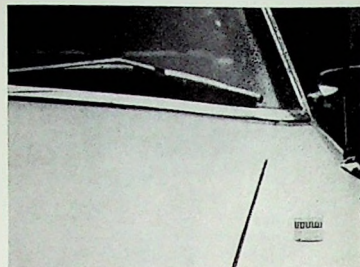


Bild 2. Anordnung des Feuchtefühlers auf der Karosserie ▲

gen auf Intervallbetrieb, beim Anfahren (wenn der Fühler wieder voll vom Regen getroffen wird) schalten sich dann Spülanlage und Wischer wieder ein. Beim Überholtwerden reagiert die Anlage so schnell auf Spritzwasser und schaltet den Wischer ein, wie es der Fahrer von Hand kaum könnte. Auch im Winter arbeitet das Gerät zufriedenstellend.

## 3. Baubeschreibung

### 3.1. Feuchtefühler

Die Schaltung des Feuchtefühlers *FF* geht aus Bild 3 hervor. Er besteht aus folgenden Einzelteilen:

- a) 1 Leiterplatte aus Epoxyd-Glasgewebe mit kammförmig ineinandergreifenden Leiterbahnen (Bild 4), die vergoldet sein müssen, um Korrosion zu vermeiden. Als Grundmaterial kann man dafür ein Stück einer kupferkaschierten Epoxydharzplatte verwenden, wie sie für kommerzielle gedruckte Schaltungen benutzt wird (Kammstruktur in üblicher Art ausätzen und dann vergolden).
- b) 6 Stück hintereinander geschalteten 2-Ohm-Widerständen (wie nach Bild 6 zusammengelötet)
- c) 1 NTC-Heißleiter, 5 kOhm bei 20 °C
- d) 1 Gehäuse eines in der Anlage gebrauchten Eichhoff-Relais
- e) 1 Fußstück mit Gewinde M 10 × 0,75 (im Mustergerät wurde ein altes Potentiometer „Preostat 190“ auseinandergebaut und das Achslager als Fuß verwendet)
- f) 4 verschiedenfarbige Schaltlitzen 0,5 mm<sup>2</sup>, etwa 1 m lang.

Das Relaisgehäuse bekommt einen Ausschnitt nach Bild 5, damit die Fühlerplatte eingeklebt werden kann (am besten geht dies mit der Laubsäge und einer feinen Feile).

Dann wird die Epoxydplatte an beiden Enden gekürzt, so daß sie so lang wie das Gehäuse breit ist (Bild 7) und gut in die Aussparung paßt. Beim Bearbeiten ist darauf zu achten, daß die Leiterbahnen nicht beschädigt werden. An den gegenüberliegenden Seiten des „Kammes“ können jetzt die 0,8-mm-Löcher (Bilder 4, 7 und 9) für die Anschlüsse gebohrt werden. Beim Anlöten der etwa 0,5 mm dicken Anschlußdrähte ist darauf zu achten, daß die Lötstelle

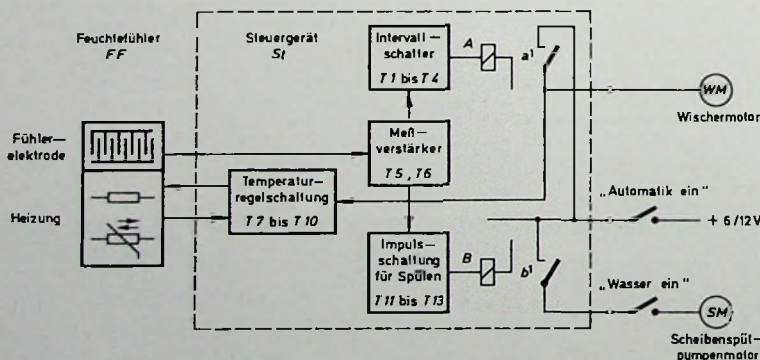


Bild 1. Blockschaltung der automatischen Scheibenspülanlage

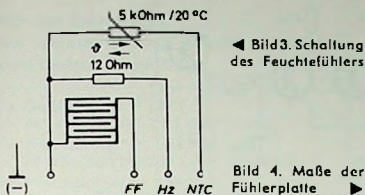
hervorgeht – aus einem Feuchtefühler *FF*, dem Steuergerät *St*, den eingebauten Scheibenwischern mit Antriebsmotor *WM* und einer elektrischen Scheibenspülpumpe mit Antriebsmotor *SM*.

Wird die Zündung eingeschaltet, dann bekommt auch die Anlage Spannung.

flügel, beim VW-Käfer etwa 20 cm vom hinteren Rand der Kofferraumhaube. Der Fühler soll möglichst senkrecht stehen.

