

# ELV *journal*

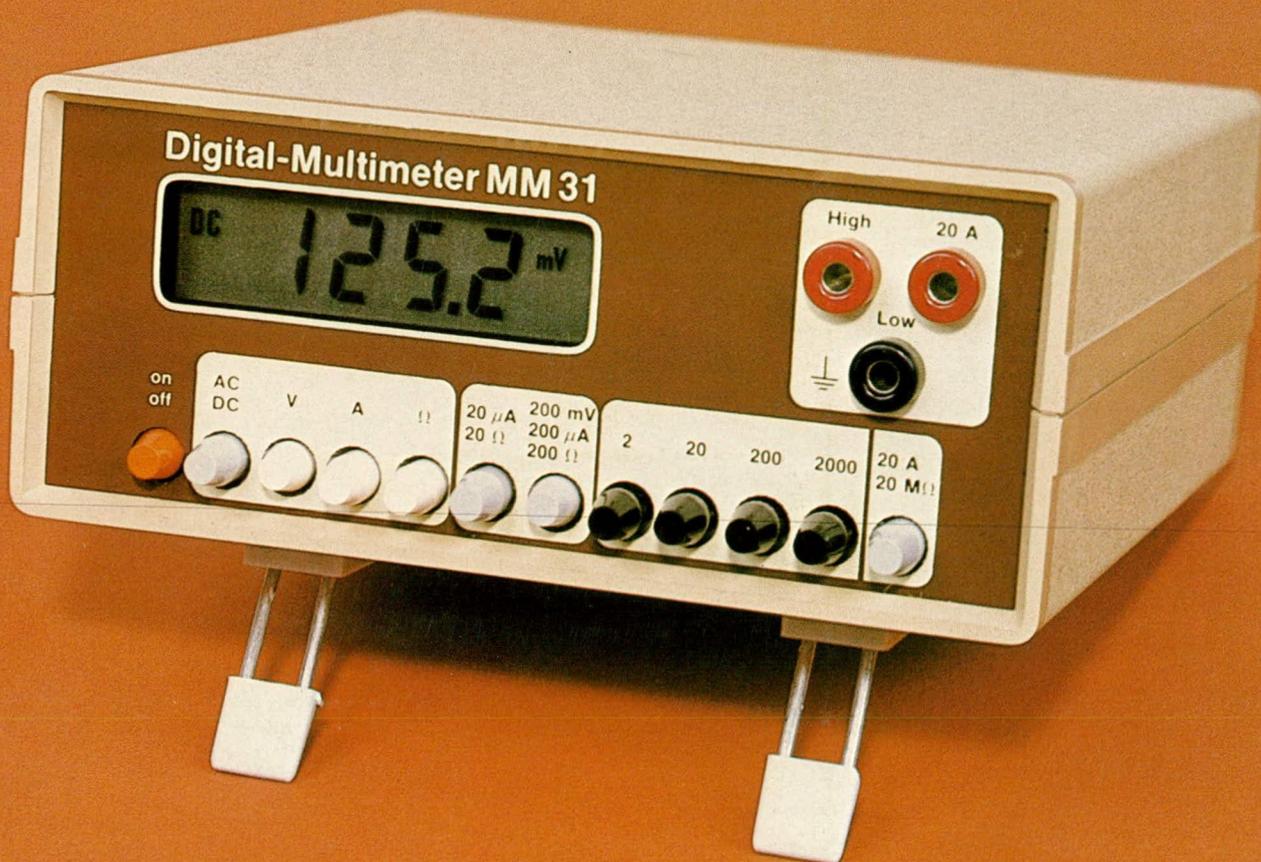
Nr. 17

Mit  
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

## Superbauanleitung für **MM 31**



### In dieser Ausgabe:

**10 MHz-Oszilloskop ELV-HAMEG**

Semiprofessionelles LCD-Multimeter MM31

**ELV Serie 7000:**

**1-GHz-Frequenzzähler FZ 7000**

LCD-Thermometer T 100

Automatische Kfz-Lichtüberwachung

Spannungs-Lupe

### NEU:

**ELV Serie „Modelleisenbahn-Elektronik“**

Luxus-Modelleisenbahn-Netzgerät LMN 7000

### Serie ELV-HiFi-Labor:

Baubeschreibung der Aktivbox (3 HiFi-Endstufen plus Aktiv-Frequenzweiche pro Lautsprecherbox)

Osterreich öS 40, Schweiz sfr 5,20, Niederlande nfl 5,80, Luxemburg lfr 80, Finnland 17 Fmk

Mit  
Platinenfolien

Reparaturservice für ELV-Schaltungen

# Digital-Multimeter MM 31



*Mit der Entwicklung dieses in jeder Beziehung professionellen Meßgerätes, das in Zusammenarbeit mit der Fa. O.K.-Electronic in Osnabrück entstand, dürfte es gelungen sein, eine Leistungsklasse zu erreichen, die der Hobby-Elektronik bislang wohl verschlossen war. Hier die herausragenden Eigenschaften des MM 31:*

- **31 Meßbereiche, u. a. sieben Ohmbereiche von 0,01  $\Omega$  bis 20M $\Omega$  und sechs Strombereiche von 10 nA bis 20 A.**
- **Toleranz des Vorteilers 0,1 %.**
- **Automatische Anzeige von Meßart und Meßbereich im LCD-Display.**
- **Alle Bereiche überlastungsgeschützt.**
- **Batteriebetrieb mit über 1000 Betriebsstunden, „Low-Bat“-Kontrolle und 30 Stunden Gangreserve.**
- **Kompakte Abmessungen: B 155 x H 65 x T 163 mm.**

## Allgemeines

Weitere Merkmale — die das MM31 besonders bedienungsfreundlich machen — sind automatische Nullpunktkorrektur, automatische Polaritäts-, Dezimalpunkt- und Überlaufanzeige, sowie die logische Gliederung der Frontplatte, u. a. mit farblich gekennzeichneten Druckschaltern.

Besonders hervorzuheben ist auch der klare, übersichtliche Aufbau der Schaltung, nicht zuletzt in mechanischer Hinsicht. Die beidseitige, durchkontaktierte Leiterplatte — unumgänglich wegen der vielfältigen Schalterstellungen — beschränkt den Verdrahtungsaufwand in der Tat auf das Minimum, nämlich den Anschluß des Batterieclips und der Meßbuchsen.

Auch der noch nicht so versierte Hobby-Elektroniker darf sich deshalb zutrauen, das MM 31 auf Anrieb fehlerfrei nachzubauen zu können. Dazu trägt auch der einfache Abgleich bei. Im Grunde wird das gesamte Gerät mit nur einem Trimmer abgeglichen. Lediglich für die Einstellung des 20 A-Bereichs ist noch ein zweiter Trimmer vorgesehen.

## Die Schaltung

Als Analog/Digitalwandler findet der bekannte ICL 7106 Verwendung, diesmal jedoch in seiner „R“-Version. R bedeutet „Reverse“, d. h. die Anschlüsse sind bei diesem Typ genau spiegelbildlich gegenüber dem „normalen“ 7106 angeordnet. In der vorliegenden Schaltung ist die Pinbelegung des R-Typs vorteilhafter für die Leiterbahnführung auf der Platine.

Der Linearitätsfehler des 7106 ist mit 0,05 % außerordentlich gering, das bedeutet, daß über den gesamten Anzeigebereich von -2000 bis +2000 die Abweichung maximal  $\pm 1$  Digit betragen kann. Diese Genauigkeit trifft auf den Meßbereich 200 Millivolt Gleichspannung zu. In allen anderen Meßarten und -bereichen muß noch die Toleranz der Vorteilerwiderstände und in den AC-Bereichen der Fehler des AC/DC-Konverters berücksichtigt werden. Für die Teilerkette werden im MM 31 hochbelastbare Präzisionswiderstände mit 0,1 % (!) Toleranz verwendet.

Die Abweichung des AC/DC-Konverters liegt bei 0,5 % bis zu einer Frequenz von ca. 1 kHz. Auch bei 5 kHz kann noch mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden.

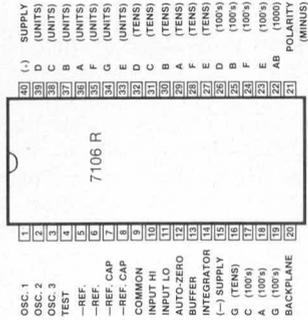
In der Schaltung sind zur Frequenzkompensation C6 und C7 vorgesehen. Wem es besonders auf höherfrequente Wechselspannungsmessungen ankommt, kann natürlich mit weiteren Kondensatoren den Vorteiler noch besser kompensieren. Eine Gesamtübersicht der Meßbereiche und Fehlergrenzen zeigt die Tabelle der technischen Daten.

## Die Stromversorgung

Die benötigte Speisespannung beträgt neun Volt. Bereits eine neun Volt Transistorbatterie würde völlig ausreichen, im Hinblick auf eine lange Betriebsdauer wurden jedoch sechs 1,5 Volt-Mignon-Zellen vorgesehen, die für über tausend Betriebsstunden ausreichen.

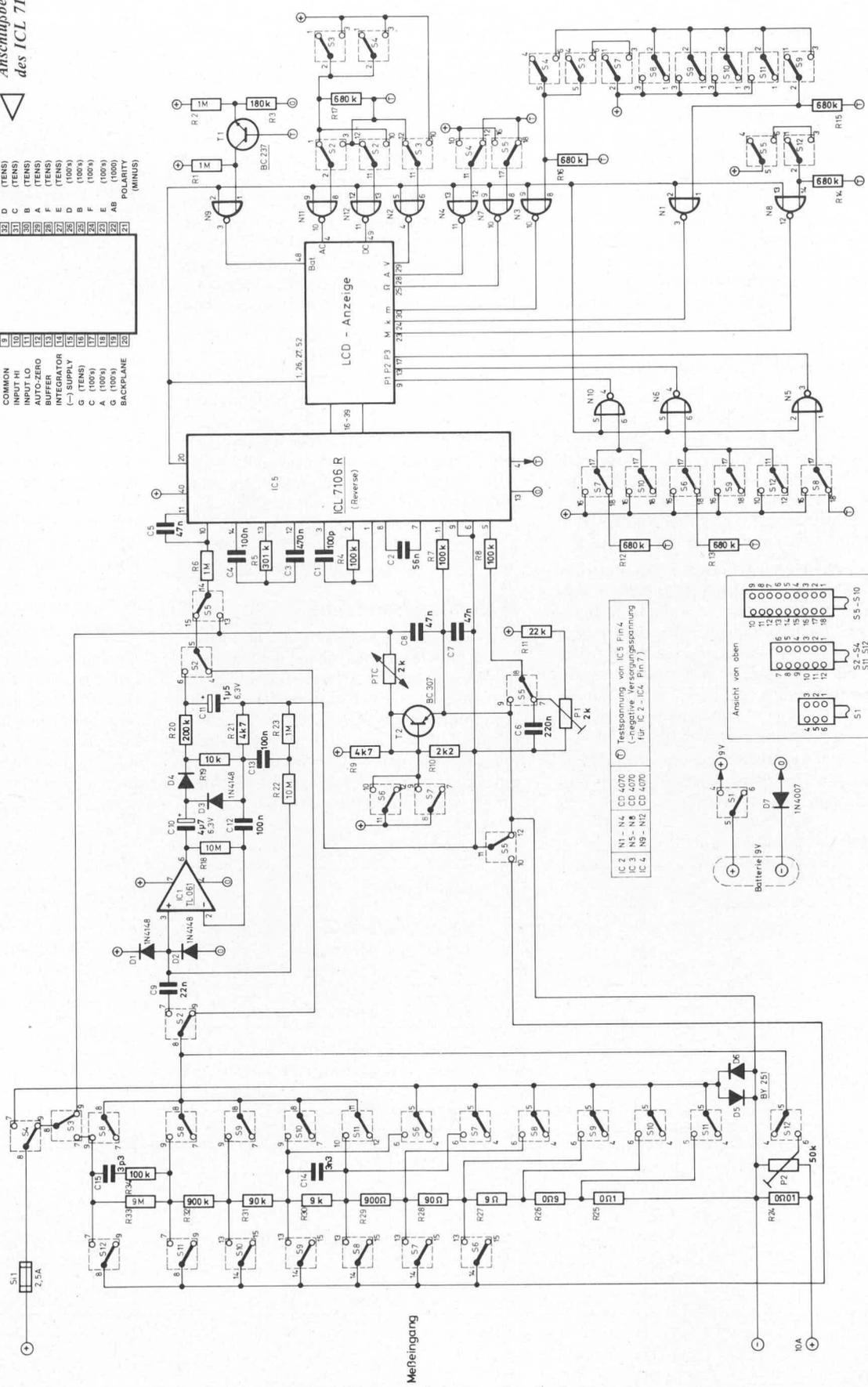
Aus der Batteriespannung erzeugt das Haupt-IC intern zwei Hilfsspannungen: Eine sogenannte „Common“-Spannung (2,8 V) an Pin 9, die gleichzeitig das Massepotential des Meßteils darstellt und eine Spannung „Test“ von ca. 6 Volt an Pin 4. Diese Spannungen sind — anders als üblich — gegenüber dem Pluspol stabilisiert. Beim Überprüfen dieser Spannungen muß also zum Pluspol hin gemessen werden. Aus der Common-Spannung wird mit Hilfe von P1 ein Teilbetrag abgegriffen und

Anschlußbelegung:

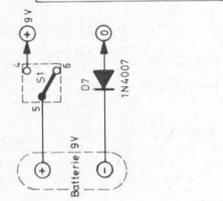
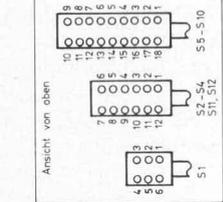


Anschlußbelegung  
des ICL 7106 R

40	(-)	SUPPLY
39	D	(UNITS)
38	C	(UNITS)
37	B	(UNITS)
36	A	(UNITS)
35	F	(UNITS)
34	G	(UNITS)
33	E	(UNITS)
32	D	(TENS)
31	C	(TENS)
30	B	(TENS)
29	A	(TENS)
28	F	(TENS)
27	G	(TENS)
26	D	(1000s)
25	B	(1000s)
24	F	(1000s)
23	E	(1000s)
22	AB	(1000s)
21		POLARITY BACKPLANE (MINUS)



- IC 2 N1 - N4 CD 4070
- IC 3 N5 - N8 CD 4070
- IC 4 N9 - N12 CD 4070
- IC 5 ICL 7106 R (Reverse)



Schaltbild des Digital-Multimeters MM 31

Pin 5 des 7106 zugeführt. Dies ist die Referenzspannung des Wandlers, die nach erfolgtem Abgleich exakt 100,0 Millivolt betragen muß (zwischen Pin 5 und 6 des 7106).

Mit der Spannung „Test“ wird fortlaufend der Batteriezustand überprüft. Diese stabilisierte Spannung wird der Basis von Transistor T1 zugeführt, dessen Emitter über den Spannungsteiler R2/R3 mit der Versorgungsspannung verbunden ist. Sinkt jetzt mit der Zeit die Batteriespannung ab, sinkt auch das Emitterpotential und wird irgendwann (bei ca. 7 Volt) negativer als die Basisspannung „Test“. T1 beginnt zu leiten und steuert über Gatter N9 das Batteriesymbol in der LCD-Anzeige an. Wegen des geringen Stromverbrauchs der Schaltung hat man ab diesem Zeitpunkt aber immer noch etwa 30 Betriebsstunden zur Verfügung.

### Strom- und Spannungsmessung

Die Arbeitsweise in diesen Meßarten zeigt das Prinzipschaltbild Abb. 1. Die Meßspannung gelangt von der Eingangsteilerkette entweder direkt oder über den AC/DC-Wandler auf die Meßeingänge des 7106 (Pin 10 und 11) und wird dort nach dem „Dual-Slope“-Verfahren mit der schon erwähnten Referenzspannung verglichen.

Die Anzeige erfolgt dreieinhalbstellig, d. h.  $\pm 2000$  Meßpunkte. Über zusätzliche Schalterkontakte und Gatter werden darüberhinaus auch die entsprechenden Symbole für Meßart und -bereich eingeblendet. Die Spezial-LCD-Anzeige verfügt über folgende Sonderzeichen: AC, DC, V, A,  $\Omega$ , m, k, M. (Lediglich im Sondermeßbereich 200  $\mu$ A wird kein  $\mu$ -Zeichen eingeblendet.)

Wer auch nur kurze Zeit mit dem MM 31 gearbeitet hat, wird diese Sonderzeichen nicht mehr missen mögen; sie erleichtern

das richtige Ablesen des Meßergebnisses ganz wesentlich und schließen Fehlbedienungen fast gänzlich aus.

Überlastungen können keinen Schaden anrichten, da die Meßeingänge des 7106 hochohmig durch R6 und R7 geschützt sind. In den Strombereichen müssen zusätzlich die Vorteilerwiderstände R25 bis R28 vor Überlastung geschützt werden. Sobald die Spannung innerhalb des Vorteilers über 0,7 Volt ansteigt, wird — je nach Polarität — entweder D5 oder D6 leitend und schließt die Meßbuchsen kurz. Die Dioden verkraften Dauerströme von drei Ampere und Stoßströme von mehreren zehn Ampere. Damit sie selbst nicht zerstört werden können, ist zusätzlich noch die 2,5 A-Schmelzsicherung vorhanden. Der 20 A-Shunt (R24) benötigt keinen weiteren Schutz.

### Der AC/DC-Wandler

Im Prinzip handelt es sich bei diesem Schaltungsteil um einen Einweg-Gleichrichter, bei dem die Schwellenspannung der Diode D4 durch den OP auf einige  $\mu$ V reduziert wird. Durch das Integrationsglied R20/C11 wird die zu messende Spannung geglättet. Der AC/DC-Wandler ist so ausgelegt, daß er in weiten Bereichen linear arbeitet und keinen Abgleich benötigt. Die Dioden D1 und D2 dienen als Überspannungsschutz für IC1.

### Widerstandsmessung

Für Widerstandsmessungen wird im MM 31 ein besonders exaktes Meßprinzip verwendet. Dabei wird die Referenzspannung des IC's abgeschaltet und statt dessen eine Serienschaltung aus dem zu messenden Widerstand und einem Referenzwiderstand (aus der Teilerkette) an die Meß- und Referenzeingänge des 7106 gelegt (Bild 2). Maß für  $R_x$  ist das Verhältnis der Spannungen,

die über diese beiden Widerstände abfallen. Das Verfahren ist deshalb so genau, weil nur die Genauigkeit des Referenzwiderstandes eine Rolle spielt. Änderungen der Versorgungsspannung gehen nicht in das Meßergebnis ein, da sie keinen Einfluß auf das Verhältnis der beiden Teilspannungen zueinander haben.

Im Gesamtschaltbild fällt in diesem Schaltungsteil der 2k-PTC-Widerstand auf. Er verhindert eine Zerstörung von IC5 sowie R9 und R10, falls bei Ohmmessungen versehentlich Spannung an die Meßbuchsen gelegt wird. Dieses Bauteil wird bei einem Strom von 7 mA schlagartig hochohmig, aber nicht zerstört, sondern ist nach Fortfall der Überlastung wieder betriebsbereit. Der Strom wird dabei über T2 abgeleitet, um R10 und die Vorteilerkette zu schützen. Dieser Überlastungsschutz ist außerordentlich wirksam, selbst direktes Anlegen der Netzspannung verursacht keinen Schaden.

Im Wechselspannungsbereich 2 V können übrigens einige Millivolt angezeigt werden, obwohl der Meßeingang kurzgeschlossen ist. Es handelt sich hierbei um Brummeinstreuungen, die tatsächlich „da“ sind. Abhilfe würde nur eine sehr aufwendige Abschirmung des gesamten Gerätes und natürlich auch der Meßkabel schaffen, auf die jedoch verzichtet werden kann, da die Abweichung nur eine Größenordnung von ca. 0,3% erreicht.

### Aufbau der Schaltung

Zunächst werden beide Platinen bestückt. Dabei wird der Tastensatz von unten in die Hauptplatine eingesetzt. Auf der Anzeigenplatine sind keine Bohrungen für die LCD-Anzeige vorhanden. Sie wird stumpf auf die Bestückungsrückseite aufgelötet und hat dadurch gleich den richtigen Abstand zur Frontplatte.

### Technische Daten

Funktion	Bereiche	Auflösung	Fehlergrenzen	Überlastschutz	$R_x$ /Meßsp.
Gleichspannung	200 mV	100 $\mu$ V	$\pm(0,05\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	2 V	1 mV	$\pm(0,15\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	20 V	10 mV	$\pm(0,15\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	200 V	100 mV	$\pm(0,15\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	1000 V	1 V	$\pm(0,15\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
Wechselspannung	200 mV	100 $\mu$ V	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	2 V	1 mV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 6 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	20 V	10 mV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	200 V	100 mV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
	600 V	1 V	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	1200 V= $\sim$ 750 V $\sim$ SS	10 M $\Omega$
Gleichstrom und Wechselstrom	20 $\mu$ A	10 nA			10 k $\Omega$
	200 $\mu$ A	100 nA			1 k $\Omega$
	2 mA	1 $\mu$ A		Dioden +	100 $\Omega$
	20 mA	10 $\mu$ A	wie Spannungsbereiche	2,5 A Schmelzsicherung	10 $\Omega$
	200 mA	100 $\mu$ A			1 $\Omega$
Widerstand	2000 mA	1 mA			0,1 $\Omega$
	20 A	10 mA	$\pm(1\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	entfällt	0,01 $\Omega$
	20 $\Omega$	10 m $\Omega$			
	200 $\Omega$	100 m $\Omega$			
	2 k $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(0,15\% \text{ v. Meßwert} + 1 \text{ Digit})$	400 V $\sim$ SS	< 1 V
	20 k $\Omega$	10 $\Omega$			
	200 k $\Omega$	100 $\Omega$			
	2000 k $\Omega$	1 k $\Omega$			
	20 M $\Omega$	10 k $\Omega$			

# Stückliste MM31:

## Halbleiter

D1-D4	1 N 4148
D5, D6	BY 251
D7	1 N 4007
T1	BC 237, 547 o.ä.
T2	BC 307
IC1	TL 061
IC2, IC3, IC4	CD 4070 o. 4030
IC5	ICL 7106 R

## Kondensatoren

C1	100 pF ker.
C2	56 nF MKH
C3	470 nF MKH
C4	100 nF MKH
C5	47 nF MKH
C6	220 nF MKH
C7, C8	47 nF MKH
C9	22 nF MKH
C10	4,7 µF 6 V, Tantal
C11	1,5 µF 6 V, Tantal
C12, C13	100 nF MKH
C14	3,3 nF MKH
C15	3,3 pF ker.

## Kohleschichtwiderstände 5 %

R6	1 MΩ
R7, R8	100 kΩ
R12-R17	680 kΩ
R18, R22	10 MΩ

## Metallschichtwiderstände 1 %

R1, R2	1 MΩ
R3	180 kΩ
R4	100 kΩ
R5	301 kΩ
R9	4,7 kΩ
R10	2,2 kΩ
R11	22 kΩ
R19	10 kΩ
R20	200 kΩ
R21	4,7 kΩ
R23	100 MΩ
R34	100 kΩ

## Meßwiderstände 0,1 %

R25	0,1 Ω
R26	0,9 Ω
R27	9 Ω

R28	90 Ω
R29	900 Ω
R30	9 kΩ
R31	90 kΩ
R32	900 kΩ
R33	9 MΩ

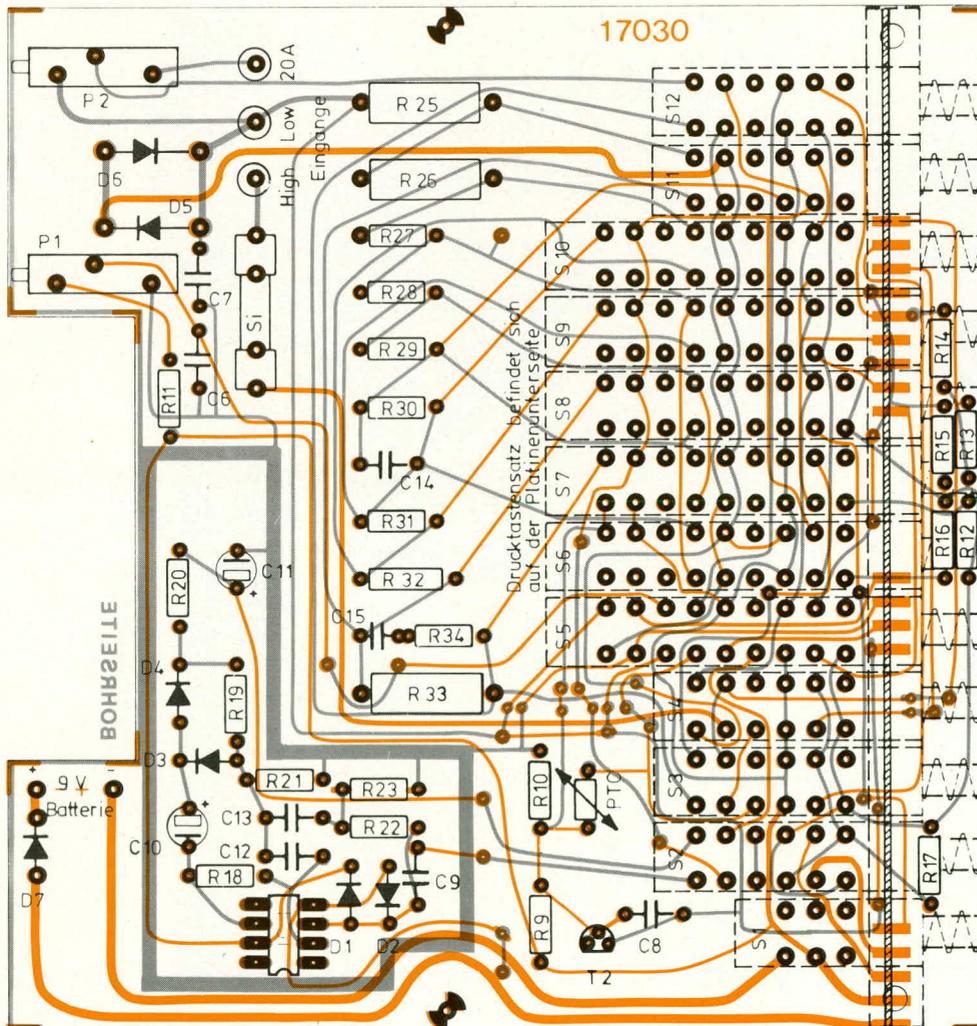
R24 ... 0,01 Ω (Widerstandsdraht)

## Cermettrimmer

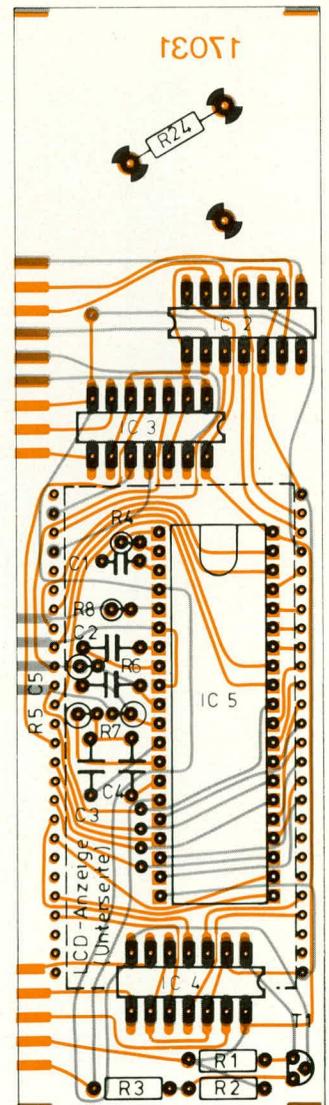
P1	2 kΩ
P2	50 kΩ

## Sonstiges

- 1 LCD-Display
- 1 Tastensatz
- 1 Anzeigenplatine
- 1 Hauptplatine
- 1 2 k-PTC
- 1 Si-Halter
- 1 Sicherung 2,5 A
- 1 9-V-Batterieclip
- 1 Batteriehalter 6 x 1,5 V Mignon
- 1 MM31-Gehäuse mit Frontplatte
- 3 4 mm-Meßbuchsen



Bestückungsseite der Basisplatine (Achtung: Schaltersatz unter die Platine löten)



Bestückungsseite der Frontplatine

Anzeigen- und Hauptplatine müssen nun im rechten Winkel miteinander verlötet werden. Am besten setzt man dazu die Schaltung provisorisch ins Gehäuse und benutzt die Gehäusenuten als Führung für die Anzeigenplatine. Es sind auf beiden Seiten der Anzeigenplatine Verbindungsstellen zur Grundplatine anzulegen.

Nach dem Verschrauben der Meßbuchsen mit der Frontplatte wird die fertige Schaltung gleichzeitig mit der Frontplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt. Die Schaltung muß nicht festgeschraubt werden, sie hält sich durch die Gehäusekonstruktion selbst. Die Meßbuchsenanschlüsse ragen dabei durch die Bohrungen der Anzeigenplatine hindurch.

Jetzt kann der 20 A-Shuntwiderstand R24 montiert werden. Dieser Widerstand besteht aus einem drei Zentimeter langem Stück Widerstandsdraht mit 1,2 mm Querschnitt und einem Innenwiderstand von  $0,4 \Omega$  pro Meter (=  $0,012 \Omega$  auf drei Zentimeter).

Zum Schluß müssen noch die drei Meßbuchsen mit den entsprechenden Anschlüssen hinten rechts auf der Grundplatine verbunden werden.

## Abgleich

Für den Abgleich muß entweder ein genaues Vergleichsmultimeter zur Verfügung stehen oder eines der im Handel befindlichen Eichmodule, die eine hochkonstante Ausgangsspannung abgeben. Die bekannte Vergleichsspannung wird an das MM 31 gelegt und mit Trimmer P1 auf gleiche Anzeige eingestellt. Am günstigsten ist es, im 200 Millivoltbereich abzugleichen, denn hier spielt die Toleranz des Vorteilers noch keine Rolle, und man kann so in diesem Bereich die maximale Genauigkeit bis auf den Wandlerfehler (max. 0,05 %) erreichen.

