

Die aktuellen Ausgaben der Funkschau finden Sie auf [www.funkschau.de](http://www.funkschau.de)

Für Kurzwellenfreunde:

# Wobbeln bis 30 MHz

## Teil 1

Für viele Meßzwecke in der HF-Technik wird ein Wobbler benötigt. Dieser dreiteilige Beitrag stellt ein Gerät zum Selbstbau vor, das durch Verwendung von Funktions-Baugruppen in seiner Arbeitsweise leicht zu durchschauen ist.

Wenn man sich mit Hochfrequenztechnik beschäftigt, an Sendern, Empfängern und an Antennen bastelt, so kommt man immer wieder in Situationen, in denen man einen Wobbler benötigt. Sei es, daß man eine ZF neu abgleicht oder eine KW-Antenne untersucht, die man gerade aufgehängt hat und die dann doch nicht so funktioniert, wie man sich das dachte. Mit einigen Hilfsmitteln, die man sich leicht selbst bauen kann (z. B. Meßbrücke, Diodentastkopf usw.), ist ein Wobbler in Verbindung mit einem Oszilloskop ein recht universelles Meßgerät.

Es ist bewußt auf ein Dämpfungsglied verzichtet worden, mit dem der Pegel

über einen großen Bereich variiert werden kann. Dies sollte man besser getrennt aufbauen, da man es für viele andere Zwecke auch gebrauchen kann.

Der vorliegende Wobbler wurde für den KW-Bereich entwickelt (0,3 MHz bis 30 MHz). Durch Umdimensionieren des 9poligen Tiefpaßfilters läßt er sich auch als Fernseh-ZF-Wobbler für 3...45 MHz aufbauen. Die wichtigsten technischen Daten können der *Tabelle 1* entnommen werden.

Da es sehr schwierig ist, einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) mit einem Ziehbereich von mehreren Oktaven zu bauen, wurde hier ein Rückmischverfahren angewendet (siehe

**Tabelle 1: Technische Daten**

Frequenzbereich:	0,3...30 MHz
Pegel:	0...14 dBm (50 Ω)
Wobbelhub:	0...ca. 25 MHz
Wobelfrequenz:	ca. 10...50 Hz
X-Ausgang (AUTO):	± 4 V

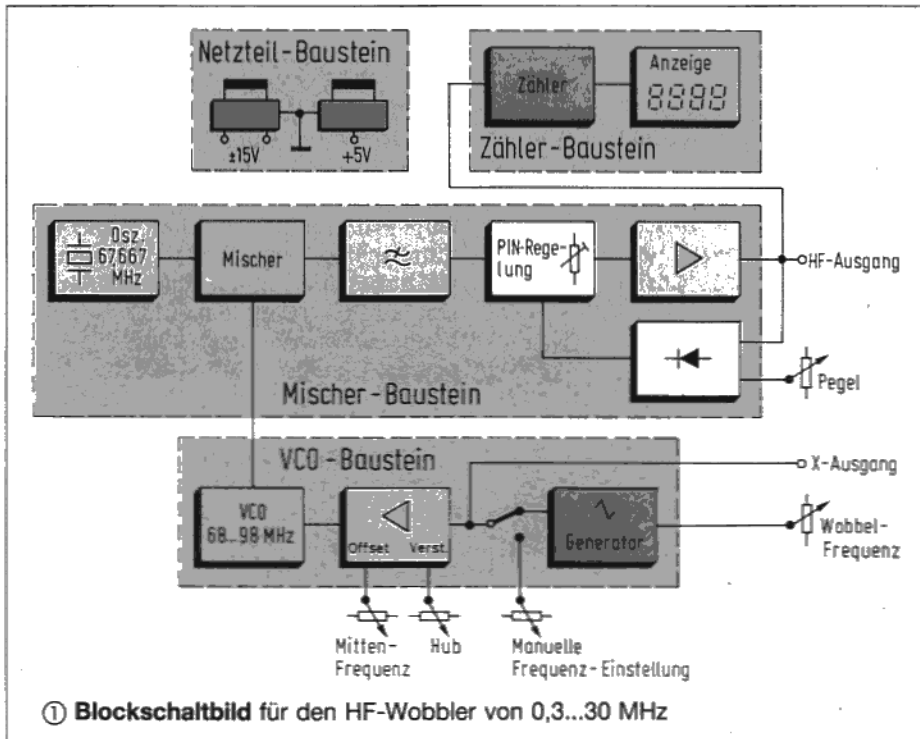
Blockschaltung Bild 1). Der VCO wird von einem Dreiecksgenerator angesteuert und schwingt auf einer Frequenz zwischen 67,967 MHz und 98 MHz. Danach wird er mit einem 67,667-MHz-Quarzoszillator auf den gewünschten Bereich von 0,3...30 MHz heruntergemischt. Dieses „ZF“-Signal wird dann verstärkt und im Pegel geregelt. Mit einem Zähler wird die Ausgangsfrequenz angezeigt. Mit dieser Baugruppe steigen wir in die Schaltungsbeschreibung ein. Erst danach folgt die Aufbauanleitung.

## Zählerbaugruppe mit 10 kHz Auflösung

Das zu zählende Eingangssignal wird zunächst auf einen einfachen Transistorverstärker gegeben, wo es auf eine für TTL-Bausteine verträgliche Form gebracht wird (Bild 2). Danach läuft das Signal über zwei TTL-Teiler (durch 10) zum eigentlichen Zähler.

Der erste TTL-Teiler muß eine maximale Eingangsfrequenz von über 30 MHz verarbeiten können, daher wurde hier ein konventioneller TTL-Baustein benutzt. Der zweite TTL-Teiler muß sich mit einer Eingangsfrequenz von 3 MHz zu verhalten. Daher wurde hier ein LS-TTL verwendet. Auf den Clear-Eingang Pin 13 des zweiten TTL-Teilers (IC 6) wird das Gate-Signal gegeben. Solange dieser Punkt auf „H“ liegt, arbeitet der Teiler normal, liegt der Punkt jedoch auf „L“, so arbeitet der Teiler nicht mehr und sein Ausgang liegt ebenfalls auf „L“.

In dieser Zeit, in der keine Pulse an den Zählerbaustein IC7 weitergegeben werden, wird mit dem Übernahmeimpuls der Zählerstand in die Anzeige übernommen und anschließend mit dem Reset-Impuls der Zähler wieder auf Null



① Blockschaltbild für den HF-Wobbler von 0,3...30 MHz

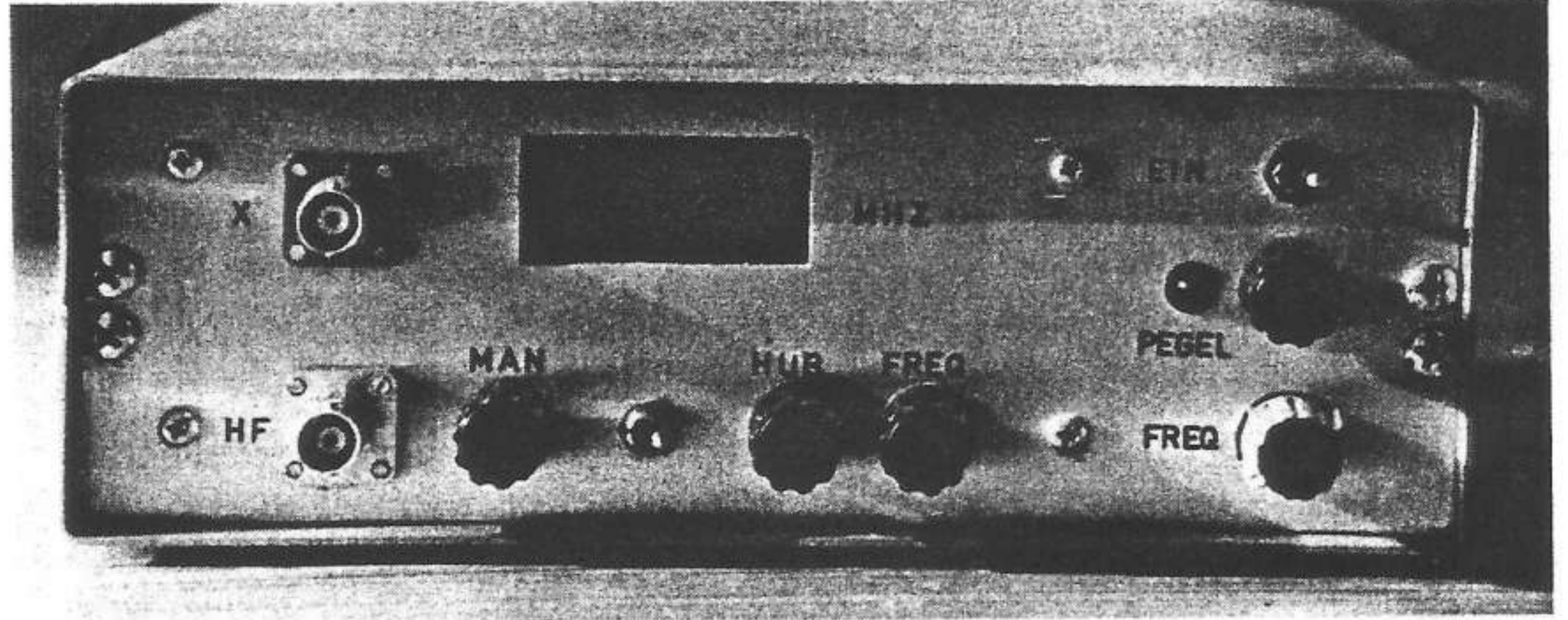
zurückgesetzt. Die niederwertigste Stelle ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$f_{\min} = N/t_g = 100/10 \text{ ms} = 10 \text{ kHz}$$

$t_g = \text{Torzeit}$   
 $N = \text{Vorteilerfaktor}$

Mit Hilfe von IC1 (4060) und dem Quarz wird ein Referenzsignal von 400 Hz erzeugt, das dann mit IC2 (4013) durch 4 geteilt wird. Am Ausgang ergibt sich ein symmetrisches Rechtecksignal von 100 Hz. Über einen Widerstandsteiler wird das CMOS-Signal von 15 V auf 5 V reduziert und auf die erste Stufe von IC3 gegeben, wo das Signal nochmals durch 2 geteilt wird. An den Ausgängen der ersten Stufe von IC3 stehen dann 50-Hz-Rechtecksignale (invertiert und nichtinvertiert) zur Verfügung.

Mit dem nichtinvertierten Signal (Pin 1 von IC3) taktet man den zweiten Vorteiler des Zählers (Gate-Signal). Mit dem invertierten Signal (Pin 2) triggert man die zweite Stufe von IC3, die als Monoflop geschaltet ist. Das Ausgangssignal dieses Monoflops dient als Übernahme-Impuls. Während dieser Zeit übernimmt die Anzeige den momentanen Zählerstand.



