

# ELV *journal*

Nr. 13

Mit  
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

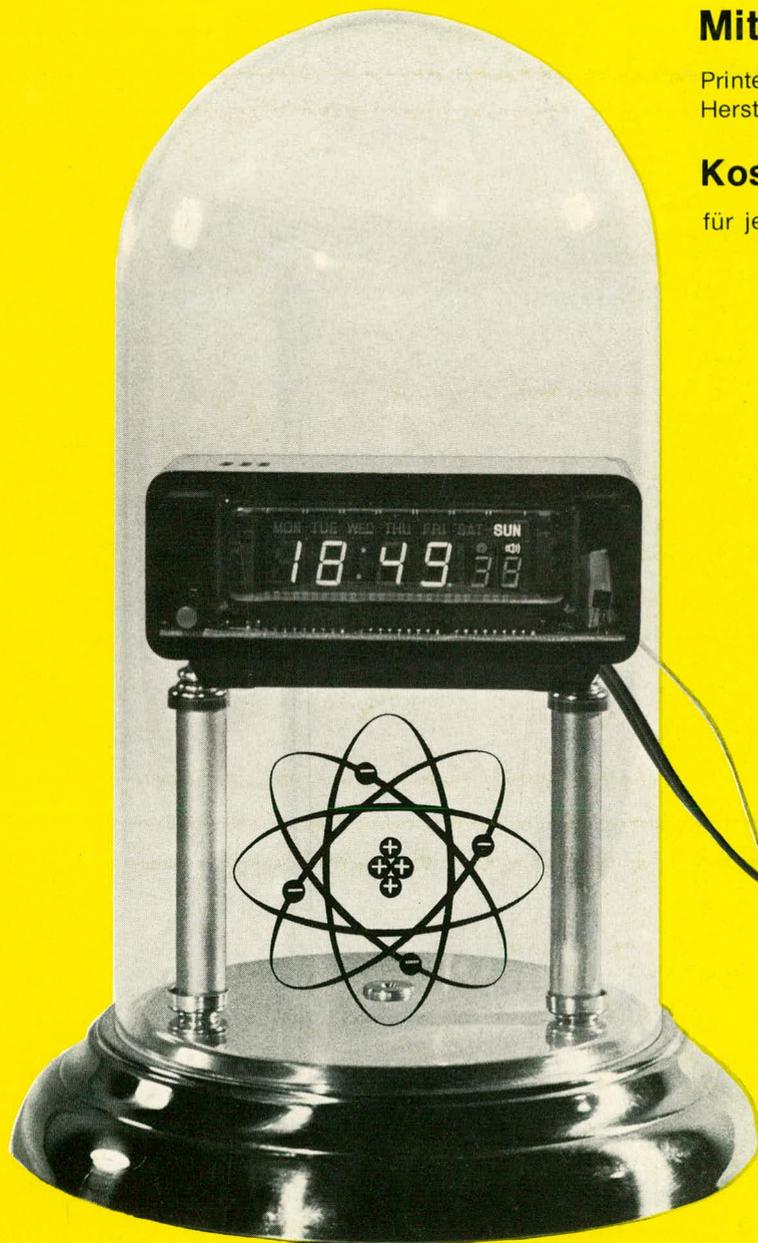
## Die Sensation für Elektroniker!

### Mit Platinenfolien

Printentwürfe auf Klarsichtfolie zur problemlosen  
Herstellung der Platinen

### Kostenloser Reparaturservice

für jeweils eine veröffentlichte Schaltung



Antenne 77,5 kHz

### In dieser Ausgabe:

Atomuhrgesteuerte Computer Funkuhr  
Digitaler Beleuchtungsstärkemesser  
Komfort-Wechselsprechanlage  
Tiefkühlwarner  
Sicherheitslampe für Fußgänger  
Blinkdiode mit niedrigem Stromverbrauch

**ELV**  
*extra*

Einführung in  
die HiFi-Akustik

Wissenswertes übers Löten

# ELV-HiFi-Labor

Beginn einer Serie, die ausführlich den Nachbau einer kompletten HiFi-Anlage beschreibt.

## 1. Teil: Einführung in die HiFi-Elektroakustik

Vom Schall bis zur phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox

*In der Serie ELV-HiFi-Labor stellen wir unseren verehrten Lesern eine komplette, ausgereifte und gut durchdachte HiFi-Anlage für den Nachbau vor, angefangen bei den 150 Watt phasenlinearen Lautsprecherboxen mit dem richtungsweisenden Vario-Einschub, auf den im Anschluß an die Einführung im 1. Teil dieser Serie noch näher eingegangen wird und deren Nachbau im 2. Teil ausführlich beschrieben wird, über den Tuner, den Verstärker, das Cassettendeck bis hin zum direktdrive Plattenspieler, auf dessen Bausatz wir besonders stolz sind.*

*Zu jedem Gerät ist ein harmonisch abgestimmtes Gehäuse in einem spitzenmäßigen, professionellen Design lieferbar.*

### Allgemeines

Wir möchten Ihnen, verehrte Leser, nicht allein die Nachbaubeschreibung, sondern auch die nötigen theoretischen Zusammenhänge bieten, deshalb haben wir die nachfolgende Einführung in die HiFi-Elektroakustik veröffentlicht.

Damit die in zunehmendem Maße angewandten Schlagworte nicht unnötige Verwirrung stiften, werden wir im Rahmen der Serie ELV-HiFi-Labor auch weiterhin, zumindest am Rande, auf die theoretischen Zusammenhänge eingehen, um die wesentlichen Merk-

male einer HiFi-Anlage hervorzuheben.

Was nützt z.B. ein Verstärker mit einem Klirrfaktor von 0,001% und einer Bandbreite von 100 kHz, sofern ein Lautsprecher mit einem Klirrfaktor von 3% und einer Bandbreite von 15 kHz angeschlossen wird?

Hat man solchen Unsinn erst einmal durchschaut und geht man dann mit logischen und sinnvollen Überlegungen an die Konzeption einer HiFi-Anlage heran, so erkennt man schnell,

daß mit verhältnismäßig preiswerten Mitteln eine HiFi-Anlage aufgebaut werden kann, die ihresgleichen sucht, allerdings immer vorausgesetzt, man legt die Schwerpunkte an die richtige Stelle.

Bei der Konzeption der HiFi-Anlage in der Serie ELV-HiFi-Labor haben wir dies alles hinreichend berücksichtigt.

Bevor wir jedoch näher auf die praktische Ausführung eingehen, wollen wir zunächst einige wesentliche theoretische Zusammenhänge erläutern.

## Vom Schall bis zur phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox

Die Elektroakustik befaßt sich mit der Entstehung und Ausbreitung von Schall sowie mit der Umwandlung von elektrischer Leistung in akustische Leistung (in Schall) bzw. von akustischer Leistung in elektrische Leistung.

Schall ist nichts anderes als Schwingungen der Luft, d. h. Druckschwankungen der Luft. Töne breiten sich ähnlich den Wellen im Wasser in alle Richtungen mit Schallgeschwindigkeit aus. Schall wird durch sich bewegende und vibrierende Teile, z. B. durch die Saiten der Musikinstrumente, das Stimmband usw. erzeugt.

Das Trommelfell des Ohres wird durch diese Druckschwankungen in Bewegung gesetzt. Diese werden von den Nerven erfaßt und zum Gehirn geleitet, das dann diese Schwingungen auswertet.

Die Anzahl der Schwingungen in 1 Sekunde wird Frequenz genannt. Die Zinken einer angestoßenen Stimmgabel des Tons „A“ schwingen 400mal in der Sekunde hin und her; der Ton „A“ hat eine Frequenz von 400 Hertz (Hz). Das menschliche Ohr vermag Frequenzen von ca. 20—16 000 Hz zu erfassen, d. h. der Mensch hört im Frequenzbereich von 20—16 000 Hz. In diesem Bereich werden niedrige Frequenzen als tiefe, hohe Frequenzen als hohe Töne wahrgenommen. Schwingungen der Luft, deren Frequenz un-

terhalb des Hörbereichs liegt, nennt man Infrasschall, die, die oberhalb liegt, Ultraschall.

Um bei verschiedenen Frequenzen den Eindruck der gleichen Lautstärke zu haben, sind unterschiedliche Schallintensitäten erforderlich.

Bei 1000 Hz liegt die Lautstärkeskala nach der Definition fest. Hier entsprechen z. B. 100 dB — 100 Phon. Für andere Frequenzen wird dies durch Versuchsreihen ermittelt.

In Bild 1 sind die Kurven gleicher Lautstärke graphisch dargestellt.

Die vom Ohr empfundene Lautstärke ist nichts anderes als die Größe der Luftdruckschwankungen bzw. des Schalldrucks. Lauter und leiser Ton entsprechen großem bzw. kleinem Schalldruck.

Die Aufgabe einer Lautsprecherbox ist es, elektrische Schwingungen (vom Verstärker) in Töne umzuwandeln. Die Druckschwankungen der Luft werden durch die Membrane, die durch das Aufeinanderwirken von Magnetfeldern in Schwingung gebracht wird, erreicht. Das eine Magnetfeld wird von einem permanenten Magnet, das andere durch die Schwingungsspule, die durch den Verstärker magnetisiert wird, erzeugt. Wenn sich die Membrane bewegt, verdichtet sich die Luft an der Vorderseite und verdünnt sich an der Rückseite. Wird die Schwingungsspule, die mit der Membrane fest verbunden ist, vom Verstärker

400mal in der Sekunde magnetisiert, wird sich die Membrane 400mal hin und her bewegen und dadurch den Ton „A“ von 400 Hz erzeugen.

Das Ziel bei der Entwicklung von hochwertigen Lautsprecherboxen ist, gleichmäßig eine möglichst große Bandbreite des hörbaren Frequenzbereichs zu übertragen, d. h. von elektrischer Leistung in akustische Leistung umzuwandeln. Lautsprecher ohne Schallwand oder Box können keine niedrigen Frequenzen abstrahlen, da neben dem Rand der Membrane ein Druckausgleich erfolgt und dadurch die Erzeugung von Schalldruck verhindert wird. (Wie ein Paddel, das man langsam im Wasser hin und her bewegt. Es erzeugt keine Wellen, weil das Wasser neben dem Paddel zurückfließt.) Verhindert man den Druckausgleich durch eine Schallwand oder eine geschlossene Box, werden auch tiefe Töne abgestrahlt. (Bewegt man das Paddel durch die Öffnung einer Trennwand im Wasser, werden Wellen erzeugt.)

Für die Abstrahlung der tiefen Töne benötigt man eine große Membrane, für die der hohen Töne eine kleine, flinke Membrane, um den gleichen Schalldruck zu erreichen. Diese Forderung erlaubt es kaum, den gesamten hörbaren Frequenzbereich mit einem einzigen Lautsprecher abzustrahlen. Der Lautsprecher für die Abstrahlung der tiefen Töne hat einen Durchmesser von 200—300 mm und heißt Baßlautsprecher. Der Mitteltonlautsprecher arbeitet, wie auch der Name besagt, im mittleren, der Hochtonlautsprecher (Tweeter) im hohen Frequenzbereich. Ihre Durchmesser liegen zwischen 50 mm und 150 mm.

In hochwertigen Lautsprecherboxen wird der Übertragungsbereich in mehrere Teilbereiche unterteilt, und es werden Speziallautsprecher für die einzelnen Bereiche verwendet.

Die Unterteilung des Frequenzbereiches erfolgt durch eine Frequenzweiche, die zwischen den Lautsprechern und dem Verstärker liegt. Die Bezeichnung „3-Wege-Weiche“ bedeutet, daß der Frequenzbereich in drei Bereiche unterteilt ist. Die Übernahmefrequenzen sind die Grenzfrequenzen zwischen den Bereichen.

Ein Lautsprecher kann nicht beliebig viel elektrische Leistung in akustische Leistung umwandeln. Bei der Zuführung von zuviel Leistung wird der

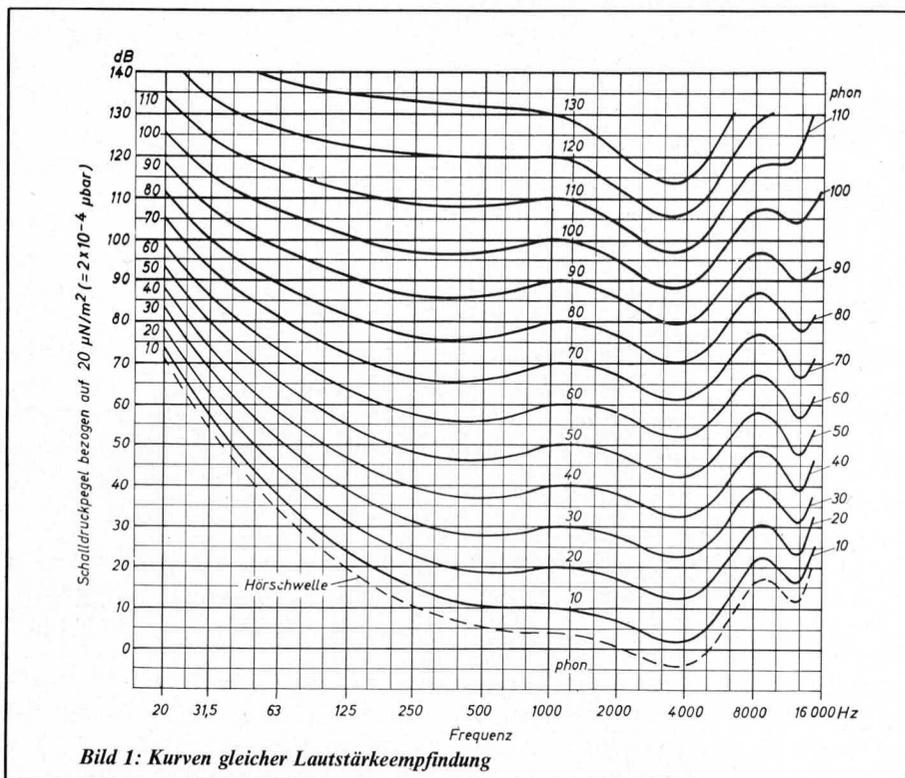


Bild 1: Kurven gleicher Lautstärkeempfindung

Lautsprecher durch die auftretende Verlustwärme und durch die übergroßen elektromagnetischen Kräfte zerstört. Die Belastbarkeit eines Lautsprechers wird in Watt (W) angegeben. Man unterscheidet zwischen Dauerleistung (Sinus-Leistung) und Kurzzeitleistung (Musik-Leistung). Die Musik-Leistung ist 20 %—100 % höher als die Sinus-Leistung. Da der Leistungsbedarf im Tieftonbereich etwa drei- bis fünfmal höher ist als im Mittel- und Hochtonbereich, weist der Baßlautsprecher einer Box eine entsprechend höhere Leistung aus.

Nach dieser theoretischen, jedoch sehr wesentlichen Einführung in das große und interessante Gebiet der HiFi-Elektroakustik kommen wir nun zum praktischen Teil, der mit dem Nachbau einer 150 Watt phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox mit Vario-Einschub beginnt, worauf wir im folgenden näher eingehen wollen und deren Nachbau in der nächsten Ausgabe ausführlich beschrieben wird.

Die neue, richtungweisende Technik des Vario-Einschubes eröffnet sämtliche Möglichkeiten bezüglich aktiver oder passiver Lautsprecherboxen.

Das Grundelement des phasenlinearen HiFi-Entwicklungssystems Super Sound 150 (SS 150) ist das aus hochwertigem, resonanzarmen Spanholz hergestellte Leergehäuse. Das Leergehäuse mit



150 Watt phasenlineare HiFi-Lautsprecherbox mit Vario-Einschub

einem Volumen von 75 Litern ist fest verklebt und mit Öffnungen für die Aufnahme der drei Lautsprecher und der Vario-Einschübe versehen. Die Seitenwände sind im Nußbaumeffekt gefertigt, die Frontseite ist schwarz. An der Frontseite befindet sich eine abnehmbare Blende, bespannt mit schwarzem, halbttransparentem Stretch-Gewebe.

Der nachträglich einzusetzende Vario-Einschub ermöglicht den problemlosen Ausbau der HiFi-Lautsprecherbox von einer passiven in eine aktive Box, wie es zum Abschluß dieses Artikels näher beschrieben ist.

Dieses Leergehäuse wird mit folgenden Lautsprechern bestückt:

**SS 300 Baßlautsprecher** mit einem Durchmesser von 300 mm, Alu-Druckgußkorb aus Speziallegierung, Sichtrand geschliffen, Übertragungsbereich  $f_0$  — 4000 Hz, Resonanzfrequenz  $f_0 = 25$  Hz. Magnet:  $\varnothing$  160 mm /1,4 kg.

**SS 130 Mitteltonlautsprecher** mit einem Durchmesser von 130 mm, Midrange-Squeaker für Frequenzbereich von 600—14 000 Hz, Elastokalotte mit tiefgezogenem Rasterblech abgedeckt.

**SS 80 Hochtonlautsprecher** mit einem Durchmesser von 80 mm, Aluminium Casting Horn Tweeter für den Frequenzbereich von 5 000 bis 20 000 Hz.

Die phasenlineare HiFi-Lautsprecherbox in Kit-Form als Entwicklungssystem SS 150 mit einer Musik-Leistung von 150 Watt ist so konzipiert, daß mittels eines Aufbau-Bausatzes problemlos die nächsthöhere Entwicklungsstufe erreicht werden kann. Sämtliche Entwicklungsstufen ermöglichen den Einstieg in die Elektroakustik sowie die Erweiterung der bereits vorhandenen Kenntnisse auf diesem Gebiet.

Die vorgesehenen Entwicklungsstufen (lediglich durch den Austausch des Vario-Einschubes erreichbar) sind:

1. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Frequenzweiche und Individualregler
2. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Präzisions-Frequenzweiche, Individualregler und LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige
3. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Präzisions-Frequenzweiche, Individualregler und aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige
4. Aktiv-HiFi-3-Wege-Box mit aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige.

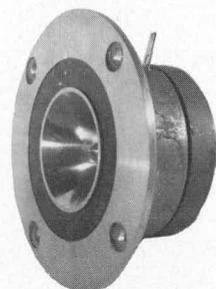
Nach diesen vorangehenden Erläuterungen wird der Nachbau der 150 Watt phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox in der kommenden Ausgabe ausführlich beschrieben.