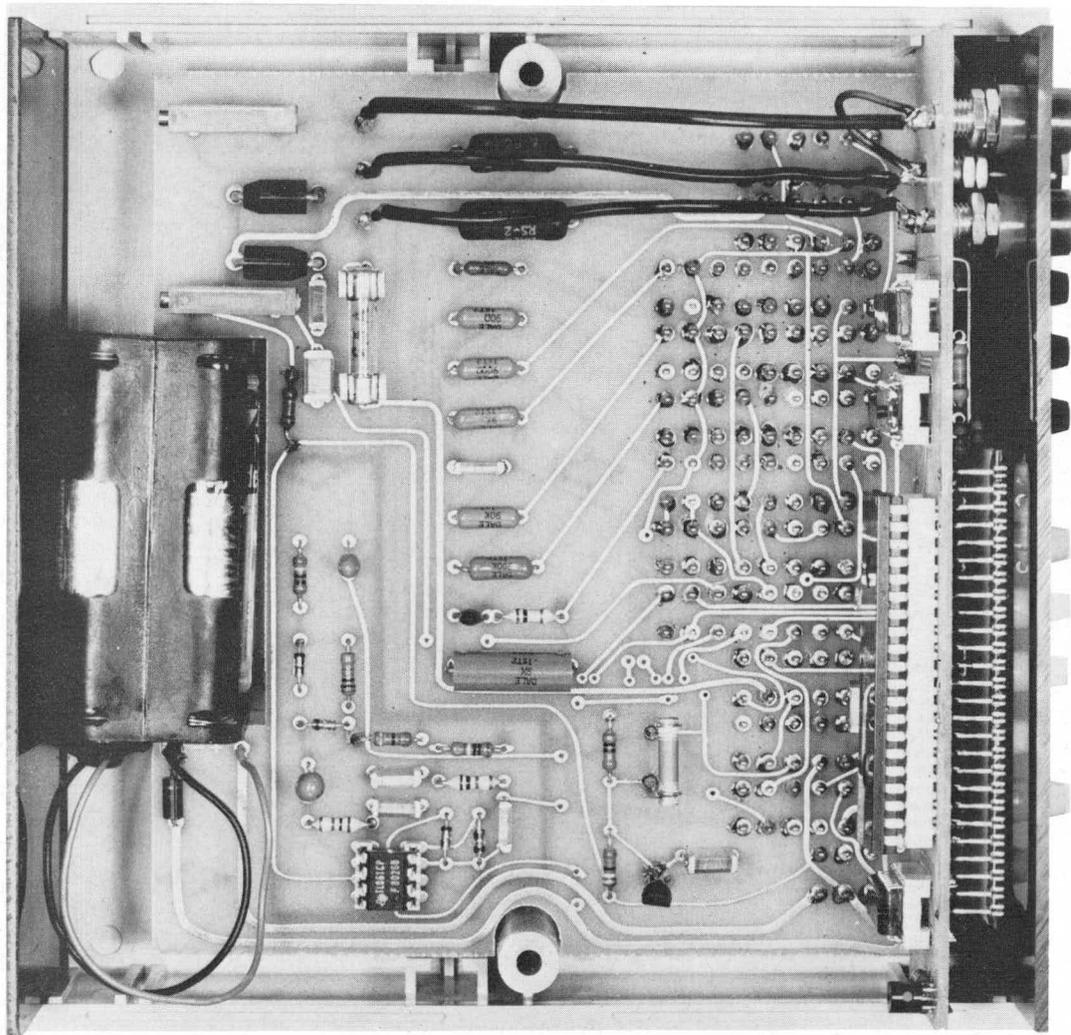
Ein weiterer Abgleich betrifft den 20 A-Shunt R24, dessen Wert exakt  $0,01 \Omega$  betragen sollte. Solch niederohmige und gleichzeitig hochbelastbare Widerstandswerte sind in der Praxis ohne Abgleich kaum reproduzierbar. Deshalb wurde für R24 der Widerstandsdraht vorgesehen, der so bemessen ist, daß sein Widerstand etwas größer als  $0,01 \Omega$  ist. Das ist wichtig, um mit P2 abgleichen zu können. Sollte der Abgleichsbereich zu klein sein, ist mit Sicherheit der Widerstandsdraht zu kurz bemessen worden, d. h. kleiner als  $0,01 \Omega$ . Sofern kein genaues Vergleichsgerät verfügbar ist, kann man beim Abgleich wie folgt vorgehen: Man mißt zunächst einen Strom im 2 A-Bereich,

z. B. 1,850 A. Dann führt man dieselbe Messung im 20 A-Bereich durch (nicht vergessen das Meßkabel in die 20 A-Buchse umzustecken) und gleicht mit P2 ab. Dabei gibt man 1 Digit (10 mA) in der letzten Stelle zu, in unserem Beispiel also nicht auf 1,85 sondern auf 1,86 abgleichen. Denn bei sonst gleicher Meßanordnung fließt jetzt tatsächlich etwas mehr Strom, weil der Innenwiderstand des MM 31 im 20 A-Bereich nur  $0,01 \Omega$  (R24) beträgt, gegenüber  $0,1 \Omega$  (R25) im 2 A-Bereich. Der Unterschied beträgt bei 1,8 A Strom ca. 10 mA.

Nach dem Abgleich können alle Meßbereiche und Sonderzeichen auf einwandfreie Funktion kontrolliert werden. Auch die Batteriekontrolle läßt sich einfach überprüfen, indem man anstelle der Batterien die Schaltung aus einem auf 9 Volt aufgeladenen Elko (z. B.  $1000 \mu\text{F}$ ) speist. Nach wenigen Augenblicken muß dann das Batteriesymbol in der Anzeige erscheinen.

Zur Aufnahme des Batterienhalters befindet sich im hinteren Teil der Platine ein passender Ausschnitt. Damit nichts klappern kann, wird darüber ins Gehäuseoberteil ein Stück Schaumstoff eingeklebt.

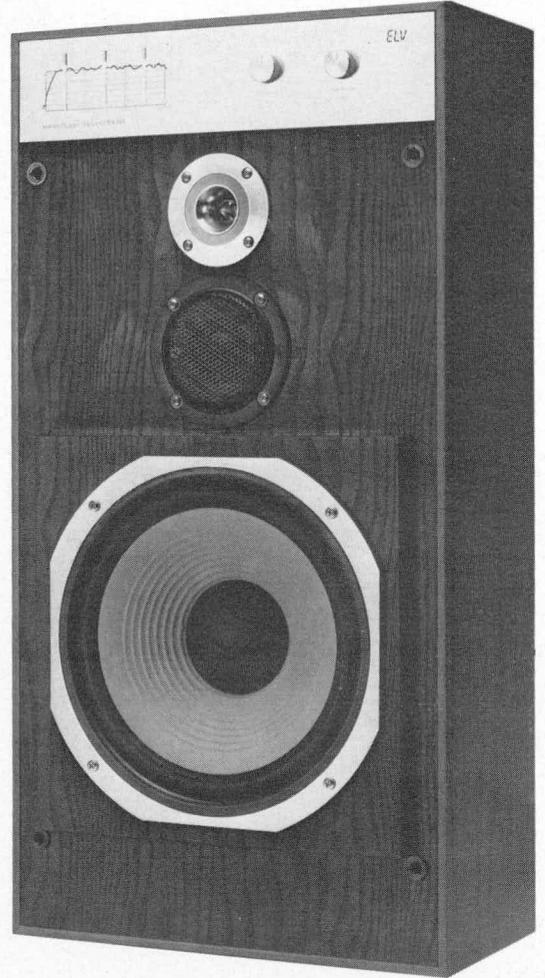
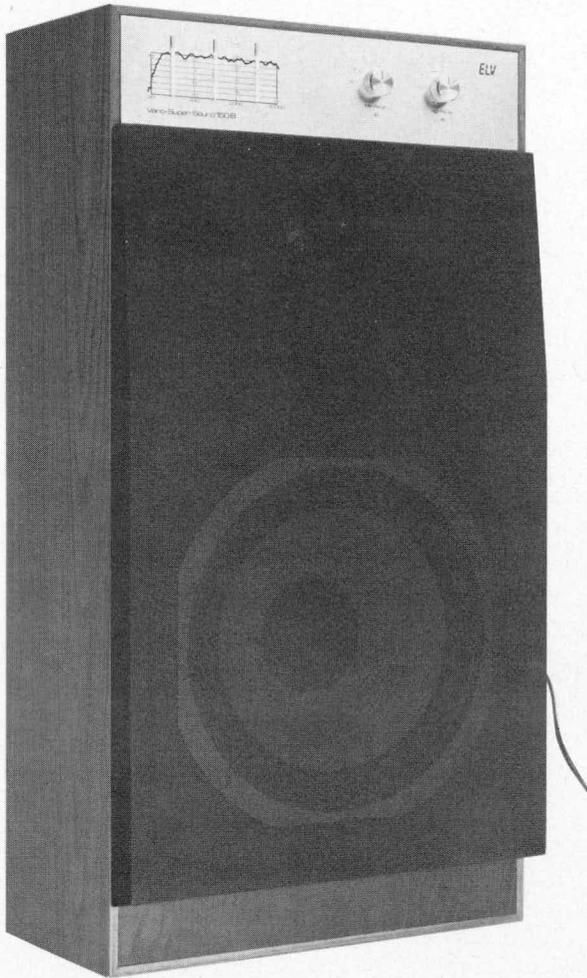
Dem Einsatz dieses hochwertigen Vielfachmeßgerätes steht nun nichts mehr im Wege.



Ansicht des geöffneten Digital-Multimeters MM 31

# ELV-HiFi-Labor

5. Teil einer Serie, die den ausführlichen Nachbau einer kompletten HiFi-Anlage beschreibt.



## 5. Teil:

### Baubeschreibung der Aktiv-Box

*In dem hier vorliegenden 5. Teil unserer Serie ELV-HiFi-Labor stellen wir Ihnen die Baubeschreibung einer aktiven Frequenzweiche mit drei nachgeschalteten Leistungsverstärkern vor, die aus unserer phasenlinearen HiFi-Lautsprecher-Box des Typs Vario-Super-Sound 150 eine vollwertige Aktivbox der oberen Leistungsklasse macht.*

*Die gravierenden Vorteile einer Aktivbox im Gegensatz zu den herkömmlichen Passivboxen wurden bereits im vorangegangenen 4. Teil unserer Serie beschrieben.*

*Selbstverständlich kann die hier vorgestellte aktive Frequenzweiche mit nachgeschalteten Leistungsverstärkern auch für andere Lautsprecherboxen eingesetzt werden, die jedoch eine entsprechende Leistung aufweisen sollten.*

Die theoretischen Betrachtungen sowie die herausragenden Vorteile einer Passivbox wurden bereits im vorangegangenen Artikel beschrieben, so daß wir jetzt direkt auf die hier vorliegende Aktivweiche mit nachgeschalteten Leistungsverstärkern eingehen können.

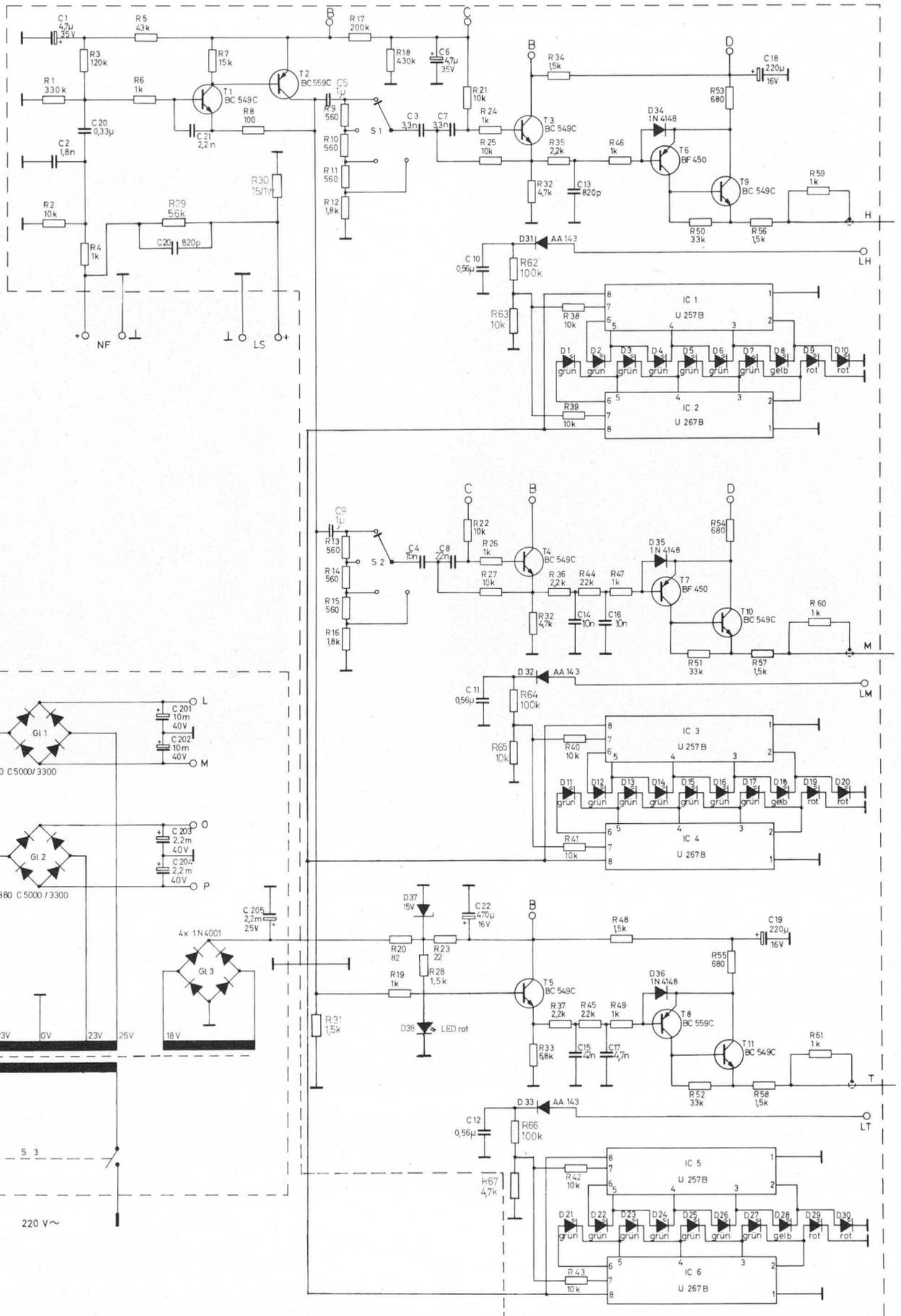
#### **Funktionsweise**

Als Signalquelle für die Aktiv-Box VSS 150 dient entweder ein Vorverstärker ohne Leistungsstufe oder ein Leistungsverstärker. Dementsprechend verfügt die Aktiv-Box VSS 150 über zwei Eingänge:

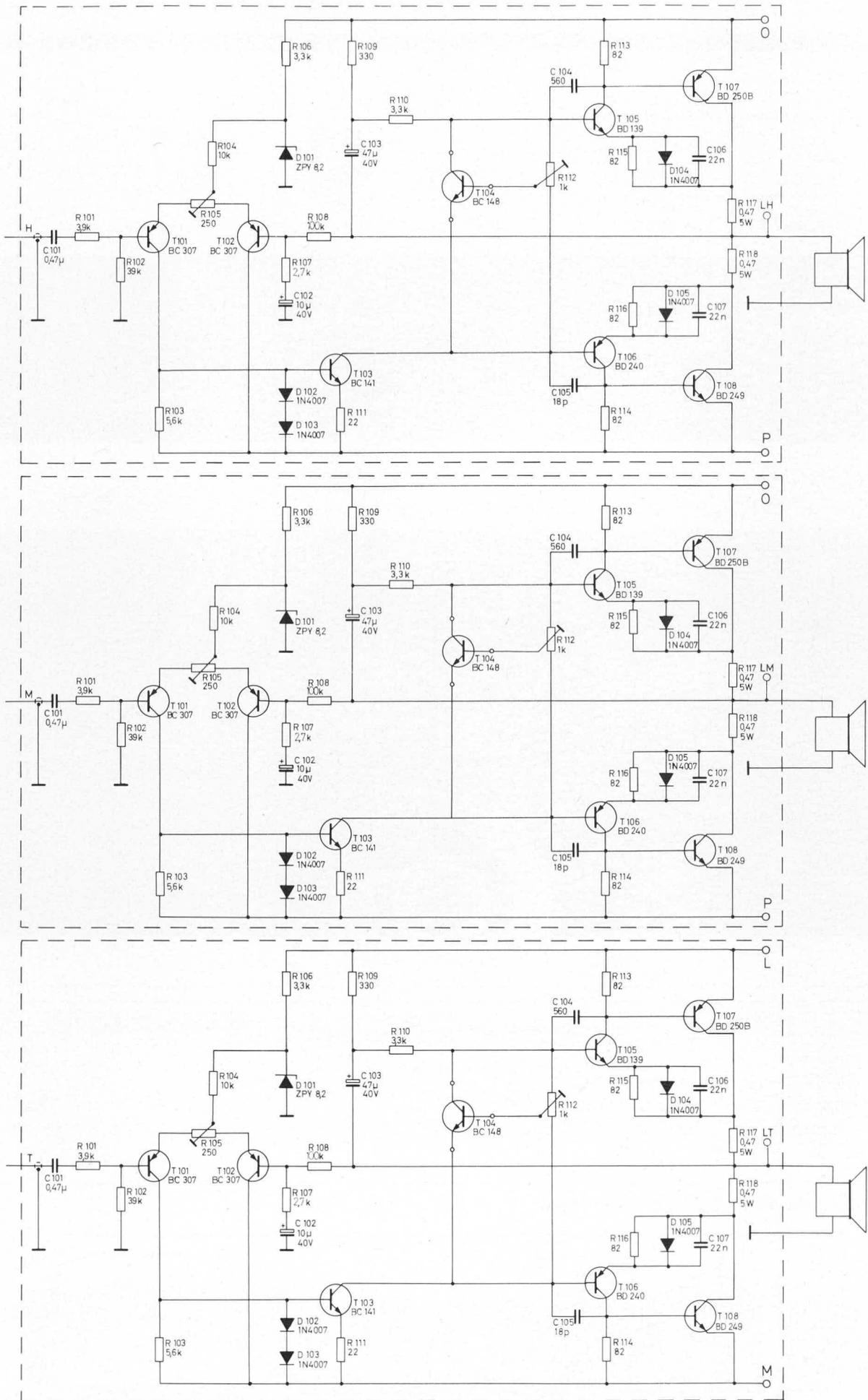
NF-Eingang 0,5V/10k $\Omega$

LS-Eingang 4 V/15  $\Omega$

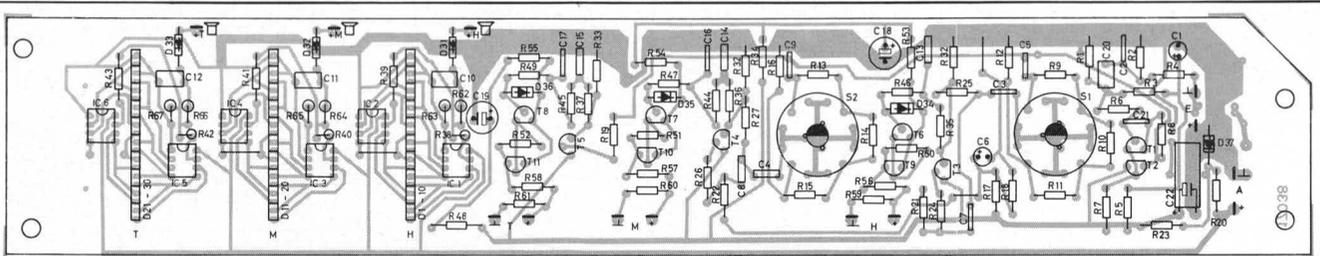
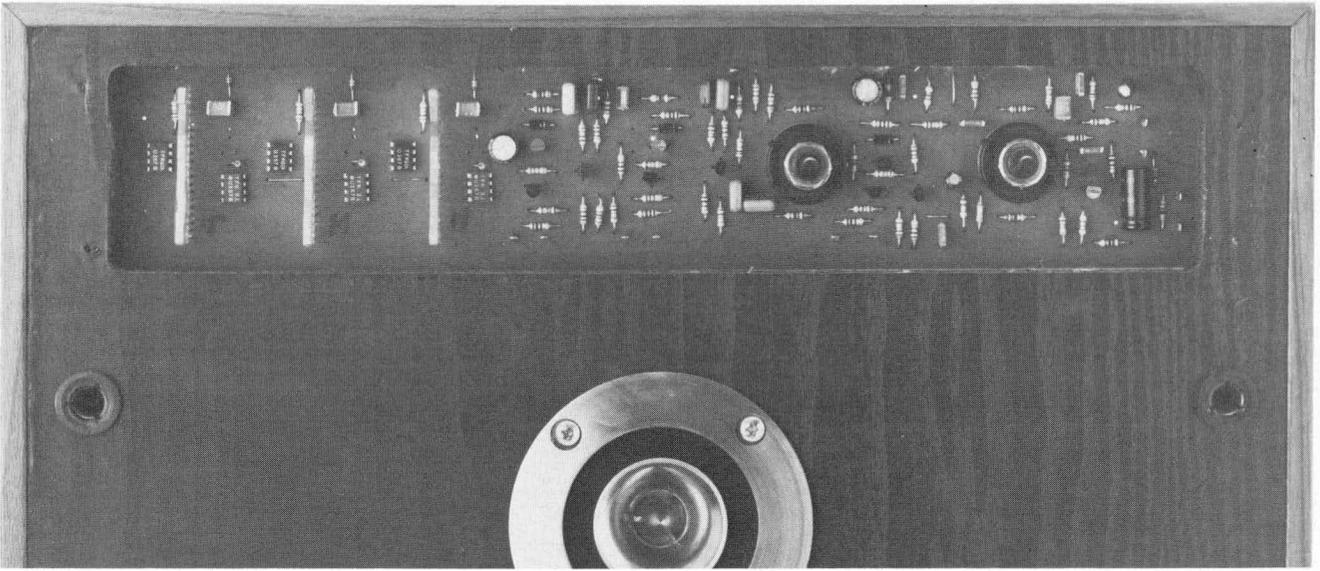
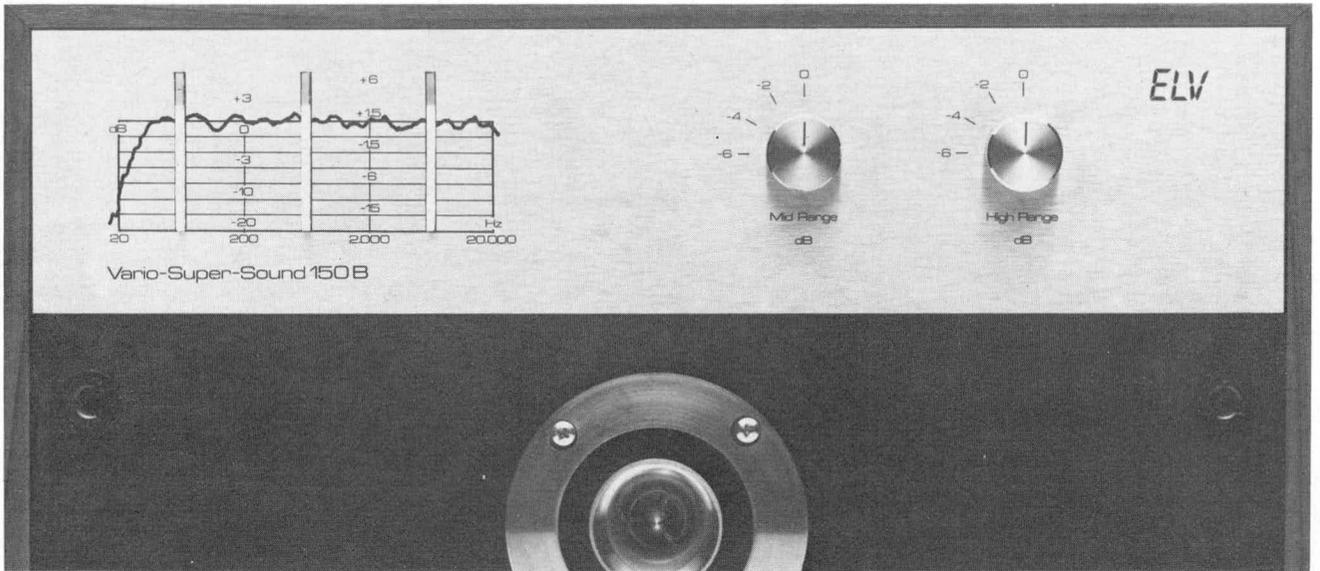
Nach den Eingängen gelangt das Signal zum Vorverstärker, bestehend aus den Transistoren T1 und T2. Der Vorverstärker arbeitet als Trenn- und als Treiberstufe für die Aktiv-Filter.



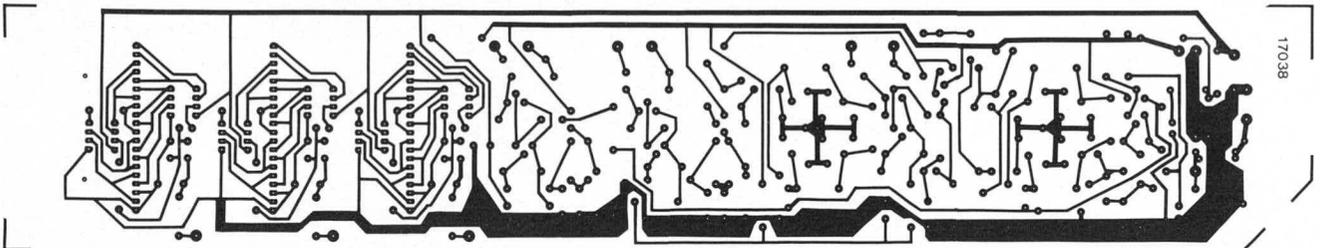
Schaltbild des Vorverstärkers mit Aktiv-Frequenzweiche und Aktiv-LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige sowie Netzteil



Schaltbild der Endstufen



Bestückungsseite der Platine (Originalgröße: 380 x 70 mm)



Leiterbahnseite der Platine (verkleinert dargestellt)

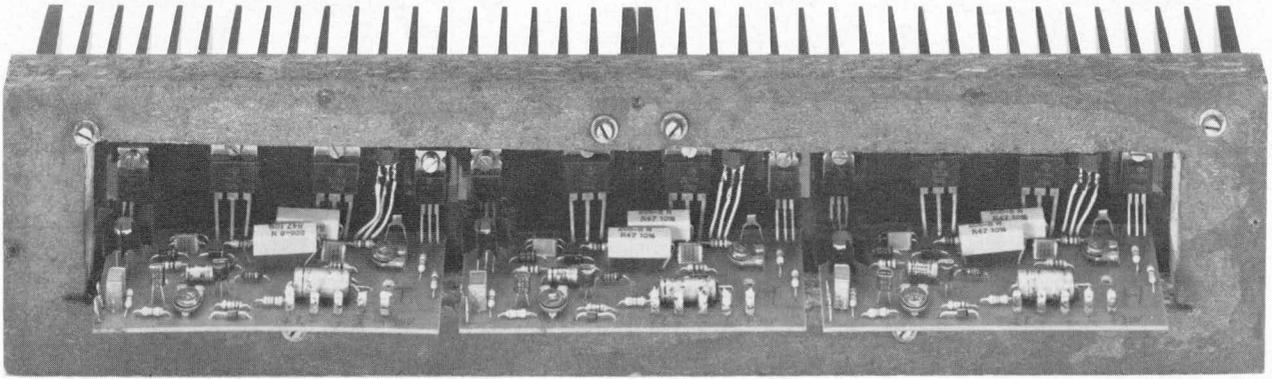


Bild 5

- Stückliste:**  
**Elektronikteil der Aktiv-HiFi-Lautsprecherbox Vario-Super-Sound 150 B**  
**Vorverstärker, Aktivweiche und Netzteil**
- Halbleiter**  
 IC1, IC3, IC5 ..... U 257 B  
 IC2, IC4, IC6 ..... U 267 B  
 T1 ..... BC 549 C  
 T2 ..... BC 559 C  
 T3 bis T5 ..... BC 549 C  
 T6, T7 ..... BF 450  
 T8 ..... BC 559 C  
 T9 bis T11 ..... BC 549 C  
 D1 bis D7 ..... Rechteck-LED, grün  
 D8 ..... Rechteck-LED, gelb  
 D9, D10 ..... Rechteck-LED, rot  
 D11 bis D17 ..... Rechteck-LED, grün  
 D18 ..... Rechteck-LED, gelb  
 D19, D20 ..... Rechteck-LED, rot  
 D21 bis D27 ..... Rechteck-LED, grün  
 D28 ..... Rechteck-LED, gelb  
 D29, D30 ..... Rechteck-LED, rot  
 D31 bis D33 ..... AA 143  
 D34 bis D36 ..... IN 4148  
 D37 ..... ZPD 15  
 D38 ..... LED rot, 5 mm  
 GL1, GL2 ..... B80 C5000/3300  
 GL3 ..... 4 x 1N 4001

- Kondensatoren**  
 C1 ..... 4,7  $\mu$ F/35V  
 C2 ..... 1,8 nF  
 C3 ..... 3,3 nF  
 C4 ..... 15 nF  
 C5 ..... 1  $\mu$ F  
 C6 ..... 47  $\mu$ F/35V  
 C7 ..... 3,3 nF  
 C8 ..... 22 nF  
 C9 ..... 1  $\mu$ F  
 C10 bis C12 ..... 0,56  $\mu$ F  
 C13 ..... 820 pF  
 C14 ..... 10 nF  
 C15 ..... 47 nF  
 C16 ..... 10 nF  
 C17 ..... 4,7 nF  
 C18, C19 ..... 220  $\mu$ F/16V  
 C20 ..... 820 pF  
 C201, C202 ..... 10000  $\mu$ F/40V  
 C203, C204 ..... 2200  $\mu$ F/40V  
 C205 ..... 2200  $\mu$ F/25V

- Widerstände**  
 R1 ..... 330 k $\Omega$   
 R2 ..... 10 k $\Omega$   
 R3 ..... 120 k $\Omega$   
 R4 ..... 1 k $\Omega$   
 R5 ..... 43 k $\Omega$   
 R6 ..... 1 k $\Omega$   
 R7 ..... 15 k $\Omega$   
 R8 ..... 100  $\Omega$   
 R9 bis R11 ..... 560  $\Omega$   
 R12 ..... 1,8 k $\Omega$   
 R13 bis R15 ..... 560  $\Omega$   
 R16 ..... 1,8 k $\Omega$   
 R17 ..... 200 k $\Omega$   
 R18 ..... 430 k $\Omega$   
 R19 ..... 1 k $\Omega$   
 R20 ..... 82  $\Omega$   
 R21, R22 ..... 10 k $\Omega$   
 R23 ..... 22  $\Omega$   
 R24 ..... 1 k $\Omega$   
 R25 ..... 10 k $\Omega$   
 R26 ..... 10 k $\Omega$   
 R27 ..... 10 k $\Omega$   
 R28 ..... 1,5 k $\Omega$

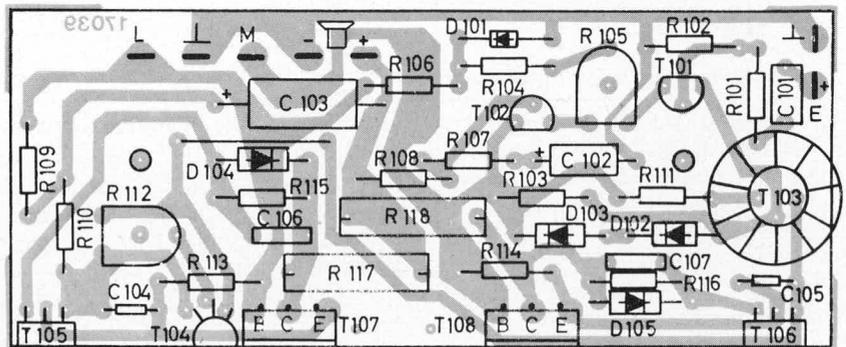
- R29 ..... 56 k $\Omega$   
 R30 ..... 15  $\Omega$ /1 Watt  
 R31 ..... 1,5 k $\Omega$   
 R32 ..... 4,7 k $\Omega$   
 R33 ..... 6,8 k $\Omega$   
 R34 ..... 1,5 k $\Omega$   
 R35 bis R37 ..... 2,2 k $\Omega$   
 R38 bis R43 ..... 10 k $\Omega$   
 R44, R45 ..... 22 k $\Omega$   
 R46, R 47 ..... 1 k $\Omega$   
 R48 ..... 1,5 k $\Omega$   
 R49 ..... 1 k $\Omega$   
 R50 bis R52 ..... 33 k $\Omega$   
 R53 bis R55 ..... 680  $\Omega$   
 R56 bis R58 ..... 1,5 k $\Omega$   
 R59 bis R 61 ..... 1 k $\Omega$   
 R62 ..... 100 k $\Omega$   
 R63 ..... 10 k $\Omega$   
 R64 ..... 100 k $\Omega$   
 R65 ..... 10 k $\Omega$   
 R66 ..... 100 k $\Omega$   
 R67 ..... 4,7 k $\Omega$

