

Postvertriebsstück

Gebühr bezahlt

Hüthig und Pfäum Verlag, 69 Heidelberg 1, Postf. 1028 69

B 3109 DX

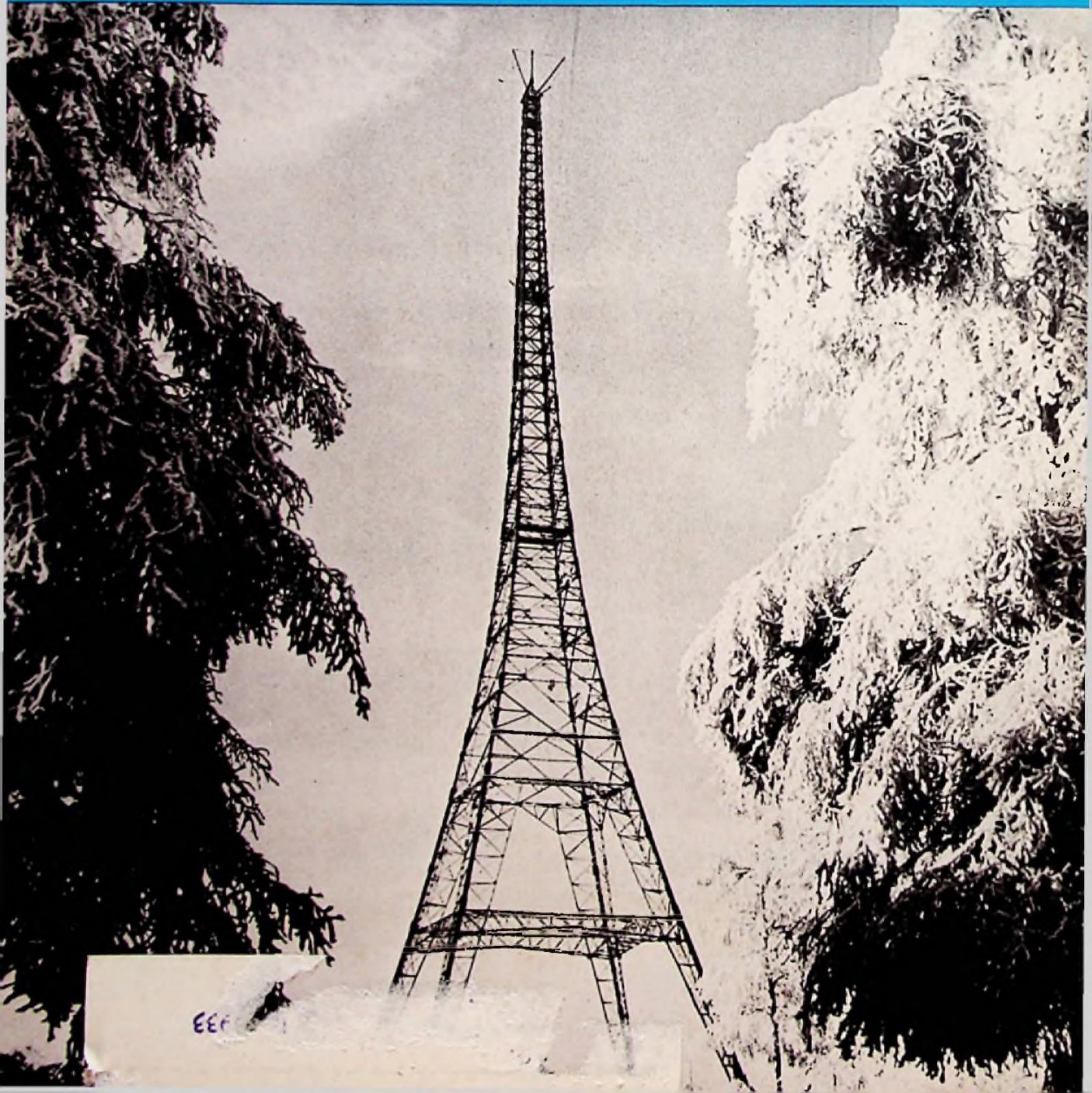
24

2. Dezember-Ausgabe 1978  
33. Jahrgang  
ISSN 0016-2825

# FUNK

# TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



# Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

## Manipulation durch Aufklärung

Die Schlußakte in Sache Manipulation:  
das Summit-Team in eigener Sache.

Es ist an der Zeit, Dank zu sagen:

- den zahlreichen Musikfreunden, die durch ihre Zuschriften ihr Interesse bekundeten. Ob kritisch. Ob schmunzelnd. Ob mahnend. Danke.
- den zahlreichen Teilnehmern unserer Seminare. Für ihr Vertrauen in unsere Philosophie. Danke.
- den Partnern des Fachhandels. Für ihr Vertrauen in unsere Produkte. Danke.

- den gelegentlich Enttäuschten. Für ihr Verständnis auch für unsere Probleme. Danke.

- den vielen Freunden unseres Hauses. Für ihr Mitwirken an unserer Sache. Danke.

Das Vertrauen unzähliger Musikfreunde ist uns Auftrag und Verpflichtung.

Auch für 1979.

Mit den besten Wünschen und Empfehlungen. Ihr Hans G. Hennel und sein Summit-Team.

P. S. Wenn unsere Werbung als Aufklärung verstanden wurde, haben wir eines unserer Ziele erreicht. Die anderen sowieso. Dank Ihrer Mithilfe.

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

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

SUMMIT  
heißt Spitze  
SUMMIT  
das ist Musik

**Summit**

## **Werkstatteil: Werkstatt und Service**

### **Warenkunde**

#### **Markt-Übersicht:**

Funkfernsteuerungen für Modellbauer . . . W & S 387

## **Laborteil: Forschung und Entwicklung**

### **Grundlagen**

#### **Demodulator-Schaltungen:**

Theoretische Betrachtung von Schaltungen  
zur Demodulation frequenzmodulierter

Schwingungen (II) . . . . . F & E 279

### **Systeme und Konzepte**

#### **Optische Nachrichtenübertragung:**

Kabel mit Lichtleitfasern . . . . . F & E 285

Bekanntgemachte Patentanmeldungen . . . F & E 286

### **Fachveranstaltungen**

Terminkalender für Fachveranstaltungen . . . F & E 288

## **Titelbild**

Dieser Sendeturm des Bayerischen Rundfunks in Ismaning bei München ist ein technikgeschichtliches Denkmal: Er wurde in den dreißiger Jahren völlig aus Holz errichtet und ist schon lange nicht mehr in Betrieb. Welche Bewandnis es mit diesem Turm hat, wird ein spezieller Beitrag im nächsten Heft erklären.

(Bild: Bayerischer Rundfunk)

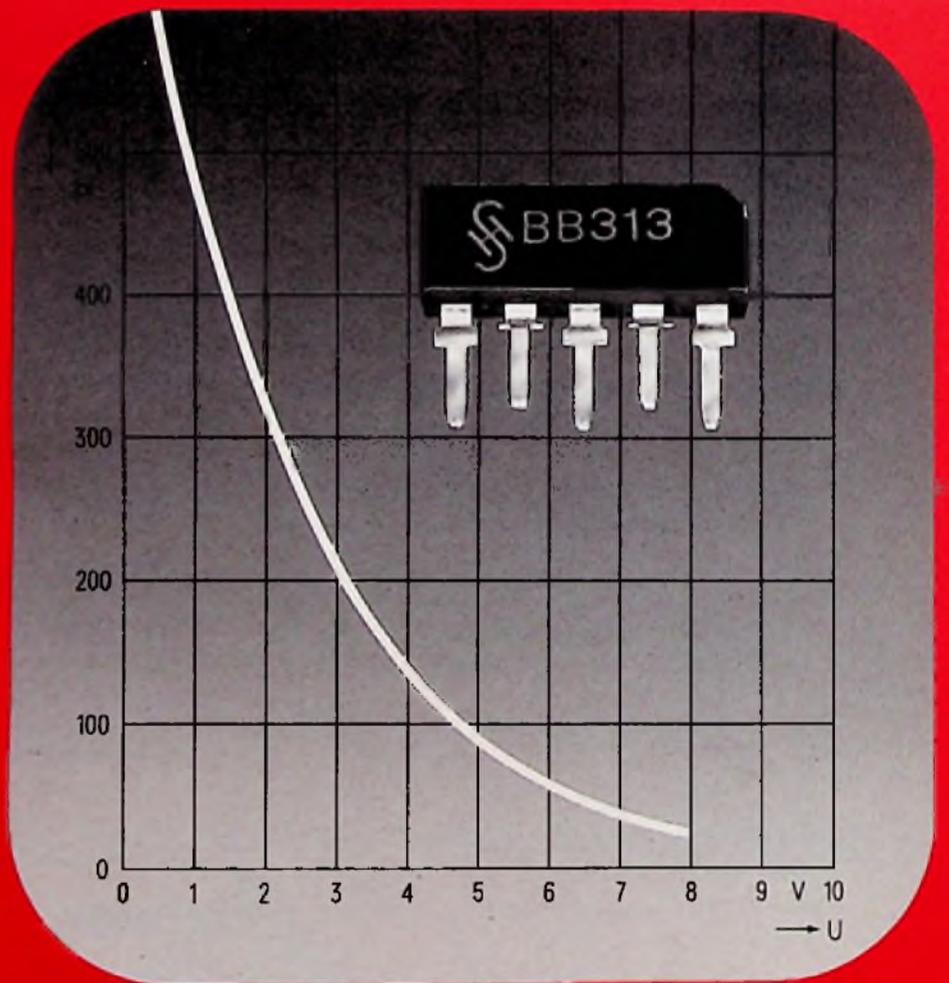
## AM-Abstimmung im Autoradio einmal ganz anders: vollelektronisch, raumsparend und bedienfreundlich

BB 313 heißt die neue 8-Volt-AM-Abstimm-diode mit der Sie im Autoradio Platz gewinnen für Neuentwicklungen. Wieso? Indem Sie voluminöse Bauteile – wie Drucktasten, Abstimm-einheiten, 30-Volt-Spannungswandler und Senderskalen auf mechanischer Basis – ersetzen und der Vollen- elektronik mit einer BB 313 den Vorzug geben.

Dieses neue Siemens-Bauelement ist eine Dreifachdiode, die aufgrund ihres monolithischen Aufbaues identische Kapazitäts- kennlinien aufweist. Ihre Durch- stimmspannung liegt zwischen 1 und 8 Volt, sie ist also den Spannungen und IC-Bausteinen im Autoradio ideal angepaßt. Zudem erreichen Sie mit einem Kapazitätsverhältnis  $> 20$  eine vollelektronische Durchstimmung der Mittel-, Lang- und Kurzwellen- bänder – ohne Bereichsteilung!

So eröffnet ein einziges Halb- leiterbauelement ganz neue Perspektiven für elektronische Fein-essen im Autoradio, wie zum Beispiel für digitale Anzeige, Frequenzsynthese und den Einsatz von Mikroprozessoren. Entsprechendes gilt auch für die elektronische Abstimmung bei FM.

Verlangen Sie ausführliche Informationen über das Siemens- Gesamtprogramm.



Schreiben Sie an die Siemens AG, Bereich Bauelemente/ZVW 104, Postfach 103, D-8000 München, Stichwort "Abstimm-dioden für AM und FM".

Schwerpunkttypen

AM | BB 313, 312, 413, 113

FM | BB 203, 204, 304

## Dioden und Transistoren in moderner Technologie von Siemens

Marktübersicht

## Funksteuerungen für den Modellbauer

Zum Sortiment des Fachgeschäftes für Unterhaltungs- und Freizeitelektronik sollten auch Funkfernsteuerungen für Modelle gehören, denn dort können sie fachlich am besten betreut werden. Außerdem findet die Freizeitbeschäftigung mit fernsteuerbaren Modellen immer mehr Anhänger, so daß es sich für den Radio- und Fernseh-Fachhändler sehr wohl lohnt, sich mit dieser für ihn ungewohnten Warengruppe zu beschäftigen. Als erste Orientierungshilfe auf dem Spezialmarkt für Funksteuerungen soll unsere Übersicht auf den folgenden Seiten dienen.

Für den Betrieb von Funkfernsteuerungen hat die Deutsche Bundespost die Frequenzbänder 27 MHz, 35 MHz (nur für Flugmodelle), 40 MHz und 433 MHz freigegeben; allerdings müssen die Geräte eine Serienprüfnummer des Fernmeldetechnischen Zentralamtes tragen, die der Hersteller für den jeweiligen Typ zu beantragen hat. Anlagen für das 35- oder 433-MHz-Band muß der Benutzer außerdem bei der Post anmelden, die dafür monatliche Gebühren verlangt. Ohne Anmeldung und gebührenfrei dürfen Anlagen für das 27- und 40-MHz-Band betrieben werden.

Zu den in dieser Übersicht erwähnten Anlagen gehören sowohl der Sender wie auch der Empfänger. Mit wenigen Ausnahmen zählen auch Stellantriebe (im Branchenjargon "Servos" genannt), Stromversorgung und anderes Zubehör zum Lieferumfang. Die Anlagen arbeiten entweder mit Amplitudenmodulation (AM) oder mit Frequenzmodulation (FM). FM-Anlagen sind wegen des angewendeten Modulationsverfahrens unempfindlich gegen Spannungsschwankungen des Nutzsignals sowie gegen Störspannungsspitzen. Grundsätzlich beansprucht das übertragene Signal bei Frequenzmodulation eine größere Bandbreite als bei Amplitudenmodulation. Wegen der besonderen, von den Herstellern angewendeten FM-Modulationsverfahren ist die Bandbreite der FM-Anlagen jedoch so schmal, daß die Kanäle innerhalb des üblichen 10-kHz-Rasters liegen u. den Nach-

barkanal nicht stören. Bei einigen nicht hinreichend schmalbandigen AM-Anlagen dagegen muß der Abstand zwischen zwei belegten Kanälen sicherheitshalber 20 kHz betragen.