Die Automatik hat sich in sämtlichen Lagen gut bewährt, bei Autobahnfahrt wie im Stadtverkehr. Dabei geht der Scheibenwischer bei Halt an Kreuzun-





◀ Bild 3. Schaltung des Feuchtefühlers

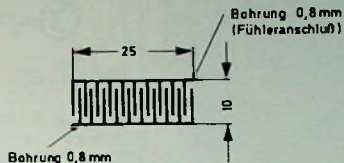


Bild 4. Maße der Fühlerplatte

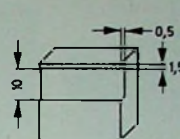


Bild 5. Bearbeitungs-skizze des Fühlergehäuses aus Staubschutzkappe des Relais „E 3201 1S“ von Eichhoff

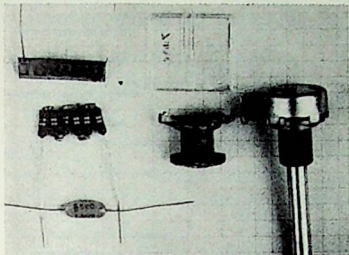


Bild 6. Einzelteile des Feuchtefühlers der automatischen Scheibenspülanlage

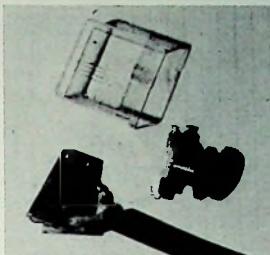


Bild 7. Anschluß der Leiterplatte an das Kabel zum Steuergerät

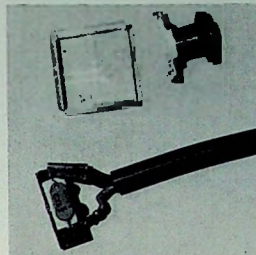


Bild 8. Rückseite der Fühlerplatte mit NTC-Widerstand



Bild 9. In das Gehäuse eingesetzte Fühlerplatte

Für den Feuchtefühler FF verwendete Einzelteile

- |  |  |
|--|--|
| 1 Relaisgehäuse „E 3201 1S“ (nach Bild 5)  |  |
| 1 gedruckte Schaltung; Epoxyd 0,5 mm dick, 35 µm Kupfereauflage, vergoldet (nach Bild 4) |  |
| 1 Potentiometerachslager (Preh) („Preostat 190“)   |  |
| 6 Widerstände, 2 Ohm (Beyschlag)   |  |
| 1 Heißleiter, 5 kOhm (Siemens)   |  |
| ferner: Gießharz, Uhu-Plus, Schweißlötz oder Kabel, 4 × 0,5 mm <sup>2</sup>              |  |

nur kurz erwärmt wird und die Löt-zinnmenge klein bleibt. Auf die Epoxydplatte werden jetzt die Widerstände und darauf wird der NTC-Widerstand mit einer Zwischenlage aus dünner Pappe mit Uhu-Plus geklebt (Bild 8), mit einer Wäscheklammer fixiert und eine Nacht trockengelassen. Nach Bild 3 wird der Fühler zusammen geschaltet und an ein vieradriges Kabel angeschlossen; es können natürlich auch vier einzelne Litzen (etwa 0,5 mm<sup>2</sup>) sein. Der Fühler kann nun in das vorbereitete Gehäuse gesetzt (Bild 9) und mit Uhu-Plus verklebt werden. Um beim späteren Vergießen ein Auslaufen des Gießharzes zu verhindern, sollte der letztgenannte Arbeitsgang keinesfalls fortgelassen werden.

Nach abermaliger Trockenzeit kann der Fühler mit im Handel erhältlichem Gießharz ausgegossen werden. Die Behandlung des Epoxyd-Gießharzes sei als bekannt vorausgesetzt, da meistens eine Anleitung der Packung beiliegt. Um eine hohe Festigkeit zu erreichen,

kann man dem fertigen Epoxydharz-Härttermisch etwa 5 bis 10 % Quarzmehl beimengen. Falls kein Gießharz vorhanden ist, dann läßt sich auch Uhu-Plus nehmen, das beim Mischen auf etwa 60 °C erwärmt wird, um eine größere Dünnschichtigkeit zu erreichen. Zuletzt wird das Gewindestück (Achslager eines alten Potentiometers) in die Vergußmasse gedrückt.

Um die Fühlerplatte vor herunterlaufendem Gießharz zu schützen, wird sie vor dem letzten Verguß mit Siliconfett oder zur Not mit einem Schmierfett auf der Leiterbahnseite eingestrichen. Nach dem Aushärten wird der Fühler gesäubert und lackiert.

Bei der elektrischen Prüfung müssen folgende Widerstandswerte meßbar sein (s. Bild 3):

- a) zwischen gemeinsamem Anschluß (Minus) und FF: Unendlich;
- b) zwischen gemeinsamem Anschluß (Minus) und NTC: 5 kOhm (bei 20 °C);
- c) zwischen gemeinsamem Anschluß (Minus) und Hz: 12 Ohm.