- Sonstiges**  
 Tr1 ..... Spezial-Leistungs-Netztransformator (Spannungswerte laut Schaltbild)  
 S11 ..... Sicherung 1A, träge  
 S1, S2 ..... Drehschalter, 4 Stellungen  
 S3 ..... Netzschalter, 2-polig

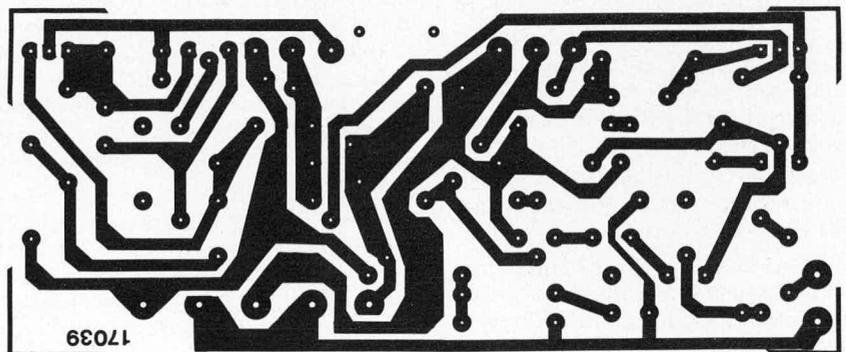
- Stückliste**  
**HiFi-Endstufen**  
 (3 x erforderlich)  
**Halbleiter**  
 T101, T102 ..... BC 307  
 T103 ..... BC 141  
 T104 ..... BC 148  
 T105 ..... BD 139  
 T106 ..... BD 240  
 T107 ..... BD 250B  
 T108 ..... BD 249  
 D101 ..... ZPY 8,2  
 D102 bis D105 ..... 1N 4007

- Kondensatoren**  
 C101 ..... 0, 47  $\mu$ F  
 C102 ..... 10  $\mu$ F/40V  
 C103 ..... 47  $\mu$ F/40V  
 C104 ..... 560 pF  
 C105 ..... 18 pF  
 C106, C107 ..... 22 nF

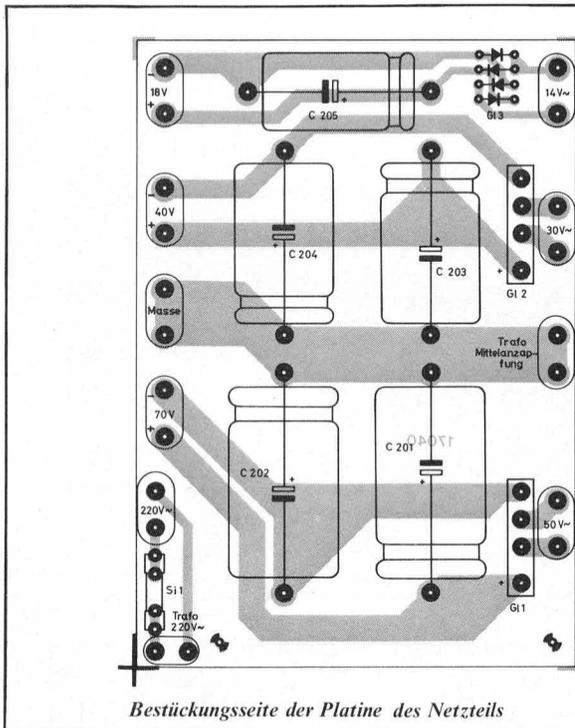
- Widerstände**  
 R101 ..... 3,9 k $\Omega$   
 R102 ..... 39 k $\Omega$   
 R103 ..... 5,6 k $\Omega$   
 R104 ..... 10 k $\Omega$   
 R105 ..... 250  $\Omega$ , Trimmer  
 R106 ..... 3,3 k $\Omega$   
 R107 ..... 2,7 k $\Omega$   
 R108 ..... 100 k $\Omega$   
 R109 ..... 330  $\Omega$   
 R110 ..... 3,3 k $\Omega$   
 R111 ..... 22  $\Omega$   
 R112 ..... 1 k $\Omega$ , Trimmer  
 R113 bis R116 ..... 82  $\Omega$   
 R117, R118 ..... 0,47  $\Omega$ , 5 Watt



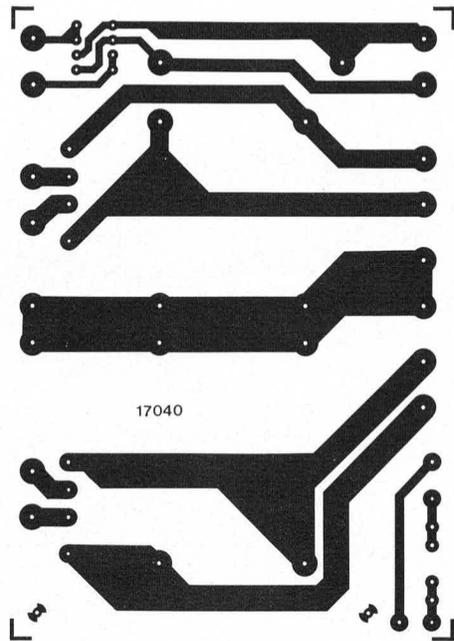
Bestückungsseite der Endstufenplatine (Maßstab 1:1)



Leiterbahnseite der Endstufenplatine (Maßstab 1:1)



Bestückungsseite der Platine des Netzteils



Leiterbahnseite der Platine des Netzteils (Originalgröße 12 x 17)

Die Grundschialtung der drei Aktiv-Filter ist identisch. Sie besteht aus drei galvanisch gekoppelten Transistoren. Die RC-Glieder, mit denen der gewünschte Frequenzgang bestimmt wird, sind im Basis- und Emitterkreis des ersten Transistors unterschiedlich.

Die Übertragungsbereiche der Aktiv-Filter sind an die Eigenschaften der verwendeten Lautsprecher angepaßt:

Tiefton-Lautsprecher	0— 2000Hz
Mitteltion-Lautsprecher	2000— 9000Hz
Hochton-Lautsprecher	9000—25000Hz

An den Ausgängen der Aktiv-Filter — im Schaltbild mit H, M und T gekennzeichnet — erscheinen nur noch die Frequenzkomponenten, die für die einzelnen Lautsprecher bestimmt sind.

Am Ausgang des Vorverstärkers, am Kollektor des Transistors T2 wird das Signal an die Aktiv-Filter verteilt.

Vor den Aktiv-Filtern für die Mittel- und Hochton-Lautsprecher befinden sich noch je ein Drehschalter, mit denen der Pegel in Stufen von -2dB, -4dB und -6dB gesenkt werden kann (Individualregler).

Die Schaltung der drei Leistungsverstärker ist identisch. Sie zeichnet sich durch einen außerordentlich niedrigen Klirrfaktor und durch Stabilität aus.

An den Ausgängen der Leistungsverstärker befinden sich die angeschlossenen Lautsprecher sowie Lötanschlüsse für die LED-Anzeigen. Die LED-Anzeigen — im Schaltbild unter dem Aktiv-Filter — zeigen die Leistung der einzelnen Lautsprecher an.

Das Netzteil besteht aus einem Netztrafo und aus drei Gleichrichtern mit Siebkondensatoren. Der Gleichrichter mit der höheren Ausgangsspannung — Punkte L und M — versorgt den Leistungsverstärker des Tiefton-Lautsprechers. Der Gleichrichter mit der niedrigeren Ausgangsspannung — Punkte O und P — versorgt die Leistungs-

verstärker der Mittel- und Hochton-Lautsprecher.

Die unterschiedliche Versorgungsspannung ist erforderlich, weil die Mittel- und Hochton-Lautsprecher eine geringere Belastbarkeit haben als der Tiefton-Lautsprecher. Der dritte Gleichrichter mit der gesonderten Sekundärwicklung versorgt den Vorverstärker, die Aktiv-Filter und die LED-Anzeigen.

### Mechanischer Aufbau

Der Vorverstärker, die Aktiv-Filter und die LED-Anzeigen befinden sich auf einer Leiterplatte, die vorne senkrecht mit vier Schrauben und Distanzhülsen befestigt wird. Der Abstand der Leiterplatte von der Frontseite der Box ist so gewählt, daß nur die LED's und die Wellen der Schalter darüber hinausragen.

Die drei Leistungsverstärker mit den Kühlkörpern werden an der oberen Rückwand befestigt. Die Mitte der Rückwand wird ausgesägt, damit die Leistungstransistoren direkt an die Kühlkörper angeschraubt werden können.

Das Netzteil befindet sich neben dem Tiefton-Lautsprecher und wird mit einem Drahtgitter abgedeckt, damit die Dämmwolle ferngehalten wird.

### Einstellung

Der Arbeitspunkt eines jeden Leistungsverstärkers wird in zwei Schritten eingestellt:

#### 1. Ruhestrom

Mit dem Regler R112 wird der Strom im Kollektorkreis der Leistungstransistoren T107 und T108 auf 50 mA eingestellt. Dieser Strom kann am besten durch die Spannung am Widerstand R117 gemessen werden.

#### 2. Mitte

Mit dem Regler R105 wird der Ausgangspunkt — der Punkt zwischen R117 und R118 — auf 0 V gestellt.

Bei der Erstellung des Arbeitspunktes darf am Eingang des Verstärkers kein Signal anliegen und muß der Lautsprecher abgeklemmt sein.

### Abschließende Betrachtungen

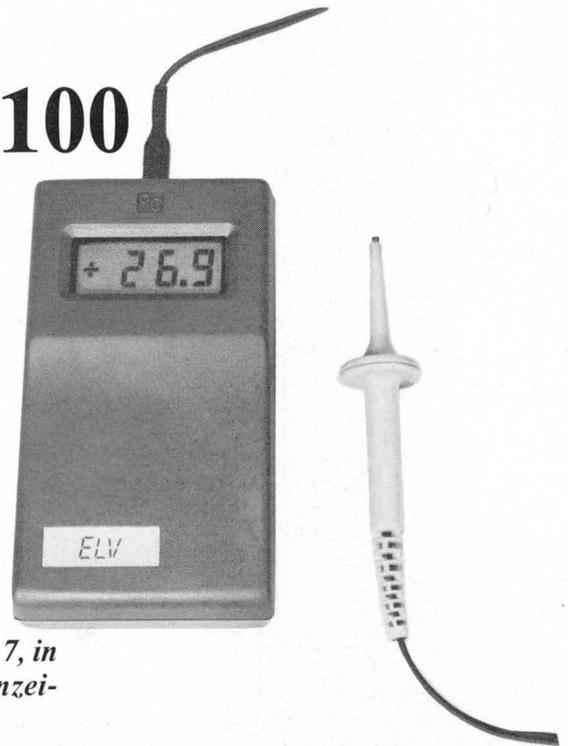
Mit der phasenlinearen Aktiv-HiFi-Lautsprecherbox des Typs Vario-Super-Sound 150 C steht Ihnen eine Lautsprecherbox zur Verfügung, die an Klangqualität und Komfort in die obere Leistungsklasse einzuordnen ist.

Wie bereits ganz zu Anfang dieser Serie angekündigt, möchten wir Ihnen im weiteren Verlauf eine komplette HiFi-Anlage vorstellen, zu der selbstverständlich auch noch eine Endstufe gehört (für diejenigen, die auf den Luxus einer Aktivbox verzichten möchten) sowie Vorverstärker, Tuner, Plattenspieler und Kassettendeck. Aufgrund ständig fortschreitender Entwicklungen haben wir das Konzept der ursprünglich geplanten Anlage verworfen und eine völlige Neukonstruktion in Angriff genommen. Die nun auf Sie wartende Anlage wird in ihrer preiswerten Grundversion „normal“ zu bedienen sein, während in den nachträglich möglichen Ausbaustufen die Anlage voll fernsteuerbar sein wird.

Die hohen Ansprüche des ELV-Teams hinsichtlich Qualität und Nachbausicherheit unserer Schaltungen haben sich inzwischen weit herum gesprochen. Um das in uns gesetzte Vertrauen auch voll zu rechtfertigen, benötigen wir jedoch eine kleine Denkpause, so daß der nächste Teil dieser Serie um einige Ausgaben verschoben werden muß, zumal in unserem Labor noch viele weitere, zum Teil anspruchsvolle Schaltungen entwickelt werden (und wurden — z. B. 1-GHz-Frequenzzähler, Oszilloskope in Zusammenarbeit mit der Firma Hameg, usw.).

Bis zum weiteren Verlauf unserer Serie ELV-HiFi-Labor wünschen wir Ihnen viel Freude an dem Klangerlebnis der phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox des Typs Vario-Super-Sound 150.

# Elektronisches Digitalthermometer T 100



*Sicherlich erinnern sich noch viele ELV-Leser an unsere Ausgabe 7, in der wir ein elektronisches Thermometer mit Flüssigkeitskristall-Anzeige beschrieben hatten.*

*Seither hat sich unser Leserkreis erfreulicherweise sehr stark erweitert, und aufgrund vieler Anfragen haben wir uns entschlossen, ein neues Modell zu entwickeln, das — wie wir meinen — in einigen Punkten noch wesentliche Verbesserungen aufweist.*

## Das Temperaturfühlerelement

Die Verbesserungen betreffen hauptsächlich den neuen Temperaturfühler. Besonders wichtig ist hierbei die Ansprechzeit des Temperatursensors. Sie soll so kurz wie möglich sein, um schnell richtige Meßergebnisse zu liefern.

Im Vorläufer des T 100 haben wir den Sensor KTY 10 verwendet, der in einem TO-92 Gehäuse eingebaut ist. Diese Gehäuseform ist jedem Elektroniker geläufig, sie entspricht derjenigen der Standard-Plastiktransistoren (z. B. BC 548). Der KTY 10 wiegt ca. 0,25 Gramm und hat eine recht kurze Ansprechzeit: Laut Datenblatt vier Sekunden in Öl. Allerdings zeigte sich in der Praxis, daß es bei Temperaturmessungen in Gasen, besonders in stehender Luft, doch mehrere Minuten dauert, bis sich der KTY 10 an seine Umgebungstemperatur angepaßt hat.

Hier bringt der neue Sensor, der SAK 1000, entscheidende Vorteile. Sein Gehäuse ist über zehnmal kleiner als das des KTY 10, deutlich kleiner als ein Streichholzkopf und wiegt nur 0,02 Gramm. Tatsächlich spricht dieser neue Sensor auch ca. zehnmal schneller an. Schon ein kurzes Antippen mit der Fingerspitze genügt, um eine Reaktion des Meßgerätes hervorzurufen.

Damit ist es jetzt auch möglich, schnelle und genaue Temperaturmessungen an Oberflächen vorzunehmen, z. B. an Kühlkörpern, Endstufentransistoren usw.

Eine wichtige Rolle spielt auch die Konstruktion des Fühlerhandgriffs. Viele der auf dem Markt befindlichen Fühler sind in einen Metallstab eingebaut, sogenannte

Tauchfühler, die, wie der Name schon sagt, für Messungen in Flüssigkeiten vorgesehen sind. Für Messungen in Luft und anderen Gasen sind sie zu träge und Temperaturmessungen an Oberflächen sind meistens gar nicht mit hinreichender Genauigkeit durchführbar.

Wir haben uns deshalb entschlossen, für den Fühlergriff Kunststoff zu verwenden. Kunststoffe sind sehr schlechte Wärmeleiter und weil zusätzlich noch der Sensorkopf ein Stück aus der Fühlerspitze herausragt, wird er von der Temperatur des Griffes so gut wie nicht beeinflusst. Eine wichtige Fehlerquelle scheidet damit aus.

Weiterhin hat der Kunststoffgriff im Gegensatz zu Metallstäben den Vorteil, daß er gegenüber aggressiven Flüssigkeiten und Gasen widerstandsfähig ist, wie z. B. Säuren und Laugen oder Entwickler- und Fixierflüssigkeiten usw.

Ein kleiner Nachteil sei nicht verschwiegen. Der Meßbereich des Handfühlers beträgt  $-40^{\circ}$  bis  $+100^{\circ}$  Celsius. Höheren Temperaturen darf der Fühlergriff nicht ausgesetzt werden, da er sich sonst verformen könnte. Der Meßbereich des Sensorkopfes selbst reicht bis  $+125^{\circ}$  Celsius. Kurzfristig können auch — z. B. für Oberflächenmessungen — bedenkenlos Temperaturen bis  $150^{\circ}$  C gemessen werden.

## Die Schaltung

Mittelpunkt der Schaltung (Bild 1) ist der bekannte Schaltkreis ICL 7106, der auf einem Chip A/D-Wandler, Segmentdekodierer, Treiberstufen, Takterzeugung und Referenzspannung enthält. In der vorlie-

genden Schaltung wird der Typ ICL 7106 R eingesetzt. R steht für „Reverse“, d. h. bei diesem Typ sind alle Anschlüsse spiegelverkehrt gegenüber dem 7106 angeordnet. Zum Beispiel entspricht dem Anschluß 1 des 7106 R der Anschluß 40 des 7106 usw. Die Verwendung des R-Typs führt zu einer günstigeren Leiterbahnführung auf der Platine, wenn wie im vorliegenden Fall, die Anzeige auf der gegenüberliegenden Seite der Platine aufgelötet wird. Das Meßprinzip beruht auf der Messung des Spannungsabfalls über dem Sensor. Der Sensor ist auf der einen Seite über R9 an 9 Volt (Batterie) angeschlossen, auf der anderen Seite an der Referenzspannung „Common“ des IC's (2,8 V). Diese Spannung ist stabilisiert. Erhöht sich jetzt der Widerstand des Sensors mit steigender Temperatur, steigt auch die über ihn abfallende Spannung, die dem Meßeingang des IC's (Pin 10 + 11) zugeführt wird. Die Anzeige erfolgt  $3\frac{1}{2}$ stellig, d. h., die Temperatur wird mit einer Auflösung von  $0,1^{\circ}$  C angezeigt.

Die Kennlinie des Sensors ist nicht ganz „gerade“, sondern leicht gekrümmt. Deshalb ist R9 erforderlich, der die Kennlinie linearisiert.

Der Nullpunkt der Schaltung wird mit dem Trimmer P2 eingestellt. Bei Null Grad Sensortemperatur wird mit diesem Trimmer die Anzeige auf „0“ abgeglichen. Der Abgleich des Skalenfaktors erfolgt mit Trimmer P1. Zum Beispiel Einstellung der Anzeige auf 100,0 bei einer Sensortemperatur von 100 Grad (kochendes Wasser). Der genaue Abgleich wird später noch näher beschrieben.

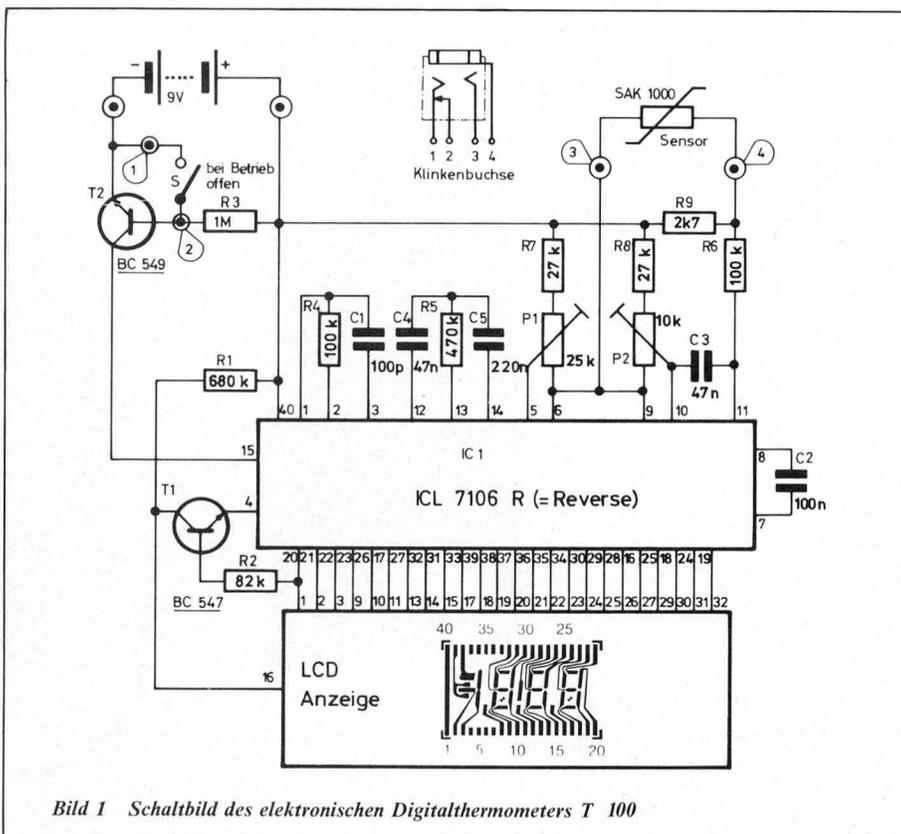


Bild 1 Schaltbild des elektronischen Digitalthermometers T 100

Das IC 7106 verfügt nur über ein „Minus“-Steuersignal. Das bedeutet, daß bei Minustemperaturen wohl das Minuszeichen in der Anzeige erscheint, bei Temperaturen über Null Grad aber kein Pluszeichen angezeigt wird. Diesen kleinen Schönheitsfehler kann man leicht beseitigen, indem man einfach die Meßeingänge des IC's umpolt. Dann erscheint das Minussignal nur bei Plusstemperaturen. Folgerichtig wird hiermit auch der Plusbalken in der Anzeige angesteuert und den Minusbalken läßt man dauernd leuchten. Je nach Temperatur hat man jetzt sowohl eine Minus- als auch eine Plusanzeige (Verstanden? Wenn nicht, den letzten Abschnitt bitte noch einmal ganz langsam lesen.)

Schaltungstechnisch wird dies mit Transistor T1 realisiert. Zuvor jedoch eine Bemerkung zur Arbeitsweise von LCD-Anzeigen. Sie benötigen zur Versorgung unbedingt eine Wechselspannung, „Backplane“ genannt. Die Segmente werden ebenfalls mit Wechselspannung angesteuert, die jedoch der Backplane-Spannung genau entgegengesetzt sein muß (180° Phasenverschiebung).

Transistor T1 ist als Inverter geschaltet, sodaß an seinem Kollektor genau das invertierte Backplane-Signal erscheint. Neben dem Minussegment ist hieran auch der Dezimalpunkt DP1 angeschlossen, der ja ebenfalls dauernd leuchten muß.

Der Fühler ist steckbar mit der Schaltung verbunden. Wir tragen hiermit dem vielfachen Wunsch Rechnung, bei Bedarf die Fühlerzuleitung leicht verlängern zu können. Wegen des günstigen Innenwiderstandes des SAK 1000 ist dies auch problemlos möglich. Bis zu einer Länge von ca. 30 Metern sind keine Abschirmungsmaßnahmen erforderlich.

Das T 100 benötigt keinen separaten Ein-

Ausschalter. Das Gerät wird mit dem Stecker des Fühlerkabels automatisch ein- bzw. ausgeschaltet. Deshalb wird für die Anschlußbuchse auch eine Stereoklinkenbuchse (3,5 mm) verwendet, da diese über einen potentialfreien Schaltkontakt (S1) verfügt. Bei Betrieb ist dieser Kontakt offen, so daß Transistor T2 durchgeschaltet ist und die Schaltung an Spannung liegt. Bei abgezogenem Fühler ist S1 geschlossen und T2 sperrt.

### Aufbau

Die Bestückung dürfte aufgrund des Bestückungsplanes kaum Schwierigkeiten bereiten. Nicht vergessen werden dürfen zwei Drahtbrücken: Eine unterhalb von IC 7106 R und eine oberhalb von T2. An der Schaltbuchse muß ein Kontakt abgeschnitten werden, bevor sie bestückt werden kann. Der vordere Kontakt wird um die Außenkante der Platine herum mit der Kupferseite verlötet.

Die beiden Anschlußkabel des Batterieclips werden erst von unten durch die beiden vorgesehenen Bohrungen der Platine gesteckt und dann mit den entsprechenden Anschlußpunkten verlötet.

Es ist unbedingt erforderlich, daß die LCD-Anzeige ganz zuletzt eingebaut wird. Sie wird von der Kupferseite der Platine her bestückt und sollte einen Abstand von ca. 2—3 mm zur Platine haben. Die Anzeige zunächst nur an zwei Stellen anlöten, damit der Sitz im Gehäuse notfalls korrigiert werden kann.

Die Platine wird mit nur einer Schraube im Gehäuse befestigt. Den anderen Befestigungspunkt bildet der Hals der Anschlußbuchse, für den eine Bohrung im Gehäuseoberteil angelegt werden muß.

Das kleine Sichtfensterchen zum Schutz

der LCD-Anzeige wird mit ein paar Tropfen Plastikkleber in den Gehäuseausschnitt eingeklebt.

Beim Zusammenbau des Handfühlers muß man besonders sorgfältig vorgehen. Am besten hält man sich an die nachstehende Reihenfolge und orientiert sich an Bild 2.

1. Der Handfühler besteht aus dem Griffstück und der Fühlerspitze, die mit einer Gewindehülse verschraubt werden. Die Gewindehülse schneidet sich beim späteren Zusammenbau ihr Gewinde selbst, es ist aber erforderlich, die beiden Kunststoffhälften ein wenig aufzubohren, entweder mit einem 5,5 mm Bohrer oder mit einer Reibahle. Danach wird die Gewindehülse in die Fühlerspitze etwa bis zur Hälfte eingeschraubt.
2. Jetzt wird das Griffstück auf das Anschlußkabel gesteckt. Hierbei handelt es sich um ein vorbereitetes 1,5 m langes Kabel mit fertig angespitztem Klinkenstecker. Von den beiden Hauptadern des Kabels wird nur die mit dem weißen Innenleiter benötigt. Die andere Hauptader wird der Zeichnung entsprechend gekürzt. Die verbliebene Hauptader wird anschließend durch die Fühlerspitze hindurchgeschoben und die schwarze Ummantelung auf ca. 3 cm abisoliert. Auf das weiße Kabel wird ein ca. 2 cm langes Stück Schrumpfschlauch aufgeschoben.
3. Von den beiden Anschlüssen des Sensors muß einer auf etwa 5 mm gekürzt werden. Welcher Anschluß spielt keine Rolle, da der Sensor ungepolt ist. Der verkürzte Anschluß wird mit dem weißen Kabel verlötet, der lange Anschluß mit der blanken Litze. Man muß dabei auf sehr feine Lötstellen achten, da anschließend der Schrumpfschlauch über die Lötstelle geschoben werden muß.
4. Der Schrumpfschlauch wird über die Lötstelle bis an das Gehäuse des Sensors geschoben und geschrumpft. Das geht am leichtesten mit dem Lötkolben, indem man mit der Seite der Lötspitze vorsichtig über den Schrumpfschlauch streicht, bis er sich gleichmäßig zusammengezogen hat.
5. Danach wird ein weiteres Stück Schrumpfschlauch von oben über den Kopf des Sensors bis an den schwarzen Kabelmantel heran aufgeschoben und wie beschrieben geschrumpft. Der Sensoranschluß ist jetzt fertig und kann in die Fühlerspitze zurückgeschoben werden, so daß nur noch der Sensorkopf herausragt.
6. Bevor der Fühler endgültig zusammengeschraubt wird, sollte noch eine Kontrolle durchgeführt werden. Zwischen dem ersten und dritten Anschluß des Klinkensteckers (Steckerspitze + Masse) muß ein Widerstand von ca. 1 kΩ zu messen sein. Der mittlere Anschluß darf keine Verbindung zu den beiden anderen haben. Wenn alles in Ordnung ist, können die beiden Hälften zusammengeschraubt werden. Ein Tip: Damit bei plötzlicher Zugbelastung am Kabel der

Sensor nicht in die Fühlerspitze hineingezogen werden kann, empfiehlt es sich, das Gewindestück innen mit Klebstoff zu füllen, z. B. Pattex oder Uhu usw.

### Der Abgleich

Nach Anschluß des Fühlers und einer 9-V-Batterie (die übrigens für mehrere hundert Stunden Betrieb reicht) kann das T 100 abgeglichen werden. Als erstes wird der Nullpunkt eingestellt. Eine Temperatur von genau Null Grad kann man leicht erzeugen, indem man fein zerstoßene Eiswürfel mit Wasser mischt. Dieses Gemisch muß allerdings mehrere Minuten lang gründlich gerührt werden, damit sich auch wirklich eine Temperatur von Null Grad einstellt. Für den Nullabgleich ist Trimmer P2 zuständig.

Der Skalenfaktor wird mit P1 eingestellt. Dazu hält man den Sensor in kochendes Wasser und stellt die Anzeige auf 100,0 ein. Wer allerdings auf der Zugspitze wohnt, sollte bedenken, daß mit zunehmender Höhe der Luftdruck sinkt und Wasser dann schon bei weniger als 100 Grad siedet.

Etwas Sorgfalt beim Abgleich zahlt sich unbedingt aus, denn das T 100 erreicht ohne Schwierigkeit eine Meßtoleranz von unter 1%.

Gut geeignet ist auch der Vergleich mit einem Fieberthermometer, das zwar nur einen eng begrenzten Meßbereich hat, dafür aber sehr genau ist. Mit dieser Methode kann man das T 100 im Bereich von 0° bis 40° durchaus auf 1/10° genau abgleichen.

Viel Vergnügen beim Aufbau und viel Freude beim Einsatz wünscht Ihnen Ihre ELV-Redaktion.