Die in der Übersicht angegebenen Zahlen der Schaltfunktionen und der Steuerfunktionen kennzeichnen die Vielfalt der über-

tragbaren Befehle. Die Hersteller verwenden hierfür unterschiedliche Definitionen, so daß keine unmittelbaren Vergleiche möglich sind. In der Übersicht bedeutet eine einzelne Schaltfunktion, daß ein Stellglied im Modell ("Servo") mit der Fernsteuerung auf zwei oder drei feste Positionen gestellt werden kann, beispielsweise auf Links- oder auf Rechtsanschlag, gegebenenfalls auch auf Mittelstellung. Unter einer einzelnen Steuerfunktion wird verstanden, daß ein Stellglied im Modell stetig zwischen den beiden Extremstellungen verstellt werden kann. Bei Proportionalsteuerung bewegt sich das Stellglied im gleichen Maß wie der Steuerknüppel: Die Wege sind einander direkt proportional. Bei einigen Anlagen kann dieses Verhältnis der Wege auf eine andere Funktion umgeschaltet werden, damit sich die Modelle in bestimmten Bereichen feinfühlicher steuern lassen.

Obwohl unsere Marktübersicht immerhin 66 Anlagen enthält, kann sie sicherlich noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sollten wir handelsübliche Anlagen übersehen haben, so stellen wir sie gerne in einem späteren Heft als Nachtrag vor.

Professional FM 7 (Multiplex)



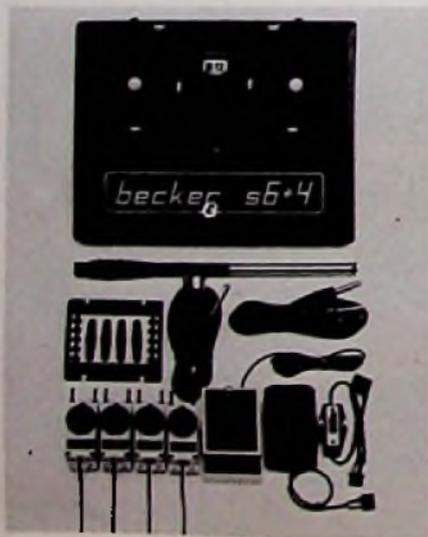
### Aeronaut 6 + 4

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 1498 DM, für 433 MHz  
 1798 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40/433 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/4  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: 2 mit einstellbarer Steigung  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2 x 2  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 42 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 4 Universalservos, Servoröhmchen, Servoverlängerungskabel und Kleinteile

### Aeronaut 6 + 4 mm

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 1598 DM, für 433 MHz  
 1898 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40/433 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/4  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: 2 mit einstellbarer Steigung  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2 x 2  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 42 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 4 Universalservos, Servoröhmchen, Servoverlängerungskabel und Kleinteile

Aeronaut 6 + 4 (Becker)



### Aerosport 400

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 898 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf .... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln:  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 42 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 2 Universalservos, Servoröhmchen und Kleinteile

### Aerosport 404

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 998 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen 4/2  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht -proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 42 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 2 Universalservos, Servoröhmchen und Kleinteile

### Aquanaut 6 + 16

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 1498 DM, für 433 MHz  
 1798 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40/433 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/16  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23, für 433 MHz 75 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 45 g, für 433 MHz 55 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 1 Universalservo, 1 Multiswitch-Baustein, ein Umpolrelaisschalter, 1 Klemmkabel und Kleinteile

### Aquasport 302/8

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 798 DM (unverbindliche Preisempfehlung) Modell 308 - 898 DM  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 3/2  
 Nachrüstbar auf .... Steuer-/Schaltf.: 3/8 (Modell 308)  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 3  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln:--  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 1 Universalservo und Kleinteile

### Aquasport 400

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 798 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 1 Universalservo und Kleinteile

### Kompakt fm 21

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 498 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 1  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladekabel, Schalterkabel, 1 Servo und Kleinteile

**Kompakt fm 3 + 1**

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 498 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 3/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 1  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladekabel, Schalterkabel, 1 Universalservo und Kleinteile

**Kompakt fm 3 + 1 k**

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 498 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 3/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladekabel, Schalterkabel, 1 Universalservo und Kleinteile

**Helinaut 6 + 4**

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 1598 DM, für 433 MHz  
 1898 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40/433 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/4  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2 beliebige  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23, für 433 MHz 75 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 45 g, für 433 MHz 55 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 4 Universalservos, Servoverlängerungskabel, Servorähmchen und Kleinteile

**Helisport 400**

Marke: Becker  
 Hersteller: Ing. H. Becker  
 Endverkaufspreis: 978 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2 beliebige  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 62 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 42 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, 2 Universalservos, Servorähmchen und Kleinteile

**Stratotronic 8**

Marke: Carrera  
 Hersteller: Neuhierl GmbH & Co. KG  
 Endverkaufspreis: 875 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: 6/0 oder 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für den Sender  
 Maße des Empfängers in mm: 22 x 42 x 70  
 Gewicht des Empfängers: 58 g  
 Mitgeliefert wird: 2 Standard-Servos, Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, Tragriemen und Kleinteile

**Stratotronic 12**

Marke: Carrera  
 Hersteller: Neuhierl GmbH & Co. KG  
 Endverkaufspreis: 920 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für den Sender  
 Maße des Empfängers in mm: 22 x 42 x 70  
 Gewicht des Empfängers: 58 g  
 Mitgeliefert wird: 2 Standard-Servos, Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, Tragriemen und Kleinteile

**Stratotronic 16**

Marke: Carrera  
 Hersteller: Neuhierl GmbH & Co. KG  
 Endverkaufspreis: 960 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für den Sender  
 Maße des Empfängers in mm: 22 x 42 x 70  
 Gewicht des Empfängers: 58 g  
 Mitgeliefert wird: 2 Standard-Servos, Quarze, Akkus, Schalterkabel, Ladekabel, Tragriemen und Kleinteile

**Varioprop C 6 SSM 27**

Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig  
 Endverkaufspreis: 240 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 60 x 40 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 1 Servo, Empfängerstromversorgungsteil mit Schalter und Batteriekasten

**Varioprop 8 S FM**

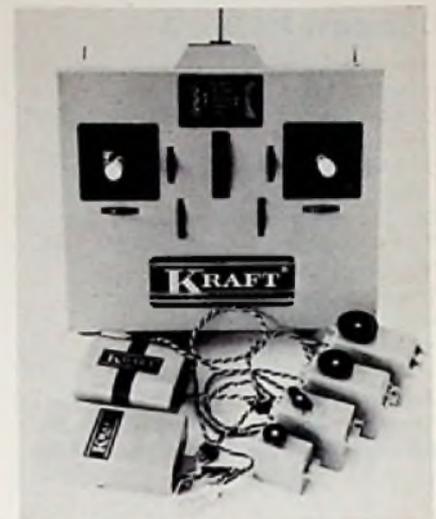
Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig  
 Endverkaufspreis: 640 DM mit Servobaustein, 670 DM mit Decoderbaustein (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 58 x 42 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 49 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Empf.-Stromversorgung, Schalterkabel, 1 Servo mit Decoderbaustein oder Servobaustein

### Varioprop C8

Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig  
 Endverkaufspreis: 735 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 44 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 49 g  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servo CL, Empfängerstromversorgungsteil mit Schalter und Akku sowie Sender-Akku

### Varioprop Mikromodul T 14

Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig  
 Endverkaufspreis: 1063 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: Für 27 MHz, 35 MHz oder 40 MHz als Zubehörsatz erhältlich  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 44 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 55 g  
 Mitgeliefert wird: Sender- Akku, Stromversorgungsteil mit Akku und Schalter, 2 Servo CL mit Schnellbefestigung



Serie 78 (Kraft)

### Varioprop 14 S FM

Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig Electronic  
 Endverkaufspreis: 890 DM mit Servobaustein, 970 DM mit Decoderbaustein (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 58 x 42 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 49 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Empf.-Stromversorgung, Schalterkabel, 2 Servos mit Decoderbaustein oder Servobaustein.

### Varioprop Micromodul T 14 Expert

Marke: Graupner  
 Hersteller: Grundig  
 Endverkaufspreis: 1307 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: alle proportionalen schaltbar auf exponential  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für 27 MHz, 35 MHz oder 40 MHz als Zubehörsatz erhältlich  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 44 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 55 g  
 Mitgeliefert wird: Sender-Akku, Stromversorgungsteil mit Akku und Schalter, 2 Servo CL mit Schnellbefestigungen

### KP-2 AS

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 344,40 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 49 x 38 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: 2 Sport-Servos, Batteriehalterung für Sender und Empfänger und Schalterkabel

### Varioprop Micromodul T 14 Expert (Graupner)



### KP-4 A

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 795 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband (wahlweise Schmalband-FM)  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 34 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 48 g

Mitgeliefert wird: 4 Sport-Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterung

**KP-6 A**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 875 DM (AM), 945 DM (FM) (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband (Schmalband-FM wahlweise)  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 34 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 48 g  
 Mitgeliefert wird: 4 Sport-Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterungen

**KP-3 C**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 629,90 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 3/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 3  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 70 x 34 x 21  
 Gewicht des Empfängers: 48 g  
 Mitgeliefert wird: 2 Standard-Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterungen

**KP-5 CS**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 1070 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/1 (1 Steuerknüppel)  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 56 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 57 g  
 Mitgeliefert wird: 4 Standard-Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterungen

**KP-5 C**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 1070 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/1 (2 Steuerknüppel)  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 56 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 57 g  
 Mitgeliefert wird: 4 Standard-Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterungen

**KP-7 C**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 1469 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/3 (2 Steuerknüppel)  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: Subm.-Ausf. 49 x 24 x 27, Modul-Ausf. 83 x 46 x 20  
 Gewicht des Empfängers: Subminiatur-Ausf. 36,4 g, Modul-Ausf. 60 g  
 Mitgeliefert wird: (wahlweise Modul- oder Subm.-Empf.), 4 Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterungen.

**KP-7 CS**

Marke: Kraft  
 Hersteller: Kraft Systems, Inc.  
 Endverkaufspreis: 1469 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/3 (1 Steuerknüppel)  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: Subm.-Ausf. 49 x 24 x 27, Modul-Ausf. 83 x 46 x 20  
 Gewicht des Empfängers: Subminiatur-Ausf. 36,4 g, Modul-Ausf. 60 g  
 Mitgeliefert wird: (wahlweise Modul- oder Subm.-Empf.), 4 Servos, Akkus, Ladegerät, Schalterkabel und Servohalterung

**C Prof. 6/12 FM**

Marke: Micro Control  
 Hersteller: Neumann-Radio-Electronic  
 Endverkaufspreis: 545 DM (Anlage ohne Servos), Aufpreis je Servo mc 82 - 75 DM (Versandhandelspreis)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 74 x 45 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 54 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät und Schalterkabel

FM-Anlage (Micro Control)



**C Prof. 8/16 FM-7806**

Marke: Micro Control  
 Hersteller: Neumann-Radio-Electronic  
 Endverkaufspreis: 615 DM (Anlage ohne Servos), Aufpreis je Servo mc 82 – 75 DM (Versandhandelspreis)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 74 x 45 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 54 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät und Schalterkabel

**C Prof. 8/16 FM-7818**

Marke: Micro Control  
 Hersteller: Neumann-Radio-Electronic  
 Endverkaufspreis: 1059 DM (Versandhandelspreis)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar und einstellbar  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2 untereinander  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 74 x 45 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 54 g  
 Mitgeliefert wird: 4 Servos mc 82, Quarze, Akkus, Ladegerät und Schalterkabel

**Variomodul favorit**

Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 967,50 DM mit 4 Servos (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 64 x 52 x 22 einschließlich HF-Modul  
 Gewicht des Empfängers: 51 g  
 Mitgeliefert wird: 1 HF-Sendermodul, 1 HF-Empfängermodul, Quarze, 4 Compact-Servos (wahlweise 2), Schalterkabel mit Ladebuchse und Akkus

**C Prof. 8/16 FM-7817**

Marke: Micro Control  
 Hersteller: Neumann-Radio-Electronic  
 Endverkaufspreis: 669 DM (Anlage ohne Servos), Aufpreis je Servo mc 82 – 75 DM (Versandhandelspreise)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar und einstellbar

Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 74 x 45 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 54 g

Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät und Schalterkabel

**Sport 4/6 FM**

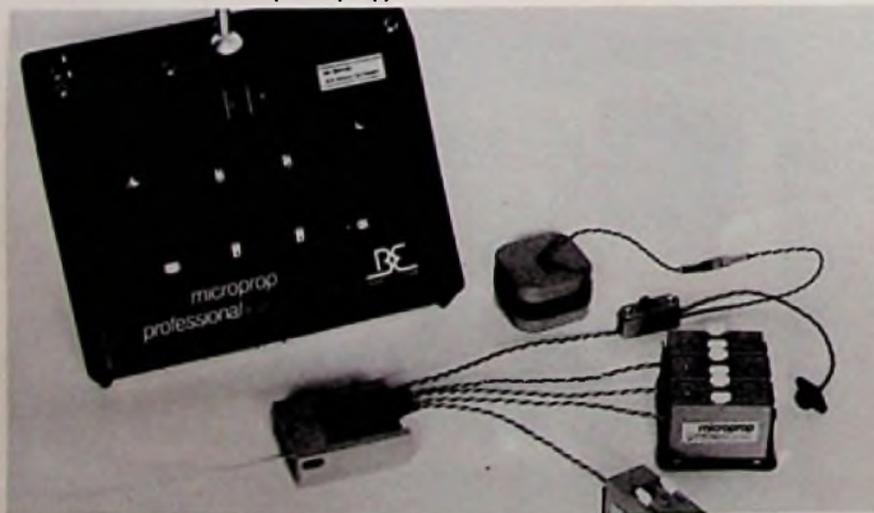
Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 867,50 DM mit sport-6-FM-Empfänger/4 Servos, 927,50 DM mit Mini-Empfänger u. 4 Servos (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 6/0  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 69 x 46 x 24 (sport-6-FM) 49 x 35 x 28,5 (Mini-6-FM)  
 Gewicht des Empfängers: 55 g/48 g

Mitgeliefert wird: Quarze, 4 Compact-Servos (wahlweise 2), Servohalter, Schalterkabel mit Ladebuchse und Akkus

**Variomodul**

Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 1167,50 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 45 x 52 x 22 plus HF-Modul 20 x 52 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: 1 HF-Sendermodul, 1 HF-Empfängermodul, Quarze, 4 Compact-Servos (wahlweise 2), Diagnosekabel, Servohalter, Schalterkabel 1 Querrudererlängerung, Akkus und Ladegerät