300 mm Baßlautsprecher



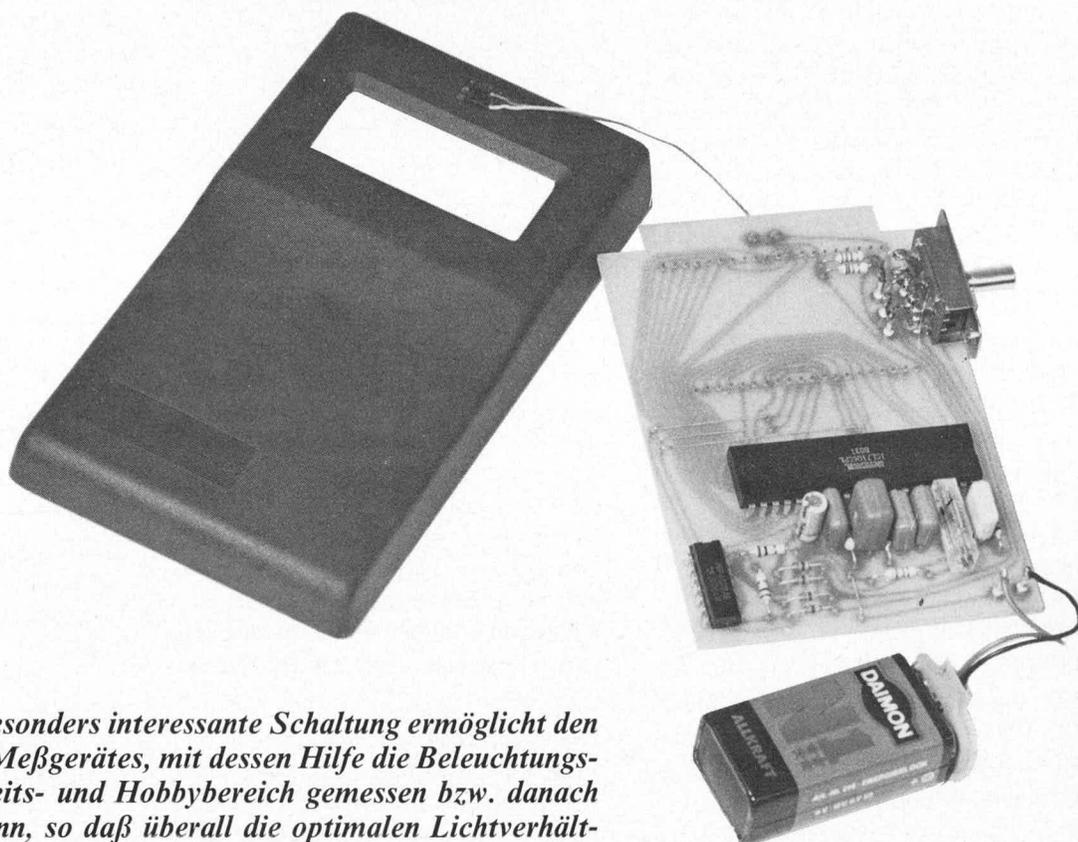
130 mm Midrange-Squeaker



80 mm Aluminium Casting Horn Tweeter

# ELV Luxmesser

(Digitaler Beleuchtungsstärkemesser)



*Die hier vorgestellte, besonders interessante Schaltung ermöglicht den Aufbau eines digitalen Meßgerätes, mit dessen Hilfe die Beleuchtungsstärke im Wohn-, Arbeits- und Hobbybereich gemessen bzw. danach eingerichtet werden kann, so daß überall die optimalen Lichtverhältnisse vorliegen.*

## Allgemeines

Bevor wir mit der Schaltungsbeschreibung beginnen, sollen ein paar in die Lichtmeßtechnik einführende, wesentliche Tatsachen vorangestellt werden. Angestrebt wird eine Messung der Beleuchtungsstärke, die der Empfindung des menschlichen Auges bezüglich der Helligkeit möglichst nahe kommt.

Die Einheit, in der gemessen wird, ist „Lux“ (Formelzeichen „lx“).

In den Tabellen sind einige Beispiele für die Beleuchtungsstärke angegeben. Wir sehen hieraus, daß der Bereich, den ein Luxmesser überstreichen sollte, recht groß sein muß.

Dies resultiert aus der Tatsache, daß die Empfindlichkeit des menschlichen

Auges keineswegs linear ist. Wird z. B. die Beleuchtungsstärke um 100% erhöht (also verdoppelt), so wäre unsere subjektive Empfindung derart, als daß wir sagen würden: „Es ist ein klein wenig heller geworden“, also gerade, daß man es wahrgenommen hat und keineswegs doppelt so hell, d.h. wir müssen schon wesentlich mehr an Beleuchtungsstärke aufbieten,

Beispiele für Beleuchtungsstärke ca.		Beleuchtungswerte in Lux für Räume und Tätigkeiten.	
Sternenlicht (klare Neumondnacht)	<0,1 Lux	Treppen, Keller, Dachboden	30 Lux
Vollmondnacht	0,3 Lux	Garage, Flur Abstellraum	60 Lux
Kerzenlicht (1 m Abstand)	1 Lux	Diele, Garderobe, WC, Bad,	
Gute Straßenbeleuchtung	20 bis 40 Lux	Kinderzimmer, Vorratsraum	120 Lux
Küche	250 Lux	Küche, Hobbyraum, Wohn- und Speise-	
Schularbeitsplatz	500 Lux	zimmer, Hausarbeitsraum, Warteraum	250 Lux
Büroarbeitsplatz	750 Lux	Essen, Küchen- und Hobbyarbeiten,	
Technisches Zeichnen	1000 Lux	Büro-, Labor- und Praxisarbeiten	500 Lux
Olympiastadion München	1800 Lux	Lesen, Schreiben, Schul- und Hand-	
Goldschmied	2000 Lux	arbeiten, Basteln, Malen, Kosmetik	750 Lux
trüber Wintertag	3000 Lux	Techn. Zeichnen, Präzisionsarbeiten,	
im Schatten (bei Sonne)	10000 Lux	genaues Prüfen (Messen, Diagno-	
trüber Sommertag	20000 Lux	stizieren), Sammeln (Briefmarken,	
bei strahlender Sonne	100000 Lux	Münzen), Farben beurteilen.	1000 Lux

damit unsere Empfindung sagt: „Es ist doppelt so hell.“

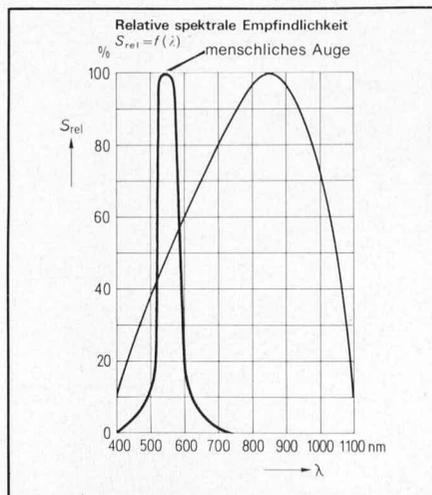
Aus dieser Tatsache heraus ergeben sich auch völlig andere Genauigkeitsforderungen an das Meßgerät.

Eine Genauigkeitsforderung von 1% könnte man schlicht als baren Unsinn bezeichnen, sehen wir doch erst Unterschiede in der Größenordnung von -50% bzw. +100%, einmal ganz abgesehen davon, daß dies technisch auch kaum realisierbar wäre, denn wir haben es hier mit einer meßtechnischen Größe (dem Licht) zu tun, bei der wir die Messung über einen gewissen Frequenzbereich des Lichtes durchführen müssen und sich die Empfindlichkeit mit der Frequenz ändert.

Das sichtbare Licht besteht aus einem Frequenzgemisch, dessen Wellenlänge von 400 nm (blau) bis 700 nm (rot) reicht.

Unterhalb 400 nm liegt der unsichtbare Ultraviolettbereich, während über 700 nm der langwelligere Infrarotbereich mit „etwas niedrigeren Frequenzen“ (unterhalb ca. 400 000 GHz) liegt.

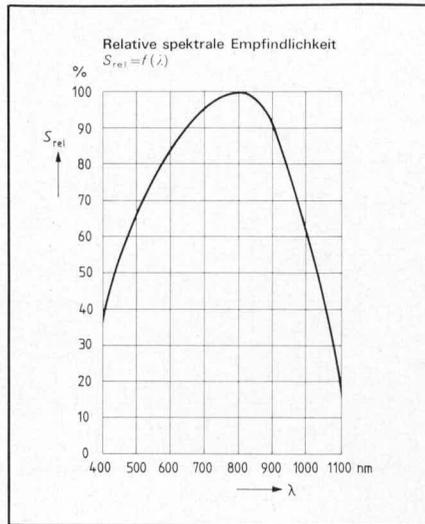
Die spektrale Empfindlichkeit (Lichtempfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes) von „normalen“ Fotoelementen ist in Bild 1 dargestellt, ebenso wie die des menschlichen Auges.



Wir sehen, daß hier große Unterschiede bestehen. Besonders nachteilig ist die Abnahme der Empfindlichkeit der meisten Fotoelemente auf ca. 10% bei kleinen Wellenlängen (400 nm), so daß man mit einem Filter zwar die Intensität der großen Wellenlängen begrenzen, die der kleinen jedoch nicht anheben könnte.

Von Siemens gibt es jedoch ein Fotoelement mit der Bezeichnung BPX 79, das auch bei kleinen Wellenlängen

noch eine gute Empfindlichkeit aufweist (Bild 2).



Weitere Gründe, die für den Einsatz dieses Fotoelements sprechen, sind u.a. hohe Fotoempfindlichkeit, „große“ Stromabgabe, geringer Temperaturbeiwert sowie eine hohe Leerlaufspannung.

Aufgrund der spektralen Empfindlichkeit des BPX 79 können wir außerdem auf den Einsatz von speziellen Farbfiltern ganz verzichten.

Dies hat noch einen weiteren entscheidenden Vorteil, denn man kann sogar im Infrarotbereich (IR-LED's) Messungen durchführen. Den sich daraus evtl. ergebenden Nachteil einer dem menschlichen Auge nicht mehr ganz angepaßten Empfindlichkeitsverteilung halten wir gegenüber dem eben erwähnten Vorteil für vernachlässigbar.

Soll jedoch für Spezialanwendungen aus einem vorliegenden breiten Spektrum ausschließlich ein bestimmter Teil bewertet werden, so ist das Vorschalten entsprechender Filter erforderlich. Für unsere Anwendungen wollen wir darauf jedoch verzichten.

### Zur Schaltung

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus dem A/D-Wandler des Typs ICL 7106 mit 3<sup>1/2</sup>stelliger LCD-Anzeige sowie dem der Punktsteuerung dienenden IC 2 (CD 4030).

Da dieser Schaltungsteil bereits mehrfach in unserem Magazin eingesetzt und besprochen wurde, soll hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden.

Neu sind die Dioden D 2 bis D 5, die der Punktsteuerung in Verbindung mit der Stromzuführung über nur einen Schalter dienen.

Die eigentliche Messung wird mit Hilfe des Fotoelementes BPX 79 (D 1) durchgeführt. Je nach Stellung der zweiten Hälfte von S 1 fließt der Fotostrom, der eine exakt lineare Funktion der Beleuchtungsstärke ist (Bild 3), über R 5 oder R 6, an dem dann der Spannungsabfall gemessen wird (Pin 30 und Pin 31 von IC 1).

Den beiden Widerständen R 5 und R 6 kommt große Bedeutung zu, da ihre Dimensionierung entscheidend für die Funktion des Luxmeters ist.

Zum einen soll ein möglichst großer Spannungsabfall für die anschließende Auswertung erzeugt werden, der zum anderen wiederum klein gegenüber der Leerlaufspannung sein muß, d. h. der Innenwiderstand des Fotoelementes muß bei jeder Messung deutlich größer als der betreffende eingeschaltete Widerstand (R 5 oder R 6) sein. Dies ist um so schwieriger, als daß sich der Innenwiderstand mit der Beleuchtungsstärke ändert.

Aus vorstehenden Forderungen ergibt sich für einen Meßbereichsendwert von 20 000 lx (= 20 klx) ein Wert für R 5 von 75 Ω. Der Punkt ist dabei so angesteuert, daß die Anzeige in Kilolux erfolgt.

R 6 kann nun je nach Anforderung entweder zu 750 Ω für einen Meßbereichsendwert von 2 000 lx (= 2,000 klx) oder zu 7,5 kΩ für einen Meßbereichsendwert von 200 lx gewählt werden.

Bei einem Meßbereichsendwert von 2 000 lx ist für die Punktsteuerung Pin 11 des IC 2 mit Pin 8 der LCD-Anzeige zu verbinden. Die Anzeige erfolgt dann in Kilolux. Wird ein Meßbereichsendwert von 200 lx gewünscht, so ist Pin 11 des IC 2 mit Pin 16 der LCD-Anzeige zu verbinden, und die Anzeige erfolgt in Lux.

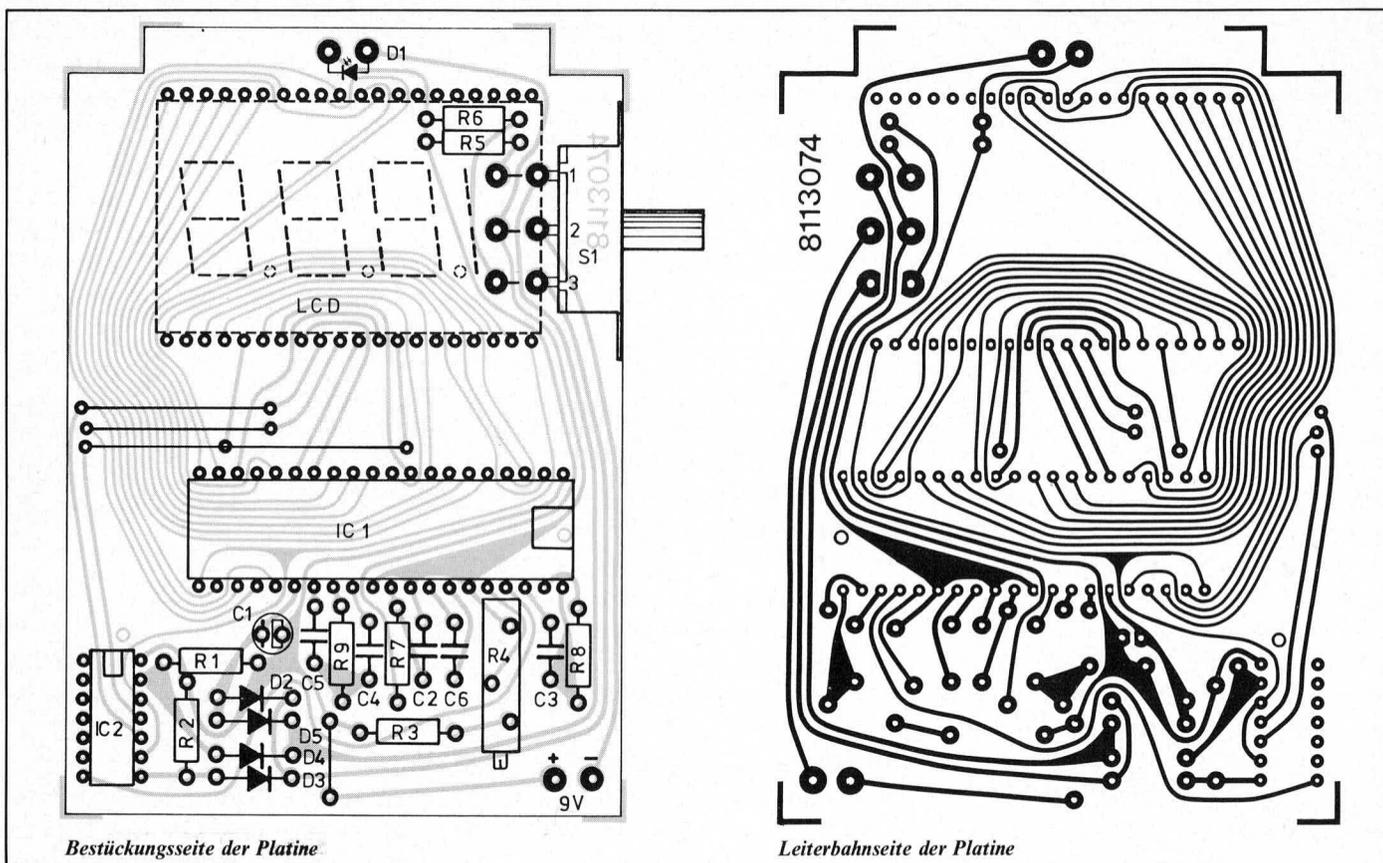
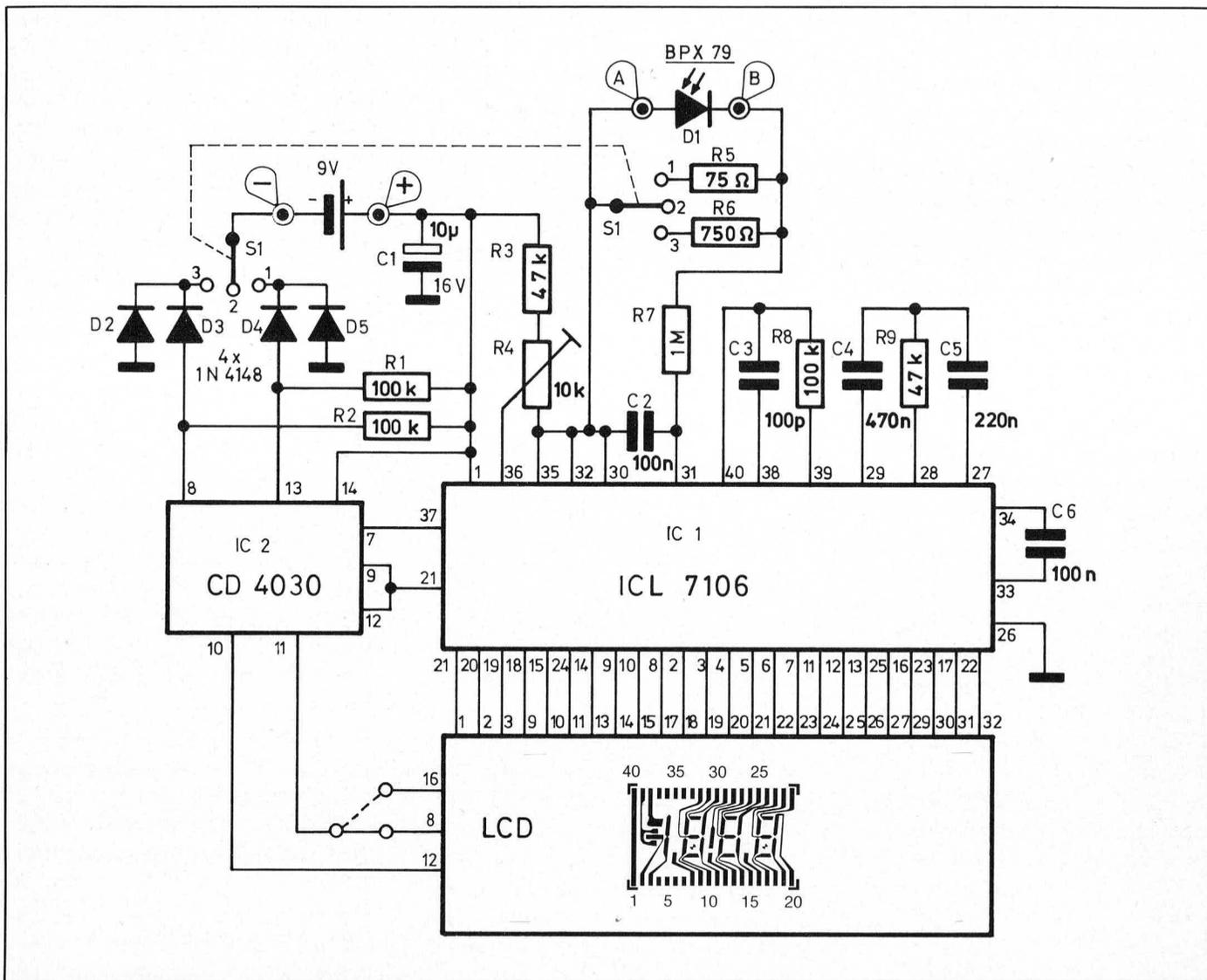
### Zum Nachbau

In den meisten Fällen soll die fertig bestückte Platine in ein Gehäuse eingebaut werden, zumal hierfür schon eine entsprechende Möglichkeit vorgesehen ist.