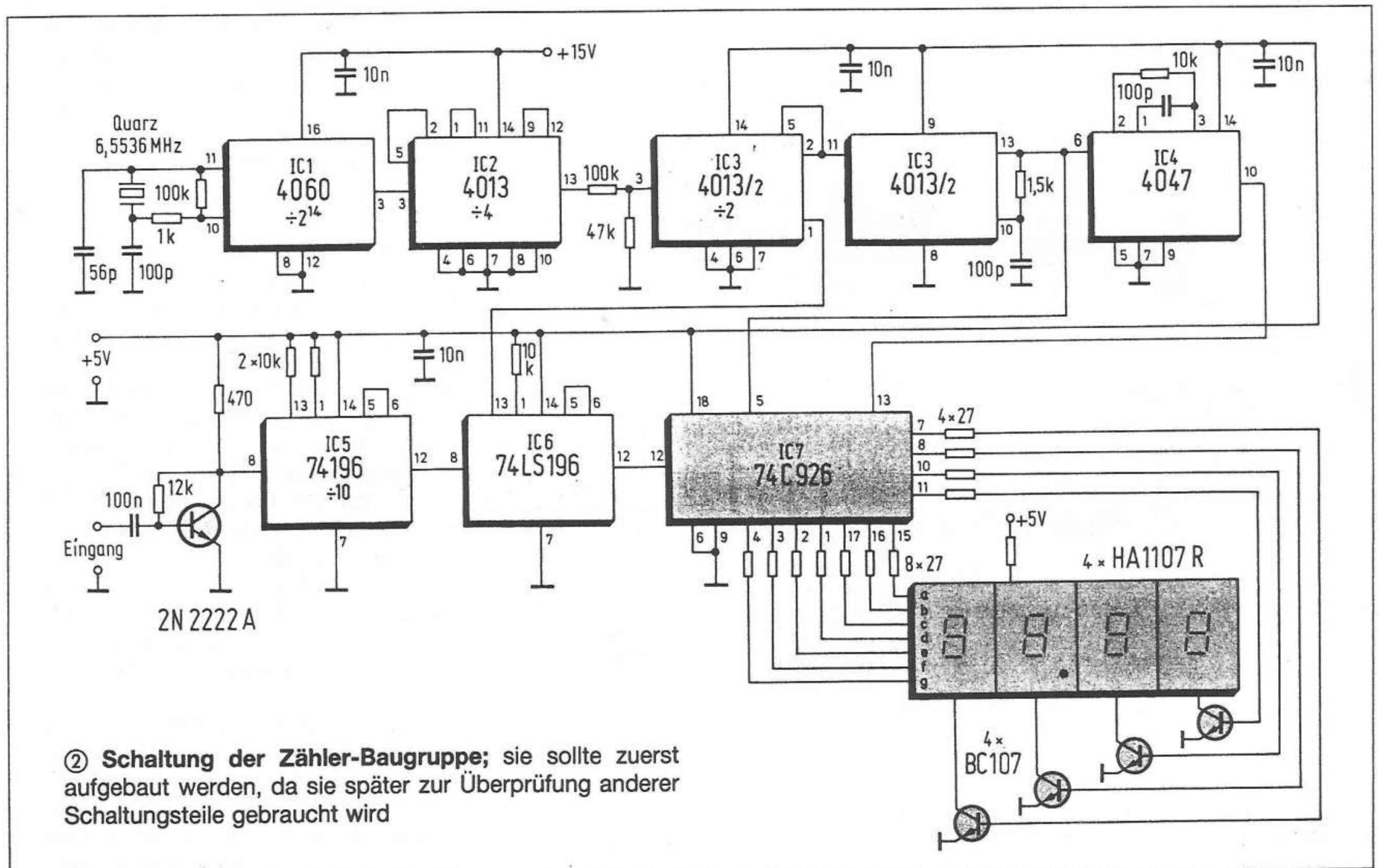
Mit der Rückflanke des Übernahme-Impulses wird ein weiteres Monoflop getriggert (IC4). Mit dessen Ausgangssignal (Pin 10) wird der Zähler zurückgesetzt. (Siehe auch Impulsplan des Zählers im zweiten Teil.)

Dreiecksgenerator (Bild 3). Der MOSFET-Oszillator zeichnet sich durch eine hohe Pegelkonstanz über einen weiten Ziehbereich aus. Dem Oszillator ist noch ein Dämpfungsglied zur Pegelanpassung und ein 5poliger Tiefpaß zur Oberwellenabsenkung nachgeschaltet.

Die Abstimmungsspannung des Oszillators wird von einem Dreiecksgenerator geliefert, der in den Parametern Frequenz, Amplitude und Offset verändert werden kann. Die Offsetspannung bestimmt die Mittenfrequenz, die Amplitude den Frequenzhub und die Frequenz die Wobbelfrequenz.

### Dreiecksgenerator steuert VCO

Der VCO besteht aus einem Oszillator in Hartley-Schaltung mit dem Dual-Gate-MOSFET BF981 und aus einem



② Schaltung der Zähler-Baugruppe; sie sollte zuerst aufgebaut werden, da sie später zur Überprüfung anderer Schaltungsteile gebraucht wird

Der Dreiecksgenerator wird aus den Verstärkern A und B des vierfachen Operationsverstärkers aufgebaut. Verstärker A ist als Komparator und Verstärker B als Integrator geschaltet. Nimmt man als Anfangsbedingung an, daß der Integrator am Ausgang gerade 0 V hat und der Komparator  $-U_B$ , dann gibt der Komparator über den Festwiderstand und das 1-M $\Omega$ -Potentiometer einen negativen Fehlstrom auf den Eingang des Integrators. Dieser will den negativen Strom mit einem positiven kompensieren, und die Spannung am Ausgang von B steigt linear an.

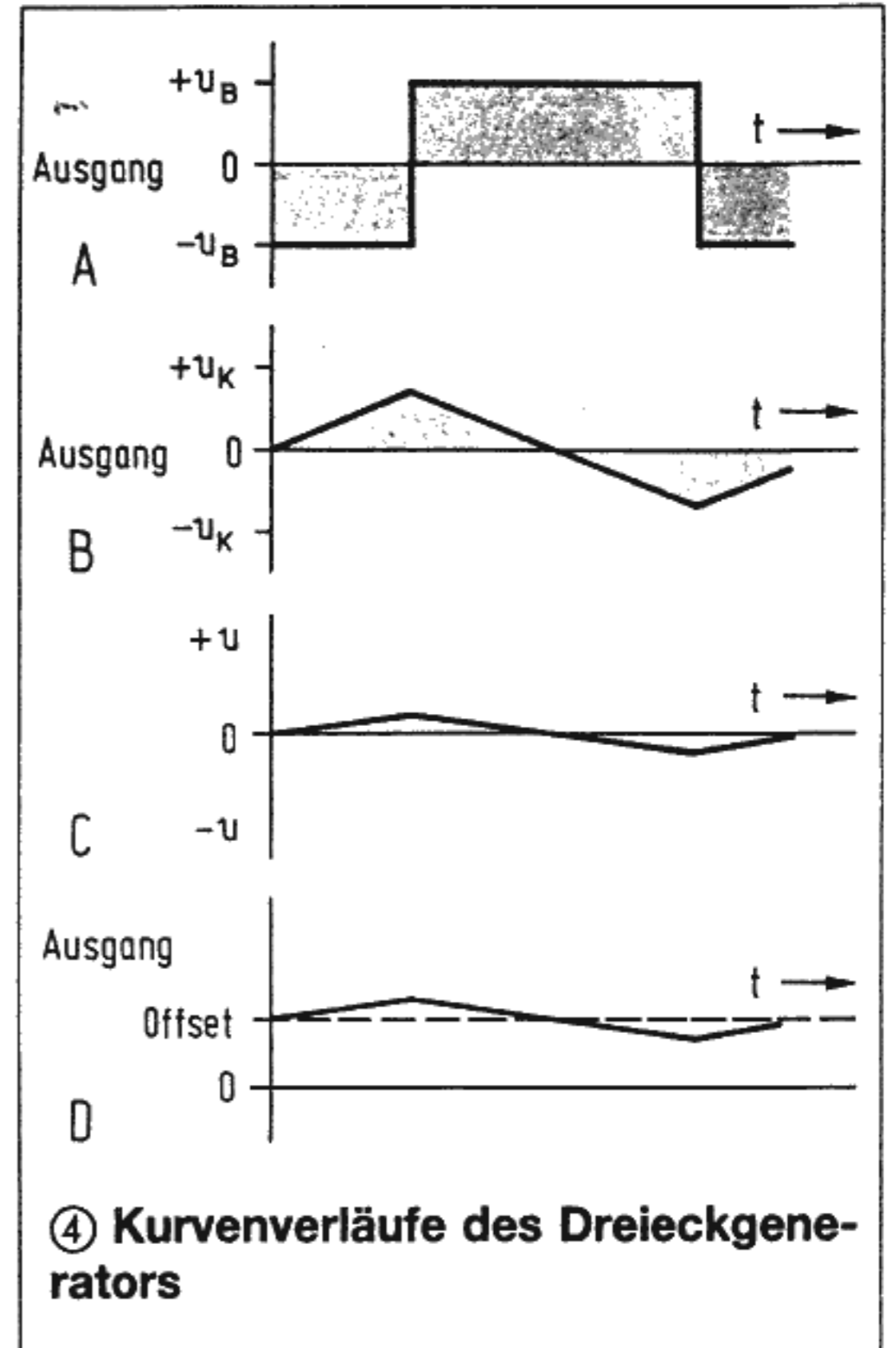
Über einen Widerstand von 68 k $\Omega$  ist der Ausgang von B mit dem Eingang von A verbunden. Steigt nun die Spannung am Ausgang von B über die Komparatorspannung  $U_K$  an, so kippt der Komparator in seinen anderen stabilen Zustand nach  $+U_B$  (Bild 4). Dadurch bekommt der Integrator jetzt einen positiven Fehlstrom am Eingang. Diesen versucht er wiederum durch einen negativen Strom zu kompensieren, und die Ausgangsspannung an B fällt stetig, bis sie  $-U_K$  erreicht hat und der Vorgang sich wieder umkehrt. So entsteht am Ausgang von B eine Null-symmetrische Dreiecksspannung konstanter Amplitude von ca.  $\pm 4$  V.

Mit dem 1-M $\Omega$ -Poti läßt sich die Frequenz der Dreiecksspannung variieren. Die Diode parallel zum Poti sorgt dafür, daß der Rücklauf immer mit maximaler Geschwindigkeit erfolgt. Über einen

Umschalter wird die Dreiecksspannung auf Verstärker C gegeben. Seine Verstärkung läßt sich von 0 bis ca. 0,9 einstellen. Mit der Verstärkung bestimmt man die Amplitude des Dreiecks und damit auch den Wobbelhub. Dieses in der Amplitude veränderliche Signal wird auf Verstärker D gegeben. Seine Verstärkung ist 1, man kann aber über das 10-Gang-Poti seine Offsetspannung und damit die Mittenfrequenz verändern. Der Widerstand und die Diode am Ausgang von Verstärker D verhindern, daß die Abstimmspannung negative Werte annimmt, da dann die Schwingung abreißen kann.

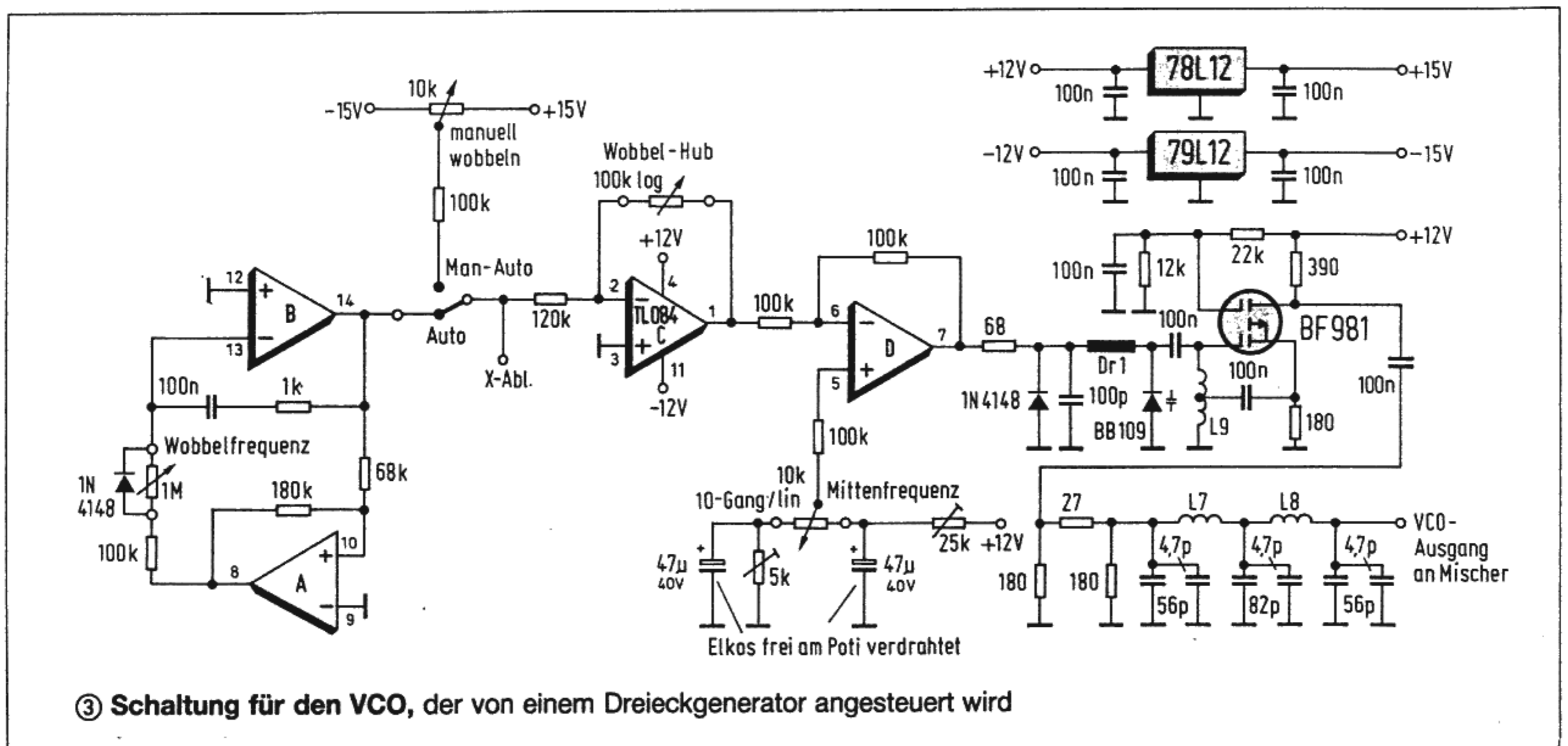
### Mischer mit nachfolgendem Tiefpaß und Breitbandverstärker

In der Mischerbaugruppe wird mit Hilfe eines Quarzoszillators das VCO-Signal mit 67,967...98 MHz auf die gewünschte Ausgangsfrequenz von 0,3...30 MHz heruntergemischt (Bild 5). Als Mischer wird ein Schottky-Diodenringmischer Typ IE500 verwendet. An seinem Ausgang steht die gewünschte Differenzfrequenz (0,3...30 MHz), aber auch die Summenfrequenz und der Restträger des Hilfsoszillators. Die unerwünschten Signale werden mit Hilfe eines 9poligen Tiefpasses unterdrückt. Zwischen Tiefpaß und Mischer ist noch



ein PIN-Dämpfungsglied eingefügt, das zur Pegelregelung benutzt wird. Nach dem Tiefpaß wird das Signal mit einem Breitbandverstärker angehoben und steht dann am Ausgang mit einem maximalen Pegel von +14 dBm zur Verfügung.

