

Postvertriebsstück  
Hühlig und Pflaum Verlag, 69 Heidelberg 1, Postf. 102869

Gebühr bezahlt

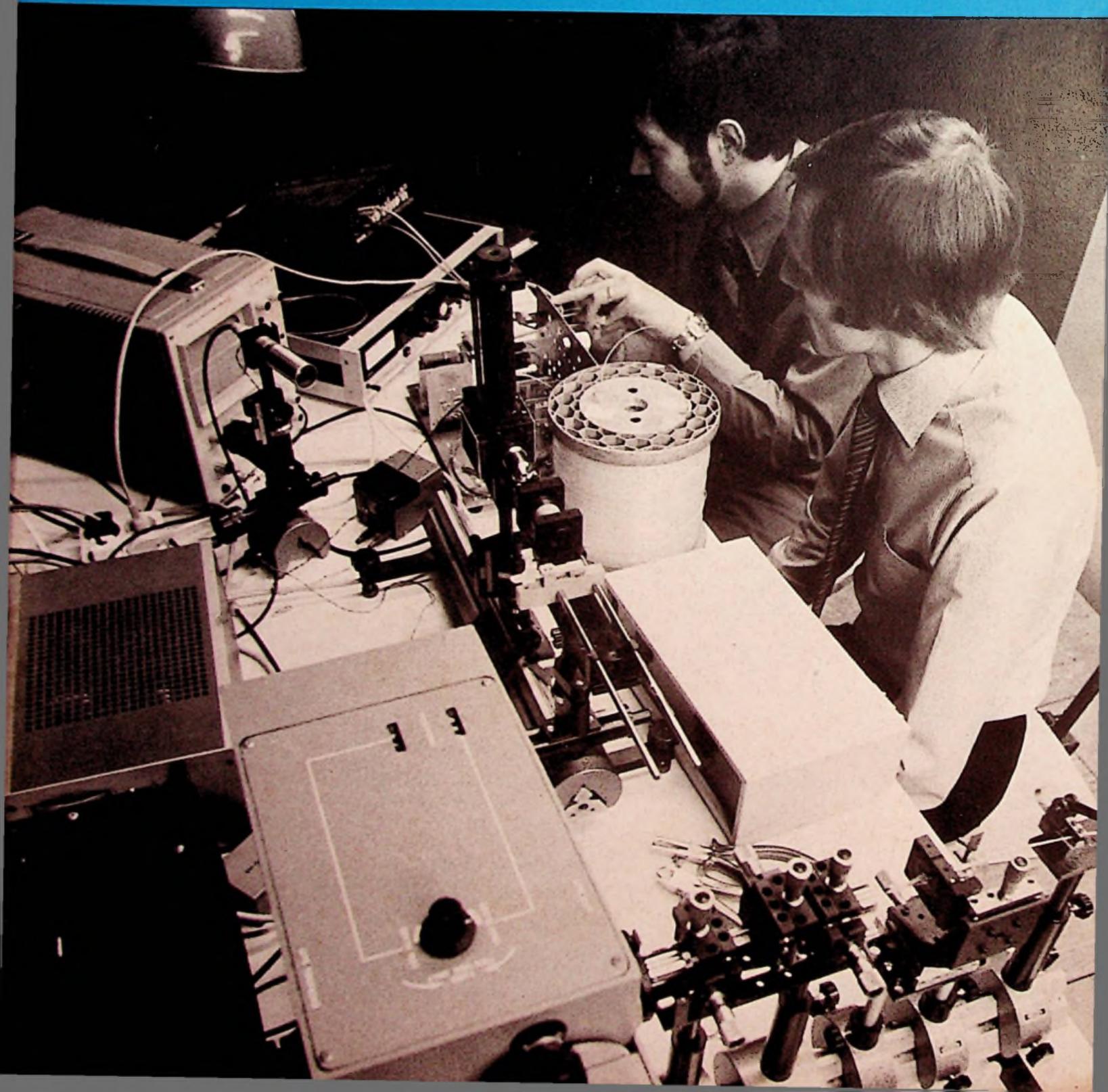
B 3109 DX

9

1. Mai-Ausgabe 1978  
33. Jahrgang  
ISSN 0016-2825

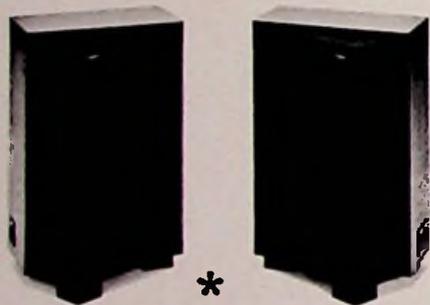
# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



# Warum die Großen von uns lernen können

Die W.S.B.-Electronic ist kein Newcomer. Die Branche kennt Wolfgang Brede seit 20 Jahren. Er half Sony und Pioneer erfolgreich werden. Warum er nicht bei den Großen bleibt? Nun, je größer einer wird, desto größer die Gefahr der Bürokratie.



Wolfgang Brede aber will echte Partnerschaft und Fachhandelstreue. Sein persönlicher Kontakt zum Handel macht vieles „Unmögliches“ möglich und deshalb bleibt die W.S.B.-Electronic eine vergleichsweise kleine Firma.

- Mit Hifi-Produkten von Weltniveau, z. Zt. exklusiv Mirsch, Schweden · Sonab, Schweden
- Mit einer sauberen Vertriebspolitik
- Mit flexiblen Preisen und hohen Renditen für den Fachhandel
- Mit einer schnellen, kompetenten und zuverlässigen Service-Mannschaft

Der Erfolg beim Fachhandel gibt diesem Konzept recht. Vielen Dank für das bisher gezeigte Vertrauen.

Überzeugen Sie sich selbst: Wolfgang Brede erwartet Ihren Anruf.

## \* Der Neue. **MIRSCH OM 3-29**

Mit neuem Konzept – typisch Olle Mirsch: In der Seite jeder Box das Spezielsystem für den besonders notwendigen Nachhall-Effekt. Das gibt den überzeugenden, vollkommenen Konzertsaal-Klang. Panorama-Life-Style.

Testen Sie (Wir sprechen eben nicht nur von den besten Lautsprechern – wir haben sie auch)

W.S.B.-Electronic W. Brede KG · 2107 Rosengarten 4, Brandheide 28 · Telefon 04 108 / 77 33

# FUNK TECHNIK

## Werkstatteil: Werkstatt und Service

### Ausbildung und Weiterbildung

Antennenkurs in Kürze, Teil 7:

FS-Antennen für verschiedene Empfangsbedingungen . . . . . W & S 159

Terminkalender für Kurse und Lehrgänge . . . . . W & S 163

Meisterprüfung:

Tageslehrgänge in Bochum . . . . . W & S 163

### Handwerks-Praxis

Wünsche der Werkstatt:

Bessere Serviceunterlagen . . . . . W & S 163

Technische Druckschriften . . . . . W & S 164

### Werkstatt-Bedarf

Kurzberichte über neue Hilfsmittel . . . . . W & S 164

Kurzberichte über neue Meßgeräte . . . . . W & S 164

Marktübersicht:

Werkstatt-Netzgeräte für Gleichspannung . . . . . W & S 165

## Laborteil: Forschung und Entwicklung

### Systeme und Konzepte

Hi-Fi-Technik:

Lautsprecherboxen mit neuartigen

Magnetofluid-Kalotten-Systemen . . . . . F & E 71

### Forschung und Lehre

Forschungsbericht:

Vergleich der Zuverlässigkeit von Fernseh-

geräten mit Röhren und Halbleitern . . . . . F & E 79

### Grundlagen

Die Problematik der Beschallungstechnik,  
Teil 3:

Einsatz von Tonstrahlern . . . . . F & E 84

Schaltungsberechnung:

Die Bemessung des Überbrückungs-  
kondensators für den Emitterwiderstand.

Ergänzungen aus dem Leserkreis . . . . . F & E 90

### Fachveranstaltungen

Terminkalender für Fachveranstaltungen . . . . . F & E 92

## Titelbild

Eine wichtige Eigenschaft von optischen Nachrichten-  
kabeln ist die Dämpfung in den Lichtleitfasern, die aussagt,  
wie stark die Intensität eines optischen Signals nach einer  
bestimmten Kabelstrecke abnimmt. Für die Messung dieser  
Dämpfung hat Felten & Guilleaume drei Verfahren entwick-  
elt. Mit der auf dem Bild gezeigten Meßapparatur wird im  
Labor die Dämpfung der Lichtleitfaser als Funktion der Wel-  
lenlänge bestimmt. (Bild: Felten & Guilleaume)

# Hitachi kommt...



## ...mit dem ausgereiften TV-Radio-Recorder K-50.

Mit diesem neuartigen Gerät kommen ganz neue Impulse für Ihr Portable-Geschäft. Drei Funktionen – ein Gerät. Kompakt und voller Spitzentechnik. Für Netz-, Trocken- und Autobatterie-Betrieb.

– Es lohnt sich! Sie werden viele neue Kunden gewinnen... mit unserem K-50!

### Funktion 1: TV

IC-Volltransistor-Technik. 12-cm s/w-Bild. Vollelektronische Verstärker für brillanten Empfang im UHF- und VHF-Bereich.

Teleskop-Antenne und 75-Ohm Koaxial-Eingang.

### Funktion 2: Radio

Leistungsstarker Empfangsteil für MW/UKW/KW. Musik-Ausgangsleistung 2 Watt. Integrierte Ferrit-Antenne.

### Funktion 3: Cassetten-Recorder

Für Direktaufnahme von Rundfunksendungen und für Mitschnitt des Fernsehens. Mit eingebautem Kondensator-Mikrofon, Zählwerk, Review/Cue, Pausetaste und Auto-Stop am Cassetten-Ende.

 **HITACHI – mehr Spaß an der Technik.**

Weitere Informationen über diesen TV-Radio-Recorder erhalten Sie von  
Hitachi Sales Europa GmbH, Kleine Bahnstr. 8, 2000 Hamburg 54 · Hitachi Warenhandels-Gesellschaft m. b. H., Kreuzgasse 27, 1180 Wien.

Empfangsantennen

# Antennenkurs in Kürze

## Teil 7: FS-Antennen für verschiedene Empfangsbedingungen

Dr.-Ing. A. Fiebranz, Esslingen

Zum Errichten ordnungsgemäßer Antennenanlagen sind spezielle Kenntnisse erforderlich, die während der Lehrlingsausbildung nicht immer in ausreichendem Umfang vermittelt werden können. Eine Hilfe zum Ausfüllen dieser Lücke soll die Artikelserie „Antennenkurs in Kürze“ sein, die in jedem ihrer Teile ein abgeschlossenes Gebiet behandelt. Grundkenntnisse der Elektrotechnik und der Hochfrequenztechnik werden vorausgesetzt.

Da eine Universalantenne, die für alle Wellenbereiche und Empfangsbedingungen gleich gut geeignet wäre, nicht realisierbar ist, werden von den Herstellern nach Art und Größe verschiedene Antennen angeboten, von denen für jeden Anwendungsfall die geeigneten auszuwählen sind. In diesem Abschnitt werden die für diese Auswahl maßgebenden Gesichtspunkte behandelt, die durch die örtlichen Empfangsverhältnisse bedingt sind und im wesentlichen für alle Fernsehbereiche und weitgehend auch für UKW-Hörfunk gelten. Besonderheiten in den verschiedenen Wellenbereichen auch für Hörfunk werden im folgenden Abschnitt 8 erörtert.

Dr.-Ing. A. Fiebranz ist Leiter der Abteilung für Patentwesen und Technisches Schrifttum der Firma Hirschmann in Esslingen/Neckar und Vorsitzender der Schulungskommission des Fachverbandes Empfangsantennen im ZVEI.

### Montagestelle

Für verschiedene Montagestellen können UKW- und Fernsehantennen mit gleichen elektrischen Eigenschaften verwendet werden. Nur ihre Befestigungsmittel sind entsprechend ihrem Verwendungszweck verschieden. Antennen - vor allem zum Fernsehen - über dem Dach bringen in der Regel den bestmöglichen Empfang, da hier die elektromagnetischen Wellen am wenigsten gestört sind.

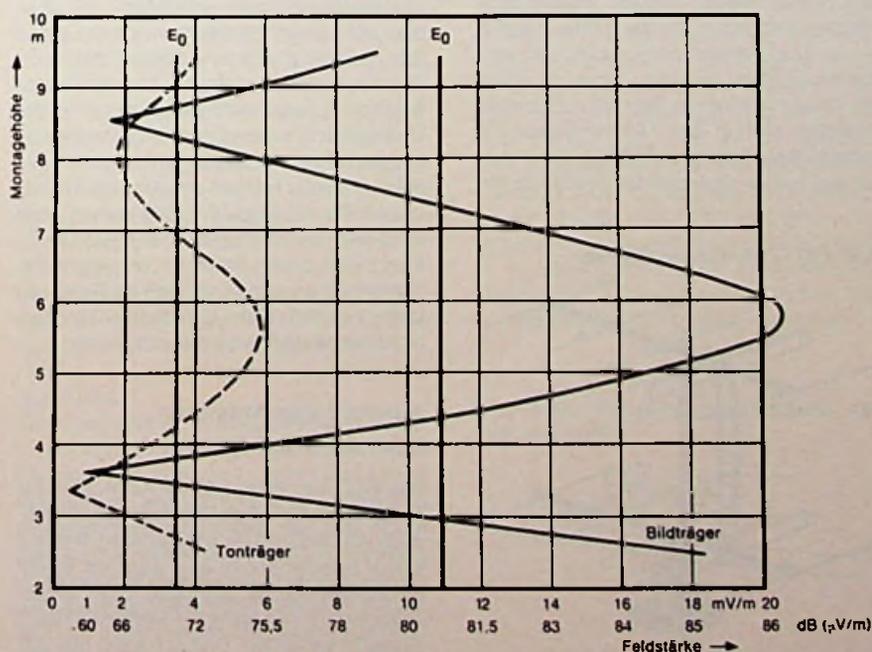
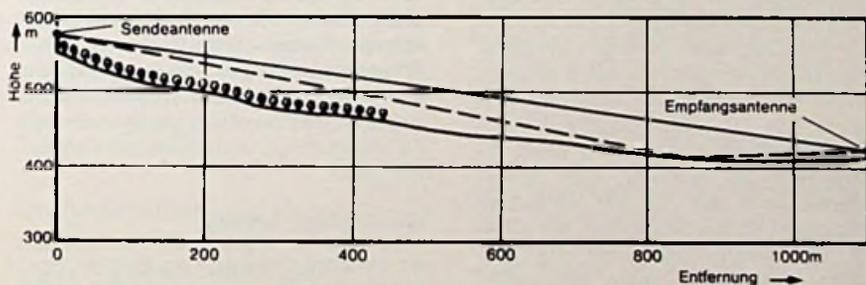
Auf dem Dachboden können Fernsehantennen nur untergebracht werden, wenn sie in dem verfügbaren Raum noch auf die zu empfangenden Sender ausgerichtet werden können. Außerdem muß eine hohe Pegelreserve vorhanden sein, weil die Durchlässig-

keit des Daches für die Wellen durch Regen oder Schneebeleg erheblich abnehmen kann. Das gilt in erhöhtem Maß für den UHF-Empfang. Die Befestigung von Fernsehantennen am Fensterrahmen oder am Balkongitter ist noch weit ungünstiger. Diese Antennen können nur als Behelfsantennen dienen, die ebenso wie die Zimmer- und Gehäuseantennen nur in Ausnahmefällen brauchbaren Empfang geben.

### Empfangsort mit direkter Sicht zur Sendeantenne

Für die Auswahl der Fernsehantenne ist es von großer Bedeutung, ob ihr Aufstellungs-ort im Sichtbereich des Senders liegt oder nicht. Bei direkter Sicht zur Senderantenne

Bild 7.01: Oben: Geländeschnitt zwischen Sende- und Empfangsantenne; unten: Summenfeldstärken und -pegel in Abhängigkeit von der Montagehöhe der Empfangsantenne



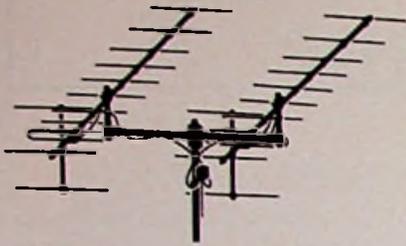
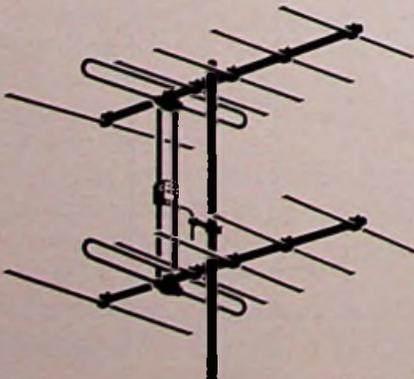


Bild 7.02: Zwillingsantenne

kommt man in der Regel mit einfachen Antennen aus. Von Sendern großer Leistung wird unter dieser Voraussetzung stets ein ziemlich hoher Antennenpegel empfangen. In größerer Entfernung von Füllsendern mit kleiner Sendeleistung zur Versorgung einzelner Orte oder kleiner Bezirke kann es aber auch bei direkter Sicht zur Sendeantenne notwendig sein, eine große Antenne zu errichten, um einen ausreichenden Pegel zu erhalten.

Im Sendernahfeld kann es durch Überlagerung direkter und reflektierter Signale zu einer ungleichmäßigen Pegelverteilung kommen, die sich zudem zeitlich ändern kann. Daraus ergibt sich trotz starker Sendersignale häufig die Notwendigkeit der sorgfältigen Ermittlung einer günstigen Montagestelle für die Antenne oder eines erhöhten Antennenaufwandes. Das ergibt sich aus den in Bild 7.01 wiedergegebenen Versuchsergebnissen. Dort sind oben im Geländeschnitt zwischen der Sendeantenne und der 1,1 km entfernten Empfangsantenne die Strahlen der direkten Sendewelle und einer am Erdboden reflektierten Welle eingezeichnet. Der Unterschied der Laufzeiten auf den beiden Wegen bedingt gegenseitige Phasenverschiebungen der beiden Wellen an der Empfangsantenne und dadurch veränderliche Summenpegel, wenn die Höhe der Empfangsantenne über dem Erdboden verändert wird. In Bild 7.01 sind unten die gemessenen Summenfeldstärken und -pegel der beiden überlagerten Wellen in Ab-

Bild 7.03: Zweiebenenantenne



hängigkeit von der Höhe der Empfangsantenne für den Bildträger und den Tonträger im Fernsehkanal 8 aufgetragen. Beim Pegelminimum des Bildträgers sind Störungen zu befürchten, z.B. weil der Tonträger dort einen höheren Pegel hat als der Bildträger. Je nach der Güte des Empfängerabgleichs können dadurch Moiré-Störungen des Tons im Bild auftreten, die auch bei günstigster Empfängerabstimmung nicht zu beseitigen sind.

### Empfangsort ohne direkte Sicht zur Sendeantenne

An Empfangsorten ohne direkte Sicht zur Sendeantenne kann nur Erfahrung in der betreffenden Gegend eine einigermaßen sichere Voraussage der benötigten Antennen ermöglichen. Wenn in einem Bezirk bereits Antennen auf den Dächern stehen, geben sie oft einen Hinweis darauf, welcher Typ gebraucht wird.

### Entfernung der Sender

Als grobe Richtlinie für die Empfangsmöglichkeiten mit freistehenden Überdachtantennten kann bei VHF-Sendern mit 100 kW etwa 100 bis 120 km und bei UHF-Sendern mit 500 kW etwa 60 bis 70 km Reichweite angenommen werden. Eine Aufteilung der Antennen verschiedener Größe auf Entfernungszonen wäre ganz willkürlich und ohne praktischen Wert, weil der Einfluß der besonderen örtlichen Bedingungen bei jeder Einteilung zu mehr Ausnahmen als Regelfällen führt.

### Günstigster Sender

An manchen Orten sind die gleichen Fernseh-Programme von mehreren Sendern zu empfangen. Dann sollte man für jedes Programm den Sender aussuchen, von dem man mit der einfachsten Antenne das beste Bild empfängt. Dieser Sender hat nicht überall die kleinste Entfernung vom Empfangsort. In manchen Bezirken kann z.B. der Ortssender überhaupt nicht brauchbar empfangen werden, doch von einem weiter entfernten Sender bringen dort Antennen mäßiger Größe ein gutes Bild. Wenn man noch nicht weiß, welcher Sender den besten Empfang bringt, bieten Bereichs- und Kombinationsantennen den Vorteil, daß die Antennen beim Ermitteln des günstigsten Senders nicht ausgewechselt werden müssen.

### Auswahl von Antennen nach den Kenndaten

Das Richtdiagramm und die Kenndaten der Antenne sind in einem homogenen (gleichmäßigen) Meßfeld ermittelt worden. Bei fehlender Sendersicht ist aber das Feld an der Empfangsstelle nie homogen. Sein Verlauf ist vielmehr durch stehende Wellen im Raum erheblich verändert. Dadurch kann man bei

Empfangsversuchen zu Ergebnissen kommen, die mit den angegebenen Kenndaten der verwendeten Antennen nicht in Einklang zu bringen sind, wenn man die Feldverzerrungen (Inhomogenitäten) außer acht läßt. Die Änderung der Empfangspegel beim Austausch von Antennen kann z.B. von dem Betrag abweichen, den man nach den angegebenen Gewinnwerten erwarten würde.

### Optimale Ausrichtung am günstigsten Aufstellungsort

Wie bereits bei der Behandlung der Bildstörungen im sechsten Abschnitt erläutert wurde, ist es in schwierigen Empfangslagen immer notwendig, einen günstigen Aufstellungsort für die Antenne zu suchen, an dem bei optimaler Ausrichtung die Hauptwelle möglichst stark ist und Reflexionen möglichst schwach sind. Allerdings kann keine allgemein gültige Anweisung für ein systematisches Vorgehen bei solchen Empfangsversuchen gegeben werden, weil die Feldverteilung jeweils durch die örtlichen Verhältnisse bestimmt ist.

Manchmal fallen die Wellen nicht waagrecht, sondern schräg von oben an der Empfangsstelle ein. Dann läßt sich der Empfang dadurch verbessern, daß der Längsträger der Antenne nicht waagrecht, sondern nach oben ansteigend am Antennenstandrohr befestigt wird. Zu diesem Zweck haben viele Antennen kippbare Standrohrhalterungen. Diese Maßnahme ist bei langen Antennen am wirksamsten.

### Zwillings- und Zweiebenenantennen

Die Richtwirkung einer Antenne in der Horizontalebene kann dadurch erhöht werden, daß zwei Antennen in einem bestimmten Abstand nebeneinander in der gleichen Ebene als Zwillingsantenne (Bild 7.02) angeordnet werden. Die Breite des Hauptblattes in dieser Ebene wird um so kleiner, je größer der Abstand der beiden Antennen voneinander ist. Zugleich nehmen aber auch die störenden Nebenzipfel zu. Der Abstand ist durch die Länge der lieferbaren Querträger für den Fernsehbereich III auf etwa eine Wellenlänge festgelegt. Dabei ist der Gewinn optimal, und die Nebenzipfel sind noch nicht zu groß. Zum Anschließen der beiden Antennen werden passende Verbindungskabel geliefert.

Die Richtwirkung in der Vertikalebene läßt sich dadurch erhöhen, daß man zwei Antennen in ausreichendem Abstand übereinander als Zweiebenenantennen (Bild 7.03) anordnet und mit einer passenden Leitung miteinander verbindet.