### 3.2. Steuergerät

#### 3.2.1. Schaltung

Wie schon aus der Blockschaltung nach Bild 1 hervorgeht, läßt sich die Schaltung in vier Teile gliedern;

1. den Intervallschalter mit den Transistoren T 1 bis T 4;
  2. den Meßverstärker mit T 5 und T 6;
  3. die Temperaturregelschaltung mit T 7 bis T 10;
  4. den Impulsschalter mit T 11 bis T 13.
- Der Intervallschalter ist ein astabiler Multivibrator mit etwa gleichen Ar-

beitswiderständen der Transistoren T 1 und T 2, damit in jedem Schaltzustand die gleiche Stromaufnahme gewährleistet ist. Die Ausschaltzeit von T 2 wird durch das RC-Verhältnis von R 1 und C 1 (Bild 10) bestimmt, die Einschaltdauer von der Entladezeit von C 1 über R 2. T 4 überbrückt den 1-MOhm-Trimmer R 12, mit dem ein Intervall von 0 bis 40 s eingestellt werden kann (10 s hat sich als am zweckmäßigsten erwiesen).

Je nach Widerstand zwischen den Klemmen FF und Masse bringt T 4 das Relais A zum Anziehen. Der Vorgang ist auch rückläufig. Beim Abtrocknen des Fühlers FF wächst dessen Widerstand, und der Multivibrator geht von „Ein“ auf die eingestellte Zeit zurück. Der Strom zwischen den Klemmen FF und Masse ist maximal 5 µA bei Kurzschluß; er wurde deshalb so klein gewählt, um eine Korrosion zu vermeiden. Beim Einschalten des Relais A bekommt über Kontakt a' auch die Temperaturregelschaltung Spannung.

Um die Schaltung zu vereinfachen, wurde sie für eine Betriebsspannung von 5 bis 14 V ausgelegt. Bei 12-V-Betrieb muß ein 12-Ohm-Widerstand mit dem Heizwiderstand des Fühlers in Reihe geschaltet werden (Brücke Br 5 über R 5 auftrennen), um den Schalttransistor T 7 nicht zu überlasten.

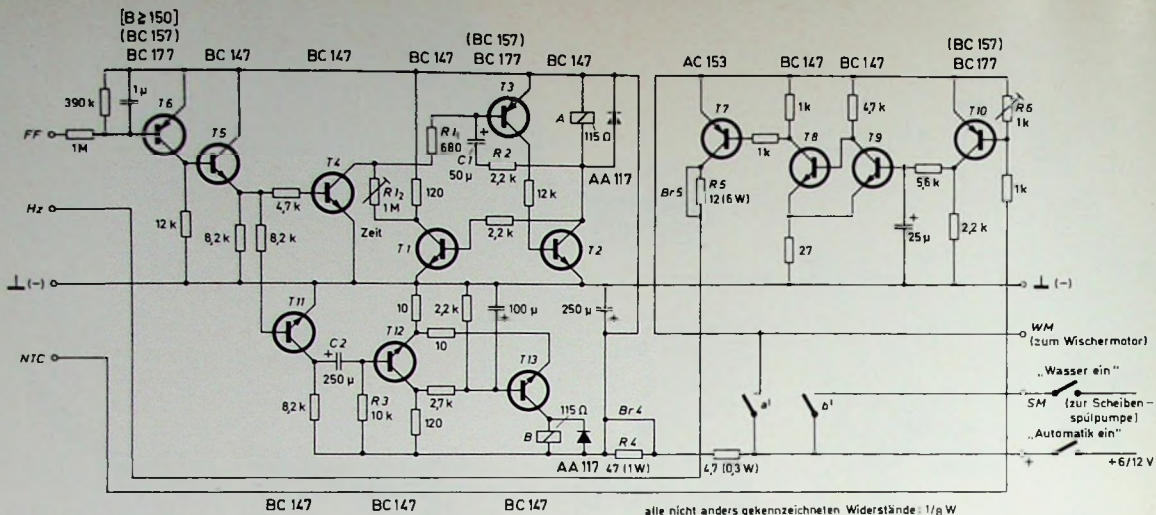
Die Regelschaltung arbeitet als Zweipunktreger. Der Sollwert wird mit dem 1-kOhm-Trimmer R 6 eingestellt; der Istwert wird durch den im Fühler befindlichen NTC-Widerstand ermittelt. Der Regler schaltet daher beim Erreichen der eingestellten Fühlertemperatur den Heizstrom ab und beim Sinken der Temperatur wieder ein. Er