Professional Variomodul (Microprop)



**Proportional 433 FM**

Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 1498 DM, 1336 DM mit nur 2 Servos (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 433 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 53 x 44 x 33  
 Gewicht des Empfängers: 65 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 4 Compact-Servos (wahlweise 2) Servohalter, Querrudererlängerung, Akkus und Ladegerät

**Professional FM 7**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 1276 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis Steuerweg/Servoauschlag für 4 Funktionen einstellbar  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 57 x 40 x 30  
 Gewicht des Empfängers: 65 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 2 Professional-Servos, Schalterkabel, 1 Verlängerungskabel, Ladekabel, Tragriemen, Servohalterungen, Zubehör, Frequenzwimpel

**Variomodul professionell**

Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 1898 DM, (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht proportionale Steuerf.: Steuerverlauf einstellbar bei 4 Funktionen  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 45 x 52 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: 1 HF-Sendermodul, 1 HF-Empfängermodul, Quarze, 4 Professionalservos, Diagnosekabel, Servohalter, Schalterkabel mit Ladebuchse, Querruder-Verlängerung, Akkus und Ladegerät

**Delta 2**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 298 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 37 x 55 x 20  
 Gewicht des Empfängers: 40 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos PS 2, Empfängerbatteriekasten mit Schalterkabel und Frequenzwimpel

**Europaserie 4 + 2  
462 Mini**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 668 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: 6/0 oder 4/8  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 68 x 44 x 25  
 Gewicht des Empfängers: 55 g  
 Mitgeliefert wird: Akkus, 2 Mini-IC-Servo, Schalter- und Verlängerungskabel, Quarze, Netzladegerät, Kleinteile, Tragriemen und Frequenzwimpel

**Royal FM 472 Mini**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 778 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: 6/0 oder 4/8  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: --  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 68 x 44 x 25  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 2 Mini-IC-Servo, Schalter- und Verlängerungskabel, Netzladegerät, Servoröhmchen, Kleinteile, Tragriemen und Frequenzwimpel

**Combi 572 Mini**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 898 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: 6/1  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 77 x 47 x 22 einschließlich Modul  
 Gewicht des Empfängers: 90 g einschließlich Modul  
 Mitgeliefert wird: Sender- u. Empfänger-HF-Modul, Quarze, 2 Mini-IC-Servos, Akkus, Schalter- und Ladekabel, Servohalterungen, Kleinteile und Frequenzwimpel

**Professionel C 772 Profi**

Marke: Multiplex  
 Hersteller: S. Kußmaul  
 Endverkaufspreis: 1098 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: nachrüstbar  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 68 x 44 x 25  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 2 Professional-Servos, Verlängerungs- Ladekabel, Tragriemen, Frequenzwimpel, Servohalterung und Kleinteile

**Professional 7 FM**

Marke: Microprop  
 Hersteller: Brand-Elektronik  
 Endverkaufspreis: 1717 DM, 1496 DM mit nur 2 Servos (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-Proportionale Steuerf.: Steuerverlauf einstellbar bei 4 Funktionen  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 53 x 44 x 33  
 Gewicht des Empfängers: 65 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 4 Professionalservos (wahlweise 2), Servohalter, Querruder-Verlängerung, Schalterkabel mit Ladebuchse und Ladegerät

**Economic AM S 2/2/1**

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 219 DM, für 40 MHz 243 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 53 x 33 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 38 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Empfänger-Batteriekasten mit Schalterkabel, 1 Servo S 12, Servobefestigung und Kleinteile

### Economic AM S 4/4/2

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 367 DM (27 MHz),  
 392 DM (35 MHz), 399 DM (40 MHz) (unver-  
 bindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: -  
 Nicht-proportionale Steuerf.: -  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 40 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 50 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos S 12,  
 Empfänger-Batteriekasten, Schalterkabel,  
 Servobefestigungen und Kleinteile

### Kompakt AM S 2/2/1

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 427 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: -  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servo-Ausschlag umschaltbar  
 (1 Funktion)  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 40 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 47 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 1 Servo S 171, Ak-  
 kus, Schalterkabel, Servobefestigung und  
 Kleinteile

### Luna FM S 4/8/2

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 696 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 6/1 oder  
 7/1  
 Nicht-proportionale Steuerf.: -  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 19,5  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos S 171,  
 Akkus, 2 Ladekabel, 1 Servoverlängerungs-  
 kabel, 1 Schalterkabel, Umhängeriemen,  
 2 Servobefestigungen und Kleinteile

### Kompakt AM S 2/1

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 243 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27/35 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: -  
 Nicht-proportionale Steuerf.: -  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 40 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 47 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 1 Servo FP-S 12,  
 Batteriekasten für Empfänger, 1 Schalterka-  
 bel, Servobefestigung, und Kleinteile

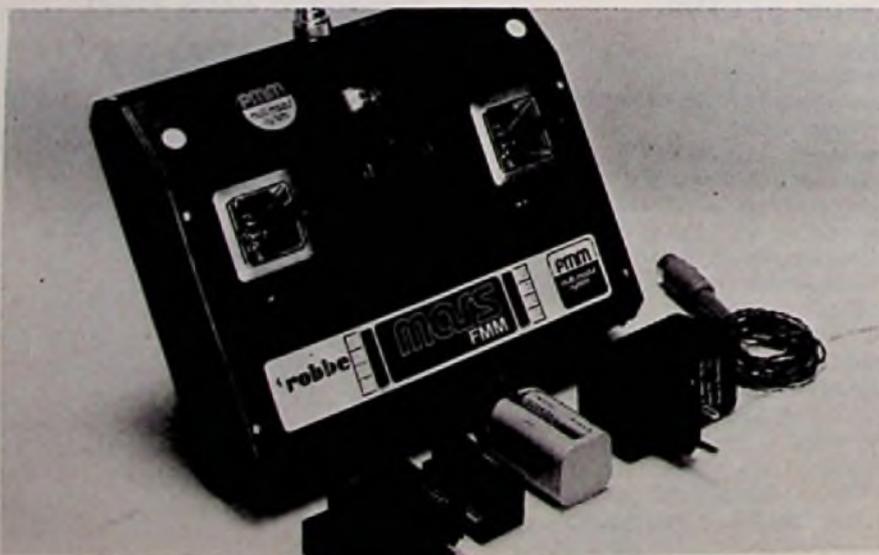
### Kompakt AM SS 2/8/1

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 489 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 2/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: -  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoauschlag umschaltbar  
 (1 Funktion)  
 Trimbare Steuerfunktionen: 2  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 19,5  
 Gewicht des Empfängers: 52 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 1 Servo  
 S 171, Schalterkabel, Servobefestigung und  
 Kleinteile

### Luna AM SS 4/8/2

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 729 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: -  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoauschlag umschaltbar  
 (1 Funktion)  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 19,5  
 Gewicht des Empfängers: 52 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos S 171,  
 Akkus, 2 Ladekabel, Schalterkabel, 1 Ser-  
 voverlängerungskabel, Umhängeriemen, 2  
 Servobefestigungen und Kleinteile

### Mars FMM (Robbe)



### Luna FM S 7/8/2

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 806 DM (unverbindliche  
 Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 7/1  
 Nicht-proportionale Steuerf.: -  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: -  
 HF-Moduln: -  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 19,5  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos S 171,  
 Akkus, 2 Ladekabel, 1 Schalterkabel, 1 Ser-  
 voverlängerungskabel, 2 Servobefestigung-  
 en, Umhängeriemen und Kleinteile

**Mars-FMM 4/8/0**

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 713 DM, Anlage ohne Servos, (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 5/1 oder 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: –  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 73 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Sender- und Empfänger-HF-Modul, Quarze, Akkus, 2 Servos Tiny C, und Schalterkabel

**Mars-FMM-Rex 8/8/2**

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 1299 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 35 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltf.: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer/Schaltf.: –  
 Nicht-proportionale Steuerf.: für 2 Funktionen umschaltbar und einstellbar  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: 2  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Sender- u. Empfänger-HF-Modul, Quarze, Akkus, Ladegerät, 2 Servos S 161, 1 Schalterkabel, 1 Servo-Verlängerungskabel, 1 Servo-Kontrollkabel, Umhängerriemen und Kleinteile

**Terra AM S 4/4/1**

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 543 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: –  
 Nicht-proportionale Steuerf.: –  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: –  
 Maße des Empfängers in mm: 59 x 40 x 19  
 Gewicht des Empfängers: 50 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät (in der Sendereinheit), 1 Servo S 171, 2 Ladekabel, 1 Umhängerriemen, Servobefestigung und Kleinteile

**Terra AM SS 4/8/2**

Marke: Robbe  
 Hersteller: Robbe Modellsport GmbH  
 Endverkaufspreis: 699 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 5/1, 6/2  
 Nicht-Proportionale Steuerf.: Verhältnis Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar (1 Funktion)  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: –  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 19,5  
 Gewicht des Empfängers: 52 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, 2 Servos S 171, Akkus, Ladegerät, 2 Ladekabel, Schalterkabel, Servoverlängerungskabel, Umhängerriemen und Kleinteile

**SSM Contest 4**

Marke: Simprop  
 Hersteller: Simprop Electronic  
 Endverkaufspreis: 825 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 4/1 oder 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: –  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 73 x 40 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: HF-Modul für Sender und Empfänger, Quarze, Akkus, 2 Sport-Servos und Schalterkabel

**SSM Contest 5**

Marke: Simprop  
 Hersteller: Simprop Electronic  
 Endverkaufspreis: 899 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: 6/2  
 Nicht-proportionale Steuerf.: –  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 73 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Sender- und Empfänger-HF-Modul, Quarze, Akkus, 2 Servos Tini C und Schalterkabel

**SSM Contest 8-Set**

Marke: Simprop  
 Hersteller: Simprop Electronic  
 Endverkaufspreis: 998 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: –  
 Nicht-proportionale Steuerf.: –  
 Trimbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: –  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger, für 35 MHz und 40 MHz lieferbar  
 Maße des Empfängers in mm: 72 x 44 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Sender-HF-Modul, Empfänger-HF-Modul, Quarze, Akkus, Ladegerät, 1 Schalterkabel, 1 Servo-Verlängerungskabel, Umhängerriemen und Kleinteile

SSM Contest (Simprop)



**SSM Contest 8**

Marke: Simprop  
 Hersteller: Simprop Electronic  
 Endverkaufspreis: 1250 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: AM-Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar und einstellbar (2)  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: für Sender und Empfänger  
 Maße des Empfängers in mm: 73 x 40 x 23  
 Gewicht des Empfängers: 70 g  
 Mitgeliefert wird: Sender- und Empfänger-HF-Modul, Quarze, Akkus, 2 Servos Tiny C und Schalterkabel

**FM Cosmos 2000-7**

Marke: Sipa  
 Hersteller: Sipa Electronic Modellbau  
 Endverkaufspreis: 998 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 76 x 44 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus und 1 Servo RS-C

**7-FM-Expert-S**

Marke: Sipa  
 Hersteller: Sipa Electronic Modellbau  
 Endverkaufspreis: 1680,50 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 76 x 44 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät, 4 RS-C-Servos und Schalterkabel

**FM Cosmos 2000-4**

Marke: Sipa  
 Hersteller: Sipa Electronic Modellbau  
 Endverkaufspreis: 788 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/0  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 76 x 44 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus und 1 Servo RS-C

**7-FM-Expert**

Marke: Sipa  
 Hersteller: Sipa Electronic Modellbau  
 Endverkaufspreis: 1640,50 DM (unverbindliche Preisempfehlung)  
 Betriebsart: Schmalband-FM  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 6/1  
 Nachrüstbar auf ... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: --  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 76 x 44 x 22  
 Gewicht des Empfängers: 60 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, Ladegerät, 4 RS-C-Servos und Schalterkabel



RC-FM 6 (Skyline)

**FM-Expert (Sipa)**



**RC FM-6**

Marke: Skyline  
 Hersteller: RC-Electronic H. Frank  
 Endverkaufspreis: 680 DM, mit Microempfänger 710 DM (Versandhandelspreis)  
 Betriebsart: Schmalband  
 Lieferbar für: 27/35/40 MHz  
 Zahl der Steuer-/Schaltfunktionen: 4/2  
 Nachrüstbar auf... Steuer-/Schaltf.: --  
 Nicht-proportionale Steuerf.: Verhältnis  
 Steuerweg/Servoausschlag umschaltbar und einstellbar  
 Trimmbare Steuerfunktionen: 4  
 Mischbare Steuerfunktionen: --  
 HF-Moduln: --  
 Maße des Empfängers in mm: 44 x 79 x 23, Microempfänger 21 x 23 x 46  
 Gewicht des Empfängers: 60 g, Microempf. 33 g  
 Mitgeliefert wird: Quarze, Akkus, 2 Servos KS 9, Schalterkabel und Kleinteile

Demodulator-Schaltungen

# Theoretische Betrachtung von Schaltungen zur Demodulation frequenzmodulierter Schwingungen (II)

Dipl.-Ing. Rudolf Mäusl, Aschheim

Im ersten Teil dieser Beitragsfolge, der in Heft 21 erschien, wurden für das Verständnis der FM-Demodulation wichtige Zusammenhänge untersucht. Abschließend erfolgt nun die Einteilung in technische Verfahren und die Beschreibung der Wirkungsweise von häufig verwendeten FM-Demodulatorschaltungen.

## Verschiedene Verfahren der FM-Demodulation

Bei der Demodulation von frequenz- oder phasenmodulierten Schwingungen lassen sich die Verfahren nach folgenden Kriterien einteilen:

- a) FM-AM-Wandlung, Signlrückgewinnung durch AM-Demodulation
- b) FM-PDM-Wandlung, Signlrückgewinnung mittels Tiefpaß
- c) FM-PFM-Wandlung, Signlrückgewinnung mittels Tiefpaß
- d) PLL-Demodulator

Bei den Verfahren a) bis c) ist unbedingt eine der FM-Demodulation vorangehende Amplitudenbegrenzung notwendig, weil die Amplitude der modulierten Trägerschwingung und damit auch deren Änderung unmittelbar in die Amplitude des demodulierten Signals eingeht (Bild 7). Man erreicht dadurch außerdem eine Unterdrückung von Impulsstörungen und unerwünschter Amplitudenmodulation, die dem FM-Signal überlagert sein können. Die Amplitudenbegrenzung erfolgt meistens in Differenzverstärkerstufen, die übersteuert werden und so das zugeführte Signal symmetrisch in der Amplitude begrenzen.