Der Gewinn einer Zwillingsantenne oder einer Zweiebenenantenne kann theoretisch 3 dB größer sein als der einer Einzelantenne, praktisch jedoch kaum mehr als 2 dB. Deshalb sind Zwillings- oder Zweiebenen-

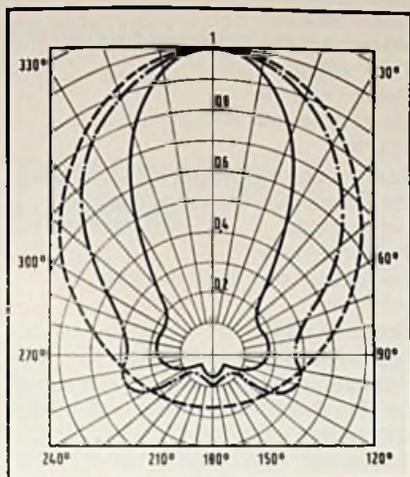


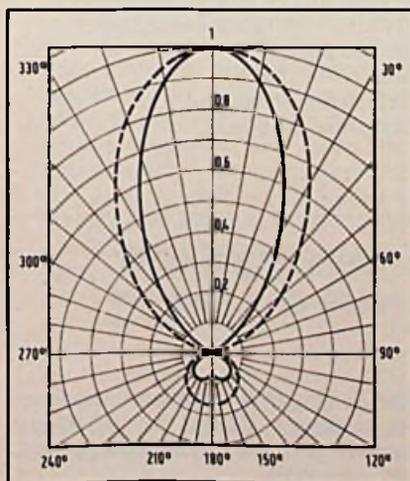
Bild 7.04: Horizontal-Richtkennlinien vertikal polarisierter Yagi-Antennen für den Fernsehbereich III; Punktiert: 4 Elemente, strichpunktiert: 6 Elemente, ausgezogen: 14 Elemente

antennen unwirtschaftlich zur Erhöhung des Antennengewinns und nur zu empfehlen, wenn Geisterbilder bzw. Zündfunkenstörungen ausgeblendet werden müssen.

### Vertikal polarisierte Antennen

Die gebräuchlichen Einebenen-Antennen sind im allgemeinen so ausgeführt, daß sie auch zum Empfang vertikal polarisierter Wellen montiert werden können. Der Gewinn, das Vor-Rück-Verhältnis und selbstverständlich auch der Antennenwiderstand sind von der Montagerichtung unabhängig; dagegen sind die Richtdiagramme an die Richtung der Dipole gebunden. Beim Wechsel der Polarisation der Antennen sind sie also zu vertauschen.

Bild 7.05: Horizontal-Richtkennlinien vertikal polarisierter Zweiebenenantennen für den Fernsehbereich III; gestrichelt: 1 - 8 Elemente, ausgezogen: 1 - 12 Elemente



Bei Yagi-Antennen für den Bereich III mit senkrecht stehenden Dipolen werden die Öffnungswinkel zwar mit wachsender Antennenlänge und Elementzahl kleiner, aber die Diagramme zeigen keine Nullstellen (Bild 7.04). Daß Yagi-Antennen aus allen Richtungen in beträchtlichem Maße empfangen, ist zu erwarten, weil ein senkrecht stehender Dipol allein in der waagerechten Ebene eine Rundempfangsantenne ist. Richtkennlinien von zwei senkrecht polarisierten Antennen mit Halbwellenabstand haben dagegen Nullstellen in der zur Hauptempfangsrichtung senkrechten Achse und kleinere Öffnungswinkel als eine der Einzelantennen (Bild 7.05). Diese Zweiebenenantennen sind deshalb zu empfehlen, um in schwierigen Lagen mit starken reflektierten Wellen Geisterbilder zu unterdrücken. Solche Antennen zum Empfang vertikal polarisierter Wellen im Fernsehbereich III werden als fertig zusammengebaute Spezialtypen geliefert (Bild 7.06).

Die örtlichen Schwankungen der Feldstärken sind bei vertikaler Polarisation vielfach stärker als bei horizontaler. Die Ursache dafür dürften langgestreckte, senkrechte Metallteile sein, z.B. Starkstrom-Dachständer, Antennenstandrohre, LMK-Stabantennen und Fallrohre von Dachrinnen. Sie können durch Reflexion und Absorption die Feldverteilung stark verändern. Bei vertikaler Polarisation ist es deshalb immer aussichtsreich und empfehlenswert, die Stelle mit dem besten Empfang zu suchen, ehe man daran geht, die Antenne zu vergrößern.

### Grundsätzliches zur Antennenanlage beim Farbfernsehempfang

Zum Farbfernsehen braucht man keine besonderen Antennen, denn Farbsendungen werden von den gleichen Sendern in den gleichen Kanälen sowohl in den VHF - als auch in den UHF - Bereichen ausgestrahlt wie Schwarz-Weiß-Sendungen. Im Schwarz-Weiß-Bild gibt es nur Helligkeitsunterschiede von Schwarz über Grau bis Weiß. Beim farbigen Bild werden zum Schwarz-Weiß-Bild zusätzliche Informationen übertragen, nämlich die Farbart (blau, grün und rot) und die Farbintensität (blasse oder kräftige Farbe). Sie werden durch geeignete Verfahren einer Trägerwelle so aufmoduliert, daß auch die ausgenutzte Breite (7 MHz) des erforderlichen Sendekanals gleich bleibt.

Vor allem wegen des Farbfernsehens sollen in einer Antennenanlage nicht zugleich die Kanäle 5 und 10, 6 und 11 oder 7 und 12 belegt werden, weil die Oszillator-Grundwelle eines Fernsehempfängers, der auf einem der unteren Kanäle eingestellt ist, im jeweils zu diesem angegebenen oberen Kanal zu nahe beim Farbräger liegt. Dadurch entstehen im Farbbild starke Störungen (Farbmoi-

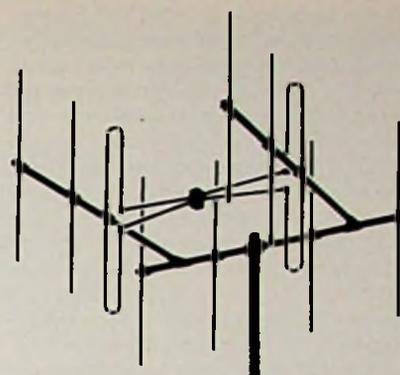


Bild 7.06: Zweielementantenne zum Empfang vertikal polarisierter Sender im Fernsehbereich III

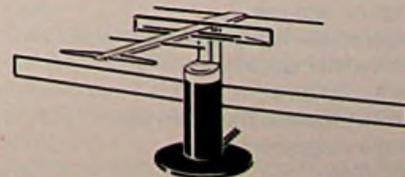
ré), während die entsprechenden Störungen im Schwarz-Weiß-Bild noch kaum zu sehen sind.

### Zimmerantennen

Die Größe von Zimmerantennen und damit auch ihre Empfangseigenschaften, vor allem der Gewinn, sind durch den noch vertretbaren Raumbedarf beschränkt. Beim Entwurf von Zimmerantennen (Bild 7.07) ist stets ein Kompromiß zwischen möglichst günstigen Empfangseigenschaften und der Formgestaltung zu finden.

Die erreichbaren Empfangseigenschaften beschränken die Brauchbarkeit von Zimmerantennen auf gute Empfangsbedingungen in Sendernähe. Das Wellenfeld im Zimmer ist weiterhin nicht nur durch die Wände abgeschwächt, sondern auch durch Reflexionen an den Wänden stets stark verzerrt. Deshalb ist es wichtig, durch Empfangsversuche einen günstigen Platz für die Zimmerantenne zu suchen und sie auf optimalen Empfang auszurichten. Der Platz ist so zu wählen, daß die Stellung der Antenne möglichst nicht mehr verändert wird, z.B. in einem Regal oder auf einem Schrank. Manchmal ergeben sich aber auch merkliche Änderungen der Bildgüte durch Umstellen von Sesseln oder durch im Zimmer umhergehende Personen. Beim UHF-Empfang im Parterre können auch vorbeifahrende Wagen oder vorbeigehende Personen das Fernsichtbild deutlich sichtbar verändern.

Bild 7.07: Fernsehzimmerantenne für VHF und UHF



Aus den dargelegten Gründen sind Zimmerantennen nur als Behelfslösung zu empfehlen, wenn keine Hochantenne errichtet werden kann oder soll. Sie sind eingebauten Geräteantennen überlegen, weil diese nicht beliebig verstellt und ausgerichtet werden können. Der Funkstörungsmeßdienst lehnt es aber ab, in Störfällen tätig zu werden, so lange nur eine Zimmerantenne und keine Hochantenne vorhanden ist.

In Zimmerantennen eingebaute Verstärker können den Empfang durch Verringern der Rauschstörungen (Schnee im Bild) verbessern, wenn der Antennenverstärker ein kleineres Rauschmaß hat als der Fernsehempfänger. In Sendemähe ist dagegen darauf zu achten, daß der Verstärker nicht übersteuert wird und Störungen durch Kreuzmodulation (Scheibenwischereffekt) verursacht. Um diese Gefahr auch bei nicht sachgerechter Verwendung von Zimmerantennen durch Laien zu verringern, sollen Verstärker von Zimmerantennen nur mäßige Verstärkung (z.B. 16 dB) und einen hohen zulässigen Ausgangspegel (z.B. 90 dBµV) haben. Bei Zimmerantennen für Stereo-Hörfempfang hat dieser Gesichtspunkt noch größere Bedeutung. (Wird fortgesetzt)

**Terminkalender für Kurse und Lehrgänge**

**17.5. – 19.5.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-80/85 II**  
 Ort: Hannover  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**18.5. – 19.5.78**  
**Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler**  
 Ort: Ostfildern  
 Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

**21.5. – 23.5.78**  
**Television Measurement**  
 Ort: London  
 Veranstalter: Institution of Electronic and Radio Engineers

**22.5. – 24.5.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-80/85 I**  
 Ort: München  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**22.5. – 24.5.78**  
**Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Einführungsseminar**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 850 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**23.5. – 24.5.78**  
**Lernwirksames Gestalten von Bedienungsanleitungen**  
 Ort: Zürich

Gebühr: 485 DM  
 Veranstalter: Lerntechnologisches Institut, Heppenheim

**25.5. – 26.5.78**  
**Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Systemtrainingskurs**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 685 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**25.5. – 26.5.78**  
**Mikrocomputer-Workshop Intellec-800-Praxis**  
 Ort: München  
 Gebühr: 470 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**29.5. – 30.5.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-48 I**  
 Ort: München  
 Gebühr: 470 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**29.5.–1.6.78**  
**Mikrocomputer-Systeme Teil II**  
 Ort: Essen  
 Gebühr: 705 DM  
 Veranstalter: Haus der Technik e.V., Essen

**31.5.–1.6.78**  
**Einbruchmeldeanlagen – Planung, Bau und Betrieb**  
 Ort: Essen  
 Gebühr: 375 DM  
 Veranstalter: Haus der Technik e.V., Essen

**31.5. – 2.6.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-48 II**  
 Ort: München  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**31.5. – 2.6.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-80/85 II**  
 Ort: Wien  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**5.6. – 7.6.78**  
**Mikrocomputer-Workshop MCS-80/85 Peripherie**  
 Ort: München  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**6.6. – 7.6.78**  
**Lernwirksame Gestaltung von Bedienungsanleitungen**  
 Ort: Hannover  
 Gebühr: 485 DM  
 Veranstalter: Lerntechnologisches Institut, Heppenheim

**14.6. – 16.6.78**  
**Hochfrequenz-Schaltungstechnik – mit Demonstrationen – Funktion und Anwendung in Hochfrequenzschaltungen**  
 Ort: Ostfildern  
 Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

**15.6. – 16.6.78**  
**Mikrocomputer-Workshop RMX-80**  
 Ort: Frankfurt  
 Gebühr: 470 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**12.6. – 14.6.78**  
**Mikrocomputer-Workshop SBC-80**  
 Ort: Frankfurt  
 Gebühr: 650 DM  
 Veranstalter: Intel Semiconductor, München

**19.6. – 20.6.78**  
**Intel Mikrocomputer-Systeme – Einführungsseminar**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 685 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**20.6. – 21.6.78**  
**Lernwirksame Gestaltung von Bedienungsanleitungen**  
 Ort: Gelsenkirchen  
 Gebühr: 485 DM  
 Veranstalter: Lerntechnologisches Institut, Heppenheim

**21.6. – 23.6.78**  
**Intel Mikrocomputer-Systeme – Programmierkurse**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 850 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**11.9. – 13.9.78**  
**Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Einführungsseminar**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 850 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**14.9. – 15.9.78**  
**Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Systemtrainingskurs**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 685 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

**13.11. – 15.11.78**  
**Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Einführungsseminar**  
 Ort: Bad Bramstedt  
 Gebühr: 850 DM  
 Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

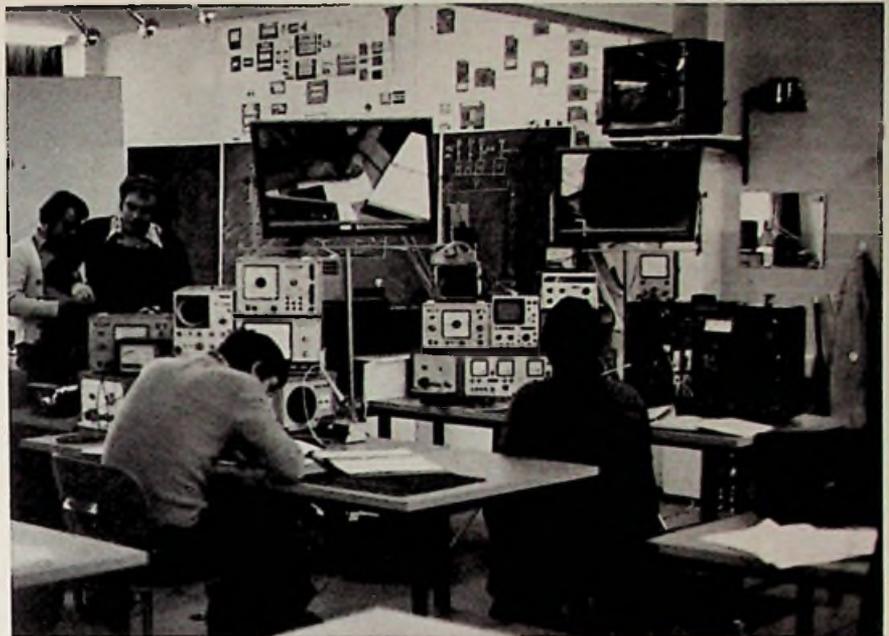
**Meldungen über dies und das**

Prof. Dr.-Ing. H. Brunswig betreibt seinen Telefoniesender DL6DM mit 120 W und nicht, wie es in Heft 23/77 irrtümlicherweise hieß, mit 120 kW.

Meisterprüfung**Tageslehrgänge  
in Bochum**

Die Handwerkskammer Dortmund führt in über 30 Handwerksberufen Vorbereitungslehrgänge zur Ablegung der Meisterprüfung durch. Diese Maßnahmen werden in Teilzeitform und in Vollzeitform (Tageslehrgänge) angeboten. Bisher konnten für 11 Handwerksberufe Vollzeitmaßnahmen eingerichtet werden.

Erstmals konnte im Jahre 1977 ein Tageslehrgang für Radio- und Fernsehtechnik als Vorbereitungslehrgang zur Ablegung der Meisterprüfung ins Programm aufgenommen werden. Die Lehrgangsdauer beträgt rd. 10 Monate. Die Vorbereitung erstreckt sich auf alle Hauptteile der Meisterprüfung.



Werkstattraum mit Meß- und Testgeräten im Bildungszentrum „Handwerk“ in Bochum

Wünsche der Werkstatt**Bessere  
Serviceunterlagen  
für Farbfernsehgeräte**

Den Farbfernsehgeräten werden in der Regel Serviceunterlagen beigelegt. Diese selten ausreichenden Unterlagen werden vorwiegend im Außendienst verwendet. Oft sind dies auch in der Werkstatt die einzigen Unterlagen, weil ausführlichere häufig nicht oder bei neuen Modellen verspätet vorliegen. Wie die den Geräten beigelegten Unterlagen beschaffen sein sollten, ist nachfolgend beschrieben. Zu Anfang sollte die Schaltung kurz beschrieben werden. Dazu gehört ein Blockschaltbild mit einer Aufteilung nach Funktionsblöcken und Bausteinen (Moduln). Dies ist für die Bedienungs- und Anzeigeelektronik besonders wichtig, da dieser Schaltungsteil häufig geändert wird. Ebenso wichtig sind Lagepläne. Hier sollten Bausteine (Moduln), einzeln montierte Bauteile sowie Serviceeinsteller und Servicemeßpunkte eingetragen sein. Leiterbahnbilder von den Hauptplatinen als Zeichnung mit Durchsicht auf die montierten Baugruppen und Einzelbauteile erleichtern die Fehlersuche ebenso wie die hier eingetragene Kennzeichnung von Anschlüssen, Meßpunkten und Serviceeinstellern. Ein Stromlaufplan der Schaltung soll selbstverständlich ebenfalls vorhanden sein. Form und Umfang

solcher Stromlaufpläne sind je nach Hersteller sehr unterschiedlich. Kennzeichnung und Art der Eintragung von Signalwegen, Leitungs- und Steckverbindungen stimmen fast nie überein. Auch sind sich die Hersteller anscheinend nicht einig, ob und in welcher Form Modul- und IC-Schaltungen eingetragen werden sollen. Für den Servicetechniker wäre es am besten, wenn die IC-Schaltungen in vereinfachter Form als Block-, Prinzip- oder Funktionsschaltbild in den Stromlaufplan eingetragen wären. Schaltungen von Moduln, die selten repariert werden (Tuner, Bild-ZF und Digitalelektronik), sollten ebenfalls in vereinfachter Form eingezeichnet werden. Der übrige Schaltungsteil kann dann als Stromlaufplan ausgeführt werden. So wäre das Schaltbild übersichtlich und enthielte die wichtigsten Informationen. In das Schaltbild eingetragene Oszillogramme und Spannungswerte sollten sich von der Schaltung abheben. Spannungswerte können dazu mit starker Umrandung neben die Meßpunkte gesetzt werden. Oszillogramme sollten in der Nähe des Meßpunktes mit eindeutiger Hinweis auf diesen angeordnet sein. Kontrastreiche Darstellungen, wie weißes Oszillogramm auf schwarzem Grund, sind hier gut geeignet. Die Serviceunterlagen sollten so geordnet sein, daß ergänzende Seiten, wie Leiterbahnbild und Schaltung, nebeneinander liegen können, damit nicht laufend umgeblättert werden muß. J. Barfuß

Hauptteil I (Meisterstück und Arbeitsprobe): Anfertigung gedruckter Schaltungen, Ermitteln und Beheben von Fehlern von Radio- und Fernsehgeräten, Meßübungen an Meß- und Testgeräten usw.).

Hauptteil II (Fachtheoretische Kenntnisse): Technische Mathematik, technisches Zeichnen, Fachtechnologie, Werk- und Hilfsstoffe, Kalkulation.

Hauptteil III (Wirtschafts- und Sozialkunde): Buchführung, Betriebswirtschaft, Zahlungsverkehr, Rechtsfragen des Handwerks, Sozialversicherung, Steuerwesen.

Hauptteil IV (Berufserziehung): Grundfragen der Erziehung und Betreuung Jugendlicher, Grundsätze und Methodik der Unterweisung, Rechtsgrundlagen und Gestaltung der Berufserziehung.

Der Lehrgang wird im Bildungszentrum „Handwerk“ in Bochum durchgeführt, einer Gemeinschaftseinrichtung der Kreishandwerkerschaft Bochum, Bochumer Innungen und der Handwerkskammer Dortmund.

Der theoretische und praktische Unterricht erfolgt in modern eingerichteten Unterrichts- und Werkstatträumen. Der Lehrgang erstreckt sich nicht nur auf die Vermittlung theoretischer und praktischer Kenntnisse. Die Meisterprüfung einschließlich Erstellung der praktischen Prüfungsaufgaben ist ebenfalls in die Maßnahme miteinbezogen. Hierdurch ist gewährleistet, daß die gesamte Meisterprüfung zügig abgenommen werden kann.

Durch regelmäßige Koordinierungsgespräche zwischen Meistervorbereitung und Meisterprüfung ist sichergestellt, daß im Lehrgang umfassend auf die Prüfung vorbereitet wird.

Darüber hinaus wird den angehenden Radio- und Fernsehtechnikermeistern das

Wissen vermittelt, über das ein Meister von heute verfügen muß, damit er konkurrenzfähig sein kann.

Selbstverständlich ist die Maßnahme nach dem Arbeitsförderungsgesetz als förderungswürdig anerkannt worden. Nähere Einzelheiten bezüglich der Förderung sind beim zuständigen Arbeitsamt zu erfragen. Anmeldungen zu dem Tageslehrgang werden von der Unterrichtsabteilung der Handwerkskammer Dortmund, Reinoldstraße 7-9, 4600 Dortmund 1, entgegengenommen. □

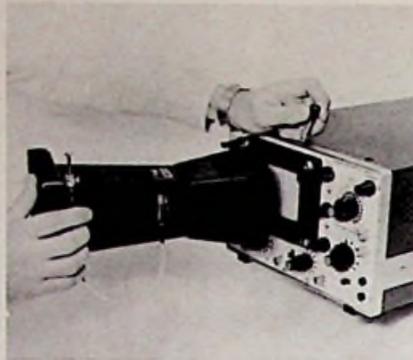
**Technische Druckschriften**

**Mikrocomputer-Programmierbeispiele.** Das Buch mit diesem Titel von Dr. J. Hatzebichler enthält, ausführlich beschrieben, Programmierbeispiele für den Mikroprozessor 2650 (Signetics, Valvo). Gedacht ist es für einen Mikrocomputer auf der Basis des Mikroprozessors 2650. Einen 1-Platinen-Computer dieser Art zum Preis von 884 DM und das Buch zum Preis von 19,80 DM bekommt man bei der Ing. Hofacker GmbH, 8150 Holzkirchen.

**Kurzberichte über neue Hilfsmittel**

**Oszilloskopkamera**

Die Oszilloskopkamera Shackman 7000 wird vorgestellt von Shackmann Instruments, Chesham England. Der Aufnahme- teil wurde von der Polaroid Sofortbildkamera übernommen. Die Kamera erhielt ein Objektiv mit einer Brennweite von 70 mm und einer Lichtstärke von 1:3,5. Blendenwerte bis 32 können eingestellt werden. Der Verschluss hat einen Kabelauslöser und ermöglicht automatische Belichtung von 1 Sekunde bis 1/125 Sekunde sowie beliebig lange Belichtung bei „B“-Einstellung. Entfernung braucht nicht eingestellt zu werden. Sie wird durch die zum Oszilloskop passenden Vorsätze eingehalten. Soll die Kamera am Oszilloskop fest montiert werden, so kann auf 60 verschiedene Vorsätze für über 27 Oszilloskop-Fabrikate zurückgegriffen werden. Diese zweiteiligen Vorsätze werden angeschraubt, sind aber mit leicht lösbaren



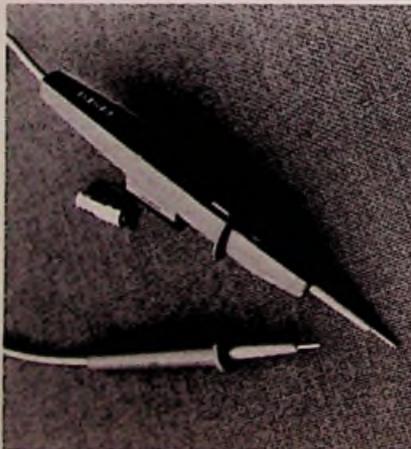
Oszilloskopkamera Shackmann 7000

Schamieren versehen, damit die Kamera zur Seite geschwenkt oder abgenommen werden kann. Für handgehaltene Aufnahmen gibt es zehn verschiedene Vorsatzhauben. Als Filmmaterial werden Polaroid Schwarz-Weiß-Filmmagazine verwendet. Sie reichen für 8 Aufnahmen und liefern nach 30 Sekunden Entwicklungszeit 83 mm x 108 mm große Bilder. Die Kamera wiegt etwa 680 g und kostet umgerechnet 500 DM bis 600 DM.

**Spannungsprüfer**

Die Siemens AG brachte einen Universal-Spannungsprüfer heraus, der für Gleich- und Wechselspannung von 4,5 V bis 380 V geeignet ist. Er besteht aus zwei Handgriffen mit Prüfspitze, die über ein 60 cm langes Kabel verbunden sind. Einer der Handgriffe enthält einen keramischen Kaltleiter, der mit zwei antiparallel geschalteten Leuchtdioden in Serie liegt. Der Kaltleiter begrenzt bei jeder Spannung sehr rasch den Prüfstrom. Wenn Wechselspannung angelegt wird, zeigen dies beide Leuchtdioden an. Bei Gleichspannung wird von einer der Leuchtdioden die Polarität angezeigt. Den Universal-Spannungsprüfer bekommt man mit zu-

**„Kombiprüfer“ (Siemens)**

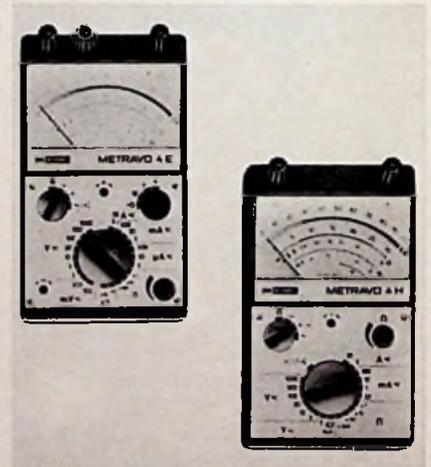


sätzlicher Ausstattung als „Kombiprüfer“. Er enthält eine Prüftaste und eine Spezialbatterie für Durchgangsmessungen. Widerstandswerte bis 20 kΩ werden von der Leuchtdiode angezeigt, wenn man die Taste betätigt. Bedienungsfehler schaden dem Gerät nicht. Der Universal-Spannungsprüfer kostet einzeln 14,90 DM und der „Kombiprüfer“ 26,60 DM einschließlich Batterie.