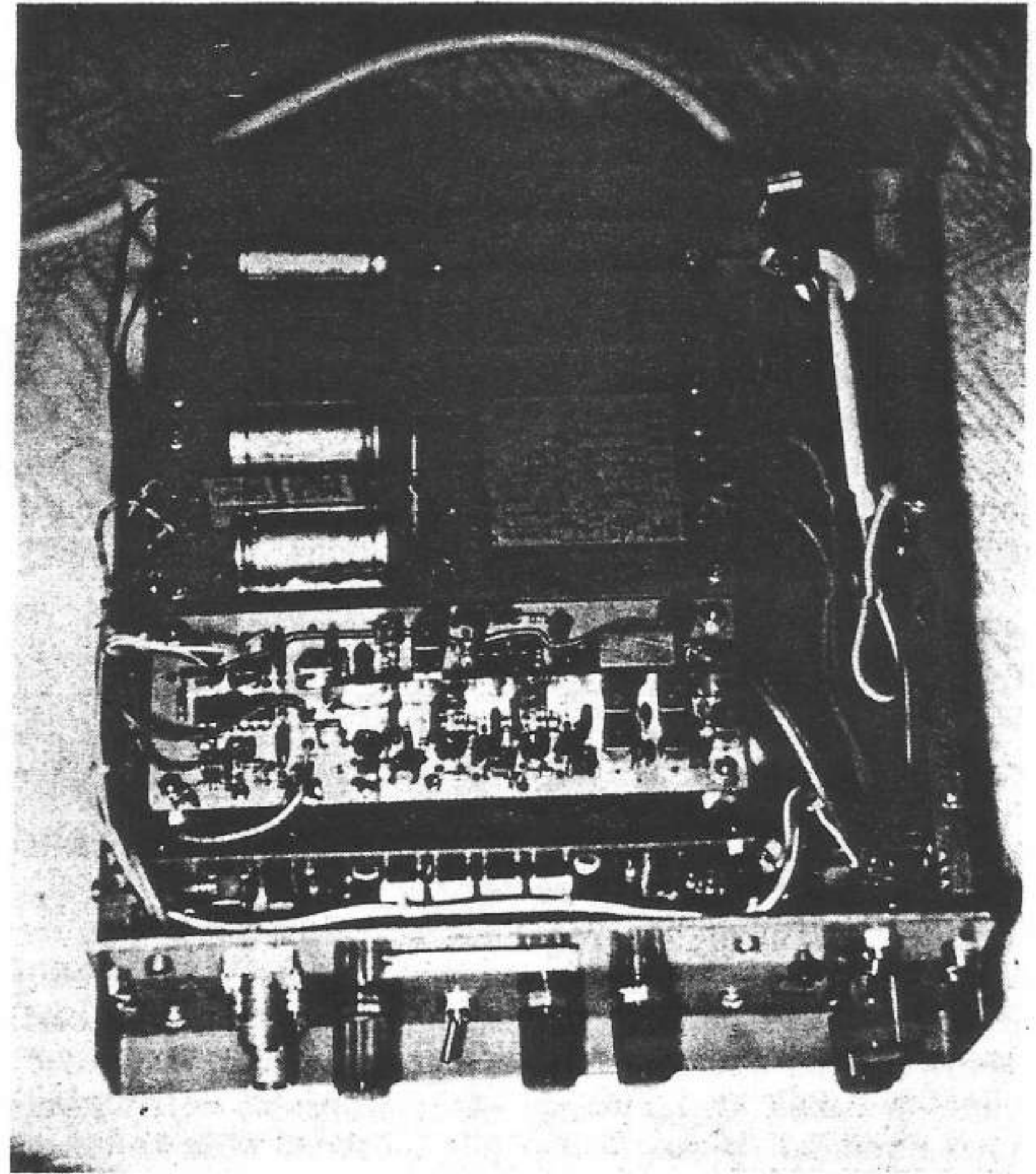
Um eventuelle Welligkeiten des Verstärkers, des VCOs und des Tiefpasses auszugleichen, wird das Ausgangssignal über 100 nF ausgekoppelt und mit D1 gleichgerichtet. D1, durch die Diode D2



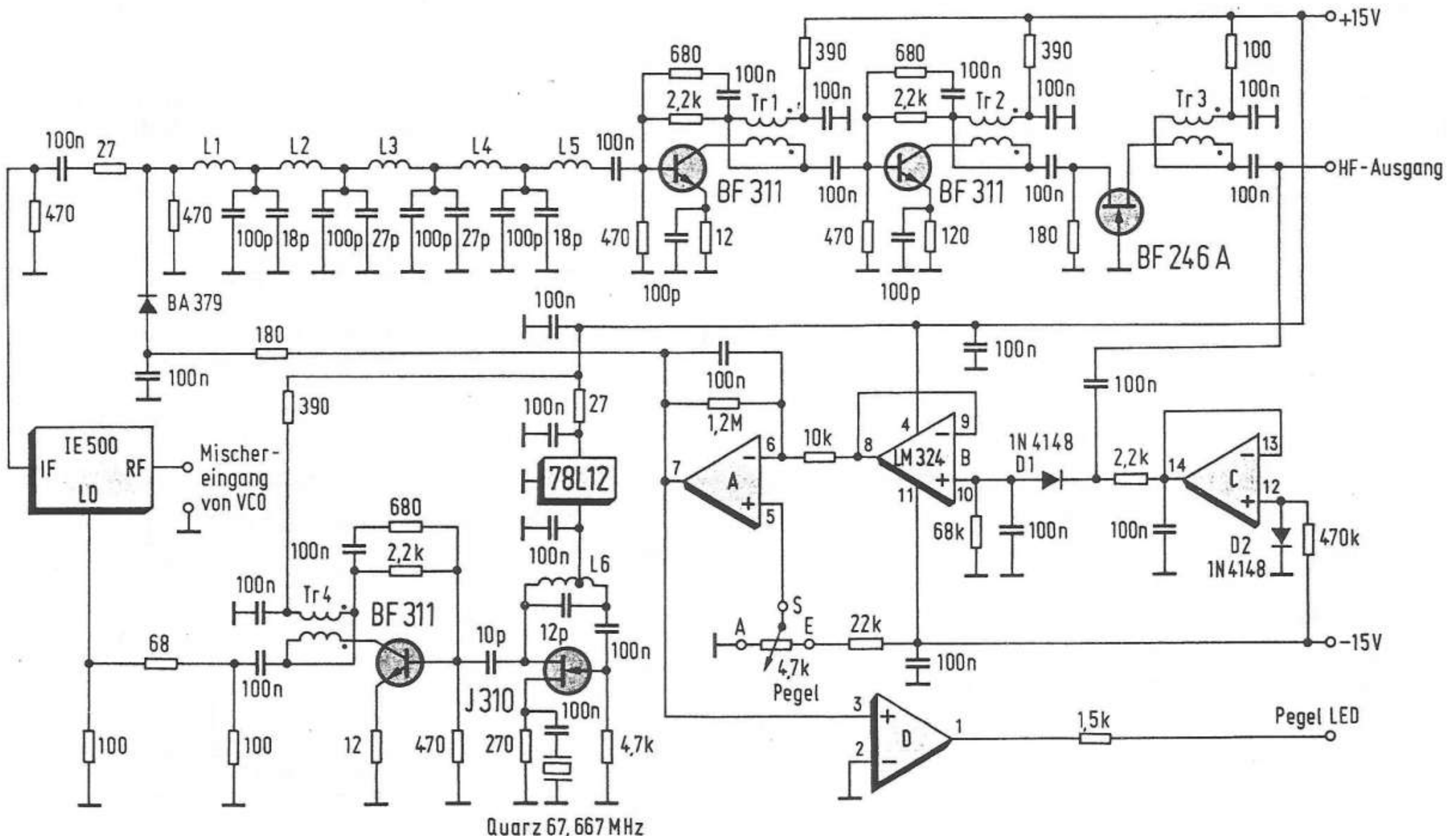
temperaturkompensiert, bekommt eine Vorspannung von Verstärker C des LM324. Die Richtspannung wird über den Buffer-Verstärker B an den Regelverstärker A geführt, dort wird sie mit einem voreingestellten Sollwert verglichen. Daraus wird die Regelspannung für die PIN-Diode BA379 gewonnen. Durch Veränderung des Sollspannungswertes läßt sich so in einem gewissen Bereich die Ausgangsleistung des HF-Verstärkers einstellen.

Die Regelspannung wird von einem Komparator (Verstärker D) überwacht. Solange die Regelspannung positiv ist, d. h. solange Strom durch die PIN-Diode fließt, ist sein Ausgang auf  $-U_B$ . Wird die Regelspannung negativ – die Regelung ist außer Betrieb, da kein Strom mehr durch die PIN-Diode fließt –, ist sein Ausgang auf  $+U_B$ . Schließt man eine Leuchtdiode an diesem Ausgang an, so zeigt sie an, ob die Regelung in Betrieb ist oder nicht.

Der Hilfsoszillator ist ein FET-Oszillator vom Typ Hartley mit dem I310. Die Schwingbedingungen sind aber nur bei den Serienresonanzen des Quarzes gegeben, weil dort die Verstärkung ausrei-

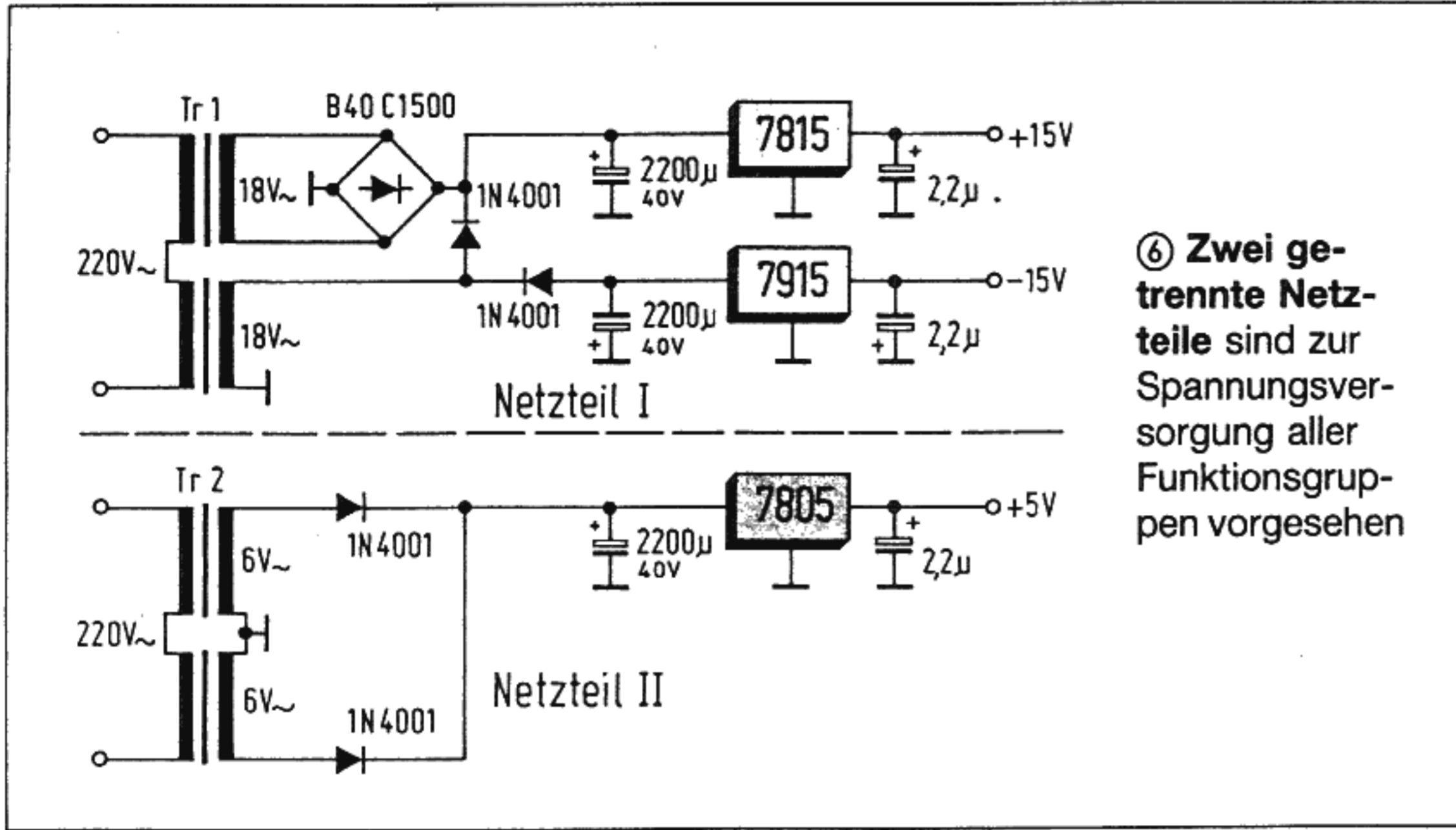


**Blick von oben ins Gerät.** Man erkennt die Anordnung der Platinen



Quarz 67,667 MHz

⑤ Mischer-Baustein mit 9poligem Tiefpaßfilter. Angaben zu den Spulen und Übertragern sind der Tabelle 2 zu entnehmen



⑥ Zwei getrennte Netzteile sind zur Spannungsversorgung aller Funktionsgruppen vorgesehen

nach dem Prinzip der Doppelweggleichrichtung. Die gleichgerichtete Spannung wird mit einem Festspannungsregler auf + 5 V geregelt.