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau wie folgt vor:

Zunächst sind auf der Innenseite des Gehäuseoberteils die das Fenster der LCD-Anzeige einrahmenden Stege zu entfernen.

Danach kann die Platine in das Gehäuse eingepaßt werden. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen



## Stückliste

### ELV Luxmesser

#### Halbleiter

IC 1 ..... ICL 7106  
IC 2 ... CD 4030 oder CD 4070  
D1 ..... BPX 79  
D2 bis D5 ..... 1N4148

#### Kondensatoren

C1 ..... 10  $\mu$ F/16 V  
C2 ..... 100 nF  
C3 ..... 100 pF  
C4 ..... 470 nF  
C5 ..... 220 nF  
C6 ..... 100 nF

#### Widerstände

R1, R2 ..... 100 k $\Omega$   
R3 ..... 47 k $\Omega$   
R4 .... 10 k $\Omega$ , Wendeltrimmer  
R5 ..... 75  $\Omega$   
R6\* ..... 750  $\Omega$   
R7 ..... 1 M $\Omega$   
R8 ..... 100 k $\Omega$   
R9 ..... 47 k $\Omega$

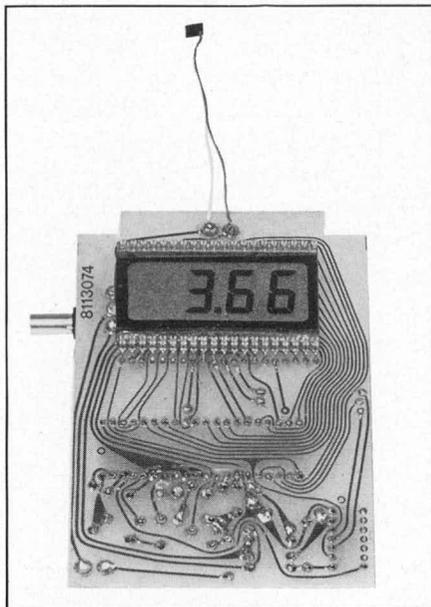
#### Sonstiges

1 LCD-Anzeige, 3 $\frac{1}{2}$ stellig  
1 Schiebeschalter, 2polig mit Mittelstellung (S1)  
1 Batterieclip  
10 Lötstifte

\*siehe Text

Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. muß die Platine an den Kanten etwas nachgearbeitet werden.

Sobald dies erledigt ist, kann mit dem eigentlichen Aufbau in gewohnter Weise begonnen werden.



Als erstes werden die Brücken, danach die Widerstände, Trimmer und Kondensatoren eingelötet.

Bevor wir nun zum Einpassen der LCD-Anzeigeeinheit kommen, werden noch das IC 1 sowie anschließend das IC 2 eingelötet.

Damit die LCD-Anzeigeeinheit einwandfrei in das Gehäuse eingepaßt werden kann, wird diese zunächst in die 40 Bohrungen gesetzt, ohne sie jedoch festzulöten.

Wichtig dabei ist, daß sich die Anzeige auf der Leiterbahnseite und nicht wie sonst üblich auf der Bestückungsseite befindet.

Nun wird die Platine provisorisch in das Gehäuse gesetzt. Man sieht sich die Position der Anzeige an, ob diese einwandfrei in der dafür vorgesehenen Aussparung sitzt. Nach Entfernen des Gehäuses sind ggf. entsprechende Korrekturen in der Höhe der Anzeige vorzunehmen.

Bevor die Anzeige festgelötet wird, ist zu kontrollieren, ob diese auch „richtig herum“ und nicht etwa versehentlich auf dem Kopf stehend eingesetzt wurde. Feststellen läßt sich dies, indem man die Anzeige schräg gegen das Licht hält. Die Segmente der einzelnen Zahlen sind dann etwas sichtbar, auch ohne Anlegen einer Spannung.

Mit einem möglichst feinen LötKolben werden nun die vier Eckpunkte der Anzeige kurz angelötet. Nach erneutem Anpassen im Gehäuse können noch einmal Korrekturen des Sitzes der Anzeige vorgenommen werden.

Ist die Position der Anzeige einwandfrei, können alle Anschlußpunkte der Anzeige auf der Leiterbahnseite festgelötet werden.

Nachdem dies geschehen ist, wird die fertig bestückte Platine in das Gehäuse eingesetzt und mit einem Tupfen Klebstoff in jeder Ecke festgeheftet.

#### Zum Abgleich

In der Schaltung des digitalen Luxmessers ist nur ein einziger Abgleichpunkt (R 4) vorhanden.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, das Gerät zu kalibrieren:

I. Steht ein hinreichend genaues Vergleichsmeßgerät zur Verfügung, werden beide Geräte der gleichen Beleuchtungsstärke ausgesetzt, wobei darauf zu achten ist, daß das Licht senkrecht auf die Fotoelemente auftrifft.

Mit R 4 wird nun die Anzeige des zu kalibrierenden Gerätes mit der des Referenzgerätes in Übereinstimmung gebracht, wobei mit S 1 vorher der geeignete Meßbereich gewählt wurde.

Das Gerät ist damit kalibriert. Der zweite Meßbereich stimmt aufgrund der Widerstandswahl dann automatisch.

II. Sofern kein Vergleichsinstrument zur Verfügung steht, bieten wir als Service für unsere Leser das Fotoelement BPX 79 auch als ausgemessenen Typ an, d. h. wir geben bei jedem Fotoelement die an IC 1 zwischen den Punkten 35 und 36 mit R 4 einzustellende Referenzspannung an.

Praktisch sieht das so aus:

Wir messen in unserem Labor die Fotoempfindlichkeit S in nA/lx für jeden BPX 79 einzeln aus und errechnen dann die für dieses Fotoelement mit R 4 einzustellende Referenzspannung, damit die Anzeige in Lux bzw. Kilolux erscheint.

Wichtig sind hierbei zwei Dinge:

1. Die mit R 4 einzustellende Referenzspannung muß an dem IC 1 zwischen den Punkten 35 und 36 mit einem hochohmigen Spannungsmeßgerät (mindestens 1 M $\Omega$  Innenwiderstand) gemessen werden. Die Größe der Referenzspannung liegt bei ca. 100 mV.

2. Der Wert von R 5 muß unbedingt 75  $\Omega$  betragen und der von R 6 das 10fache (für 2000 lx) bzw. das 100fache (für 200 lx), je nach gewünschtem Meßbereich. Weichen die Widerstandswerte hiervon ab, so ergeben sich entsprechende Meßfehler.

#### Zur Genauigkeit

Die Anforderungen an die Genauigkeit liegen bei Beleuchtungsstärke-Meßgeräten, wie eingangs schon erwähnt, völlig anders als bei den uns vertrauten Spannungs- und Strommessern.

Als gut kann man Genauigkeiten von 10 %, als sehr gut von 5 % bezeichnen. Bei dem hier vorliegenden Meßgerät liegen die Abweichungen je nach Spektralbereich normalerweise sogar unter 5 %, da ein hochwertiges Fotoelement Verwendung findet und der Fehler der übrigen Schaltung vernachlässigbar (1 %) ist.

Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz dieses nicht ganz alltäglichen und doch sehr nützlichen digitalen Beleuchtungsstärkemessers.

# Atomuhrgesteuerte Computer Funkuhr

mit Senderausfallüberbrückung durch Quarzuhr

- 5fache Senderkontrolle
- Senderausfallüberbrückung mit Senderausfallanzeige
- Ziffernhöhe: Std. und Min.: 11,5 mm  
Sek.: 8,0 mm
- grüne, augenschonende Anzeige
- durchkontaktierte Platinen — keine Brücken



*Die hier vorgestellte atomuhrgesteuerte Computer Funkuhr braucht nicht mehr gestellt zu werden, denn sie empfängt die Amtliche Uhrzeit der Bundesrepublik Deutschland von der Atomuhrenanlage der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Durch Funksynchronisierung des Senders Mainflingen (50°01 Nord, 09°00 Ost) wird die Genauigkeit des PTB-Eichnormals erreicht. Max. Abweichung:  $1 \times 10^{-13}$  pro Woche vom Sollwert oder weniger als 1 Sekunde Abweichung in 300 000 Jahren!*

*Aufgrund der hohen Genauigkeit wird nur diese Uhrzeit als rechtsverbindlich in der Bundesrepublik Deutschland (Bundesgesetzblatt 42/1978, Seite 1110) anerkannt. Bei der Deutschen Bundesbahn, der Luft- und Seefahrt wird nur diese Uhrzeit verwendet.*

## Allgemeines

Die Uhrenanlage, die in dem abgebildeten Gehäuse Platz findet (Gehäusegröße: 131 x 50 x 69 mm), stellt eine komplette Empfangsanlage mit Antenne und digitaler Anzeige von Stunden, Minuten, Sekunden und Wochentag dar. Nach Umschaltung zeigt die Anzeige Tag, Monat und Jahr an. Für die Anzeige wird ein fluoreszierendes Display neuester Technik mit unübertroffener Konturschärfe und langer Lebensdauer verwendet. Die grüne Anzeige ist augenschonend.

Das Gerät besitzt einen hochempfindlichen Eingang für den externen Anschluß einer aktiven Ferritantenne mit hochselektivem Quarzfilter (extrem schmalbandig). Die Antenne kann über 500 m vom Empfänger entfernt angebracht werden. Sie kann über einen optischen Kontrollempfänger optimal auf den Sender ausgerichtet werden. Das Gerät ist mit einer auto-

matischen Schwundausgleichsschaltung ausgerüstet. Die durch unterschiedliche Entfernungen vom Sender oder atmosphärische Störungen hervorgerufenen Einflüsse werden weitgehend eliminiert.

Als erste Funkuhr mit maskenprogrammiertem Mikroprozessor verfügt die Uhr über eine eingebaute Quarzuhr zur Überbrückung von Sender- oder Empfangsstörungen. Bei Quarzbetrieb leuchtet das Alarmzeichen in der Anzeige, so daß sofort zu sehen ist, ob die Anzeige von der Funkuhr oder der Quarzuhr stammt.

## Bedienungsanleitung für die Computer-Funkuhr Modell 4300

1. Mit Anlegen der Netzspannung ist die Uhr sofort betriebsbereit, obwohl mit Ausnahme des Störzeichens (Quarzuhrbetrieb) und des Sonntags (SUN) keine Anzeige erfolgt.

Mit freundlicher Unterstützung der Firma Hopf elektronik

2. Nach einigen Sekunden beginnt der optische Kontrollempfänger (Punkt hinter Minuten-Einer-Stelle) zu takten, vorausgesetzt, die Antenne wurde optimal ausgerichtet. (Quer zur Sender-Empfangsrichtung).
3. Nachdem über einen Zeitraum von 2—3 Minuten störungsfreier DCF-Empfang möglich war, wird die empfangene Uhrzeit angezeigt.
- 3.1 Beispiel:  
Schalterstellung: Uhrzeit (Umschalter nicht gedrückt)

Std.	Min.	Sec.
08	15	01
Wochentag	Kontrollempfg.	Störzeichen
SAT	taktet	dunkel
Schalterstellung: Datum (Umschalter gedrückt)		
Tag	Mon.	Jahr
05	05	79
Wochentag	Kontrollempfg.	Störzeichen
SAT	taktet	dunkel

Sie werden vielleicht feststellen, daß die Anzeige für einen kurzen Augenblick im Sekundentakt flackert. (Sichtbar meist nur bei Datumsanzeige). Dies ist durch das Mikroprozessorsystem bedingt und läßt sich nicht verhindern.

4. Eine Störung des DCF-Empfangs wird durch das Störzeichen angezeigt. Das System verhindert während einer Störung die Synchronisation der Quarzuhr mit dem DCF-Signal.

Die zuletzt richtig empfangene, folgt nun dem Signal der Quarzeitbasis. Da das System in diesem Betriebsfall nur Sekunden, Minuten und Stunden kontrolliert, wird, um eine Fehl Anzeige zu verhindern, bei Wechsel des Datums (um 0.00 Uhr) die Anzeige von Tag, Monat, Jahr und Wochentag ausgeblendet.

5. Zur Erkennung von Störungen werden während des DCF-Telegramms folgende Prüfungen durchgeführt:
  - 5.1 Prüfung des Signals auf Störimpulse
  - 5.2 Unterdrückung von Störimpulsen bis zu 250  $\mu$ s
  - 5.3 200 ms Startimpuls in der 20. Sekunde
  - 5.4 Parity-Prüfungen P1 = 28. Sek., P2 = 35. Sek., P3 = 58. Sek.
  - 5.5 Plausibilitäts-Prüfung (aufsteigende Uhrzeit um 1 Min.)
  - 5.6 Erkennung von Pseudotetraden
  - 5.7 59. Sek. muß fehlen.
  - 5.8 Erst wenn alle diese Prüfungen ohne Fehlererkennung durchge-

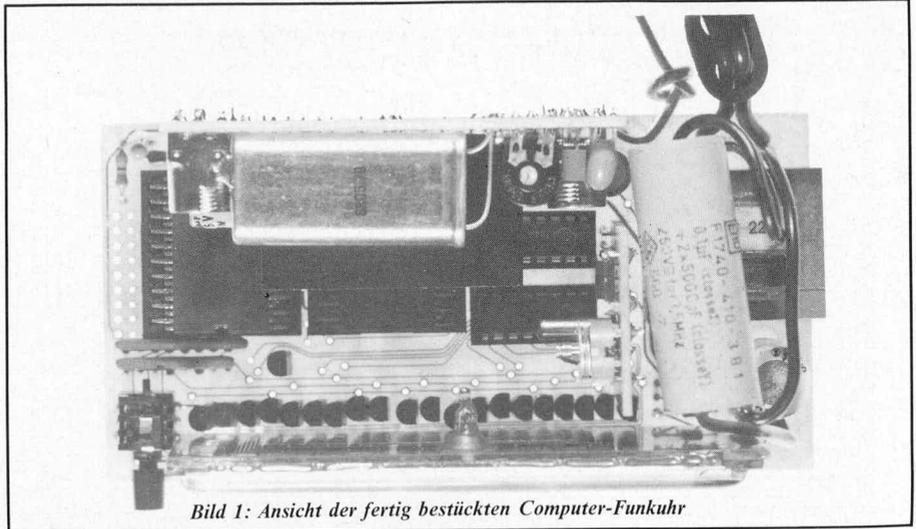


Bild 1: Ansicht der fertig bestückten Computer-Funkuhr

führt wurden, wird die Anzeige der Funkuhr freigegeben, und das Störzeichen wird dunkel. Dadurch wird erreicht, daß nur die richtige Information als amtliche Uhrzeit der Bundesrepublik Deutschland (BG Bl. 42/1978, S. 1110) ausgegeben wird.

### Zum Nachbau

Wie aus dem Schaltbild und der Stückliste der Computer-Funkuhr hervorgeht, sind u. a. einige Spezialteile, erforderlich wie z. B.

- maskenprogrammierter Microprozessor
- Antenne und Empfänger für 77,5 kHz
- Quarzeitbasis
- Spezial Fluoreszenzanzeige
- sowie Gehäuse

Da diese Teile zusammengenommen den Hauptbestandteil des Gerätes ausmachen und bis auf das Gehäuse zum Nachbau unbedingt erforderlich

sind, ist ein Zusammenstellen des Bausatzes aus Eigenbeständen kaum möglich.

Wir haben uns deshalb entschlossen, die Beschreibung auf die wesentlichen Funktionsmerkmale zu beschränken, in der Art, wie wir die digitale elektronische Waage vorgestellt haben, die sich großer Beliebtheit erfreut, zumal sowohl bei der Waage als auch bei der Computer-Funkuhr eine über 50seitige Bauanleitung zu jedem Bausatz mitgeliefert wird, die jeden einzelnen Aufbauschritt sorgfältig beschreibt, so daß der Nachbau für einen etwas geübten Hobby-Elektroniker keine Schwierigkeiten in sich bergen sollte.

Die Bilder 1 bis 14 zeigen das Innere, sowie einige Details der Computer-Funkuhr, die trotz ihrer geringen Abmessungen übersichtlich aufgebaut ist. Wir wünschen Ihnen beim Nachbau und späteren Einsatz Ihrer Computer-Funkuhr viel Erfolg.