**Kurzberichte über neue Meßgeräte**

**Vielfachmeßgeräte**

Metrawatt ergänzt sein Programm analog anzeigender Vielfachmeßgeräte durch die Modelle Metravo 4 H und Metravo 4 E. Beide Geräte haben Überlastungsschutz in allen Meßbereichen bis 250 V Gleich- und Wechselspannung. Sie haben eine Fehlertoleranz entsprechend der Klasse 1,5 nach DIN 43780. Das Metravo 4 H mit einem Eingangswiderstand von 31,6 kΩ bei Gleich-



Vielfachmeßgeräte Metravo 4 H und Metravo 4 E (Metrawatt GmbH)

spannung von 3,16 kΩ bei Wechselspannung verfügt über 37 Meßbereiche für Spannung (0,3 V bis 1000 V), Strom (30 µA) bis 10 A) und Widerstand (1 Ω bis 100 kΩ). Das Metravo 4 E ist mit einem integrierten FET-Verstärker ausgerüstet. Damit wird ein Eingangswiderstand von 10 MΩ im Gleichspannungsbereich sowie von 1 MΩ im Wechselspannungsbereich ermöglicht. Es stehen 48 Meßbereiche zur Verfügung: Für Spannung von 100 mV bis 1000 V, für Strom von 3 µA bis 30 A und für Widerstand von 1 Ω bis 10 MΩ.

Marktübersicht Netzgeräte

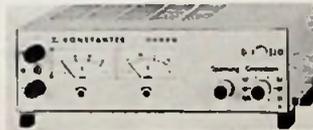
## Werkstatt-Netzgeräte für Gleichspannung

In der Marktübersicht stellen wir regelbare Gleichspannungsnetzgeräte mit einer Ausgangsleistung bis 24 W vor. Diese Leistung dürfte für die meisten Fälle ausreichen. Für höhere Leistung können Geräte gleichen Typs in Serie oder parallel geschaltet werden. Von den hier vorgestellten Anbietern, außer Lambda, wird dies in den Datenblättern erwähnt. Alle Geräte haben eine einstellbare Spannungsstabilisierung und sind kurzschlußsicher durch eine einstellbare Strombegrenzung. Einige Geräte haben außerdem eine einstellbare Stromstabilisierung. Der Innenwiderstand beträgt im Konstantstrombetrieb etwa 1 k $\Omega$  bis 1 M $\Omega$  je nach Gerätetyp. In der

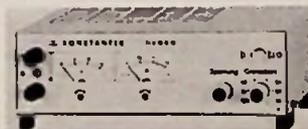
Übersicht ist angegeben, ob die Geräte eine Strombegrenzung (SB) oder eine Stromstabilisierung (SS) haben. Wir haben uns bemüht, für alle Geräte übereinstimmende Angaben bei den Daten zu bekommen. Für die Stabilität der Ausgangsspannung bei Änderung der Netzspannung ( $U_A$ -Stabilität bei  $U_N \pm 10\%$ ;) und bei Änderung des Ausgangsstromes ( $I_A$  0...100%;) war dies leider nicht möglich. Die Prozentzahlen geben die Abweichung für die maximal einstellbaren Werte an. Ein Spannungswert gibt die Abweichung für den gesamten Bereich an. Sind Spannung und Prozent angegeben, so gilt die Prozentzahl für die jeweils eingestellte Spannung.



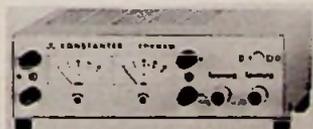
Anbieter: Gossen  
 Modell: T 1 K 8 B 2,5  
 Einzelverkaufspreis: 535 DM  
 Spannungsbereich: 0...8 V  
 Maximaler Strom: 2,5 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung 20 W  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $U_N \pm 10\%$ : 0,01%  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $\Delta I_A$  0...100%: 0,05%  
 Restwelligkeit  $U_{SS}$ : 3 mV



Anbieter: Gossen  
 Modell: T 1 K 30 B 0,8  
 Einzelverkaufspreis: 535 DM  
 Spannungsbereich: 0...30 V  
 Maximaler Strom: 0,8 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 24 W  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $U_N \pm 10\%$ : 0,01%  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $\Delta I_A$  0...100%: 0,05%  
 Restwelligkeit  $U_{SS}$ : 3 mV



Anbieter: Gossen  
 Modell: T 1 K 15 B 1,5  
 Einzelverkaufspreis: 535 DM  
 Spannungsbereich: 0...15 V  
 Maximaler Strom: 1,5 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 24 W  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $U_N \pm 10\%$ : 0,01%  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $\Delta I_A$  0...100%: 0,05%  
 Restwelligkeit  $U_{SS}$ : 3 mV



Anbieter: Gossen  
 Modell: 2 T 1 K 20 B 0,5  
 Einzelverkaufspreis: 650 DM  
 Spannungsbereich: 0...20 V  
 Maximaler Strom: 0,5 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 24 W  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $U_N \pm 10\%$ : 0,01%  
 $U_A$ -Stabilität  
 bei  $\Delta I_A$  0...100%: 0,05%  
 Restwelligkeit  $U_{SS}$ : 3 mV

## Kilometer 592... Unfall... Notsituation!



### BERU-CB-Autofunk

Die richtigen Geräte für den schnellen klaren Kontakt.

Herausragende Eigenschaften

- Entwicklung in Deutschland
- Produktion in Japan
- = die Qualität stimmt
- der Preis stimmt
- umschaltbar von AM auf FM.
- eingebautes Stehwellenmeßgerät
- Anschluß für Selektivtonruf



Mobil-Funkgerät CBi 1202 m

Zu diesem Gerät liefern wir selbstverständlich den erforderlichen Speziallautsprecher und die Antenne.

Das BERU-Sprechfunksystem. Die CB-Mobilstation im Auto. Leistungsstarke Technologie bei kinderleichter Bedienung.

BERU Der gute Ton im Auto



# BERU Ludwigsburg

Partner des Fachhandels



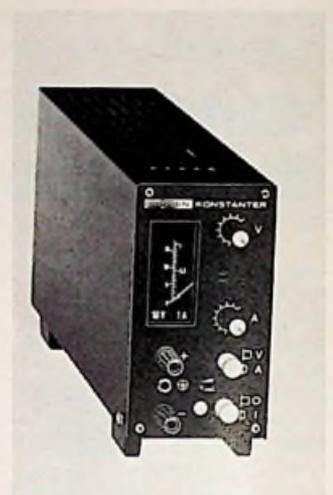
**Anbieter: Burster**  
**Modell: Kingshill 18 V 1 C**  
 Einzelverkaufspreis: 452 DM  
 Spannungsbereich: 0...18 V  
 Maximaler Strom: 1 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 18 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,001‰  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,02%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 0,3 mV



**Anbieter: Burster**  
**Modell: Kingshill 36 V 05 C**  
 Einzelverkaufspreis: 452 DM  
 Spannungsbereich: 0...36 V  
 Maximaler Strom: 0,5 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 18 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,001‰  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,02%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 0,3 mV



**Anbieter: Gossen**  
**Modell: TO 1 K 8 R 2**  
 Einzelverkaufspreis: 475 DM  
 Spannungsbereich: 0...8 V  
 Maximaler Strom: 2 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 16 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,1‰  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,1%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1,5 mV



**Anbieter: Gossen**  
**Modell: TO 1 K 18 R 1**  
 Einzelverkaufspreis: 475 DM  
 Spannungsbereich: 0...18 V  
 Maximaler Strom: 1 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 18 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,1‰  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,2%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1 mV



**Anbieter: Gossen**  
**Modell: TO 1 K 32 R 0,6**  
 Einzelverkaufspreis: 475 DM  
 Spannungsbereich: 0...32 V  
 Maximaler Strom: 0,6 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 18 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,1‰  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,5%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1 mV



**Anbieter: Lambda**  
**Modell: LL-901-OV**  
 Einzelverkaufspreis: 595 DM  
 Spannungsbereich: 0...10 V  
 Maximaler Strom: 1 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 10 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,01‰ + 1 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 4 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1 mV



**Anbieter: Lambda**  
**Modell: LL-902-OV**  
 Einzelverkaufspreis: 595 DM  
 Spannungsbereich: 0...20 V  
 Maximaler Strom: 0,65 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 13 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,01‰ + 1 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 4 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1 mV



**Anbieter: Lambda**  
**Modell: LL-903-OV**  
 Einzelverkaufspreis: 595 DM  
 Spannungsbereich: 0...40 V  
 Maximaler Strom: 0,35 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 14 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10<sup>0</sup>‰: 0,01‰ + 1 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 4 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1 mV



**3 Flüge  
im Freiballon  
zu gewinnen**

**Auf zu neuen  
Umsatzhöhen.  
Mit der VARTA-  
Urlaubsaktion.**

Im Urlaub werden die meisten Batterien gebraucht. Deshalb macht VARTA jetzt ein großes Verbraucher-Preisausschreiben und fordert Ihre Kunden auf, rechtzeitig Batterien einzukaufen: Wenn's auf die Reise geht: Nimm VARTA mit!

3 Flüge im Freiballon sind zu gewinnen. Dazu: 3.333 Wasserbälle und 333 T-Shirts.

**Machen Sie mit. Sie verdienen mit.  
Durch 6% Naturalrabatt!  
Sie gewinnen mit. Denn gewinnt einer  
Ihrer Kunden einen Ballonflug, fliegen  
Sie mit.**

Fordern Sie jetzt das komplette Aktionspaket bei Ihrem Großhändler an: attraktive Displays, Teilnahme-karten und Fensterkleber.

**Der eigentliche Name für Ihre Batterien.**



**VARTA**

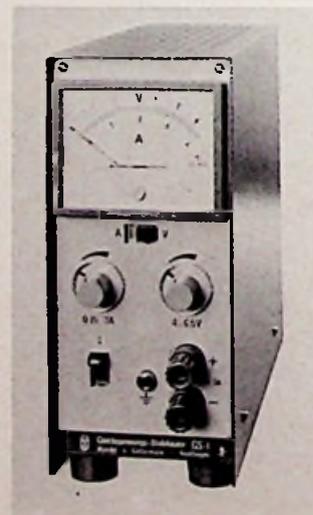
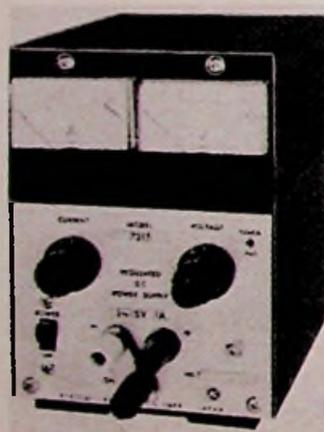


**Anbieter: Lambda**  
**Modell: LP-410-A**  
 Einzelverkaufspreis: 760 DM  
 Spannungsbereich: 0...10 V  
 Maximaler Strom: 2 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 20 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,01% + 1 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,01% + 1 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1,5 mV

**Anbieter: Lambda**  
**Modell: LP-411-A**  
 Einzelverkaufspreis: 760 DM  
 Spannungsbereich: 0...20 V  
 Maximaler Strom: 1,2 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 24 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,01% + 1 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,01% + 1 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 1,5 mV

**Anbieter: Philips**  
**Modell: PE 1535**  
 Einzelverkaufspreis: 450 DM  
 Spannungsbereich: 0...40 V  
 Maximaler Strom: 0,5 A (SS, SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 20 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,05%  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,1%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 4,2 mV

**Anbieter: Telonic**  
**Modell: Kikusui 7315**  
 Einzelverkaufspreis: 312 DM  
 Spannungsbereich: 1...15 V  
 Maximaler Strom: 1 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 15 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: < 10 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: < 10 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 2 mV



**Anbieter: Telonic**  
**Modell: Kikusui 7324**  
 Einzelverkaufspreis: 328 DM  
 Spannungsbereich: 1...30 V  
 Maximaler Strom: 0,5 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 15 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: < 10 mV  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: < 10 mV  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 2 mV

**Anbieter: Wandel u. Golterm.**  
**Modell: GS-1**  
 Einzelverkaufspreis: 390 DM  
 Spannungsbereich: 4...6,5 V  
 Maximaler Strom: 3 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 20 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,03%  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,05%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 0,6 mV

**Anbieter: Wandel u. Golterm.**  
**Modell: GS-2**  
 Einzelverkaufspreis: 390 DM  
 Spannungsbereich: 4...20 V  
 Maximaler Strom: 1 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 20 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,03%  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,04%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 0,3 mV

**Anbieter: Wandel u. Golterm.**  
**Modell: GS-3**  
 Einzelverkaufspreis: 390 DM  
 Spannungsbereich: 4...36 V  
 Maximaler Strom: 0,6 A (SB)  
 Max. Ausgangsleistung: 20 W  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei U<sub>N</sub> ± 10%: 0,03%  
 U<sub>A</sub>-Stabilität  
 bei ΔI<sub>A</sub> 0...100%: 0,03%  
 Restwelligkeit U<sub>SS</sub>: 0,3 mV

Hi-Fi-Technik

## Lautsprecherboxen mit neuartigen Magnetofluid-Kalotten-Systemen

Dipl.-Phys. Karl-Heinz Thiele, Peine  
Dipl.-Ing. Heinz Stawars, Wennigsen

Mit der Serie „TLX professional“ stellte die Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH eine unter Anwendung neuartiger Techniken entwickelte Boxenserie vor. Die Boxen sind, abgesehen vom Tieftonlautsprecher, ausschließlich mit Kalottensystemen ausgerüstet. Die Kalotten-Chassis sind Magnetofluid-Systeme: Der Luftspalt des magnetischen Kreises ist mit magnetischer Flüssigkeit gefüllt.

Mit der neuen Serie „TLX professional“ verwirklicht Telefunken ein Entwicklungskonzept für Lautsprecherboxen, das sich von dem der bereits auf dem Markt befindlichen „TL“- und „L“-Generation in bemerkenswerter Weise abhebt. Charakteristisch für die TLX-Serie sind folgende Besonderheiten:

- Neuartige Lautsprechersysteme,
- Einstellbarkeit des Höhen- und Präsenzbereichs,
- Schutz der Lautsprechersysteme vor Übersteuerung.

### Die akustische Gestaltung der TLX-Familie

Zu den Entwicklungszielen, die das akustische „Gesicht“ der TLX-Serie weitgehend geprägt haben, gehörten folgende Einzelanforderungen:

- Hohe Belastbarkeit.
- Anpassung der Lautsprecherboxen an die Steuergeräte der TR- und HR-Serie von Telefunken.
- Optimales Rundstrahlverhalten durch weitgehenden Einsatz von Kalottensystemen.

Dipl.-Phys. Karl-Heinz Thiele ist Leiter der Akustikgruppe der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover. Dipl.-Ing. Heinz Stawars ist innerhalb dieser Akustikgruppe für Meßtechnik zuständig.

$14 \cdot 10^{-4}$  sehr unterschiedlich sind und damit bei hohen Temperaturen die Stabilität der Schwingspule beeinträchtigt wird, wurde eine neuartige Klebtechnik entwickelt, durch die die Schwingspulen noch bei Temperaturen von rd. 300 °C formstabil bleiben. Es gelingt auf diese Weise, beispielsweise die thermische Belastbarkeit des TLX-2-Tieftöners mit 25 mm Polkerndurchmesser auf 70 W zu steigern.

Die Tieftonsysteme sind durch Überlastpuffer geschützt. Diese Überlastpuffer bestehen aus einem Schaumstoffpolster unter der Kalotte des Lautsprechersystems. Sie fangen bei großen Amplituden durch energievernichtende Abbremsung den Aufprall des Schwingspulenträgers auf den Magnetgrund ab, so daß sich das Schwingspulen-system nicht verformt, was eine irreparable Zerstörung des Lautsprecherchassis zur Folge hätte.

Mußte man bisher im Hinblick auf die Impulsbelastbarkeit des Tieftonsystems einen deutlichen Sicherheitsabstand zwischen dem Magnetgrund und der zulässigen Extremlage des schwingenden Systems einkalkulieren, so kann man mit diesem Überlastpuffer den unter der Schwingspule zur Verfügung stehenden Raum jetzt nahezu ganz ausnutzen, ohne eine Beschädigung des Lautsprechers befürchten zu müssen.

### Hochtonsysteme

In den Kalottensystemen der TLX-Boxen wird die Technologie der Raumfahrt auf den

### Tieftonsystem

Die erste Forderung betrifft in hohem Maße das Tieftonsystem. Die Baßlautsprecher der TLX-Boxen haben Schwingspulen, deren Wickel auf Aluminium-Schwingspulenträger aufgebracht sind. Da aber die linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Aluminium  $\alpha = 23 \cdot 10^{-4}$  und von Kupfer  $\alpha =$

Bild 1. Die drei Modelle der TLX-Familie



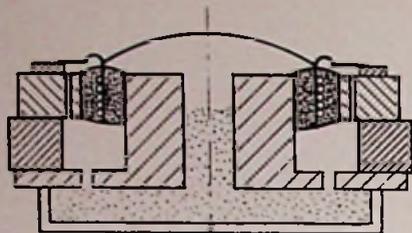


Bild 2. Schnitt-Zeichnung eines Kalottenlautsprechers mit magnetischer Flüssigkeit

Bau von Lautsprechern angewandt: Die akustischen Eigenschaften der Lautsprechersysteme wurden durch Verwendung von Magnetofluiden erheblich verbessert. Dabei handelt es sich um sehr kleine ferromagnetische Partikel, die in einer Trägerflüssigkeit – hier auf Diester-Basis – kolloid aufgehängt sind. Um Wechselwirkungen zwischen den Teilchen unter dem Einfluß des äußeren Magnetfeldes zu verhindern, sind sie von einer monomolekularen Umhüllung eingeschlossen, wodurch man einen elastischen Magnetspalt zwischen den Partikeln erhält – als Ersatz für einen Luftspalt. Das Magnetofluid zeigt echte ferromagnetische Eigenschaften. Es wird von den magnetischen Feldlinien als kompaktes Flüssigkeitspolster im Luftspalt festgehalten (Bild 2). Bei herkömmlichen Lautsprechersystemen ist der Magnetkreis durch den Luftspalt gescherft. Dadurch, daß jetzt an Stelle der Luft mit  $\mu = 1$  das Magnetofluid mit  $\mu \approx 200$  vorhanden ist, wird die Scherung des Magnetkreises verringert, und der akustische Wirkungsgrad steigt. Immerhin konnte man in bestimmten Frequenzbereichen an Lautsprechersystemen Erhöhungen des Schalldruckpegels bis zu 3 dB erzielen. Das heißt, daß Lautsprecher durch Verwendung von Magnetofluiden etwa die doppelte Leistung abstrahlen können. Da andererseits die innere Reibung der Trägerflüssigkeit hemmend auf die Bewegung der Schwingspule wirkt, kann man dazu keine allgemeine Aussage machen; das Magnetofluid muß je nach Art des Lautsprechersystems in bezug auf Trägerflüssigkeit, Menge, Viskosität und Permeabilität sorgfältig auf den Lautsprecher abgestimmt werden. Beherrscht man die spezifischen Maßnahmen der Technologie der Magnetofluiden in Lautsprechern, wirkt sich die Flüssigkeitsdämpfung des schwingenden Systems durch das Magnetofluid ausnahmslos günstig aus.

- a) Man kommt auf diese Weise dem Ideal des resonanzfreien Lautsprechers ein gutes Stück näher, weil die hohen Amplituden in der Nähe der Resonanzfrequenz bedämpft werden, was man am Impedanzverlauf direkt meßtechnisch erfassen kann (Bild 3).
- b) Die Linearisierung des Impedanzverlaufs hat darüber hinaus zur Folge, daß das Phasenverhalten eines Lautsprechersystems entscheidend verbessert werden kann (Bild 4).
- c) Der Schalldruckverlauf im Resonanzgebiet wird ausgeglichener.
- d) Da innerhalb und außerhalb der Schwingspule ein Flüssigkeitspolster existiert, dessen Form von den magnetischen Feldlinien gehalten wird, das wegen der Inkompressibilität von Flüssigkeiten aber auch ein konstantes Volumen behält, wird der Schwingspule eine weitgehend axiale Bewegung aufgezwungen. Bewegungen in radialer Richtung, die bei Lautsprechern klassischer Bauart zu Taumeleffekten und Partialerschwingungen führen können, sind nahezu ausgeschlossen.
- e) Dank des sehr guten Klirrverhaltens sogar in Resonanznähe und des linearisierten Schalldruckverlaufes in diesem Frequenzgebiet läßt sich der Übertragungsbereich der Kalotten-Systeme viel weiter nach unten ausnutzen. Früher mußten die elektrischen Weichen bei herkömmlichen Mittel- und Hoch-Ton-Lautsprechern im allgemeinen für eine Sperrdämpfung von 10 bis 15 dB bei Resonanzfrequenz ausgelegt werden. Jetzt kann der Frequenzbereich eines Kalottensystems entscheidend nach tiefen Frequenzen hin ausgedehnt werden, was letztlich der Sauberkeit und der Impulswiedergabe der Boxen zugute kommt, denn Tieftöner können aufgrund ihrer Membrantragheit Signale in mittleren Frequenzlagen nicht ohne Verfälschung abstrahlen. Einen weiteren Fortschritt bringen die Magnetofluiden im Hinblick auf die thermische

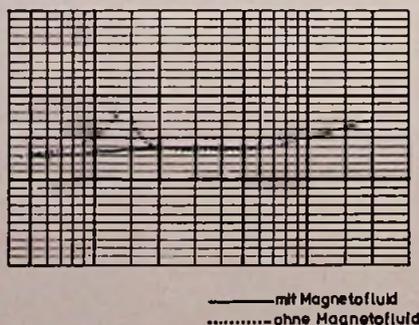


Bild 3. Impedanzverlauf eines Lautsprechers mit Magnetofluid (im Vergleich dazu ohne Magnetofluid)

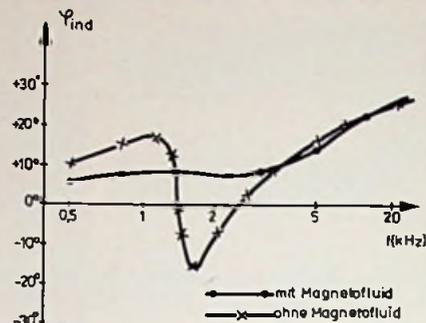


Bild 4. Phasenverlauf

Belastbarkeit und die Nennbelastbarkeit der Systeme. Das soll an einem Beispiel erläutert werden: Ein Kalottenlautsprecher herkömmlicher Art hat bei hohem Schalldruckpegel (96 dB bei 10 kHz mit einem Polkern von 25 mm eine Amplitude von rd. 0,3  $\mu\text{m}$ . Bei dieser geringen Amplitude wird die Joulesche Wärme der Schwingspule wegen der fehlenden Konvektion nur durch Wärmestrahlung abgeführt. Da Luft ein guter Isolator ist, kommt es normalerweise zu einem Wärmestau in der Schwingspule. Aus der Fülle der Untersuchungen sei hier angeführt, daß sich unter bestimmten Versuchsbedingungen ein Kalottensystem (ohne Füllung mit Magnetofluid) auf eine Schwingspulentemperatur von 118 °C bei 2,6 W elektrischer Leistung einstellte. Bei der Wiederholung des Versuches mit magnetischer Flüssigkeit wurde die Schwingspulentemperatur bei sonst gleichen Bedingungen nur zu 28 °C gemessen. An die Stelle der mangelhaften Energieabfuhr durch Wärmestrahlung tritt jetzt die direkte Energieübertragung durch die magnetische Flüssigkeit (Wärmeleitung), und die geringe Wärmekapazität der Schwingspule wird durch die des Magnetofluides einschließlich des gesamten übrigen Magnetkreises entscheidend vergrößert. Damit ist eine Überhitzung der Schwingspule ausgeschlossen worden. Darüber hinaus baut sich ein Temperaturregelkreis auf durch eine weitere nützliche Eigenschaft des Magnetofluides: Bei steigenden Temperaturen nimmt die Viskosität der magnetischen Flüssigkeit ab (Bild 5). Wird also ein Lautsprechersystem durch Überlastung warm, müßte eigentlich der Schalldruckpegel des Lautsprechers durch den höheren Schwingspulenwiderstand geringer werden. Durch die gleichzeitig abnehmende Viskosität des Ferrofluides wird die mechanische Bedämpfung der Schwingspule durch Reibung geringer, so daß der Schall-

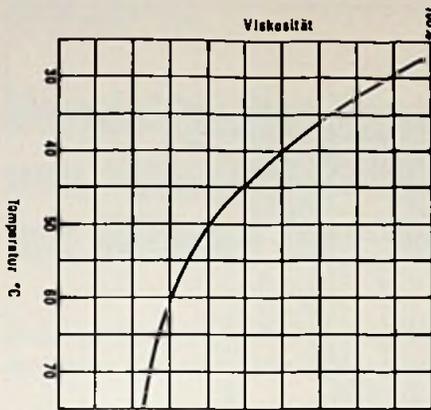


Bild 5. Abhängigkeit der Viskosität eines Magnetofluides von der Temperatur

druckpegel des Lautsprechers im gewissen Umfang konstant bleibt, unabhängig von der Größe der Belastung.