Bei Verfahren n. a) u. b) muß dem Amplitudenbegrenzer ein Bandpaß nachgeschaltet werden, der die durch Kurvenver-

formung hervorgerufenen Harmonischen der Trägerschwingung vom Demodulator fernhält. Diese Funktion kann auch dem Selektionsmittel, zum Beispiel einem Schwingkreis oder Bandfilter, übertragen werden, das auch die FM-AM-Wandlung vornimmt. Der PLL-Demodulator nach d) nimmt unter den herkömmlichen Verfahren eine Sonderstellung ein, da es sich bei ihm um eine Rückkopplungsschaltung handelt. Auch bei diesem Verfahren kann es zweckmäßig sein eine vorherige Amplitudenbegrenzung vorzunehmen.

## Flankendiskriminator

Eine Schaltungsanordnung, die auf Grund ihrer Frequenzabhängigkeit die Umwandlung einer Frequenzänderung in eine Spannungsänderung bewirkt, wird als Frequenzdiskriminator oder kurz als Diskriminator bezeichnet. Im einfachsten Fall könnte dies ein Blindwiderstand, zum Beispiel eine Induktivität, sein, der ein konstanter Strom eingeprägt wird (L-Diskriminator). Die dabei an dem frequenzabhängigen Widerstand der Induktivität auftretende Spannung ändert sich proportional mit der Frequenz des eingepprägten Stromes (Bild 8).

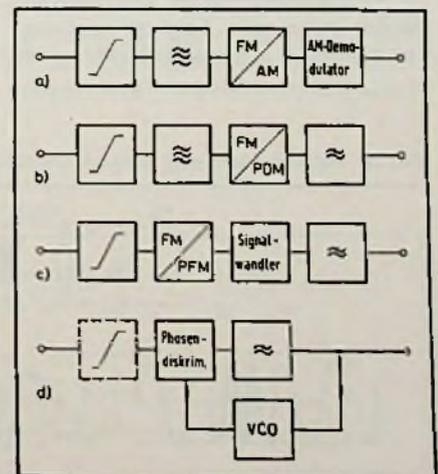
Theoretisch besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Frequenzänderung und der dadurch an der Induktivität verursachten Spannungsänderung. Die Empfindlichkeit ist normalerweise relativ gering, sie könnte aber durch Vergrößern der Induktivität beliebig gesteigert wer-

den. Praktisch jedoch sind dem Grenzen gesetzt durch die unvermeidbare Eigenkapazität und durch die Verluste der Spule. Man kommt so aber zum bedämpften Parallelschwingkreis, dessen Resonanzkurve auf der Flanke einen steilen und verhältnismäßig geradlinig verlaufenden Kurventeile aufweist. Die Resonanzfrequenz  $f_0$  des Schwingkreises wird so gewählt, daß die Frequenz  $f_r$  der unmodulierten Trägerschwingung im Wendepunkt auf der Flanke der Resonanzkurve liegt (Bild 9).

Aus der frequenzmodulierten Schwingung wird so eine frequenz- und amplitudenmodulierte Schwingung, deren Amplitudenänderung proportional der Frequenzänderung verläuft. Mittels eines einfachen Hüllkurvendemodulators kann daraus das ursprünglich modulierende Signal zurückgewonnen werden (Bild 10).

Die Linearität dieses sogenannten Flankendiskriminators ist jedoch nur in einem engen Bereich ausreichend gut. Bei größerem Frequenzhub treten Verzerrungen auf. Eine Verbesserung erreicht man mit dem Gegentakt-Flankendiskriminator, bei dem zwei gegeneinander symmetrisch zur Trägerfrequenz verstimmte Schwingkreise verwendet werden (Bild 11). Die Spannungen an beiden Schwingkreisen werden gleichgerichtet und gegensinnig addiert. Man erhält so die Diskriminatorkennlinie mit einem weiten linearen Bereich. Bei der Trägerfre-

Bild 7. Verschiedene Verfahren der FM-Demodulation



Dipl.-Ing. Rudolf Mäusl ist Professor an der Fachhochschule München und lehrt dort im Fachbereich Elektrotechnik.



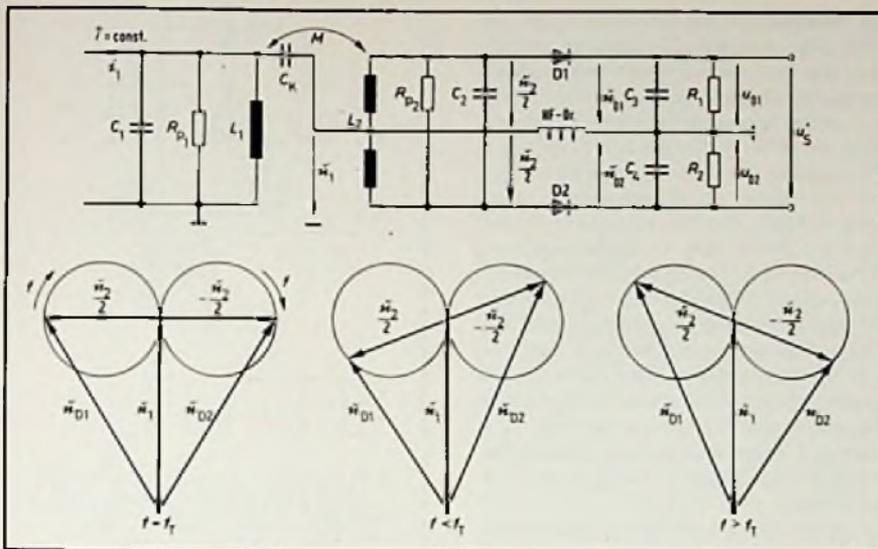


Bild 12. Riegger-Kreis oder Phasendiskriminator: Schaltung und Zeigerdiagramme der Spannungen bei verschiedenen Frequenzen.

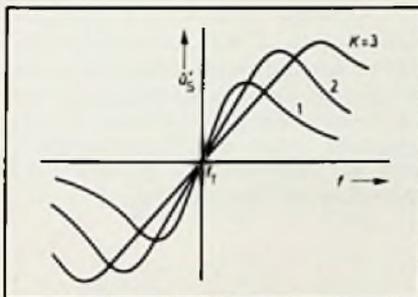


Bild 13. Umwandlerkennlinie des Riegger-Kreises bei verschiedenen Werten der normierten Kopplung

Schwingkreises. An Stelle der Diode D1 aus Bild 12 tritt die Basis-Emitter-Diode des Transistors, der von der demodulierten Spannung, die im Basis-Emitterkreis auftritt, gesteuert wird [3].

Als Abwandlung des Phasendiskriminators wird vielfach der Verhältnisdiskriminator oder Ratiodetektor verwendet (Bild 15). Der Vorteil dieser Schaltung ist ihre zusätzliche Begrenzerwirkung. Primär- und Sekundärkreis des Bandfilters sind über die Induktivitäten L1 und L2 lose gekoppelt, und die Spannung  $u_1$  gelangt durch induktive Kopplung von L1 auf L2 in den Gleichrichterkreis. Die Dioden D1 und D2 sind jetzt gegensinnig angeordnet, so daß sie im gemeinsamen Stromkreis einen Gleichstrom in einer Richtung durchlassen. Zur Gleichrichtung gelangen wieder die Spannungen  $u_{D1}$  und  $u_{D2}$ , die auf ähnliche Weise wie beim Phasendiskriminator zustandekommen.

Mit dem Widerstand  $R_3=R_1+R_2$  bildet der Kondensator C5 ein RC-Glied, das eine Zeitkonstante von einigen Zehntel

Sekunden hat. An dem Kondensator tritt dann der Gleichspannungswert  $U_0$  auf, der von der mittleren Amplitude der Spannung  $u_2$  am Sekundärkreis abhängt. Dieser Spannung  $u_2$  können nun Schwankungen überlagert sein, die zum Beispiel von einer zusätzlichen Amplitudenmodulation herrühren. Bei einem Ansteigen der Spannung  $u_2$  wird über die Dioden D1 und D2 ein erhöhter Strom fließen, der zu einer stärkeren Bedämpfung des Sekundärkreises führt. Die Spannung am Kreis sinkt dadurch. Bei einem Absinken der Spannung  $u_2$  erfolgt Gegenteiliges. Auch die Spannungen  $u_{D1}$  und  $u_{D2}$  ändern sich mit der Spannung  $u_1$  oder  $u_2$ . Da jedoch die demodulierte Spannung  $u_S'$  in der Brückendiagonale abgegriffen wird (Bild 16), machen sich die Schwankungen der Eingangsspannung in der demodulierten Signalspannung nicht mehr bemerkbar. Diese erhält man wie beim Phasendiskriminator aus den gleichgerichteten Spannungen gemäß Gl. 15, lediglich der Massepunkt der Schaltung liegt anders; er läßt sich jedoch auch an den Fußpunkt des Widerstandes R2 verlagern.

Bild 15. Ratiodetektor oder Verhältnisdiskriminator

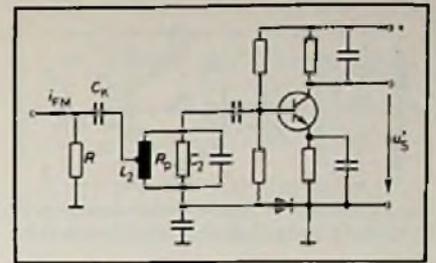
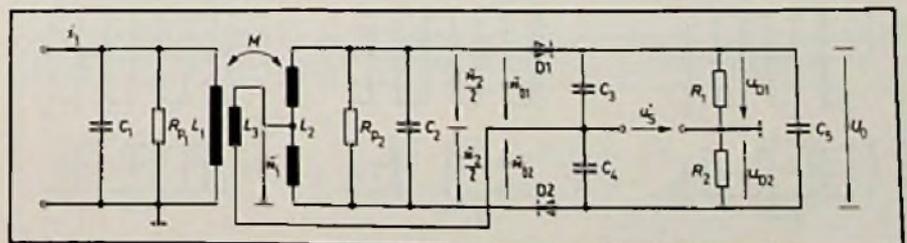


Bild 14. Abgewandelte Schaltung des Riegger-Kreises

Die Begrenzerwirkung beim Verhältnisdiskriminator tritt nur bei kurzzeitigen Amplitudenschwankungen auf, wie sie beispielsweise durch Amplitudenmodulation oder durch Störimpulse hervorgerufen werden. Die Summenspannung am Kondensator C5 kann aber für eine automatische Verstärkungsregelung verwendet werden, so daß auch langsame Schwankungen der dem Demodulator zugeführten Spannung auszugleichen sind. Optimale Störspannungsunterdrückung erreicht man durch möglichst gleiche Dioden, denen vielfach noch abgleichbare Widerstände in Reihe geschaltet werden.

### Koinzidenzdemodulator

Die frequenzabhängige Phasenbewertung beim Riegger-Kreis oder beim Ratiodetektor kann in Verbindung mit einer Laufzeitverzögerung betrachtet werden, die bei der unmodulierten Trägerfrequenz gerade einer Phasendrehung von 90° entspricht [4]. Eine Bewertung der Phasenlage zwischen der unverzögerten und der über ein phasendrehendes Glied verzögerten Schwingung findet auch beim Koinzidenzdemodulator statt, der vielfach als Phasendemodulator oder Quadraturdemodulator bezeichnet wird. Dem Koinzidenzdemodulator liegt folgendes Prinzip zugrunde: Die nach einem Amplitudenbegrenzer als Rechteckspannung vorliegende frequenzmodulierte Schwingung wird einmal unmittelbar und dann über ein phasendrehendes Glied, mit 90° Phasendrehung bei der Trägerfrequenz, einem UND-Verknüpfungsglied

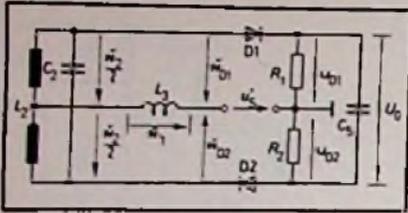


Bild 16. Grundschiung des Radiodetektors

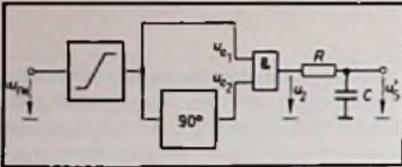
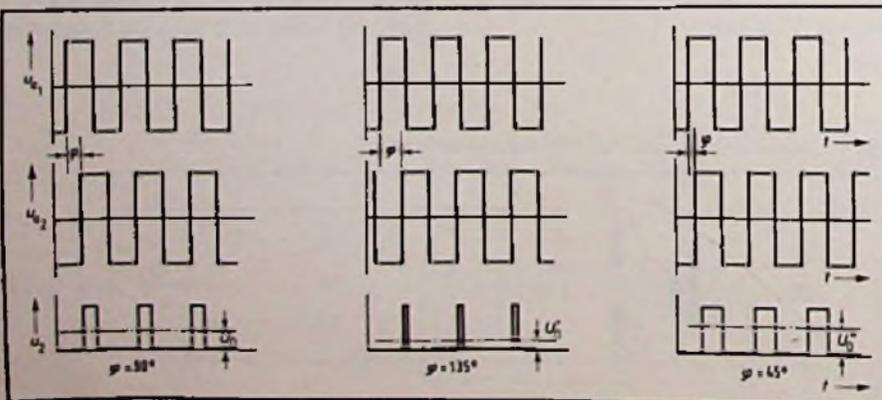


Bild 17. Koinzidenzdemodulator

zugeführt (Bild 17). Am Ausgang dieser logischen Schaltung tritt nur dann eine Spannung auf, wenn beide Eingangsspannungen einen positiven Augenblickswert aufweisen. Bei einer Frequenz gleich der Trägerfrequenz  $f_T$  erhält man nach Integration der Impulse am Ausgang der Schaltung einen Spannungswert  $U_0$  (Bild 18). Tritt nun durch Ändern der Frequenz der zugeführten Spannung an dem Phasenschieberkreis eine von  $90^\circ$  abweichende Phasenverschiebung der Spannung  $u_{e2}$  gegenüber der Spannung  $u_{e1}$  auf, dann ändert sich die Dauer der Spannungsimpulse am Ausgang des Verknüpfungsgliedes. Eine größere Phasenverschiebung hat eine geringere Impulsbreite und damit nach der Integration einen niedrigeren Mittelwert  $U_0'$  des Ausgangssignales zur Folge und umgekehrt. Diese Demodulatorschaltung fällt demgemäß unter das Verfahren der Umwandlung der Frequenzmodulation in eine Pulsdauermodulation mit Signatrückgewinnung über einen Tiefpaß.