### Stückliste:

#### LCD-Thermometer T 100

#### Halbleiter

T1 .....	BC 547 o. ä.
T2 .....	BC 549 o. ä.
IC1 .....	ICL 7106 R
1 3 1/2-stell. LCD-Display	
1 Sensor SAK 1000	

#### Kondensatoren

C1, .....	100 pF
C2 .....	100 nF
C3, C4 .....	47 nF
C5 .....	220 nF

#### Widerstände

R1 .....	680 kΩ
R2 .....	82 kΩ
R3 .....	1 MΩ
R4 .....	100 kΩ
R5 .....	470 kΩ
R6 .....	100kΩ
R7, R8 .....	27 kΩ 1% Metallfilm
R9 .....	2,7 kΩ 1% Metallfilm
P1 .....	25 kΩ Cermettrimmer
P2 .....	10 kΩ Cermettrimmer

#### Sonstiges

- 1 Printbuchse 3polig, 3,5 mm
- 1 9-V-Batterieclip
- 1 T 100 Platine
- 1 Handfühler, zweiteilig
- 1 Anschlußkabel mit 3,5 mm Klinckenstecker
- 1 Gewindehülse 6 mm
- 5 cm Schrumpfschlauch Ø ca. 1 mm
- 1 Thermometer-Gehäuse
- 1 Sichtfenster

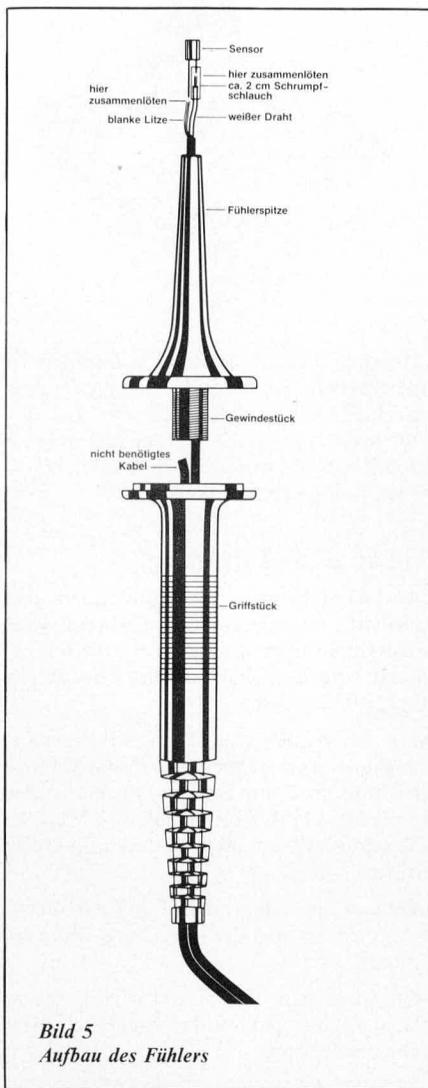
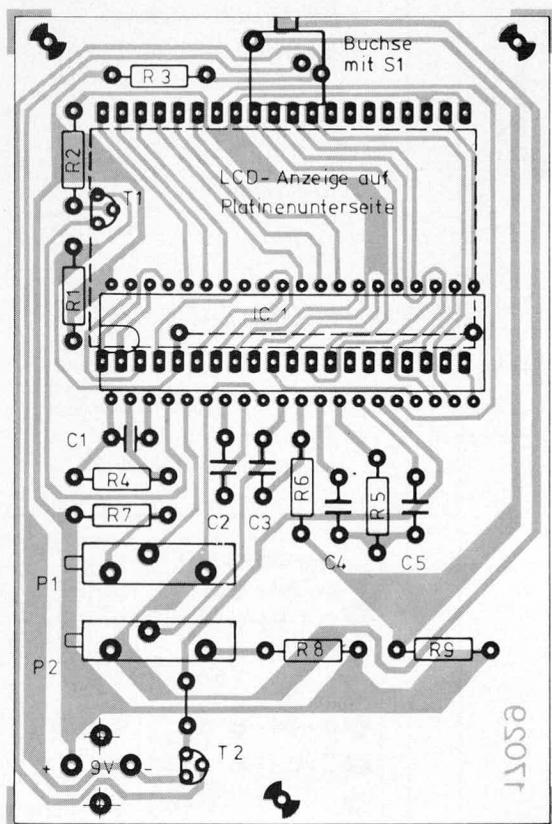
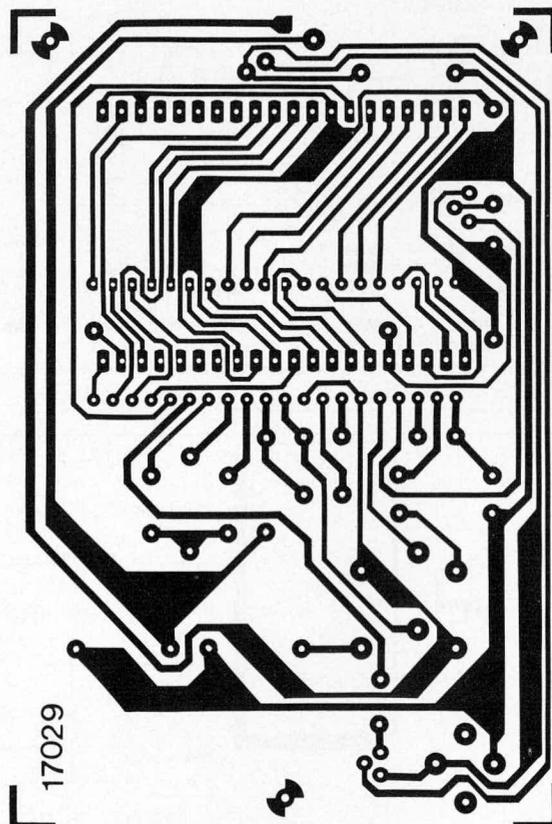


Bild 5  
Aufbau des Fühlers



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

# Automatische Kfz.-Lichtüberwachung

Dieses einfache und trotzdem sehr nützliche Gerät macht Sie mit einem harmonischen Dreiklang-Gong darauf aufmerksam, sollten Sie einmal vergessen haben, das Licht beim Verlassen Ihres Fahrzeuges auszuschalten.

Die automatische Kfz.-Lichtüberwachung schützt den Autofahrer vor unliebsamen Überraschungen beim Wiederantritt der Fahrt, wenn er beim Verlassen seines Autos vergessen hat, das Licht auszuschalten. Die Kfz.-Lichtüberwachung meldet sich akustisch mit einem wohlklingenden Dreiklang-Gong vor dem Verlassen des Fahrzeuges und erinnert somit den Fahrer an das noch eingeschaltete Licht.

## Zur Schaltung

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus dem Baustein SAB 0600, der das akustische Signal in Form eines Dreiklang-Gongs erzeugt. Der Trimmer R 4 bestimmt sowohl die Tonfolge als auch die Tonhöhe des Dreiklang-Gongs.

Aktiviert wird der Gong über den Transistor T 1. Liegt an keinem der Eingänge B und C + 12V an, sperrt T 1, so daß über den 12 kΩ Kollektorwiderstand der Gong freigegeben wird.

Die Eingänge A, PL, PR und B und C sind „oder-verknüpft“ und können individuell beschaltet werden.

## Der Anschluß

Die Schaltung ist ausgelegt für Kraftfahrzeuge mit dem Minuspol der Batterie an Masse, wobei der Anschluß selbst aus dem Bild 2 ersichtlich ist.

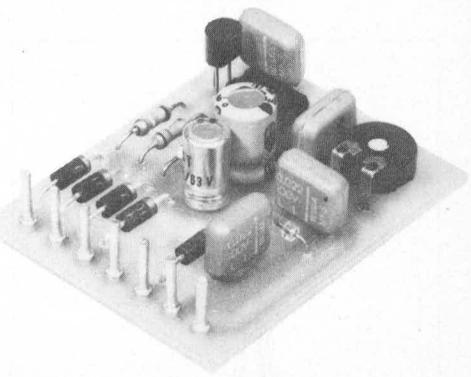
An den Punkt A wird der Punkt der Kraftfahrzeugbeleuchtung angeschlossen, der über den Lichtschalter nach Masse geschaltet wird.

Die Punkte PL und PR dienen der Parklichtüberwachung und können ggfs. frei bleiben.

An Punkt C ist der Punkt der Innenbeleuchtung zu legen, der über den Türkontakt nach Masse geschaltet wird, während an Punkt B der Zündschloßschalter angeschlossen wird.

Die Auslösung des Dreiklang-Gongs erfolgt bei abgeschalteter Zündung nach Öffnen einer Tür. Beim Schließen der Tür erlischt das Signal automatisch.

Da bei vielen modernen Pkw's die Parklichtschaltung mit dem Fahrtrichtungsschalter gekoppelt ist, bietet die Schaltung durch den Anschluß der Punkte PL (Parklicht links) und PR (Parklicht rechts) den zu-



sätzlichen Vorteil, auch diese Lampen zu überwachen, da beim Einbiegen in eine Parklücke die Gefahr groß ist, daß der Fahrtrichtungsschalter in der angezeigten Richtung bleibt und somit das Parklicht ungewollt eingeschaltet bleibt.

## Nachbau und Prüfung

Der Nachbau ist relativ einfach, da das Gerät aus wenigen Bauteilen besteht. Sind alle Bauteile in gewohnter Weise ordnungsgemäß eingelötet, kann die Funktion leicht überprüft werden:.

Man verwendet eine 12 V Gleichspannungsquelle und schließt den Punkt Masse I an Minus an. Dann legt man nacheinander an die Punkte A, PL und PR + 12 V an. In allen drei Fällen muß der Dreiklang-Gong ertönen.

Legt man zusätzlich an die Punkte B oder C + 12 V an, so muß der Dreiklang-Gong erlöschen.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz dieser nützlichen Schaltung.

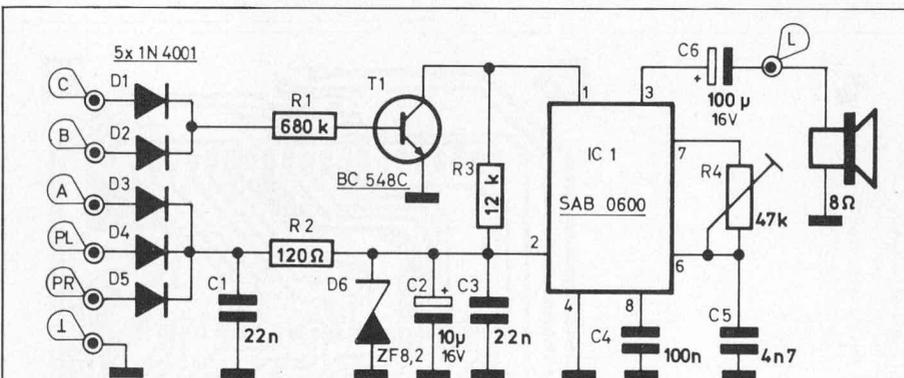
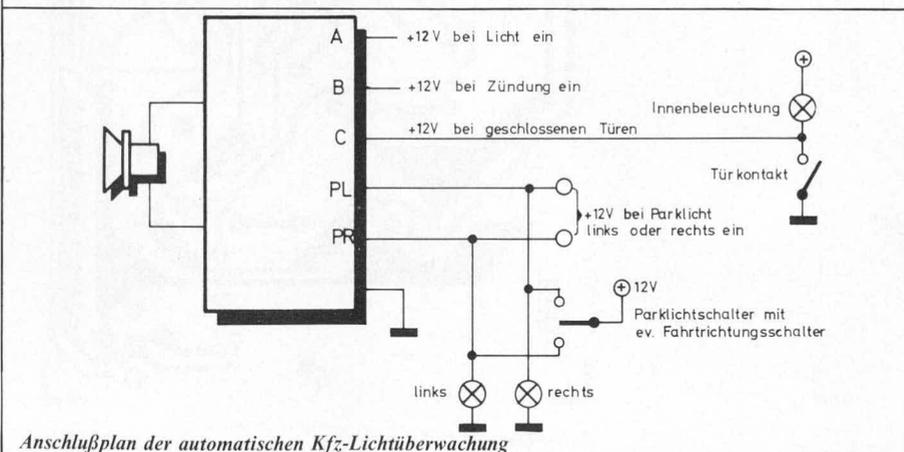


Bild 1: Schaltbild  
(Sollte der Gong zu laut sein, kann vom Punkt „L“ zum Lautsprecher ein 10 Ω bis 47 Ω Widerstand in Reihe geschaltet werden).



Anschlußplan der automatischen Kfz.-Lichtüberwachung

## Stückliste Kfz.-Lichtüberwachung

### Halbleiter

IC1 .....	SAB 0600
T1 .....	BC 548 C
D1 bis D5 .....	1 N 4148
D6 .....	ZF 8,2

### Kondensatoren

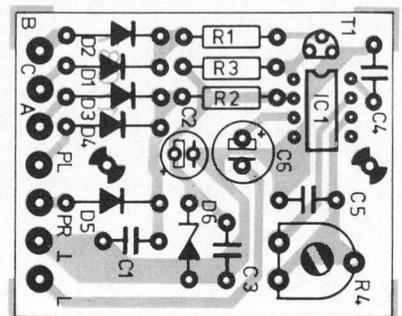
C1, C3 .....	22 nF
C2 .....	10 µF/16 V
C4 .....	100 nF
C5 .....	4,7 nF
C6 .....	100 µF/16 V

### Widerstände

R1 .....	680 kΩ
R2 .....	120 Ω
R3 .....	12 kΩ
R4 .....	47 kΩ, Trimmer

### Sonstiges

- 1 Lautsprecher, 8 Ω, 0,2 Watt
- Lötstifte



Bestückungsseite der Platine

# Das UNISCOPE von ELV-HAMEG

10 MHz UNIVERSAL-OSZILLOSKOPE)

*Auch im Computer-Zeitalter ist das Oszilloskop immer noch Meßgerät Nummer 1. Ganz abgesehen von der Tatsache, daß es bis heute als Kurvendarsteller durch kein anderes Gerät ersetzbar ist. Wir stellen Ihnen deshalb in Zusammenarbeit mit Deutschlands bedeutendstem Oszilloskop-Hersteller, der Firma HAMEG, ein völlig neuentwickeltes Gerät vor, das aufgrund seiner nachbausicheren und preiswürdigen Konzeption sicher vielen Hobby-Elektronikern den Wunsch nach einem hochwertigen Oszilloskop erfüllen wird. Das vorliegende Konzept, mit dem Namen UNISCOPE, voll ausgedrückt Universal-Oszilloskop, wurde von Fachleuten entwickelt, die seit mehr als 20 Jahren auf diesem Gebiet als Entwickler tätig sind. Es entspricht dem neuesten Stand der Technik in jeder Hinsicht.*

## Allgemeines

Das UNISCOPE ist im Frequenzbereich von 0 — 20 MHz auf allen Gebieten der Elektrotechnik bzw. der Elektronik anwendbar. Begnügt man sich mit kleineren Bildhöhen, wird auch noch der 27 MHz-Bereich erfaßt. Jedoch ist in diesem Bereich die Auswertbarkeit einzelner Details aufgrund der begrenzten Zeitaufösung stark beeinträchtigt. Es werden aber später Maßnahmen beschrieben, wie die Auflösung für bestimmte Fälle noch verbessert werden kann.

Durch den eingebauten Komponenten-Tester wird die universelle Anwendbarkeit des Gerätes noch beträchtlich erhöht. Besonders für den Test von Halbleitern hat sich diese Einrichtung in den letzten Jahren hervorragend bewährt. Vor allem sind auch sogenannte IN CIRCUIT-Test's möglich. Dabei sind komplexe Schaltungsteile sehr gut durch Vergleichsmessungen zu analysieren. Die Bestimmung der Spulen-, Kondensatoren- und Widerstandswerte ist jedoch nur relativ grob möglich. Trotz des hohen Bedienungskomforts ist das UNISCOPE sehr einfach zu handhaben. Auch dem Newcomer auf dem Gebiet der Oszillografie wird es nicht schwerfallen, sich in kurzer Zeit mit dem Gerät vertraut zu machen.

Wie aus dem nachstehenden Frontbild ersichtlich, sind die umrahmten Bedienfelder nebeneinander angeordnet. Alle Anschlußbuchsen befinden sich am unteren Geräte- teil. Die Bedienung wird daher nicht durch herabhängende Kabel beeinträchtigt. Zur weiteren Vereinfachung der Bedienung

werden außer den beiden Drehschaltern für Amplitude und Ablenkzeit nur Drucktasten verwendet. Als Anschlußbuchsen dienen vorzugsweise BNC-Typen. Das Gehäuse besteht aus 2 Halbschalen sowie Vorder- und Rückteil. Durch das Lösen von einigen Schrauben können die obere und untere Halbschale abgenommen werden, so daß alle Bauteile von oben und unten leicht zugänglich sind. Das UNISCOPE ist daher auch als sehr servicefreundlich zu bezeichnen. Für die Schrägstellung des Gerätes sind an der Unterseite Aufstellbügel angebracht. Die Bauart des Gehäuses wurde so gewählt, daß der Nachbau auch ohne größeren Maschinenaufwand mit Eigenmitteln möglich ist. Durch die Verwendung von diversen integrierten Bausteinen wurden alle Bauteile auf einer Leiterplatte untergebracht, so daß im Gerät kaum Drähte sichtbar sind. Es versteht sich von selbst, daß die Ein-Leiterplattentechnik der verwendeten Flachbauform sehr entgegenkommt. Das Bestreben, auch komplizierte Geräte relativ einfach aufzubauen, wurde beim ELV-UNISCOPE in einer Form realisiert, die als beispielhaft gelten kann.

## Das Blockschaltbild

Das UNISCOPE besteht im wesentlichen aus 4 Funktionsgruppen:

1. Vertikalablenkung,
2. Zeitablenkung,
3. Bildröhre,
4. Netzteil

Der Vertikalablenkteil hat die Aufgabe, das aufzuzeichnende Signal von der Eingangsbuchse bis an die Vertikal-Ablenkplatten der Bildröhre möglichst naturgetreu zu übertragen. Die Anpassung der Signalamplitude an die gewünschte Bildhöhe ist mit Hilfe des Eingangsteilers und dem Y-Ampl. Feinregler möglich. Die Positionierung des Bildes in vertikaler Richtung ist mit dem Y-Pos.-Regler einstellbar. Alle für die Vertikalablenkung verantwortlichen Baugruppen sind im Blockschaltbild mit dem Buchstaben Y vor der Bezeichnung gekennzeichnet. Die zu den einzelnen Baugruppen hin-führenden Pfeile sind mit den Spannungswerten versehen, die für die Versorgung der entsprechenden Baugruppe notwendig sind. Die am Y-Eingang befindliche, mit GD-CT bezeichnete Umschalttaste, dient zur Umschaltung des Meßverstärkers nach Masse sowie der gleichzeitigen Einschaltung des Komponententesters.

Mit der Zeitablenkung wird die Anzahl der Kurvenbilder bzw. deren Länge in horizontaler Richtung eingestellt. Die entsprechenden Baugruppen befinden sich auf der unteren Hälfte des Blockschaltbildes. Um überhaupt stehende Bilder zu erhalten, muß die Zeitbasis getriggert werden. Zu diesem Zweck befindet sich vor der Zeitbasis ein Spannungscomparator. Dieser hat die Aufgabe, alle ankommenden Signale in Rechteckimpulse mit TTL-Pegel umzuwandeln, mit denen dann die Zeitbasis getriggert

## Technische Daten

### Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich: 0—10 MHz (-3 dB),  
0—15 MHz (-6 dB).

Anstiegszeit: ca. 35 ns.

Überschwingen: maximal 1 %.

Ablenkkoeffizienten: 12 geeichte Stell. von 5 mV/cm bis 20 V/cm (1-2-5 Teilung).

Genauigkeit besser als  $\pm 5\%$ .

Eingangsimpedanz 1 M $\Omega$ /ca. 20 pF.

Eingangskopplung umschaltbar: DC-AC-GD.

Eingangsspannung max. 500 V (DC + Sp. AC).

### Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 18 geeichte Stellungen von 0,2 s/cm—0,5  $\mu$ s/cm (1-2-5 Teilung), mit Feinregler uncalibr. bis ca. 0,2  $\mu$ s/cm. Genauigkeit der cal. Stell. besser als  $\pm 5\%$ . Normallänge der Zeitlinie ca. 7 cm.

**Triggerung** int. oder ext., pos. und neg., automatisch oder mit einstellb. Niveau.

**Triggerempfindlichkeit:** ca. 3 mm im Frequenzbereich 2 Hz bis 30 MHz.

### Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich 1 Hz—1 MHz (-3dB).

Ablenkkoeffizient: ca. 0,75 V/cm.

Eingangsimpedanz: ca. 1 M $\Omega$ /25 pF.

### Componenten-Tester

Testspannung: max. 8,6 Veff. (Leerlauf).

Teststrom: max. 28 mAeff. (Kurzschluß).

Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz.

Prüfkreis liegt einseitig an Masse.

### Sonstiges

**Strahlröhre:** 75 ARB 1 (75 mm  $\varnothing$ )

Beschleunigungsspannung: 1 kV.

Eingebauter 1 kHz-Rechteckgenerator für Tastteiler-Abgleich (0,2 V  $\pm 1\%$ ).

**Elektronische Regelung** aller wichtigen Speisespannungen einschl. Hochspannung. Netzanschluß für 110, 127, 220, 237 V~, zuläss. Netzspannungsschwankung  $\pm 10\%$ . Netzfrequenzbereich 50—60 Hz.

**Leistungsaufnahme:** ca. 24 W.

Gewicht: ca. 3,7 kg.

Gehäuse: 285 x 95 x 290 mm

Änderungen vorbehalten.

wird. Das Triggersignal wird bei interner Triggerung dem Y-Verstärker entnommen. An dem mit LEVEL bezeichneten Regler wird der Triggereinsatzpunkt bestimmt, der zeitlich mit dem Beginn der Kurve auf dem Schirm zusammenfällt. Mit der vor dem Comparator befindlichen Umschalttaste ist die Polaritätswahl des Triggersignals möglich, womit auch gleichzeitig die Startrichtung des Strahls auf dem Bildschirm in vertikaler Richtung bestimmt wird. Die mit TV bezeichnete Taste bewirkt im gedrückten Zustand, daß bei der Aufzeichnung von Fernsehsignalen mit Bildfrequenz die dabei störenden Zeilenimpulse unterdrückt werden.

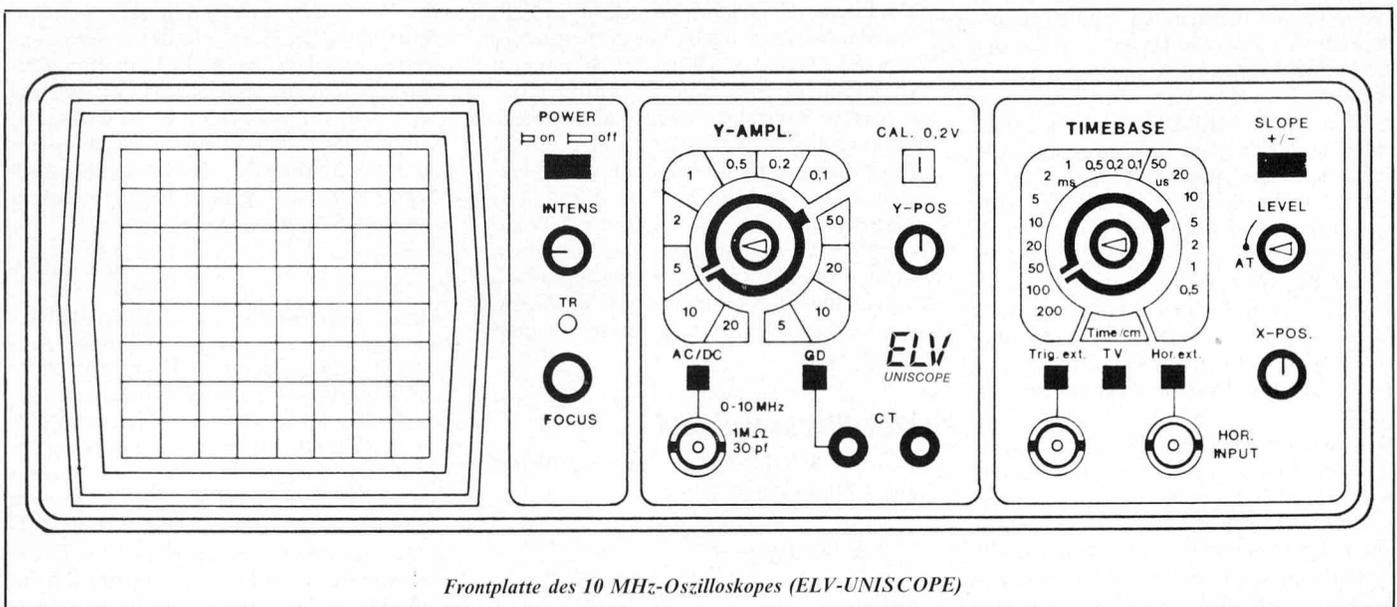
Die Ablenkplatten der Bildröhre werden von den beiden Ablenkeinrichtungen ge-

steuert, während die für den Start des Strahl's erforderliche Helltastung vom Zeitbasisgenerator auserfolgt. Die dabei erforderliche Überwindung des Spannungspotential's zwischen dem Zeitbasisgenerator und dem Hochspannungskreis der Bildröhre wird mittels Optokoppler bewirkt. Im Hochspannungskreis befinden sich auch die Regler für Helligkeit und Schärfe des Kathodenstrahls.

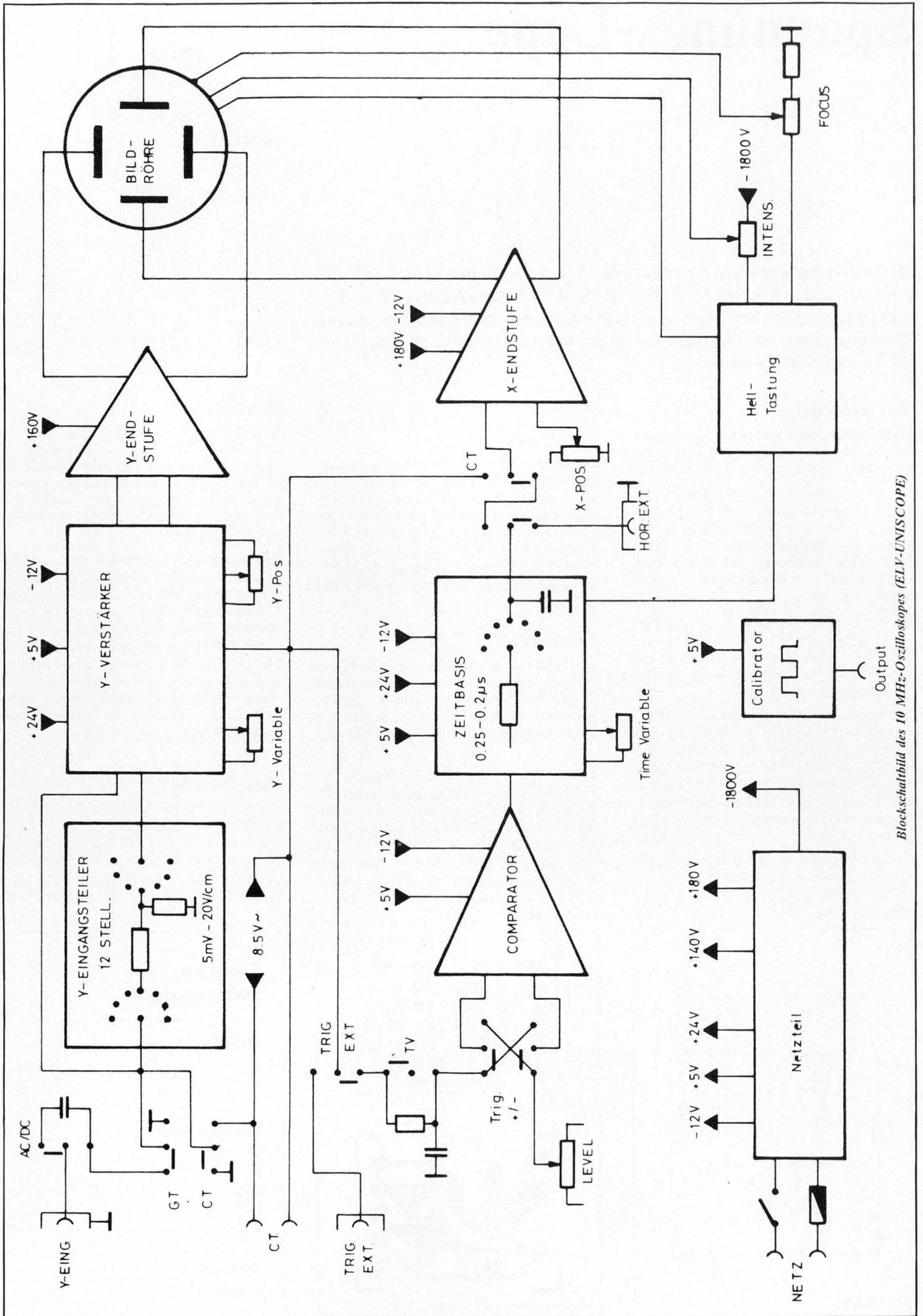
Im Netzteil werden alle Niederspannungen und die Hochspannung erzeugt. Alle Niederspannungen (-12 V, +5 V, +24 V) sind mit Hilfe von Festspannungsreglern stabilisiert. Für die Erzeugung der Hochspannung besitzt der Netztrafo eine 500 V-Wicklung. Die Spannung wird dann vervielfacht und

über eine elektronische Stabilisierung dem Hochspannungskreis zugeführt. Netzschwankungen von  $\pm 10\%$  haben auf die stabilisierten Spannungen keinen Einfluß. Die Versorgungsspannungen der Ablenkendstufen (+140 u. 180 V) sind nicht stabilisiert. Sie haben jedoch auch bei größeren Netzschwankungen auf die Bildstabilität relativ wenig Einfluß.

Im 2. Teil stellen wir Ihnen dann die technischen Einzelheiten der im Blockschaltbild aufgeführten wesentlichen Komponenten vor, als da sind Vertikal-Ablenkung mit Meßverstärker und Eingangsteiler, Horizontal-Ablenkung, Bildröhre, Netzteil usw., sowie die komplette Schaltung mit umfassender Schaltungsbeschreibung.

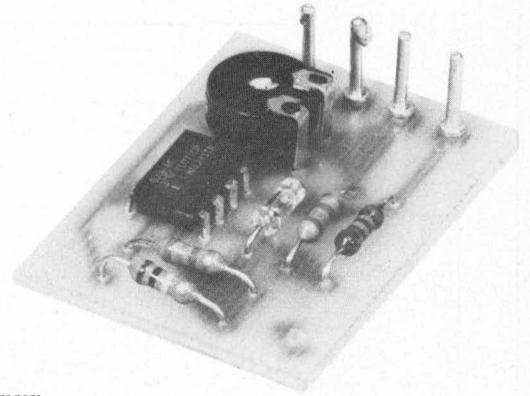


Frontplatte des 10 MHz-Oszilloskopes (ELV-UNISCOPE)



Blockschaltbild des 10 MHz-Oszilloskopes (ELV-UNISCOPE)

# Spannungs-Lupe



*Besonders bei analogen Spannungsmeßgeräten kommt es vor, daß nur ein bestimmter Bereich (z. B. von 10 V—15 V) interessant ist. Um hier nun zu einer größeren Ablesegenauigkeit zu gelangen, kann diese kleine Schaltung eingesetzt werden, indem der untere Bereich (z. B. von 0 V—10 V) unterdrückt wird.*

## Zur Schaltung

Die Schaltung stellt im Prinzip nichts anderes dar, als eine hochpräzise Z-Diode, die eine exakte Spannung von 10 V aufweist.

In der vorliegenden Dimensionierung ist die Schaltung so ausgelegt, daß ein Analogmeßwerk mit 5 V Vollausschlag an die Punkte A und B angeschlossen wird, und die zu messende Spannung sich zwischen 10 und 15 V bewegt und an die Punkte A und D anzuschließen ist.

Solange die Meßspannung, die wie gesagt an die Punkte A und D anzuschließen ist, unterhalb 10 V liegt, befindet sich der Ausgang des IC 1 (Pin 6) nahezu auf positivem Versorgungsspannungsniveau.

Übersteigt die Meßspannung die 10-V-Grenze, wird, bedingt durch das Zusammenspiel der Z-Diode mit den Widerständen R2—R5 in Verbindung mit dem Operationsverstärker IC 1, der Punkt B konstant auf 10 V gehalten, wobei R 1 ein sicheres Arbeiten bei niedrigeren Spannungen gewährleistet.

An den Punkten A und B liegt nun eine Spannung an, die sich als Differenz aus der Meßspannung abzüglich der 10-V-Konstantspannung ergibt, d. h. bei 12 V Ein-

gangsspannung werden mit dem Meßwerk 2 V angezeigt, bei 14 V Meßspannung werden 4 V angezeigt.

Da das IC 1 einen Minimumspannungsabfall zwischen Ausgang und Versorgungsspannung von 1—1,5 V benötigt, ist die Anzeige des eingesetzten Analogspannungsmeßwerkes erst ab einem angezeigten Wert von oberhalb 1,5 V auswertbar, d. h. in unserem Falle können Spannungen ab 11,5 V mit hinreichender Genauigkeit abgelesen werden.

## Einstellung

Der Abgleich der Schaltung geschieht auf einfache Weise, indem an die Punkte A und D eine Spannung von 12—15 V angelegt wird und mit dem Trimmer R 3 zwischen den Punkten B und D 10,0 V eingestellt werden.

Durch Herausführen des zusätzlichen Punktes C kann mit Hilfe eines zwischen die Punkte B und C extern anzuschließenden Widerstandes (evtl. Trimmer) die von der Meßspannung abzuziehende Konstantspannung (hier 10 V) ggfs. noch über einen Schalter geändert werden, wobei im allgemeinen dieser Punkt C jedoch unbeschaltet bleiben wird.