### Anpassung der Übertragungseigenschaften an den Wiedergaberaum

Nach theoretischer Vorausberechnung der Grunddimensionierung mit speziellen Rechnerprogrammen, durch Messungen im freien Schallfeldhalbraum, wie es DIN 45 500, Teil 7, vorschreibt, und im diffusen Schallfeld nach DIN 45 573, Teil 3, durch Simulationsexperimente mit dem Echtzeitanalysator und Abhörtests im Studio und unter wohnraumähnlichen Bedingungen unter Zuhilfenahme eines Equalizers, sind die Übertragungskurven der TLX-Boxen auf natürliche Wiedergabe und Verfärbungsfreiheit optimiert worden und übertreffen die Anforderungen der Hi-Fi-Norm deutlich.

Durch Pegelsteller, die den vom Hochtonsystem abgestrahlten Frequenzbereich beeinflussen sowie bei der Vierwegebox TLX 3 zusätzlich das Frequenzgebiet des Mittelhochtöners, läßt sich die Übertragungskurve der TLX-Modelle leicht variieren. Von dieser Möglichkeit kann man beispielsweise Gebrauch machen, um aufstellungsbedingte akustische Unsymmetrien zwischen zwei Boxen zu kompensieren.

Die Veränderung des abgegebenen Schalldruckpegels erfolgt in fünf diskreten Schritten von jeweils 1,5 dB mit Hilfe eines Drehschalters, ausgehend von der Mittelstellung 0 dB bis zu den Extremstellungen  $\pm 3$  dB. Die Variationsbreite von insgesamt 6 dB reicht aus, um den „Sound“ der Boxen von „weich“ bis „hart“ zu variieren.

Die stufenweise Pegelinstellung mit einem Drehschalter wurde derjenigen durch ein Drahtpotentiometer vorgezogen, weil

Drahtpotentiometer keine logarithmische Kennlinie haben. Außerdem hängt bei Verwendung eines Drahtpotentiometers die Eingangsimpedanz der Box normalerweise von der Potentiometerstellung ab. Schließlich können Kontaktprobleme entstehen, die sich akustisch und impedanzmäßig auswirken.

Im vorliegenden Fall ist jede der fünf Stellungen mit einem Widerstandsnetzwerk beschaltet, das die Eingangsimpedanz der Box unabhängig von der Position des Pegelschalters macht. Das ist bei hochwertigen Anlagen wichtig, weil die elektronischen Sicherungen der Verstärker auf Impedanzstörungen der Boxen sofort reagieren und abschalten.

### Der Schutz der Lautsprechersysteme

#### Die Übersteuerungsanzeige

Parallel zum Tieftonsystem und zur Hochtonkalotte jeder TLX-Box liegt über ein Seriennetzwerk ein antiparallel geschaltetes Pärchen von Lumineszenzdioden.

Die Anordnung mit jeweils zwei gegensinnigen Dioden wurde gewählt, weil Lautsprecher sowohl mit positiven als auch mit negativen Impulsen übersteuert werden können. Z-Dioden in Reihe zu den LEDs bestimmen die Spannungsschwelle, deren Überschreiten die Leuchtanzeige in Tätigkeit setzt.

Die Lumineszenzdioden reagieren auf Spannungsspitzen oberhalb der Nennbelastbarkeit. Betriebsbedingungen mit starker Aussteuerung, durch das beginnende Aufblackern der LEDs angezeigt, können – auch wenn sie etwas länger dauern – nicht schaden, weil zwischen Nenn- und Musikbelastbarkeit ein großer Sicherheitsabstand liegt.

#### Die Sensistor-Schutzschaltung

Die Hochtonsysteme, die beim Anschluß an Steuergeräte ohne ausreichende Pilottonfilterung und Rauschunterdrückung leicht gefährdet werden, sind durch eine nicht-lineare Schaltung zusätzlich geschützt.

Die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Thermistors hat im Prinzip den in Bild 6 dargestellten Verlauf. Da der Thermistor  $R_{th}$  in Reihe zum weitgehend ohmschen Widerstand  $R_L$  des Lautsprechers liegt, ergeben sich für Spannungen  $U_{ges}$  (an der Reihenschaltung von  $R_{th}$  und  $R_L$ ) zwischen  $U'_{ges}$  und  $U''_{ges}$  im Prinzip drei mögliche Arbeitspunkte  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ . Punkte der Art  $P_3$ , die zwischen A und B liegen, sind allerdings nicht stabil.

Die einfache Reihenschaltung von PTC und Lautsprecher verhält sich mithin bei bestimmten Spannungen  $U'_{ges} < U_{ges} < U''_{ges}$  zweideutig: Ist der PTC kalt, so stellt sich Punkt  $P_1$  ein, ist er dagegen erhitzt, weil Überlastung vorliegt ( $U_{ges} > U''_{ges}$ ), so wird sich selbst bei einem Absinken von  $U_{ges}$  unter  $U'_{ges}$  nicht mehr  $P_1$ , sondern  $P_2$  einstellen.

Um diese Mehrdeutigkeit zu vermeiden, muß man die Strom-Spannungs-Charakteristik des Thermistors durch einen parallel geschalteten Widerstand  $R$  scheren.  $I$  ist jetzt der Strom durch die Parallelschaltung von  $R_{th}$  und  $R$ .

Für die praktische Anwendung der Schutzschaltung bedeutet das: Bei zu hohen Spannungen wird die Stromzufuhr zum Lautsprecher nicht völlig unterbunden, wie es im Prinzip mit dem Thermistor allein möglich wäre, sondern der Strom  $I_L$  bleibt praktisch konstant ebenso wie die Spannung  $U_L$  am Lautsprecher (Bild 7). In einer Lautsprecherbox erweist sich das als Vorteil: Man kann die Box auch noch in der Nähe ihrer Belastbarkeitsgrenze problemlos betreiben, ohne ein ständiges Aus- und Wieder-Einschalten der geschützten Lautsprechersysteme und dauernde abrupte Klangfarbenänderungen befürchten zu müssen. Der hohe elektrische Aufwand der TLX-Boxengeneration ist am Beispiel der Schaltung der TLX 3 zu erkennen (Bild 8).

### Design und konstruktive Besonderheiten

Das TLX-Programm umfaßt Modelle verschiedener Größen – von der handlichen

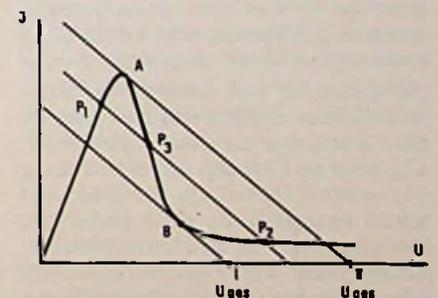
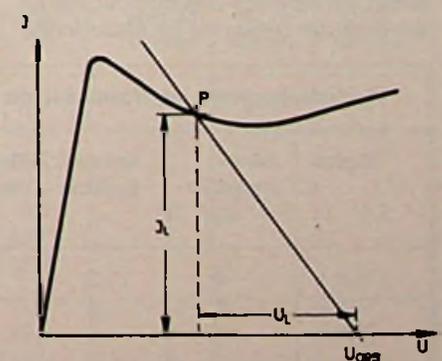


Bild 6. Strom-Spannungscharakteristik eines Kaltleiters

### Bild 7. I/U-Kennlinie der gesamten Schutzschaltung



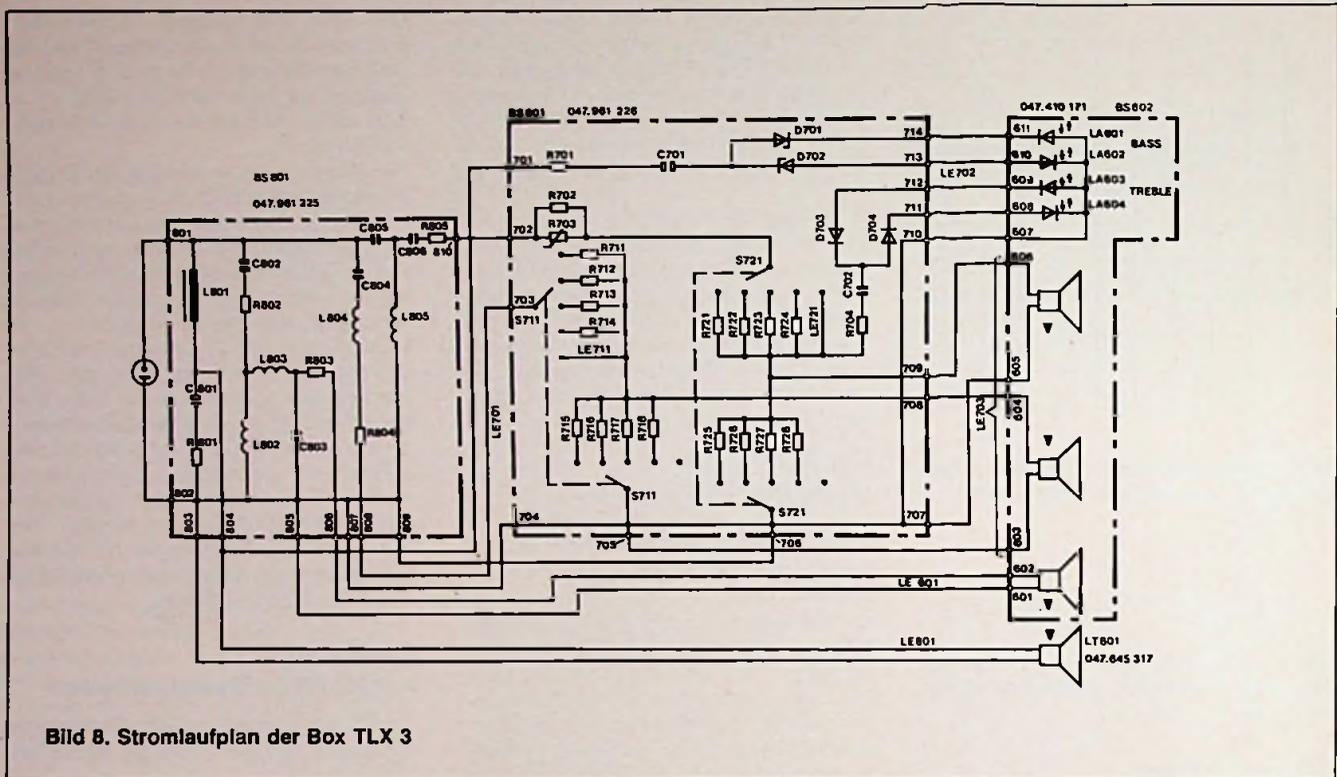


Bild 8. Stromlaufplan der Box TLX 3

16-l-Regalbox bis zur voluminösen 52-l-Standardbox mit Fuß- und unterschiedlicher Ausstattung mit Lautsprechersystemen als Zwei-, Drei- oder Vier-Wege-Box.

Gemeinsam ist allen Modellen ein unverwechselbares charakteristisches Äußeres. Das tiefschwarze Gehäuse in softline-Design ist auf der Frontseite farblich sehr streng und schlicht gehalten. Die sparsame, aber lebhaft kontrastierende weiße Bedruckung der Vorderseite mit Schalldruckdiagramm, Schalterskalen und einigen wenigen Zierlinien unterbricht das einheitliche Schwarz des Gehäuses. Die Lautsprechersysteme sind darüber hinaus durch einen silber geprägten Zierring gestalterisch hervorgehoben. Unaufdringliche Eleganz und unverwechselbarer „technical look“ kennzeichnen das äußere Erscheinungsbild der TLX-Boxen und bieten die Gewähr dafür, daß sie sich auch vom Design her gut in jede Anlage

mit professionellen Bausteinen einfügen. Bemerkenswert ist der konstruktive Aufbau der Schallwand. Ihr innenliegender, nur am Rande der Vorderseite sichtbarer Teil besteht aus mehreren in Sperrholztechnik verleimten Schichten, die mit schwarzer geparter Folie kaschiert sind. So wird der Schallwand eine überaus hohe mechanische Festigkeit – sie muß im Fall der TLX 3 allein Magnetgewichte von insgesamt 6,6 kg tragen – und Resonanzarmut zuteil. Im Falle der Vollaussteuerung der Box können immerhin pneumatische Kräfte von 2700 Newton auf das gesamte Boxengehäuse einwirken.

Auf der Kopfhälfte dieses Innenteils ist ein massives rechteckiges Kunststoffteil mit versenkten Inbusschrauben befestigt, das etwa die Hälfte der Vorderseite der Box einnimmt und nur an seinem Rand die etwa 10 mm zurückliegende Innenschallwand frei

läßt. Diese stabile Kunststoffplatte mit verrundeten Kanten bildet eine komplette Baueinheit mit den Kalottenlautsprechern, die Kalottenkombination. Sie besteht aus glasfaserverstärktem Material, um größtmögliche Biegesteifigkeit zu erzielen, und ist so mit verschiedenen Schichten von Struktur-, Effekt- und Schutzlacken behandelt, daß sie in Farbton, Glanz- und Oberflächenstruktur zum Boxenkörper paßt.

Das gilt auch für die Kunststoffblende vor dem Tieftonlautsprecher, welche die untere Hälfte der Innenschallwand bedeckt und das designmäßige Gegenstück zur Kombination darstellt. In ihrer Mitte ist die Schallöffnung für den Tieftöner ausgespart, die mit einem gewölbten Lochgitter abgedeckt ist - ebenso wie die Lautsprechersysteme der Kalottenkombination. Die Öffnungen im Gitter sind Sechsecke mit 64 % Durchlässigkeit. Ein Sechseck verformt sich beim Bombieren am wenigsten, während ein Kreis zum Oval und ein quadratisches Loch zum Rhombus entartet.

Die Schallwand hat Aufnahmeöffnungen für die Befestigung einer neutralen Blende, die sich durch eine Art Druckknopftechnik leicht wieder abnehmen läßt. Außerdem ist für die TLX 3 ein passender Fuß für den Betrieb als Standardbox lieferbar.

Einen Überblick über die Lautsprecherboxen der TLX-Familie gibt die Tabelle, aus der die wichtigsten Daten zu ersehen sind. □

Technische Daten der Boxen aus der Familie „TLX professional“					
Modell	Nennimpedanz (Ω)	Anzahl d. Systeme	Bruttovolumen (l)	Nenn-/Musik-Belastbarkeit (W)	Übertragungsbereich (Hz)
TLX 1	4	2	16,1	50/75	40-25 000
TLX 2	8	3	30,6	70/120	30-25 000
TLX 3	8	4	51,7	120/200	22-25 000

Forschungsbericht

# Vergleich der Zuverlässigkeit von Fernsehgeräten mit Röhren und Halbleitern

Mitteilung aus dem Institut für Höchstfrequenztechnik und Elektronik der Universität Karlsruhe, von Dr.-Ing. H. J. Blasberg, Karlsruhe

In der vorliegenden Arbeit wird über die Ergebnisse der Untersuchung der Zuverlässigkeit von Fernsehempfängern berichtet. Die Hersteller können für den größten Teil ihrer Geräte das Ausfallverhalten nur in den ersten Betriebsstunden verfolgen. In Ausnahmefällen werden die Beobachtungen für eine kleine Zahl von Geräten über eine längere Zeit fortgesetzt. Die Ergebnisse derartiger Beobachtungen werden jedoch streng gehütet. Im Gegensatz dazu basiert diese Arbeit – wie die später zitierten vorangegangenen Arbeiten – auf der Untersuchung des Ausfallverhaltens der Geräte über einen längeren Zeitraum nach Auslieferung an den Benutzer. Die Ergebnisse sollen einem möglichst großen Kreis von Interessenten zukommen. Deshalb erscheint dieser Aufsatz, obwohl bereits in „Fernseh- und Kino-Technik“ [1] über das gleiche Thema berichtet wurde.

Die vorliegenden Ergebnisse beruhen gegenüber vorangegangenen auf Untersuchungen an einer um rd. 40% höheren Zahl von Geräten. Dadurch konnten z.B. die statistischen Schwankungen der in den vorangegangenen Untersuchungen ermittelten Zuverlässigkeitsfunktionen verkleinert werden – deren grundsätzlicher Verlauf wurde jedoch bestätigt. Über den Rahmen der oben zitierten Arbeit hinaus werden in diesem Aufsatz die Zuverlässigkeitsfunktionen zusätzlich für die ersten Betriebsmonate der Geräte in gedehnter Darstellung gezeigt. Dadurch ist eine bessere Beurteilung ihres Ausfallverhaltens in dieser Zeit möglich.

Geräten die Betriebszeit gemessen und eine mittlere jährliche Betriebszeit von etwa 1100 Stunden ermittelt. Der von anderer Seite gemessene Wert liegt bei etwa 1500 Stunden [3]. Im Auftrag von ARD und ZDF im Jahre 1976 durchgeführte Untersuchungen [4] bestätigen mit 1178 Stunden den im Institut ermittelten Wert. Um das Ausfallverhalten der beobachteten Geräte zu untersuchen, sind die Geräte zunächst in die Gruppen Schwarz-Weiß-Geräte (SW) und Farbgeräte (F)

eingeteilt worden. Die Wandlung der Technologie der aktiven Bauelemente seit Einführung des Fernsehens forderte eine weitere Unterteilung dieser beiden Gerätegruppen in nur mit Röhren (R), mit Röhren und Halbleitern (G) und nur mit Halbleitern (H) bestückte Geräte. Bei der Auswertung der ersten Untersuchungen hat es sich als sinnvoll erwiesen, die mit Halbleitern bestückten transportablen Geräte (P) in einer getrennten Gruppe zu führen. Wegen ihrer niedrigeren elektrischen und thermischen Belastung im Vergleich mit Heimgeräten liegt der Wert ihrer Ausfallrate unter dem der Heimgeräte. In einer gemeinsamen Gruppe würde deren echter Wert verfälscht.

In Tabelle 1 sind die Anzahl der Geräte und die Anzahl der Geräte-Ausfälle zusammengestellt. Sie enthält weiter die vom Rechner ermittelte MTBF (mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen), die MTTF (mittlere Zeit bis zum ersten Ausfall), beide ohne Berücksichtigung der Abhängigkeit der MTBF vom Betriebsalter, und deren Medianwert unter Berücksichtigung aller Ausfälle.

Die Geräte, die am Stichtag, an dem die MTTF und die MTBF berechnet wurden, noch nicht ausgefallen waren, wurden bei der Berechnung dieser Werte nicht berücksichtigt. Der dadurch entstandene Fehler kann bei mit Röhren und gemischt bestückten Geräten vernachlässigt werden. Bei Geräten in Halbleiter-Technologie haben die vom Rechner ermittelten Werte keinen Aussagewert, weil ein zu hoher Prozentsatz dieser Geräte am Stichtag noch nicht ausgefallen war. Sie wurden deshalb in Tabelle 1 nicht ausgeführt und müssen den im nächsten Abschnitt dargestellten Bildern entnommen werden.

## 1. Einteilung der untersuchten Geräte

Für die Untersuchung stehen zur Zeit 1375 Fernsehgeräte zur Verfügung, die sich nach Baujahr und Hersteller unterscheiden. Sie werden seit ihrer Inbetriebnahme beim Benutzer laufend überwacht, und alle wichtigen Informationen über die Geräte und ihre Ausfälle werden gespeichert und statistisch ausgewertet [2].

Um den Aussagewert der erfaßten Daten zu prüfen, wurde für eine größere Anzahl von

Die Auswertung der Daten für diese Arbeit erfolgte auf der „Univac 1108“ des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe. Der Autor dankt Prof. H. Friedburg für seine Unterstützung und den Kollegen des Instituts für wertvolle Zubringerarbeit und für ihre stete Diskussionsbereitschaft.

Tabelle 1. Anzahl der mit Röhren (R), mit Röhren und Halbleitern (G), nur mit Halbleitern (H) bestückten und der transportablen (P) Geräte und die Ausfallzahlen dieser Gerätegruppen, der Median (die Zeit nach der 50% aller in Betrieb genommenen Geräte ausgefallen sind), die MTTF (mean time to failure – mittlere Zeit bis zum ersten Ausfall) und die MTBF (mean time between failures – mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen)

Geräte	Anzahl	Ausfälle	ohne Ausfall Anzahl %	Median Monate	MTTF Monate	MTBF Monate
R SW	344	2755	2 0,6	9,0	26,3	15,1
G SW	312	1161	32 10,3	13,4	31,2	19,2
H SW	56	53	26 46,4			
P SW	67	43	37 55,2			
G F	169	754	3 1,8	7,7	17,9	17,9
H F	404	441	202 50,0			
P F	23	3	21 91,3			
	1375	5210	323 23,5			

## 2. Der zeitliche Verlauf von Zuverlässigkeitsfunktion und Ausfallrate

Die in Tabelle 1 angegebenen Werte der MTBF sind Mittelwerte über das gesamte erfaßte Betriebsalter. Sie sind nur dann vom Betriebsalter unabhängig, wenn die Zuverlässigkeitsfunktion  $R(t)$  (Überlebenswahrscheinlichkeit) durch eine einzige Exponentialfunktion der Form  $\exp(-\lambda t)$  beschrieben werden kann.

In Bild 1 sind die Zuverlässigkeitsfunktionen  $R_1(t)$  für Erstauffälle und die Zuverlässigkeitsfunktionen  $R(t)$  unter Berücksichtigung aller Ausfälle für die gewählten Gerätegruppen in einfach logarithmischem Maßstab dargestellt. Bei dieser Art der Darstellung erkennt man deutlich, daß die ermittelten Zuverlässigkeitsfunktionen nur in einigen Fällen Geraden sind und damit durch eine Exponentialfunktion der oben angegebenen Form und eine im gesamten Zeitbereich

konstante Kenngröße  $\lambda$  beschrieben werden können.

Die Kenngröße ist gut geeignet, die zeitliche Änderung der Zuverlässigkeitsfunktionen zu beschreiben. Sie wird Ausfallrate genannt und mit  $z(t)$  bezeichnet.

Bild 2 zeigt die Ausfallraten  $z_1(t)$  und  $z(t)$  der Gerätegruppen, deren Zuverlässigkeitsfunktionen  $R_1(t)$  und  $R(t)$  in Bild 1 dargestellt sind.  $z_1(t)$  bzw.  $z(t)$  entstehen aus  $R_1(t)$  bzw.  $R(t)$  durch Bildung des Differenzenquotienten. Kleine Schwankungen im Verlauf der Zuverlässigkeitsfunktion treten deshalb im Verlauf der Ausfallrate stark vergrößert auf. Durch eine Mittelung über jeweils 10 benachbarte Werte wurden die größten Schwankungen gemindert. Dies ist nützlich, wenn die Schwankungen durch eine zu kleine Zahl von Daten entstehen, also statistischer Natur sind. Es wurde in Kauf genommen, daß bei dieser Mitteilung unter Umständen aussagekräftige Information verlorengeht. Dies ist der Fall, wenn die

Schwankungen z.B. durch den erhöhten Ausfall eines Bauelementes nach einer bestimmten Betriebsdauer entstehen.