Bild 18. Ausgangsspannung des Koinzidenzdemodulators bei verschiedenen Werten der Phasenverschiebung zwischen den beiden Eingangsspannungen



Als Phasenschieber würde sich am besten eine Verzögerungsleitung eignen, bei der sich die Phasenverschiebung proportional zur Frequenz ändert. Weniger aufwendig sind die meist verwendeten Netzwerke mit einem Schwingkreis in Verbindung mit einem Koppelkondensator oder einer Koppelinduktivität. Auch Keramikfilter oder Schwingquarze lassen sich an Stelle des LC-Schwingkreises verwenden [5]. Die Demodulationskennlinie verläuft S-förmig. Ihre Linearität und die Bandbreite sind abhängig von der Phasensteilheit und damit von der Güte des Resonanzkreises. Bei höheren Anforderungen an die Verzerrungsfreiheit des demodulierten Signals wird die Phasenkurve durch Ankopplung eines weiteren Schwingkreises – so daß ein Bandfilter entsteht – linearer [6].

An Stelle eines UND-Verknüpfungsgliedes verwendet man in der praktischen Ausführung für den Koinzidenzdemodulator eine Kombination von Differenzverstärkern, gleichspannungsgekoppelt in integrierter Schaltungstechnik aufgebaut. An Hand einer vereinfachten Schaltung (Bild 19) kann das Prinzip des so aufgebauten Koinzidenzdemodulators erläutert werden. Den Transistoren T1 und T2 wird das amplitudenbegrenzte rechteckförmige Signal  $u_{e1}$ , den Transistoren T3 und T4 die Spannung  $u_{e2}$  vom Phasenschieberkreis zugeführt, die wegen der Selektionswirkung des Schwingkreises sinusförmig ist. Die Spannung  $u_{e1}$  ruft den Strom  $i_{e1}$  hervor, der sich, je nach Phasenlage der Spannung  $u_{e2}$ , auf die Ströme  $i_{e3}$  und  $i_{e4}$  aufteilt. Ein Strom  $i_{e4}$  kann somit nur während der Zeitspanne fließen, wo die Spannung  $u_{e1}$  positiv und gleichzeitig die Spannung  $u_{e2}$  negativ ist. Dies ändert sich je nach Phasenlage der Spannung  $u_{e2}$  bezogen auf  $u_{e1}$ . Durch Integration der am Widerstand  $R_{c4}$  auftretenden Spannungsimpulse erhält man das demodulierte Signal  $u_{e5}$ .

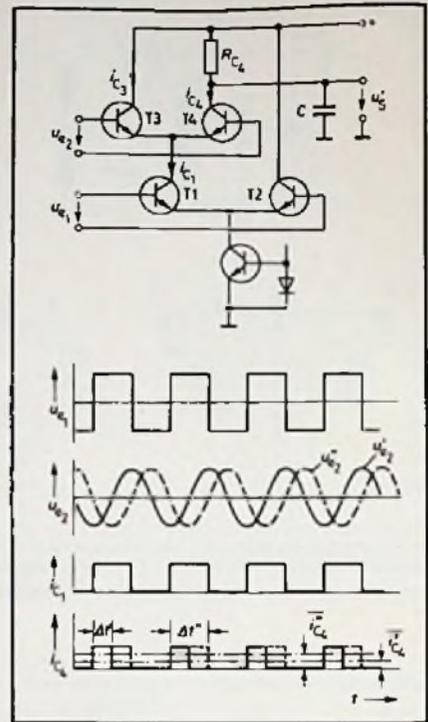


Bild 19. Koinzidenzdemodulator mit Differenzverstärkern sowie zeitlicher Verlauf von Spannungen und Strömen für verschiedene Werte der Phasenverschiebung der Spannung  $u_{e2}$  ( $u_{e2}$  und  $u_{e2}''$ ) gegenüber der Spannung  $u_{e1}$

Nach einer Erweiterung der Schaltung auf zwei kreuzgekoppelte Differenzverstärker (Bild 20) hat das Ausgangssignal die doppelte Frequenz, was eine Erhöhung der Ausgangsspannung bedeutet. Außerdem werden bei genügender Symmetrie der Schaltung die Eingangssignale unterdrückt und die Entstehung von geradzahigen Harmonischen der Trägerfrequenz und deren Modulationsprodukten verhindert. Die zu dieser Schaltung gehörigen Signalverläufe zeigt Bild 20 unten. Schaltungen dieser Art finden sich in verschiedenen integrierten Schaltkreisen zur FM-Demodulation, zum Beispiel in den Bausteinen TAA 661, TBA 120 und TCA 420 [6].

### Zähldiskriminator

Eine Auswertung der je Zeiteinheit ablaufenden Nulldurchgänge der modulierten Schwingung findet beim Zähldiskriminator statt, der auch als Nulldurchgangsdiskriminator bezeichnet wird. Die frequenzmodulierte Schwingung wird dabei zunächst in eine frequenzmodulierte Impulsfolge umgewandelt. Hier sind verschiedene Möglichkeiten der Signatrückgewinnung bekannt:

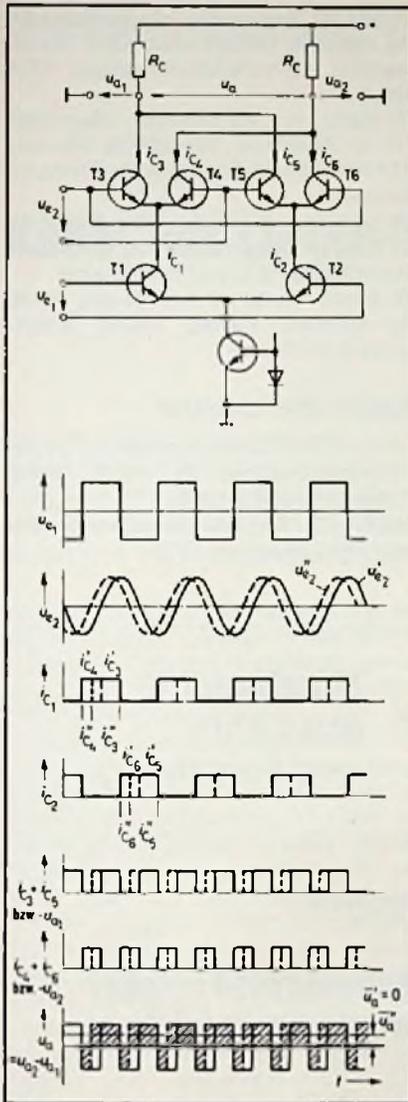
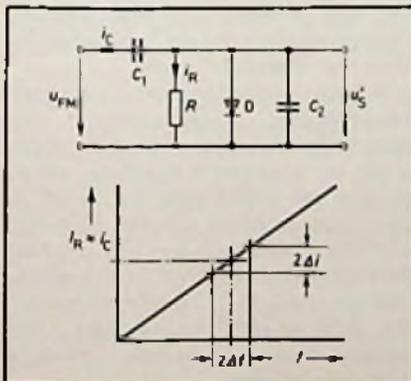


Bild 20. Koinzidenzdemodulator mit kreuzgekoppelten Differenzverstärkern sowie zeitlicher Verlauf von Spannungen und Strömen für verschiedene Werte der Phasenverschiebung der Spannung  $u_{e2}$  gegenüber der Spannung  $u_{e1}$

Bild 21. Einfache Schaltung eines Zähl-diskriminators mit FM-AM-Wandlung über eine Kapazität: Schaltung und Umwandlerkennlinie



Die einfachste Version beruht auf der Frequenzabhängigkeit des kapazitiven Widerstandes und hat damit Ähnlichkeit mit dem schon erläuterten L-Frequenzdiskriminator. Der über einen Kondensator fließende Wechselstrom ist bei konstanter Spannung proportional der Frequenz. Es gilt:

$$i_c = u \cdot \omega C = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot u. \quad (16)$$

Bild 21 zeigt die Schaltung und die Umwandlerkennlinie  $i = f(f)$  eines einfachen Zähl-diskriminators. Durch den Widerstand R, dessen Wert klein ist gegenüber dem kapazitiven Widerstand  $1/\omega C$ , fließt ein Strom  $i_R \approx i_c$ , dessen Amplitude sich proportional mit der Frequenz ändert. Am Widerstand R tritt so eine amplitudenmodulierte Spannung auf, aus der durch Spitzengleichrichtung mit der Diode D und dem Kondensator C2 das niederfrequente Signal  $u_s'$  gewonnen wird.

Eine Abwandlung dieser Schaltung, wie sie von SEL angegeben und in einem integrierten Schaltkreis (TAA 710) technisch verwirklicht wurde, basiert dagegen auf der Auswertung der Nulldurchgänge der Trägerschwingung und verdeutlicht so die eigentliche Arbeitsweise des Zähl-diskriminators (Bild 22) [7]. Die nach Amplitudenbegrenzung rechteckförmige frequenzmodulierte Spannung  $u_e$  lädt während der positiven Halbwellen mit dem Strom  $i_{c+}$  den Kondensator C1 über die Diode D auf. Während der negativen Halbwellen der Eingangsspannung wird der Kondensator C1 über die Emitter-Basis-Diode des Transistors und den Innenwiderstand der Spannungsquelle entladen. Dann fließt der Strom  $i_{c-}$ . Dieser ruft einen Kollektorstrom  $i_c$  hervor, so daß ein Spannungsabfall am Widerstand  $R_c$  auftritt. Der über den Integrationskon-

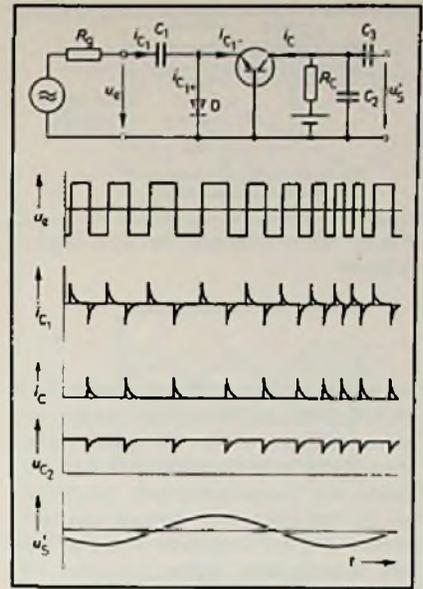


Bild 22. Erweiterte Schaltung eines Zähl-diskriminators mit Auswertung der Nulldurchgänge sowie zeitlicher Verlauf der Spannungen und Ströme.

densator C2 gewonnene Mittelwert der Spannung  $u_{C2}$  ist abhängig von der Anzahl der Nulldurchgänge der Spannung  $u_e$  je Zeiteinheit und enthält, in negativer Polarität, das demodulierte Signal  $u_s'$ . Eine höhere Signalspannung nach dem Demodulator erhält man mit einer erweiterten Schaltung des Zähl- oder Nulldurchgangsdiskriminators (Bild 23). Nach Amplitudenbegrenzung der frequenzmodulierten Schwingung werden mit einem Differenzglied, hier als Markierer bezeichnet, Nadelimpulse gewonnen, die zur Erhöhung des Energieinhal-

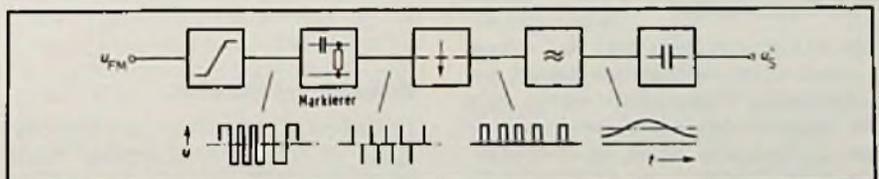
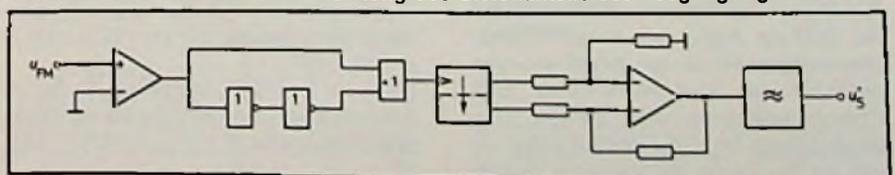


Bild 23. Zähl-diskriminator mit monostabiler Kippstufe zur Erhöhung des Energieinhaltes des Ausgangssignals

Bild 24. Zähl-diskriminator mit monostabiler Kippstufe zur Erhöhung des Energieinhaltes und Subtrahierstufe zur Unterdrückung des Gleichanteils des Ausgangssignals



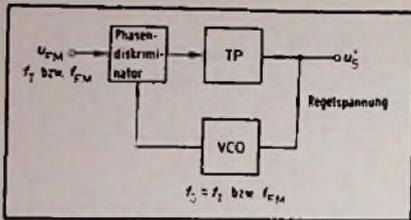


Bild 25. Blockschaltbild des PLL-Demodulators

tes von einer monostabilen Kippstufe in Rechteckimpulse konstanter Dauer umgewandelt werden. Der Mittelwert dieser Impulsfolge ist der augenblicklichen Frequenz des Eingangssignales proportional, so daß über einen Tiefpaß und nach Abtrennung des Gleichspannungsanteils das demodulierte Signal verfügbar ist. Diese Art von FM-Demodulator wird häufig bei der Datenübertragung mittels Frequenzumtastung verwendet [8].