### Stückliste Computer-Funkuhr

Gehäuse	Stück
Gehäuse gebohrt	1
Steg, schwarz	1
Frontscheibe, grün	1
Anzeige 6 Lt 23	1
Netzkabel	1
<b>ICs</b>	
CD 4040	1
CD 4060	1
CD 4028	1
10934	1
A 7719	1
<b>Antennenbausatz</b>	
Antennenrohr	1
Kappen für	
Antennen-Schutzrohr	2
Ferritstab	1
Spule	1
Antennenkabel	1

Kabelbinder	2
Antennen Platine 4408	1
Trimmer 40 pF	1
Transistor BC 250C	1
Kondensator 82 pF	1
<b>Bauteile zum Aufbau der Basis-Platine 4301</b>	
Platine 4301	1
Zenerdiode 10 V	1
Zenerdiode 20 V	1
Zenerdiode 5,6 V	1
Diode 1N 4148	2
Widerstand 470 k $\Omega$	1
Widerstand 220 k $\Omega$	1
Widerstand 5,6 k $\Omega$	1
Transistor BC 307	21
Widerstandsnetzwerk 56 k $\Omega$ 9pol.	1
Widerstandsnetzwerk 220 k $\Omega$ 8pol.	1
Widerstandsnetzwerk 220 k $\Omega$ 9pol.	3

Umschalter: Uhr-Datum	1
Elko 22 $\mu$ F/25 V	1
Elko 47 $\mu$ F/25 V	1
Elko 220 $\mu$ F/25 V	1
Tantalperle 0,47 $\mu$ F	1
Gleichrichter	1
Spannungsregler 5 V	1
Trafo EI 38	1
Zugentlastung	1
Entstörfilter	1
IC-Fassung 16pol.	2
IC-Fassung 42pol.	2
<b>Bauteile zum Aufbau der Quarzeitbasisplatine 4302</b>	
Platine 4302	1
Platinenverbindungsstifte	5
Widerstand 150 $\Omega$	1
Widerstand 10 M $\Omega$	1
Kondensator 15 pF	2
IC-Fassung 16pol. flach	1
Quarz 4,194304 MHz	1

<b>Bauteile zum Aufbau der Empfängerplatine 4411</b>	
Platine 4411	1
Platinenverbindungsstifte	5
Widerstand 10 k $\Omega$	1
Widerstand 220 k $\Omega$	1
Widerstand 4,7 k $\Omega$	1
Widerstand 120 k $\Omega$	1
Kondensator 1 nF	2
Kondensator 100 pF	1
Tantalperle 10 $\mu$ F	2
Transistor BC 252 C	2
Transistor BC307	1
Trimpoti 10 k $\Omega$	1
Übertrager	2
Elko 220 $\mu$ F/16 V	1
Quarz 77,5 kHz	1
Modul 4411	1
Achtung: Bei Lieferung von fertig bestücktem und abgeglichenem Empfänger oder Antenne entfallen die entsprechenden Bausatz-Gruppen!	

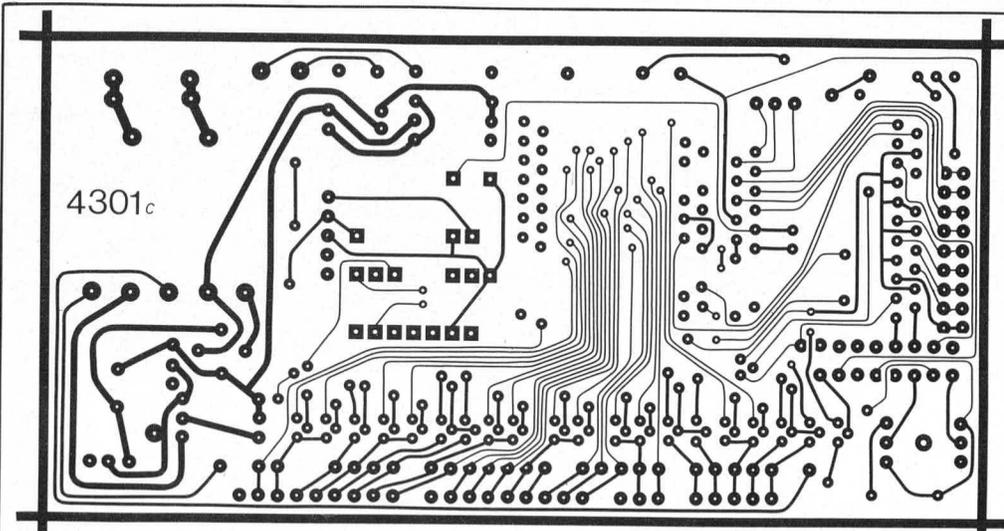


Bild 2:  
Leiterbahnbild der Platinenunterseite (Lötseite) der Basisplatine der Computer-Funkuhr

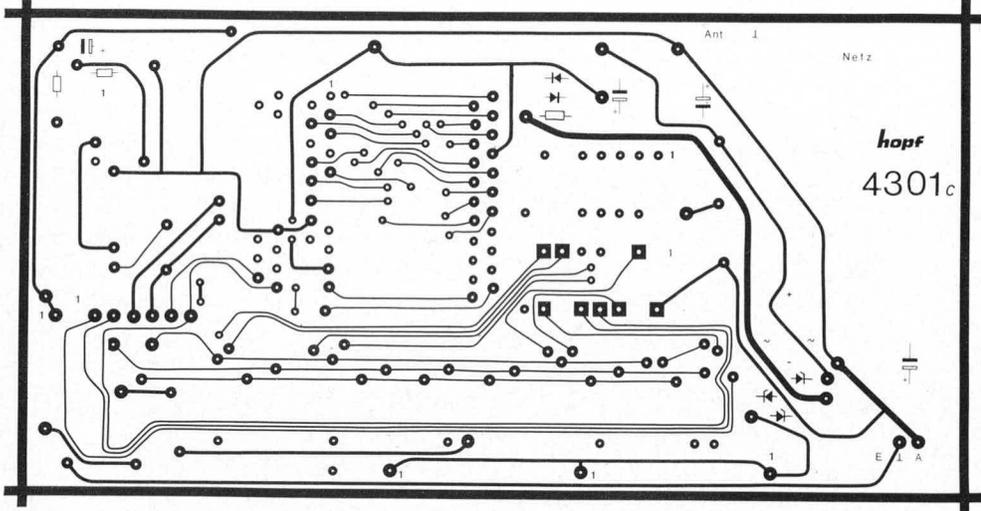


Bild 3:  
Leiterbahnbild der Platinenoberseite (Bestückungsseite) der Basisplatine der Computer-Funkuhr

Die Basisplatine ist doppelseitig und durchkontaktiert, so daß keine Brücken auftreten

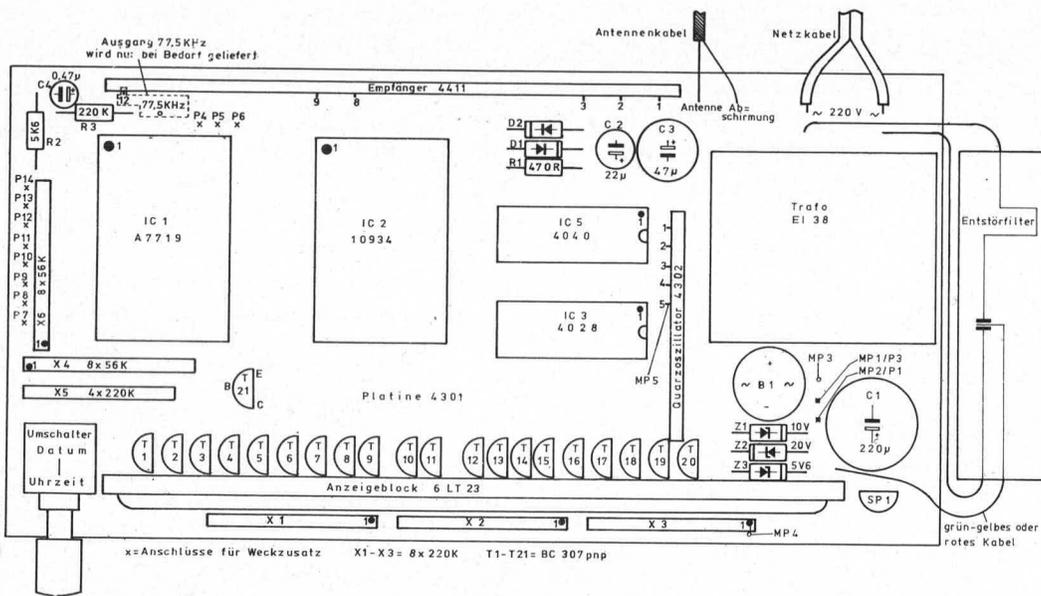


Bild 4:  
Bestückungsplan der Basisplatine der Computer-Funkuhr

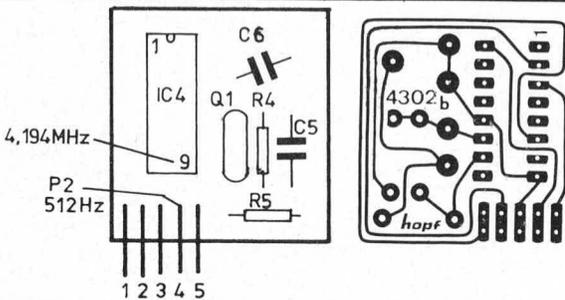
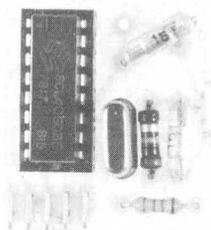


Bild 5 (links):  
Bestückungs- und Leiterbahnseite des rechtwinklig auf die Basisplatine aufgesetzten Quarzoszillators

Bild 6 (rechts):  
Ansicht des fertig bestückten Quarzoszillators



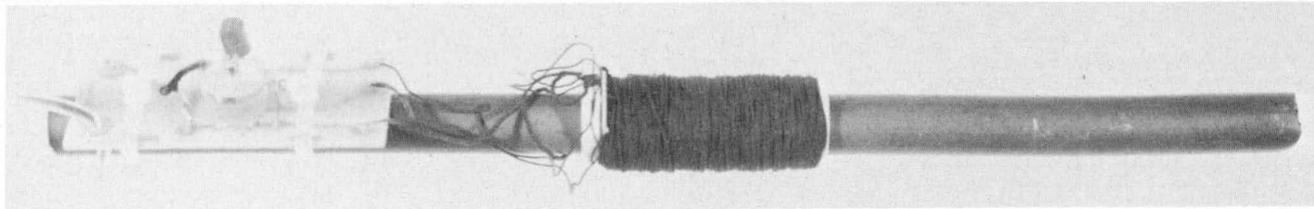


Bild 7: Ansicht der fertigen Antenne (ohne Schutzrohr)

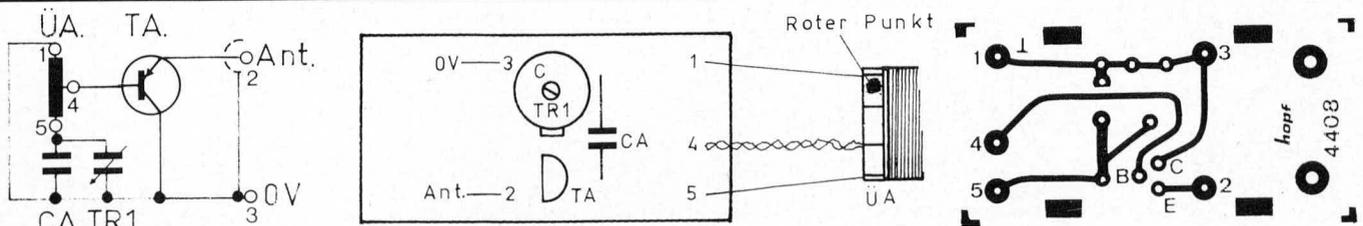


Bild 8: Schaltplan der Antenne

Bestückungsplan der Antenne

Layout der Antenne

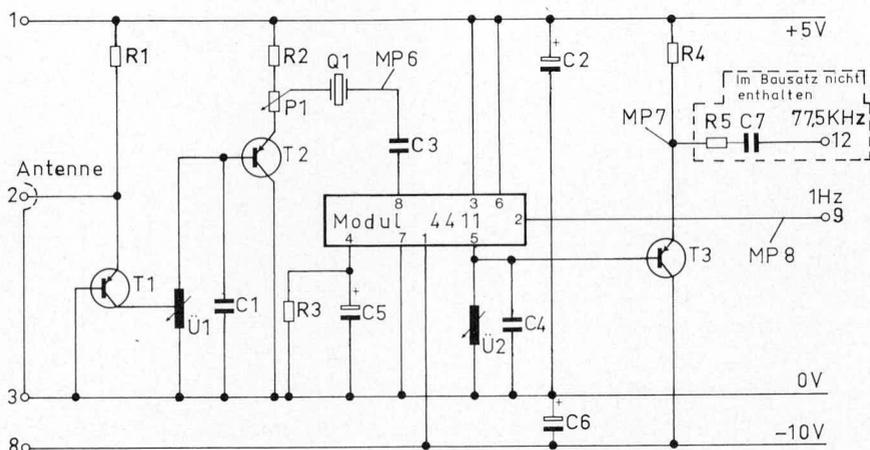


Bild 9: Schaltplan des Empfängers mit dem Modul 4411

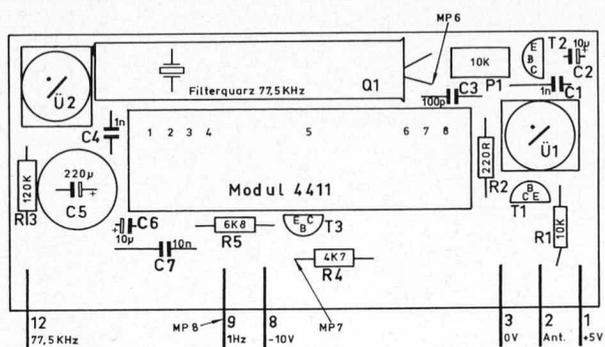


Bild 10: Bestückungsplan der Empfängerplatine

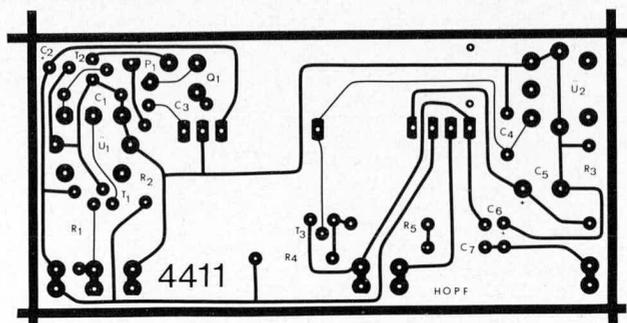


Bild 11: Leiterbahnseite der Empfängerplatine

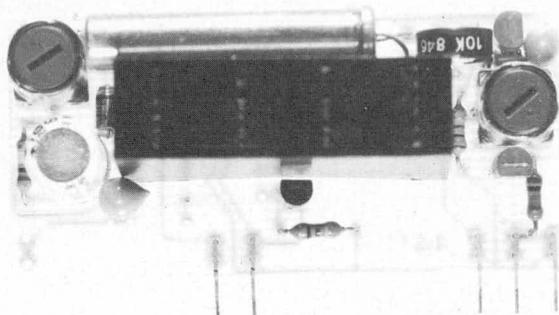


Bild 12: Ansicht des fertig bestückten Empfängers

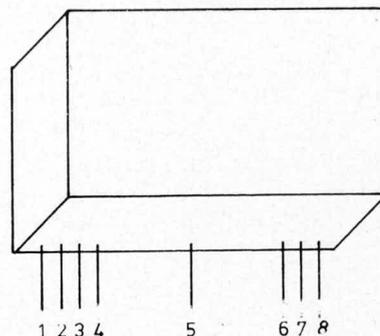


Bild 13: Abbildung des im Empfänger eingesetzten Moduls 4411

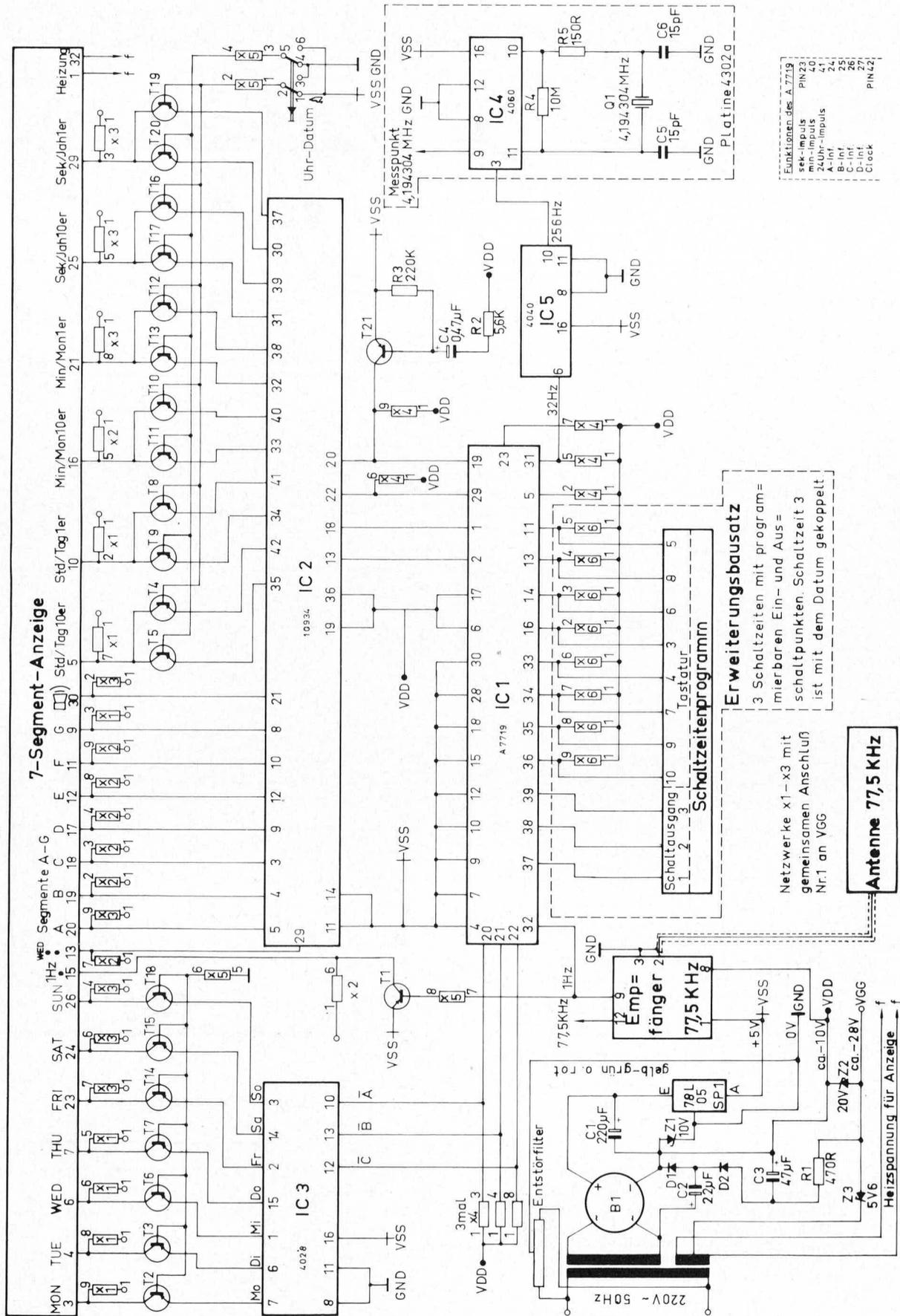


Bild 14: Schaltbild der Computer-Funkuhr

# Sicherheitslampe für Fußgänger



*Mit dieser nachträglich in eine Taschenlampe einzubauenden Schaltung veröffentlichen wir einen Sicherheitsbeitrag für Fußgänger auf dunklen Straßen.*

*Je nach Stellung der Schalter S1 und S2 ist die Taschenlampe auf „AUS“, „EIN“ oder „AUTOMATIK“ geschaltet, wobei in letztgenannter Stellung die Lampe automatisch aufleuchtet, sobald Licht auf den LDR fällt (z. B. durch die Scheinwerfer eines entgegenkommenden Autos).*

## Allgemeines

Sobald es dunkelt, müssen alle Verkehrsteilnehmer eine vorschriftsmäßige Beleuchtung aufweisen.