# Wer rationalisiert den Service und informiert über Transistoren und Dioden?

**zeninger**  
**SERVIX**

8 München 15, Mitterstr. 3, Tel. 0811/539681





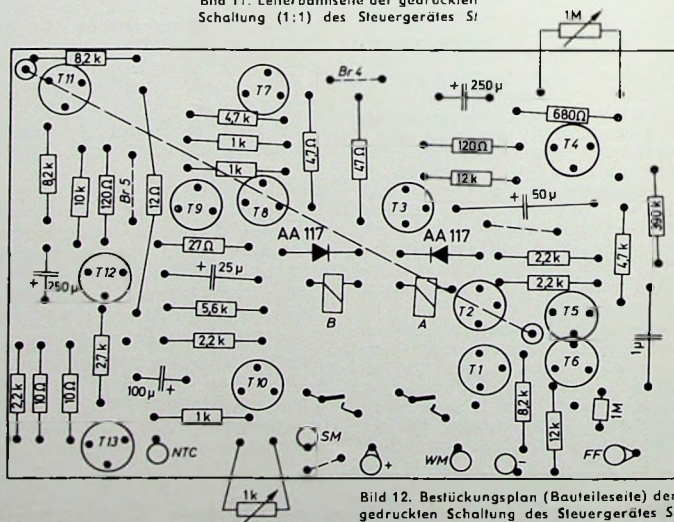
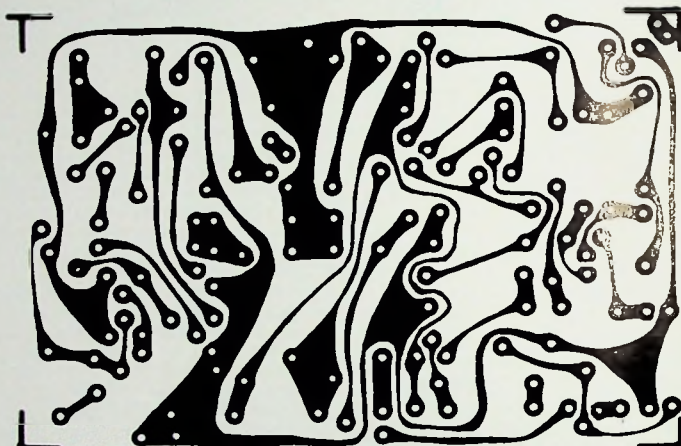
hält den Fühler so auf maximal 45 bis 50 °C, wenn Relais A auf Dauer geschaltet hat. Bei Intervallbetrieb reichen die kurzen Einschaltzeiten nicht aus, um den Fühler zu erwärmen.

An den Ausgang des Meßverstärkers (Emitter von T5) ist auch die Impulsschaltung für die Scheibenspülpumpe angekoppelt (T11 bis T13). Die Pumpe soll nur dann kurzzeitig eingeschaltet werden, wenn der Fühler feucht wird. In der hierfür entwickelten Schaltung bilden die Transistoren T12 und T13 einen Schmitt-Trigger, der einen exakten Schaltvorgang gewährleistet; da der Vorverstärker T11 kapazitiv über C2 die Triggerstufe ansteuert, kippt diese nach kurzer Zeit (2s) wieder zurück. Die Basis von T13 ist mit einem 100-µF-Kondensator abgeblockt, um die Spannungsschwankungen im Bordnetz zu kompensieren und ein unerwünschtes Einschalten der Spülanlage zu verhindern.

### 3.2.2. Aufbau

Der Aufbau des Steuergerätes ist einfacher als die Herstellung des Fühlers. Zuerst wird die nach Bild 11 hergestellte gedruckte Schaltung gebohrt (1,3-mm-Löcher) und mit der Laubsäge auf Maß geschnitten. Die Bestückung erfolgt laut Bestückungsplan (Bild 12). Beim Löten ist nur auf möglichst kurze Lötzeit zu achten. Zum Schluß dieser Arbeit werden die 12 Anschlußlötzen angelötet: je 2 für die beiden Regelpotentiometer R12 und R6, je 1 Litze für (+), Masseanschluß Fühler, (-), WM, SM, NTC, FF und Hz.

Jetzt kann das Steuergerät zur Probe in Betrieb genommen werden. Dazu legt man eine Spannungsquelle 6V oder 12V (0,6A) zwischen Masse (-) und (+) der Schaltung (bei 12V sind die beiden Brücken Br4 und Br5 in der Schaltung aufzutrennen). Vorher müssen natürlich der Fühler und die beiden Regler angeschlossen sein. Je nach Stellung des Zeitpotentiometers R12 muß jetzt Relais A in kürzeren oder längeren Abständen schalten. Bei Drehen von R12 auf Anschlag muß das Relais angezogen bleiben. Das gleiche muß auch erfolgen, wenn man mit feuchten Fingern auf den Fühler faßt. Gleichzeitig muß Relais B kurz anziehen und wieder abfallen.



Zur Prüfung der Temperaturregelschaltung wird ein Amperemeter (1A) in den Stromkreis gelegt und das Zeitpotentiometer R12 so weit verdreht, daß Relais A angezogen ist. Verstellt man jetzt das Temperaturpotentiometer R6, dann muß der Strom des Gerätes

sprunghaft auf 0,6 A ansteigen oder auf etwa 0,1 A abfallen. Bei dieser Prüfung kann man auch gleich die Fühlertemperatur einstellen. Man läßt den Fühler mit 0,6 A heizen und verstellt bei etwa 45 bis 50 °C den Regler R6 so weit, daß die Heizung