Eine andere Möglichkeit zur Erzeugung der Triggerimpulse für die monostabile Kippstufe ist in [4] beschrieben (Bild 24). Über einen Komparator wird die amplitudenbegrenzte und frequenzmodulierte Schwingung einmal unmittelbar und zum anderen über zwei Inverter (als Laufzeitglieder) auf ein Exklusiv-OR-Gatter gegeben. Danach hat man schmale Impulse zum Triggern der monostabilen Kippstufe. Wird deren Impulsdauer zu

$$\tau = \frac{1}{4 \cdot f_T} \quad (17)$$

gewählt, dann läßt sich mit einer Subtrahierschaltung die der Trägerfrequenz zugeordnete Gleichkomponente am Demodulatorausgang unterdrücken und nach dem Tiefpaß das demodulierte Signal abgreifen.

### PLL-Demodulator

Der PLL-Demodulator (PLL für »Phase Locked Loop«) enthält den bereits beschriebenen Phasendiskriminator, dem die frequenzmodulierte Schwingung und die Schwingung eines spannungsgesteuerten Oszillators, des VCO (VCO für »Voltage Controlled Oscillator«), zugeführt werden. Das Ausgangssignal des Phasendiskriminators dient, über einen Tiefpaß gefiltert, zum Regeln des in der Frequenz veränderlichen Oszillators. Das Ganze ergibt somit eine Regelschleife (Bild 25).

Der Phasendiskriminator, als Multiplizierer, gibt ein Signal ab, dessen Gleichspannungsanteil in der Amplitude proportional zur Frequenzdifferenz oder Phasenabweichung der beiden Eingangssignale ist. Die Polarität hängt ab von der Zuordnung der Frequenz  $f_T$  bzw.

$f_{FM}$  und  $f_0$ . Ändert sich die Frequenz  $f_T$  gegenüber der Oszillatorfrequenz  $f_0$ , die zunächst auf den Wert  $f_T$  eingestellt ist, dann tritt nach dem Tiefpaß, der zur Unterdrückung der höherfrequenten Anteile des Signals am Ausgang des Phasendiskriminators dient, eine Gleichspannung auf, die proportional der Frequenzabweichung ist und die den VCO in Richtung der Frequenz  $f_{FM}$  verstimmt. Wird dieser Wert erreicht, so verbleibt nach dem Tiefpaß eine Gleichspannung, die zur Nachregelung der Oszillatorfrequenz notwendig ist, und die, nach Amplitude und Polarität, proportional zur Phasendifferenz der anliegenden Schwingungen (fast gleicher Frequenz) ist. Eine geringe Abweichung der beiden Frequenzen bleibt infolge der endlichen Schleifenverstärkung des Regelkreises bestehen. Aus der allgemeinen Beziehung (siehe auch Gl. 6)

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{d\varphi(t)}{dt} \quad (18)$$

folgt aus der Integration:

$$\varphi(t) = 2\pi \int f(t) dt \quad (19)$$

Daraus leitet sich, bei einer Änderung der Trägerfrequenz im Rhythmus des modulierenden Signals  $u_s(t)$  gemäß Gleichung (7), für das nach dem Tiefpaß anliegende demodulierte Signal  $u_s'(t)$  der Zusammenhang ab:

$$u_s'(t) \sim \varphi_{TW}(t) \sim \int f_{TW}(t) dt \quad (20)$$

Im eingerasteten Zustand der Regelschleife ist also die Regelspannung für den VCO identisch mit dem modulierenden Signal. Dies gilt solange die Frequenz des modulierenden Signals niedriger ist als die Grenzfrequenz des Tiefpasses, die wiederum mitbestimmend ist für die Stabilität des Regelkreises [9].

### Erwähnte Literatur

- [1] Prokott, E.: Modulation und Demodulation. 2. Auflage, Alfred Hüthig Verlag Heidelberg 1978
- [2] Steinbuch, K. und Rupprecht, W.: Nachrichtentechnik. Springer Verlag 1973, S. 307.
- [3] Fuchs, D.: Ton-ZF-Verstärker- und Demodulator-Baustein mit integrierten Schaltkreisen. Grundig Technische Informationen (1969), Heft 1/2, S. 519 – 526.
- [4] Ruopp, E.: Frequenzdemodulation durch Verzögerung. ntz 30 (1977), Heft 7, S. 571 – 577.
- [5] Koch, E.: FM-ZF-Verstärker für Rundfunk-, Sprechfunk- und Amateurfunkgeräte. Funkschau 47 (1975), Heft 9, S. 73 – 75.

[6] VALVO, Technische Informationen für die Industrie, 740325, März 1974. Die integrierte ZF-Verstärkerschaltung TCA 420 A.

[7] Keller, H.: Monolithisch integrierter Ton-ZF-Verstärker. Technische Information Halbleiterbauelemente der Firma Intermetall.

[8] Zschunke, W.: Einige neue Prinzipien für Frequenzdiskriminatoren bei Datenübertragung. SEL-Veröffentlichung.

[9] Geschwinde, H.: Einführung in die PLL-Technik. Vieweg Verlag Braunschweig 1978.

### Zusätzliche Literatur

Mäusl, R.: Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik. Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg 1976.

Stadler, E.: Modulationsverfahren. Vogel-Verlag Würzburg 1976.

## Kurzberichte aus Lehre und Forschung

### NTG-Preis

## Bundespost-Forscher wurde ausgezeichnet

Die Nachrichtentechnische Gesellschaft (NTG) im Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) zeichnet alljährlich junge Wissenschaftler für hervorragende, international anerkannte Arbeiten auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik aus. Mit einem der diesjährigen NTC-Preise wurde Dr.-Ing. Ludwig Stenger, Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost beim Fernmeldetechnischen Zentralamt, für seine Veröffentlichung »Quantisierung von Fernseh-Chrominanz-Signalen unter Berücksichtigung der Sichtbarkeit geringerer Farbdifferenzen« geehrt. Unter konsequenter Ausnutzung der neurophysiologischen Eigenschaften des menschlichen Auges ist es Dr. Stenger gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, das es gestattet, mit extrem geringem Bedarf an Übertragungskapazität für den Farbanteil des Fernsehbildes auszukommen, und zwar ohne Minderung des subjektiven Qualitätseindrucks. Der von Dr. Stenger aufgezeigte Weg dürfte für künftige Anwendung in der digitalen Übertragungstechnik erhebliche Bedeutung erlangen.

Optische Nachrichtenübertragung

# Kabel mit Lichtleitfasern

Zu dem Telefon-Versuchssystem der Bundespost in Westberlin, an dem mehrere große Unternehmen beteiligt sind, stellte die Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Köln, ein Lichtleitfaser-Kabel zur Verfügung. Wie sich Lichtleitfasern unterscheiden, wie sie hergestellt und zu einem Kabel verseilt werden, schildert dieser Beitrag, den wir anhand von Firmenangaben zusammenstellten.

Die Firma Felten & Guilleaume (F&G) hat sich schon in den sechziger Jahren mit Problemen der optischen Nachrichtenübertragung befaßt. Heute arbeitet das Unternehmen mit dem Philips-Konzern und der gemeinsamen Beteiligungsgesellschaft Tekade Felten & Guilleaume Fernmeldeanlagen GmbH, Nürnberg, zusammen. Dabei ist Philips für die Glasfaser sowie die optischen Sender und Empfänger zuständig, Tekade für die Systemtechnik und F&G für die gesamte Kabel- und Garniturtechnologie sowie die Kabelmeßtechnik. Für optische Nachrichtenkabel gibt es viele Anwendungsmöglichkeiten, vor allem im Telefonverkehr, aber auch in der Übermittlung von Signalen an Computer-Terminals, von Meßwerten und Befehlen zum Steuern von Anlagen und Fernsehprogrammen. Die wichtigsten Vorteile optischer Nachrichtenstrecken gegenüber herkömmlichen Kabelstrecken sind die hohe Informationsdichte der Übertragung sowie die Tatsache, daß die übertragenen Signale nicht durch elektromagnetische Felder beeinflußt werden können. Außerdem enthalten Lichtleitfasern kein Metall: ihr Rohstoff ist Sand.

### Drei Arten Lichtleitfasern

Die Grundlage für die Lichtausbreitung in Fasern ist die Totalreflexion einer Lichtwelle an der Grenzfläche von zwei optisch unterschiedlichen Medien.

Am einfachsten läßt sich dies verstehen bei einer sogenannten multimodischen Stufenindex-Lichtleitfaser (Bild 1), die aus einem Glas- oder Quarzkern besteht, der von einem Glas- oder Quarzzyliner mit einem etwas niedrigeren Brechungsindex umgeben ist. Die Abmessungen der Fasern sind im allgemeinen groß gegen die Wellenlänge des Lichtes, so daß der Strahlengang durch geometrische Optik beschrieben werden kann. Das Licht breitet sich im Faserkern aus; an der Grenzfläche Kern-Mantel erfolgt

eine Totalreflexion, und der Lichtstrahl folgt deshalb auch Faserkrümmungen.

Nachteil dieser Faser ist eine relativ geringe übertragbare Bandbreite, weil das Licht je nach Einfallrichtung in die Faser unterschiedliche Wege durchläuft und so ein im Anfang schmaler Lichtimpuls nach kurzer Strecke in der Faser verbreitert wird. Es sind bei einer solchen Faser nur Bandbreiten von rd. 30...100 MHz · km möglich.

Wesentlich größere Bandbreiten mit mehr als 10 GHz · km lassen sich mit der Monomode-Faser erreichen. Sie hat einen Kerndurchmesser, der in der Größenordnung der Lichtwellenlänge liegt, z.B. 3 µm; es ist nur ein Lichtwellentyp ausbreitungsfähig, so daß eine Impulsverbreiterung durch unterschiedliche Laufzeit des Lichtes nicht auftritt. Nachteile dieser Faser sind unter anderem als Folge des kleinen Kerndurchmessers eine sehr kleine in die Faser einkoppelbare Energie sowie sehr geringe zulässige Toleranzen bei der Faser-Faser-Kopplung.

Als beste Lösung für die Übertragung von hohen Bandbreiten bietet sich zur Zeit die Gradientenfaser an, eine multimodische Faser, bei der die Laufzeit der einzelnen Lichtstrahlen durch ein von der Faserkernmitte nach außen hin parabolisch abfallendes Indexprofil angeglichen wird. Mit dieser Faser lassen sich Bandbreiten bis zu 1 GHz · km übertragen.

### Auf die Dämpfung kommt es an

Voraussetzung für ein wirtschaftliches optisches Nachrichtensystem ist eine ausreichend kleine Dämpfung (Lichtschwächung) in den Fasern (Bild 2). Die Hauptursache für die Dämpfung sind

- thermische Dichtefluktuationen im Glas,
- Geometriestörungen der Faser,
- Verunreinigungen.

In den letzten zehn Jahren wurde die Dämpfung von anfangs mehr als 1000 dB/km sehr stark reduziert. Fasern mit einer Dämpfung

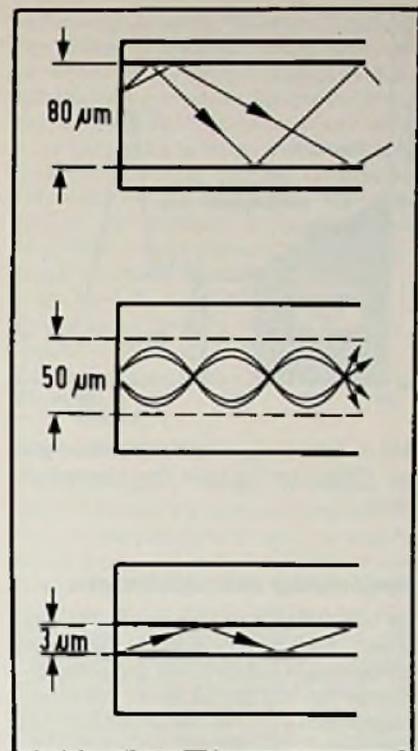


Bild 1. Ausbreitung des Lichts in verschiedenen Lichtleitfaser-Arten; oben: Multimode-Stufenindex-Faser; Mitte: Multimode-Gradientenfaser; unten: Monomode-Faser

von weniger als 10 dB/km werden schon problemlos hergestellt, und im Labor hat man schon Faserdämpfungen von weniger als 1 dB/km erreicht.

Durch einen Vergleich zwischen dem Dämpfungsverhalten von Glasfasern und anderen Medien wird die erreichte technologische Leistung deutlich:

Medium	Optische Dämpfung (dB/km)	Eindringtiefe bis 50 % Lichtabfall (m)
Fensterglas	50 000	0,066
optisches Glas	3 000	1
dichter Nebel	500	6
Stadtluft	10	330
optische Faser	3	1000
Laborfaser	1	3300

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die zur Zeit besten Glasfasern durchsichtiger sind als Luft.

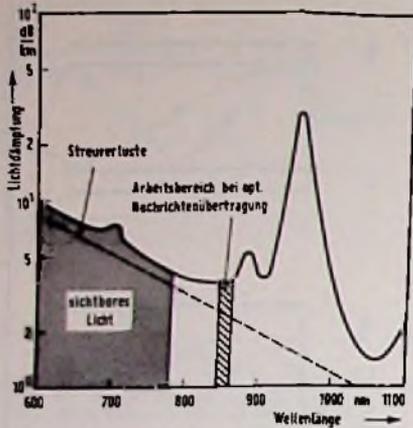


Bild 2. Dämpfung einer Gradienten-Faser von Philips als Funktion der Lichtwellenlänge

**Herstellung von Lichtfasern**

Die von Felten & Guilleaume in den optischen Nachrichtenkabeln verarbeiteten Lichtleitfasern haben einen Gesamtdurchmesser von 100 µm bei einem Kerndurchmesser von 50 µm. Nur dieser Kern leitet das Licht weiter. Um den Brechungsindex des Kernmaterials gegenüber dem des reinen Quarzmantels der Faser zu erhöhen, dotiert man das hochreine Quarzglas des Faserkerns mit Germanium. Der Unterschied im

Brechungsindex beträgt etwa 1 Prozent; er bestimmt die Apertur (nutzbare Öffnung) der Faser.