Von besonderem Interesse ist das Ausfallverhalten der Geräte in den ersten Betriebsmonaten. Die in Bild 1 dargestellten Zuverlässigkeitsfunktionen sind deshalb in Bild 3 bis zur Betriebsdauer von 20 Monaten, in Bild 4 bis zur Betriebsdauer von 6 Monaten gedehnt dargestellt. In Bild 1 bis 4 können einige Größen abgelesen werden, die einen Überblick über die Zuverlässigkeit der betrachteten Gerätegruppen geben. Diese Größen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In Bild 1 kann der Medianwert abgelesen werden. Er ist die Zeit, die zum Ordinatenwert  $5 \cdot 10^{-1}$  gehört. In Bild 2 kann die Ausfallrate für jede Betriebsdauer abgelesen werden. Nimmt man vereinfacht an, daß die Ausfallrate in bestimmten Zeitbereichen konstant ist, kann man durch Bildung ihres Kehrwertes die in diesem Zeitbereich gültige MTTF bzw. MTBF bestimmen. Auf diese Art

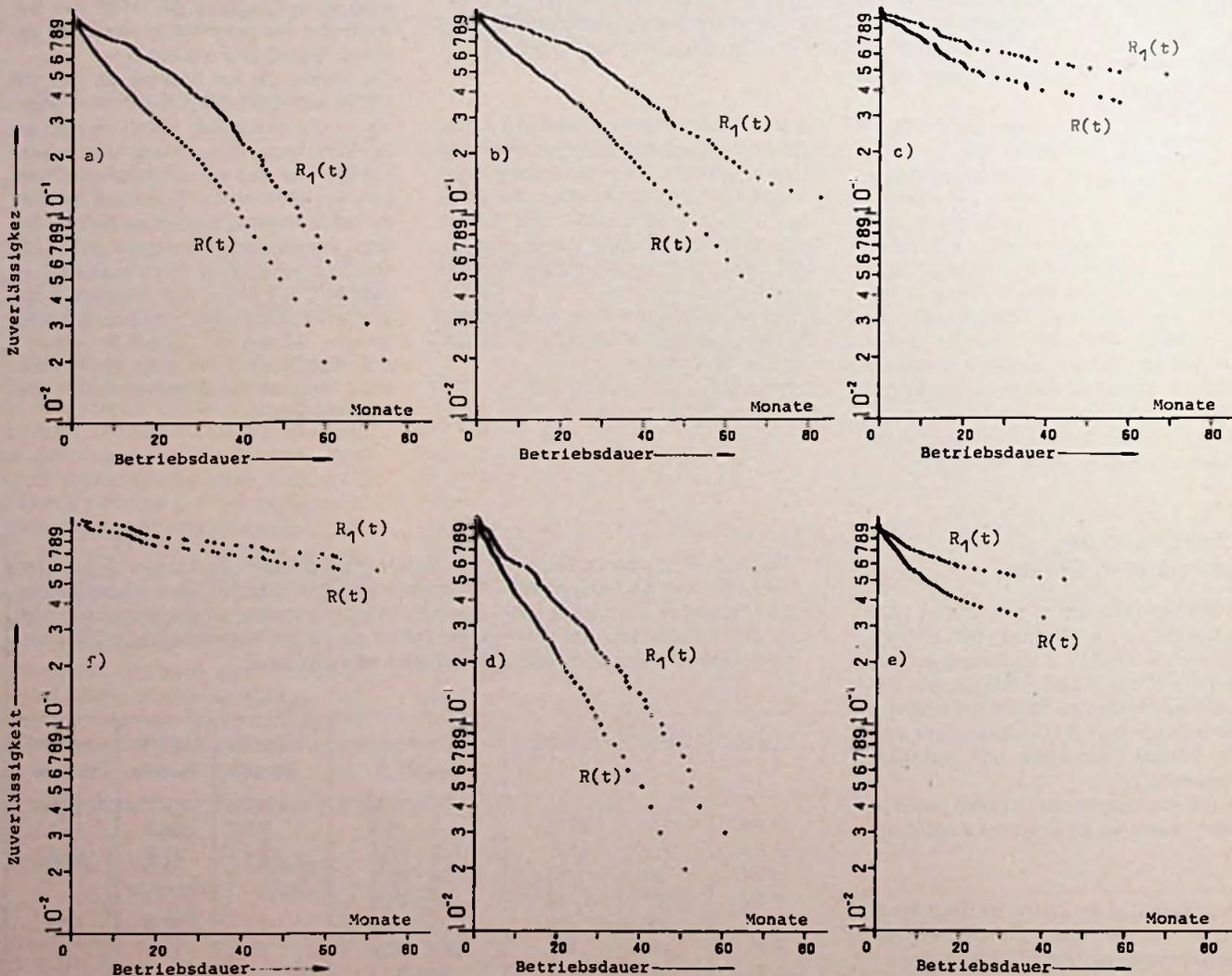


Bild 1. Zuverlässigkeitsfunktionen  $R_1(t)$  für Erstauffälle und  $R(t)$  für alle Ausfälle von a) Röhren-SW-Geräten, b) mit Röhren und Halbleitern bestückten SW-Geräten, c) mit Halbleitern bestückten SW-Geräten, d) mit Röhren und Halbleitern bestückten Farbgeräten, e) mit Halbleitern bestückten Farbgeräten, f) mit Halbleitern bestückten transportablen SW-Geräten

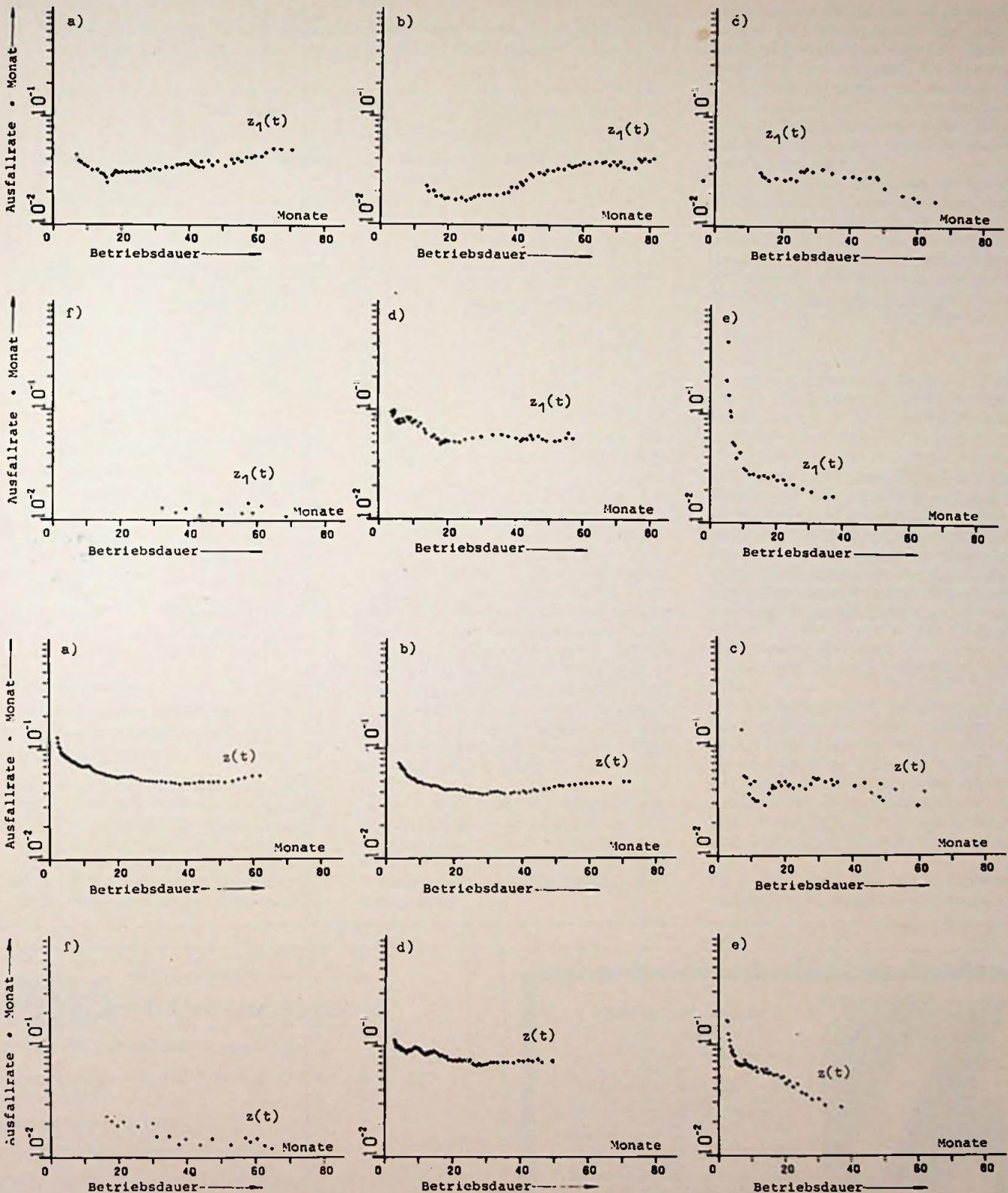


Bild 2. Ausfallraten  $z_1(t)$  für Erstaussfälle und  $z(t)$  für alle Ausfälle von a) Röhren-SW-Geräten, b) mit Röhren und Halbleitern bestückten SW-Geräten, c) mit Halbleitern bestückten SW-Geräten, d) mit Röhren und Halbleitern bestückten Farbgeräten, e) mit Halbleitern bestückten Farbgeräten, f) mit Halbleitern bestückten transportablen SW-Geräten

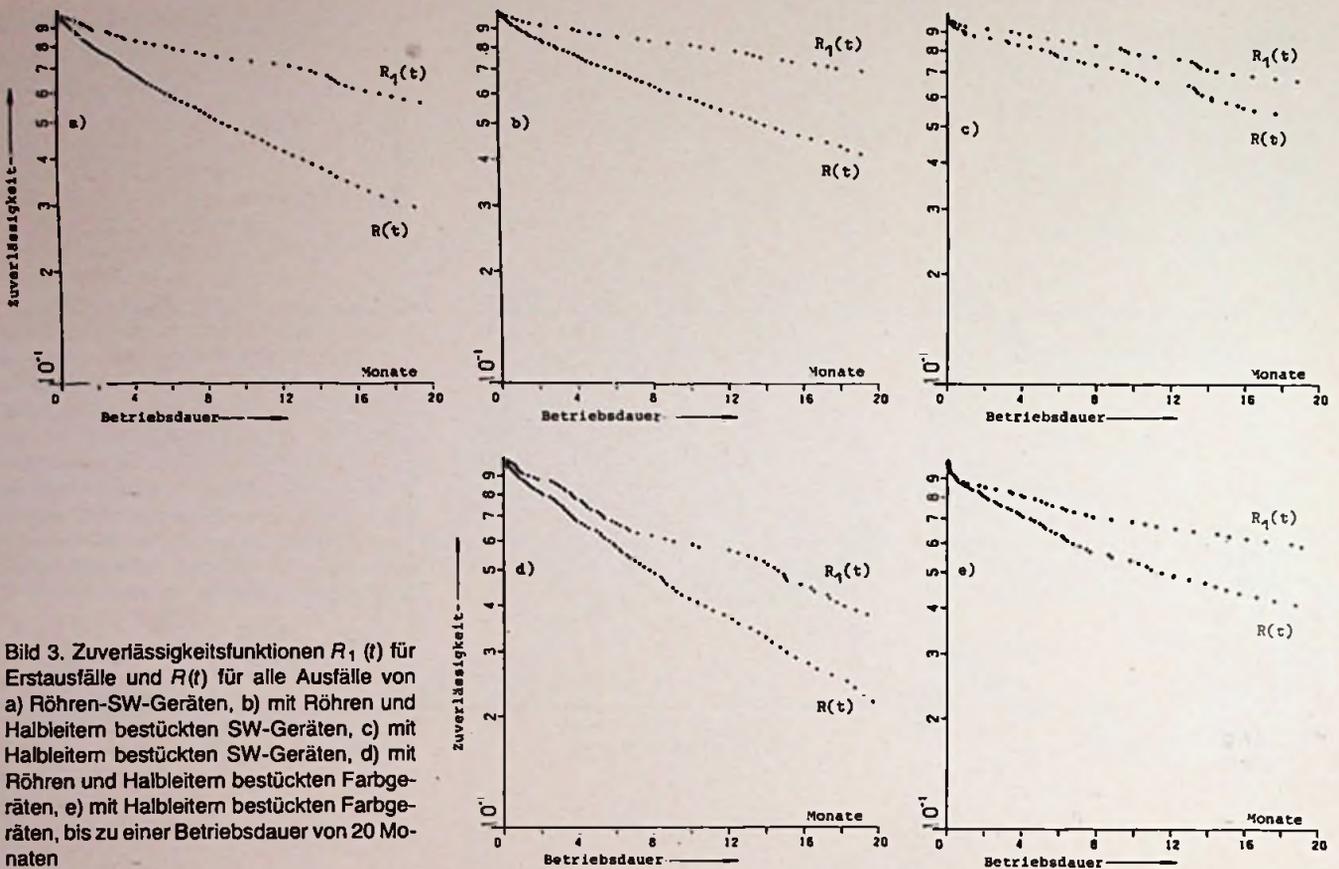


Bild 3. Zuverlässigkeitsfunktionen  $R_1(t)$  für Erstaustfälle und  $R(t)$  für alle Ausfälle von a) Röhren-SW-Geräten, b) mit Röhren und Halbleitern bestückten SW-Geräten, c) mit Halbleitern bestückten SW-Geräten, d) mit Röhren und Halbleitern bestückten Farbgeräten, e) mit Halbleitern bestückten Farbgeräten, bis zu einer Betriebsdauer von 20 Monaten

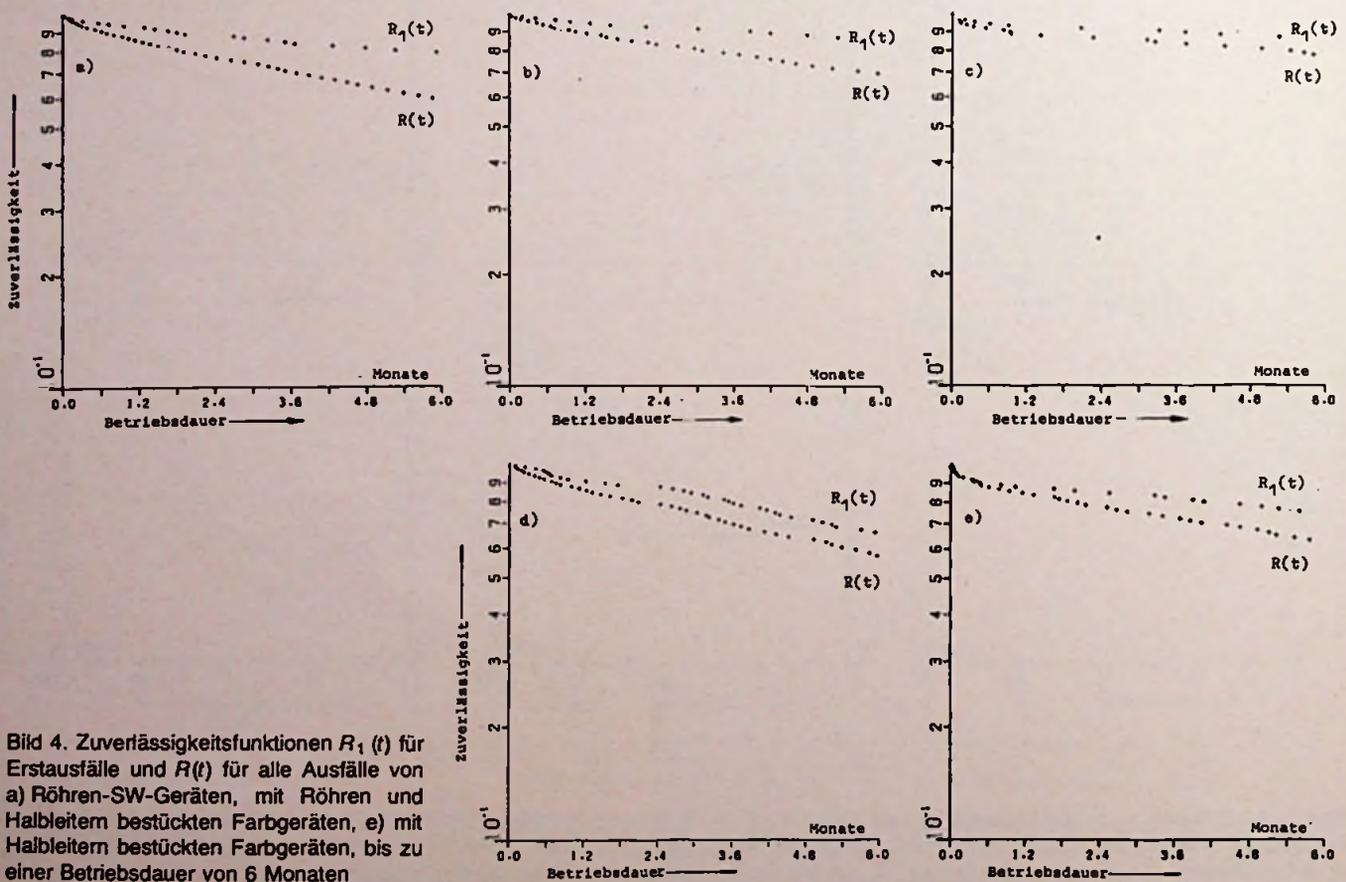


Bild 4. Zuverlässigkeitsfunktionen  $R_1(t)$  für Erstaustfälle und  $R(t)$  für alle Ausfälle von a) Röhren-SW-Geräten, mit Röhren und Halbleitern bestückten Farbgeräten, e) mit Halbleitern bestückten Farbgeräten, bis zu einer Betriebsdauer von 6 Monaten

Tabelle 2. Überblick über die Zuverlässigkeit der betrachteten Gerätegruppen mit den in Bild 1 bis 4 abgelesenen Werten des Median und der MTTF beziehungsweise der MTBF

		Erstausfälle			alle Ausfälle			
Geräte	Median Monate	MTTF (Monate)			Median Monate	MTBF (Monate)		
		Monate				Monate		
		6	20	60(40)		6	20	60(40)
R SW	22	31,1	39,5	23,3	9	13,1	18,7	16,7
G SW	32	45,9	64,4	26,3	14	19,0	24,7	21,7
H SW	55	50,0	58,8	111,0	22	36,4	37,1	83,3
P SW			50,0	76,9			50,0	76,9
G F	15	15,2	22,0	20,0	8	11,0	13,9	12,5
H F	50	29,0	48,3	55,6	11	16,5	26,1	35,7

entstanden die entsprechenden Werte für 60 bzw. 40 Monate in Tabelle 2.

Für die ersten 20 bzw. die ersten 6 Betriebsmonate wurden Ausfallrate und MTTF bzw. MTBF aus der Steigung der Zuverlässigkeitsfunktionen in Bild 3 und Bild 4 ermittelt, die in diesen Zeitbereichen als nahezu konstant angenommen werden kann, wie man in den Bildern erkennt.

### 3. Diskussion des zeitlichen Verlaufs von Zuverlässigkeitsfunktion und Ausfallrate

Generell zeigt sich bei allen Gerätegruppen, was sich bereits bei früheren Untersuchungen [2], [5] ergab: Die Zuverlässigkeitsfunktion  $R_1(t)$  verläuft stets oberhalb von  $R(t)$ , das heißt, die Zuverlässigkeit des Gerätes wird nach dem ersten Ausfall und anschließender Reparatur geringer. Drei mögliche

Ursachen wurden durch eine gezielte Überprüfung der aufgetretenen Ausfälle bestätigt:

Bei einem Teil der Ausfälle wurden zwar die Symptome des Ausfalls beseitigt, nicht jedoch gleichzeitig das den Ausfall auslösende Bauteil erkannt und ersetzt.

Bei einem zweiten Teil der Ausfälle wurde zwar das Element, das den Ausfall verursacht hatte, ermittelt und ersetzt, andere Bauteile wurden jedoch bei dem Ausfall überlastet und bei der Reparatur nicht ersetzt. Sie lösen den neuen Ausfall aus.

Beim dritten Teil der Ausfälle wurde zwar die Fehlerursache ermittelt und das defekte Bauteil ersetzt, jedoch wurde durch Unachtsamkeit des Reparateurs ein Fehler eingebaut, der zu einem erneuten Ausfall führte.

Einige Ausfälle nach einer Reparatur wurden durch Bauteile verursacht, deren maximale Belastungswerte durch langen Betrieb bereits stark gesunken und die nach Einbau eines neuwertigen anderen Bauteiles überlastet wurden.

Die Kurven der SW-Geräte, die ganz oder teilweise mit Röhren bestückt sind, zeigen das für Geräte mit verschleißenden Bauteilen typische Ausfallverhalten. Die Ausfallraten  $z_1(t)$  und  $z(t)$  sinken zunächst nach der Inbetriebnahme. Nach einer Betriebsdauer von 20 bis 40 Monaten erreichen die Ausfallraten ein Minimum und steigen für höhere Betriebszeiten wieder an.

Die Ausfallrate von vollständig mit Halbleitern als aktiven Elementen bestückten Geräten fällt von der Inbetriebnahme bis zur maximalen Beobachtungsdauer von 40 bis 60 Monaten um mehr als eine Zehnerpotenz. Ob bei einem höheren Betriebsalter durch Verschleißausfälle die Ausfallrate wieder ansteigt, kann heute noch nicht festgestellt werden.

Die bisher ausgewerteten Daten liefern ein weiteres interessantes Ergebnis: Die Ausfallraten von SW- und Farbgeräten sind nicht so stark unterschiedlich, wie dies auf Grund ihrer unterschiedlichen Anzahl von Bauelementefunktionen zu erwarten wäre. Diese Tatsache läßt sich folgendermaßen deuten: Bei Farbgeräten ist der größte Teil der Bauelementefunktionen in integrierten Bauteilen konzentriert. Durch deren höhere Zuverlässigkeit gegenüber Bauteilen mit der gleichen Zahl von Bauelementefunktionen in diskreter Technik kann die Zuverlässigkeit des gesamten Gerätes erhöht werden (dies gilt nach unserer Erfahrung nicht uneingeschränkt beim Einsatz hochintegrierter Bauteile).

Obwohl die Auswertung der gespeicherten Daten im Hinblick auf die den Ausfall auslösenden Baugruppen noch nicht abgeschlossen ist, ergaben die bisherigen Auswertungen bereits, daß die entscheidende Zahl der Ausfälle durch Baugruppen entsteht, die sowohl in SW- als in Farbgeräten enthalten sind. Dies sind vor allem die Leistungsstufen.

Die in vorangegangener Arbeit [1] vorgestellten Kurven zeigten starke Schwankun-

## IMRA-Bildröhrenversand

Seit 1959 mit dem größten Programm

Systemerneuerte und fabrikneue Bildröhren Color und Schwarz-Weiß.

Direkt ab Lager lieferbar.

Fordern Sie bitte unsere neue Preisliste an.

Unter Zusicherung schnellster Erledigung Ihrer Aufträge, erwarten wir gern Ihren Anruf.

### IMRA-Bildröhrenversand A. Rütten

Kehrstraße 83, 4054 Nettetal 2 (Kaldenkirchen)  
Telefon (0 21 57) 64 20

### Elektronische Orgeln zum Selbstbau

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen vielseitig.

Sägezahn-, Rechteck- und Sinuserzeugung, 10chörig, voller Orgelklang und echte Instrumental-Klangfarben, alle modernen Spezialeffekte, Schlagzeug, BOHMAT.

Bauen Sie sich für wenig Geld Ihre Superorgel selbst!

Schon Zehntausende vor Ihnen, meist technische Laien, haben gebaut und sind begeistert!

**Dr. Böhm**

Elektronische Orgeln und Bausätze - Postf. 21 09/14/9  
4950 Minden, T. 05 71/5 20 31

Gratis-Katalog anfordern!



gen, die bei  $z(t)$  bzw.  $z_1(t)$  besonders deutlich zu erkennen waren. Durch die höhere Zahl von Geräten und Ausfällen, auf der die vorliegende Arbeit aufbaut, sind diese Schwankungen zum Teil ausgeglichen worden. Dies ist einerseits erwünscht, sofern die Schwankungen statistischer Natur sind und durch ihre Beseitigung eine bessere Beurteilung des Ausfallverhaltens der gesamten Gerätegruppe möglich ist. Andererseits kann die Feinstruktur des Kurvenverlaufs unter Umständen Hinweise auf das Ausfallverhalten einzelner Gerätetypen geben, bei denen beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt erhöhte Ausfälle infolge von Konstruktionsfehlern an bestimmten Bauteilen oder Bauelementen auftreten.