**Für das Steuergerät  
der automatischen Scheibenspülanlage  
verwendete Einzelteile**

- |  |  |
|--|--|
| 1 Gehäuse,<br>14,5 cm x 7,5 cm x 5,5 cm (Jautz)                  |  |
| 1 Potentiometer, 1 kOhm, 11n.<br>(Preh-„Mikrostat“ oder ähnlich) |  |
| 1 Potentiometer, 1 MOhm, 11n.<br>(Preh-„Mikrostat“ oder ähnlich) |  |
| 2 Relais<br>„E 3201 IS“, 115 Ohm                                 | (Eichhoff-<br>Werke, Lüden-<br>scheid) |
| 3 Transistoren BC 177<br>oder BC 157 A                           | (Siemens,<br>Valvo)                    |
| 9 Transistoren<br>BC 147 A                                       | (Siemens,<br>Valvo)                    |
| 1 Transistor AC 153  | (Siemens)                              |
| 2 Dioden<br>AA 117 (oder ähnliche)                               | (Siemens)                              |
| 1 MKS-Kondensator<br>1 µF/63 V                                   | (Wima)                                 |
| 2 Elektrolytkonden-<br>satoren, 250 µF/10 V                      | (Wima,<br>Siemens,<br>Valvo)           |
| 1 Elektrolytkonden-<br>sator, 100 µF/10 V                        | (Wima,<br>Siemens,<br>Valvo)           |
| 1 Elektrolytkonsen-<br>sator, 25 µF/10 V                         | (Wima,<br>Siemens,<br>Valvo)           |
| 1 Widerstand<br>12 Ohm, 6 W                                      | (Rosenthal)                            |
| 1 Widerstand<br>47 Ohm, 1 W                                      | (Dralowid)                             |
| 1 Widerstand<br>4,7 Ohm, 1/2 W                                   |  |
| 1 Widerstand<br>1 MOhm, 1/2 W                                    |  |
| 1 Widerstand<br>390 kOhm, 1/2 W                                  |  |
| 2 Widerstände<br>12 kOhm, 1/2 W                                  |  |
| 1 Widerstand<br>10 kOhm, 1/2 W                                   |  |
| 3 Widerstände<br>8,2 kOhm, 1/2 W                                 |  |
| 1 Widerstand<br>5,6 kOhm, 1/2 W                                  |  |
| 2 Widerstände<br>4,7 kOhm, 1/2 W                                 | (Beyschlag)                            |
| 1 Widerstand<br>2,7 kOhm, 1/2 W                                  |  |
| 4 Widerstände<br>2,2 kOhm, 1/2 W                                 |  |
| 3 Widerstände<br>1 kOhm, 1/2 W                                   |  |
| 1 Widerstand<br>680 Ohm, 1/2 W                                   |  |
| 2 Widerstände<br>120 Ohm, 1/2 W                                  |  |
| 1 Widerstand<br>27 Ohm, 1/2 W                                    |  |
| 2 Widerstände<br>10 Ohm, 1/2 W                                   |  |
| 1 gedruckte Schaltung<br>(nach Bild 11)                          |  |
| ferner: Schrauben, Lüsterklemmen und<br>anderes Kleinmaterial    |  |

Bild 13. Fertig aufge-  
bautes Steuergerät  
(aus Gehäuse her-  
ausgenommen); der  
dicke weiße Pfeil  
weist auf das Zeit-  
einstellpotentiometer  
R 1<sub>2</sub> hin

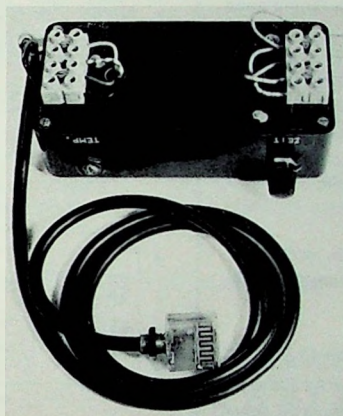
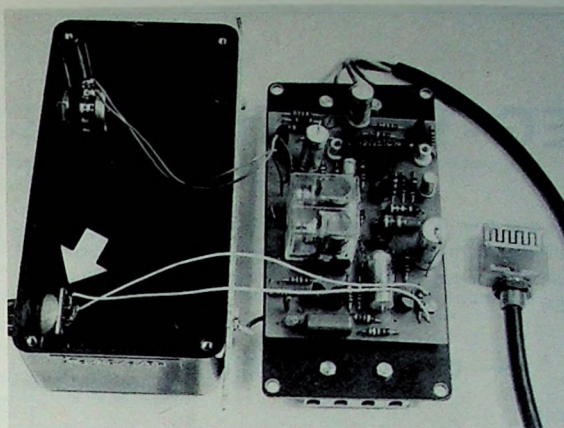


Bild 14. Unterseite des Steuer-  
gerätes mit Anschluß-Lüsterklemmen

gerade ausschaltet. Am Amperemeter kann man das selbsttätige Ein- und Ausschalten der Regelausstattung durch sprunghaftes Ansteigen und Wiederabfallen des aufgenommenen Stromes beobachten. Das Temperaturpotentiometer R 6 wird jetzt mit einem Tropfen Lack fixiert.

Die Schaltung samt den beiden Regel-  
potentiometern kann in ein passendes  
Gehäuse eingebaut (Bild 13) und die  
Litzen können an Lüsterklemmen ge-  
führt werden (Bild 14). Zum Anschluß  
des Gerätes im Kraftfahrzeug sei noch  
gesagt, daß es bei manchen Wagen-  
typen nötig sein könnte, mit Relais A  
auch noch ein Ruhestromrelais zu  
schalten, das die für die Wischerbrems-  
ung verantwortliche Leitung vom  
Scheibenwischerschalter zum Wischer-  
motor auftrennt.