Der Herstellungsprozeß ist im Prinzip einfach. Durch ein makroskopisches, hochreines Quarzrohr von etwa 1 cm Durchmesser wird ein Gasgemisch aus SiCl<sub>4</sub>, GeCl<sub>4</sub> und O<sub>2</sub> geleitet. In einer Reaktionszone entstehen die zugehörigen Oxide, nämlich Quarz und Germaniumdioxid. Sie schlagen sich an der Innenseite des Quarzrohres nieder und bilden so den Kern der späteren Lichtleitfaser. Die Reaktionszone ist ein nicht isothermes Plasma, das durch einen Mikrowellenresonator erzeugt wird. Der Resonator, der sehr viel kürzer als das zu beschichtende Quarzrohr ist, wird langsam über das Rohr gezogen, wobei sich eine dünne Quarzschicht im Rohr niederschlägt. Durch Änderung der GeO<sub>2</sub>-Konzentration kann man bei jedem neuen Durchgang des Mikrowellenresonators den Brechungsindex der abgesetzten Quarz-Germanium-Schicht ändern, so daß jedes gewünschte Brechungsindexprofil der Glasfaser im makroskopischen Maßstab eingestellt werden kann. Durch Abscheidung bis zu einigen hundert Schichten erreicht man Dämpfungen unter 1,4 dB/km bei 1,06 µm. Dieses innenbeschichtete Quarzrohr wird nach Abschluß der Beschichtung bis zur Erweichungstemperatur des Quarzes erhitzt, so daß der zentrisch verlaufende, nicht zuzuschichtende Rest-Kanal verschmolzen

(„kollabiert“) wird. Die so entstehende Vorform („Preform“) ist die makroskopische, zentimeterdicke Lichtleitfaser. Die mikroskopische Faser wird aus dieser Vorform durch lokale Erhitzung bis auf den gewünschten Lichtleitfaser-Durchmesser gezogen, und zwar unter Erhaltung des Mantel/Kern-Verhältnisses.

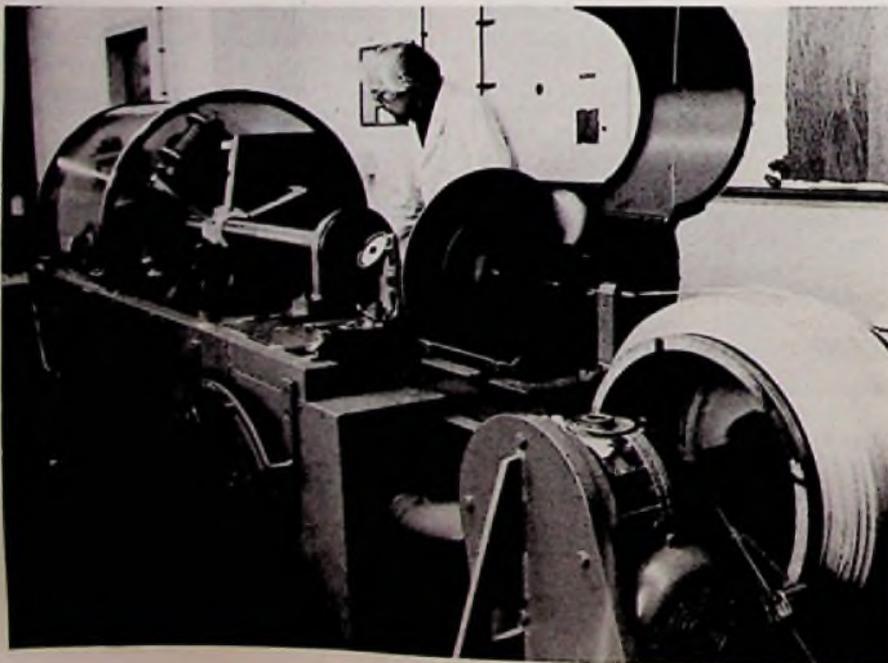
**Verseilen zum optischen Kabel**

Die Faser wird mit einer dünnen Kunststoffschicht „on line“ umgeben und in diesem Fertigungszustand zum optischen Nachrichtenkabel weiterverarbeitet. Als Nachrichtenträger in Kommunikationssystemen können solche Glasfasern erst dann verwendet werden, wenn sie mit einem zusätzlichen mechanischen Schutz versehen und mit anderen Fasern und Kabelbestandteilen kombiniert worden sind (Bild 3).

Bei F&G wird die mit einer 4 µm dünnen Kunststoffschicht gegen unmittelbare Verarbeitungsschädigungen und gegen Alterung geschützte Lichtleitfaser (LLF) zum zusätzlichen Schutz mit einem lockeren Kunststoffschlauch von 1 mm Innen- und 1,3 mm Außendurchmesser ummantelt. Sechs dieser schutzummantelten LLF werden auf einer Spezialmaschine um ein zugaufnehmendes Element aus Kevlar-Fäden verseilt, mit Hostaphan- und Polyäthylens-Bändern bewickelt und mit einem abschließenden PE- oder PVC-Mantel zu einem Grundbündel verarbeitet.

Dieses optische Grundbündel kann als selbständige Einheit verlegt werden oder mit herkömmlichen Kabelkomponenten (z.B. Kupfer-Vierern oder Koaxial-Kabeln) in der normalen Kabelproduktion zu Kabeln jeder gewünschten Zusammenstellung weiterverarbeitet werden. □

Bild 3. Beim Herstellen eines optischen Kabels werden die Lichtleitfasern zunächst mit einem Schutzschlauch umgeben und dann in der hier gezeigten Verseilmachine um ein zugaufnehmendes Element verseilt (im linken Teil der Maschine). Rechts im Bild werden die verseilten Fasern mit Kunststoff-Folien umwickelt und für die im nächsten Herstellungsschritt vorgesehene Kunststoff-Ummantelung wieder aufgetrommelt. (Bilder: F & G)



**Bekanntgemachte Patentanmeldungen**

**Kurzschluß- und Überlastungsschutzeinrichtung für einen mit Halbleiterelementen bestückten Verstärker**

Patentanspruch: Kurzschluß- und Überlastungsschutzeinrichtung für einen mit Halbleiterelementen bestückten Verstärker mit einem in die Stromzuführungsleitung des Verstärkers eingeschalteten Stelltransistor, vor dessen Emitter-Kollektorstrecke ein Meßwiderstand angeordnet ist, dessen Spannungsabfall in Abhängigkeit von der Stromstärke zur Ansteuerung des Stelltransistors dient und bei der parallel zur Stromzuführungsleitung des Verstärkers zwei Spannungsteiler geschaltet sind, von denen der erste in einem Zweig einen mit

dem Stelltransistor thermisch gekoppelten Widerstand mit hohem Temperaturkoeffizienten aufweist und der Verbindungspunkt seiner beiden Zweige über einen Steuertransistor mit der Basis des Stelltransistors verbunden ist, während der Verbindungspunkt der beiden Zweige des zweiten Spannungsteilers, über den der Spannungsabfall an dem Meßwiderstand wirksam ist, einerseits mit der Basis des Stelltransistors und andererseits mit dem Ausgang des Steuertransistors verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwiderstand zwischen dem Stelltransistor und den Verbindungspunkten der beiden Spannungsteiler mit der Stromzuführungsleitung angeordnet ist, daß der zweite Spannungsteiler mindestens in einem seiner Zweige eine Diode oder Diodenkette enthält und daß die Verbindungspunkte der beiden Zweige des ersten und des zweiten Spannungsteilers über eine Treiberstufe mit der Basis des Stelltransistors verbunden sind.

DBP.-Anm. H 02 h, 7/20. AS 2 409 798  
Bekanntgemacht am 14.9.1978  
Anmelder: Neumann Elektronik GmbH, 4330 Mülheim  
Erfinder: Ing.(grad.) Lothar Bartoleit; Walter Hermann, 4330 Mülheim

**Phasenschleberschaltung**

Patentanspruch: Phasenschleberschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster und ein zweiter Widerstand mit gleichen Widerstandswerten eine Reihenschaltung bilden, deren eines Anschlußende mit einem Referenzspannungspunkt verbunden ist und an deren anderes Anschlußende ein Eingangssignal angelegt ist, daß das eine Ende eines dritten Widerstands mit dem anderen Anschlußende der Reihenschaltung verbunden ist, daß ein Kondensator zwischen das andere Ende des dritten Widerstands und den Referenzspannungspunkt geschaltet ist und daß eine im wesentlichen eine Subtraktion ausführende Schaltung vorgesehen ist, die unter Verwendung des Signals vom anderen Ende des dritten Widerstands und des Si-

gnals vom Verbindungspunkt zwischen dem ersten und zweiten Widerstand ein Ausgangssignal liefert.

DBP.-Anm. H 03 h, 7/18. AS 2 716 038  
Bekanntgemacht am 14.9.1978  
Anmelder: Victor Company of Japan, Ltd., Yokohama, Kanagawa (Japan)  
Erfinder: Yutaka Haramoto, Zama, Kanagawa (Japan)

**Schaltungsanordnung zur Begrenzung des Einschaltstromes von Stromversorgungsgeräten**

Patentanspruch: Schaltungsanordnung zur Begrenzung des Einschaltstromes von Stromversorgungsgeräten, die im Netzstromkreis einen über einen Schalter anschaltbaren Transformator oder ein anderes induktivitätsbehaftetes Schaltungsteil aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß als Einschaltkriterium für den Schalter die Ladestromspitzen einer aus einer Brückenschaltung und einem Ladekondensator bestehenden, aus der Wechselspannung gespeisten Meß-Gleichrichterschaltung verwendet sind, in deren Ladestromkreis ein den Schalter steuernder Strom-Meßfühler angeordnet ist.

DBP.-Anm. H 02 h, 9/02. AS 2 743 365  
Bekanntgemacht am 28.9.1978  
Anmelder: Siemens AG., Berlin und München  
Erfinder: Ing.(grad.) Günther Mieth; Christian Jagsch, München

**Bandkompressionseinrichtung**

Patentanspruch: Bandkompressionseinrichtung mit einer Eingangsklemme für den Empfang eines Signals, welches eine Spektralbreite B hat, und mit Einrichtungen zur Codierung des Eingangssignals in N digitale Signale, welche in jedem Zeitpunkt dem Wert der Amplitude des Eingangssignals in bezug auf N Quantisierungsstufen entsprechen, wobei N eine ganze Zahl ist, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der digitalen Signale an einen Eingang einer bistabilen RS- oder JK-Kipperschaltung angelegt wird, von

welcher ein Ausgang mit einem Eingang einer bistabilen D-Kipperschaltung verbunden ist, während die zweiten Eingänge der Kipperschaltungen mit einem Taktgeber verbunden sind, welcher Impulse mit einer Wiederholungsfrequenz erzeugt, die kleiner als die Spektralbreite B ist, und daß Decodiereinrichtungen mit N Eingängen die Ausgangssignale der bistabilen D-Kipperschaltungen empfangen und ein Signal abgeben, dessen Bandbreite komprimiert ist.

DBP.-Anm. H 04 b, 1/66. AS 2 554 798  
Bekanntgemacht am 5.10.1978  
Anmelder: Thomson-CSF, S.A., Paris  
Erfinder: Jean-Claude Charlot, Chevreuse (Frankreich)

**Transistorverstärker**

Patentanspruch: Transistorverstärker mit einem Verstärkertransistor, dessen Basis an die Eingangsklemme für das zu verstärkende Signal und dessen Kollektor an die Ausgangsklemme des Verstärkers angeschlossen ist, mit einem zwischen den Kollektor des Verstärkertransistors und eine Versorgungsspannungsklemme eingeschalteten Stromkonstanthalter sowie mit einem an den Kollektor des Verstärkertransistors angeschlossenem Kollektor-Lastwiderstand, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollektor-Lastwiderstand mit seinem anderen Ende an eine von der Versorgungsspannung unabhängige Gleichspannungsklemme angeschlossen ist, die den Gleichspannungspegel an der Ausgangsklemme festlegt, daß der Stromkonstanthalter dem Kollektor des Verstärkertransistors einen Strom zuführt, der gleich oder doch zumindest praktisch gleich dem Emittergleichstrom des Verstärkertransistors ist, und daß die Schaltung derart abgeglichen ist, daß bei Betrieb über den Kollektor-Lastwiderstand praktisch kein Gleichstrom fließt.

DBP.-Anm. H 03 f, 3/04. AS 2600 594  
Bekanntgemacht am 22.6.1978  
Anmelder: Hitachi, Ltd., Tokio  
Erfinder: Yoshio Sakamoto; Yasuo Komiyama, Kokunbunji, Tokio

für Kfz, Maschinen, Werbung  
**PVC-Klebeschilder**  
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder  
BICHLMEIER 82 Ro-Kastenaü  
Erlenweg 17, Tel. 080 31/31315-71925



**Schnell und preiswert**  
● Color-Bildschirm führender Marken frei Haus ● Preisgünstige Systemreparatur ● Alles für den FS-Service + Antennenbau ● Sperrgut ab 250,- DM frechfrei Station, Werkstätten + Handel. Bitte Unterlagen anfordern!  
**Rauschhuber Fachgrafik**  
Gaußstr. 2, 8300 Landschl  
Telefon (08 71) 713 88

Können kennen  
**KARL KRUSE**  
(früher Düsseldorf)  
4044 Kaarst 2  
Seit 25 Jahren

Ankauf von Restposten elektronischer Bauteile.

Karl Kruse Postfach 22 69  
D-4044 Kaarst 2  
Telefon: (0 21 01) 60 31 06  
Telex 8 517 942 kru d

Verkauf über „gelbe Listen“ an Handel, Industrie, Export in alle Welt.

**Elektronische Orgeln zum Selbstbau**

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen

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**

Gratis-Katalog anfordern!