### Die Mechanik – oft Stiefkind des Elektroniklers

Für den Aufbau des Gerätes mit den beschriebenen Baugruppen sind ein paar Anmerkungen erforderlich. Im Funktionsmuster wurde zwar ein Eigenbaugeschäft verwendet; die Maße dieses Gehäuses wurden aber so gewählt, daß sie denen des Gehäuses Typ 9514/2 von Bürklin entsprechen. Sämtliche Bedienungselemente werden an der Frontplatte (Bild 7) befestigt, ebenso die Zählerplatine, die auf 20 mm Abstandsbolzen an der Frontplatte montiert wird. In der Rückwand befindet sich nur die Kabelführung für das Netzkabel und der Sicherungshalter.

Die Platinen von den Netzteilen, VCO und Mischer werden mit 10 mm Abstandsbolzen auf die Grundplatte montiert, Netzteile und Mischer auf der Oberseite (Foto auf voriger Seite), der VCO auf der Unterseite. Der Ausschnitt in der Frontplatte für die Anzeige wird zum Schluß mit Acrylglas hinterklebt.

Harald Braubach  
(Wird fortgesetzt)

chend groß ist. Wird nun die Spule L6 exakt nach Bauvorschrift in Tabelle 2 gewickelt, so liegt innerhalb des Ziehbereiches des LC-Kreises nur eine Serienresonanz des Quarzes; so ist nur ein Abgleich auf die Sollfrequenz des Oszillators möglich.

### Zwei getrennte Stromversorgungen

Das Ausgangssignal des Oszillators wird über einen Bufferverstärker und ein Dämpfungsglied zur Pegelanpassung an den LO-Eingang des Mischers geführt.

Sowohl Netzteil I als auch Netzteil II werden auf zwei gleichen Platinen auf-

gebaut. Netzteil I ist mit einem Trafo 2 × 18 V bestückt. Da die Belastung der positiven Spannung wesentlich höher ist als die der negativen Spannung, wird für die negative Spannung nur eine Einweggleichrichtung vorgenommen. Die nicht benötigte positive Halbwelle wird auf den Ladeelko der positiven Spannung geladen (Bild 6). Dadurch wird eine optimale Ausnutzung des Trafos gewährleistet. Beide Spannungen werden mit Festspannungsreglern auf + 15 V bzw. - 15 V festgelegt.

Netzteil II zur Versorgung der TTL-Bausteine auf der Zählerplatine arbeitet

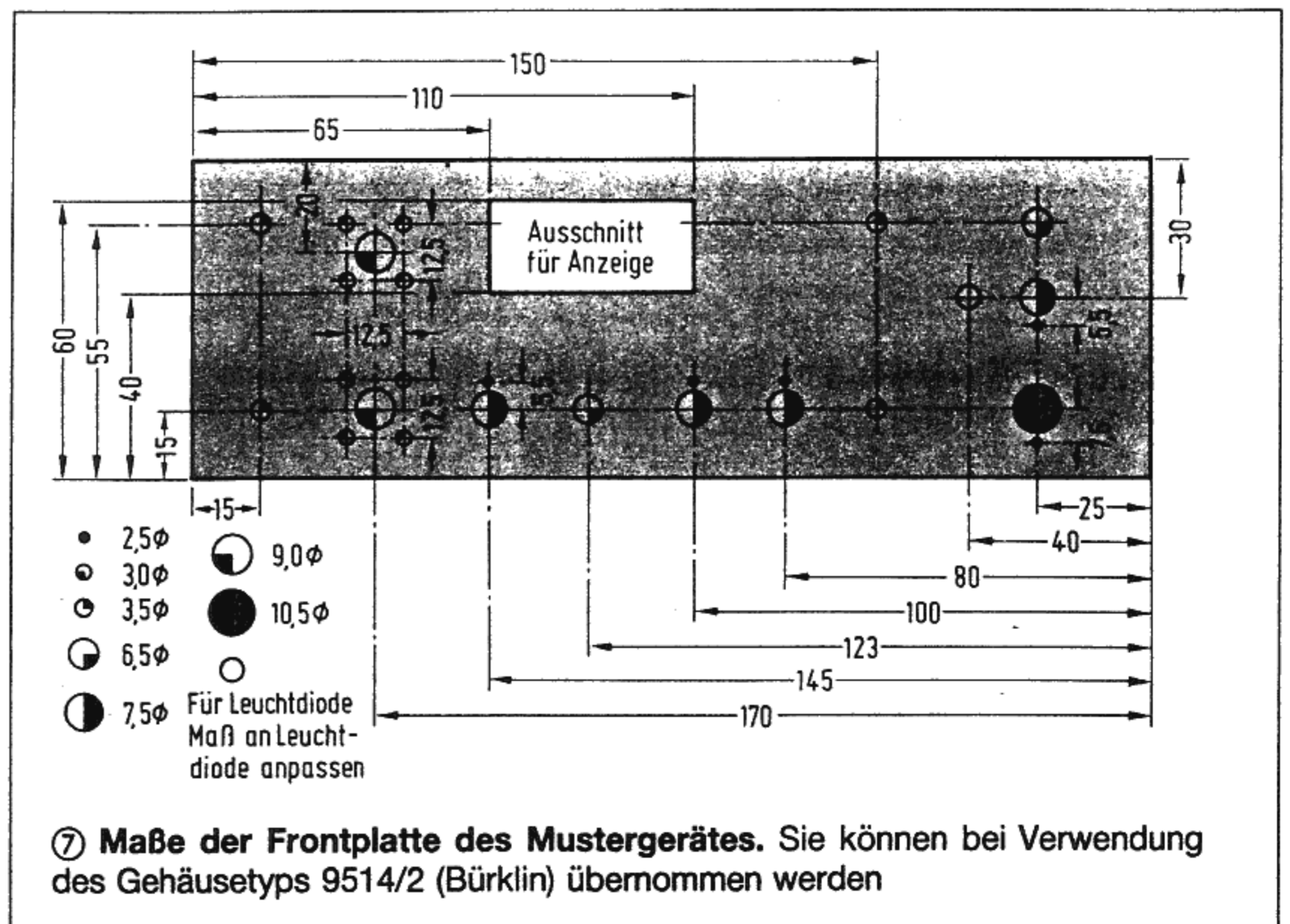
### Tabelle 2: Wickel-Bauvorschrift für die Spulen und Übertrager

- L1 = L5: 11 Wdg. 0,1 CuL
- L2 = L3 = L4: 13 Wdg. 0,1 CuL
- L6 = 6 Wdg. 0,1 CuL; bei 1,5 Wdg. Anzapfung

Auf Spulenbausatz 7T1S von Neosid  
Raster 2,5 mm Kern F40 ohne Kapfenkern

- L7 × L8: 5 Wdg. 0,8 CuAg auf Kern 5 Ø
- L9: 8 Wdg. 0,8 CuAg auf Kern 5 Ø
- Anzapfung bei 2 Wdg. vom kalten Ende (siehe auch Bild 20)

- Tr1 = Tr2 = Tr3: 2 × 15 Wdg. 0,1 CuL bifilar
- Tr4: 2 × 6 Wdg. 0,1 CuL bifilar
- Dr.1 (VCO): 25 Wdg. 0,1 CuL
- Auf Doppellochkern Siemens Best. Nr. B62152-A7-X1, Kernmaterial K1



⑦ Maße der Frontplatte des Mustergerätes. Sie können bei Verwendung des Gehäusetyps 9514/2 (Bürklin) übernommen werden

Für Kurzwellenfreunde:

# Wobbeln bis 30 MHz

## Teil 2

Die einzelnen Schaltungsteile wurden bereits im vorigen Heft beschrieben. Jetzt geht es endlich an den Aufbau, der auf fünf einzelnen Platinen erfolgt.

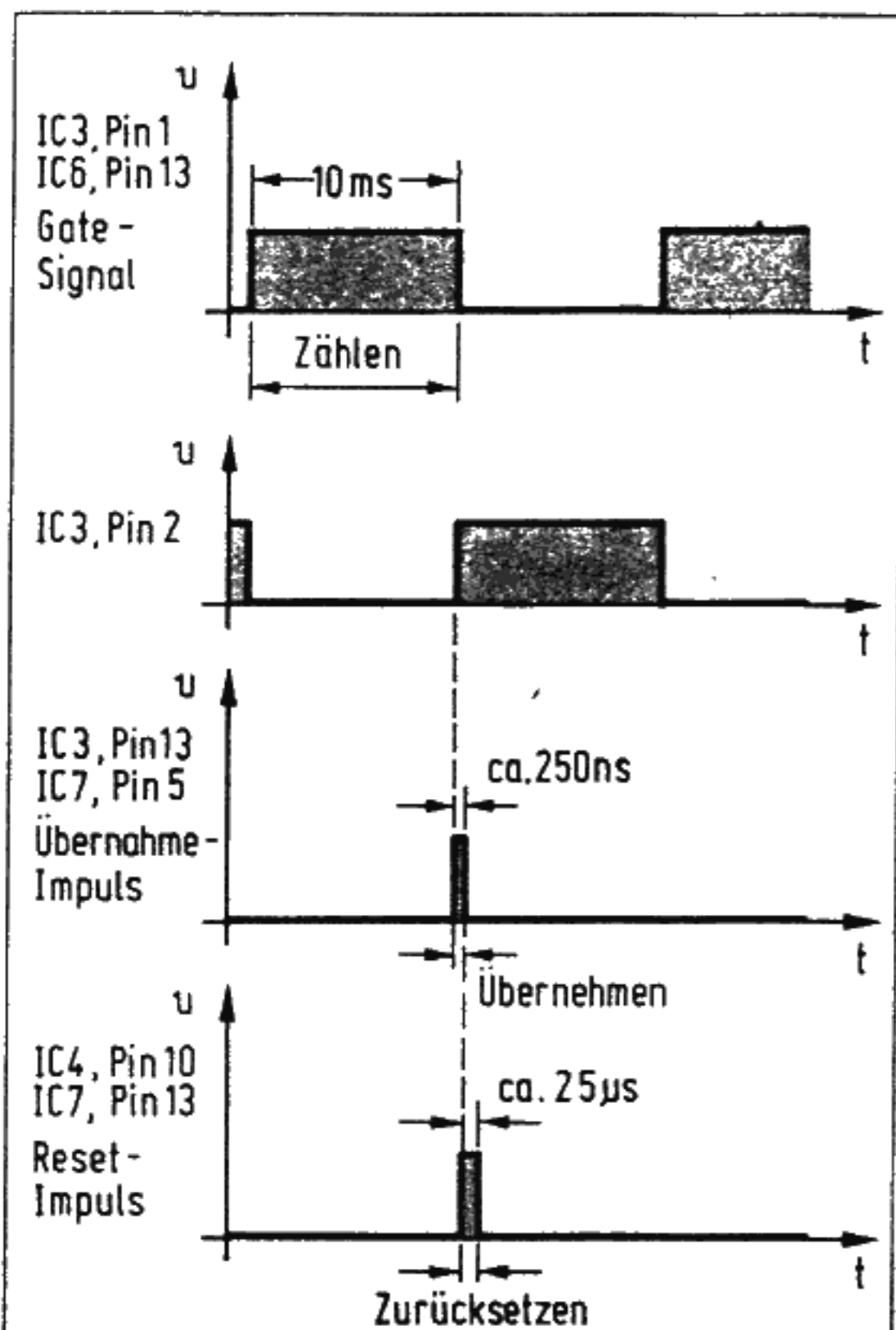
Die ersten Platinen-Layouts zeigen die Bilder 8...10. Zunächst beginnt der Aufbau mit der Bestückung der Platinen. Um die einzelnen Funktionsgruppen zur Überprüfung in Betrieb nehmen zu können, sind die Netzteile – beide nach dem Layout in Bild 9 – als erstes aufzubauen.