Um die Ursache einiger besonders starker Schwankungen zu klären, wurde für die vorangegangene Arbeit das Datenmaterial gezielt untersucht. Zwei Beispiele, in denen diese Schwankungen offenbar aufgrund echter Effekte entstanden, wurden beschrieben.

**Beispiel 1:** Die Ausfallrate  $z_1(t)$  von Halbleiter-Farbfernsehgeräten stieg in der Zeit von 6 bis 9 Monaten stark an. 16,6% der registrierten Ausfälle ereignen sich in diesem Zeitabschnitt. Davon entfielen 67,5% auf zwei Gerätetypen verschiedener Hersteller. Hiervon wurden 18,3% durch Fehler im Bedienteil verursacht. Im Fall der Netzteilfehler wurde die Gleichrichterdiode durch den Ladestrom beim Einschalten des Gerätes zerstört (Kurzschlußausfall). Die Fehler im Bedienteil waren auf zu geringe Spannungsfestigkeit eines integrierten Bausteins zurückzuführen.

**Beispiel 2:** Im Zeitabschnitt zwischen 10 und 20 Monaten hatte die Ausfallrate  $z(t)$  von SW-Geräten einen erhöhten Wert. Er wurde durch den Ausfall des Netzteils eines bestimmten Gerätetyps durch Kurzschluß der Gleichrichterdioden verursacht.

Beide Schwankungen sind in den Kurven der vorliegenden Arbeit nicht mehr zu erkennen, obwohl alle Gerätetypen und Exemplare noch im untersuchten Ensemble enthalten sind. Bei der gewählten Gruppeneinteilung wird jedoch die oben erwähnte Feinstruktur des Kurvenverlaufs wegen der großen Datenmenge überdeckt.

#### 4. Ausblick

Da die Feinstruktur, wie bereits gesagt, wichtige Information enthalten kann, wurde eine andere Unterteilung des statistischen Materials vorgenommen. Nachdem für die vorliegende Arbeit die Technologie der Geräte das Kriterium für die Bildung der Gerätegruppen war, laufen im Augenblick Untersuchungen, bei denen zusätzlich der Hersteller der Geräte als Kriterium für die Gruppenbildung eingeführt wurde.

Als nächstes ist eine Untersuchung der Ausfallhäufigkeit der einzelnen Baugruppen der Geräte vorgesehen. Dies scheint uns nützlich,

um unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Notwendigkeit des Einsatzes gesteckter Baugruppen zu prüfen, die selten ausfallen. Die Anzahl der beobachteten Geräte und damit die Anzahl der im Rechner gespeicherten Daten wird weiter erhöht, um auch bei feinerer Unterteilung des Datenmaterials die statistischen Schwankungen zu reduzieren.

#### Schrifttum

- [1] Blasberg, H. J., Güldner, W.: Der Einfluß der Technologie der aktiven Bauelemente auf das Ausfallverhalten von Fernsehgeräten. Fernseh- und Kino-Technik 32 (1978) Nr. 1.
- [2] Blasberg, H. J., Güldner, W.: Das Ausfallverhalten von Fernsehgeräten. Qualität und Zuverlässigkeit 21 (1976) Nr. 11, S. 245 bis 248.
- [3] Tölle, W.: Probleme der Zuverlässigkeit bei elektronischen Konsumgütern. VDI-Berichte 237 (1975), S. 99 – 107.

#### Elektroakustik

## Die Problematik der Beschallungstechnik

### Teil 3: Einsatz von Tonstrahlern

Dipl.-Ing. E. Behnke, Wolfenbüttel

Die mangelhafte Übertragungsqualität vieler Ela-Anlagen auf Bahnhöfen und Flughäfen zeigt, daß die Beschallungstechnik mancherlei Probleme mit sich bringt, die nur mit einer gründlichen Kenntnis der Grundlagen gelöst werden können. Welchen Bedingungen eine Beschallungsanlage genügen muß, damit eine gute Übertragungsqualität erreicht wird, schildert diese vierteilige Beitragsfolge.

Bei der Beschallung von großen Räumen und Freiflächen werden vorwiegend Tonstrahler oder geeignete Druckkammerlautsprecher eingesetzt.

Diese Lautsprecher zeichnen sich durch eine gerichtete Schallabstrahlung und durch einen relativ großen Wirkungsgrad aus.

Dieser Artikel beschreibt die Wirkungsweise und die besonderen Eigenschaften von Tonstrahlern.

Dipl.-Ing. Eckhard Behnke ist Vertriebsleiter für Beschallungstechnik im Fachbereich „Elektroakustik“ der AEG-Telefunken in Wolfenbüttel.

[4] Frank, B.: Die Teleskopie-Zuschauerforschung. Aufbau, Ausbau und Ergebnisse. Media Persp. (1976) Nr. 9, S. 401 – 423.

#### Weiteres Schrifttum

Görke, W.: Zuverlässigkeitsprobleme elektronischer Schaltungen. Bibliographisches Institut Mannheim 1969.

Dombrowski, E.: Einführung in die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte und Systeme. AEG-Telefunken Berlin 1970.

Steinbuch, K., Weber, W.: Taschenbuch der Informatik. Springer-Verlag Heidelberg 1974.

Schneider, H. G.: Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente. VEB-Verlag Grundstoffindustrie Leipzig 1974.

Gerling, W.: Zur Beurteilung von Ausfallraten-Angaben von Halbleiter-Bauelementen.

Schaefer, E.: Zuverlässigkeit. Elektronikpraxis. Serie beginnend 1976, Nr. 2.

#### In geschlossenen Räumen

Bei der Planung von Beschallungsanlagen in geschlossenen Räumen ist die Kenntnis der akustischen Eigenschaften des Raumes unumgänglich. Sehr hallige Räume erfordern eine andere Ausstattung als relativ schalltote Räume.

Der wichtigste Aspekt bei der Beurteilung der akustischen Eigenschaften ist die Nachhallzeit. Sie kann entweder gemessen oder berechnet werden. Meßtechnisch definiert man die Nachhallzeit als die Zeit, während der die Schallenergie auf den 10<sup>-6</sup>-ten Teil (-60 dB) abgeklungen ist. Die Größe der Nachhallzeit  $T$  eines geschlossenen Raumes ist außer vom Raumvolumen auch von der Schallab-

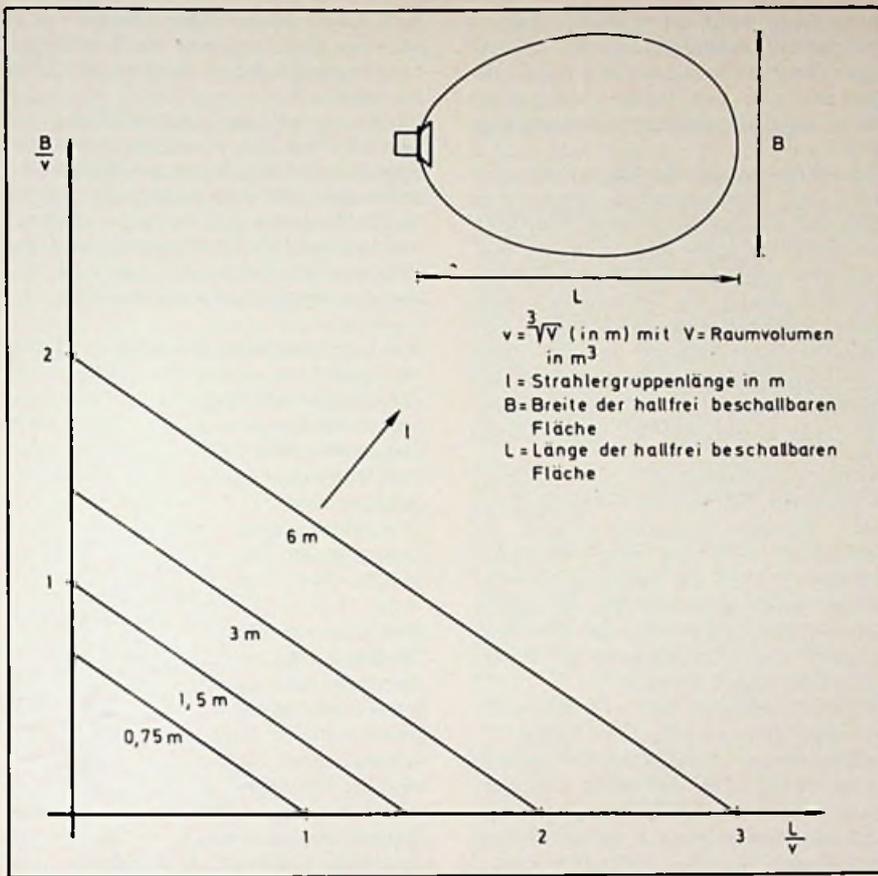


Bild 1. Diagramm zur Ermittlung der hallfrei beschallbaren Fläche

sorption der Raumbegrenzungsflächen abhängig. Rechnerisch ermittelt man die Nachhallzeit mit

$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A} \quad (1)$$

Dabei ist:

- T – Nachhallzeit in Sekunden
- 0,163 – Sabine'sche Nachhallkonstante in s/m

- V – Raumbolumen in m<sup>3</sup>
- A – Schallabsorption in m<sup>2</sup>
- A = F<sub>1</sub> · a<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> · a<sub>2</sub> + F<sub>3</sub> · a<sub>3</sub> + ...
- F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> – Absorptionsflächen in m<sup>2</sup>
- a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> – Schallabsorptionskoeffizient des vorhandenen Materials (dimensionslos)

Für verschiedene Verwendungszwecke sollte die Nachhallzeit eines Raumes folgende Werte haben:

Sprachdarbietungen	0,8...1s
Konzertsäle	1,7...2s
Orgelmusik	über 2,5s

In Räumen mit langer Nachhallzeit läßt sich zwar eine große Lautstärke leicht erzielen, jedoch sind Verständlichkeit und Rückkopplungsfreiheit schlecht. Durch Verwendung von Tonstrahlern, die bei richtiger Montage die Schallreflexionen von schallharten Flächen weitgehend vermeiden, läßt sich auch in halligen Räumen eine gute Verständlichkeit erzielen. Je halliger der Raum ist, um so besser muß die Bündelungseigenschaft des Tonstrahlers sein.

Je weiter man sich von der Schallquelle entfernt, desto mehr kommt man in das Gebiet des reflektierten diffusen Schallfeldes. Die Grenzentfernung, bei der der direkte und der indirekte Schall gleich groß sind, nennt man Hallradius. Er läßt sich mit folgender Gleichung berechnen:

$$r_H = 0,057 \sqrt{\frac{V}{T \cdot K}} \quad (2)$$

Dabei ist:

- r<sub>H</sub> – Hallradius in m
- V – Raumbolumen in m<sup>3</sup>
- T – Nachhallzeit in s
- K – Richtfaktor
- K = 0,3 für 1 Lautsprecher mit Konussystem
- K = 0,11 für 1 Tonstrahler mit sechs Systemen

Für die Verständlichkeit in einem halligen Raum ist das Verhältnis des von der Schallquelle herrührenden direkten Schalles zu dem durch die Reflexionen entstehenden diffusen Raumschall maßgebend. Solange dieses Verhältnis über einem bestimmten durch die Erfahrung gegebenen Wert liegt, ist der indirekte Schall auch bei noch so langen Nachhall-

Fragen Sie Ihren Fachhändler nach **TONACORD-Tonnadeln!**

## Schwierigkeiten

mit japanischen, amerikanischen, englischen Tonnadeln?  
mit Plattenspieler-systemen?

Auch die Sondertypen liefern wir preisgünstig neben dem gängigen Programm! Schreiben Sie mit oder ohne Muster an:

**TONACORD**  
233 Eckernförde · Postfach 1444  
Tel. 04351/41122

*Fein Geschäft, die Kauf 30-70 Posten*

kontrollieren, aufgliedern und sichern müssen gibt es nichts besseres, als eine MOGLER-Schreibkasse. Verlangen Sie Offerte 188 oder Tel.: 07131/53061. MOGLER-Kassenfabrik, Postfach 2680, D-7100 Heilbronn

für Kfz. Maschinen, Werbung

**PVC-Klebeschilder**  
**FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder**

**BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau**  
Erlenweg 17, Tel. 080 31/31315-7 1925

**1000-DM-Fensterstich**

Das Werbegeschenk mit der besonderen Note für Auto- oder Stubenfenster

Perles-Vliesstoff, waschbar, Größe 46 x 22 cm. Firmen-Eindruck auf dem linken freien Feld möglich, etwa mit lustigem Text: ...immer so viel Geld wünscht Ihnen... - Firma -

Preis einschl. Firmen-Eindruck  
bei Abnahme von 300 St. 500 St. 1000 St.  
per Stück DM - 57 - 49 - 47

Ohne Firmeneindruck auch ab 100 St. lieferbar.

**RANCKA-WERBUNG**  
2 Hamburg 54  
Lokstedter Steindamm 39  
Ruf: 040 - 5 60 29 01

zeiten nicht störend; der indirekte Schall wird vom direkten Schall „verdeckt“. Auf kurze Entfernungen ist daher in halligen Räumen auch mit gewöhnlichen Schallquellen die Verständlichkeit gut oder ausreichend. Die verhältnismäßig gut definierte Entfernung von der Schallquelle, in der die Verständlichkeit zu leiden beginnt – in diesem Falle als die Reichweite der Schallquelle bezeichnet – ist also durch die Schallquelle selbst und die Eigenschaften des Raumes bestimmt. Diese Reichweite darf nicht verwechselt werden mit der durch die Lautstärke bestimmte und viel weniger definierte Reichweite im Freien. Der Tonstrahler bewirkt nun gerade eine Verstärkung des direkten Schalls gegenüber dem reflektierten (indirekten) Schall. In Hauptabstrahlrichtung des Tonstrahlers erhöht sich die Reichweite um den Faktor  $\Gamma$  (Bündelungsgrad).

$$\Gamma = 2,4 \cdot \sqrt{r \cdot f} \quad (r \cdot f > 0,34) \quad (3)$$

$\Gamma$  – Bündelungsgrad  
 $r$  – Gruppenlänge in m  
 $f$  – Frequenz in kHz

Bei einem 2 m langen Tonstrahler z. B. wird die kritische Entfernung, bei der man einen Redner bzw. einen Einzellautsprecher aus Gründen der Halligkeit gerade noch versteht, um den Faktor  $\Gamma = 3,4$  (bei  $f = 1$  kHz) vergrößert. Die im Freien wichtige Erhöhung der Lautstärke spielt in halligen Räumen

keine Rolle mehr, da in großen Entfernungen die Gesamtstrahlung den subjektiven Eindruck bestimmt und diese (abgesehen von den tiefen Frequenzen) durch den Gruppeneffekt nicht beeinflusst wird.

Ein optimal gedämpfter Raum kann zwar auch mit Einzelsystemen ausreichend beschallt werden, doch bringt auch hier die Strahlergruppe noch Vorteile, und zwar in bezug auf die Gleichmäßigkeit der Schallverteilung. Bei längeren als optimalen Nachhallzeiten ist für eine einwandfreie Beschallung der Übergang zum Tonstrahler unvermeidlich. Die notwendige Länge des Tonstrahlers wird dabei um so größer, je länger die Nachhallzeit ist.

Andererseits kommt von zwei Räumen mit gleicher Nachhallzeit der größere mit dem kleineren Tonstrahler aus. Da schließlich stets mit einer gewissen Dämpfung durch die notwendigerweise immer vorhandenen Zuhörer gerechnet werden kann, ergibt sich, daß die erforderliche Länge in praktischen Fällen nicht unbegrenzt zunimmt.

Grundsätzlich sollte bei der Planung einer Beschallungsanlage für hallige Innenräume die „Reichweite der Schallquelle“ oder besser die hallfrei beschallbare Fläche ermittelt werden. Für einschlägige Berechnungen der hallfrei beschallbaren Fläche in halligen Räumen mit Tonstrahlern kann das Diagramm Bild 1 verwendet werden. Dabei ist:

$A_{0,75}, A_{1,5}, A_{3,0}$  – hallfrei beschallbare Fläche (Breite  $\cdot$  Länge) bei Strahlergruppenlänge 0,75 m, 1,5 m, und 3 m  
 $V$  – Raumvolumen in  $m^3$

$$v = \sqrt[3]{V} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} A_{0,75} &= 0,7v \cdot v \quad (m^2) \\ A_{1,5} &= v \cdot 1,5v \quad (m^2) \\ A_{3,0} &= 1,5v \cdot 2,2v \quad (m^2) \end{aligned} \quad (5)$$

Die Form der Schallscheibe in der Streuebene ist durch die Abstrahlcharakteristik der Einzelsysteme bestimmt. Für einen normalen Konuslautsprecher verhält sich Länge zu Breite wie 1 : 0,7. Diesem Verhältnis entsprechen auch die in Gl.5 genannten Verhältnisse Breite  $\times$  Länge der hallfrei beschallbaren Fläche. Mit Hilfe dieser Gleichungen kann die erforderliche Strahlergruppenlänge ermittelt werden.

Beispiel 1: Ein Raum von  $l = 40$  m,  $b = 20$  m und  $h = 10$  m soll mit Tonstrahlern beschallt werden  
 $v = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{8000} = 20$  m  
 $A_{1,5} = v \cdot 1,5v = 20 \cdot 30$  m  
 Diese Fläche ist kleiner als die zu beschallende.

$A_3 = 1,5v \cdot 2,2v = 30 \cdot 44$  m  
 Mit einer Strahlergruppe von 3 m Länge kann also der Raum hallfrei beschallt werden.

Die Anordnung der Strahlergruppe im Raum richtet sich in erster Linie nach dem Standort des Mikrofons. Es sei angenommen, daß sich das Mikrofon an einer Schmalseite des Raumes befindet, wie dies aus Bild 2a ersichtlich ist. Man sollte die Strahlergruppe über dem Mikrofon anbringen oder auch seitlich davon.

Von entscheidender Bedeutung ist die richtige Anbringungshöhe und Neigung des Tonstrahlers (Bild 3). Es sei hier eingefügt, daß die in den Skizzen Bild 2 und 3 dargestellten Richtcharakteristiken nicht maßstäblich zur Größe des Raumes eingetragen sind.

Grundsätzlich sind Tonstrahler senkrecht zu montieren. Die abgestrahlte Schallscheibe muß in der Ebene der Zuhörer liegen, d. h. in Ohrhöhe eines sitzenden Menschen (rd. 1,30 m bis 1,50 m).

Die Betrachtung im Beispiel 1 gilt zunächst für den Einsatz einer einzelnen Strahlergruppe. Verwendet man in einem Raum mehrere Strahlergruppen, die in verschiedenen Richtungen strahlen, so wird die Reichweite einer jeden Gruppe vermindert, da die anderen zum diffusen Raumschall beitragen, d. h. die hallfrei beschallte Fläche wird kleiner. In welchem Maße dies erfolgt, hängt von den Leistungen ab, mit denen die Gruppen betrieben werden. Der Korrekturfaktor errechnet sich nach

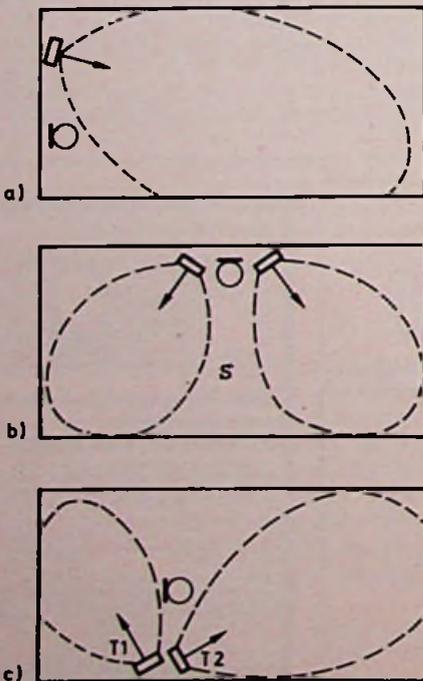
$$\begin{aligned} K_1 &= \sqrt{1 + \frac{P_2}{P_1} + \frac{P_3}{P_1} + \dots} \\ K_2 &= \sqrt{1 + \frac{P_1}{P_2} + \frac{P_3}{P_2} + \dots} \end{aligned} \quad (6)$$

$P_1, P_2, P_3$  – aufgenommene elektrische Scheinleistung der jeweiligen Strahlergruppen in VA

Wird jede Strahlergruppe mit der gleichen Leistung betrieben, so vermindert sich die Reichweite einer jeden Gruppe um den Faktor  $K = \sqrt{n}$ , wobei  $n$  die Anzahl der Gruppen ist.

Beispiel 2: Im Beispiel 1 wurde angenommen, daß sich das Mikrofon an der Schmalseite des Raumes befindet. Wie sind nun die Strahlergruppen anzuordnen, wenn sich das Mikrofon an einer Längsseite wie in Bild 2b befindet? Da die beiden mit Schall zu versorgenden Flächen gleich groß sind, wird man die beiden Tonstrahler auch mit gleichen Leistungen betreiben. Die um  $K = \sqrt{2} = 1,4$  kleiner werdende hallfrei beschallte Fläche beträgt demnach

Bild 2. Beschallungsbeispiele für verschiedene Mikrofonorte



14 m · 21 m für die Gruppenlänge 1,5 m und

21 m · 31 m für die Gruppenlänge 3 m. Trägt man diese Flächen maßstäblich in die Grundflächendarstellung des Raumes ein, so wird man feststellen, daß die 3-m-Gruppen ausreichen, während die 1,5-m-Gruppen etwas zu knapp sind. Es hängt vom Halligkeitsgrad des Raumes ab, ob man mit den kleineren Gruppen auskommt oder nicht. Liegt die Nachhallzeit des Raumes nur wenig über dem optimalen Wert, so werden die kleineren Gruppen genügen. Ist der Raum dagegen sehr hallig, so wird man unbedingt die längeren Gruppen benutzen müssen. Die Gruppen sind in ihrer horizontalen Abstrahlung so zu richten, daß im Raumteil S keine schallschwache Zone entsteht. Beispiel 3: Unter Beibehaltung der Raumabmessung sei das Mikrofon so angeordnet, wie es in Bild 2c dargestellt ist. Welche Gruppenlängen müssen dann angewandt werden?

Es sind wiederum 2 Tonstrahler erforderlich, nur befindet sich das Mikrofon etwa im Drittel der Raumlänge. Man kann mit zwei 3-m-Gruppen arbeiten, wird aber den beiden Gruppen unterschiedliche Leistungen geben, um eine möglichst gleichmäßige Lautstärke im ganzen Raum zu erreichen.

Für das Rechenbeispiel soll angenommen werden, daß die Gesamtleistung 100 W betrage. Da sich die beiden zu beschallenden Fläche etwa wie 1 : 3 verhalten, wird man z. B. den einen Tonstrahler (T1) mit 25 W und den anderen (T2) mit 75 W betreiben. Damit ergibt sich eine Verminderung der hallfrei beschallten Fläche um

$$K_1 = \sqrt{1 + \frac{75}{25}} = 2 \text{ und}$$

$$K_2 = \sqrt{1 + \frac{25}{75}} = 1,15.$$

Sie haben dann die Abmessungen  
Tonstrahler T1 (3 m) : 15 m · 22 m  
Tonstrahler T2 (3 m) : 26 m · 38 m

Diese Flächen stimmen ziemlich genau mit den zu beschallenden überein, so daß man diese Anordnung wählen wird. Das Beispiel zeigt folgendes: Betreibt man in einem Raum zwei Gruppen mit unterschiedlichen Leistungen, so trägt die Gruppe mit der größeren Leistung mehr zum diffusen Raumschall bei als die andere Gruppe. Daraus ergibt sich, daß die hallfrei beschallte Fläche der leistungsschwächeren Gruppe mehr zurückgeht, als es bei der leistungsstärkeren Gruppe der Fall ist.