Elektronische Orgeln und Bausätze - Postf. 21 09/14/24  
4950 Minden, T. 05 71/5 20 31



**Terminkalender für  
Fachveranstaltungen**

**22. 01.–27. 01. 1979**

**Paris**

Fachtagung »Anwendungsbeispiele der AV-Technik«

Auskünfte: SDSA, 20 rue Hamelin, F-75116 Paris

**26. 02.–27. 02. 1979**

**London**

Internationale Konferenz »Video Disc & Videogram«

Auskünfte: Noth Media Ltd., 37 New Bond Street, London W1Y 9HB

**01. 03.–03. 03. 1979**

**Rotterdam**

3rd Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility

Auskünfte: T. Dvorak, ETH Zentrum-HF, CH-8092 Zürich

**13. 03.–15. 03. 1979**

**Berlin**

NTG-Fachtagung »Bildarstellende Systeme und Technologien für neue Kommunikationsformen«

Auskünfte: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt 70

**29. 03.–30. 03. 1979**

**Nürnberg**

Gemeinschaftstagung »Technische Zuverlässigkeit«

Auskünfte: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt 70

**Funk-Technik 1979**

Lieber Leser,

vom kommenden Jahr an werden wir die beiden bisherigen Ausgaben eines Monats zu einem einzigen Heft mit doppeltem Umfang zusammenfassen, so daß die Erscheinungsweise der FUNK-TECHNIK damit von zweimal auf einmal monatlich umgestellt wird. Erstmals in dieser Weise erscheint Heft 1/79 am 19. Januar.

Zu dieser Konzentration haben uns vorwiegend wirtschaftliche, aber auch redaktionelle Überlegungen geführt: Seitdem wir die Zeitschrift FUNK-TECHNIK im Jahre 1975 übernommen haben, konnten wir den Abonnementpreis trotz ständiger Kostensteigerungen im Druckgewerbe und trotz Erhöhung der Postgebühren unverändert lassen. Im Jahre 1979 kommen aber weitere Kostenbelastungen auf uns zu, die uns unweigerlich zu einer drastischen Erhöhung des Abonnementpreises zwingen würden, und genau das wollten wir unseren Lesern nicht zumuten. So wählten wir als Alternative den Übergang auf monatliches Erscheinen; er bedeutet eine so hinreichende Kostenrationalisie-

rung, daß wir unsere Abonnenten nicht zusätzlich belasten müssen.

Andererseits wissen wir aus dem Leserkreis und der Beobachtung des Marktes, daß die Hintergründe technischer und wirtschaftlicher Entwicklungen sehr wohl auch im monatlichen Rhythmus transparent gemacht werden können. Die auf ein Heft konzentrierte, übersichtlich gegliederte Information kann angesichts der ständig steigenden Informationsflut sogar zu einer rationelleren Verarbeitung des aktuellen Wissensstoffes durch den Leser führen.

Aus diesen beiden Gründen glauben wir, unter den möglichen Lösungen für das Jahr 1979 die für Sie günstigere gewählt zu haben. Selbstverständlich werden wir auch im kommenden Jahr Gestaltung und Inhalt Ihrer Fachzeitschrift FUNK-TECHNIK weiterentwickeln. Wir hoffen dabei zuversichtlich, daß wir weiterhin mit Ihren Anregungen, aber auch mit Ihrer Kritik rechnen dürfen, denn schließlich sind es unsere Leser, für die wir die Zeitschrift machen.

Wir wünschen Ihnen recht frohe Festtage und für das neue Jahr alles Gute

Ihre  
Funk-Technik

**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 Elbimayr, 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“.  
Vereint mit „Rundfunk-Fernseh-Großhandel“

**Redaktion**

Chefredakteur:  
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

**Redakteure:**

Josef Barfuß, Curt Rint,  
Margot Sandweg,  
Ing. (grad.) Stephan Schall

Redaktion Funk-Technik  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 29 408 pflvl

Wirtschaftsredaktion Funk-Technik  
Redaktionsbüro W. + M. Sandweg  
Welherfeld 14  
8131 Aufkirchen 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 Anzeigenpreisliste  
Nr. 11b 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: Jahresabonnement 80,— DM  
(im Inland sind 6% Mehrwertsteuer eingeschlossen) zuzüglich Versandkosten  
Einzelheft 3,50 DM  
Kündigungsfrist:  
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland: Bezugsjahr)  
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine Nachlieferung oder Erstattung.

# CANTON

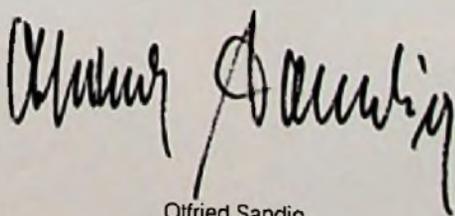
Canton Elektronik GmbH + Co.  
Franz-Schubert-Straße 1, 6390 Usingen/Taunus  
Telefon (06081) 3081  
Telex 415350

*Geschäftsleitung*

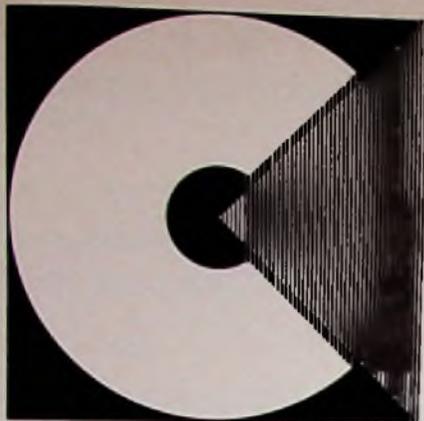
Grußbotschaften zum Jahreswechsel gibt es in Fülle. Manche sind inhaltsschwer, manche inhaltsleer, die meisten recht pathetisch. Wir möchten gerne vermeiden, diese Auswahl um ein weiteres ungelesenes Stück zu bereichern.

Trotzdem meinen wir, daß fünf Jahre Canton auch in unserer schnellebigen Zeit ein guter Grund sind, Ihnen, unseren Partnern im Fachhandel, ein herzliches Dankeschön zu sagen. Wir wissen sehr wohl, daß wir es ohne Ihre freundschaftliche Hilfe und Unterstützung niemals geschafft hätten, in dieser kurzen Zeit zu einem der führenden Spezialunternehmen für Hifi-Lautsprecher und Hifi-Zubehör zu werden. Daraus folgt – und damit wären wir bei den guten Vorsätzen –, daß wir uns auch in Zukunft intensiv um Ihr Vertrauen bemühen wollen. Zunächst werden wir fortfahren, unsere Vertriebswege durch konsequente Anwendung der EG-Vertriebsbindung weiter zu straffen. Zugleich werden wir, durch sinnvollen Einsatz der für Werbung und Verkaufsförderung zur Verfügung stehenden Gelder, Ihre Bemühungen um den Verkauf von Canton Erzeugnissen unterstützen. Unsere Produktpolitik wird sich wie in den vergangenen Jahren durch Solidität und Kontinuität auszeichnen. Zum Schluß bitten wir Sie herzlich um Intensivierung des Dialogs zwischen Ihnen, unseren Fachhandelspartnern, und uns. Wir sind dankbar für jede Anregung und Kritik. Schreiben Sie uns, wo Sie der Schuh drückt. Oder rufen Sie uns einfach an (06081-3081).

Beste Grüße und Wünsche  
Ihre Canton Elektronik



Otfried Sandig



## Centrum für High Fidelity

Die exklusive Einrichtung für unsere Partner des Fach-, Groß- und Einzelhandels.

Exklusiv in dem Anspruch, etwas Besonderes zu bieten. Wir wollen, daß Sie besser informiert sind.

Die Materie HiFi-Stereophonie ist für Sie mehr, als ein Spiel mit Daten und Zahlen?

Sie wollen die Technik über die Musik verkaufen und nicht umgekehrt?

Dann sollten Sie sich mit dem „CENTRUM FÜR HIGH-FIDELITY“ näher befassen.

Wir informieren, beraten, schulen über den Gesamtkomplex HiFi-Stereophonie: sachlich, fundiert und firmenneutral.

Fordern Sie unsere Seminar-Broschüre an.

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

### Grundseminare: Summit, Usingen/Ts.

16. – 18. Januar 1979

13. – 15. Februar 1979

13. – 15. März 1979

24. – 26. April 1979

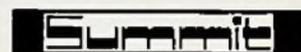
15. – 17. Mai 1979

19. – 21. Juni 1979

### Grundseminare: Dynamic Audio, Schwyz

20. – 22. Februar 1979

20. – 22. März 1979



HiFi-Lautsprecher-Technik

Hans G. Hennel GmbH & Co. KG, Wilhelmstraße 2, 6390 Usingen/Ts., Telefon (06081) 3021, Telex 0415337

# Oszillografen im Preisvergleich



## KIKUSUI

Vergleichen Sie Preise und die Technik mit denen der Mitbewerber. Wir bieten Ihnen ein ausgereiftes Programm (15 Geräte). Ein- und Zweikanalgeräte mit Bandbreiten zwischen 1,5 MHz und 35 MHz, mit hoher Empfindlichkeit, vielseitigen Triggermöglichkeiten und sogar einen preiswerten Speicheroszillografen. Prüfen Sie unser Angebot:

Typ 5512A: 15 MHz Zweikanaloszillograf

DM 960,-

Typ 5516ST: 10 MHz Zweikanal-Speicheroszillograf mit variabler Nachleuchtdauer

DM 3.450,-

Typ 5530: 35 MHz Zweikanaloszillograf

DM 1.910,-

alle Preise exclusive MwSt.

Ausführliche Unterlagen und ein unverbindliches Angebot schickt Ihnen



Telonic/Berkeley GmbH

Friedrichstr. 14,

5000 Köln 90 (Porz)

Telefon 02203/53001



Anzeigenschluß  
für die FUNK-TECHNIK Nr. 2  
vom Februar 1979  
ist am 25. Januar 1979.



FUNK-TECHNIK, Anzeigenabt.  
Postfach 20 19 20  
Tel. (089) 18 60 51, FS 5 216 075

**Ideal  
für jeden  
Lautsprecher**



**NEU**

**Der  
Lautsprecher-  
Fuß '78**

Modell LF 78  
in Nußbaum,  
Eiche  
+ Schwarz

Höhe: 180 mm  
Breite: 270 mm  
Tiefe: 200 mm

Bitte Katalog anfordern.

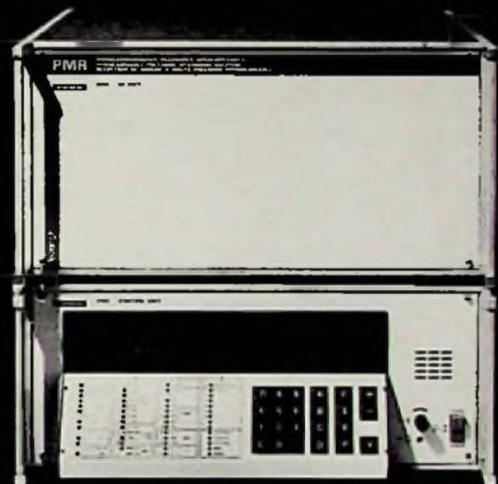


SCHNEPEL  
SCHNEPEL  
SCHNEPEL  
SCHNEPEL

Schnepel GmbH & Co. KG · 4971 Hüllhorst · Postf. 1207

**PMR**

**Programmierbarer  
Meß- und Überwachungs-  
empfänger  
10 kHz bis 1010 MHz**



Kompakter Empfänger zum exakten  
meßtechnischen Erfassen der  
Antennensignale. Enthalten sind:

Frequenzmesser  
Selektiver Pegelmesser  
Modulationsmesser für AM, FM,  $\phi$ M  
BFO für A1, LSB, USB, ISB

Empfindlichkeit  $0,03 \mu\text{V}$   
bei 1 kHz Bandbreite

Nachbarkanalselektion  $> 80 \text{ dB}$   
für Kanalraster 20 kHz

Mikroprozessorgesteuerte  
Programme für  
Funküberwachungsaufgaben

Alle üblichen Schnittstellen  
für Rechnersteuerung.

**Schlumberger**

Meßgeräte GmbH  
Ingolstädter Straße 67a · 8000 München 46  
Telefon 31 70 31 · Telex 05 215 015 somvd

Ob Sie sich in die barocke *Ambiance* eines stimmungsvollen Bach-Konzertes oder in die swingende Atmosphäre eines Jazzfestivals versetzen möchten: **Revox HiFi** heisst *live* dabei sein.



**Revox Stereo-Kompaktverstärker B750.** Ein übersichtliches Kommandopult, das vom Kabelumstecken befreit. 2 x 140 Watt Musikleistung. Hier wählen Sie Ihr persönliches Klangbild.

**Revox Plattenspieler B790.** Spitzenklasse. Tastel tangential ab. Schützt Platten und Abtastsystem auf einmalige Art. Quarzgesteuerter Direktantrieb. Digitalanzeige.

**Revox UKW-Tuner B760.** Echter Synthesizer-Digital-UKW-Empfänger mit 15 Programmlisten. Elektronischer Speicher. Quarzgesteuert und rauschfrei von Station zu Station.

**Revox Tonbandmaschine B77.** Druckknopfschnell ein 3-Stunden-HiFi-Wunschkonzert ohne Unterbruch, mit dem Bedienungskomfort eines Kassettengerätes. Auf Computertasten ansprechende Steuerlogik verhindert Bandsalat durch Fehlbedienung.

**Revox Boxen der Serie BX.** Ein Klangbild von hoher Brillanz und Transparenz, das phasenkorrigiert originalgetreu wiedergegeben wird und sich Ihren Räumen anpassen lässt.

# Revox HiFi überträgt die ganze Stimmung

Musikalische Stimmungen entstehen aus feinsten Schwingungen. Unsere Sinne können sie nur wahrnehmen, wenn wir entweder *live* dabei sind oder wenn jede Nuance durch eine lückenlose HiFi-Kette mit hoher Transparenz übertragen wird.

Ein Knopfdruck - mit Revox sind Sie in HiFi *live* dabei. Ihre Revox HiFi-Stereoanlage lässt Sie die wegweisende Tontechnik einer umfassenden HiFi-Kette leicht beherrschen. Sie erleben das Reich der Töne bis in alle Feinheiten, in neuen und überraschenden Dimensionen.

**Revox HiFi, der Schritt vom Hören zum Erleben.**

Der Prospekt stellt Ihnen die Revox HiFi-Kette aus doppelter Sicht vor: die Seite, die man sieht und hört, sowie die Seite, die man messen und vergleichen kann.

**STUDER REVOX**

WILLI STUDER GmbH, Talstrasse 7, 7827 Löffingen 1

## COUPON

Bitte senden Sie uns Ihr neuestes Informations- und Prospektmaterial

Firma :

Strasse, Nummer :

Postleitzahl, Ort :