Die Netzteile werden nach den Bildern 12 und 13 bestückt. Dann sind sie an 220 V anzuschließen und zu kontrollieren, ob +15 V, -15 V und +5 V vorhanden sind.

### Der Zähler wird zum Abgleich der weiteren Baugruppen benötigt

Dann wird der Zähler aufgebaut; man benötigt ihn zum Abgleich der weiteren Baugruppen. Nachdem der Zähler nach Bild 11 bestückt ist, schließt man ihn an die Netzteile I und II an. Mit einem Oszilloskop kontrolliert man an Pin 10 von IC1 (4060), ob der Referenzoszillator schwingt.

Dann verfolgt man den Referenzzweig des Zählers weiter. Zunächst an Pin 3/IC1 (4060) – hier muß sich eine unsymmetrische Rechteckspannung mit einer Frequenz von 400 Hz ergeben; anschließend an Pin 13/IC2 (4013); hier muß sich ein symmetrisches Rechteck mit einer Frequenz von 100 Hz einstellen. Weiter geht es mit Pin 1/IC3 (4013); hier ergibt sich ebenfalls ein symmetrisches Rechteck mit einer Frequenz von 50 Hz (Bild 14). Dieses Rechteck wird als Gatesignal



14 Impulsdiagramm für den Zähler

verwendet. Am Pin 2 von IC3 muß dieses Signal invertiert anstehen.

Dann mißt man an Pin 13 von IC3 den Übernahme-Impuls für den Zähler (Dauer des Pulses ca. 250 ns). Zuletzt kontrolliert man an Pin 10 von IC4 den Resetimpuls, der von der Rückflanke des Übernahme-Impulses getriggert wird (Dauer ca. 2,5 µs).

### Der Zähler im Selbsttest

An dem Eingangszweig überprüft man nur, ob der Arbeitspunkt des Transistors 2N2222 bei etwa 2,0 V liegt. Ist das nicht der Fall, so muß man durch Ändern des Widerstandswertes vom Kollektor zu der Basis die Spannung einstellen.

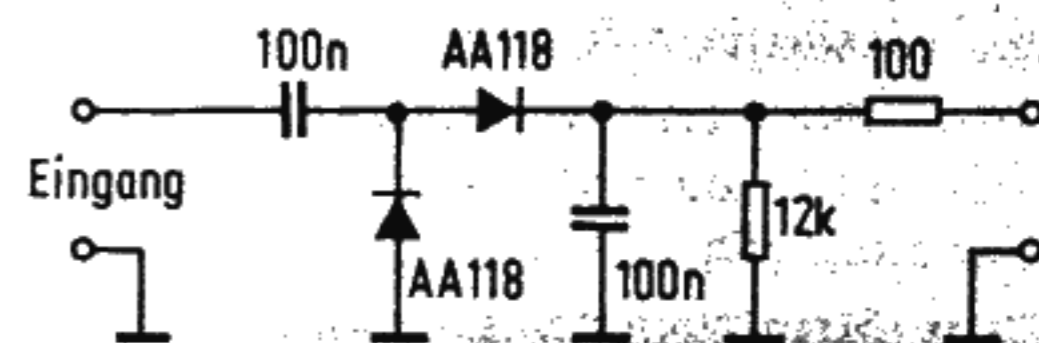
Zum Schluß führt man noch einen Selbsttest mit dem Zähler durch. Man verbindet mit einem Widerstand zwischen 180 Ω und 1 kΩ den Eingang des Zählers mit Pin 10 von IC1: Das Display muß 06,55 MHz anzeigen. Ein Abgleich ist nicht erforderlich, da der Fehler immer unter 10<sup>-4</sup> liegt. Damit ist das erste Meßgerät für die Inbetriebnahme des Wobblers fertig.

### Mischerplatine nach Aufbau gleich überprüfen

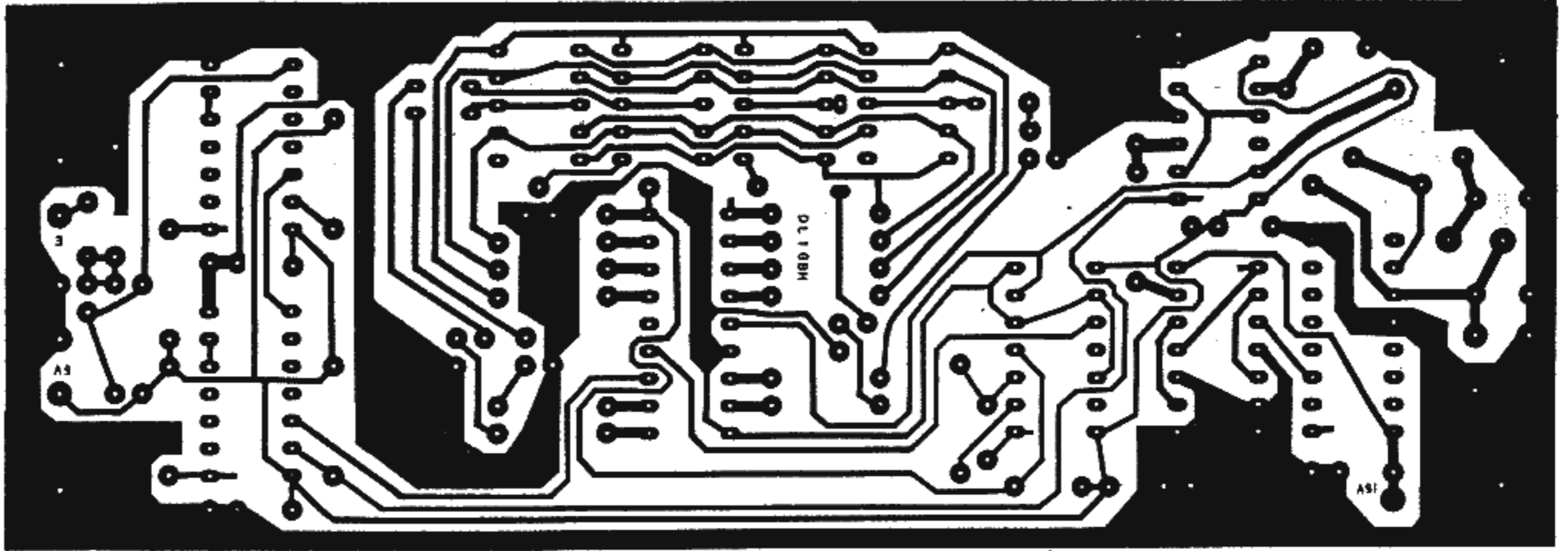
Als nächste Baugruppe nimmt man die Mischerplatine (Bestückung nach Bild 15) in Betrieb. Dazu ist es sehr hilfreich, wenn man einen Diodentastkopf zum Oszilloskop hat. Besitzt man keinen solchen Tastkopf, so ist es zweckmäßig, sich einen herzustellen. Man kann ihn später beim Arbeiten mit dem Wobbler weiterhin verwenden (Schaltung siehe Bild 16). Die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Frequenz ist in Tabelle 3

Tabelle 3: Daten für den Tastkopf nach Bild 17

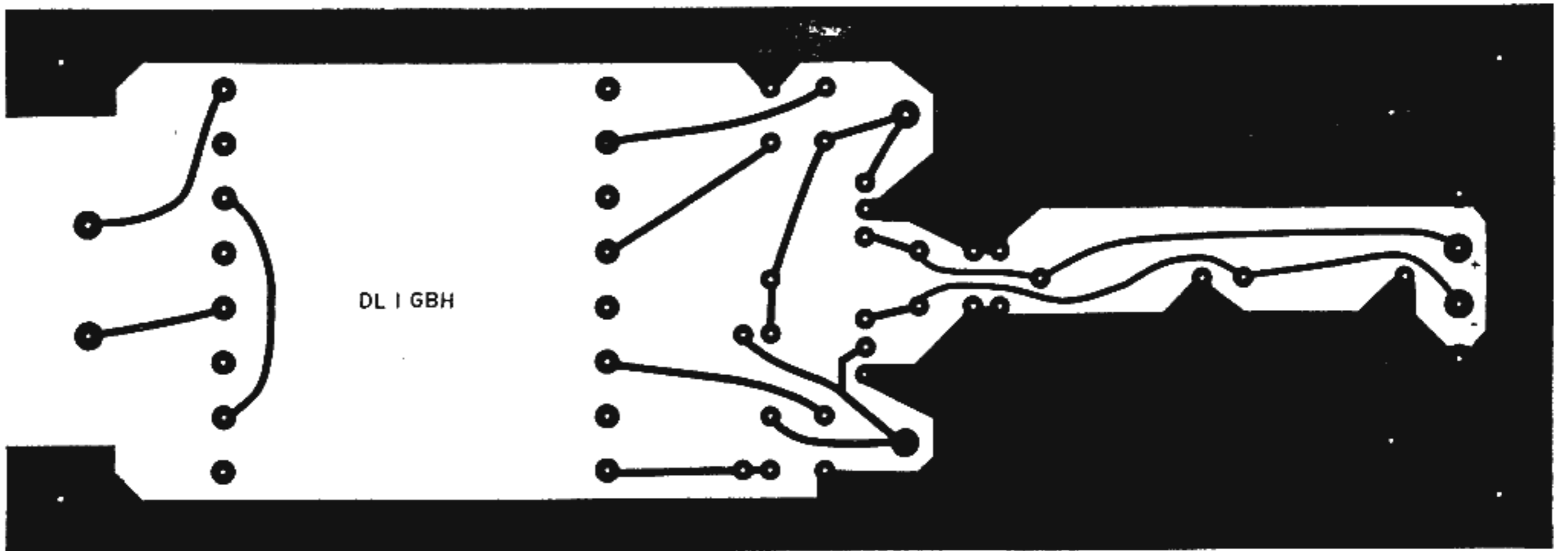
U <sub>e</sub> ~	f	5 MHz	10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	70 MHz
		U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV	U <sub>A</sub> /mV
31,4 mV		3,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
100 mV		40	38	36	34	33	32	32	32
314 mV		320	300	275	255	245	235	230	230
1000 mV		1500	1400	1300	1250	1200	1150	1100	1100
3140 mV		4600	4500	4400	4200	4100	4000	3900	3900



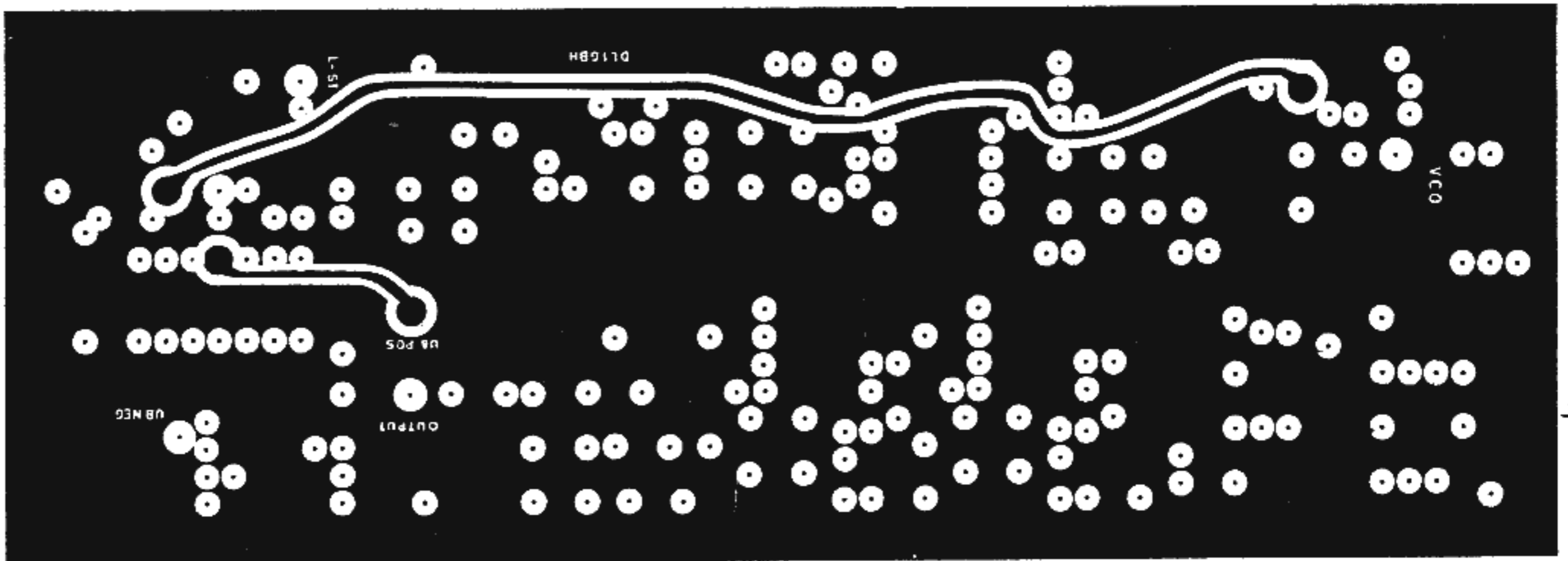
16 Diodentastkopf, der zum Abgleich der Schaltung benötigt wird