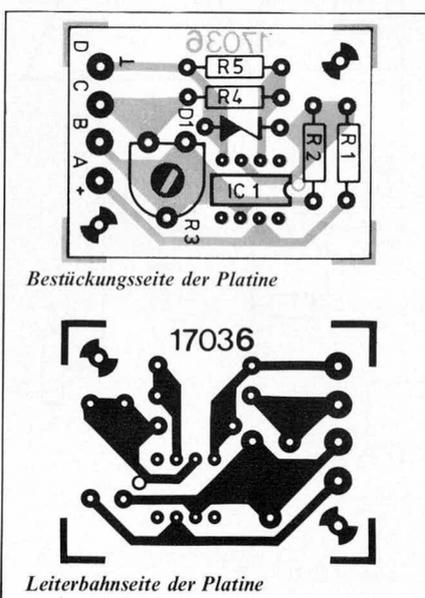
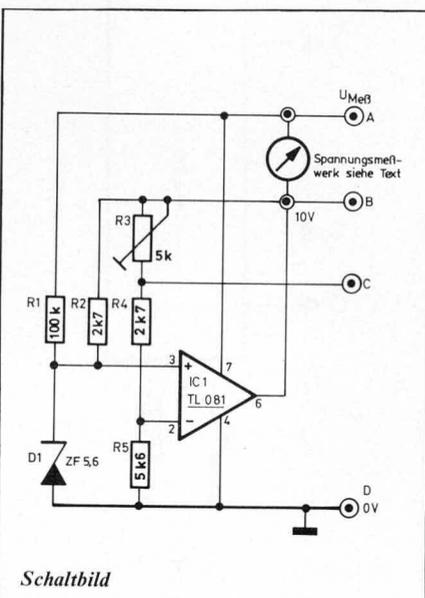
## Das Meßwerk

Einer der häufigsten Anwendungsfälle wird sicherlich im Kfz. die Bordspannungsmessung im Bereich zwischen 11 und 14 V sein, so daß sich ein Spannungsmeßwerk mit einem Vollausschlag von 5 V anbietet, mit dem Messungen von 10 (11,5) bis 15 V ermöglicht werden.

Selbstverständlich können auch andere Spannungsbereiche herausgegriffen werden, wobei der Widerstand R 2 auf 8,2 k und R 4 auf 12 kΩ erhöht werden müssen, um einen Spannungsbereich von 20—25 V bei einem 5 V Spannungsmeßwerk bzw. 20—30 V bei einem 10 V Spannungsmeßwerk zu realisieren, wobei immer darauf geachtet werden sollte, daß die am Spannungsmeßwerk gemachte Anzeige im Bereich unterhalb 1,5 V nicht aussagefähig ist.

## Zum Nachbau

Der Nachbau dieser kleinen und interessanten Schaltung gestaltet sich recht einfach, wobei zunächst die Lötstifte, dann die Widerstände, der Trimmer, die Z-Diode (auf richtige Polung achten) und als letztes das IC eingelötet wird. Dem Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.



## Stückliste SpannungsLupe

### Halbleiter

IC1 ..... TL 081  
D1 ..... ZF 5,6

### Widerstände

R1 ..... 100 kΩ  
R2 ..... 2,7 Ω  
R3 ..... 5 kΩ, Trimmer  
R4 ..... 2,7 kΩ  
R5 ..... 5,6 kΩ

### Sonstiges

Lötstifte

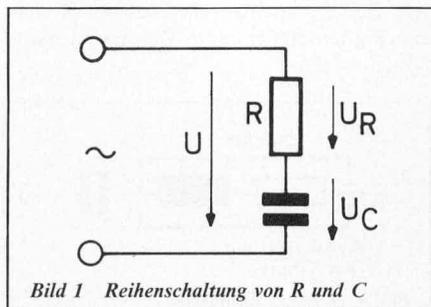
# Grundlagen für die Elektronik

## Teil 8:

# Zusammengesetzte Schaltungen und Schwingkreise

9. Anfangs wollen wir verschiedene Schaltungsvarianten betrachten, bestehend aus R, L und C. Die auftretenden Spannungen und Ströme sollen besonders beachtet werden.

9.1. Reihenschaltung von Kondensator und Wirkwiderstand



Bei dieser Schaltungsart fließt durch beide Bauteile derselbe Strom, und am Wirkwiderstand fällt die Spannung  $U_w$  und am kapazitiven Blindwiderstand die Spannung  $U_c$  ab. Der Gesamtleistungsfaktor (siehe auch Teil 7) liegt zwischen Null (100% Blindanteil) beim Kondensator und 1 (100% Wirkanteil) beim Wirkwiderstand.

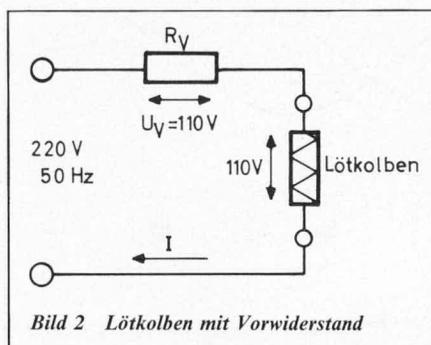
Hierzu nun nähere Betrachtungen anhand eines Beispiels:

Ein LötKolben hat bei 110 Volt, 50 Hz eine Leistungsaufnahme von 60 Watt. Dieser Kolben soll nun an einer Spannung von 220 Volt bei gleicher Frequenz betrieben werden.

Es wäre möglich, dem LötKolben einen Wirkwiderstand vorzuschalten, jedoch würde dieser sehr viel Verlustleistung in Form von Wärme abstrahlen müssen.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 0,55 \text{ A}$$

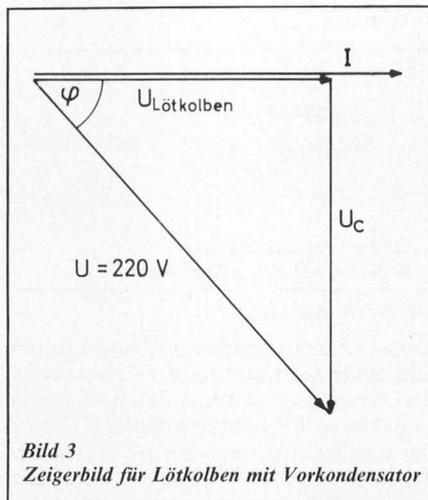
$$P_v = U_v \cdot I = 110 \text{ V} \cdot 0,55 \text{ A} = 60 \text{ W}$$



Diese Verlustleistung würde in Wärme umgesetzt werden, wenn ein Wirkwiderstand zum Einsatz käme.

Statt dessen soll nun einmal ein „Vorkondensator“ berechnet werden.

Die Spannung, die am Vorkondensator abfallen muß, berechnet sich folgendermaßen:



$$U^2 = U_{\text{Löt}}^2 + U_c^2$$

$$U_c^2 = U^2 - U_{\text{Löt}}^2$$

$$U_c = \sqrt{U^2 - U_{\text{Löt}}^2}$$

$$U_c = \sqrt{220^2 - 110^2}$$

$$U_c = \sqrt{36\,300} = 190,53 \text{ V}$$

Hier ist wieder einmal deutlich zu sehen, daß bei „normaler“ Addition (nicht geometrischer Addition) der Teilspannungen, nämlich  $190,53 \text{ V} + 110 \text{ V} = 300,53 \text{ V}$ , eine völlig falsche Gesamtspannung errechnet werden würde.

Es bleibt nun noch der kapazitive Blindwiderstand und die Kapazität zu berechnen, bei der bei einem Strom von  $0,55 \text{ A}$  ein Spannungsabfall von  $190,53 \text{ V}$  entsteht.

$$I = 0,55 \text{ A}; U_c = 190,53 \text{ V}$$

$$X_c = ? \quad X_c = \frac{U_c}{I} = \frac{190,53 \text{ V}}{0,55 \text{ A}}$$

$$= 346,4 \Omega$$

Für den Kondensator ergibt sich nachstehender Kapazitätswert

$$X_c = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot c}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 346,4}$$

$$= 9,19 \mu\text{F}$$

Durch Vorschalten dieses Kondensators wird die Spannung für den LötKolben von  $220 \text{ V}$  auf  $110 \text{ V}$  herabgesetzt.

Am Kondensator entsteht dann eine Blindleistung von

$$Q_c = U_c \cdot I = 190,53 \cdot 0,55 \text{ A}$$

$$Q_c = 104,8 \text{ Var}$$

9.2. Wirkwiderstand, induktiver Blindwiderstand und kapazitiver Blindwiderstand in Reihenschaltung

Werden die drei genannten Bauteile in Reihe geschaltet, so entstehen in der Induktivität und in der Kapazität entgegengesetzte Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung. Aus diesem Grund können induktive Blindspannungen und kapazitive Blindspannungen, wie auch die entsprechenden Widerstände, voneinander abgezogen werden. Dagegen müssen verschiedenartige Spannungen und Widerstände bekanntlich geometrisch addiert werden. Diese Summe der Widerstände ist der Scheinwiderstand „Z“.

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

Scheinwiderstand bei Reihenschaltung von R, L, C

Beispiel:

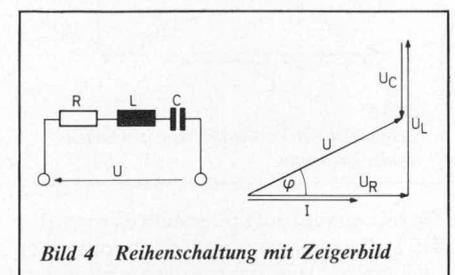
Eine Reihenschaltung von  $R = 500 \Omega$ ,

Eine Reihenschaltung von  $C = 10 \mu\text{F}$ ,

Eine Reihenschaltung von  $L = 2 \text{ H}$

Eine Reihenschaltung von  $U = 220 \text{ V}$

Eine Reihenschaltung von  $f = 30 \text{ Hz}$



Wie groß sind die Teilspannungen?

Zunächst sollen  $X_L$  und  $X_C$  berechnet und hiermit dann der Scheinwiderstand bestimmt werden.

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2 = 628,32 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 318,31 \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{500^2 + (628,32 - 318,31)^2}$$

$$Z = \sqrt{346106} = 588,31 \Omega$$

Der Strom, der durch diese Reihenschaltung fließt, errechnet sich wie folgt:

$$I = \frac{U}{Z}$$

[ohmsches Gesetz für Wechselstrom]

$$I = \frac{220 \text{ V}}{588,31 \Omega} = 0,374 \text{ A}$$

Der Strom  $I$  ist für alle drei Widerstände der gleiche.

Interessant wird es bei der Bestimmung der Teilspannungen.

Spannung am ohmschen Widerstand:

$$U_R \cdot R = 0,374 \text{ A} \cdot 500 \Omega = 187 \text{ V}$$

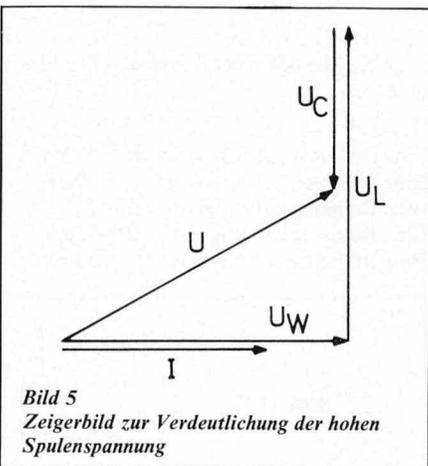
Spannung am kapazitiven Blindwiderstand:

$$U_C = I \cdot X_C = 0,374 \text{ A} \cdot 318,31 \Omega = 119,05 \text{ V}$$

Spannung am induktiven Blindwiderstand:

$$X_L = I \cdot X_L = 0,374 \text{ A} \cdot 628,32 \Omega = 234,99 \text{ V}$$

Die Spannung am induktiven Blindwiderstand ist offensichtlich größer als die Gesamtspannung. Das dazugehörige Zeigerbild soll die Zusammenhänge verdeutlichen:



Es soll noch einmal klargestellt werden, daß die Teilspannungen tatsächlich vorhanden und meßbar sind. Durch die nachfolgende

geometrische Addition wird bewiesen, daß sich aus den Teilspannungen die anliegende Netzspannung errechnen läßt.

$$U = \sqrt{U_W^2 + (U_L - U_C)^2}$$

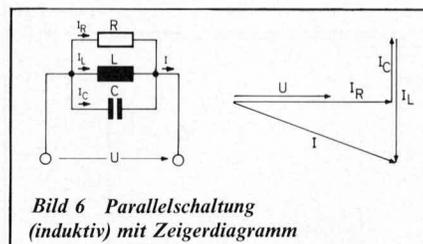
$$U = \sqrt{187^2 + (234,99 - 119,05)^2}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Überwiegt der induktive Blindwiderstand gegenüber dem kapazitiven, so wirkt die Gesamtschaltung induktiv. Im anderen Fall wirkt die Schaltung kapazitiv. Sind beide Blindwiderstände gleich groß, dann heben sie sich in ihrer Wirkung vollständig auf und der Strom erreicht seinen Höchstwert, da er nur noch durch den Wirkwiderstand „R“ bestimmt wird.

### 9.3. Parallelschaltung von R, L und C

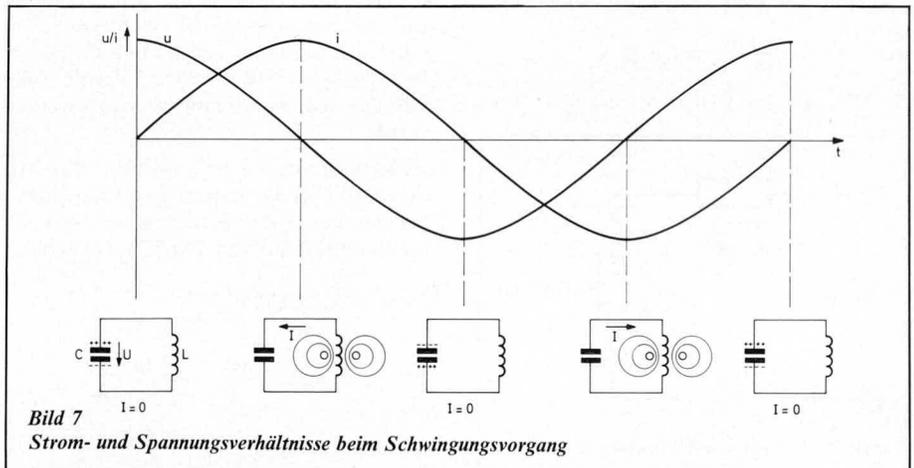
Bei dieser Parallelschaltung eilt der Strom in der Induktivität gegenüber der Spannung um  $90^\circ$  nach. Der Strom im Kondensator dagegen um  $90^\circ$  voraus. Die Gesamtwirkung der Schaltung ist davon abhängig, welcher Blindstromanteil überwiegt. Sind beide Ströme gleich groß, so heben sie sich aufgrund ihrer Phasenverschiebung auf und der fließende Strom wird nur noch durch R bestimmt.



### 10. Schwingkreise

Legt man einen geladenen Kondensator an eine Spule, so entlädt sich der Kondensator. Der Entladestrom fließt durch die Spule und baut in ihr ein Magnetfeld auf. Sobald der Kondensator entladen ist, beginnt das Magnetfeld zu schwinden. Hierdurch entsteht eine Selbstinduktionsspannung (Lenzsche Regel), durch die der Strom in gleicher Richtung, wie der Entladestrom des Kondensators, weiterfließt. Der Kondensator wird jetzt mit entgegengesetzter Polarität aufgeladen. Wenn kein Ladestrom mehr fließt, beginnt wieder der Entladevorgang über die Spule und der Vorgang läuft erneut ab.

Die Ladung des Kondensators und das magnetische Feld der Spule wechseln sich periodisch ab.



In einem praktischen Schwingkreis wird der fließende Strom durch den ohmschen Widerstand der Spule bedämpft. Die Spannung und der Strom werden mit jeder Schwingung kleiner, bis sie völlig abgeklungen sind. Dann nämlich hat sich die gesamte Energie in Wärme umgesetzt.

Eine abklingende Schwingung nennt man gedämpfte Schwingung.

### 10.1. Resonanz

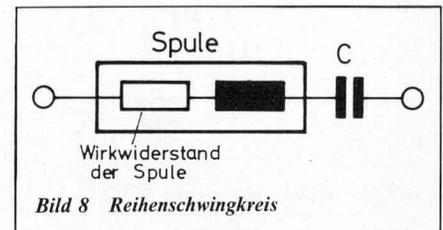
Durch die Größe von Induktivität und Kapazität ist die Frequenz eines Schwingkreises festgelegt.

Damit jedoch die Schwingung nicht infolge der Dämpfung aufhört, muß der Schwingkreis fortlaufend von außen mit einer Frequenz angeregt werden, die genau seiner Eigenfrequenz entspricht. Dieses Mitschwingen bei Anregung nennt man Resonanz.

Ein Schwingkreis ist also in Resonanz, wenn die anregende Frequenz gleich der Eigenfrequenz des Schwingkreises ist.

### 10.2. Der Reihenschwingkreis

Als Reihenschwingkreis bezeichnet man eine Reihenschaltung aus Kondensator und Spule.



Wie wir unter 9.2. gesehen haben, ist der Strom bei dieser Schaltung am größten, wenn der induktive und der kapazitive Widerstand gleichgroß sind. Sie heben sich dann in ihrer Wirkung auf und der Strom wird lediglich durch den Wirkwiderstand bestimmt. In diesem Fall herrscht Resonanz.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \hat{=} \text{Resonanzfrequenz}$$

Nach ihrem Entdecker wird die Formel als „Thomsonische Schwingungsformel“ bezeichnet.

Beim nächsten Mal werden wir das Gebiet der Schwingkreise abschließen und mit einem neuen Thema beginnen.

# ELV-Serie 7000

## 1-GHz-Frequenzzähler FZ 7000

*Die hier vorgestellte Schaltung eines 1-GHz-Frequenzzählers reiht sich in die ELV-Serie 7000 ein, sowohl hinsichtlich des anspruchsvollen Designs als auch wegen des ausgezeichneten PreisLeistungsverhältnisses. Die Schaltung, die trotz ihres Umfangs in einem einzigen abgeschlossenen Artikel vorgestellt und beschrieben wird, stellt in ihrer Grundversion einen 50-MHz-Frequenzzähler dar, der durch Hinzufügen eines 2. Vorverstärkers/ Teilers auf einfachste Weise zu einem 1-GHz-Frequenzzähler erweitert werden kann.*

*Hier nun die herausragenden Daten in Kurzform:*

- Ereignis-, Perioden- und Frequenzmessungen
- Überstreichung des gesamten Bereiches von DC bis 50 MHz mit einem einzigen Vorverstärker
- nur ein weiterer Vorverstärker für den Bereich von 50 MHz bis 1 GHz erforderlich
- hoher Bedienungskomfort durch Einsatz eines einzigen Präzisionsdrehalters für alle Meßbereiche und Meßarten
- hell leuchtende, achtstellige LED-Anzeige
- hohe Nachbausicherheit für eine Schaltung dieser Qualität und Komplexität

### Allgemeines

Die herausragenden Merkmale dieses 1-GHz-Frequenzzählers aus unserer ELV-Serie 7000 wurden bereits im Vorwort kurz angesprochen.

Besonders stolz sind wir in diesem Zusammenhang darauf, Ihnen einen Vorverstärker präsentieren zu können, der von DC—(0 Hz) bis 50 MHz reicht. Also den gesamten Frequenzbereich bis 50 MHz einschließlich Gleichspannungsverarbeitung überstreicht, so daß eine Umschaltung der Eingänge bei Änderung der Meßart (Ereignis-, Perioden- oder Frequenzmessung) im Bereich bis 50 MHz nicht mehr erforderlich ist, was den Bedienungskomfort stark erhöht. Die Empfindlichkeit dieses einzigartigen Vorverstärkers liegt nahezu im gesamten Bereich bei typisch 20 mV<sub>eff</sub>.

Für Messungen im Frequenzbereich oberhalb 50 MHz steht ein zweiter Vorverstärker zur Verfügung, der mit einer Empfindlichkeit von ebenfalls typisch 20 mV<sub>eff</sub> einen Frequenzbereich bis hinauf zu 1 GHz überstreicht.

Durch ausgefeilte Schaltungstechnik und optimiertes Layout wird eine große Nachbausicherheit erreicht, so daß auch dieses Gerät der Serie 7000 von vielen Hobby-

Elektronikern, die schon etwas Erfahrung beim Aufbau von qualifizierten Schaltungen gesammelt haben, erfolgreich aufgebaut werden sollte.

Wir wollen nicht versäumen, an dieser Stelle auf unseren Reparaturservice hinzuweisen (näheres hierzu lesen Sie bitte auf der Seite 85), der Sie bei Auftreten von Problemen unterstützt und Ihr Gerät ggfs. instandsetzt. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß im Normalfall, hat man die Investition der Bauteile erst einmal getätigt, am Ende ein hochwertiger und funktionssicherer Frequenzzähler steht.

### Bedienung und Funktion

Mit dem Präzisionsdrehalter S 1 werden Meßart bzw. Meßbereich eingestellt, wobei folgende Meßmöglichkeiten bestehen:

Schalterstellung 1:

Ereigniszählung

Schalterstellung 2:

Periodendauermessung einer einzelnen Periode

Schalterstellung 3:

Periodendauermessung von 10 aufeinanderfolgenden Perioden bei anschließender Division durch 10, so daß auf der Anzeige der Mittelwert von 10

Perioden angezeigt wird mit einer Auflösung von 0,1  $\mu$ s (!)

Schalterstellung 4:

Frequenzmessungen von 0—50 MHz bei einer Torzeit von 1 sec.

Schalterstellung 5:

Frequenzmessungen von 0—50 MHz bei einer Torzeit von 0,1 sec. bei einer Meßfolgeschwindigkeit von 5 Messungen pro sec.

Schalterstellung 6:

Frequenzmessungen im Bereich von 50 MHz—1 GHz

Für Messungen in den Bereichen der ersten fünf Schalterstellungen ist das Meßsignal auf den Vorverstärker 1 zu geben (DC bis 50 MHz), während in Schalterstellung 6 das Meßsignal auf den Vorverstärker 2 (50 MHz—1 GHz) gegeben wird.

Bei hinreichend großem Eingangssignal (ca. 50 mV<sub>eff</sub>) sind mit dem Vorverstärker 2 auch Messungen unterhalb 50 MHz bis hinunter zu 20 MHz möglich, so daß eine ausreichend große Überschneidung der einzelnen Meßbereiche gewährleistet ist.

Vorstehend gemachte Ausführungen lassen erkennen, welche komfortable und qualitativ hochwertige Schaltung im ELV-Labor entwickelt wurde.



Ansicht des fertigen 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

## Zur Schaltung

Das Herz der Schaltung wird durch den hochintegrierten Schaltkreis des Typs LS 7031 dargestellt, der einen Zählerbaustein darstellt mit acht Speichern, Dekodern und entsprechenden Ausgängen um acht 7-Segment-LED-Anzeigen im Multiplexverfahren anzusteuern.

Die Multiplexausgänge für die sieben Segmente der Anzeigen werden über das IC 10 des Typs CD 4511 dekodiert und über die nachgeschalteten Emitterfolger T 1—T 7 mit den zugehörigen Widerständen R 26—R 32 auf die sieben Segmente der LED-Anzeigen gegeben.

Die Ausgänge zur Ansteuerung der acht Digits schalten die Transistoren T 8—T 15.

Durch die verhältnismäßig aufwendige Ansteuerung der achtstelligen Anzeige (allein 15 Transistoren, davon acht Darlington) ist eine hell und gleichmäßig leuchtende Anzeige gewährleistet.

Bevor wir mit der weiteren Beschreibung des Digitalteils fortfahren, wollen wir noch auf eine Besonderheit des Haupt-IC's (IC 9) eingehen:

Alle Funktionen dieses IC's sind für den Aufbau eines achtstelligen Zählers ausgelegt bis auf den Zähler selbst, der lediglich für die sechs höherwertigen Stellen integriert ist. Dies hat den entscheidenden Vorteil, daß die beiden rechten Stellen zum Zählern der Einer und der Zehner als separate Dekadenzählerbausteine mit BCD-Ausgängen angeschlossen werden können. Auf diese Weise ist es möglich, entsprechend schnelle IC's zu verwenden, die aufgrund anderer Technologien bedeutend schneller zählen können, als dies bei so hochintegrierten Bausteinen, wie dem Haupt-IC überhaupt möglich ist.

Das IC 7 des Typs SN 74 196 kann Frequenzen bis 50 MHz verarbeiten, die durch zehn geteilt dann auf das IC 8 des Typs SN 74 LS 90 gegeben werden. Die dort zur Verfügung

stehende max. Frequenz wird vom Haupt-IC 9 problemlos verarbeitet.

An dieser Stelle wollen wir besonders darauf hinweisen, daß für sämtliche Halbleiterbauelemente ausschließlich Markenqualität eingesetzt werden sollte, da unsere Versuche ergeben haben, daß z. B. bei Einsatz des IC 8 als Typ 2. Wahl sich u. U. eine Frequenzverdopplung in einigen Bereichen ergeben kann aufgrund von internen Spannungsschwankungen der Ausgänge dieses IC's, die von den angesteuerten Eingängen des IC 9 als Impulse gewertet werden können. Eine Fehlersuche ist dann mit normalen Hilfsmitteln nur schwer möglich. Der Einsatz von Marken-IC's gibt einem die Sicherheit des einwandfreien Arbeitens der Schaltung, selbstverständlich immer vorausgesetzt, daß keine anderen Fehler gemacht wurden.

Die Quarzeitbasis besteht aus dem Quarzoszillator, aufgebaut mit dem Transistor T 18 mit Zusatzbeschaltung, sowie einem 2-MHz-Quarz mit nachgeschalteter Teilerkette, so daß die benötigten Frequenzen von 1 MHz, 10 Hz, 1 Hz und 1,5625 Hz (für die Torzeit des 1 GHz-Vorverstärkers/Teilers) zur Verfügung stehen.

Über die linke Hälfte des Präzisionsdreherschalters S 1 werden die Gatter N 1—N 3, N 5—N 8 sowie N 13 so angesteuert, daß die gewünschte Betriebsart gegeben ist.

Anhand der Schalterstellung 4 (Frequenzmessung DC bis 50 MHz, 1 sec. Torzeit) wollen wir uns die Funktion der Gatter verdeutlichen.

In Schalterstellung 4 ist Pin 1 des Gatters N 2 auf „High“, so daß die Impulse vom Vorverstärker 1 kommend auf das Gatter N 4 gelangen und von dort auf den Eingang der ersten Zählerstufe des Frequenzzählers (Pin 8 des IC 7).

Gleichfalls liegt Pin 6 des Gatters N 5 auf „High“, so daß die aus der Quarzeitbasis kommenden 1-Hz-Impulse über D 3 auf den

Eingang der Ablaufsteuerung gelangen, die aus dem IC 6 sowie den Gattern N 9—N 12 besteht.

Der Ausgang des IC 6 liegt jetzt für 1 s auf „High“ und für 1 s auf „Low“ (jeweils im Wechsel). Durch diesen Ausgang wird jetzt der Steuereingang des IC 7 (Pin 1), der die Funktion eines Tors hat, angesteuert. Liegt der Eingang auf „High“, so zählt das IC 7 im Takt der an Pin 8 liegenden Frequenz hoch.

Geht der Eingang Pin 1 auf „Low“ (Tor geschlossen), bleibt der Zähler stehen unabhängig davon, ob die Frequenz an Pin 8 noch ansteht.

Über den Kondensator C 4 wird der Speicherimpuls aus der Ablaufsteuerung gekoppelt und auf den entsprechenden Eingang des IC 9 gegeben (Pin 21).

Danach wird über den Kondensator C 5 der Resetimpuls auf das IC 7 und IC 9 sowie über den Inverter N 12 auf das IC 8 gegeben.

Durch den vorangegangenen Speichervorgang bleibt der angezeigte Wert erhalten, obwohl der Zähler wieder auf 0 gesetzt wurde. Wird das Tor des IC 7 wieder geöffnet (Pin 1 geht auf „High“), zählt der Zähler erneut hoch und der Vorgang der anschließenden Speicherung und Rücksetzung auf 0 läuft erneut ab.

In den anderen Schalterstellungen von S 1 sind die prinzipiellen Abläufe ähnlich, lediglich daß die Vorverstärker wechseln bzw. bei Periodenmessung die Ablaufsteuerung von der zu messenden Frequenz gesteuert wird und auf den Zehleingang eine feste Frequenz von 1 MHz (über N 13) gegeben wird. Bei der gemittelten Periodenmessung wird zusätzlich die Eingangsfrequenz, die über Vorverstärker 1 und Gatter N 1 auf das IC 5 gelangt, dort durch 10 geteilt.

Die rechte Hälfte von S 1 steuert die Punkte der achtstelligen LED-Anzeige sowie die LED's D 30—D 31 zur Meßarten-Anzeige an.

## Vorverstärker DC bis 50 MHz

Der 0—50 MHz-Vorverstärker zeichnet sich durch die wirklich bemerkenswerte Eigenschaft aus, daß er tatsächlich von DC, d. h. Gleichspannung (0 Hz) bis hinauf zu 50 MHz ohne irgendeine Umschaltung zuverlässig arbeitet.

Die Eingangsempfindlichkeit dieses hochqualifizierten Vorverstärkers liegt bei der angegebenen Dimensionierung nahezu im gesamten Frequenzbereich bei ca. 20 mV<sub>eff</sub>, wobei unsere Mustergeräte teilweise mit Empfindlichkeiten von besser als 10 mV<sub>eff</sub> aufwarten konnten.

Die Empfindlichkeit wird im wesentlichen durch den Kondensator C 21 (für hohe Frequenzen) und den Widerstand R 45 (für niedrige Frequenzen) bestimmt, da diese beiden Bauelemente im Rückkopplungs-zweig liegen. Vergrößert man R 45 bis auf 68 kΩ, so liegt die Empfindlichkeit nahezu im gesamten Frequenzbereich bei typisch 10 mV<sub>eff</sub>. Dies ist jedoch nicht unbedingt empfehlenswert, da, bedingt durch die hohe Empfindlichkeit und große Schaltgeschwindigkeit, bei langsamen Frequenzen zusätzlich Schaltimpulse auftreten können, die das Meßergebnis u. U. verfälschen können. Wer jedoch eine höhere Empfindlichkeit haben möchte, kann in dieser Richtung Versuche anstellen.

Bei der angegebenen Dimensionierung für R 45 ist der Vorverstärker im gesamten Frequenzbereich hervorragend stabil.

Sollten, bedingt durch Bauteilestreuungen Störungen auftreten, kann R 45 bis auf 4,7 kΩ verkleinert werden, was allerdings zu Lasten der Eingangsempfindlichkeit geht.

Die Sicherheit gegen zu hohe Eingangsspannungen liegt im unteren Frequenzbereich bei 50 V, wobei kurzzeitig selbst 100 V dem Vorverstärker nichts anhaben können und sinkt im oberen Frequenzbereich auf ca. 10 V<sub>ss</sub>. Da im oberen Frequenzbereich bei ca. 50 MHz ohnehin keine großen Spannungen zu erwarten sind, dürfte dieser Schutz vor Überspannungen mehr als ausreichen.

Das Signal gelangt über die R/C-Kombination R 38/C 16 und dem daran anschließenden Widerstand R 39 auf das Gate G 1 des Doppel-FET T 19 des Typs U 440 (oder U 441), der zwei Feldeffekttransistoren in einem Gehäuse beinhaltet. Die untere Hälfte dieses FET's ist als Stromquelle mit ähnlicher Dimensionierung zur oberen Hälfte in Reihe geschaltet, damit sich ein temperaturunabhängiges und stabiles Gleichspannungsverhalten dieser Impedanzwandlerstufe ergibt.