## FT BASTEL-ECKE

### Elektronischer Schalterbaustein

#### Technische Daten

Eingänge:  
1...10 V-, 10...65 V-, 65...400 V-  
Ausgang: Relaisumschaltkontakte  
Schwellenwert:  
etwa 10% der eingestellten  
Schwellenspannung  
Betriebsspannung: 9 V-  
Stromaufnahme:  
bei angezogenem Relais 25 mA  
bei abgefallenem Relais 7 mA  
Transistoren: 2 x BC 109  
Abmessungen: 45 mm x 90 mm

Elektronische Schalterbausteine werden  
heute in vielen Fällen eingesetzt, bei-  
spielsweise in Anzeigevorrichtungen, in  
denen sich Spannungen nur geringfügig  
ändern. Der hier beschriebene Baustein  
wurde einfach ausgelegt. Mit Hilfe des  
eingebauten Relais lassen sich ohne  
Schwierigkeiten die verschiedensten  
Vorgänge schalten.

#### Schaltung

Die einfache Schaltung (Bild 1) besteht  
im Prinzip aus einem Schmitt-Trigger  
mit Spannungsteilern im Eingang. Wes-  
entliches Merkmal des Schmitt-Trig-  
gers ist der gemeinsame Emitterwider-  
stand der beiden Transistoren. Die  
Schaltung kippt - bei entsprechend stei-

**Zeit ist Geld. Wenn das stimmt, bedeutet  
Heninger viel Geld für Sie!**

**Heninger**  
SERVIX

8 München 15, Mitterstr. 3, Tel. 0811/539681



# AEG-TELEFUNKEN

Wie Sie aus dem in dieser Ausgabe enthaltenen Bericht entnehmen können, haben wir der Öffentlichkeit in einer Pressekonferenz die neueste weltweite Erfindung von AEG-TELEFUNKEN

## — die Bildplatte —

vorgestellt.

Ein Team ausgewählter Ingenieure hat bei uns die Grundlagen dieser Erfindung erarbeitet.

Es gilt nun, diese Erfindung fort- und weiterzuentwickeln mit dem Ziel, schnellstmöglich die für die praktische Anwendung erforderlichen Geräte für breiteste Käuferschichten herzustellen.

Wir werden auch an unser neues Produkt außerordentlich hohe Anforderungen stellen.

Um diesen hohen Qualitätsstandard zu erreichen, wollen wir unser Ingenieur-Team verstärken und suchen zum baldigen Eintritt

**Diplom-Ingenieure**  
**Diplom-Physiker**  
**Elektro-Ingenieure**  
**(grad.)**

für die Entwicklung neuer Verfahren und für Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Video- und Impulstechnik.

**Konstruktions-Ingenieure**  
**(grad.)**

der Fachrichtung Feinwerktechnik für interessante Konstruktionsaufgaben auf dem Gebiet der Video-Geräte.

Enge Zusammenarbeit und ständiger Erfahrungsaustausch zwischen Entwicklung und Fertigung wird Sie in die Besonderheiten unseres neuen Produktes rasch einweißen und Ihnen neues Wissen vermitteln.

Wir bieten qualifizierten Mitarbeitern eine abwechslungsreiche, selbständige Tätigkeit. Geeigneten Herren ohne einschlägige Erfahrung und Nachwuchskräften wird Gelegenheit zur Einarbeitung gegeben.

Zur ersten Kontaktaufnahme genügt ein Brief mit Ihren wichtigsten persönlichen Daten.

Schreiben Sie bitte an die Personalabteilung

AEG-TELEFUNKEN

FACHBEREICH PHONO- UND MAGNETBANDGERÄTE

1 Berlin 65, Schwedenstraße 9

Wir laden Sie gern zu einem persönlichen Gespräch ein.

gender oder abfallender Steuerspannung – übergangslos von einem Schaltzustand in den anderen. Das ist besonders wichtig, wenn man eindeutige Zustände haben möchte wie beispielsweise bei Warnanlagen, elektrischen Schaltern, Zählern usw. Mit der verwendeten Schaltung ist es möglich, über Relaiskontakte höhere Spannungen und Ströme zu schalten.

Von den verschiedenen Eingängen I bis III hat jeder einen anderen Teilerwiderstand. Eingang I liegt direkt am Potentiometer P1, das durch Widerstand R3 ohmmäßig hochgelegt ist; P1 hat somit einen Einstellbereich von 1:10. Die Eingänge II und III enthalten vor P1 je einen Serienwiderstand R1 beziehungsweise R2, an dem ein Teil der angelegten Spannung abfällt. Die Spannungsbereiche der Eingänge sind: 1...10 V<sub>±</sub> (I), 10...65 V<sub>±</sub> (II) und 65...400 V<sub>±</sub> (III). Die Eingänge können durch weitere Serienwiderstände beliebig erweitert werden. Widerstand R4 schützt den Transistor T1 vor etwaigen zu hohen Eingangsspannungen als Auswirkungen von Anschlußfehlern. Die Schmitt-Trigger-