Beim schwächsten, dem Fußgänger, wird auf die „Beleuchtung“ im allgemeinen zu wenig Wert gelegt, wo doch in vielen Fällen sich der Fußgänger direkt auf der Straße fortbewegen muß, da nicht überall Gehsteige vorhanden sind.

Um nun die Batterie einer Taschenlampe zu schonen, haben wir eine Schaltung entwickelt, die die Lampe automatisch bei Lichteinfall durch die

Scheinwerfer eines entgegenkommenden Autos ein- und anschließend wieder ausschaltet.

Die Unterscheidung zwischen „normaler“ Straßenbeleuchtung und Autoscheinwerfern kann u. U. noch verbessert werden, indem ein kleiner Trichter vor die Lichteintrittsöffnung des LDR gesetzt wird.

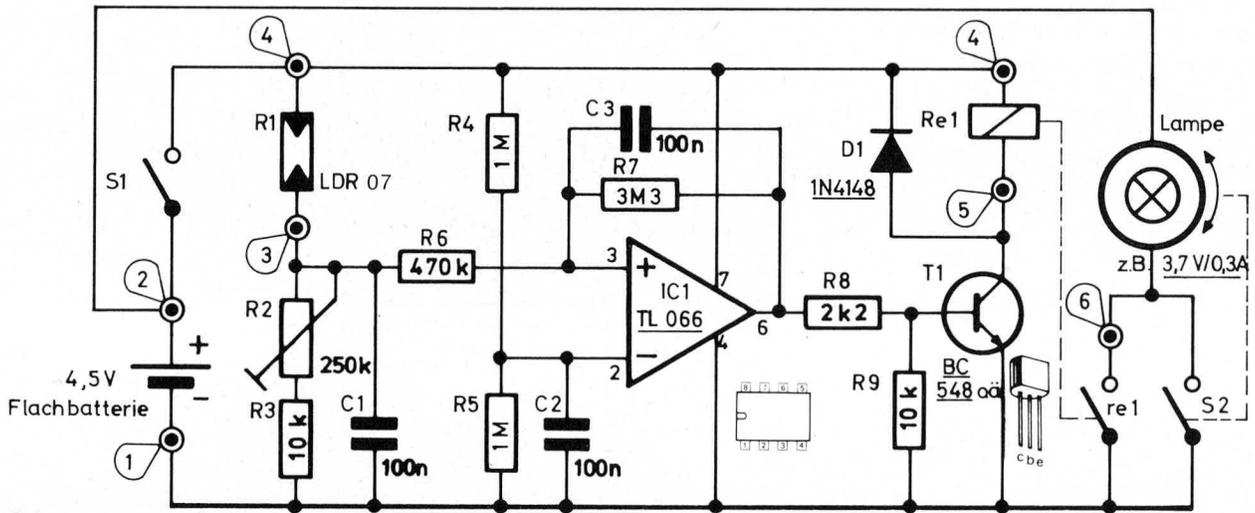
Da in unserem Labor jedoch nur die elektrischen Eigenschaften der Schaltung und nicht der tatsächliche Einsatz getestet werden konnte, möchten wir ausdrücklich zur Vorsicht beim Einsatz dieser Schaltung im Straßenverkehr mahnen, denn es ist z. B. nicht

erprobt, ob

1. die Autofahrer durch ein sich plötzlich einschaltendes Licht nicht evtl. irritiert werden und ob
2. die Schaltung auch bei unterschiedlichen Scheinwerfern immer anspricht.

Wir meinen jedoch, daß durch diesen Beitrag die Sicherheit der Fußgänger wirksam erhöht werden kann.

Bitte teilen Sie uns auch Ihre Erfahrungen beim Einsatz dieser Schaltung mit. Die Ergebnisse werden wir dann gerne veröffentlichen, um so zu noch mehr Sicherheit im Straßenverkehr beizutragen.



Schaltbild Sicherheitslampe für Fußgänger

### Zur Schaltung

Die Differenzeingänge des IC 1 (Pin 2—3) liegen an einer Brückenschaltung, bestehend aus dem lichtempfindlichen LDR (R1), dem Trimmer R2, mit dessen Hilfe die Empfindlichkeit der Schaltung eingestellt wird, sowie den Widerständen R3, R4 und R5.

Die Kondensatoren C1 und C2 dienen zur Störunterdrückung.

Im abgedunkelten Zustand ist der LDR hochohmig.

Sobald eine ausreichende Lichtstärke auftritt, sinkt sein Widerstand, und der +Eingang (Pin 3) des IC 1 wird positiver als der -Eingang (Pin 2), wodurch der Ausgang (Pin 6) von ca. 0 V auf ca. +4 V geht.

Damit ein schnelleres Schalten des IC 1 erreicht wird, ist der Vorwiderstand R6 in Verbindung mit dem Kondensator C3 und dem Widerstand R7 eingebaut. Durch diese Mittkopplung wird eine geringe Hysterese erzielt.

Der Ausgang des IC 1 steuert über R8 den Transistor T1 an, der wiederum das Reedrelais anziehen läßt, wobei sich der Kontakt re 1 schließt und die Lampe aufleuchtet.

Die Elektronik wird mit S1 ein- und ausgeschaltet.

Je nach Stellung von S2 (Reflektoring) ist die Lampe auf „DAUER“ oder auf „AUTOMATIK“ geschaltet.

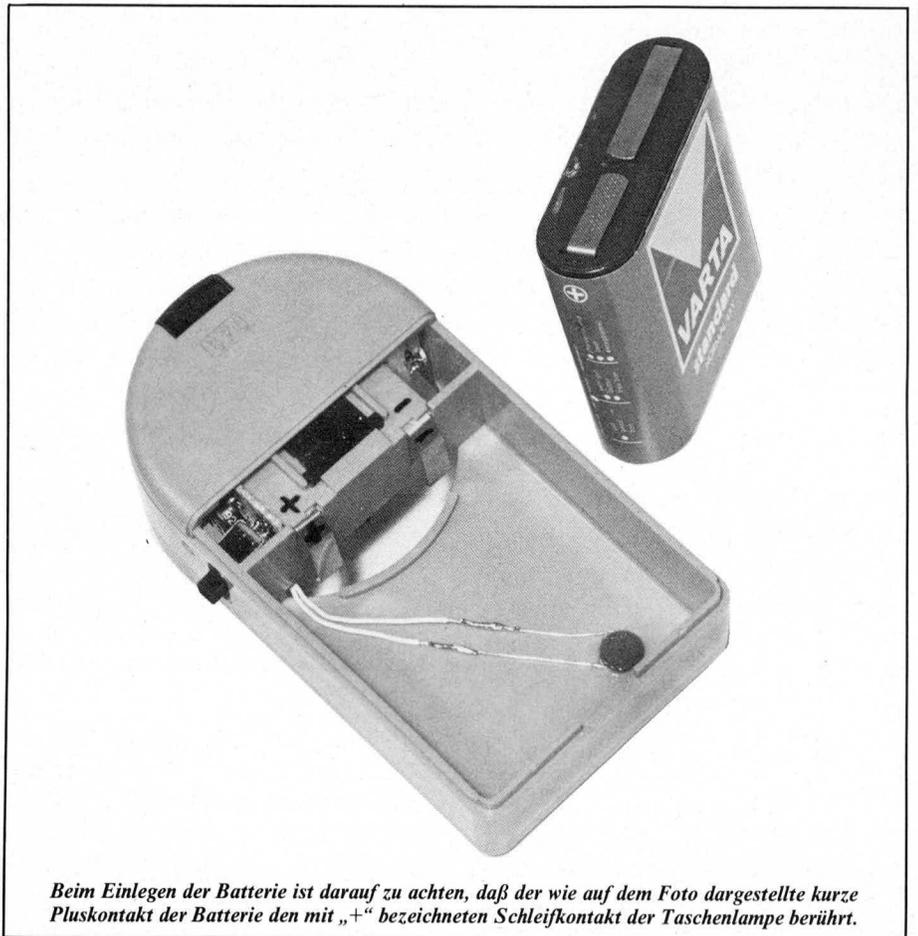
Die Lampe ist ganz aus, wenn S2 auf „AUTOMATIK“ steht und diese wiederum mit S1 ausgeschaltet ist.

### Zum Nachbau

Die Schaltung kann im Prinzip in jede vorhandene Taschenlampe mit einer Spannungsversorgung von 4 bis 6 V eingebaut werden, wobei jedoch noch ausreichend Platz für unseren Zusatz vorhanden sein sollte. Notfalls ist ein kleines zusätzliches Gehäuse erforderlich.

Ausgezeichnet paßt die Schaltung z. B. in die unten abgebildete VARTA-Taschenlampe, die ein formschönes, robustes Vollkunststoffgehäuse besitzt und bei der der erforderliche Platzbedarf hinter dem Reflektor, der gleichzeitig als Schalter dient (durch Verdrehen), vorhanden ist.

Zunächst wird das Taschenlampenge-



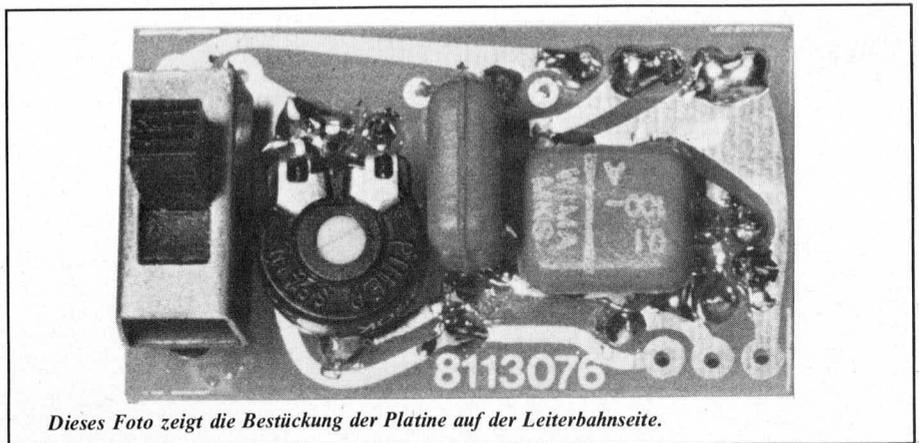
häuse mit den Öffnungen für den LDR, den Schalter S1 und dem Trimmer R2 versehen.

Nachdem die Platine in gewohnter Weise bestückt und getestet wurde, wobei als Besonderheit darauf zu achten ist, daß sie von beiden Seiten zu bestücken ist (siehe Bestückungsplan), kann sie in das Gehäuse eingepaßt und festgeklebt werden. Ebenso wird das Reedrelais angeklebt.

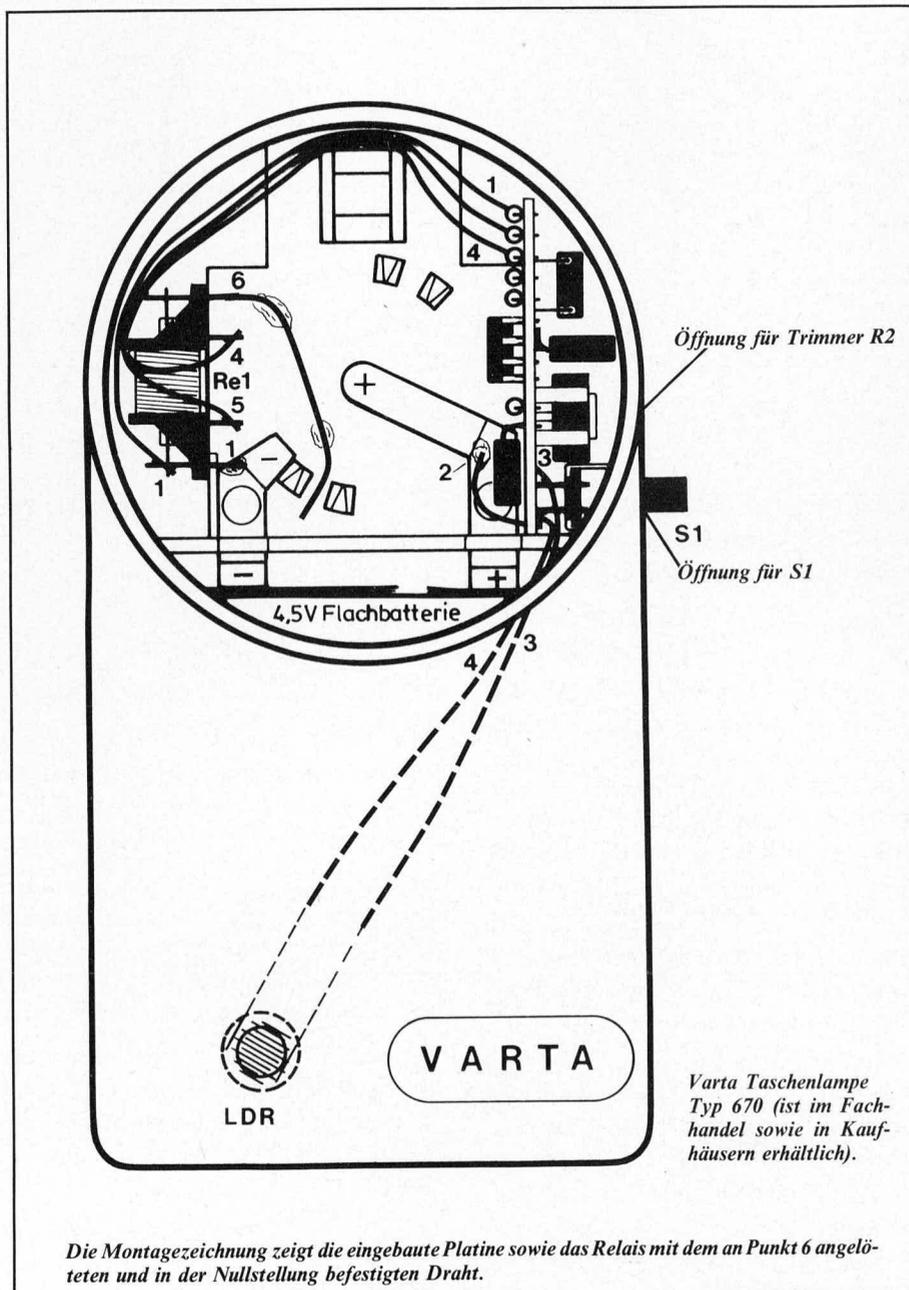
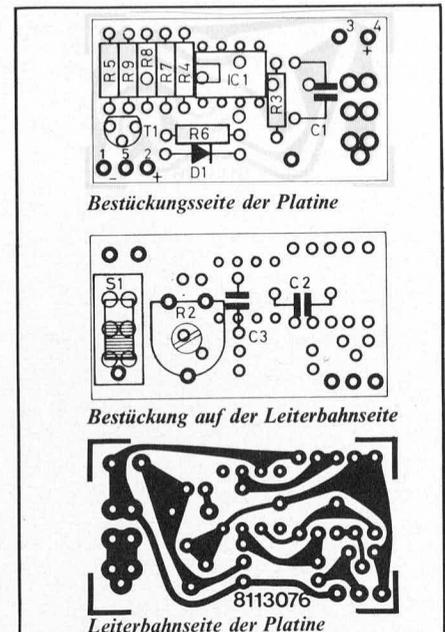
Der vom Kontakt des Reedrelais zur Lampe hinführende Draht (ca. 0,8 mm Ø Silberdraht) (Punkt 6) wird so verlegt und anschließend festgeklebt, daß er in die Nullstellungsnut des mit dem Reflektorring verbundenen Schalters S2 fällt.

Dieser letzte Teil der Beschreibung klingt vielleicht zunächst etwas kom-

pliziert, ist aber in Wirklichkeit recht einfach. Sobald man die Taschenlampe in Händen hält, können die einzelnen Schritte zum Aufbau leicht nachvollzogen werden.



Dieses Foto zeigt die Bestückung der Platine auf der Leiterbahnseite.



Die Montagezeichnung zeigt die eingebaute Platine sowie das Relais mit dem an Punkt 6 angelöteten und in der Nullstellung befestigten Draht.