Die Dioden D 33 und D 34 dienen dem Schutz gegen Eingangsüberspannungen, wobei die superschnellen und kapazitätsarmen Typen FDH 300 zur Anwendung kommen.

Über R 44 gelangt nun das Eingangssignal auf den Eingang des IC 17 des Typs NE 529, das einen Differenzverstärker mit Differenzausgang für TTL-Pegel beinhaltet. Wie bereits vorstehend schon erwähnt, dienen C 21 und R 45 der Rückkopplung. An Pin 11 steht nun das Ausgangssignal im TTL-Pegel zur Verfügung.

Pin 4 und Pin 9 dieses IC's sind so beschaltet, daß sich eine zusätzliche Rückkopplung ergibt, wobei mit dem Poti P 1 eine Gleichspannungsverschiebung des 2. Differenzeinganges (Pin 4) erreicht werden kann. Hierdurch wird es ermöglicht, eine individuelle Einstellung des Gleichspannungspegels auf das jeweilige Eingangssignal vorzunehmen.

Durch Vergrößern von R 51 kann der Einstellbereich des Potis, der sich bei der angegebenen Dimensionierung von ca. -1 V bis +1 V, erstreckt verkleinert werden, wodurch sich eine Art Lupeneffekt ergibt. Verringert man hingegen R 51 (ein Wert von 4,7 kΩ darf nicht unterschritten werden), vergrößert sich der Einstellbereich.

Das IC 17 benötigt drei Versorgungsspannungen, und zwar + 12V, + 5V, -12V und Masse. Wichtig ist hierbei zu beachten, daß alle drei Versorgungsspannungen gleichzeitig am IC anliegen müssen, da sonst der Baustein bei Fehlen auch nur einer Versorgungsspannung sofort defekt wird.

Das an Pin 11 des IC 17 anstehende Ausgangssignal kann direkt zur Weiterverarbeitung auf den TTL-Eingang des nachgeschalteten Gatters N 2 (Pin 2 des IC 1) gegeben werden.

## Vorverstärker 50 MHz—1 GHz

Dieser ebenfalls hochqualifizierte Vorverstärker mit integriertem Teiler weist in weiten Frequenzbereichen eine Empfindlichkeit von ca. 20 mV<sub>eff</sub> auf, wobei die Empfindlichkeit in der Nähe von 1 GHz etwas abnimmt, d. h. ein etwas größeres Eingangssignal (ca. 50 mV<sub>eff</sub>) erforderlich ist, dafür aber auch im allgemeinen Messungen bis hinauf zu 1,2 GHz = 1200 MHz (!) möglich sind.

Gleichfalls sind unterhalb 50 MHz durchaus Messungen möglich bis hinunter zu 20 MHz teilweise sogar bis 10 MHz, wobei auch hier dann etwas höhere Eingangsspannungen erforderlich sind, die bei 20 MHz ca. 50 mV<sub>eff</sub> und 10 MHz ca. 100 mV<sub>eff</sub> betragen sollten. Ist bei Messungen im Bereich von 20 MHz die Eingangsspannung zu klein, kann eine Frequenzvervielfachung auftreten.

Das Eingangssignal gelangt über C 11 auf den Eingang Pin 5 des IC 16 des Typs XS 1200 an dessen Ausgang Pin 8 das verstärkte und durch 64 geteilte Eingangssignal zur Verfügung steht und über C 14 ausgekoppelt wird.

Der Trimmer R 36 dient der einmaligen Gleichspannungsanpassung an die folgende TTL-Stufe (Pin 4 des Gatters N 3).

Die Torzeit bei Messungen mit diesem Vorverstärker ist so ausgelegt, daß die Meßfrequenz direkt auf der achtstelligen Anzeige des Frequenzzählers abgelesen werden kann. Hierzu ist es erforderlich, daß das Tor (Pin 1 des IC 7) für exakt 0,64 sec. geöffnet wird, wodurch sich eine direkte Ablesung der Meßfrequenz mit einer Auflösung von 100 Hz ergibt.

Die Kondensatoren C 12, C 13 und C 15 dienen der Stabilisierung bzw. Siebung der Versorgungsspannung.

## Die Stromversorgung

Die Stromversorgung des Frequenzzählers mit Ablaufsteuerung und Quarzzeitbasis wird mit dem integrierten Spannungsregler IC 20 des Typs 7905 stabilisiert. Die zur Funktion des IC 9 zusätzlich erforderliche negative Spannung von ca. 3 V, auf die wir zu einem späteren Zeitpunkt noch näher eingehen, wird mit dem Trimmer R 54 eingestellt.

Die Spannungen von + 12V, -12V sowie + 5V, die mit den IC's 18, 19 und 21 stabilisiert werden, dienen ausschließlich der Versorgung des DC—50-MHz-Vorverstärkers (VV 1). Aufgrund der wirklich herausragenden Daten dieses leistungsfähigen Vorverstärkers haben wir diesen Teil der Stromversorgung aus Gründen der besseren Störsicherheit völlig getrennt aufgebaut (und nicht etwa die 5 V, die mit IC 20 stabilisiert werden, mitverwendet).

Der 50 MHz—1-GHz-Vorverstärker (VV 2) benötigt ebenfalls eine getrennte Stromversorgung von + 6V, die mit dem IC 22 stabilisiert wird. Zwar arbeitet der Vorverstärker auch schon bei 5V, aber auch hier haben wir aus Gründen der Störsicherheit und Betriebssicherheit eine separate Stromversorgung vorgezogen.

Aufgrund der verschiedenen notwendigen Versorgungsspannungen sind zwei Transformatoren erforderlich.

Wir möchten an dieser Stelle noch einmal betonen, daß der Aufwand des Netzgerätes, der sich zum größten Teil auf die Versorgung der Vorverstärker bezieht, zu deren hoher Empfindlichkeit und Störsicherheit gravierend beiträgt, da bei großer Empfindlichkeit, z. B. bei Einstreuungen über die Versorgungsspannung Fehlzählungen auftreten können, was aufgrund der hier vorliegenden Konzeption weitgehend ausgeschlossen ist.

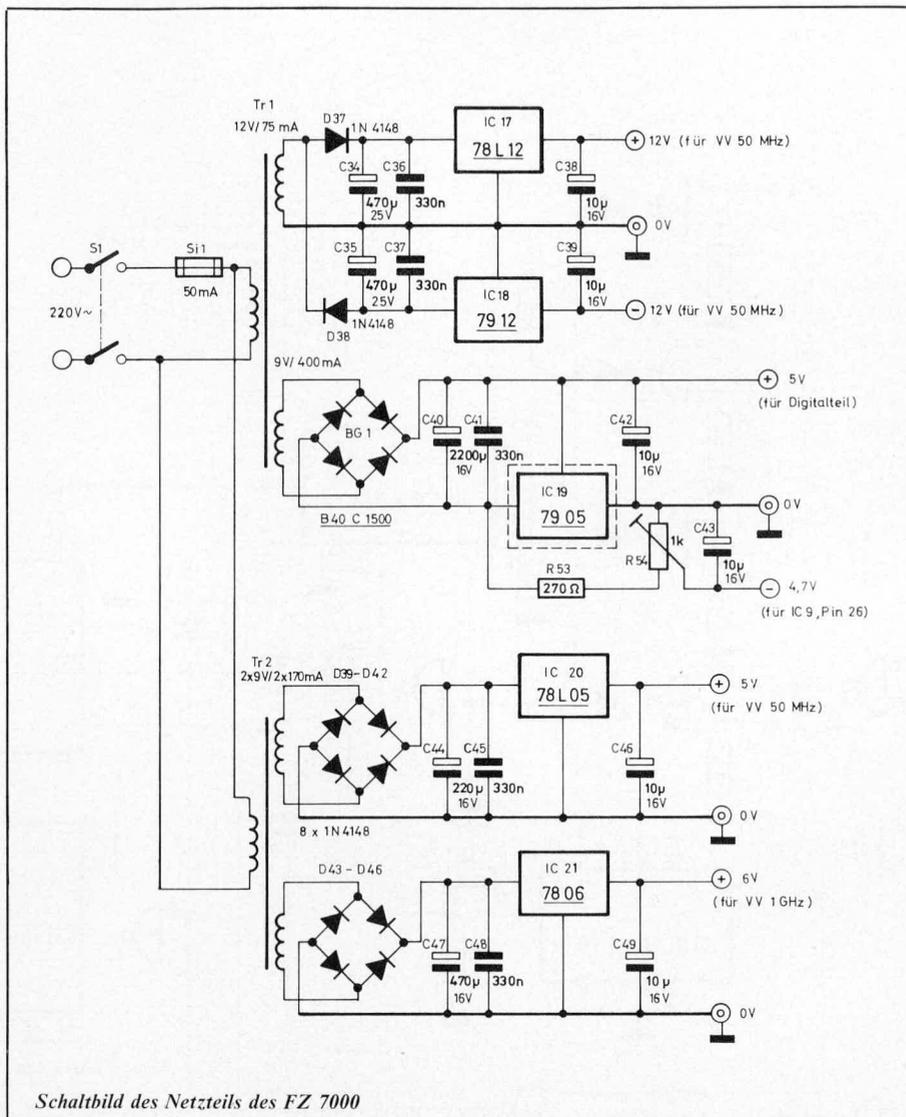
## Zum Nachbau

Trotz der aufwendigen Schaltungstechnik ist es gelungen, durch eine ausgereifte Konstruktion eine hohe Nachbausicherheit zu erreichen, zu der nicht zuletzt das hochwertige Layout der Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf den Netzschalter sämtliche Bauelemente Platz finden, so daß die zusätzliche Verdrahtung sehr gering gehalten werden konnte. Aufgrund der außergewöhnlichen Anforderungen an die Schaltung (Verarbeitung von sehr hohen Frequenzen) sind jedoch innerhalb der Platinen einige isolierte Drähte zu ziehen.

Die mit gleichen Zahlen versehenen Punkte sind durch isolierte Drähte miteinander zu verbinden (Punkt 1 mit Punkt 1, Punkt 2 mit Punkt 2 usw.).

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen werden kann, sind diese in das Gehäuse einzupassen. Nachdem ein Probeeinbau der Platinen zur Zufriedenheit verlaufen ist (Platinen sind noch nicht miteinander verlötet), kann mit der Bestückungsarbeit begonnen werden.

Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Weise eingelötet.



Schaltbild des Netzteils des FZ 7000

Ist die Bestückung nach Einsetzen der IC's vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine angelötet, und zwar so, daß sie ca. 3 mm unter ihr hervorragt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinanderliegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau ins Gehäuse vorgenommen werden.

Da die Vorverstärker 1 und 2 besonderen Qualitätsansprüchen genügen sollten, ist es sinnvoll, diese, jeden für sich, in ein abgeschirmtes hf-dichtes Gehäuse einzubauen.

Der Einbau der Vorverstärker ins Gehäuse sowie die Befestigung derselben ist bei beiden Vorverstärkern gleich, wobei jedoch zunächst der Vorverstärker 2 und danach erst der Vorverstärker 1 mit der Basisplatine verbunden werden sollte.

Durch die gebohrte und bestückte Platine des Vorverstärkers 2 wird von der Bestückungsseite her an der gekennzeichneten Stelle eine Schraube M 3 x 10 mm hindurchgesteckt und auf der Rückseite mit einer Mutter verschraubt.

An die mit einem Stern gekennzeichneten Punkte ist ein etwa 20 mm langer isolierter Schaltdraht mit einem Durchmesser von 0,8—1 mm an die Kupferseite anzulöten. An die mit zwei Sternen gekennzeichneten

Punkte ist ein ca. 20 mm langer Silberdraht von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen an der Kupferseite anzulöten.

Nun kann die Platine in das Gehäuse gesetzt werden, wobei die isolierten Schaltdrähte durch die vorher angebrachten Bohrungen im Gehäuse geführt werden müssen. Es ist darauf zu achten, daß die Leiterbahnseite der Platine nicht mit dem ebenfalls leitenden Gehäuse in Verbindung treten und damit Kurzschlüsse verursachen kann. Hierzu ist ggfs. noch eine Unterlegscheibe zwischen Platine und Gehäuse auf die Schraube zu setzen oder auch die Gehäuseinnenwand zu isolieren.

Nachdem die isolierten Schaltdrähte und die Schraube M 3 x 10 mm durch die Gehäusewand geführt wurden, kann mit Hilfe einer weiteren Mutter die Platine festgesetzt werden.

Nachdem die Platine so mit dem Gehäuse verbunden ist, kann eine weitere Schraube M 3 x 10 mm, auf die zunächst eine Löt-fahne gesteckt wird, durch den Gehäuseboden gesteckt und mit einer Mutter festgezogen werden. Um später den nötigen Abstand zur Basisplatine zu erhalten, wird eine zweite und evtl. eine dritte Mutter auf die Schraube gesetzt und festgezogen. Die Löt-fahne wird mit der zugehörigen Masseverbindung (Silberdraht) verlötet.

Zur Befestigung des Gehäuses mit der Basisplatine steckt man die im Gehäuseboden verankerte Mutter durch die entsprechende Bohrung der Basisplatine und verschraubt diese auf der Platinenrückseite.

Die aus dem Vorverstärkergehäuse herausragenden isolierten Schaltdrähte sind möglichst kurz mit den entsprechenden Punkten auf der Basisplatine zu verlöten.

Als nächstes wird die Frontplatte vorgesetzt und die BNC-Buchse durch die Frontplatte in das Vorverstärkergehäuse geführt, wobei darauf zu achten ist, daß sich der Zahnring bzw. eine Unterlegscheibe zwischen Frontplatte und Vorverstärkergehäuse befindet.

Mit der entsprechenden Mutter wird nun die BNC-Buchse von der Gehäuseinnenseite her verschraubt, wobei der Masseanschluß der Eingangsbuchse mit unter die Mutter geklemmt bzw. daran angelötet werden sollte. Als letztes wird der Silberdraht des Platineneingangs des Vorverstärkers mit dem Mittelstift der BNC-Buchse verlötet. Überstehende Enden der Silberdrähte sind abzukneifen.

Damit ist die Montage des Vorverstärkers 2 beendet und der Deckel kann aufgesetzt werden.

Die Montage des Vorverstärkers 1 geht im Prinzip genauso vor sich, wobei man jedoch besonders darauf achten muß, daß gleichzeitig mit der Befestigung die entsprechenden isolierten Schaltdrähte in die vorgesehenen Bohrungen der Basisplatine geführt werden.

Nach Einsetzen der BNC-Buchse (auf den Zahnring bzw. die Unterlegscheibe zwischen Frontscheibe und Gehäuse achten), Verlöten der Anschlußdrähte und Aufsetzen des Deckels ist die Montage der Vorverstärker beendet.

Jetzt kann der so vormontierte Frequenz-zähler von oben in die untere Halbschale des Gehäuses der Serie 7000 eingesetzt werden, wobei die Frontplatte in die zugehörigen Nuten eingeführt wird.

Beim Anschluß des Netzkabels mit der zugehörigen Verdrahtung des Netzschalters sowie grundsätzlich beim Nachbau von elektronischen Geräten sind die VDE-Bestimmungen zu beachten.

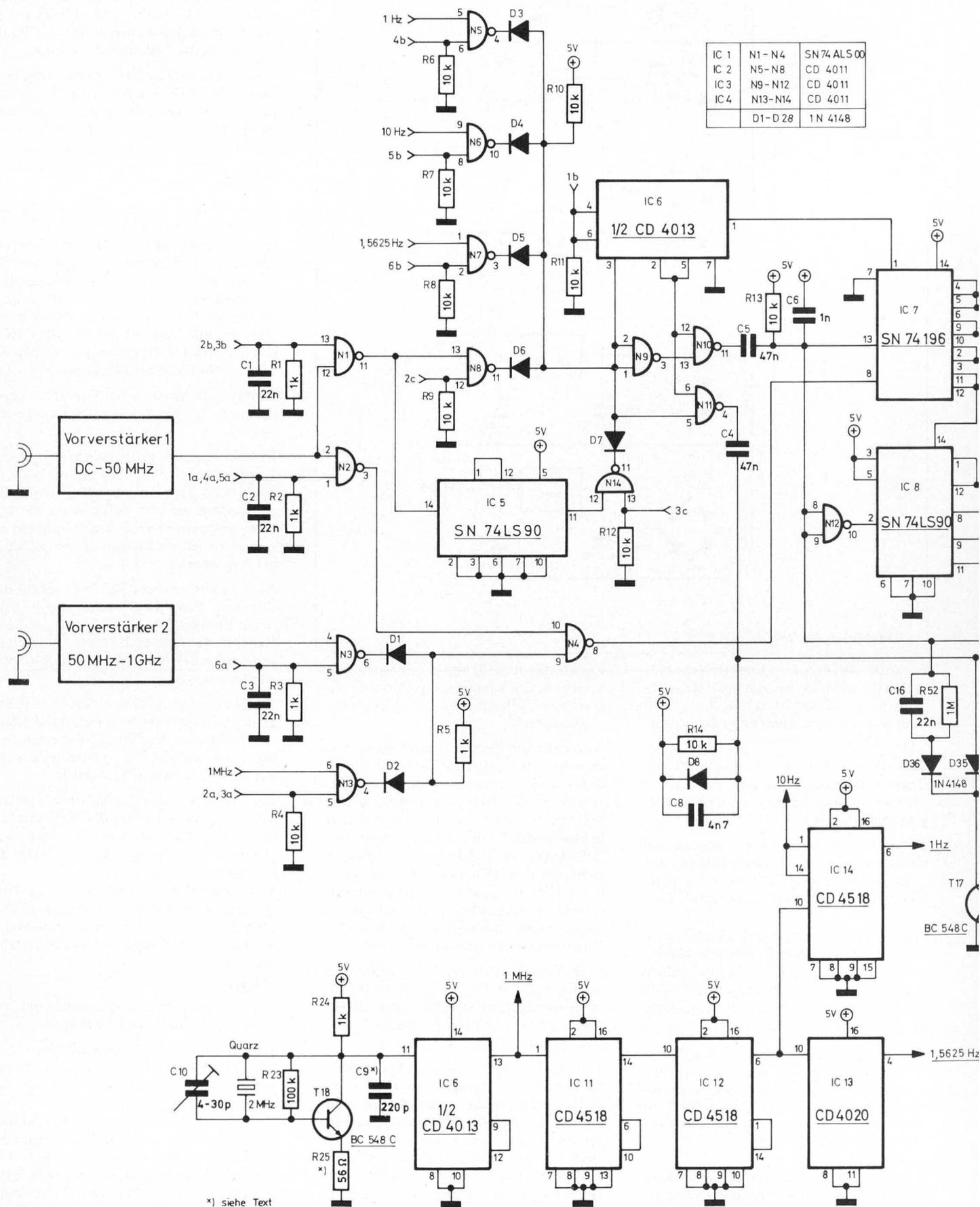
Ist der nachfolgend beschriebene Abgleich durchgeführt, kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und verschraubt werden. Damit ist der 1-GHz-Frequenzzähler einsatzbereit.

### Abgleich

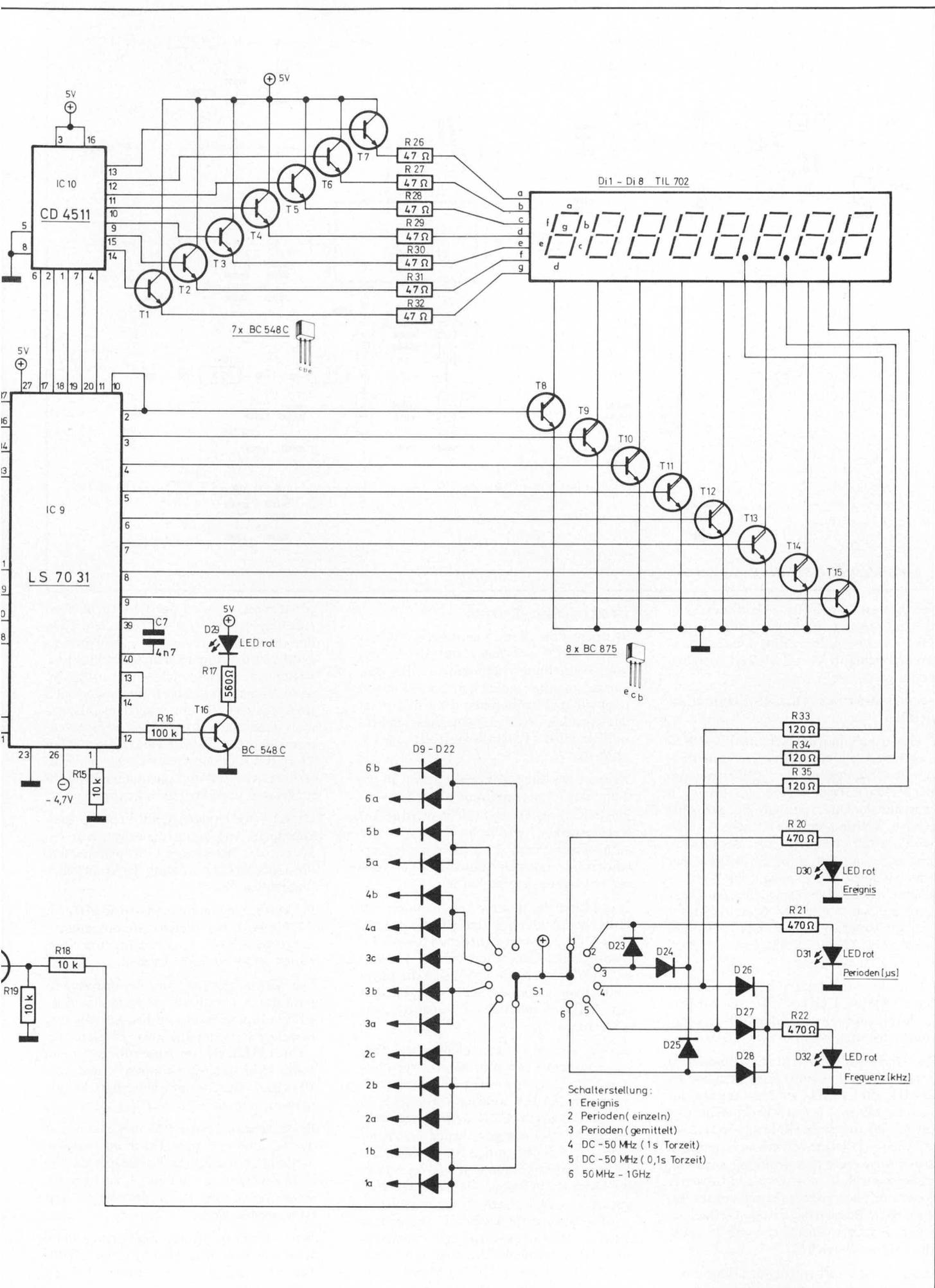
Die einzelnen Einstellungen sind ohne spezielle Hilfsmittel durchführbar.

Die Einstellung des Trimmer R 53 ist als erstes erforderlich, wenn die beiden Vorverstärker eins und zwei noch nicht montiert sind.

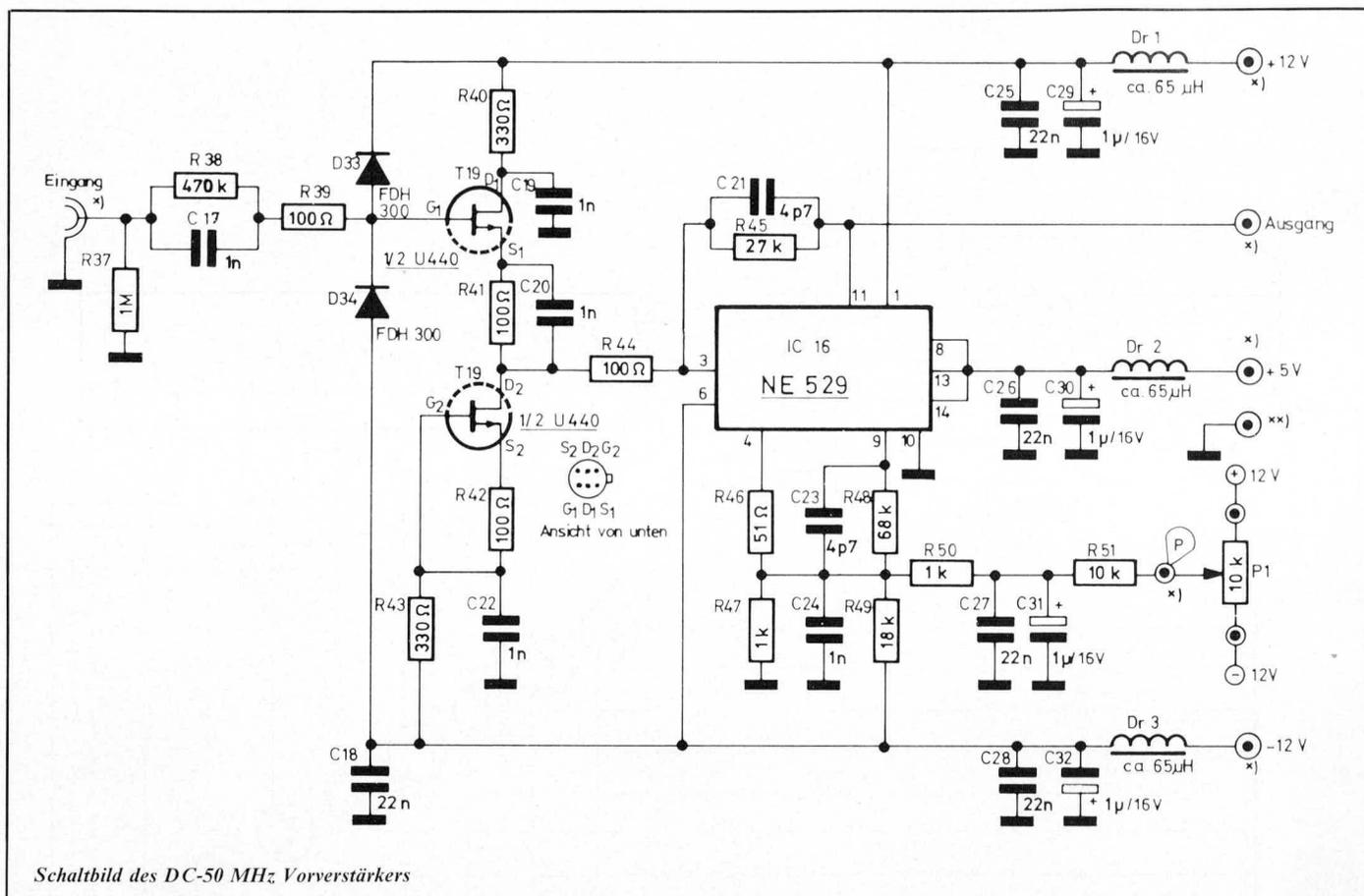
Der Präzisionsdrehwähler S 1 ist in Stellung 1 zu bringen und ein TTL-Signal von einigen kHz an Pin 2 des Gatters N 2 zu legen. Mit einem Meßgerät wird die Spannung zwischen den Punkten 23 und 26 des IC 9 gemessen. R 53 wird so eingestellt, daß die Spannung an Pin 26 ca. — 3 V gegenüber Pin 23 (Masse) beträgt, wobei die



Schaltbild des 1-GHz-Frequenzzählers



- Schalterstellung:
- 1 Ereignis
  - 2 Perioden( einzeln)
  - 3 Perioden( gemittelt)
  - 4 DC - 50 MHz ( 1s Torzeit)
  - 5 DC - 50 MHz ( 0,1s Torzeit)
  - 6 50 MHz - 1GHz



Schaltbild des DC-50 MHz Vorverstärkers

Spannung um 1–2 V nach oben oder unten abweichen kann. Wichtig ist lediglich, daß das IC 9 einwandfrei zählt, d. h. kontinuierlich hochläuft, da als Meßart Ereigniszählung eingestellt wurde.

Als nächstes ist der Quarzoszillator abzugleichen.

Hierzu bringt man den Schalter S 1 in Stellung 4 und legt eine möglichst genau bekannte Frequenz an den Zählereingang. Mit Hilfe des Trimmerkondensators C 10 kann nun der Quarz geringfügig „gezogen“ werden, wodurch sich die Frequenz in kleinen Grenzen verändern läßt. Die Einstellung hat nun so zu erfolgen, daß auf der achtstelligen Anzeige genau der Wert erscheint, der als Referenzfrequenz am Eingang anliegt. Sollte der Quarzoszillator nicht einwandfrei anschwingen, so ist dies durch geringfügiges Verändern von R 25 bzw. C 9 zu verbessern.

Die nächste Einstellung bezieht sich auf den 50 MHz–1 GHz-Vorverstärker und ist durchzuführen, nachdem dieser fertig montiert und angeschlossen wurde.

Der Drehschalter S 1 ist in Stellung 6 zu bringen. Nachdem eine Frequenz zwischen 50 MHz und 1 GHz an den Eingang des Vorverstärkers 2 gelegt wurde, stellt man mit R 36 der durch eine Bohrung im Gehäuse und in der Platine von außen zugänglich ist den Ausgangsgleichspannungspegel ein. Indem man R 36 langsam von Masse her beginnend nach + verdreht und sich merkt, in welchem Bereich der Frequenzzähler arbeitet, dreht man anschließend R 36 in die Mitte dieses Bereiches.

Genau wie die vorhergehenden Einstellungen ist auch diese unkritisch.

### Praktischer Betrieb

Mit dem Poti „Pegel“ wird beim Vorverstärker 1 (DC–50 MHz) die Gleichspannungseinstellung vorgenommen. Bei größeren Eingangssignalen ist diese Einstellung völlig unkritisch und der Zähler zeigt den korrekten Wert in einem größeren Einstellbereich des Potis an (sonst zeigt die Anzeige 0).

Kommt das Eingangssignal jedoch in die Nähe der Grenzempfindlichkeit des Vorverstärkers 1 und ist im Normalfall gar keine Einstellung, da in diesem Vorverstärker nur Festwiderstände und Festkondensatoren eingesetzt wurden.

Unter Einstellung verstehen wir in diesem Falle die Änderung der Rückkopplung über C 21 und im wesentlichen über R 45, wodurch bei Vergrößern von R 45 (und evtl. verkleinern von C 21) sich die Empfindlichkeit verbessert aber die Störsicherheit bei sehr niedrigen Frequenzen verschlechtert.

Durch Anlegen unterschiedlicher Frequenzen und Kurvenformen bei verschiedenen Eingangsspannungen kann herausgefunden werden, welcher Wert für R 45 (und evtl. auch für C 21) für den gewünschten Einsatzfall am günstigsten erscheint, wobei es sehr wesentlich ist, daß sich der Vorverstärker ordnungsgemäß montiert, im Gehäuse befindet. Da diese Untersuchungen jedoch recht kompliziert sind, wird wohl im allgemeinen die angegebene Dimensionierung von vornherein eingelötet werden, bei der der Vorverstärker im gesamten Bereich von DC bis 50 MHz einwandfrei und stabil arbeitet.

verstärkers, so wird der Bereich, in dem eine korrekte Anzeige erscheint, sehr klein und man benötigt ein wenig Fingerspitzengefühl dafür, zumal bei nicht exakter Einstellung die Anzeige nicht sofort auf 0 geht, sondern evtl. den halben Wert oder noch weniger anzeigt. In einem solchen Fall muß man dann ein wenig an dem Pegelpotentiometer drehen, um den max. angezeigten Wert, der zumindest in einem kleinen Einstellbereich des Potis konstant bleiben sollte, als den korrekten zu erkennen.