Neben der Ermittlung der erforderlichen Strahlergruppenlänge ist die Bestimmung der notwendigen Leistung die wichtigste Aufgabe bei der Planung einer Beschallungsanlage. Bei der Ermittlung der hallfrei beschallten Fläche nach Gl.4 und 5 ist der ungünstigste Fall angenommen worden, der darin besteht, daß der Raum sehr hallig ist. Für die Ermittlung der erforderlichen Verstärkerleistung kann Gl.7 benutzt werden.

$$P = \frac{0,61 A p^2}{\eta} \quad (7)$$

Dabei ist:

- P – elektrische Leistung in VA
- A – äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m<sup>2</sup>
- p – Effektivwert des Schalldruckes in Pascal
- η – Wirkungsgrad des Lautsprechers in %

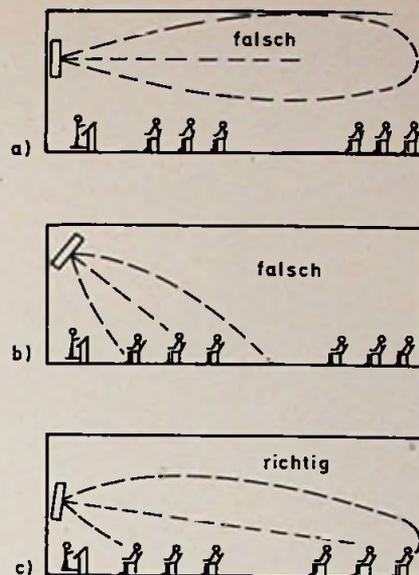
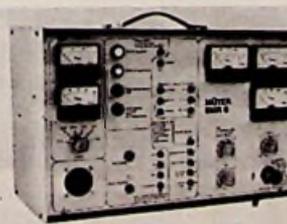


Bild 3. Anbringung und Neigung eines Tonstrahlers

Nun ist es allerdings häufig unmöglich, für die äquivalente Absorptionsfläche und den Wirkungsgrad zuverlässige Angaben zu erhalten. Aus diesem Grunde wird in der Praxis häufig eine vereinfachte Berechnung angestellt, die vom Raumvolumen ausgeht (Gl.8). Zuvor ergibt sich jedoch die Frage, mit welchem Schalldruck bei verschiedenen Beschallungsaufgaben zu rechnen ist. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, lassen sich die in Räumen erforderlichen Schalldruckpegel in eine der folgenden Gruppen einreihen.

MÜTER BMR 6 MÜTER BMR 7 MÜTER CSG 1



**BMR 6** (47x29x23 cm/15 kg) Meßplatz und Regenerierautomat für alle Bild- u. Kameraröhren (S/W und Color) mit Schlußautomatik und Kathodenlupe, Bildtest ohne Ablenkeinheit (DBPa.)  
**Preis DM 174,- + MWSL**

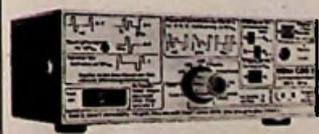
Im Preis enthalten sind stets Adapter für 350 Bildröhrentypen, auch IN-LINE. Weitere Adapter für alle Bild- und Kameraröhren sind lieferbar.  
**NEU! 100 % Kathodenschutz** durch neue Technik. **REGOTAKT, REGOMATIK** und **REGOCLOCK** steuern die Regenerier-Impulsgruppen in Abhängigkeit von der vorhandenen Kathoden-Barium-Masse. **ISOMATIK** besorgt Schüsse G 1-k (Postbrannen ist nicht mehr möglich).

Hergestellt mit der längsten Erfahrung in der Regeneriertechnik.



**BMR 7** (23x14x18 cm/4,5 kg) Bildröhren-Meß-Regenerator für alle Bild- und Kameraröhren (S/W und Color) mit Schlußautomatik; regeneriert problemlos und schnell; Adapterfach an der Rückwand;  
**Preis DM 400,- + MWSL**

**CSG 1** (5,5x14,5x19,5 cm/1,35 kg) Farbbalkensender mit 9 Testbildern.



50 % Zeitgewinn; schnelle Fehlersuche mit dem **CSG 1**, da eindeutiger Signalaufbau. Alle Impulsformen sind an der Front des **CSG 1** abgebildet.  
**Preis mit Abschwächer DM 790,- + MWSL**

Lieferung vom Hersteller oder durch den Großhandel

**Ulrich Müter, Krikedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. (02368) 2053**



Bild 4. Beschallung eines Stadions von der Tribünenseite aus

86 dB(A) ( $\cong 0,4$  Pa):  
Sprache in Kirchen und Räumen mit geringem Störpegel (Versammlungs- und Konferenzräume).

92 dB(A) ( $\cong 9,8$  Pa):  
Sprache in Räumen wie oben, jedoch mit größerem Störpegel; leichte Unterhaltungsmusik.

98 dB(A) ( $\cong 1,6$  Pa):  
Sprache in Räumen mit großem Störpegel (Sporthallen); Konzertübertragung.

Nach Untersuchungen von Sawade ergeben sich folgende Zusammenhänge zwischen dem Raumvolumen und der erforderlichen Verstärkerleistung:  
Die Verstärkerleistung beträgt für

Sprache (86 dB(A)):  $P = \frac{1}{80} \cdot v^2$  [VA]

Leichte Musik (92 dB(A)):

$$P = \frac{1}{25} \cdot v^2$$
 [VA]

Konzert (98 dB(A)):

$$P = \frac{1}{8} \cdot v^2$$
 [VA] (8)

Hierin ist  $v = \sqrt[3]{V}$  (Raumvolumen in  $m^3$ ). Vielleicht bestehen bei einigen Lesern Bedenken, daß diese Berechnungen bei der starken Vereinfachung selbst für die Praxis zu ungenau sind. Dies ist unbegründet. Es sind viele Hunderte von Anlagen danach berechnet worden. Im Gegensatz zu Beschallungsaufgaben im Freien ist der Leistungsbedarf in Räumen sehr klein.

**Im Freien**

Ebenso wie bei den bisherigen Berechnungen wird auch bei der Berechnung der Verstärkerleistung für Freiflächen ein

Weg gesucht, der einfach und für die Praxis genau genug ist. Voraussetzung für eine richtige Anordnung der Strahlergruppe ist, daß sich die zu beschallende Fläche innerhalb der gebündelten Schallscheibe der Tonstrahler befindet. Damit ist man dann ziemlich unabhängig vom reflektierten Schallanteil. Wenn man dies bei der Berechnung annimmt, kann das Rechenergebnis eher eine zu große als eine zu kleine Verstärkerleistung ergeben.

Von dieser Voraussetzung geht Gl.9 zur Ermittlung der Verstärkerleistung aus:

$$P = \left( \frac{l \cdot p}{E_k} \right)^2 \tag{9}$$

Dabei ist:

- P – Leistung in VA
- l – Entfernung in m
- p – Schalldruck in Pa
- $E_k$  – Kennempfindlichkeit in Pa · m/ $\sqrt{VA}$

Diese Gleichung berücksichtigt nicht die reflektierten Schallanteile von in der Umgebung stehenden Gebäuden. Es sollte bei der Ermittlung der Leistung vom reflexionsfreien Schallfeld ausgegangen werden. Dadurch enthält die Berechnung noch eine kleine Reserve, falls der Wirkungsgrad bzw. die Kennempfindlichkeit der Tonstrahler kleiner ist, als bei der Berechnung angenommen wurde.

Beispiel 4: Mit einem Tonstrahler ( $E_k = 4,2$  Pa · m/ $\sqrt{VA}$ ) soll in 100 m Entfernung ein Schalldruckpegel von 84 dB  $\cong 0,3$  Pa erreicht werden. Mit welcher Leistung muß dieser Tonstrahler betrieben werden? Entsprechend Gl.9 ist

$$P = \left( \frac{100 \cdot 0,3}{4,2} \right)^2 \text{ VA}$$

$P = 50$  VA.

Mit der gleichen Gleichung kann selbstverständlich der erreichbare Schalldruckpegel eines Tonstrahlers in einer vorgegebenen Entfernung ermittelt werden.

Die Überbrückung von Entfernungen über 100 m ist keine Seltenheit. Man kann z. B. in einem Stadion von der Tribünenseite aus die Strahlergruppen schräg nach links und rechts orientieren und damit das Spielfeld und die Zuschauerflächen gleichmäßig beschallen (Bild 4). In solchen Anlagen sind starke Reserven für die Übertönung von Störschall und Beeinträchtigung durch Windverwehungen erforderlich.

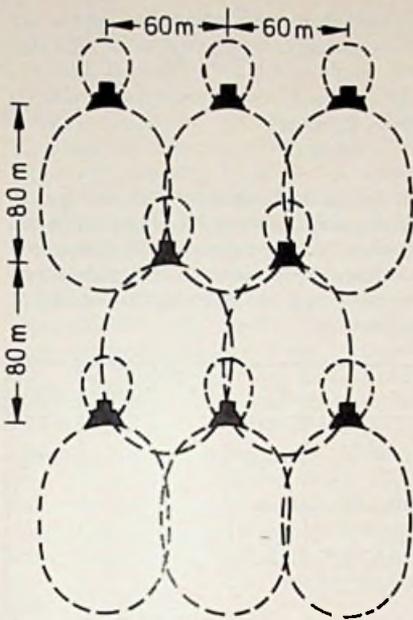


Bild 5. Dezentrale Beschallung mit Tonsäulen

Neben einer ausreichenden Lautstärke ist das Vermeiden von Doppelhören ein wichtiges Kriterium bei der Beschallung von Freiflächen. Lautsprecher sollten nach Möglichkeit in unmittelbarer Nähe der natürlichen Schallquelle montiert werden. Man erreicht damit, daß für alle Punkte der Fläche die Sichtichtung mit der Schallrichtung übereinstimmt und Doppelhören vermieden wird. Leider läßt sich dieser anzustrebende Idealzustand in der Praxis nicht immer verwirklichen, und zwar wegen

- a) akustischer Rückkopplung,
- b) der örtlichen Verhältnisse,
- c) ungünstiger Gestalt der Fläche und
- d) zu großer Dimension der Fläche.

Ist eine zentrale Lautsprecheranordnung nicht möglich, so ist darauf zu achten, daß kein Doppelhören auftritt. Doppelhören kann erst auftreten, wenn bei dezentraler Beschallung die Entfernungsdifferenz vom Zuhörer zu verschiedenen Lautsprechern oder zur Originalschallquelle größer als 17 m ist. Die für den Schall dadurch entstehende Laufzeitdifferenz von rd. 50 ms kann zum Doppelhören führen. Dieses läßt sich jedoch vermeiden, wenn der Schallpegelunterschied zwischen den beiden Schallquellen am Ort des Zuhörers größer als 6dB ist.

Um das zu erreichen, dürfen die Abstände zwischen den beiden Schallquellen nicht mehr als 50 m betragen. Bei Tonsäulen untereinander erhöht sich dieser Abstand auf 80 m in der Längsrichtung und 60 m in der Querrichtung (Bild 5).

Ordnet man die Gruppen so an, daß die in der Schallrichtung folgende Gruppe dort steht, wo die Lautstärke der ersten stark abnimmt, so kann kein Doppelhören entstehen. Die sich aus der konstruktiven Gestaltung der Strahlergruppe ergebende Reichweite ist demnach ausschlaggebend für die Abstände der Gruppen voneinander.

Aus diesem Grunde muß man sich bei der Beschallung von Freiflächen ständig die Wirkungsweise der Tonstrahler vor Augen halten, die an dieser Stelle noch ein-

Bild 6. Darstellung zur Strahlergruppentechnik

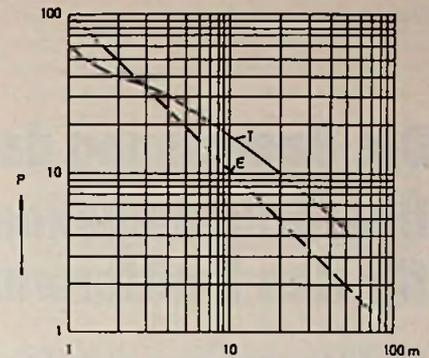
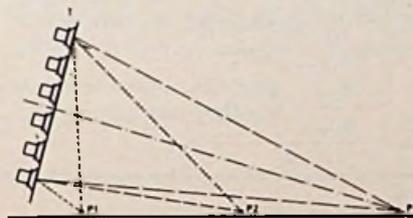


Bild 7. Schalldruck eines Tonstrahlers (T) und eines Einzelsystems (E) in Abhängigkeit von der Entfernung

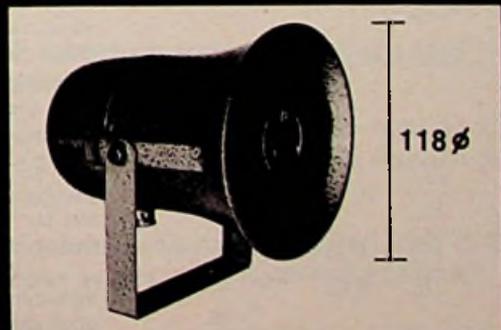
mal kurz beschrieben werden soll: Der Hörer im Punkt P1 (Bild 6) befindet sich außerhalb des Bündelungsbereiches; es gibt Auslöschung durch Interferenzen. Im Punkt P2 ist der Wegunterschied der Schallwellen kleiner, die Auslöschung wird geringer, und die durch die größere Entfernung zu erwartende Lautstärkeabnahme wird so teilweise kompensiert. Im Punkt P3 befindet sich der Hörer auf der Strahlermittellachse. Hier addieren sich die Lautstärken aller Einzelsysteme. Den daraus resultierenden Schalldruckverlauf zeigt Bild 7 am Beispiel eines Tonstrahlers im Vergleich zu einem Einzelsystem.

Außerhalb der maximalen Entfernung nimmt die Lautstärke bei richtiger Neigung der Strahlergruppe jedoch stärker ab als bei einem Einzelsystem. Das ist aber sehr wünschenswert, da oft in der nächsten Umgebung Gebäude stehen, die dann durch Reflektionen Echoerscheinungen erzeugen würden. Bei Einzelsystemen tritt das sehr häufig auf; bei Tonsäulen ist diese Erscheinung kaum zu befürchten. (Wird fortgesetzt)

## ROBUSTE ELEKTROAKUSTIK

- \* Druckkammerlautsprecher
- \* in Guss, Alu oder Kunststoff
- \* von 5 - 50 Watt
- \* auch mit eingebautem Verstärker
- \* Megaphone

NEUEN Katalog anfordern!



ELEKTRONIK · ELEKTRO · BAUELEMENTE

FALKENBERG GmbH & Co. KG

8500 Nürnberg Gaismannshofstr. 38 Tel. 0911-31 24 86 Telex 62 35 16

Schaltungsberechnung

# Die Bemessung des Überbrückungskondensators für den Emitterwiderstand

## Ergänzungen aus dem Leserkreis

Zu unserem in Heft 2/78 veröffentlichten Beitrag von Dipl.-Ing. H. Peschl, Bremen, erhielten wir von zwei Lesern ergänzende Ausführungen, die von verschiedenen Betrachtungsweisen ausgehen und deshalb ebenfalls zur Diskussion gestellt werden sollen.

### Erste Ergänzung

Dipl.-Ing. Otmar Kilgenstein, Professor an der Fachhochschule Nürnberg, schreibt:

„Die Gleichung Nr. 15 kann wie folgt weiter vereinfacht werden.

$$C_E = \frac{1}{\omega \cdot R_E} \sqrt{\frac{v_u'^2 - 1}{v_{u\min}}} \cdot \frac{v_u'}{1 - \frac{v_u'}{v_{u\max}}} \quad (15)$$

$v_{u\max}$  – Spannungsverstärkung bei  $f = \infty$

$v_{u\min}$  – Spannungsverstärkung bei  $f = 0$

Zur Abkürzung soll der Ausdruck  $\frac{v_u'}{v_{u\max}}$  mit  $p_s$  bezeichnet werde.

Dann ergibt sich:

$$v_u' = p_1 \cdot v_{u\max}$$

Für  $v_{u\min}$  kann man nach Gl.11 mit Gl.5a setzen:

$$v_{u\min} = \frac{-\frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_L}{1 + \frac{R_E}{R_L} \cdot \frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_L} = -\frac{\frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_L}{1 + \frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_E}$$

Der Ausdruck  $\frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_E$

ist durchweg groß gegen 1, so daß sich der bekannte Ausdruck für die Verstärkung bei großer Gegenkopplung ergibt:

$$v_{u\min} \approx -\frac{R_L}{R_E}$$

Für den quadratischen Ausdruck im Zähler unter der Wurzel von Gl.15 erhält man dann:

$$\frac{v_u'}{v_{u\min}} = \frac{v_{u\max} \cdot p_1}{v_{u\min}} = p_1 \cdot \frac{\frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot R_L \cdot R_E}{R_L} = \frac{h_{21e}}{h_{11e}} \cdot p_1 \cdot R_E$$

Für  $\frac{h_{21e}}{h_{11e}}$

kann man auch die Steilheit  $S$  setzen und diese mit recht guter Genauigkeit (bis zu Kollektorströmen von rd. 20...40 mA) auch theoretisch berechnen:

$$S = \frac{I_c}{U_T}$$

mit  $U_T = 26...30$  mV (Temperaturspannung).

Wie schon gesagt, ist der Ausdruck  $S \cdot R_E$  groß gegen 1, noch mehr dann dessen Quadrat. Die Größe 1 im Zähler von Gl.15 kann also gegen das Quadrat vernachlässigt werden. Es ergibt sich dann die weiterentwickelte Form von Gl.15 zu: ( $p_1$  liegt etwa zwischen 0,7...1)

$$C_E = \frac{1}{\omega \cdot R_E} \cdot \frac{S \cdot R_E \cdot p_1}{\sqrt{1 - p_1^2}} = \frac{S}{\omega} \cdot \frac{p_1}{\sqrt{1 - p_1^2}} \quad (15')$$

Die Größe der Funktion  $p_1/\sqrt{1-p_1^2}$  wurde für die gängigsten Werte von  $p_1$  in der folgenden Tabelle berechnet. Gegebenenfalls kann hieraus eine Kurve gezeichnet werden; das ist aber nicht unbedingt notwendig.

$p_1$	0,5	0,6	0,707	0,75
$\frac{p_1}{\sqrt{1-p_1^2}}$	0,58	0,75	1,0	1,13
$p_1$	0,8	0,85	0,9	0,95
$\frac{p_1}{\sqrt{1-p_1^2}}$	1,33	1,61	2,06	3,04

Ein Vergleich mit den gebrachten Beispielen führt zu folgender Rechnung:

Beispiel 1:  $I_c = 1$  mA;  $h_{21e} = 176$ ;  $h_{11e} = 5$  k $\Omega$ ;  $R_L = 2$  k $\Omega$ ;  $R_E = 500\Omega$ ;  $f = 390$  Hz Grenzfrequenz, also Abfall auf  $0,707 \cdot U_{\max}$  oder  $p_1 = 0,707$ .

$$S = \frac{176}{5 \text{ k}\Omega} = 35,2 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

oder

$$S = \frac{I_c}{U_T} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{28 \cdot 10^{-3} \text{ V}} = 37,7 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

$$C_E = \frac{35,2 \cdot 10^{-3}}{390 \cdot 2\pi} \text{ F} = 14,4 \mu\text{F}$$

Nach Beispiel 1 hatte sich der Wert 15,1  $\mu\text{F}$  ergeben.

Beispiel 2: Der Arbeitspunkt ist wieder derselbe, nur soll diesmal die Frequenz 30 Hz sein und der Abfall auf  $0,95 U_{\max}$  zulässig sein, also  $p_1 = 0,95$ .

$$C_E = \frac{35,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95}{6,28 \cdot 30 \cdot \sqrt{1 - 0,95^2}}$$

$$\text{F} = 568 \mu\text{F}$$

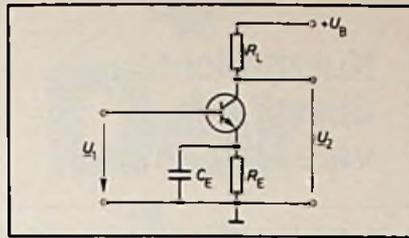
Beispiel 2 hatte den Wert 600  $\mu\text{F}$  ergeben.

Die weiterentwickelte und vereinfachte Form der Gl.15 liefert also praktisch dasselbe wie nach Gl.15 (rd. - 5%). Da für die Emitterkondensatoren durchwegs Elektrolytkondensatoren mit deren üblicher Streuung der Kapazität von +50%/-20% verwendet werden, ist also der Unterschied von rd. 5% völlig bedeutungslos. Da die Emitterkondensatoren durchwegs bei Verstärkerstufen mit relativ geringen Kollektorströmen verwendet werden - wie auch die gerechneten Beispiele gezeigt haben - kann die Steilheit  $S$  praktisch immer theoretisch berechnet werden. Zur Berechnung des Emitterkondensators genügt also die Kenntnis des Kollektorstromes, der tiefsten zu übertragenden Frequenz und der zulässige Spannungsabfall  $p_1$ . Dann ist für praktisch alle vorkommenden Fälle der Emitterkondensator durch eine einfache Rechnung sehr schnell berechnet, besonders wenn noch die Tabelle zu Hilfe genommen wird."

**Zweite Ergänzung**

Ing. (grad.) Heinrich Cap aus Grassau schrieb: „Diese ausgezeichnete Abhandlung gab mir Gelegenheit, meine seit langem im Labor bewährte Methode zur Ermittlung des Wertes für den Überbrückungskondensator durch eine exakte Berechnung zu überprüfen. Ich finde, daß die Genauigkeit der Näherungsmethode so gut ist, daß diese einem größeren Kreis zugänglich gemacht werden sollte.“ Wir finden das auch und geben nachstehend die Methode von Ing. H. Cap wieder:

Die Bemessung des Überbrückungskondensators für den Emitterwiderstand



**Bild 1. Arbeitspunktstabilisierung bei einem Transistor durch den Emitterwiderstand RE. Der Überbrückungskondensator CE verhindert eine Gegenkopplung für Wechsellspannungen**

kann nach einem recht einfachen und ausreichend genauen Verfahren durchgeführt werden. Die Methode ist geeignet, rasch den erforderlichen Wert dieser Kapazität aus der Reihe E6 oder E12 auszuwählen.

Die Schaltung nach Bild 1 zeigt die übliche Anordnung eines Verstärkers mit einem Transistor, einem Emitterwiderstand der durch den zu berechnenden Kondensator überbrückt ist, sowie einem Lastwiderstand. Für die Gewinnung der Vorspannung an der Basis sind mehrere Möglichkeiten denkbar. Wegen besserer Übersichtlichkeit wurde das Schaltbild vereinfacht ohne Vorspannungserzeugung gezeichnet.

Zur Berechnung des Wertes für den Überbrückungskondensator CE muß der Emissionswiderstand ZE gefunden werden. Im Idealfall, d. h. unter Vernachlässigung des meist sehr niederohmigen Emitterwiderstandes reE, gilt die Beziehung  $Z_E = U_T / I_E$

$U_T$  - Temperaturspannung  
 $I_E$  - Emitter-Gleichstrom

Die Temperaturspannung - zur Erinnerung - ist jene Spannung, die sich ergibt, wenn man die kinetische Energie, die ein Ladungsträger infolge seiner Wärmebewegung aufweist, durch die Elementarladung teilt. Die Temperaturspannung dient gewissermaßen als Maß für diese als Wärme-Energie bezeichnete kinetische Energie. Die Wärme-Energie eines Ladungsträgers ist gegeben mit dem Produkt aus Boltzmannkonstante  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ W} \cdot \text{s/K}$  und absoluter Temperatur  $T$  (-273,16 °C). Der Wert der Temperaturspannung ergibt sich aus  $k \cdot T$ , wenn dieses Produkt durch den Wert  $q$  der Elementarladung geteilt wird. Für  $T = T^0 = 300 \text{ K}$  ist

$$U_T = \frac{k \cdot T_0}{q} = 26 \cdot 10^{-3} \text{ V.} \quad (1)$$

Die Grenzfrequenz ist durch eine Verstärkungsverringerng von 3 dB definiert. Dabei gilt

$$Z_{CE} = Z_E \quad (3)$$

oder

$$C_E = \frac{1}{Z_E \cdot \omega_{gr}} \quad (4)$$

Wird ein praktisches Beispiel durchgerechnet, benötigt man zu Bild 1 noch die Angaben  $E_E = 1 \text{ mA}$ ,  $f_{GR} = 390 \text{ Hz}$ . Zur exakten Berechnung würden auch noch  $R_E = 500 \Omega$  und aus dem Halbleiter-Datenbuch  $h_{21e} = 176$  und  $h_{11e} = 5 \text{ k}\Omega$  benötigt werden. Nach den Gln.(2) und (4) läßt sich der Wert für CE nunmehr folgendermaßen berechnen:

## Die Anzeigenabteilung informiert:

Nach 3½jähriger Abwesenheit kehrten wir von der Landshuter Allee in unser Stammhaus in die Lazarettstraße 4 zurück.