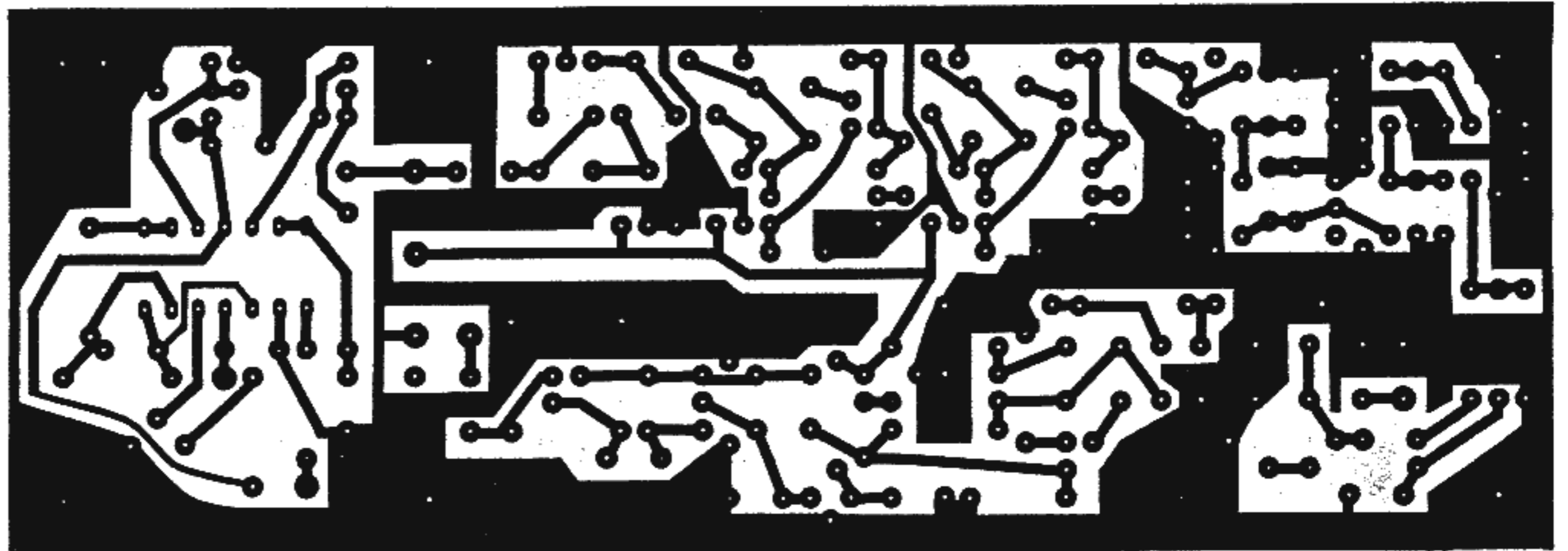
⑧ Zählerplatine.  
Sie wird hinter der  
Frontplatte montiert

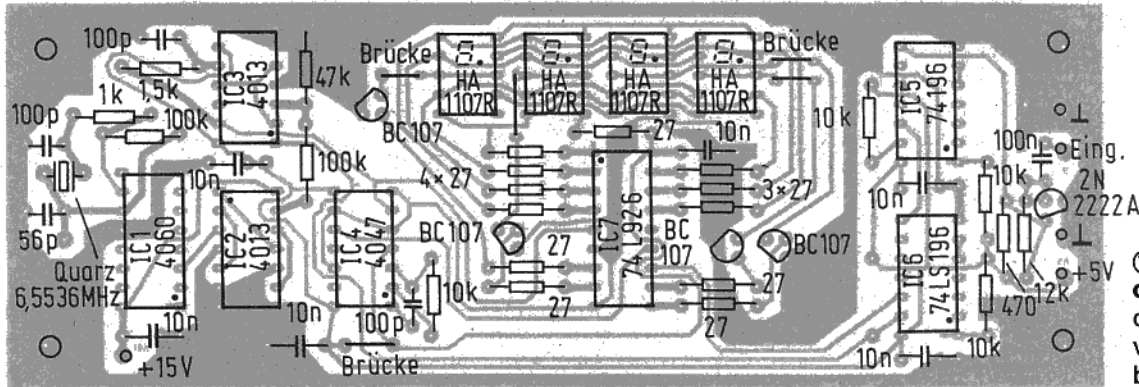


⑨ Netzteilplatine.  
Dieses Layout wird  
jeweils für den Auf-  
bau von Netzteil I  
und Netzteil II  
verwendet

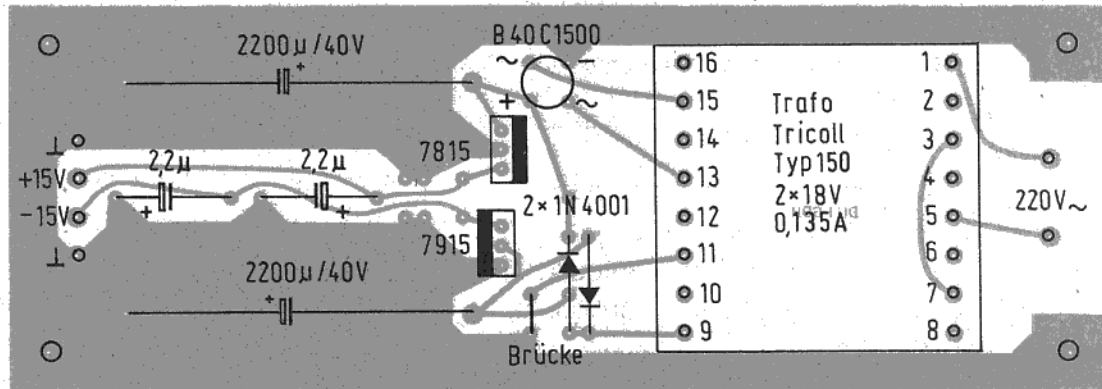


⑩ Platine für den  
Mischer-Baustein;  
oben: Bauteileseite,  
unten: Lötseite

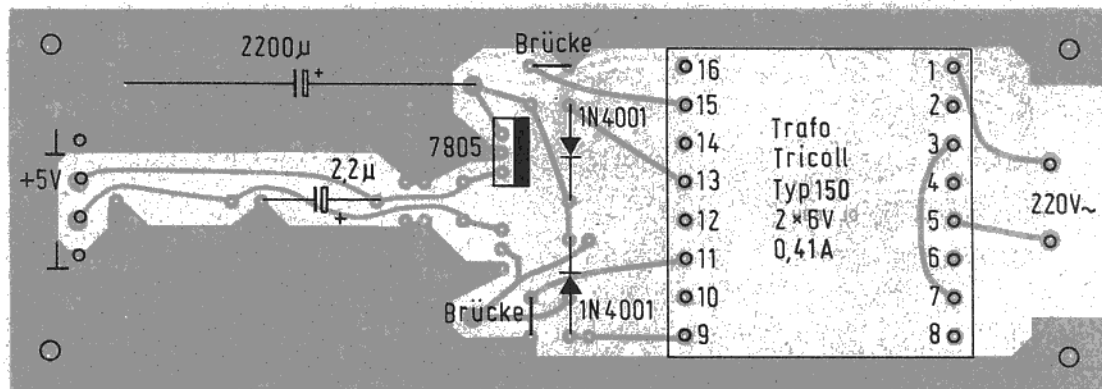




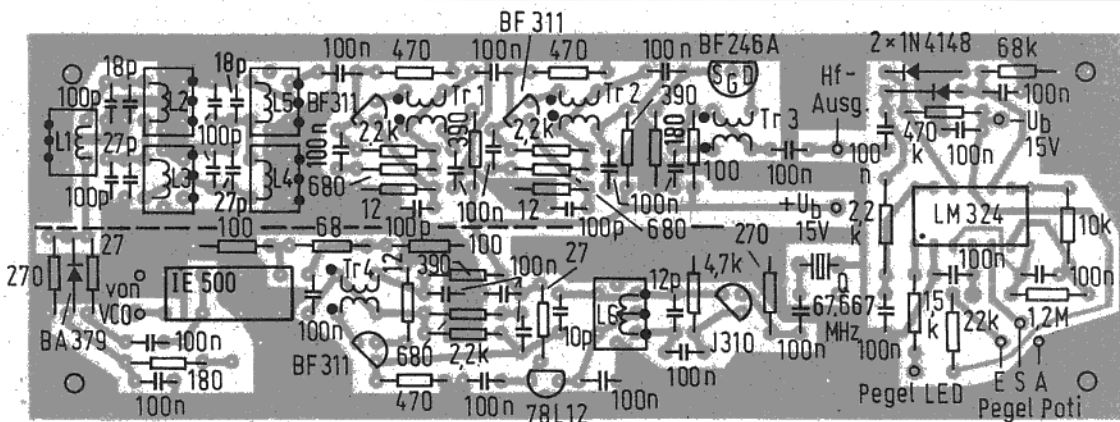
① **Bestückungsplan der Zählerplatine;** die Auflösung der verstelligen Anzeige beträgt 10 kHz



② **Bestückungsplan für Netzteil I.** Es liefert die Spannungen ±15 V



③ **Bestückung für Netzteil II** zur Versorgung der TTL-Bausteine mit 5 V



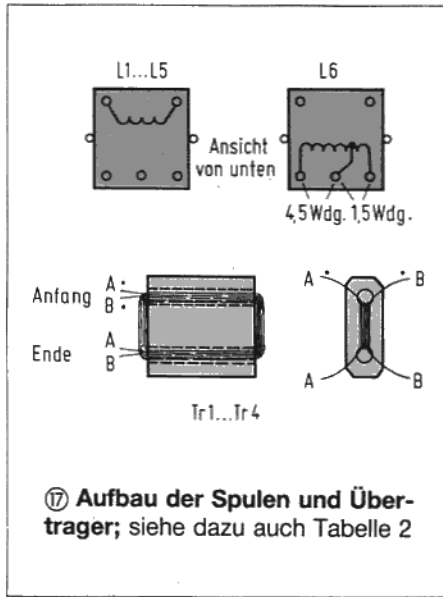
④ **Bestückungsplan der Mischer-Platine.** Angaben zu Spulen und Übertrager siehe Tabelle 2 in Teil 1



aufgelistet. Der Tastkopf kann auf einer Lochrasterplatte aufgebaut werden.

Die Mischerplatine wird komplett bestückt, dabei werden die Massepunkte, soweit möglich, oben und unten verlötet. Die Kerne des Tiefpaßfilters (L1...L5) werden halb eingedreht. Die Breitbandübertrager Tr1...Tr4 müssen bifilar gewickelt werden (Bild 17), d. h. beide Wicklungen werden gemeinsam auf den Mittelschenkel des Doppellochkerns gewickelt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lackisolation des Kupferlackdrahtes nicht beschädigt wird, da sonst Windungsschlüsse auftreten und die Verstärker nicht korrekt arbeiten.

Dann wird die Mischerplatine an das Netzteil I ( $\pm 15$  V) angeschlossen. Der Diodentastkopf wird an den Ausgang



des Oszillatorverstärkers angeschlossen (Tr4). An L6 wird der Kern langsam eingedreht, bis der Oszillator anschwingt. Das Anschwingen des Oszillators ist an einer Gleichspannung am Ausgang des Diodentastkopfs zu erkennen. Dann weiter eindrehen, bis der Oszillator wieder abreißt. Anschließend wird wieder zurückgedreht, bis der Oszillator wieder schwingt und ungefähr auf die Mitte des Ziehbereichs eingestellt.

Nun überprüft man noch die Kollektorspannung der Verstärkertransistoren (ca. 6 V am BF311 und ca. 13 V am BF 246). Die Trennwand aus Weißblech darf nicht vergessen werden, da sonst der Oszillator in den Verstärker einstrahlt (siehe Bestückungsplan).