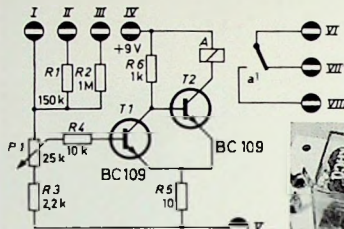


Bild 1. Schaltung des elektronischen Schalterbausteines

Bild 2. Montageplatte mit den Bauelementen

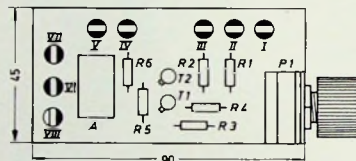


Bild 3. Maßskizze der Aufbauplatte und Verteilung der Einzelteile

### Einzelteilliste ▶

Relais „RA 1931/9“, 300 Ohm	(Kaco)
Potentiometer „1-4800“, 25 kOhm lin., 0,5 W	(Preh)
Widerstände, 0,3 W	(Dralowid)
Lötösen	(Stocko)
„Mentor“-Drehknopf „507.611“	(Mosar)
Transistoren, 2 x BC 109	(Intermetall)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Schaltung ist mit den Silizium-NPN-Transistoren BC 109 bestückt. Die Emittoren der beiden Transistoren T1 und T2 liegen am gemeinsamen Widerstand R5. Der Widerstandswert von R5 wurde wegen des geringen Relaisinnenwiderstandes klein gewählt (10 Ohm). Die Kollektorspannung von T1 ist zugleich die Basisvorspannung von T2. Widerstand R6 arbeitet daher als Kollektor- und Basisvorwiderstand. Im Kollektorkreis von Transistor T2 liegt das Relais A, mit dessen Umschaltkontakt a' beispielsweise eine optische oder eine akustische Anzeige geschaltet werden kann. Das Gerät verwendet eine Betriebsspannung von 9 V<sub>±</sub>. Die Stromaufnahme ist bei angezogenem Relais 25 mA und bei abgefallenem Relais 7 mA.

### Mechanischer Aufbau und Inbetriebnahme

Die Montageplatte aus Pertinax oder Resopal ist 45 mm × 90 mm groß (Bild 3). Das Potentiometer wird hier mit einem Montagewinkel befestigt. Für Eingänge, Ausgänge und Betriebsspannungsanschlüsse sind Lötösen vorhanden. Aus den Bildern 2 und 3 kann man die Anordnung der einzelnen Bauelemente erkennen. Die Einzelteile werden unter der Platte in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet.

Vor dem Anschluß der Betriebsspannung sollte man noch die Verdrahtung auf Fehler untersuchen. Besonders ist auf den richtigen Anschluß der Transistoren zu achten.



Wir sind ein

## Berliner Fachliteraturverlag

der seit fast 25 Jahren technische und technisch-wissenschaftliche Fachzeitschriften mit internationaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin mit seinem technisch-wissenschaftlichen und kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen ist auch unsere Zeitschrift

### INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam suchen wir einen Hochschul- oder Fachschulingenieur als

## Technischen Redakteur

Wenn Sie bisher noch keine Erfahrungen auf dem Gebiet der „Schwarzen Kunst“ haben, arbeiten wir Sie gern ein.

Sind Ihnen Begriffe wie FET, MOS, IS, MSI und LSI, Festkörper, Optoelektronik, Laser und Maser, Bit, Torschaltung und Operationsverstärker keine geheimnisvollen Hieroglyphen, dann könnten Sie der gesuchte neue Mitarbeiter sein. Daß Sie das Englische soweit beherrschen, um Informationen und Berichte in dieser Sprache lesen und auch auswerten zu können, setzen wir allerdings ebenso voraus, wie den sicheren Umgang mit der deutschen Sprache. Wenn Sie an der hier kurz umrissenen Arbeit Freude finden können und glauben, die notwendigen Voraussetzungen mitzubringen, dann schreiben Sie uns bitte. Ein tabellarischer Lebenslauf und Zeugnisabschriften, möglichst auch ein Foto und Angabe Ihrer Gehalts-erwartungen sind erwünscht.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167



### Achtung Aufnahme

Unsere Aufnahmeabteilung bietet interessante Aufgaben für

### Meßingenieure Meßtechniker

Tätigkeitsfeld: Studio-Geräte, Transistortechnik, Prüfelektronik, Schnellkopieranlagen für Musi-Cassetten.

### Tontechniker

Einsatz: Klassische Musik, Innen- und Außendienst im In- und Ausland, Umgang mit Studio-Geräten, Partiturkenntnisse erwünscht.

Englischkenntnisse von Vorteil, da internationale Verflechtung.

Einarbeitungsmöglichkeiten selbstverständlich.

Bewerbungen mit Gehaltsvorstellungen richten Sie bitte an unsere Personalabteilung Hannover, Podbielskistr. 164.

**DEUTSCHE GRAMMOPHON GESELLSCHAFT MBH**

## KARLGUTH

1 BERLIN 36

Dresdener Str. 121/122

### STANDARD- LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm

Lötösen 3 K 2

Lochmitte: Lochmitte 8 mm

Meterware: selbst trennbar!