### Stückliste Sicherheitslampe für Fußgänger

#### Halbleiter

IC 1 ..... TL 066  
T1 ..... BC 548 C  
D1 ..... 1N 4148

#### Kondensatoren

C1 bis C3 ..... 100 nF

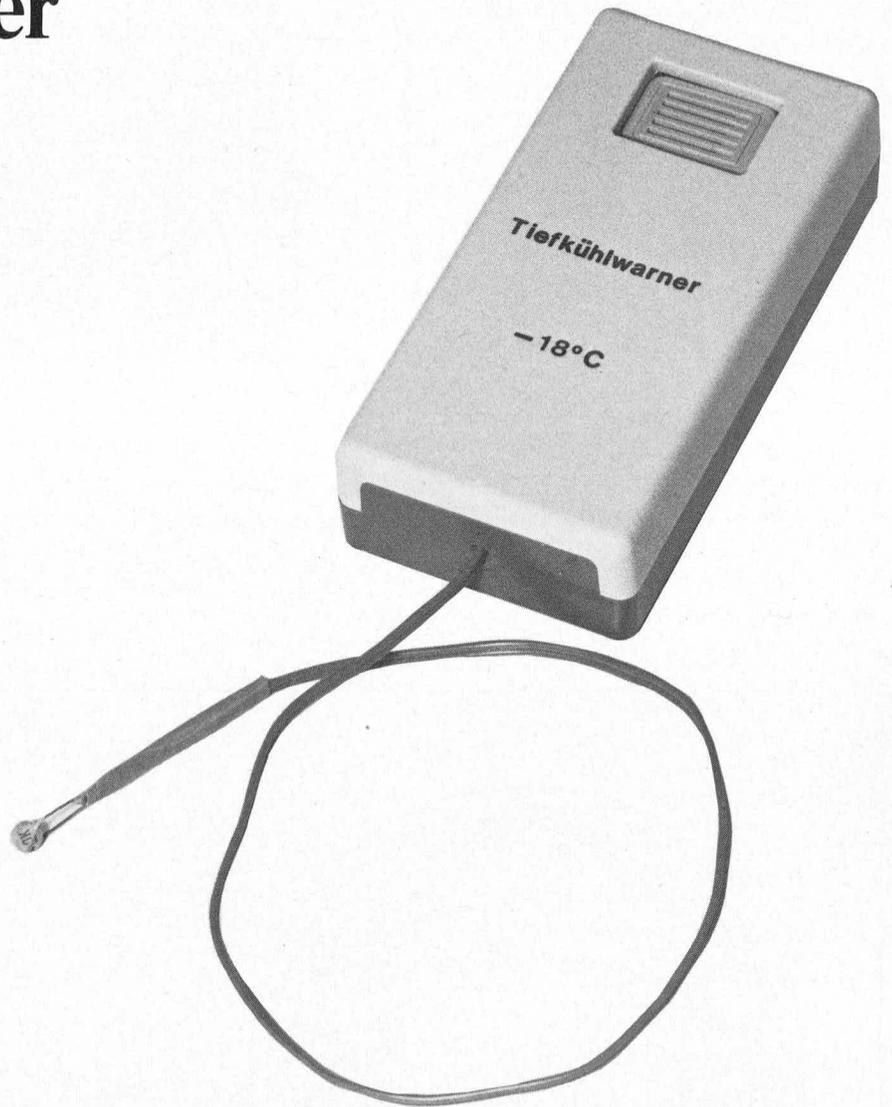
#### Widerstände

R1 ..... LDR 07  
R2 ..... 250 kΩ, Trimmer  
R3 ..... 10 kΩ  
R4, R5 ..... 1 MΩ  
R6 ..... 470 kΩ  
R7 ..... 3,3 MΩ  
R8 ..... 2,2 kΩ  
R9 ..... 10 kΩ

#### Sonstiges

1 HAMLIN Reedrelais, 3 bis 8 V  
1 Schiebeschalter, 1polig

# Tiefkühlwarner



*Diese kleine, von der Netzspannung unabhängige Schaltung gibt ein Warnsignal ab, sobald die Temperatur im Gefrierschrank nicht mehr ausreichend niedrig ist und das wertvolle Gefriergut gefährdet wäre.*

## Allgemeines

Die an ein Überwachungsgerät dieser Art gestellten Anforderungen liegen neben großer Betriebssicherheit auch in einem möglichst geringen Stromverbrauch, damit nicht etwa aufgrund einer leeren Batterie der Alarm nicht ausgelöst werden kann.

Bei der von uns entwickelten Schaltung ist es gelungen, die Gesamtstromaufnahme auf ca.  $10 \mu\text{A}$  (!) zu begrenzen und dies trotz Verwendung eines Operationsverstärkers, der ein exaktes Schalten gewährleistet.

## Zur Schaltung

Über die Widerstände R 4 und R 5 liegt der nicht invertierende (+)Eingang (Pin 3) des Operationsverstärkers IC 1 auf  $U_B/2$  (ca. 4,5 V).

Solange die Temperatur des sich im Gefrierschrank befindenden Temperatursensors R 3 des Typs K 11/500 k von Siemens unterhalb des mit R 2 eingestellten Wertes (ca.  $-18^\circ\text{C}$ ) liegt, so ist R 3 so hochohmig, daß der invertierende (-)Eingang (Pin 2) positiver als der nicht invertierende ist.

Daraus folgt, daß der Ausgang des IC 1 auf ca. 0 V liegt, T 1 sperrt und der Summer ausgeschaltet ist.

Steigt die Temperatur auf unzulässige Werte an, sinkt der Widerstand des Temperatursensors R 3, und der invertierende (-)Eingang wird negativer als der nicht invertierende, so daß der Ausgang des IC 1 (Pin 6) auf ca.  $+U_B$  (9 V) geht, T 1 durchsteuert und der Summer Signal gibt.

## Reparaturservice

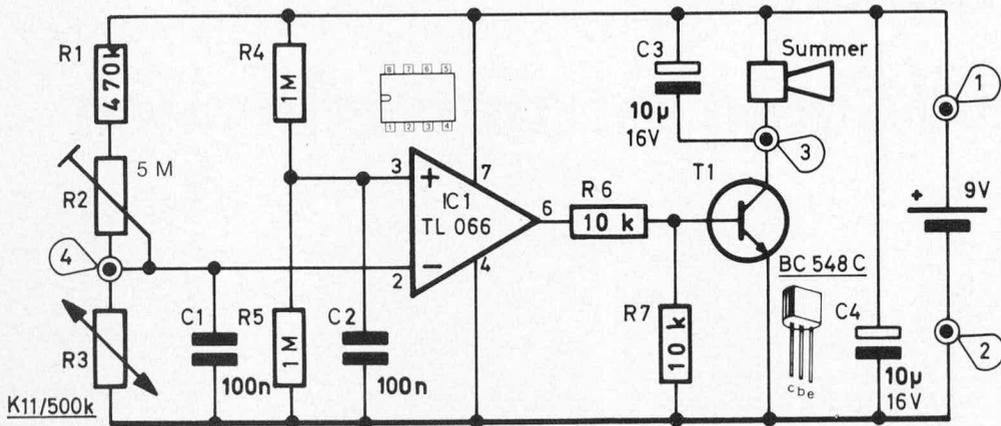
C 1 bis C 4 dienen der Entstörung und Pufferung.

Zu beachten ist noch, daß die Stromaufnahme bei Ertönen des Summers selbstverständlich erheblich ansteigt.

Eine volle Batterie ist jedoch in der Lage, den Summer 10 Stunden und länger zu betreiben, so daß der Alarm auch noch wahrgenommen wird, kommt man erst abends wieder nach Hause.

Bei normalem Betrieb (Summer nicht aktiviert) reicht eine Batterie ca. 2 Jahre. Es empfiehlt sich jedoch ein jährlicher Austausch bei zwischenzeitlichen Tests.

Die Schaltung findet einschließlich der 9-V-Batterie in einem kleinen Gehäuse Platz.



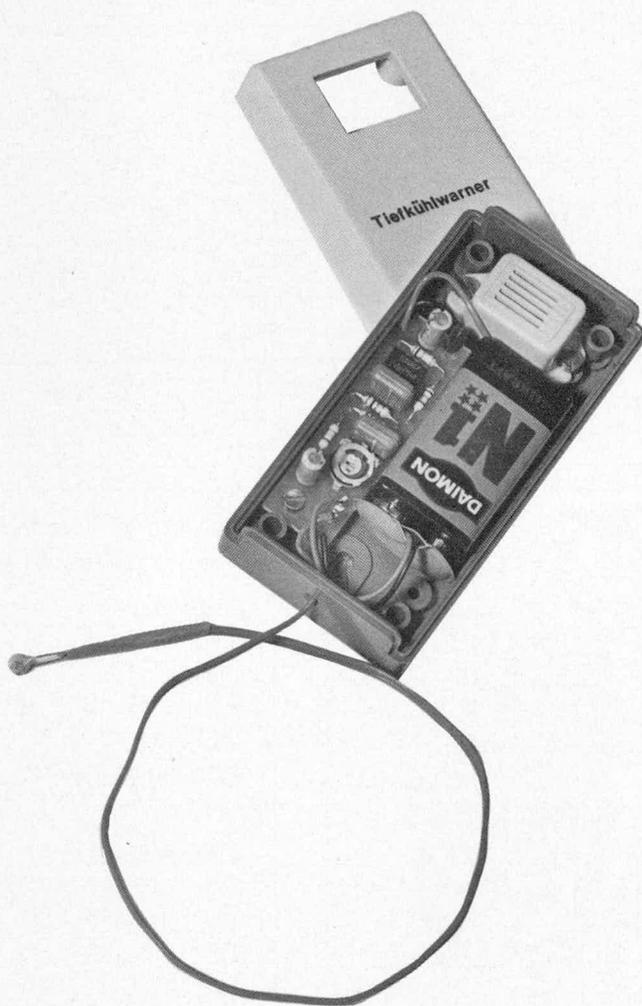
Schaltbild Tiefkühlwarner

### Einstellen der Ansprechtemperatur

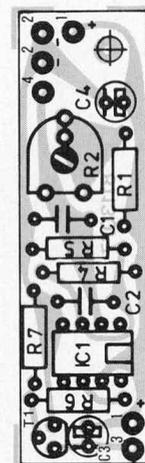
Mit R2 wird die Temperatur eingestellt, bei der das Gerät Signal geben soll. Hierzu bringt man den Gefrierschrank auf ca.  $-18^{\circ}\text{C}$  und legt den Fühler hinein. Nach einiger Zeit (mindestens 5 bis 10 Minuten) kann R2 in

eine Position gebracht werden, in der der Summer gerade noch nicht ertönt.

Zu Testzwecken kann die Gefrierschranktemperatur kurzzeitig etwas erhöht werden ( $-17^{\circ}\text{C}$ ), um sich von der Funktionssicherheit der Schaltung zu überzeugen (evtl. R2 etwas nachstellen).



Innenansicht des Tiefkühlwarners



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

### Stückliste Tiefkühlwarner

#### Halbleiter

IC1 ..... TL 066  
T1 ..... BC 548 C

#### Kondensatoren

C1, C2 ..... 100 nF  
C3, C4 ..... 10 µF/16 V

#### Widerstände

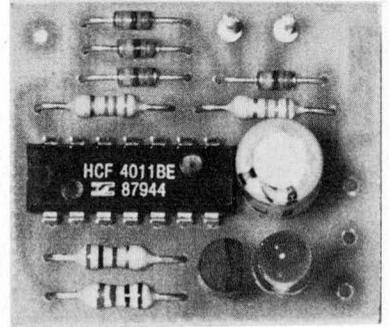
R1 ..... 470 kΩ  
R2 ..... 5 MΩ, Trimmer  
R3 ..... NTC-Widerstand,  
Siemens K11/500 kΩ  
R4, R5 ..... 1 MΩ  
R6, R7 ..... 10 kΩ

#### Sonstiges

1 Summer, 9 V  
1 Batterieclip  
4 Lötstifte

# Blinkdiode mit niedrigem Stromverbrauch

Die Gesamtstromaufnahme der hier vorgestellten Blinkdiode-Schaltung beträgt nur ca. 200  $\mu\text{A}$  (!), d. h. eine kleine 9-V-Batterie könnte die Schaltung ca. 1000 Stunden ohne Unterbrechung speisen, wodurch sich völlig neue Anwendungsbereiche erschließen.



## Allgemeines

Für batteriebetriebene Geräte wird oft eine gut sichtbare und wenig Strom verbrauchende Einschalt-Anzeige gewünscht. Sie soll verhindern, daß bei Meßgeräten das Ausschalten vergessen wird. Handelsübliche Blinkdioden haben einen Stromverbrauch von 10 bis 20 mA. Bei der hier vorgestellten Schaltung kommt man mit einem Stromverbrauch von ca. 200  $\mu\text{A}$  aus. Der Strom kann noch weiter reduziert werden, wenn die Blinkfrequenz erniedrigt wird. Mit kurzen, kräftigen Lichtimpulsen, die in größerem Zeitabstand aufeinander folgen, kann mit wenig Leistung ein gut sichtbares Warnsignal erzeugt werden.

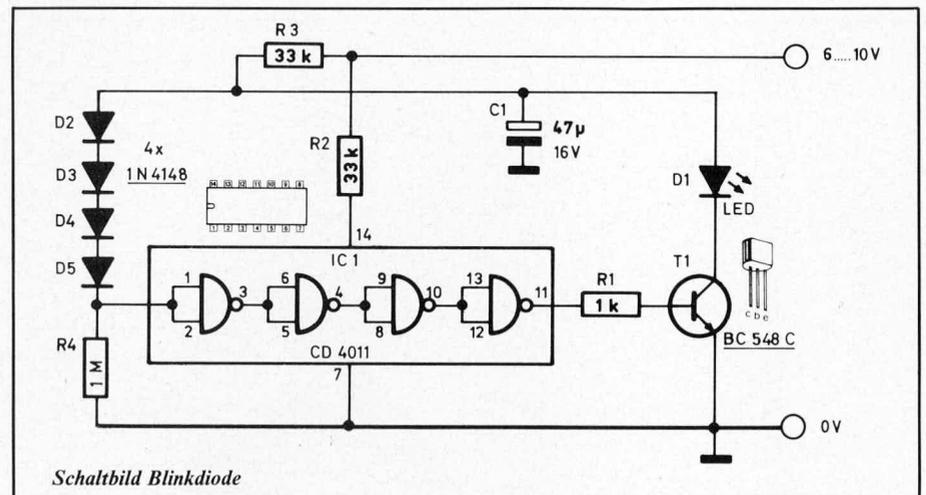
## Zur Schaltung

Die Versorgungsspannung lädt über den Widerstand R3 den Kondensator C1 auf. Beim Erreichen eines durch die Eingangskennlinie und die Dioden D2 bis D5 bestimmten Schwellwertes wird der Transistor durchgeschaltet, und die Leuchtdiode D1 leuchtet auf. Durch den Stromverbrauch sinkt die Spannung am Kondensator C1. Nach ca. 1 ms hat der Eingang des ersten Inverters L-Pegel erreicht. Der Schalttransistor sperrt wieder. C1 lädt sich erneut auf, und der Vorgang wiederholt sich. Um den Stromverbrauch der CMOS-Schaltung zu reduzieren, wird in die Versorgungsleitung der Widerstand R2 vorgeschaltet.

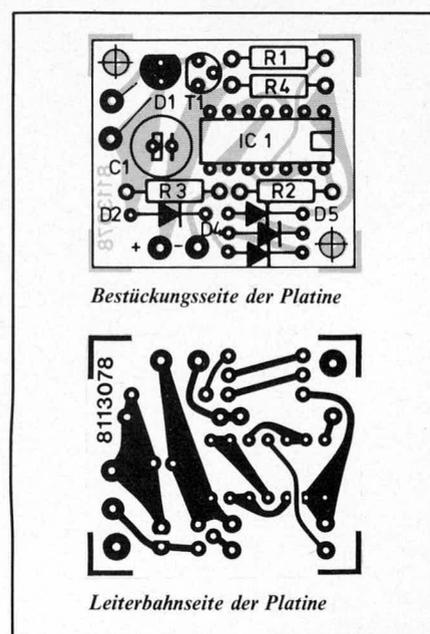
Da die Kennlinie der CMOS-Schaltung stark auf den Schwellwert eingeht, muß evtl. der Umschaltzeitpunkt korrigiert werden, indem die Diode D5 entfernt und durch eine Brücke ersetzt wird.

## Meßwerte

Versorgungsspannung	$U_S = 9\text{ V}$
Stromaufnahme	$I_S = 200\ \mu\text{A}$
Blinkfrequenz	ca. 1,5 Hz
Spitzenstrom der Lumineszenzdiode	100 mA
Tastverhältnis	0,002



Schaltbild Blinkdiode



Bestückungsseite der Platine

Leiterbahnseite der Platine

## Stückliste:

**Blinkdiode mit niedrigem Stromverbrauch**

### Halbleiter

IC 1 ..... CD 4011  
T1 ..... BC 548 C  
D1 ..... LED, 5 mm, rot  
D2 bis D5 ..... 1 N 4148

### Kondensatoren

C1 ..... 47  $\mu\text{F}$ /16 V

### Widerstände

R1 ..... 1 k $\Omega$   
R2, R3 ..... 33 k $\Omega$   
R4 ..... 1 M $\Omega$

### Sonstiges

1 Batterieclip  
4 Lötstifte

# Grundlagen für die Elektronik

## Teil 5: Die Wechselstromtechnik

Wenn in unseren vorherigen Teilen der Grundlagen-Reihe von einer Spannungsquelle die Rede war, so handelte es sich grundsätzlich um Gleichspannungsquellen. Der fließende Strom bewegte sich also immer nur in gleicher Richtung.

Im Gegensatz dazu versteht man unter Wechselstrom jene Stromart, bei der die Stromstärke sich periodisch in Größe und Richtung ändert. Hierbei muß es sich nicht unbedingt um die Sinusform handeln, sondern es kommen beliebige andere Funktionen in Betracht, wenn sie die genannten Bedingungen erfüllen. Wir werden uns jedoch ausschließlich mit dem sinusförmigen Wechselstrom befassen.

### 6. Der Wechselstrom

Wie bereits im Vorwort erwähnt, ändert der Wechselstrom periodisch seine Größe und Richtung. Wesentlich dabei ist die Periodizität, also die zeitliche Folge eines immer wiederkehrenden gleichen Verlaufs. Durch die Eigenschaften des Wechselstromes bietet dieser die Möglichkeit der Transformation. Es läßt sich somit nahezu jede beliebige Spannung erzeugen. Doch auch einige Nachteile müssen wir beim Einsatz des Wechselstromes in Kauf nehmen, wie wir später noch sehen werden.