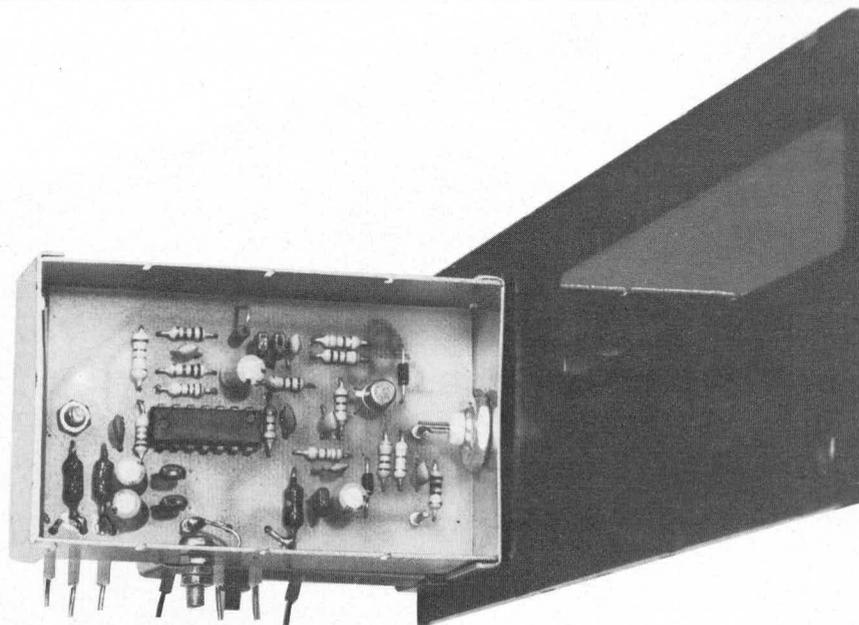
Dieses Fingerspitzengefühl benötigt man allerdings, wie bereits erwähnt, nur bei außerordentlich kleinen Eingangssignalen, die in der Größenordnung der Grenzempfindlichkeit liegen.

Bei Messungen im Bereich von 50 MHz bis 1 GHz ist keine Gleichspannungseinstellung erforderlich, da es sich hier um einen reinen AC-Verstärker handelt.

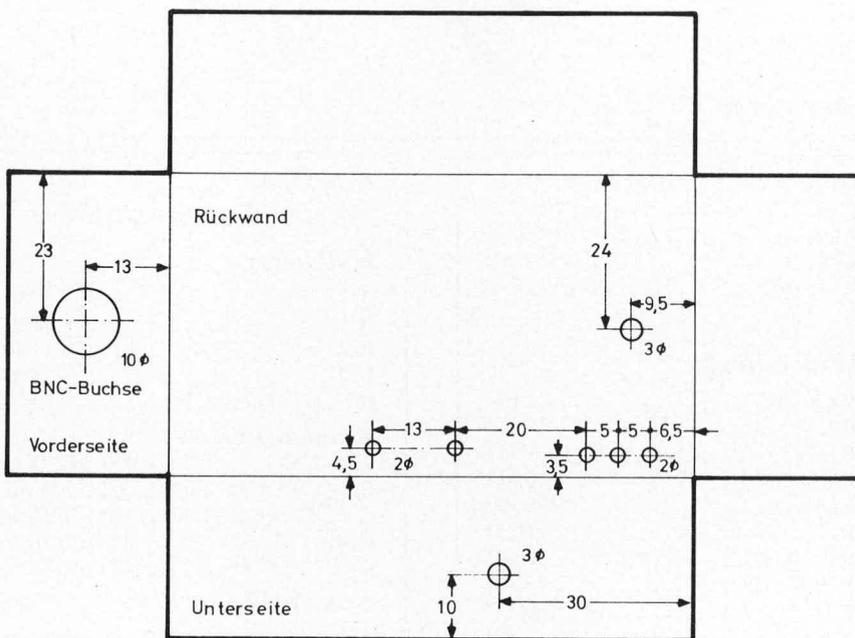
Die Meßmöglichkeit bei Periodendauernmessungen (gemittelt) reichen bis über 10 kHz hinauf, während bei Ausmessung einzelner Perioden die max. Eingangsfrequenz 1 kHz nicht wesentlich überschreiten sollte. Nach unten hin können Perioden bis 100 sec. Dauer entsprechend 0,01 Hz gemessen werden.

Bei Ereignismessungen (S 1 in Stellung 1) ist der Schalter S 1 zunächst in eine andere Stellung und erst direkt bei Beginn der Ereignismessung in Stellung 1 zu bringen, wobei der Zähler dann automatisch auf Null gesetzt wird.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau dieses hochqualifizierten 1-GHz-Frequenzzählers und viel Freude bei seinem Einsatz.



Ansicht des im geöffneten Abschirmgehäuse befindlichen DC-50 MHz Vorverstärkers, der mit einer BNC-Eingangsbuchse an der Frontplatte angeflanscht ist



Bohrplan des Abschirmgehäuses für den DC-50 MHz Vorverstärker

### Stückliste DC-50 MHz Vorverstärker

#### Halbleiter

IC 16 ..... NE 529  
T 19 ..... U 440 oder U 441  
D33, D34..... FDH 300

#### Kondensatoren

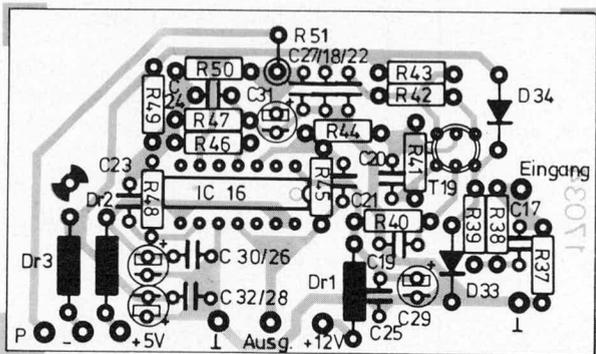
C17, C 19, C20, C22,  
C24..... 1 nF, ker  
C18, C25 bis C28 ..... 22 nF, ker  
C21, C23 ..... 4,7 pF, ker  
C29 bis C32 ..... 1  $\mu$ F/16 V

#### Widerstände

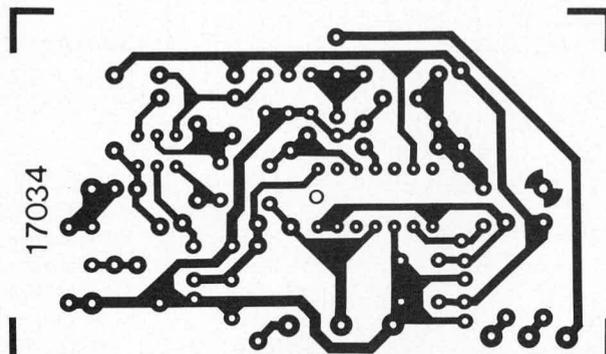
R37..... 1 M $\Omega$   
R38..... 470 k $\Omega$   
R39, R41, R42, R44..... 100  $\Omega$   
R40, R43 ..... 330  $\Omega$   
R45..... 27 k $\Omega$   
R46..... 51  $\Omega$   
R47, R 50 ..... 1 k $\Omega$   
R48..... 68 k $\Omega$   
R49..... 18 k $\Omega$   
R50..... 1 k $\Omega$   
R51..... 10 k $\Omega$   
P1... 10 k $\Omega$ , Poti, lin, 4 mm Achse

#### Sonstiges

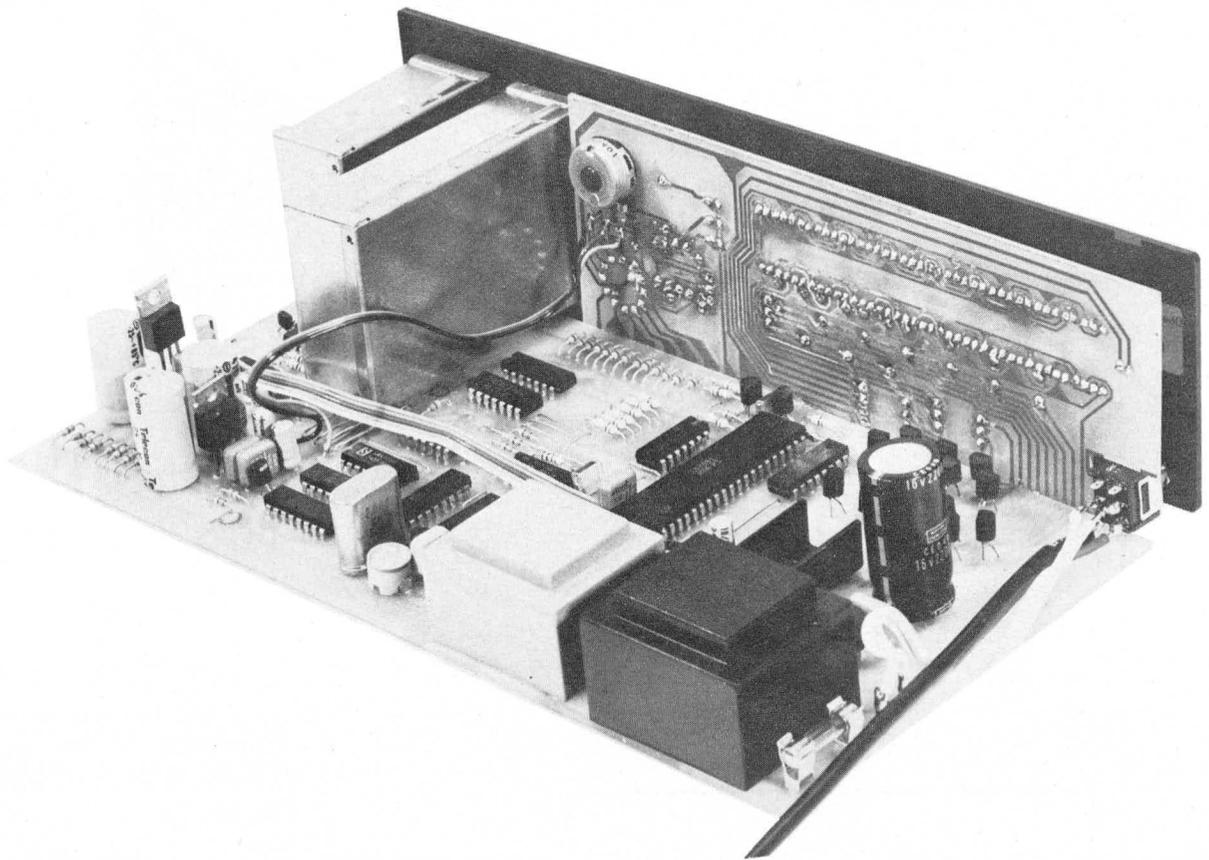
Dr1 bis Dr3 ... HF-Drossel 65  $\mu$ H  
1 HF-dichtes Gehäuse  
2 Schrauben M 3 x 10 mm  
2 Muttern M 3



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine



Rückansicht des geöffneten 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

**Stückliste**  
**1-GHz-Frequenzzähler**  
**FZ 7000**  
**Grundversion:**

**Halbleiter**

IC 1	SN 74 ALS 00
IC 2	CD 4011
IC 3	CD 4011
IC 4	CD 4011
IC 5	SN 74 LS 90
IC 6	CD 4013
IC 7	SN 74196
IC 8	SN 74 LS 90
IC 9	LS 7031
IC 10	CD 4511
IC 11	CD 4518
IC 12	CD 4518
IC 13	CD 4020
IC 14	CD 4518
IC 19	7905
T1 bis T7	BC 548 C
T8 bis T15	BC 875
T16 bis T18	BC 548 C
D1 bis D28	1 N 4148
D29	LED rot 5 mm
D30 bis D32	LED rot 3 mm
D35, D36	1 N 4148
BG 1	B40C1500, Rundbrücke
Di1 bis Di8	TIL 702 = DIS 1306

**Kondensatoren**

C1 bis C3	22 nF, ker
C4, C5	47 nF
C6	1 nF, ker
C7, C8	4,7 nF
C9	220 pF

C10	4—30 pF, Trimmer
C16	22 nF, ker
C40	2200 $\mu$ F/16 V
C41	330 nF
C42, C43	10 $\mu$ F/16 V

**Widerstände**

R1 bis R3	1 k $\Omega$
R4	10 k $\Omega$
R5	1 k $\Omega$
R6 bis R15	10 k $\Omega$
R16	100 k $\Omega$
R17	560 $\Omega$
R18, R19	10 k $\Omega$
R20 bis R22	470 $\Omega$
R23	100 k $\Omega$
R24	1 k $\Omega$
R25	56 $\Omega$
R26 bis R32	47 $\Omega$
R33 bis R35	120 $\Omega$
R52	1 M $\Omega$
R53	270 $\Omega$
R54	1 k $\Omega$ , Trimmer

**Sonstiges**

- 1 Quarz, 2 MHz
- 1 Trafo Tr 1, prim: 220 V, 4,5 VA  
sek: 9 V/400 mA,  
12 V/75 mA
- 1 Präzisions-DrehSchalter  
2 x 6 Stellungen
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Sicherung 50 mA, flink
- 1 U-Kühlkörper
- 1 Schraube M 3 x 6 mm
- 1 Mutter M 3
- Lötstifte

**Stückliste**  
**Netzteil für Vorverstärker**  
**Halbleiter**

IC17	78 L 12
IC18	7912
IC20	78 L 05
IC21	7806
D37 bis D46	1 N 4148

**Kondensatoren**

C34, C35	470 $\mu$ F/25 V
C36, C37, C45, C48	330 nF
C38, C39, C46, C49	10 $\mu$ F/16 V
C44	220 $\mu$ F/16 V
C47	470 $\mu$ F/16 V

**Sonstiges**

- Tr2 ..... Transformator  
prim: 220 V, 3VA  
sek.: 2 x 9 V/2 x 170 mA

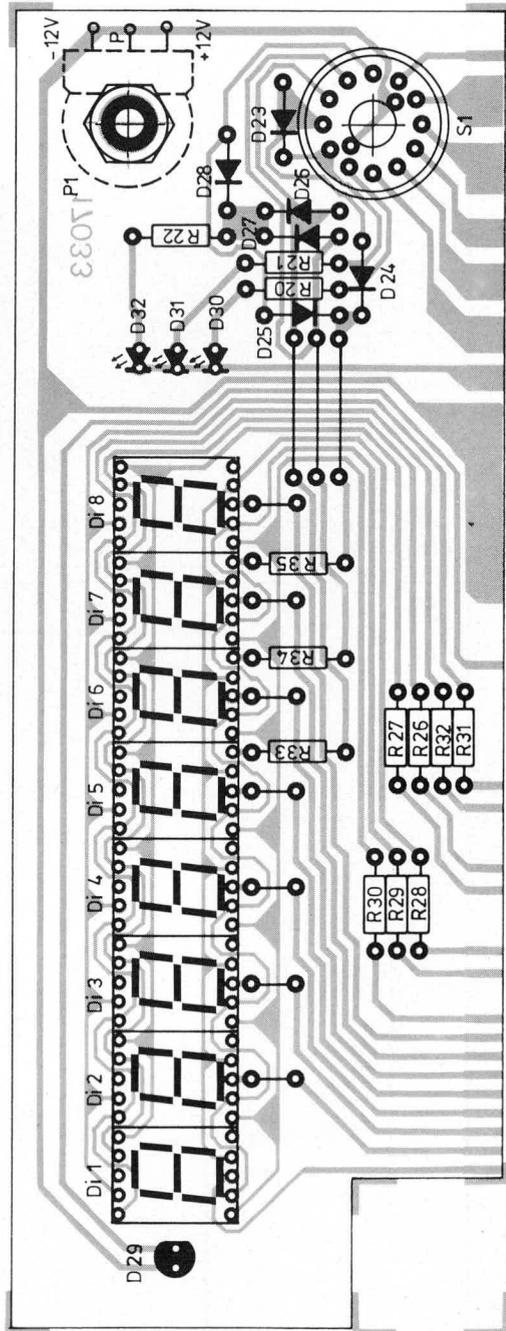
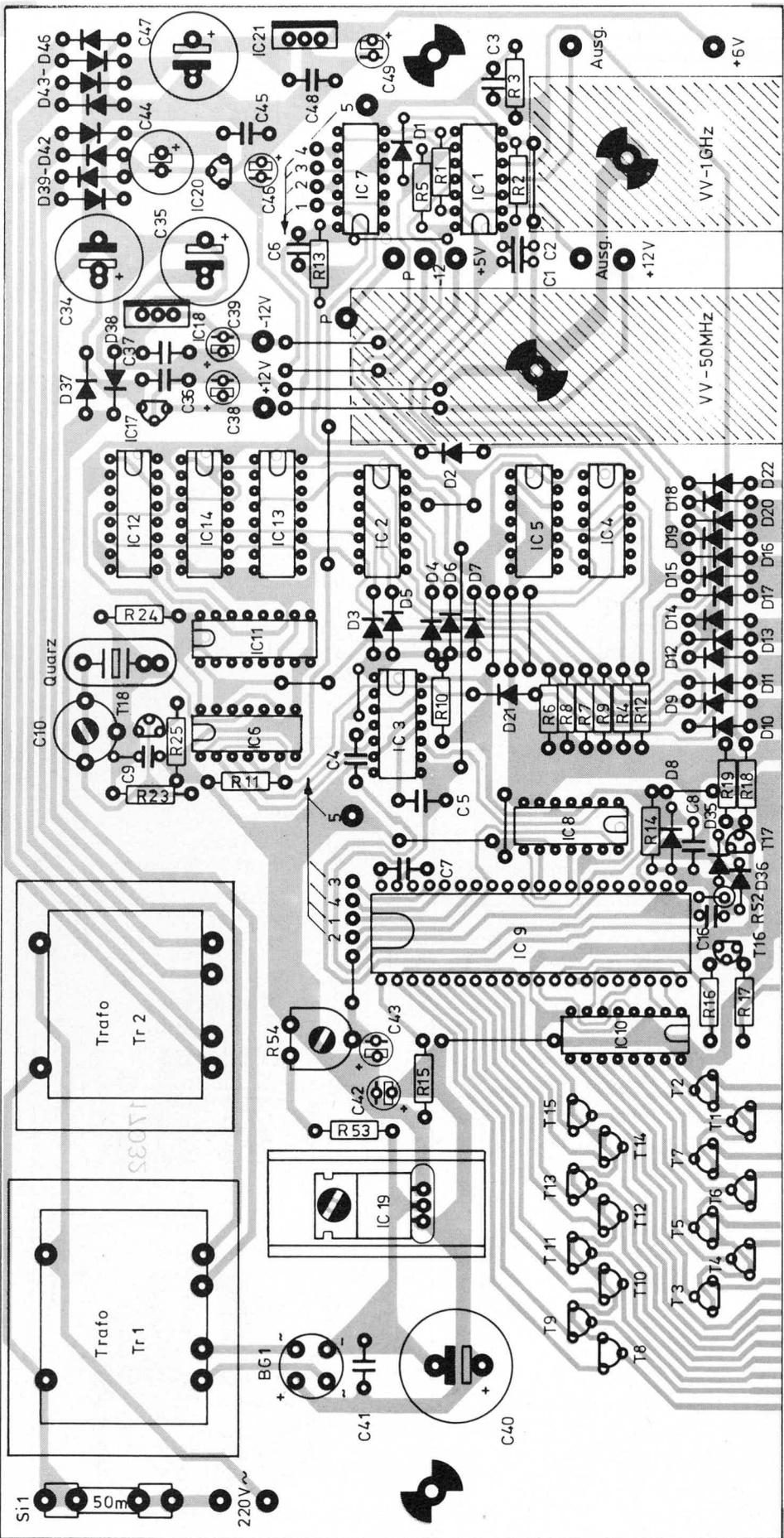
Die Wicklung für die Erzeugung der +/-12 V ist bereits mit auf dem Trafo Tr 1 vorhanden, der in der Grundversion enthalten ist.

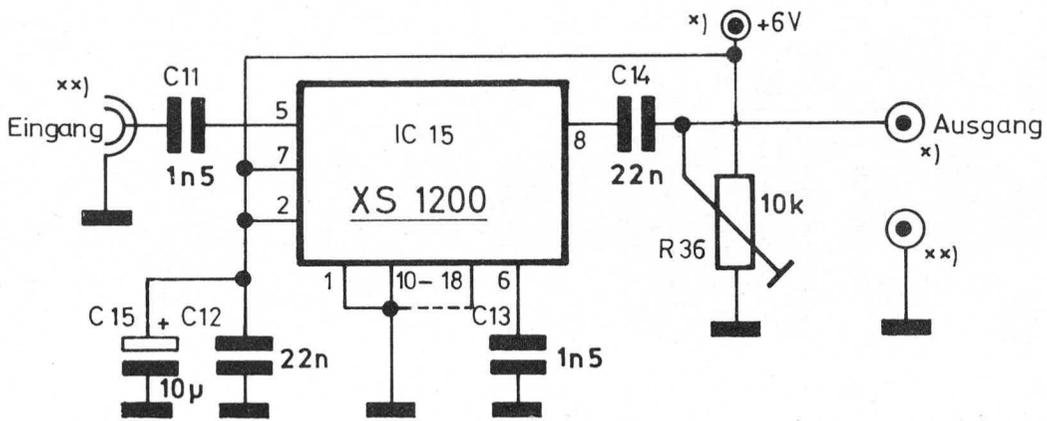
**Gehäusebausatz**

- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3
- 1 Gehäuse aus der ELV-Serie 7000
- 2 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 2 Gehäusebefestigungsschrauben
- 1 2-adriges Netzkabel mit Stecker
- 1 Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung
- 1 Spannzangen-Drehknopf, 10 mm  $\varnothing$  mit Deckel und Pfeilscheibe für 4 mm Achse
- 1 Kippschalter, 2-polig
- 2 BNC-Buchsen für Zentralbestimmung

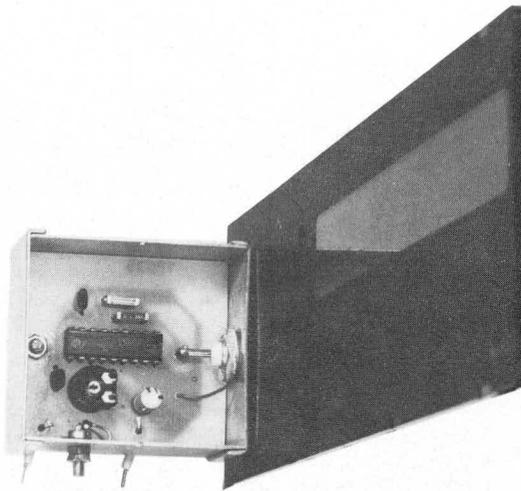
Bestückungsseite der Basisplatte des 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

Bestückungsseite der Anzeigenplatte des 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000





Schaltbild des 50 MHz—1 GHz Vorverstärkers



Ansicht des im geöffneten Abschirmgehäuse befindlichen 50 MHz—1 GHz Vorverstärkers, der mit einer BNC-Eingangsbuchse an der Frontplatte angeflanscht ist.

### Stückliste 50 MHz-1 GHz Vorverstärker

#### Halbleiter

IC15 ..... XS 1200

#### Kondensatoren

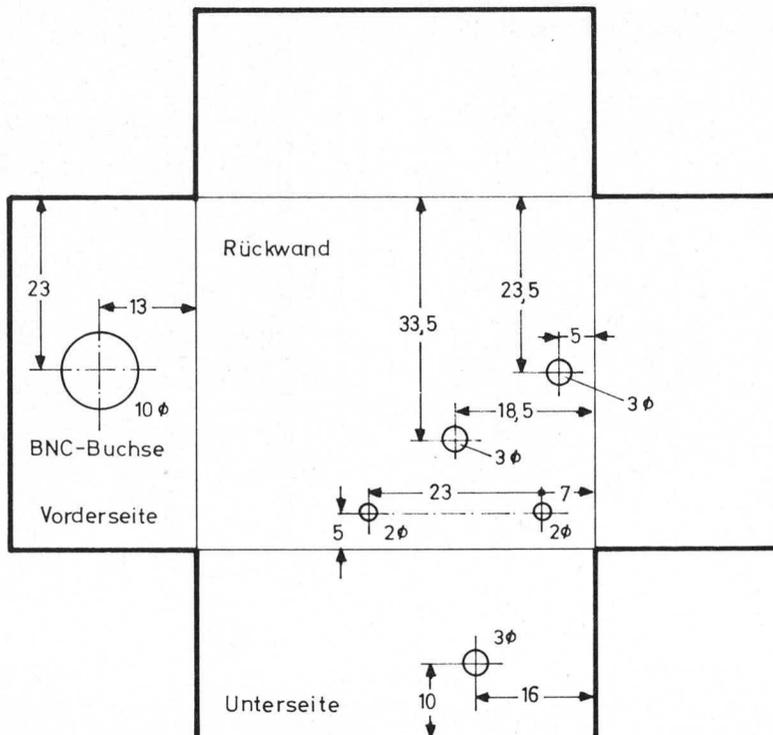
C11 ..... 1,5 nF, ker  
C12 ..... 22 nF, ker  
C13 ..... 1,5 nF, ker  
C14 ..... 22 nF, ker  
C15 ..... 10 µF/16 V

#### Widerstände

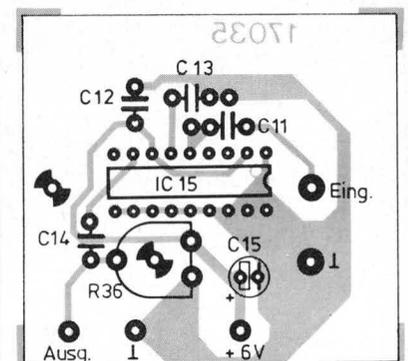
R36 ..... 10 kΩ, Trimmer

#### Sonstiges

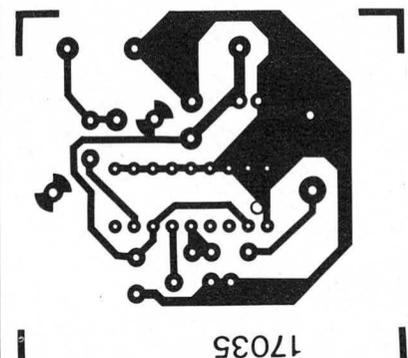
- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3



Bohrplan des Abschirmgehäuses für den 50 MHz—1 GHz Vorverstärker



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

# Elektronik-Versandunternehmen in Deutschland

*In der Bundesrepublik Deutschland gibt es inzwischen ein dichtes Netz von Hobbyelektronik-Fachgeschäften, die dem interessierten Hobby-Elektroniker ein breites Angebot an Bauteilen, Bausätzen und Fertiggeräten bieten. Einen guten Überblick über die große Zahl der Fachgeschäfte gibt das ELV-Einkaufsverzeichnis. Angesichts dieser Vielfalt könnte nun die Frage auftauchen, welche Berechtigung Elektronik-Versandfirmen überhaupt haben. Um diese Frage beantworten zu können, muß man sich die enormen Möglichkeiten vor Augen führen, die sich einem Elektroniker bieten, der seinem Hobby nachgeht.*

Dem zunehmenden Wunsch nach einer sinnvollen Freizeitgestaltung kommt dem Elektronikbasteln eine ständig wachsende Bedeutung zu. Nimmt man die Möglichkeiten moderner Technik hinzu, so ist nach kurzer Einführung jeder Elektronikinteressierte in der Lage, interessante, sinnvolle und damit nützliche Geräte selbst zu bauen, wobei zwei wesentliche Faktoren, nämlich die Freude am Nachbauen und außerdem der Nutzen beim späteren Einsatz des selbstgebaute Gerätes zusammentreffen.

Jeder Newcomer, der sich zu Beginn seines Hobbys zweckmäßigerweise zunächst an kleinere Schaltungen heranwagt, findet in den Hobby-Elektronik-Fachgeschäften nicht nur die entsprechenden benötigten Bauteile und Bausätze, sondern in den meisten Fällen auch qualifizierte Beratung.

Ein weiteres Plus der Fachgeschäfte ist die sofortige Verfügbarkeit der benötigten Bauteile, Bausätze und Fertiggeräte, wobei außerdem keine Versandkosten anfallen.

Hat man sich aber erst einmal eine gewisse Bastelerfahrung erworben, werden im allgemeinen auch die Ansprüche an die nachzubauenden Schaltungen größer und die benötigten Bauteile zum Teil dadurch auch spezieller.

Obwohl der direkte Kontakt zum Kunden fehlt, bieten leistungsfähige Versandfirmen hier doch einige Vorteile, wobei wir zwei

verschiedene Typen in der Elektronik-Branche unterscheiden wollen, die jeder für sich entsprechende Vorteile besitzen:

1. Versandfirmen, die ein stark abgegrenztes Angebot an zum Teil selbst entwickelten Schaltungen und Geräten haben und bei denen sich eine Bestellung aufgrund der interessanten Schaltungen lohnt.

2. Versandfirmen mit einem sehr breit gefächerten Angebot, wie es bei Fachgeschäften nur schwer möglich ist.

Durch bundesweiten Wettbewerb und die damit verbundene Möglichkeit, ohne großen Aufwand Preise vergleichen zu können, lassen sich hier leicht entsprechende Vorteile erkennen, die die feste Position der Elektronik-Versandfirmen in Deutschland rechtfertigt.

Anhand unseres eigenen ELV-Bausatz-Versandes, den wir in erster Linie als Service für unsere Leser betreiben, damit auf einfache und problemlose Weise eine Schaltung nachgebaut werden kann und sichergestellt ist, daß ausschließlich qualitativ hochwertige Markenbauteile eingesetzt werden, sehen wir, welcher hoher Aufwand erforderlich ist, um zum einen kurze Lieferzeiten zu gewährleisten und zum anderen möglichst das komplette Bausatzprogramm präsent zu haben.

Am Beispiel des größten deutschen Elektronikversenders, der Fa. CONRAD-

ELECTRONIC in Hirschau, wollen wir uns einmal ansehen, wie ein großes Versandunternehmen arbeitet, wobei uns persönlich auch die Frage sehr interessierte, auf welche besondere Qualifikation hin die Fa. CONRAD-ELECTRONIC sich an die Spitze unter den Elektronikversendern setzen konnte.

Die dynamische und flexible Geschäftsleitung des Hauses CONRAD-ELECTRONIC war sofort bereit, uns kurzfristig einzuladen und den Betrieb in allen Einzelheiten zu zeigen.

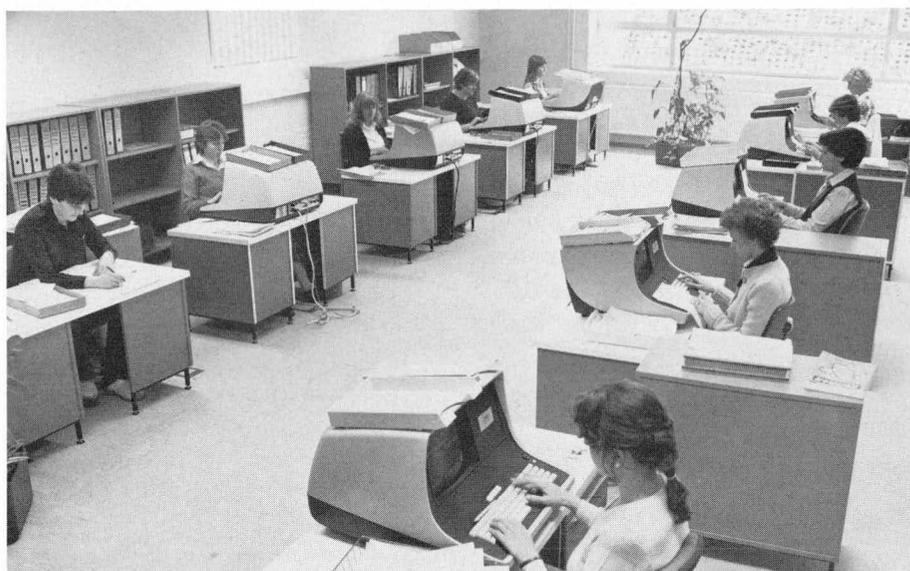
Auf das Drum und Dran unseres Besuches wollen wir nicht näher eingehen, sondern uns auf die tatsächlichen Fakten beschränken und kurz die Bearbeitung einer eingehenden Bestellung vom Posteingang der Kundenbestellung bis hin zur Posteinlieferung des fertigen Paketes verfolgen.