Prospekt  
FT 12 gratis.

### Achtung! Ganz neu!

Kleinzangen-Amperemeter  
mit Voltmesser.

Md. Amp. ~ Volt ~  
A 6/25 150/300/600  
B 10/50 150/300/600  
C 30/150 150/300/600  
D 60/300 150/300/600

nur 122,- DM + MW.  
mit eingeb. Ohmmesser  
(300 Ω) 168,50 DM + MW.  
Elektro-KG - Abt. B 75  
6 Ffm. 50, A.E. Schlag 22

### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 117	DM -55
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 III	DM 6,95
AD 148	DM 3,95
AF 239	DM 3,80
BA 170	DM -60
BAY 17	DM -75
BC 107	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108	DM 1,10 10/DM 1,-
BC 109	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170	DM 1,05 10/DM -95
BF 224	DM 1,75 10/DM 1,65
BRY 39	DM 5,20 10/DM 4,80
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,20
1 N 4148	DM -85 10/DM -75
2 N 708	DM 2,10 10/DM 1,95
2 N 2219 A	DM 3,50 10/DM 3,30
2 N 3055	DM 7,25 10/DM 6,89

Alle Preise incl. MWSt.  
Kostenl. Bauteile-Liste anfordern.  
NN-Versand

M. LITZ, elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4  
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

Hans Kaminsky

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Transistoren, Dioden usw., nur fabrikmässige Ware, in Einzelstücken oder größeren Partien zu kaufen gesucht.

8 München-Solln - Spindlerstr. 17

### Wir haben als überzählige Bestände weit unter Preis abzugeben:

75 Elektrolyt-Kondensatoren „Siemens“

B 43 292-B 4805-T 8 MF 350/385 V

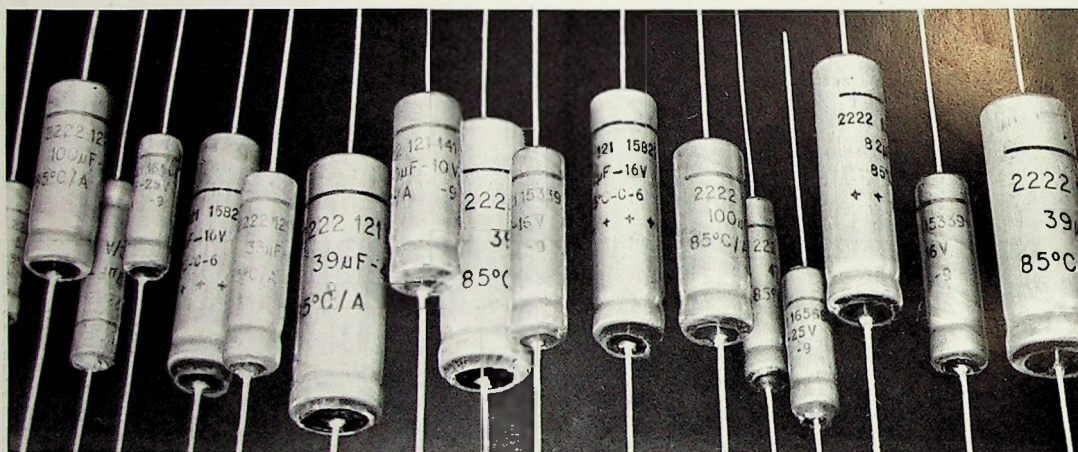
300 Widerstände 1,5 kΩ „Rosenthal“ Type RW 12/51 ± 5 %

200 Widerstände 3,9 MΩ „Rosenthal“ Type SWD 0,5 Ti ± 5 %

Karl Storz KG, 72 Tuttlingen, Postfach 400



## Niedervolt- Alu-Elkos mit festem Elektrolyten



**Reihe 121, IEC Typ I**  
Nennspannungsbereich  
4 bis 40 V

Abmessungen d x l (mm)

Max. CU-Produkt ( $\mu\text{C}$ )

Kapazitätsbereich ( $\mu\text{F}$ )

6,7 x 19,5

150

2,7 ... 27

6,7 x 25

330

5,6 ... 56

8,3 x 25

560

10 ... 100

10,3 x 25

1000

18 ... 180

10,3 x 33

1500

27 ... 270

12,8 x 33

2200

39 ... 390

### Besondere Merkmale:

Hohe Zuverlässigkeit

Lange Lebensdauer

Niedriger Scheinwiderstand bei tiefen Temperaturen

Geringe Temperaturabhängigkeit und hohe Stabilität der elektrischen Werte  
Schaltfestigkeit

### Anwendungsgebiete:

Industrielle Elektronik

Datenverarbeitungsanlagen

Meßtechnik

Die aufgeführten Kondensatoren sind kurzfristig lieferbar.

Ausführliche technische Daten senden wir Ihnen auf Wunsch gern zu.

VALVO GmbH Hamburg

2 Hamburg 1  
Burchardstraße 19  
Telefon (0411) 33 91 31