Harald Braubach  
(Wird fortgesetzt)

### Bedienungsanleitung mit Meßbeispielen

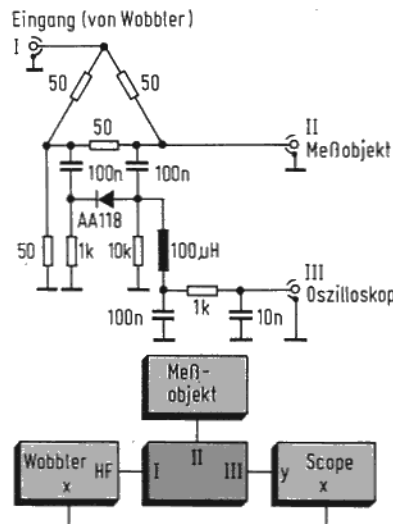
Die Grundeinstellung wird folgendermaßen vorgenommen:  
Schalter „Manuell-Automatik“ auf „Automatik“ (rechts);  
Hub-Steller auf Linksanschlag (Hub = 0);  
Wobbelfrequenz-Poti auf Linksanschlag;  
Pegel-Steller auf Mitte (ca. +5 dbm);  
X-Ausgang an den X-Eingang des Oszilloskops legen;  
mit dem Mittenfrequenz-Steller die gewünschte Mittenfrequenz einstellen;  
am Hub-Steller den gewünschten Wobbelhub einstellen;  
Wobbelfrequenz so weit erhöhen, daß das Meßobjekt noch sicher einschwingt.

Bei größeren Wobbelhüben kann es vorkommen, daß zwischen Vor- und Rücklauf ein Pegelunterschied auftritt. Dieser wird durch den internen Regler verursacht. Man kann diesen Effekt auf ein Minimum reduzieren, indem man mit dem Pegel-Steller die Regelung auf den günstigsten Bereich stellt.

Möchte man den einzelnen Punkten auf der Kurve auch die entsprechende Frequenz zuordnen, so wird der „Man-Auto“-Schalter auf „Man“ (nach links) gestellt und die Meßkurve manuell durchgeführt. Man stellt

z. B. ein Minimum ein und liest die zugehörige Frequenz auf dem Zähler ab. Der Strahl am Oszillografen bewegt sich entsprechend mit. Der manuelle Hub ist etwas größer als der automatische Hub, damit jeder Punkt auf der Kurve sicher erreicht werden kann. Wenn die Pegel-LED erlischt, ist die Pegelrichtung außerhalb ihres Arbeitsbereiches.

Bei Untersuchungen von Bausteinen, die einen korrekten Abschluß an



**Anwendungsbeispiel: Meßaufbau zur Bestimmung der Rücklaufverluste einer Antenne**

Ein- und Ausgang erfordern (Mischer, Filter, Verstärker usw.) ist es vorteilhaft, ein Festdämpfungsglied von 5...10 dB zwischen Wobbler und Meßobjekt zu schalten.

### Zwei Beispiele aus der Meßpraxis

#### 1. Wobbeln eines Filters ( $Z_E = Z_A = 50 \Omega$ )

Hierzu schließt man den Wobbler über ein 6-dB-Dämpfungsglied an den Eingang des Filters (durch das Dämpfungsglied wird gewährleistet, daß das Filter breitbandig mit  $50 \Omega$  abgeschlossen ist). Den Ausgang des Filters schließt man mit einem  $50\Omega$ -Abschlußwiderstand ab, parallel dazu den Diodentastkopf. Den Diodentastkopf schließt man am Y-Eingang des Oszilloskops an. Auf dem Bildschirm kann man nun die Durchlaßkurve des Filters abbilden.

#### 2. Wobbeln des VSWR einer KW-Antenne

Mit Hilfe einer HF-Meßbrücke (Bild) kann man über einen großen Frequenzbereich das VSWR einer Antenne abbilden. Dazu wird der Meßaufbau wie im Bild angeschlossen und auf dem Oszilloskop die VSWR-Kurve abgelesen.

Für Kurzwellenfreunde:

# Wobbeln bis 30 MHz

## Teil 3

Die letzte Platine wird noch vorgestellt, damit kann das Gerät nun fertig aufgebaut werden. Es wird komplett verdrahtet und dann noch abgeglichen.

### Nach Aufbau der VCO-Platine wird alles komplett verdrahtet

Zum Schluß wird die VCO-Platine (Bild 18) komplett nach Bild 19 bestückt – L7...L8 sind in Bild 20 angegeben – und mit der Mischerplatine und dem Netzteil I verbunden, auch die externen Bauelemente (Potis und Schalter) müs-

sen angeschlossen werden. Auch hier werden die Massepunkte so weit möglich oben verlötet. Der MOSFET BF981 wird flach auf die Leiterbahnseite gelötet; hierzu wird ein Loch von ca. 5 mm  $\varnothing$  in die Platine gebohrt.

Der Zähler wird über einen 180- $\Omega$ -Widerstand an den HF-Ausgang der Mischerplatine angeschlossen – mit anderen Worten, das Gerät wird komplett nach Bild 21 verkabelt.

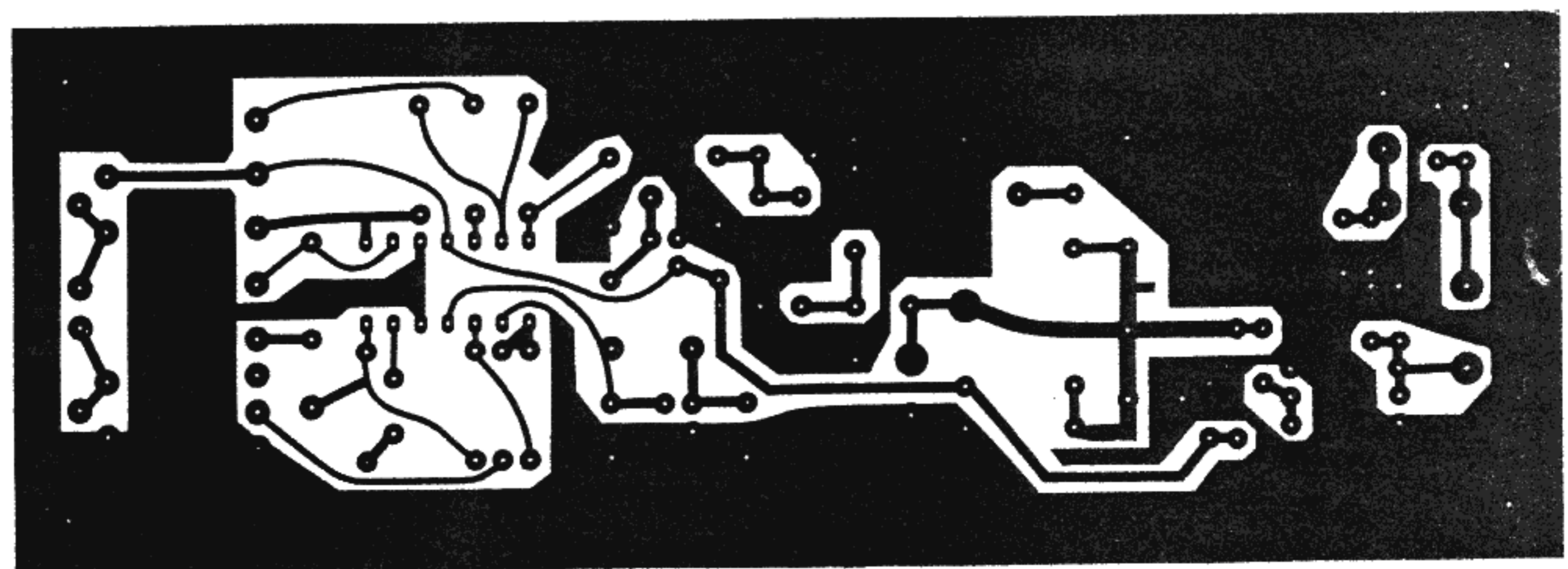
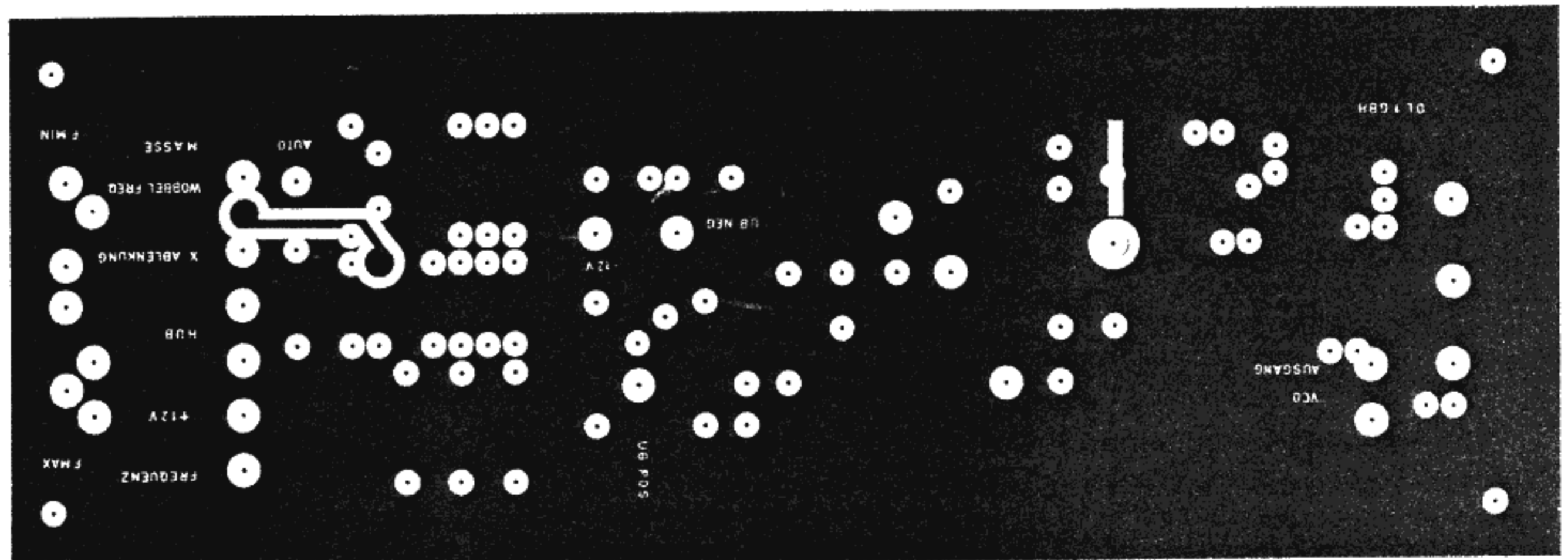
### Abgleich mit Diodentastkopf und Oszilloskop

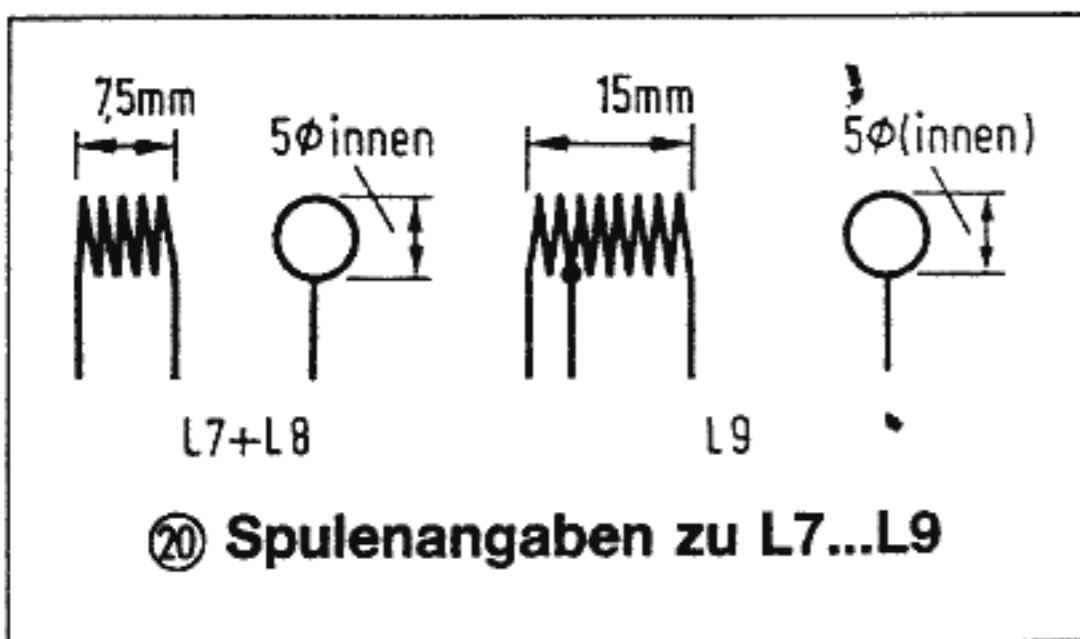
Den Diodentastkopf schließt man an den Ausgang des VCOs an. Das Poti für die Mittenfrequenz auf rechten Anschlag (max. Spannung), das Poti für den Hub auf linken Anschlag (Hub 0) und Pegel-Poti auf rechten Anschlag (max. Output) stellen. Jetzt mit dem Einstellpoti  $f_{\max}$  am Zähler ca. 30 MHz einstellen, dann Mittenfrequenz-Poti auf linken Anschlag stellen (min. Spannung) und mit Poti  $f_{\min}$  ca. 300 kHz einstellen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Frequenz mit fallender Spannung auch abfällt. Ist das nicht der Fall, so ist man schon über den Nullpunkt hinaus.