Ab sofort erreichen Sie uns deshalb wieder unter unserer früheren Telefon-Nr. (089) 18 60 51 (die FS-Nr. 5 216 075 und die Postanschrift Postfach 20 19 20, 8000 München 2, bleiben bestehen).

Gern nehmen wir auch hier Ihre Anzeigenaufträge entgegen. Und Ihr Besuch ist uns noch willkommener, denn es gibt kaum noch Parkprobleme.

**Tel. München**  
**089/**  
**18 60 51**

**RICHARD PFLAUM VERLAG KG**  
**Anzeigenabteilung**

$$Z_E = \frac{26 \cdot 10^{-3} \text{V}}{10^{-3} \text{A}} = 26 \Omega$$

und

$$C_E = \frac{1}{26 \Omega \cdot 2\pi \cdot 390 \text{ s}^{-1}} = 15,7 \mu\text{F}$$

Die exakte Berechnung würde für  $C_E$  einen Wert von  $15,1 \mu\text{F}$  ergeben. Die geringfügige, für die Praxis völlig unbedeutende Abweichung entsteht durch die Vernachlässigung von  $r_{E0}$  und von  $R_E$ . In fast allen Schaltungsvarianten ist jedoch  $r_{E0} \cong Z_{CE} \cong R_E$ , wodurch obige Vernachlässigungen zulässig sind und die näherungsweise gefundenen Werte nicht allzu sehr von den exakt berechneten abweichen. Der Praktiker hat somit die Möglichkeit, mit Hilfe zweier, leicht einzuprägender Formeln eine für ihn ausreichend genaue Dimensionierung des Überbrückungskondensators für den Emitterwiderstand durchzuführen.

**Literatur**

Peschl, H.: Die Bemessung des Überbrückungskondensators für den Emitterwiderstand. Funk-Technik 33 (1978) Heft 2.  
Halbleiter-Lexikon, Telefonen-Fachbuch 1965.

**Kurzberichte  
über Fach-  
veranstaltungen**

Elektrotechnik '78

**Auf Wachstum  
programmiert**

Die vom 18. – 21. Oktober 1978 auf dem Dortmunder Ausstellungsgeleände Westfalenhallen stattfindende Fachschau Elektrotechnik wächst weiter: Zwei Monate vor Anmeldeschluß und sechs Monate vor Ausstellungsbeginn sind bereits zwei Drittel der im Vorjahr belegten Ausstellungsfläche gebucht. Die Zahl der Aussteller insgesamt lag Anfang April bereits um 22 % höher als zum gleichen Vorjahrestermin. Damit bestätigt die Dortmunder Fachschau, die von der Elektro-Industrie bundesweit als Proto-Typ der marktnahen Regional-Ausstellung empfohlen wird, ihre Bedeutung als wichtigste und größte Regional-Veranstaltung der Branche. 1977 hatten sich 252 Firmen, davon 192 Direkt-Aussteller, in Dortmund beteiligt. Nachdem bereits zahlreiche, bisher nicht vertretene Unternehmen ihre Anmel-

dung abgegeben haben, werden 1978 erstmals mehr als 300 Aussteller erwartet. Veranstalter der Fachschau ist der Fachverband Elektrotechnische Handwerke NRW, der die Interessen von über 9 000 Fachbetrieben vertritt. Durchführung und Organisation liegen bei der Dortmunder Veranstaltungs- und Ausstellungsgesellschaft Westfalenhalle GmbH.

**Terminkalender für  
Fachveranstaltungen**

**30.05. – 01.06.1978**

**Kopenhagen**

Konferenz Eurocomm '78 – „New Signals in a new Society“  
Auskünfte: A/S Forlaget Borsen, P.O.Box 2103, 2 Vognmagergade, DK-1014 Kopenhagen K

**12.09. – 14.09.1978**

**Zürich**

Semicon/Europa – Halbleiter-Fachmesse  
Auskünfte: Semicon/Europa, Oberdorfstr. 28, CH-8001 Zürich

**21.05. – 27.05.1979**

**Moskau**

8. Imeko-Kongreß – Meßtechnik für den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt  
Auskünfte: Imeko-Sekretariat, Postfach 457, H-1371 Budapest

**Verlag und Herausgeber**

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.  
Fachliteratur KG, München und Heidelberg

**Verlagsanschriften:**

Lazarettstraße 4 8000 München 19 Tel. (0 89) 18 60 51 Telex 5 29 408	Wilckensstraße 3–5 6900 Heidelberg 1 Tel. (0 62 21) 4 89-1 Telex 4 61 727
---	--

**Gesellschafter:**

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH, München,  
(Komplementär),  
Hüthig GmbH & Co. Verlags-KG,  
Heidelberg,  
Richard Pflaum Verlag KG, München,  
Beda Bohinger, München

**Verlagsleitung:**

Ing. Peter Eiblmayr, München,  
Dipl.-Kfm. Holger Hüthig, Heidelberg.

**Koordination:**

Fritz Winzinger

**Verlagskonten:**

PSchK München 8201–800  
Deutsche Bank Heidelberg 01/94 100  
(BLZ 672 700 03)

**Druck**

Richard Pflaum Verlag KG  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 29 408

**FUNK  
TECHNIK**

Fachzeitschrift für  
die gesamte Unterhaltungselektronik  
Erscheinungsweise: Zweimal monatlich.  
Die Ausgabe „ZV“ enthält die regelmäßige  
Verlegerbeilage „ZVEH-Information“.  
Vereinigt mit „Rundfunk-Fernseh-  
Großhandel“

**Redaktion**

**Chefredakteur:**  
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

**Redakteure:**

Curt Rint, Margot Sandweg

**Redaktion Funk-Technik**

Lazarettstraße 4  
8000 München 19  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 29 408 pflv

**Außenredaktion Funk-Technik**

Redaktionsbüro W. + M. Sandweg  
Weißerfeld 14  
8131 Aulkirchen über Starnberg  
Telefon (0 81 51) 56 69

Nachdruck ist nur mit Genehmigung der  
Redaktion gestattet.  
Für unverlangt eingesandte Manuskripte  
wird keine Gewähr übernommen.

**Anzeigen**

**Anzeigenleiter:**  
Walter Sauerbrey  
Hüthig & Pflaum Verlag  
Anzeigenabteilung „Funk-Technik“  
Postfach 20 19 20  
8000 München 2  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 216 075 pfla

**Paketanschrift:**  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19

**Gültige Anzeigenpreislste:**  
Nr. 11 vom 1. 9. 1977



**Vertrieb**

**Vertriebsleiter:**  
Peter Bornscheuer  
Hüthig & Pflaum Verlag  
Vertriebsabteilung  
Wilckensstraße 3–5  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 4 61 727

**Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:**  
Jahresabonnement 80,- DM (im Inland  
sind 5,5% Mehrwertsteuer eingeschlossen)  
Einzelheft 3,50 DM  
**Kündigungsfrist:**  
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:  
Bezugsjahr)  
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine  
Nachlieferung oder Erstattung.

# Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

## Manipulationen bei der Vorführung

„Hand aufs Herz! Wann haben Sie, lieber Leser, zuletzt ein Konzert besucht (Oper, Operette, Musical) – die einzige wahre Referenz zur Beurteilung von HiFi-Komponenten. Denn häufig haben wir vergessen, wie Instrumente in Wirklichkeit klingen und wie ihr Klang von ihrer Umgebung geprägt wird. Wir vergleichen also nicht Original und Wiedergabe. Wir vergleichen Konserven.

In früheren Summit-Informationen haben wir erfahren, wie vielfältig Sie manipuliert werden können, sei es durch unterschiedliche Platzierung der zu vergleichenden Lautsprecher, sei es durch unterschiedliche Lautstärke, sei es durch ungeeignete Musik.

Bestehen Sie beim vergleichenden Hören auf der Musik, die Sie später zu Hause hören werden.

Lassen Sie sich nicht durch vielversprechende Details verblüffen, z. B. den wuchtigen Schlag einer Baßtrommel, das gläserne Schrillen einer Triangel, das zwerchfellerschütternde Anreißen einer Baßgitarre. Hören Sie länger in ein Musikstück Ihrer Wahl. Vielleicht geht es Ihnen dann so, daß Brillanz zur Lästigkeit, daß Farbe zur Verfärbtheit, daß „Tugenden“ zu Untugenden werden.

Besuchen Sie wieder mal ein Konzert, und hören Sie High-Fidelity (höchste Naturtreue) im wahrsten Sinne des Wortes.

Sie werden dann sicherlich bei der nächsten Vorführung nicht vorgeführt werden.

In der nächsten Summit-Information erfahren Sie etwas über „Die Manipulation der Spezialisten“.

High-Fidelity – klarer sehen – besser verstehen – optimal hören. Durch SUMMIT.

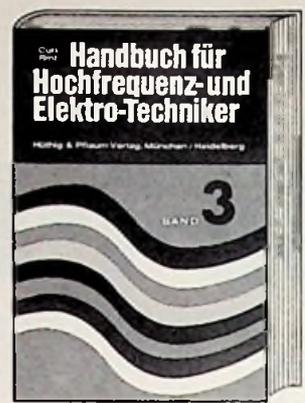
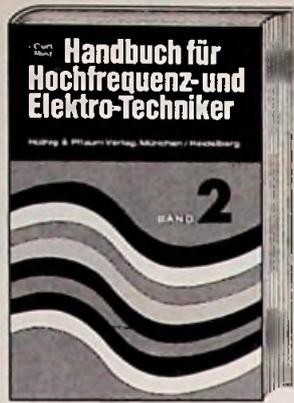
NEU!  
SUMMIT-Gesamtkatalog (Schutzgeb. DM 3,-)  
HiFi-Broschüre „Das Letzte über HiFi“ (Schutzgeb. DM 5,-)  
Bitte anfordern!

SUMMIT  
heißt Spitze  
SUMMIT  
das ist Musik

Summit

# Subskriptionsangebot bis 31.10.1978

## Nur DM 135,— statt später ca. DM 174,—



Curt Rint (Hrsg.)

## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

### Band 1

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

752 Seiten mit 464 Bildern und Tabellen  
Kunststoffeinband DM 54,80  
ISBN 3-8101-0042-0

Tabellen, Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik/Elektronik, Werkstoffe und Passive Bauelemente sind die fünf Hauptabschnitte des neugestalteten ersten Bandes. Bei der Bearbeitung wurde wieder besonderer Wert darauf gelegt, daß die wesentlichen Begriffe und Beziehungen übersichtlich und systematisch herausgestellt, versehen mit technischen Daten, Tabellen, Diagrammen und Zeichnungen dargestellt werden, damit das Gelesene sofort in der Praxis und im Studium angewendet werden kann. Der Schwerpunkt liegt stets auf der genauen Formulierung der behandelten Begriffe, der wichtigen Naturgesetze und der exakten Erläuterung der Bauelemente.

**Bereits erschienen**

### Band 2

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten.  
Kunststoffeinband ca. DM 60,—  
ISBN 3-8101-0043-9

Der zweite Band, für den die gleichen Prinzipien wie für den ersten Band gelten, gliedert sich in vier Hauptgruppen, und zwar Tabellen, Mathematik, Grundlagen und HF-Meßtechnik. Die mathematischen Grundlagen werden für die immer komplexer werdenden Techniken, wie z. B. Fernsehen (Farbfernsehen), Satellitenfunk, Halbleiterphysik – um nur einige Gebiete aufzuzählen – immer wichtiger. Gediogene Kenntnisse der Höheren Mathematik sind daher notwendig. Auch der wesentliche Informations- und Wissensstoff der Grundlagen erweitert sich stets. Auf

diese neuen Fachgebiete wird in diesem Band ganz besonders ausführlich eingegangen. Das „Wissen um das Messen“ ist ebenfalls eine Grundbedingung für ein erfolgreiches Arbeiten. In dem ausführlichen Beitrag „HF-Meßtechnik“ werden die notwendigen Meßtechniken ausführlich erklärt.

**Erscheint voraussichtlich im April 78**

### Band 3

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten.  
Kunststoffeinband ca. DM 60,—  
ISBN 3-8101-0044-7

Dieser Band ist den Halbleiter-Bauelementen und Bausteinen sowie den Vakuum-Bauelementen gewidmet. Sehr ausführlich werden die Halbleiter-Optoelektronik und der Quarz in der HF-Technik behandelt. Ein sehr umfangreicher Abschnitt behandelt das Fernsehen (Farbfernsehen) von den physikalischen Grundlagen, der Normung, den Aufnahme- und Wiedergabegeräten bis hin zur Studiotechnik.

**Erscheint voraussichtlich im Nov. 78**

Vom Subskriptionsangebot ausgeschlo-

### sen sind:

### Band 5

Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen. 1970. 810 Seiten mit 514 Abb., Leinen DM 36,50  
ISBN 3-8101-0005-6

### Band 7

1964. 755 Seiten mit 538 Abb. und 46 Tab., Leinen DM 30,50  
ISBN 3-8101-0007-2

### Band 8

1969. 755 Seiten mit 537 Abb. und 48 Tab., Leinen DM 30,50  
ISBN 3-8101-0008-0

Der Subskriptionspreis für die Bände 1–3, die in völlig neuer Konzeption erscheinen, beträgt bis 31.10.1978 DM 135,— zuzüglich Versandkosten. Danach beträgt der Ladenpreis für die 3 Bände ca. DM 174,— zuzüglich Versandkosten.

## Bestellcoupon

Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Ich/Wir bestellen aus dem  
Hüthig & Pflaum Verlag,  
Lazarettstraße 4, 8000 München 19

\_\_\_\_\_ Bände 1–3 zum Subskriptionspreis  
von DM 135,—

Von den lieferbaren Titeln der  
Handbuchreihe

\_\_\_\_\_ Ex. Band 5, DM 36,50

\_\_\_\_\_ Ex. Band 7, DM 30,50

\_\_\_\_\_ Ex. Band 8, DM 30,50

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

**Geben Sie diesen Bestellcoupon  
bitte Ihrer Buchhandlung.**

# Hüthig & Pflaum Verlag • München/Heidelberg

# Elektrotechnik-Elektronik

## Neuerscheinungen und Neuauflagen 1. Halbjahr 1978

### Hüthig & Pflaum

Curt Rint (Hrsg.)

#### Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

Subskriptionsangebot bis 31. 10. 78

Der Subskriptionspreis für die Bände 1-3, die in völlig neuer Konzeption erscheinen, beträgt bis 31. 10. 1978 DM 135,-. Danach kosten die 3 Bände ca. DM 174,-

**Band 1:** 1978, 12. ergänzte und völlig neu bearbeitete Auflage, 752 Seiten mit 464 Abbildungen und Tabellen, Kunststoff-Einband, DM 54,80. ISBN 3-8101-0042-0  
Bereits erschienen.

**Band 2:** 1978, 12. völlig neu bearbeitete Auflage, etwa 750 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Kunststoff-Einband, ca. DM 60,-  
ISBN 8101-0043-9  
Erscheint etwa April

**Band 3** 1978, 12., völlig neu überarbeitete Auflage. Etwa 750 S., Kunststoff-Einband, ca. DM 60,-  
ISBN 3-8101-0044-7  
Erscheint etwa November 78

Heinrich Armbrüster/  
Gerhard Grünberger

#### Elektromagnetische Wellen im Hochfrequenzbereich Grundlagen - Ausbreitung - Geräte

1978, 176 Seiten, 120 Abbildungen und 10 Tabellen, Leinen, DM 56,-  
ISBN 3-8101-0036-6

Das Buch gibt eine Übersicht über das gesamte Gebiet der elektromagnetischen Wellen im Hochfrequenzbereich, ohne deren Nutzung unser heutiger hoher Lebensstandard unmöglich wäre.  
Bereits erschienen.

Dr.-Ing. Heinrich Schröder  
Dr.-Ing. Günther Rommel

#### Elektrische Nachrichtentechnik

**Band 1a: Eigenschaften und Darstellung von Signalen**

1978, 10. völlig neu bearbeitete Auflage, etwa 500 Seiten, 179 Abbildungen und Tabellen, gebunden, ca. DM 60,-  
ISBN 3-8101-0045-5

Der Band 1a befaßt sich mit den Eigenschaften von in der Nachrichtentechnik wichtigen Signalen sowie den Begriffen und Methoden zu ihrer Darstellung. Ausführliche Erläuterungen zu den Prinzipien der Meßverfahren und Geräte, mit de-

nen man die Signale erfaßt, ergänzen die theoretischen Betrachtungen.

Erscheint etwa Mai

Winfried Knobloch/  
Eduard Gublass

#### Service an Farbfernsehempfängern

PAL SECAM

1978., 2., vollständig neubearbeitete Auflage, 144 Seiten, 54 Abbildungen, DM 34,50  
ISBN 3-8101-0034-X

Ein Grundlagenwerk, daß das notwendige Wissen vermittelt, den Service an Farbfernsehempfängern durchzuführen.

Bereits erschienen

### Hüthig Heidelberg

Rudolf Mausl

#### Hochfrequenzmeßtechnik Meßverfahren und Meßgeräte

1978, 2., durchgesehene Auflage, 213 Seiten, 159 Abbildungen und 3 Tabellen, Kunststoff-Einband (UTB, Band 319), DM 16,80  
ISBN 3-7785-0484-3

Das Buch führt in die Meßverfahren und -prinzipien der Hochfrequenztechnik ein und belegt sie durch praktische Beispiele.  
Erscheint Februar

Ernst Prokott

#### Modulation und Demodulation

1978, 2., verbesserte Auflage, 236 Seiten, 343 Abbildungen, 24 Tabellen, Kunststoff-Einband, DM 78,-  
ISBN 3-7785-0496-7

Theorie und Technik der Modulation und Demodulation beim Übertragen von elektrischen Signalen.  
Erscheint Februar

Hermann Wend

#### Erlaubt? - Verboten?

400 Schulungsfragen und Antworten zu den wichtigsten Vorschriften für den Elektro-Installateur. Anhang Rechenbeispiele nach VDE sowie für die elektrische Raumheizung. 1978, 8., überarbeitete Auflage, 336 Seiten, kartoniert, DM 18,80  
ISBN 3-7785-0506-8  
Erscheint etwa April

Johannes Vogel

#### Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik mit Berechnungsbspielen

1978, 336 Seiten, 242 Abbildungen und 41 Tafeln, Kunststoffeinband, DM 42,-  
ISBN 3-7785-0437-1

Ein Grundlagenwerk und Lehrbuch zugleich über elektrische Antriebe zur Mechanisierung und Automatisierung technologischer Prozesse.  
Bereits erschienen

Reinhold Paul

#### Transistoren und Thyristoren Grundlagen und Anwendungen, Elektronische Festkörperbauelemente, Band 5

1978, 484 Seiten, 232 Abbildungen und 37 Tafeln, Ganzleinen DM 58,-  
ISBN 3-7785-0428-2

Eine Abhandlung über die grundsätzliche Arbeitsweise von Transistoren, Thyristoren und Feldeffekttransistoren, die trotz der rasanten Entwicklung in der Elektrotechnik und Elektronik unentbehrliche Halbleiterbauelemente geblieben sind.  
Erscheint Februar

Otto Föllinger

#### Regelungstechnik

Einführung in die Methoden und ihre Anwendung

Unter Mitwirkung von Franz Dörscheidt und Manfred Klittich 1978, 2., völlig überarbeitete Auflage, etwa 416 Seiten, 532 Abbildungen, Kunststoff-Einband, DM 78,-  
ISBN 3-7785-0510-6

Ein Standardwerk der Regelungstechnik mit Darlegung von Begriffssystem und Methodenlehre der Regelungstechnik und Analyse und Synthese dynamischer Verfahren.  
Bereits erschienen

Kurt Sobotta

#### Planung und Überwachung von Projekten. Netzplantechnik

1978, Etwa 150 Seiten, etwa 60 Abbildungen, kartoniert, etwa DM 20,-  
ISBN 3-7785-0502-5

Eine Anleitung für jeden Elektroniker, aber auch Nichtelektroniker, eine ihm gestellte wirtschaftliche Entscheidung zeit- und kostengünstig mit Hilfe der Netzplantechnik zu treffen.  
Erscheint etwa Mai

Viktor Fetzer

#### Mathematik für Elektrotechniker

**Band 1: Grundlagen-Lehrbuch**

1978, 2., überarbeitete Auflage, 246 Seiten, 83 Abbildungen, Kunststoffeinband, etwa DM 35,-  
ISBN 3-7785-0504-1

Ein Grundlagen-Lehrbuch, das alle Zusammenhänge in der Mathematik für den Elektrotechniker in verständlicher Weise darstellt.  
Erscheint etwa Mai

### Pflaum München

Herbert Bernstein

#### Hochintegrierte Digitalschaltungen und Mikroprozessoren

1978, 513 Seiten mit etwa 200 Abbildungen, Kunststoff-Einband, ca. DM 80,-  
ISBN 3-7905-0272-3

Eine gut verständliche Einführung in die hochintegrierte Digitaltechnik und Mikroprozessortechnik.  
Erscheint April

Enno Folkerts

#### Elektrotechnische Grundlagen für den Praktiker

1978, 124 Seiten mit 77 Abbildungen, kartoniert, DM 16,80  
ISBN 3-7905-0266-9

Bereits erschienen.

Benedikt Gruber

#### Elektronik studiert und probiert

1978, 4. neubearbeitete Auflage, ca. 150 Seiten mit 129 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 16,80  
ISBN 3-7905-0284-7  
Erscheint März

Hans Schmitter

#### Vom Schaltzeichen zum Schaltplan

1978, 3. verbesserte Auflage, ca. 110 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, kartoniert, ca. DM 14,80  
ISBN 3-7905-0276-6  
Erscheint April

Werner W. Diefenbach

#### Tonband-Hobby

Heimtongeräte in der Praxis, Dia- und Schmalfilmvertonung, Heimstudio, Trickaufnahmen. 1978, 12. Auflage, überarbeitet, ergänzt und aktualisiert von Winfried Knobloch, ca. 190 Seiten mit etwa 170 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 22,-  
ISBN 3-7905-0274-X  
Erscheint März

Erich Rabe

#### Motorflugmodelle

Praktikum für Freunde des Flugmodellbaus

1978, 3. überarbeitete und verbesserte Auflage, 176 Seiten mit 151 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80  
ISBN 3-7905-0279-0  
Erscheint Februar

Erich Rabe

#### Automodelle - ferngesteuert

1978, 2. verbesserte Auflage, ca. 120 Seiten mit etwa 90 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80  
ISBN 3-7905-0277-4  
Erscheint April

Erich Rabe

#### Fernsteuer-Hobby

Flug-, Auto- und Schiffsmodelle perfekt ferngesteuert.

1978, 4., überarbeitete und verbesserte Auflage, ca. 200 Seiten mit etwa 130 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80  
ISBN 3-7905-0278-2  
Erscheint April

In allen Buchhandlungen

Mitglied der Informationsgemeinschaft Elektro



Eine Information der zentralen Fachbuchwerbung Elektrotechnik/Elektronik  
Hüthig & Pflaum Verlag, Lazarettstr. 4, 8000 München 19, Tel. (089) 18 60 51

# Hüthig & Pflaum Verlag München/Heidelberg

Mickan, G.

Z L 15933

# Valvo

Waltersdorf

# Hi-Bri® Farbbildröhren



## Bringen das brillante Bild: *hell und scharf!*

**Hi-Bri\***: Valvo hat die Helligkeit auf über 170% gesteigert!  
Sattestes Rot durch »Europium-aktivierten« Leuchtstoff.  
Geringste Lichtspiegelungen durch seidenmattierte Schirmoberfläche.

\*High-Brightness Farbbildröhren im 20 AX-System von Valvo bieten selbstverständlich:

• **VALVO soft-flash® Technologie**: sie verringert den Anodenstrom bei Bildröhrenüberschlägen auf weniger als den 1/10 Teil und erhöht entsprechend die Gerätezuverlässigkeit.

• **Konstante Maskenstellung**: gleichmäßig feine Bildschirmstruktur und hohe Auflösung bis zum Rand sowie moiréfreies Bild.

**Es gibt  
keine bessere  
Farbbildröhre!**



**Valvo: Europas größter Hersteller von Farbbildröhren.**