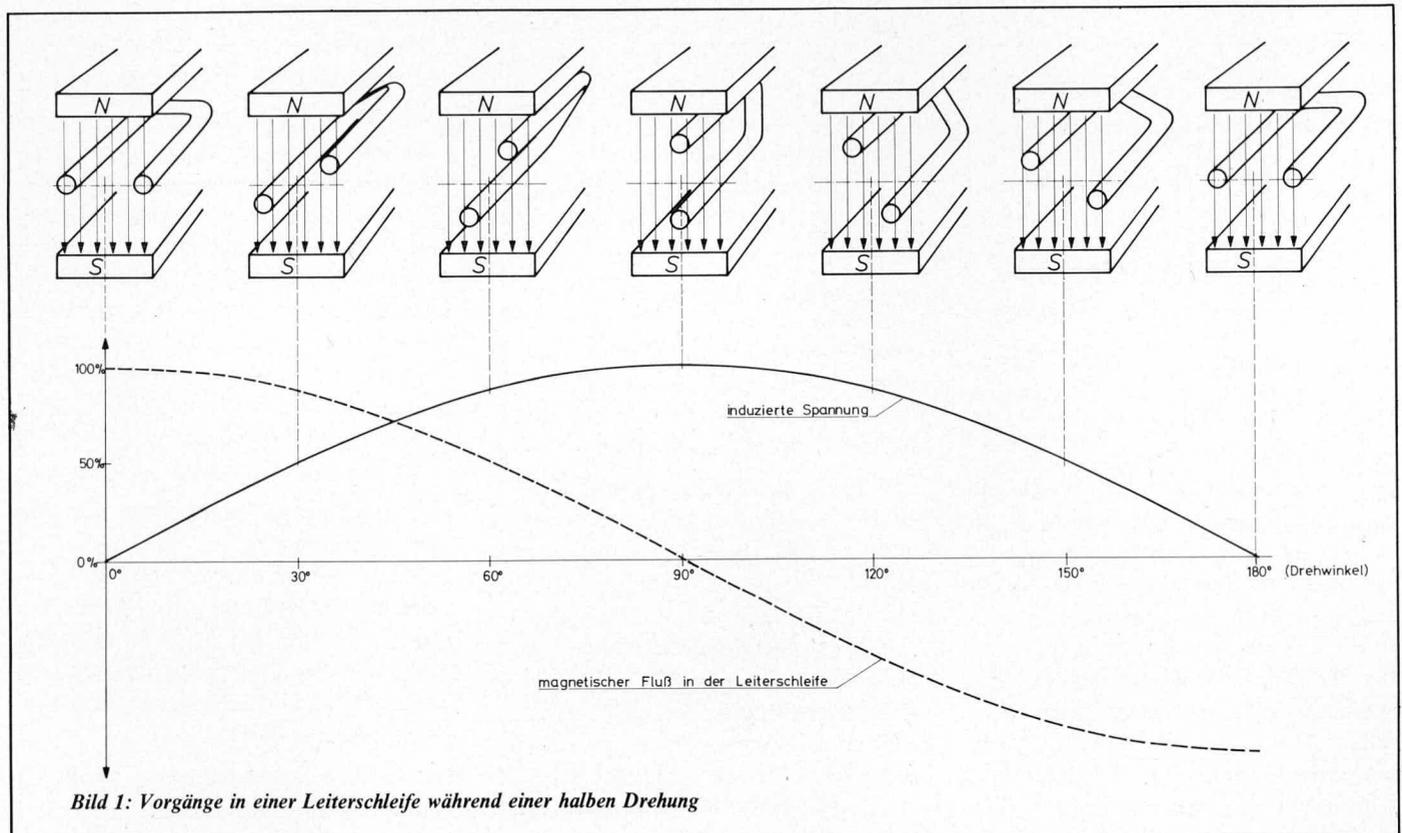
#### 6.1 Erzeugung einer Wechselspannung

In der elektrischen Energietechnik werden Wechselspannungen weit überwiegend durch elektromagnetische Spannungsinduktion aufgrund des Induktionsgesetzes erzeugt, wie es im Teil 4 unter 5.6 angesprochen wurde. Dabei handelt es sich in der Hauptsache um Spannungserzeugung durch Drehung, also rotatorische Relativbewegung zwischen magnetischem Feld und Leiterwindungen. Auch in der Nachrichtentechnik werden gelegentlich zur Erzeugung niedriger Frequenzen umlaufende Maschinen ver-

wendet, während man bei höheren Frequenzen mit Oszillatorschaltungen z. B. aus Röhren bzw. Transistoren arbeitet.

##### 6.1.1 Spannungserzeugung durch Rotation

Nach unseren Feststellungen im Teil 4 ist es prinzipiell gleichgültig, ob man zur Spannungserzeugung eine Spule in einem drehenden Magnetfeld dreht oder ob die Windungen feststehen und sich das Magnetfeld bewegt. Nachfolgend wollen wir eine drehende Leiterschleife im statischen Magnetfeld betrachten.



Bei der gleichförmigen Drehung einer Leiterschleife in einem homogenen (gleichförmigen) Magnetfeld entsteht in der Leiterschleife eine sinusförmige Induktionsspannung. Diese Spannung ändert ihre Richtung und ihre Größe. Je größer die Flußänderungsgeschwindigkeit (Drehgeschwindigkeit der Leiterschleife) ist, desto größer ist die induzierte Spannung. Heute ist es üblich, die Wechselspannung für die Energietechnik mit einer Innenpolmaschine zu erzeugen. Hierbei ist ein rotierendes elektromagnetisches Feld von einer stationären Spule umgeben.

### 6.1.2 Die Kreisfrequenz

Die Kreisfrequenz hat in der Wechselstromtechnik eine große Bedeutung, und soll deshalb hier angesprochen werden.

Das Polrad einer zweipoligen Maschine dreht sich, wie wir in Bild 3 gesehen haben, bei der Entstehung einer Periode einmal um einen Winkel von  $360^\circ$ . Bei elektrotechnischen Berechnungen wird dieser Winkel nicht in Grad, sondern im Bogenmaß angegeben. Maßgebend ist die Länge eines Bogens im Einheitskreis mit dem Radius  $r = 1$ . Der Gesamtumfang

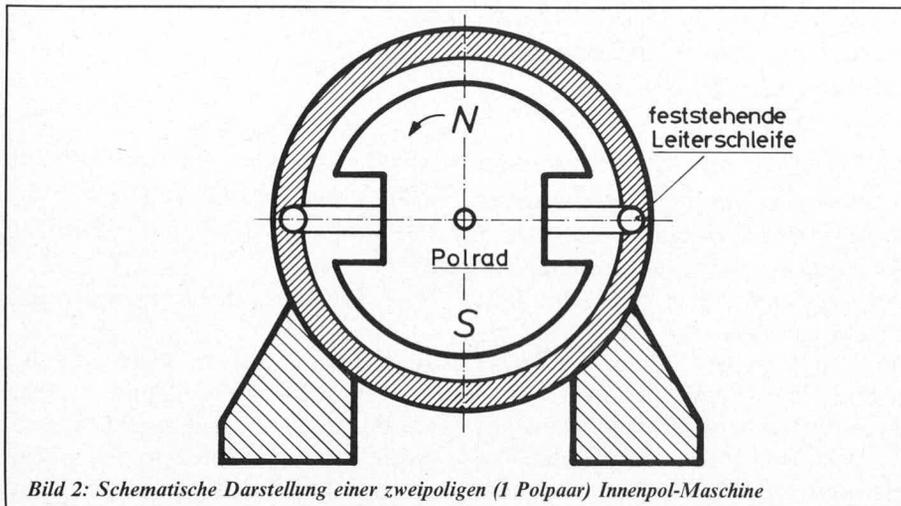


Bild 2: Schematische Darstellung einer zweipoligen (1 Polpaar) Innenpol-Maschine

Wenn das Polrad dieses Generators sich einmal um  $360^\circ$  gedreht hat, so entsteht eine Spannung, wie sie in nachstehendem Bild gezeigt ist:

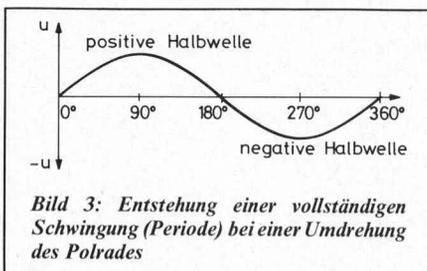


Bild 3: Entstehung einer vollständigen Schwingung (Periode) bei einer Umdrehung des Polrades

Einen gesamten Schwingungszug mit einer positiven und einer negativen Halbwelle bezeichnet man als eine Periode; oder im Bogenmaß als  $2 \cdot \pi$  (Pi). Verständlicherweise hängt die erzeugte Frequenz, die Schnelligkeit, mit der die Perioden entstehen, von der Drehzahl des Generators ab. Dreht sich ein zweipoliger Generator, wie er in Bild 2 schematisch dargestellt ist, in der Sekunde 50 mal, dann hat die entstehende Wechselspannung die Frequenz „f“ von 50 Hertz ( $\text{Hz} = 1/\text{s}$ ). Ein vierpoliger Generator (2 Polpaare) würde bei gleicher Drehzahl bereits eine Frequenz von 100 Hertz erzeugen.

beträgt somit  $2 \pi$ , entsprechend  $360^\circ$ . Werden „f“ vollständige Kreisumdrehungen je Sekunde abgeschlossen, dann ergibt dieses eine zurückgelegte Strecke von  $2 \cdot \pi \cdot f$ . Dieses Produkt heißt Kreisfrequenz und trägt das Formelzeichen „ $\omega$ “ (Omega). Wir wissen alle, daß unsere Netzfrequenz 50 Hz beträgt (50 vollständige Spannungsperioden pro Sekunde), und wollen nun hierzu die Kreisfrequenz errechnen:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} = 314 \text{ s}^{-1}$$

Die Kreisfrequenz unserer Netzspannung hat demnach den Wert  $314 \text{ s}^{-1}$ ; der Einheitsname Hertz (Hz) wird nur für die Frequenz „f“ benutzt.

### 6.2 Werte des Wechselstromes

Eine Wechselstromgröße ändert ihren augenblicklichen Wert ständig zwischen Null und den beiden Scheitelwerten. Es entsteht somit die Frage, durch welchen kennzeichnenden Wert man zweckmäßig angibt, wie groß eine Wechselspannung oder auch ein Wechselstrom nun eigentlich ist. Bei Sinusgrößen könnte man dazu den Scheitelwert, auch „Dachwert“ oder Amplitude genannt, benutzen. Aber dieser

tritt ja nur vorübergehend auf, so daß er nur in seltenen Fällen über die Wirkung der Wechselgrößen maßgebend ist. Man verwendet daher überwiegend Mittelwerte.

#### 6.2.1 Der Augenblickswert einer Wechselspannung

Der Momentanwert z. B. einer Sinusspannung ändert sich fortlaufend während einer Periode. Mit Hilfe der Gleichung

$u = \hat{u} \cdot \sin \alpha$  (u-Dach  $\cdot$  sin alpha) läßt sich über den gesamten Verlauf einer Schwingung in jedem Moment der augenblickliche Spannungs- oder Stromwert errechnen.

$u$  = Momentanwert der Spannung  
 $\hat{u}$  = (u-Dach) Scheitelspannung bzw. Amplitude

$\sin \alpha$  = Sinus des Drehwinkels beim Momentanwert

Beispiel:

Wie groß ist der Spannungswert einer Sinusschwingung bei  $30^\circ$ , wenn die Amplitude 100 Volt beträgt?

Lösung:

$$u = \hat{u} \cdot \sin \alpha = 100 \text{ V} \cdot \sin 30^\circ = 100 \text{ V} \cdot 0,5 = 50 \text{ V}$$

Wir können daran feststellen, daß eine Sinusschwingung bereits nach  $30^\circ$  fünfzig Prozent ihres Maximalwertes erreicht.

Diese Berechnung gilt für alle Sinusfunktionen.

#### 6.2.2 Der Effektivwert

Wohl die größte Bedeutung bei den Wechselspannungen und -strömen kommt dem Effektivwert zu.

Würde man versuchen, eine Wechselspannung mit einem einfachen Drehspulmeßwerk zu messen, so ergäbe sich keine Anzeige. Der Zeiger würde im Verlauf einer Schwingung zuerst zur einen und dann zur anderen Seite ausschlagen wollen. Aufgrund der Masse des Zeigers kann dieser den schnellen Veränderungen nicht folgen und verharrt beim Wert „Null“. Beim angezeigten Wert handelt es sich um den „linearen Mittelwert“.

Um aber einen brauchbaren Wert des Wechselstromes zu erhalten, vergleicht man seine Wärmewirkung mit der Wärmewirkung eines Gleichstromes, der die gleiche Wärmeleistung erbringt. Die augenblickliche Wärmeleistung beim Wechselstrom errechnet sich mit:  $p = R \cdot i^2$

Zeichnet man die Funktion vom Quadrat des Wechselstromes, so erkennt man, daß diese Kurve die doppelte

Frequenz hat und ganz im positiven Bereich verläuft. Der Mittelwert der quadratischen Funktion ist folglich  $i^2/2$ .

Ersetzt man den Mittelwert vom Quadrat des Wechselstromes „ $i$ “ durch das Quadrat des Gleichstromes „ $I$ “ von gleicher Wirkung, dann ist  $I^2 = i^2/2$ .

Die Wurzel aus diesem Wert nennt man Effektivwert, und er hat das Formelzeichen „ $I$ “.

$$I = \sqrt{\frac{i^2}{2}} = \frac{i}{\sqrt{2}}$$

Führt man die gleiche Betrachtung für die Spannung durch, so erhält man für die Effektivwerte folgende Beziehungen:

$$I_{\text{eff}} = I = \frac{i}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot i$$

$$U_{\text{eff}} = U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot \hat{u}$$

| gilt nur für  
sinusförmige  
Funktionen

Effektivwerte werden immer mit großen Buchstaben angegeben, womit der Index „eff“ entfallen kann.

Das Verhältnis des Maximalwertes zum Effektivwert bezeichnet man als „Scheitelfaktor“. Wie wir gesehen haben, hat dieses Verhältnis bei Sinusfunktionen den Wert  $\sqrt{2}$ .

$$\hat{u} = U \cdot \sqrt{2}; \quad \hat{i} = I \cdot \sqrt{2}$$

Der Spitzenwert unserer Netzspannung läßt sich mit dieser Beziehung wie folgt errechnen:

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

$$\hat{u} = 220 \text{ Volt} \cdot \sqrt{2} = 311 \text{ Volt}$$

Die Amplitude bzw. der Maximalwert unserer Netzspannung beträgt demnach 311 Volt.

Der Vollständigkeit halber möchten wir auch noch den Spitze-Spitze-Wert erwähnen. Dieser Wert ergibt sich aus der Addition des positiven und des

negativen Maximalwertes, ohne Berücksichtigung des Vorzeichens. Für unser oben gerechnetes Beispiel bedeutet das:

$$U_{\text{SS}} = 2 \cdot 311 \text{ Volt} = 622 \text{ Volt}$$

Zur Verdeutlichung dieser Angabe wird der Formelbuchstabe (z. B.  $U$  oder  $I$ ) mit dem Index „ss“ versehen.

Als Zusammenfassung dieses Abschnittes wollen wir die Definition für den Effektivwert wie folgt festhalten:

Der Effektivwert eines Wechselstromes ist der Wert, der in einem Widerstand die gleiche Wärmewirkung hat wie ein Gleichstrom von der Größe des Effektivwertes.

Im nächsten Teil der Grundlagen-Reihe werden wir uns u. a. mit der Zeigerdarstellung sowie mit den Begriffen Wirkwiderstand, Blindwiderstand und Scheinwiderstand beschäftigen.

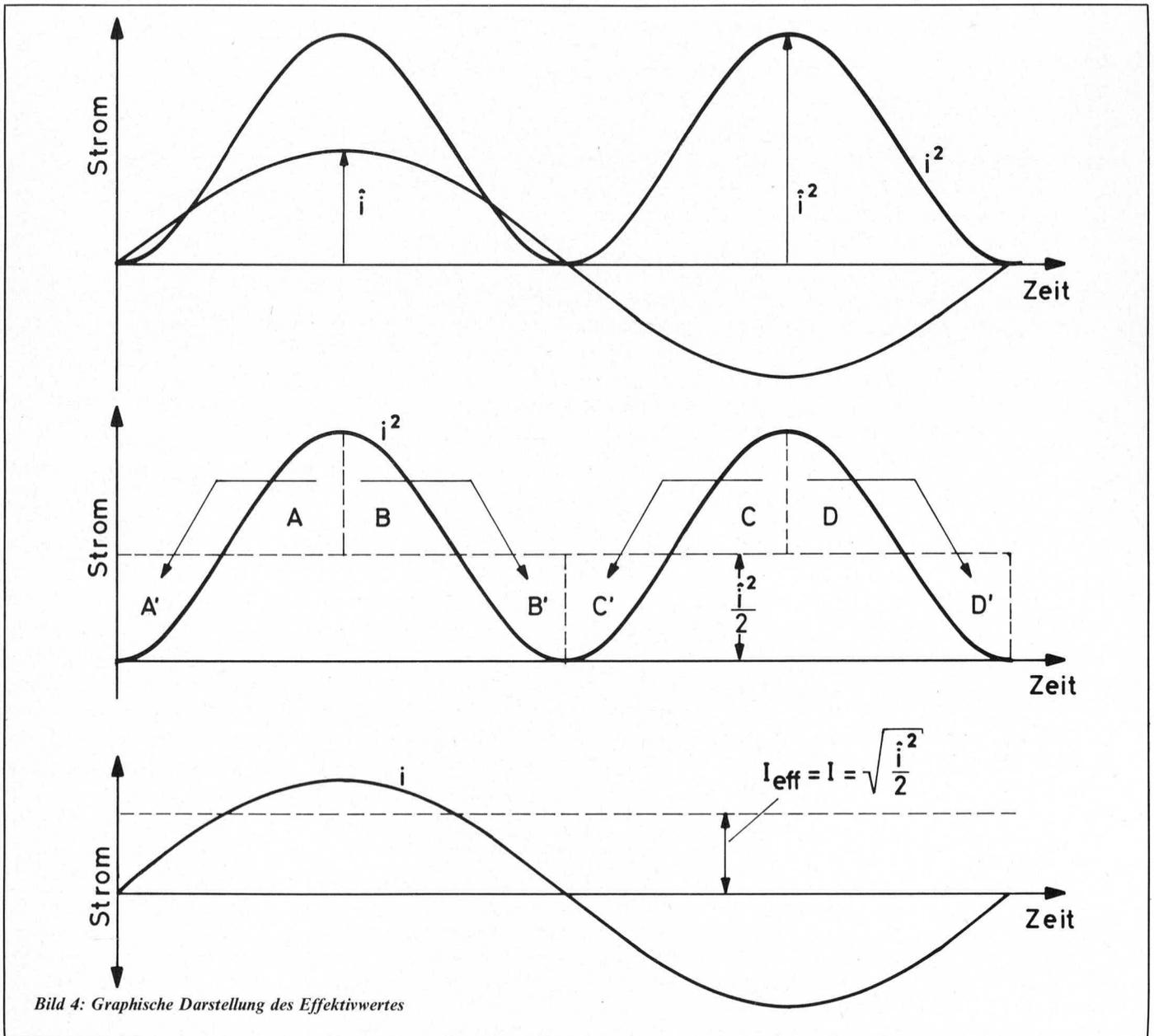


Bild 4: Graphische Darstellung des Effektivwertes

# Komfort-Wechselsprechanlage WA 6 de luxe



*Bei der in diesem Artikel vorgestellten Komfort-Wechselsprechanlage WA 6 de luxe dürfte es sich wohl wieder einmal um eine bahnbrechende Entwicklung aus dem ELV-Labor handeln.*

*Schluß ist endlich mit dem „Dosenklang“ vieler Billig-Anlagen. Eben-sowenig brauchen nun nicht mehr 1000,- DM und mehr für eine gute Wechselsprechanlage „hingeblickert“ zu werden, denn die WA 6 de luxe vereinigt in sich modernste Technik, hervorragenden Klang bei günstigem Aufbau.*

*Je nach Bedarf kann die WA 6 de luxe mit 1 bis 6 Nebenstellen sowie einem Telefonmithörverstärker ausgerüstet werden.*

## Allgemeines

Die in diesem Artikel vorgestellte und beschriebene Wechselsprechanlage WA 6 de luxe ist eine völlige Neuentwicklung auf dem Gebiet der Wechsel-sprechanlagen.