Der  $f_{\min}$ - $f_{\max}$ -Abgleich ist so lange zu wiederholen, bis sich ein Frequenzbereich von ca. 0,3...30 MHz ergibt. Mit dem Diodentastkopf am VCO-Ausgang überprüft man, ob der Oszillator über den gesamten Bereich korrekt arbeitet.

Als nächstes soll der Wobbelgenerator überprüft werden. Dazu wird ein normaler Oszilloskop-Tastkopf mit dem X-

18 Platine für den VCO, zweiseitig beschichtet; unten: Lötseite, oben: Bauteileseite





Ausgang des Wobblers verbunden. Schalter „Man-Auto“ auf „Auto“. Hier sollte eine null-symmetrische Dreiecksspannung von ungefähr  $\pm 4$  V anliegen. Die Frequenz dieser Dreiecksspannung sollte sich mit dem Hubfrequenzpoti von ca. 10 Hz bis 50 Hz einstellen lassen. Schalter jetzt auf „Man“. Mit dem „Man“-Poti erst auf Links-, dann auf Rechtsanschlag gehen. Die Spannung am X-Ausgang muß sich dabei von mindestens  $-4,5...+4,5$  V verändern.

Danach Schalter wieder auf „Auto“. Tastkopf an Pin 1 von IC TL084. Dieser Punkt muß auf 0 V liegen, wenn das Hub-Poti auf Linksanschlag ist. Dann wird das Hub-Poti auf Rechtsanschlag gedreht, jetzt muß sich an dem Punkt eine Dreiecksspannung von ca.  $\pm 4$  V ergeben.

Dann mit Tastkopf auf Pin 7 von IC TL084; hier muß die gleiche Dreiecksspannung anstehen – allerdings ist diese nicht mehr null-symmetrisch. Der Offset wird mit dem Mittenfrequenz-Poti eingestellt.

### Endabgleich nach Inbetriebnahme

Nun kann man das gesamte Gerät in Betrieb nehmen. Dazu wird der Tastkopf an den HF-Ausgang des Geräts angeschlossen, parallel dazu noch ein Ab-

schlußwiderstand von  $50 \Omega$ . Es genügt, wenn man zwei Widerstände von  $100 \Omega$  parallel schaltet und an den HF-Ausgang anschließt. Den X-Ausgang des Wobblers schließt man an den X-Eingang des Oszillografen an und verändert die X-Verstärkung so weit, daß der Strahl gerade den Bildschirm ausfüllt.

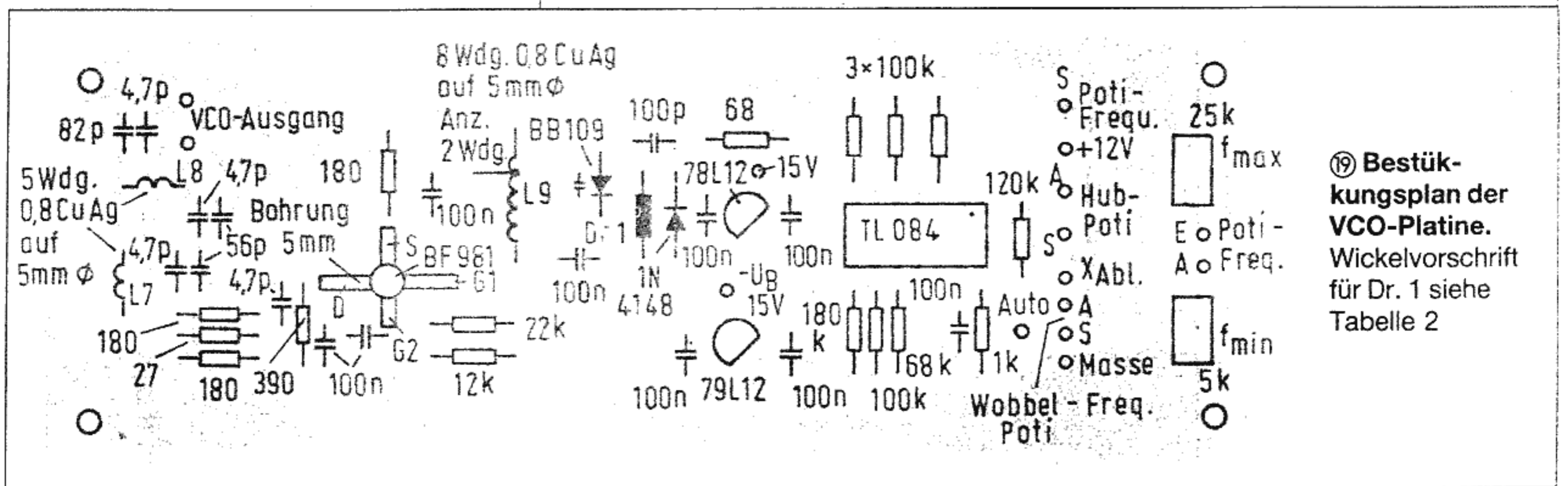
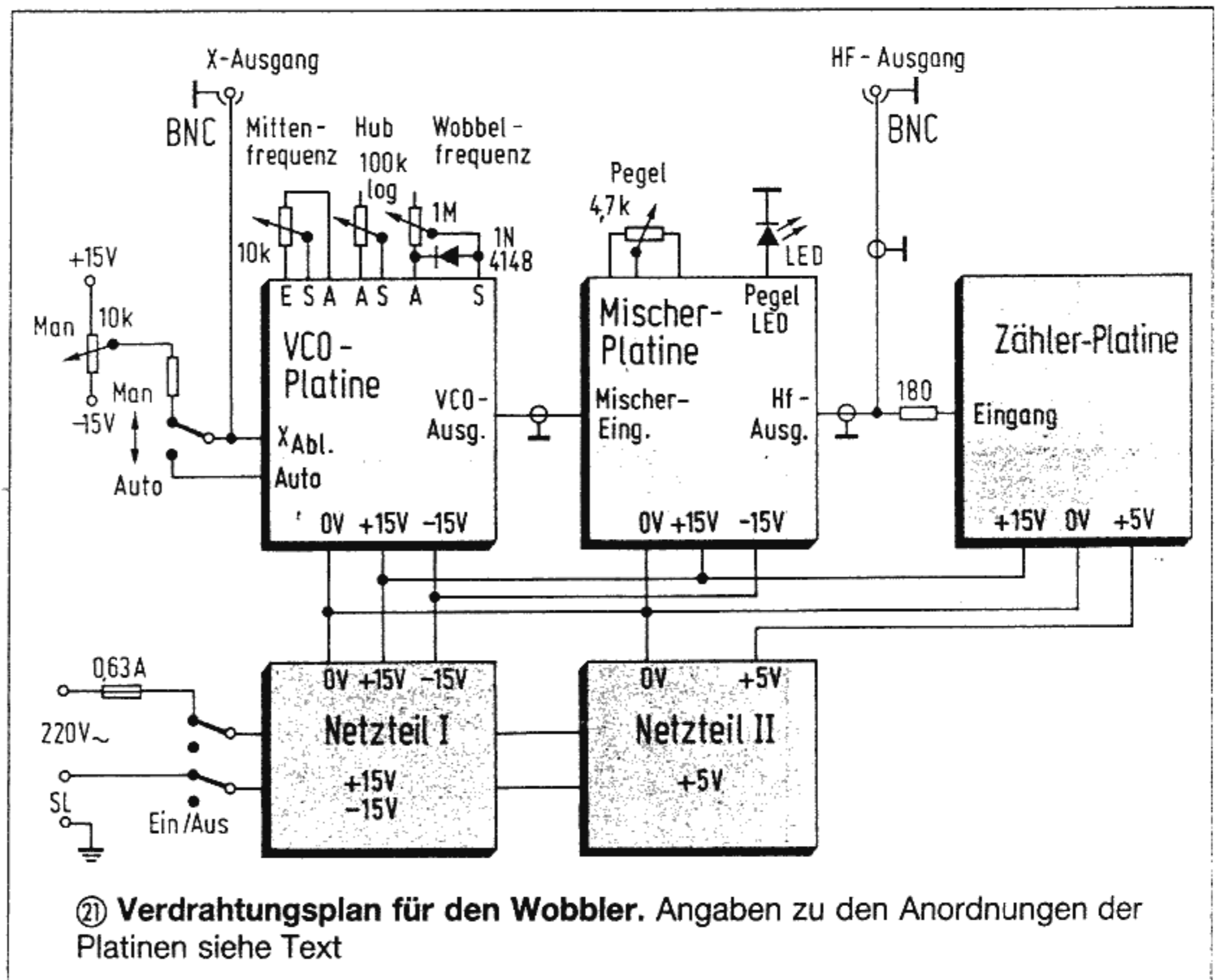
Das Hub-Poti wird auf Linksanschlag gedreht, und mit dem Mittenfrequenzpoti werden 20 MHz eingestellt. Den Hub auf Maximum drehen (Rechtsanschlag); die Kurve, die sich jetzt abbildet, ist der Gesamtfrequenzgang des Tiefpasses, des Mixers und des Verstärkers.

Die Kerne des Tiefpasses werden jetzt eingedreht und zwar so weit, bis sich ein möglichst ebener Frequenzgang ergibt. Der Durchlaßbereich muß größer als 30

MHz sein, jedoch nicht zu groß, da sonst die Unterdrückung von Oszillator und oberem Seitenband mangelhaft wäre. Als ein günstiger Wert hat sich eine obere Grenzfrequenz von ca. 32 MHz erwiesen. Zur Überprüfung dieses Wertes wird der Schalter „Man-Auto“ auf „Man“ gestellt und die Kurve von Hand durchgedreht. Damit ist das Gerät fertig abgeglichen und betriebsbereit. Der Umgang mit dem Gerät anhand von Beispielen wurde bereits in Teil 2 erklärt.

Wer Schwierigkeiten hat bei der Bauteile-Beschaffung, wende sich zur Angabe von Bezugsquellen an die Redaktion. Außerdem ist ein Bausatz in Vorbereitung von Müller Electronic Service GmbH, Schubertstr. 67, 7990 Friedrichshafen, Tel. 0 75 41/7 26 80. Anfragen dazu bitte direkt dorthin richten.

Harald Braubach



# Berichtigung

## Wobbeln bis 30 MHz

*FUNKSCHAU 1984, Hefte 2 bis 4*

Dieser Wobbelgenerator ist von vielen Lesern nachgebaut worden, die uns von ihren Erfahrungen berichtet haben. Einige dieser Tips wollen wir nachtragen, um den Nachbau zu erleichtern und Schwierigkeiten auszuräumen. Außerdem haben sich in einer Schaltung Fehler eingeschlichen, die trotz mehrfacher Kontrolle leider nicht aufgefallen waren.

In der Schaltung für den Mischer (Bild 5 in Heft 2, Seite 69) ist die Diode falsch gepolt gezeichnet. Der Emitterwiderstand des zweiten BF 311 muß wie beim ersten  $12 \Omega$  betragen (nicht  $120 \Omega$ ). Das Dämpfungsglied am Ausgang IF des Mischers IE 500 ist nicht übereinstimmend mit der Bestückung angegeben. Die beiden Widerstände – am Ausgang IF und vor L1 (beide nach Masse) – müssen  $270 \Omega$  haben. Der zweite Widerstand ist im Bestückungsplan (Bild 15 in Heft 3, Seite 72) richtig angegeben, der erste fehlt dagegen ganz. Die freien Lötaugen unterhalb des IE 500 sind dafür vorgesehen.

Ein Tip für diejenigen, die noch Zugriff auf den Hochstrom-FET T8002 haben (wird nicht mehr hergestellt): Wenn der BF 246 A im Mischer durch diesen Typ ersetzt wird, erhält man bei gleichem Drainstrom eine höhere Verstärkung (ca. 20 dBm). Dann muß der Drainwiderstand von  $180 \Omega$  durch eine Reihenschaltung aus  $220 \mu\text{H}$  und  $28 \Omega$  ersetzt werden.