Mehrere tausend Briefe und Karten treffen täglich bei der Fa. CONRAD-ELECTRONIC in Hirschau ein. Ein spezielles Organisationssystem sorgt dafür, daß die Aufträge, Anfragen und Angebote jeden Tag bis 12 Uhr an die zuständigen Mitarbeiter verteilt sind.

Zur Fülle der schriftlichen Aufträge kommen pro Tag fast tausend Telefonanrufe von Kunden, die um Auskunft bitten oder Bestellungen durchgeben. Ohne den Einsatz modernster Technik (EDV, Terminals)



Posteingangsabteilung bei der Firma CONRAD-ELECTRONIC



Auftragserfassung über EDV-Terminals



„Rechenzentrum“ der Fa. CONRAD-ELECTRONIC

und vor allem ohne sachkundige Mitarbeiter wäre dieses tägliche Pensum kaum zu bewältigen.

In täglich zwei Schichten (von 6 Uhr morgens bis 22 Uhr abends) werden an 10 Terminals die Kundenaufträge eingegeben. In der EDV-Anlage der Fa. CONRAD-ELECTRONIC sind nicht nur Kundenanschriften und Auftragsumfang gespeichert, sondern von jedem einzelnen der 28 000 Artikel Gewicht und Volumen, Lagerbestand, Bestellmenge und viele Absatzdaten, die für die Berechnungen und Entscheidungen der Einkaufsabteilung des Hauses benötigt werden.

Nach 22 Uhr druckt der computergesteuerte Schnelldrucker mit einer Geschwindigkeit von 1600 Zeilen pro Minute die Rechnungen, Paketaufkleber, Nachnahmekarten und Versandpapiere aus. Darüber hinaus vermerkt die Maschine bei jedem Artikel die Lagerplatznummer, damit bei der Zusammenstellung der Aufträge möglichst keine Fehler passieren.

Nachdem die Lagerware über die automatisch gesteuerten Laufbänder aus den Kommissionierbereichen eintrifft, werden von den Packerinnen mit flinken Händen die bestellten Artikel fachgerecht versandfertig gemacht... zuverlässig bis zum kleinsten Päckchen.

Die fertigen Sendungen werden automatisch gewogen und durch einen im Laufband integrierten Wiege- und Portocomputer automatisch „freigemacht“.

Dadurch wird ein schnellerer Versand realisiert, dessen Paketausstoß täglich bereits in die Tausende geht.

Sorgfältige Verpackung, wozu u. a. ein Verschnürautomat zählt, garantiert, daß die Ware ohne Schaden beim Besteller eintrifft. An dieser Stelle hat die Ware das Laufbandende erreicht und wird den entsprechenden Postleitbereichen zugeordnet. Täglich holt die Deutsche Bundespost mit mehreren Fahrzeugen die nach Postleitbereichen vor-

sortierten und palettierten Paketsendungen von der Fa. CONRAD ELECTRONIC in Hirschau ab.

Durch diese nahezu perfekte Organisation wird nicht nur eine schnelle und gewissenhafte Bearbeitung der eingehenden Bestellungen realisiert, sondern auch eine kostengünstige Versendung ermöglicht.

Die vorstehend aufgezeigten Fakten der schnellen und präzisen Auftragsabwicklung sind es jedoch nicht allein, die die Fa. CONRAD-ELECTRONIC zum größten deutschen Elektronikversender gemacht haben. Zwei weitere Faktoren, als da sind das umfangreiche und gut sortierte Angebot sowie die faire Partnerschaft der Fa. CONRAD-ELECTRONIC zu ihren Kunden, die sich in Form von großer Kulanz bei Rücksendungen, Umtausch oder Reklamationen ausdrückt, spielen hierbei eine wesentliche Rolle.

Nicht nur für den Wareneinkauf und die damit verbundene breite Angebotspalette bei günstigen Preisen, sondern auch für den Import sind bei der Fa. CONRAD-ELECTRONIC eigene Abteilungen zuständig mit Einkaufsagenturen in USA und Fernost. In einer weiteren Abteilung sind mehrere Mitarbeiter damit beschäftigt, zurückkommende Pakete zu überprüfen und den Kunden schnell und unbürokratisch ihre Wünsche zu erfüllen, wobei auch hier die Kulanz selbstverständlich ihre Grenzen hat, denn genau wie unter den Elektronikversendern gibt es auch unter den Kunden die berühmten „schwarzen Schafe“, die bei der Fa. CONRAD-ELECTRONIC jedoch aufgrund der hervorragenden Organisation mit Hilfe des Computers schnell entlarvt werden und keine weiteren Lieferungen mehr erhalten.

Der zwangsläufig erforderliche Verwaltungsaufwand kostet natürlich Geld, kann aber durch entsprechende Organisation und den Umsatz großer Stückzahlen kompensiert werden, wobei wir diesen letztgenannten Punkt auch wiederum aus eigener Erfahrung bei unserem ELV-Bausatz-Versand bestätigen können, da wir unseren verehrten Lesern ausschließlich qualitativ hochwertige Markenbauelemente in den ELV-Original-Bausätzen zu durchweg sehr günstigen Preisen präsentieren können.



*Packerinnen an automatisch gesteuerten Laufbändern*



*Im Laufband integrierter automatischer Wiege- und Portocomputer*



*Schnürautomat*



*Abholung der fertigen Sendungen durch die Deutsche Bundespost*

# ELV-Serie Modelleisenbahn-Elektronik



*Mit diesem Artikel startet ELV eine Serie, die in Zusammenarbeit mit einem der kompetentesten Fachleute Deutschlands für Modellbahn-Elektronik, entstanden ist, und die speziell auf die Bedürfnisse der Modellbahner eingeht.*

*Sie können eine Serie erwarten, die eine Fülle interessanter, erprobter und nachbausicherer Schaltungen bringt in einer allgemein leicht verständlichen Form, so daß auch ein weniger geübter Elektroniker seine Modellbahnanlage individuell mit Hilfe der Elektronik perfektionieren kann.*

*Da viele Modellbahner an dieser Stelle zum ersten Mal mit „richtiger“ Elektronik vertraut gemacht werden, bitten wir unsere alteingefleischten ELV-Leser und Profi-Elektroniker um Toleranz, wenn einige Grundlagen und Grundbegriffe in z. T. stark vereinfachter Form dargestellt werden, die für das grundsätzliche Verständnis jedoch ausreichend aber erforderlich sind.*

Friedhelm Schiersching

## An Anfang steht die Stromversorgung

Hallo, liebe Modellbahnfreunde.

Hier beginnt sie, die Serie MODELLBAHNELEKTRONIK der ELV.

Was allen anderen Elektronik-Hobbyisten recht ist, ganze Artikelfolgen nur für einen Hobby-Zweig zu bringen, soll uns Modellbahnern genauso billig sein. Trotz des Sträubens alter eingefleischter Modellbahner, dringt die Elektronik auch in diesen Bereich mehr und mehr vor. Die beiden Fronten, hier notwendige und sinnvolle Elektronik für manche doch bessere Anlagenteile oder Fahrweisen, dort immer noch Ablehnung, führt teilweise immer noch zu Mißverständnissen.

Grundbegriffe, die den Elektronik-Hobbyisten eine Selbstverständlichkeit sind, sind dem Modellbahner noch fremd. Teilweise bietet die Industrie schon Elektronik-Geräte für den Modellbahner an. Doch fehlen dann vielfach die notwendigen Erklärungen zu der Funktion der angebotenen Schaltung.

Der Modellbahner, gewohnt, genau zu wissen was der Strom und die Spannung auf seiner Anlage bewirken, ist mit Recht mißtrauisch und vorsichtig, lehnt die Elektronik jedoch NICHT grundsätzlich ab! Er möchte nur besser informiert werden und Schaltungen finden, die speziell für sein

Hobby entwickelt wurden. Er will wissen, was in der Schaltung geschieht und wie er diese eventuell etwas ändern kann, um sie seiner Anlage anzupassen. Und er möchte allgemein über die Elektronik informiert werden, um Schaltungen zu verstehen, die er nicht nachbauen will oder sich selbst vielleicht an einen Entwurf einer Schaltung zu wagen.

Diese Serie soll dazu beitragen.

## Ein Netzgerät 0—15 Volt und 0—3 Ampere

### Allgemeines

Ein Netzgerät nur für den Modellbahner gibt es das? Diese Frage kann weder rundweg bejaht noch verneint werden. Netzgeräte-Bauanleitungen finden wir in jedem zweiten Heft der Elektronik-Fach-Zeitschriften; in allen Variationen, mit möglichst hoher Spannung oder hoher Strom-Belastbarkeit, mit und ohne digitaler Anzeige, HF-fest, kurzschlußfest und kurzschlußsicher und wie die Merkmale noch heißen mögen. Warum denn nun für den Modellbahner noch ein Netzgerät? Und warum überhaupt ein Netzgerät? Eine Modellbahn läuft doch über einen Trafo gesteuert, und dieser Trafo liefert uns den Strom, den wir für den Betrieb der Weichen, der Birnen, Schranken, Lätewerke, Zeitschalter an den Kopfbahnhöfen, Relais usw. benötigen. Warum verwenden wir diesen nicht?

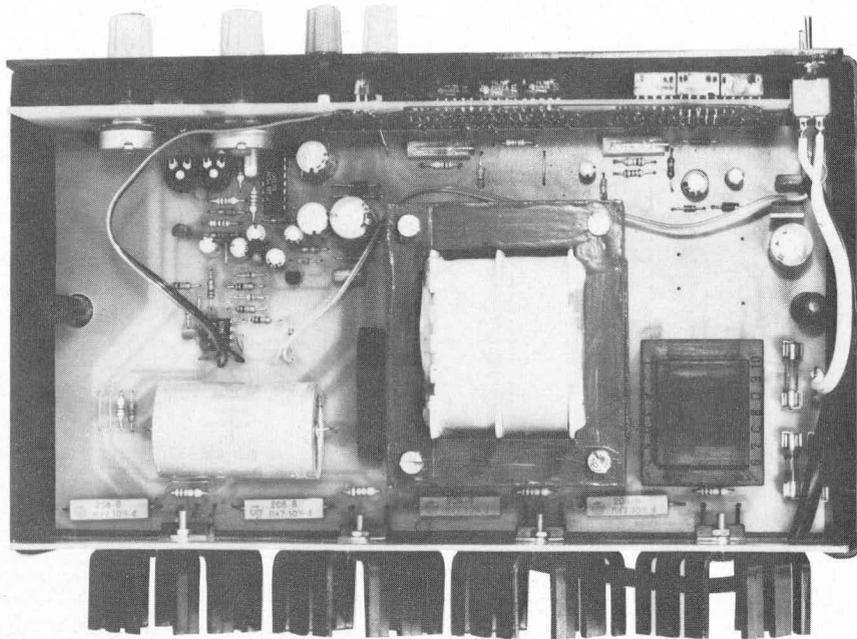
Wir wollen diese Fragen beantworten. Um aber die Antwort zu verstehen und nicht nur zu akzeptieren, wollen wir mit einigen Grundsätzlichkeiten der Elektronik beginnen.

Die Modellbahn herkömmlicher Art hat trotz Weichen und sonstigem Zubehör eigentlich nichts mit Elektronik zu tun. Ein elektrisches Gerät, somit auch unsere Modellbahn, benötigt Spannung und hat je nach Größe und Anspruch einen bestimmten Stromverbrauch, wobei die Belastung in Ampere und der Verbrauch in Watt gemessen wird.

Die Modellbahnen werden mit Gleichstrom oder Wechselstrom betrieben — dabei ist der Anteil nach neuesten Erhebungen je 50 % —, während die anderen elektrischen Geräte unserer Anlage meist nur mit Wechselstrom betrieben werden. Die Spannungen liegen im allgemeinen bei 14 Volt, ältere Trafos bringen auch noch 16 Volt, wobei die normale Belastungsmöglichkeit des Trafos 1 Ampere ist. Spezielle „Leistungs“-Trafos bringen auch 3 Ampere.

Halten wir es fest und merken es uns für alle Anwendungen der hier besprochenen oder sonst gekauften elektronischen Geräte:

Ein elektronisches Gerät kann ohne eine besondere Maßnahme — z. B. ein Netzgerät — nicht aus dem Trafo unserer Modellbahnanlage betrieben werden.!!!



Ansicht des geöffneten ELV-Luxus-Modellbahn-Netzgeräten LMN 7000

In der Rechtsprechung heißt es: Schon der Versuch ist strafbar. Wir wollen dies abwandeln: Schon der Versuch, unsere elektronischen Schaltungen direkt an den Trafo anzuschließen, kann unser mühsam aufgebautes Werk so zerstören, daß es nicht mehr zu reparieren ist und neu aufgebaut werden muß. Alle hier in dieser Serie besprochenen Schaltungen können nur mit einem reinen, sauberen, gesiebten und möglichst stabilisierten Gleichstrom betrieben werden, wenn nicht für besondere Zwecke etwas anderes angegeben wird.

Der Gleichstrom, oder besser gesagt, der pulsierende Strom aus unserem „Modellbahn-Gleichstromtrafo“ ist **nicht** zum Betrieb der Schaltungen geeignet.

Wenn wir hier so dringend darauf hinweisen, dann nur deshalb, weil hier Erfahrungen mehrerer Jahre aus unzähligen Telefonaten, Briefen und zur Reparatur eingesandter Geräte wiedergegeben wird. Vor dem einwandfreien Funktionieren aller noch zu besprechenden Schaltungen ist der Zeit-, Arbeits- und Geldaufwand des Netzgerätes notwendig.

Warum nun ein neues Netzgerät?

Selbstverständlich kann der Modellbahner auf ein eventuell schon vorhandenes Netzgerät zurückgreifen, oder ein anderes bauen, oder eins fertig kaufen. Wenn hier dieses Netzgerät besprochen wird, hat es zwei bestimmte Gründe. Viele Modellbahner haben noch kein Netzgerät. Bevor Sie nun beginnen, nach einer passenden Schaltung zu suchen, bitte, hier ist eine. Zweitens werden bestimmt viele Modellbahner nur die Schaltungen dieser Reihe sammeln, und da gehört diese Schaltung einfach dazu. Und vielleicht noch ein dritter Punkt. Dieses Gerät hier ist in der Leistung auf die Erfordernisse der kommenden Schaltungen abgestimmt. Also doch ein spezielles Netzgerät für den Modellbahner.

Die Theorie soll in den Schaltungsbeschreibungen nur soweit angesprochen werden,

wies zum Verständnis der Vorgänge in den Schaltungen notwendig ist. Dabei werden wir auf Formeln, wie sie der reine Hobby-Elektroniker manchmal unbedingt benötigt, verzichten. Werden aber Formeln angeführt, sollten sie nicht einfach überflogen werden, denn dann sind sie zum Verständnis der angeführten Schaltung wirklich notwendig. Und mit einer kleinen theoretischen Betrachtung wollen wir beginnen, ehe wir den LötKolben hervorholen — über den wir auch noch sprechen müssen.

Bild 1 zeigt uns 3 verschiedene Kurvenformen, wobei 1c keine Kurve, sondern eine Gerade ist.

„a“ ist die Kurvenform des reinen Wechselstroms, wie er unser Wechselstromtrafo und der Lichtstromausgang aller unserer Trafos liefert.

„b“ zeigt uns den Kurvenverlauf der Spannung, den wir aus unserem Gleichstromtrafo erhalten, und

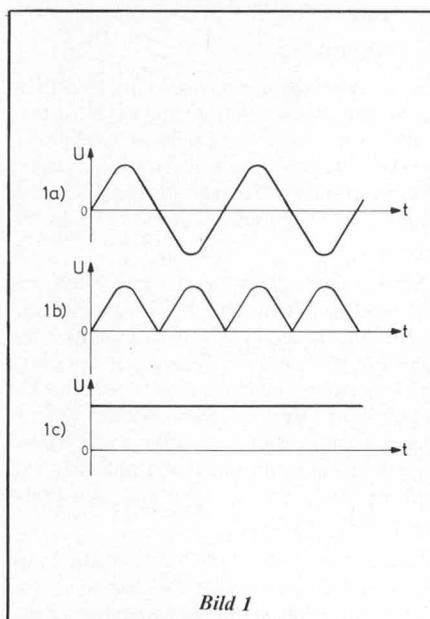


Bild 1

„c“ zeigt uns, wie die Spannung aussehen muß, die wir einzig und allein für unsere elektronischen Schaltungen verwenden können.

Wer schon etwas mehr in die Elektronik hineingerochen hat, wird nun protestieren und sagen, mit einem guten Elko bekomme ich aus diesem pulsierenden Strom auch einen reinen Gleichstrom. Stimmt, doch wie sieht es dann mit der Belastung aus? Und welche Umstände bereitet es, mit solch einer fliegenden Anordnung mehrere Geräte zu betreiben? Bleiben wir bei unserem Netzgerät, das uns die in 1c gezeigte Spannungskurve (gerade) liefert.

Nun noch ein Wort zum Lötzeug.

Ein LötKolben mit 100 Watt Leistung eignet sich dazu, Dachrinnen zu löten, aber nicht elektronische Schaltungen. Ebenso haben Löt fett, Löt wasser und sonstige Hilfsmittel bei unserer Lötarbeit nichts zu suchen.

Wir verwenden einzig und allein einen elektronischen LötKolben mit einer Leistung von 15 bis höchstens 30 Watt mit feiner Bleistiftspitze und Elektroniklöt zinn von 1 mm Ø mit Flußmittelseele.

Wenn wir die Platinen, auf die wir die Schaltungen aufbauen werden, nicht fertig kaufen, sondern selbst herstellen wollen, nehmen wir Kunstharz (Epoxyd o. ä.)-Platinen, aber keine aus Pertinax, wenn diese auch billiger sind. Billiger, auf die Dauer aber nicht preiswerter.

### Zur Schaltung

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild einer Schaltung, wie sie schon vielfach in mehreren Variationen veröffentlicht wurde. Das Herz dieser Schaltung besteht aus einer leistungsfähigen Elektronik, die eine Regelung der Spannung von Null an bis zu dem Höchstwert, der von dem Trafo vorgegeben ist, ermöglicht. Mit der Leistung, dem Ampereausgang, hat diese Elektronik nur soviel zu tun, daß sie den Ausgang regelt. Wie hoch

die Belastung sein kann, bestimmen andere Bauteile.

Nicht jedes Netzgerät, auch manch teures nicht, kann bis zu 0 V herunter regeln. Warum, darauf wollen wir hier nicht eingehen, wie wir auch die absolute mögliche Höchstspannung nicht erörtern wollen. Die gewählten Daten sind jedoch speziell auf die Praxis einer Modellbahnanlage ausgerichtet und abgestimmt.

**Selbstverständlich kann dieses Netzgerät auch für andere Zwecke, als dem Betrieb einer Modellbahnanlage, eingesetzt werden,** wobei jedoch darauf zu achten ist, daß die Verlustleistung der Endstufenleistungstristoren nicht zu groß wird.

Dazu muß man wissen, daß bei „normalen“ elektronisch stabilisierten Netzgeräten die Verlustleistung (entspricht der Erhitzung) der Endstufe um so größer wird, je kleiner die Ausgangsspannung und je größer der Ausgangsstrom ist.

Da eine Modellbahnanlage normalerweise nicht mit Spannungen unterhalb 12 V arbeitet, ist die Endstufe des Netzgerätes so ausgelegt, daß der maximale Strom von 3 A lediglich bei Ausgangsspannungen von über 10 V entnommen werden kann.

Wird das Netzgerät für andere Zwecke eingesetzt und soll dafür die Ausgangsspannung im Bereich zwischen 0 und 10 V eingestellt werden, so ist der maximal entnehmbare Strom im Kurzzeitbetrieb ebenfalls 3 A, im Dauerbetrieb jedoch auf 2 A und bei Spannungen von unter 5 V sogar auf ca. 1 A begrenzt.

Diesem kleinen Nachteil, der für den Betrieb an einer Modellbahnanlage ohnehin nicht zum Tragen kommt, steht der große Vorteil entgegen, daß die Kühlkörper für die Endstufe sehr klein ausfallen können — in unserem Falle reicht sogar die Ausführung der Rückwand als Aluminiumplatte mit zusätzlich angeflanschten Fingerkühlkörpern als Kühlkörper aus — also doch ein Netzgerät speziell für Modellbahnanlagen.

## Der Transformator (Trafo)

Sehen wir uns die Abbildungen des Gerätes an, so erkennen wir, daß auf der Basisplatte drei Transformatoren Platz haben, die **nicht** alle drei gleichzeitig erforderlich sind, durch ihren wahlweisen Einsatz jedoch die Möglichkeiten des Gerätes stark erweitern, so daß verschiedene Ausbaustufen möglich sind, angefangen bei einer sehr preiswerten bis hin zur luxuriösen Version.

### 1. Ausbaustufe

Sehen wir uns das Blockschaltbild des Netzgerätes an, erkennen wir, daß der Haupttrafo TR 1 zwei Sekundärwicklungen besitzt, und zwar eine Steuerwicklung mit 15 V und 0,1 A sowie eine Hauptwicklung mit 17 V und 4 A.

In der 1. Ausbaustufe kann dieser Haupttrafo entfallen und der für den Betrieb der Modellbahnanlage erforderliche Strom direkt aus dem Lichtstromausgang unseres Fahrtrafos entnommen und auf der Rückseite des Gerätes (sofern ein Gehäuse verwendet wird) eingeführt und auf den Brückengleichrichter B 1 gegeben werden.

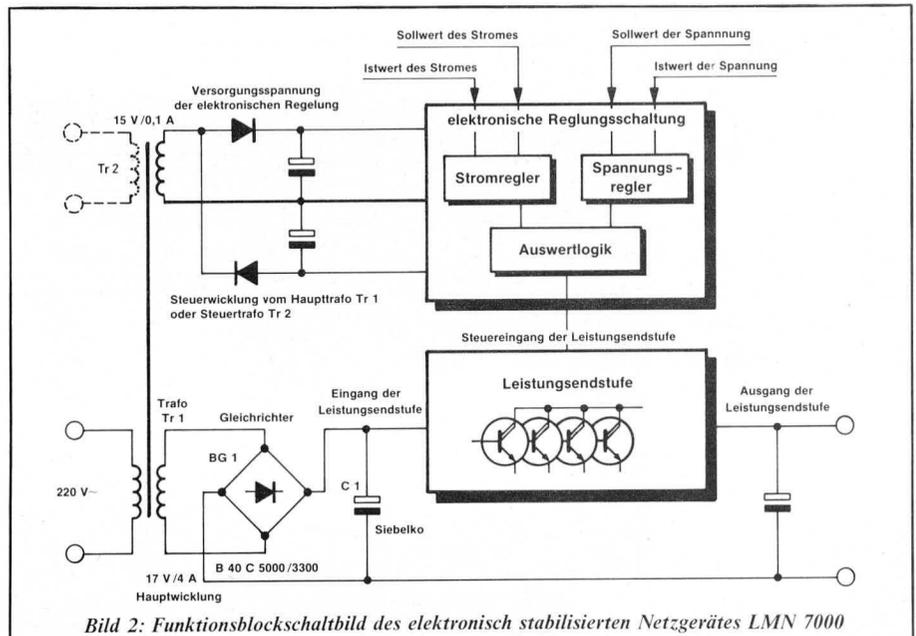


Bild 2: Funktionsblockschaltbild des elektronisch stabilisierten Netzgerätes LMN 7000

Da für den Betrieb der Regelelektronik jedoch eine separate, vollkommen von der Hauptwicklung getrennte Spannung zur Verfügung stehen muß, ist ein kleiner und preiswerter Steuertrafo (TR 2) vorgesehen, der die benötigten 15 V bei geringem Strombedarf liefern kann.

Der maximal von unserem Netzgerät zu liefernde Ausgangsstrom richtet sich nach der Belastbarkeit des Fahrtrafos und ist im Dauerbetrieb ca. 20 % geringer als dessen maximale Strombelastbarkeit, d. h. bei 1 A Fahrtrafostrom können ca. 0,8 A im Dauerbetrieb aus unserem Netzgerät entnommen werden.

### 2. Ausbaustufe

Wird der von uns vorgeschlagene und speziell auf diese Schaltung abgestimmte Haupttrafo TR 1 auf die Platine gelötet, so kann (und muß sogar) der kleine Steuertrafo TR 2 entfallen, da auf dem Haupttrafo bereits die Steuerwicklung mit aufgebracht wurde.

Die Leistung unseres Netzgerätes erhöht sich damit schlagartig auf 15 V und 3 A Dauerleistung, da die Hauptwicklung unseres Trafos TR 1 17 V und 4 A liefern kann.

### 3. Ausbaustufe

Die 3. Ausbaustufe hat auf die eigentliche Funktion unseres Netzgerätes keinen direkten Einfluß, sondern bezieht sich auf die digitale Anzeige des jeweils vorhandenen Spannungs- bzw. Stromwertes und ist somit auch nicht im Blockschaltbild berücksichtigt.

Die Ausgangsspannung unseres Netzgerätes wird mit dem Poti P 1 eingestellt und kann auf der zugehörigen Skala abgelesen werden, während der Strom mit dem Poti P 2 eingestellt und ebenfalls auf der zugehörigen Skala abgelesen werden kann. Was es mit der getrennten Einstellung von Strom und Spannung im einzelnen auf sich hat, darauf gehen wir an einer späteren Stelle noch näher ein.

Eine genauere und damit auch bessere Möglichkeit der Spannungs- bzw. Stromeinstellung ergibt sich, wenn man zwei komforta-

bele digitale Anzeigeinstrumente — eines für die Spannungsanzeige und eines für die Stromanzeige — einbaut. Die Leiterplatten sind hierfür bereits vorgesehen.

Da digitale Anzeigeinstrumente im allgemeinen aktive Meßgeräte sind, benötigen Sie allein schon für den Betrieb der 7-Segment-Leuchtdiodenanzeige einen separaten zusätzlichen Strom.

Der Leistungsbedarf, der wahlweise oder auch gemeinsam einsetzbaren Spannungs- und Stromanzeige wird durch den Trafo TR 3 gedeckt, der nur benötigt wird, wenn eine oder beide digitale Anzeigen eingesetzt werden, wobei die Leistung dieses Trafos für den Betrieb von zwei digitalen Anzeigeinstrumenten ausreicht.

## Die Gleichrichtung

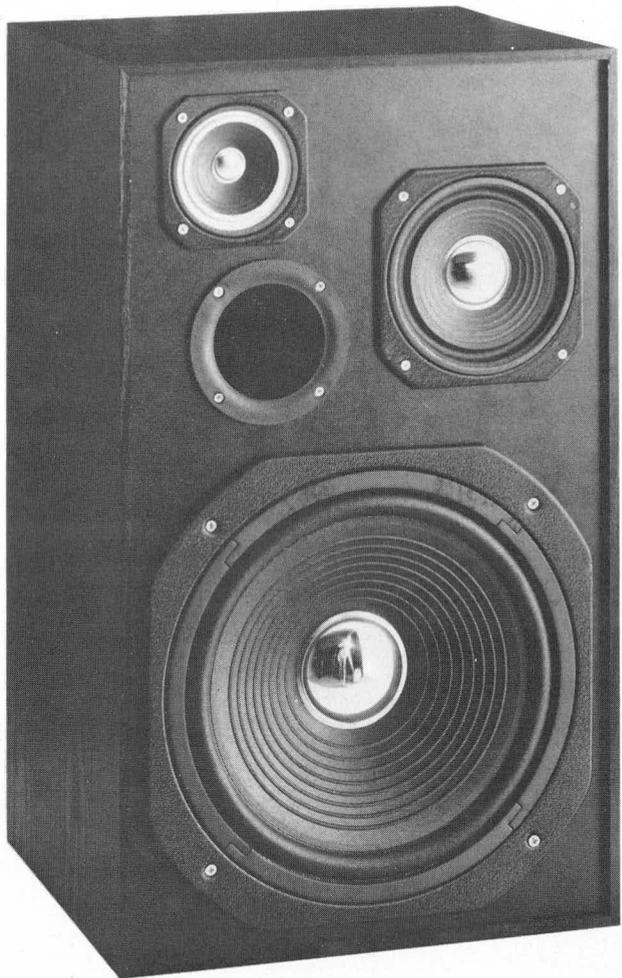
Genau wie der Transformator, muß auch der Gleichrichter den Anforderungen der gewünschten Belastung gewachsen sein. Da die Preisunterschiede gering sind, benutzen wir in jedem Fall, auch wenn wir nur 1 A Ausgangsstrom ziehen wollen, den Typ B 40 C 5000/3300. B 40 bedeutet, daß dieser Gleichrichter mit einer Spannung bis zu 40 V betrieben werden kann. C 5000/3300 gibt die mögliche Belastung an, 3300 mA = 3,3 A ungekühlt. Wird der Gleichrichter gekühlt, können 5 A „gezogen“ werden, aber nur dann, wenn auch der Trafo diese Belastung vertragen kann. Bei 17 V/4 A Trafowerten können maximal ca. 3 A entnommen werden, dies aber souverän auch im Dauerbetrieb.

C 1 ist als Ladekondensator mit 4700 µF groß genug bemessen, um eine gute Siebung und Glättung zu erreichen. Diese Glättung ist für den Betrieb unserer elektronischen Schaltungen an unserer Modellbahnanlage keineswegs ausreichend, so daß die nachgeschaltete Elektronik erforderlich ist.

Die ausführliche Beschreibung der Elektronik sowie den praktischen Aufbau unseres Netzgerätes veröffentlichen wir in der kommenden Ausgabe. Einen kleinen Vorgeschmack auf dieses wirklich qualifizierte Netzgerät geben Ihnen, verehrte Leser, die Fotos, die die höchste Ausbaustufe zeigen.

# Bassreflexbox

*Neuer Lautsprecher-Bausatz der Firma Mivoc*



Am Anfang standen 1000 Aufgaben:

Ein volles Bassvolumen sollte sie haben, freie und klare Höhen sowie neutrale Mittellagen. Und vor allem: Das Gehäuse durfte nicht beinahe ein eigenes Zimmer benötigen.

Das das Ganze gut aussehen sollte, war selbstverständlich. Alles sollte so sicher funktionieren, daß es von jedermann mit Schraubenzieher und Lötkolben aufgebaut werden kann.

Die Konstrukteure der Fa. MIVOC sind nicht zu Unrecht stolz auf diese neue HiFi-Box. Obwohl das Gehäuse nur 47 Brutto-Liter umfaßt, wurde mit einem 68 mm Bassreflex-Kanal und einem 250 mm Tieftonsystem eine Bassfülle geschaffen, die „aufhorchen“ läßt. Höhen und Mittellagen sind aufgrund sehr flexibler Membranaufhängungen überzeugend transparent, es gibt keine überlauten Frequenzbereiche. Vom Bass bis zum Becken klingt die Wiedergabe naturgetreu.

Das Äußere der Box wirkt professionell gelungen: Die Systeme sind in offener Frontmontage mit schwarzen Metallblenden befestigt, das Gehäuse ist schwarz furniert.

100 Watt verarbeitet diese leistungsfreudige Box, welche sich an jeden 4 und 8  $\Omega$  Verstärkerausgang anschließen läßt.

Weitere Hinweise und Bezugsmöglichkeiten finden Sie in der Annonce der Fa. MIVOC in dieser Ausgabe.