Die wesentlichsten Unterscheidungs-merkmale zu herkömmlichen Anlagen sind neben der elektronischen Steue-rung der Funktionsabläufe die Über-tragung der Sprachsignale über ein zweiadriges, abgeschirmtes Kabel, so daß in Wirklichkeit 3 Adern (2 Adern + Abschirmung als Masse) zur Verfü-gung stehen. Dies hat neben zahlrei-chen anderen den Vorteil, daß für Sprechen und Hören getrennte Wandler, d. h. Mikrofon und Lautsprecher eingesetzt werden können, wodurch bei geeigneter Auswahl derselben die Übertragungsqualität deutlich verbes-sert werden kann.

Dem Mikrofon ist hierbei besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da hier in den althergebrachten Ausführungen

die Lautsprecher als Ersatz herangezo-gen wurden, was selbstverständlich nur eine Notlösung darstellt.

Man sollte jedoch auch vom Einsatz eines Billig-Mikrofons absehen. Von der Qualität her wären zwar Electret-Kondensator-Mikrofone akzeptabel, durch die erforderliche zusätzliche Stromversorgung und die hohe Impe-danz für diesen Anwendungsfall je-doch nicht geeignet.

Wir müssen uns hier auf das gute dynamische Mikrofon besinnen, wobei die von uns getesteten Billig-Versionen so schlecht waren, daß wir darüber lie-ber schweigen wollen. Die etwas besse-ren sind dann aber gleich erheblich teu-rer.

Wir haben trotzdem einen hervorra-genden und dennoch preiswerten Wandler gefunden, und zwar handelt es sich um den in jedem Telefon neuerer Bauart vorhandenen Posthö-rer, der qualitativ sehr hochwertig und

durch Produktion von Riesenstück-zahlen preiswert ist.

Zwar ist er als Hörer für kleine Laut-stärken konzipiert, in seiner Funktion als Mikrofon mit ausgezeichneter Sprachübertragung jedoch ebenfalls gut geeignet.

Die Wechselsprechanlage WA 6 de luxe ist so aufgebaut, daß sie in der Grundversion mit einer Nebenstelle betrieben werden kann, bei zusätzli-chem Einsatz als Telefonmithörver-stärker.

Die WA 6 de luxe kann jederzeit um eine oder mehrere Nebenstelle (bis auf maximal 6) erweitert werden. Hierzu ist dann die in die Hauptstelle einzu-bauende, zusätzliche Elektronik sowie die Nebenstelle selbst erforderlich, wobei die Platinen der Hauptstelle von vorneherein für die Aufnahme der gesamten Elektronik für 6 Nebenstel-len ausgelegt sind, so daß keine zusätz-lichen Platinen erforderlich sind.

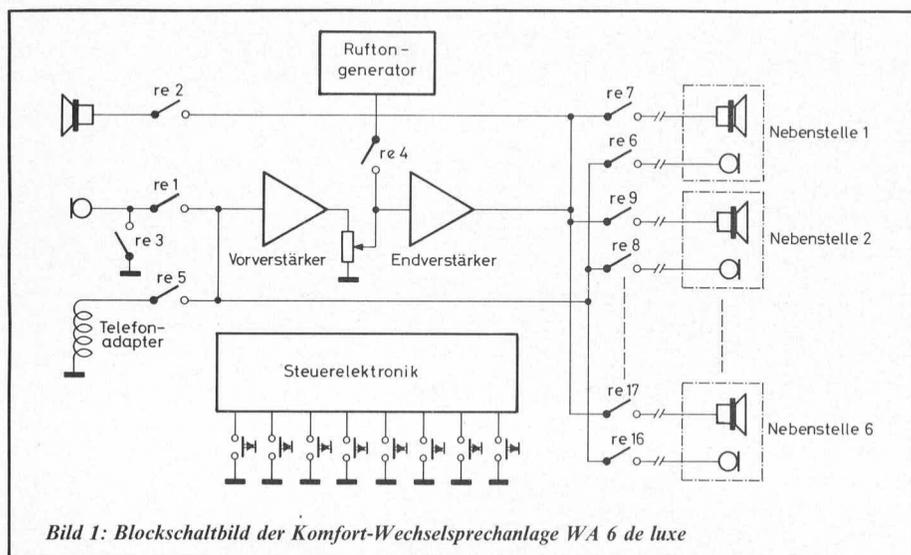


Bild 1: Blockschaltbild der Komfort-Wechselsprechanlage WA 6 de luxe

### Funktionsbeschreibung

In Bild 1 ist die WA 6 de luxe in Form eines Blockschaltbildes dargestellt.

Die wesentlichen Baugruppen der Anlage sind:

- Vorverstärker und Endverstärker
- Ruftongenerator
- Steuerelektronik
- Mikrofon und Lautsprecher der Hauptstelle sowie für jede Nebenstelle.

Galvanisch ist die digital arbeitende Steuerelektronik (mit den Tasten zur Ansteuerung) vollkommen von der NF-Übertragungsseite der Anlage getrennt, wodurch sich eine optimale Aufteilung der Platinen bei günstigen NF-Leitungswegen ergibt, unabhängig von der Anordnung der Bedienelemente, die ergonomisch günstig platziert werden können, so daß die Anlage angenehm zu bedienen ist.

Die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen der Anlage sowie deren Zusammenwirken lassen sich am besten anhand eines Funktionsablaufes erläutern.

Wir gehen zweckmäßigerweise vom Grundzustand der Anlage aus, d. h. die Resettaste wurde betätigt, und alle Relais (Reedkontakte) sind abgefallen, d. h. sie sperren.

Möchte nun eine der Nebenstellen mit der Hauptstelle in Verbindung treten, so ist der an der Nebenstelle befindliche Taster zu drücken.

Hierdurch wird der Ruftongenerator ausgelöst und auf den Endverstärker geschaltet (re 2 und re 4 ziehen an), wodurch der Rufton aus dem Lautsprecher der Hauptstelle ca. 1 Sekunde lang ertönt (unabhängig von der Länge des Tastendruckes der Nebenstelle).

Gleichzeitig leuchtet die zu der betreffenden Nebenstelle gehörende rote LED über der entsprechenden Taste auf, um dem Hauptstelleninhaber zu signalisieren, welche Nebenstelle gerufen hat.

Die LED bleibt so lange an (auch während des Gespräches), bis das Gespräch beendet und die Resettaste gedrückt wurde.

Um eine fortwährende Störung der Hauptstelle durch ständiges Rufen der Nebenstellen zu vermeiden, ertönt der Rufton nur beim 1. Drücken der Taste der betreffenden Nebenstelle. Das Leuchtsignal der LED wird indessen gespeichert. Erst nach Betätigen der Resettaste kann der Rufton erneut von der betreffenden Nebenstelle ausgelöst werden.

Auch nachdem z. B. die Nebenstelle 1 gerufen hat, kann jede beliebige andere, weitere Nebenstelle ebenfalls rufen, was gleichfalls durch einmaliges Ertönen des Ruftones und Aufleuchten der betreffenden LED (mit Speicherung) signalisiert wird.

Auch wenn der Hauptstelleninhaber nicht anwesend ist, kann er nach Stunden noch feststellen, von wem er gerufen wurde, und sich dann mit den betreffenden Nebenstellen in Verbindung setzen.

Dies geschieht auf einfache Weise wie folgt:

Um sich mit der betreffenden Nebenstelle in Verbindung zu setzen, ist lediglich die zugehörige Taste zu drücken und so lange festzuhalten, wie der Hauptstelleninhaber sprechen möchte. Im selben Moment des ersten Drückens durch den Hauptstelleninhaber wird dies von der Steuerelektronik

registriert und gespeichert, so daß sofort nach Loslassen der Taste nun die Nebenstelle, die vorher gesperrt war, zum Sprechen freigegeben wird.

Möchte der Hauptstelleninhaber wieder etwas sagen, so hat er die Taste erneut zu drücken und entsprechend lange festzuhalten.

Beim Loslassen ist automatisch sofort wieder die Nebenstelle sprechbereit.

Die Taste in jeder Nebenstelle dient ausschließlich zum Rufen. Die Hör-/Sprech-Umschaltung erfolgt immer von der Hauptstelle aus.

Soll das Gespräch beendet werden, so ist die Resettaste zu betätigen, und die Verbindung ist unterbrochen.

Möchte die Hauptstelle ein Gespräch beginnen, so ist lediglich die Taste für die gewünschte Nebenstelle zu betätigen (gedrückt zu halten), und es kann sofort gesprochen werden.

Nach Loslassen der Taste ist die betreffende Nebenstelle sofort sprechbereit, da die Steuerelektronik die entsprechenden Befehle automatisch speichert und umsetzt.

Soll vor Gesprächsbeginn von der Hauptstelle zunächst der Rufton gesendet werden, ist gleichzeitig mit Drücken der Hör-/Sprechtaste für die entsprechende Nebenstelle auch die Ruftontaste mit zu drücken.

Solange beide Tasten gedrückt werden, ertönt der Rufton in der betreffenden Nebenstelle und zu Kontrollzwecken gleichzeitig in der Hauptstelle.

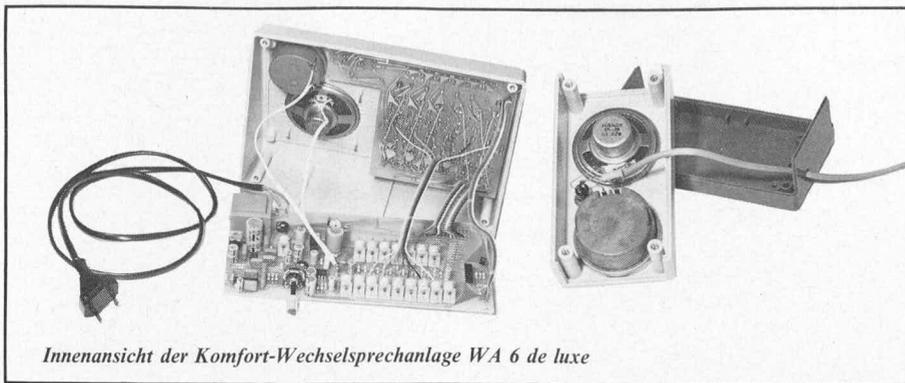
Möchte die Hauptstelle eine Nebenstelle abhören (z. B. Babyzimmer), so ist die entsprechende Taste nur kurz zu drücken, damit die Steuerelektronik registriert, welche Nebenstelle geschaltet werden soll.

Gleiches gilt fürs Einschalten der Telefonmithöreinrichtung.

Unterbrochen werden alle Verbindungen, indem die Resettaste betätigt wird.

Die Hauptstelle kann auch gleichzeitig mit mehreren Nebenstellen sprechen. Hierzu sind nur die entsprechenden Tasten gleichzeitig zu drücken.

Eine Abhörsperrung als Sicherung gegen ungewolltes Abhören kann aufgrund des ausgereiften Systems leicht realisiert werden, indem die Mikrofonleitung der Nebenstelle durch einen Kippschalter gesichert wird (Leitung direkt am Mikrofon auftrennen und Kippschalter am Mikrofon einfügen).



Innenansicht der Komfort-Wechselsprechanlage WA 6 de luxe

Die Hauptstelle kann nun nach wie vor über den Lautsprecher der Nebenstellen, der uneingeschränkt weiterarbeitet, die Nebenstellen rufen, jedoch nicht mehr hören. Erst wenn der Kipp-schalter durch den betreffenden Nebenstelleninhaber in „Ein-Stellung“ gebracht wird, ist die Verbindung in beiden Richtungen wieder möglich.

Man sieht hieran, daß dieses System noch weitere Vorteile, über die gute Übertragungsqualität hinaus, bringt.

### Zur Schaltung

Der Ruftongenerator, der einen angenehmen, in kurzen Intervallen auf- und wieder abklingenden Sound erzeugt, ist im wesentlichen durch das Doppel-IC NE 556 (IC 2) sowie das IC 3 mit Zusatzbeschaltung realisiert.

Über die Taste Ta 1 wird der Ruftongenerator gestartet und das Signal über re 4 auf den Endverstärker gegeben.

Desgleichen kann der Ruftongenerator durch jede beliebige Nebenstellentaste (Ta 5, Ta 7...) über den entsprechenden Speicher mit anschließendem R/C-Glied zur Ruftonbegrenzung (z. B. C 32/R 42) sowie Entkopplungsdiode (z. B. D 26, für Nebenstelle 1) über T 1 angesteuert werden.

Der Vorverstärker, dessen Pegel-einstellung durch R 18 vorgenommen wird (Einstellung der Grundlautstärke) besteht aus dem IC 4 mit Zusatzbeschaltung.

Über C 17 gelangt das NF-Signal auf den Lautstärkeeinsteller R 19 und von da aus über C 18 und R 20 auf den integrierten Endverstärker des Typs TCA 760 B (IC 5).

R 20 ist lediglich zur Entkopplung des Ruftongenerators da, damit dessen Lautstärke, die mit R 13 eingestellt wird, weitgehend unabhängig von der Stellung des R 19 ist (in Stellung 0 könnte er sonst das Signal über C 18 kurzschließen).

Die Steuerelektronik, die im wesent-

lichen aus jeweils zwei Speichern (pro Anschluß für eine Nebenstelle) besteht, wird von den Tasten gesteuert und ist für den Ablauf verantwortlich.

Für die Telefonmithöreinrichtung ist nur ein Speicher erforderlich, da hier nicht, wie von den Nebenstellen, gerufen werden kann.

Die Speicher bestehen im wesentlichen aus zwei NAND-Gattern, z. B. N 1 und N 2 bei der Telefonmithöreinrichtung, mit anschließender Treiberstufe (z. B. T 2).

Über R 29 und R 30 liegen beide Eingänge des Speichers (für die Telefonmithöreinrichtung) auf ca. +8 V.

Wird die Taste Ta 2 betätigt, geht der Ausgang von N 1 auf „high“ (+8 V) und der Ausgang von N 2 auf „low“ (0 V) und bleibt in diesem Zustand, auch wenn Ta 2 wieder losgelassen wird.

T 2 steuert durch und Re 5 erhält Strom (re 5 schließt sich) sowie über D11 entsprechend auch Re 2, wodurch der Telefonadapter auf den Verstärkereingang und der Hauptstellenlautsprecher auf den Verstärkerausgang geschaltet werden, d. h. die Telefonmithöreinrichtung ist aktiviert.

Wird die Resettaste betätigt, erfolgt dadurch ein Zurücksetzen des Speichers in seinen Grundzustand, d. h. re 5 und re 2 öffnen wieder, und die Anlage ist deaktiviert.

Diese Vorgänge laufen analog bei den einzelnen Nebenstellen ab, so daß sie nicht separat besprochen werden sollen.

Da die Anlage im Ruhezustand sehr wenig Strom verbraucht, kann normalerweise auf einen Netzschalter verzichtet werden. Ggf. ist dieser an der Rückwand separat anzubringen.

### Zum Nachbau

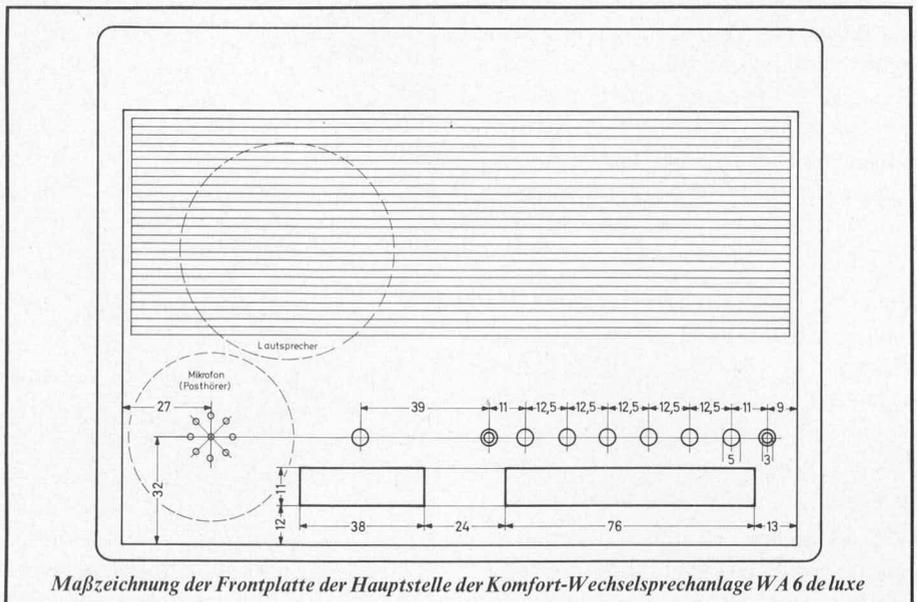
Die Bestückung der Platinen erfolgt in gewohnter Reihenfolge.

Zuerst sind sämtliche Drahtbrücken und Lötstifte sowie Sicherungshalter und Taster einzulöten. Es folgen die Widerstände, Relais und Kondensatoren. Der Einbau der Halbleiter und IC sollte als letztes erfolgen.

Da die IC 2—5 teilweise eng von Kondensatoren umbaut sind, empfiehlt es sich, sie vor dem Einbau der Kondensatoren provisorisch in ihre Bohrungen zu stecken und mit zwei Lötungen zu fixieren.

Die Transistoren und Tantalkondensatoren auf der oberen Tastenplatine sind so flach wie möglich einzulöten. Eine Verwendung von IC-Sockeln ist dort aufgrund der niedrigen Einbauhöhe nicht möglich.

Sämtliche Verbindungsdrähte von der Basisplatine sind unter der Tastenplatine anzulöten. Dies trifft auch für die Drahtbrücken zwischen den Punkten d—j zu.



Maßzeichnung der Frontplatte der Hauptstelle der Komfort-Wechselsprechanlage WA 6 de luxe

Die Bearbeitung des Pultgehäuses erfolgt zweckmäßigerweise nach dem Bestücken der Platinen. Zur Ermittlung der Lage der Gehäuseöffnung für die Potiachse von R 19 wird die Basisplatine in der unteren Gehäuseschale provisorisch festgeschraubt.

Dort, wo die Potiachse auf dem vorderen Gehäuserand aufliegt, muß mit einer kleinen Rundfeile eine ca. 5 mm tiefe Einkerbung gefeilt werden. Diese Einkerbung sollte die 4 mm-Potiachse ganz aufnehmen.

Für das Netzkabel muß am hinteren linken Gehäuserand ebenfalls eine entsprechende Einkerbung geschaffen werden.

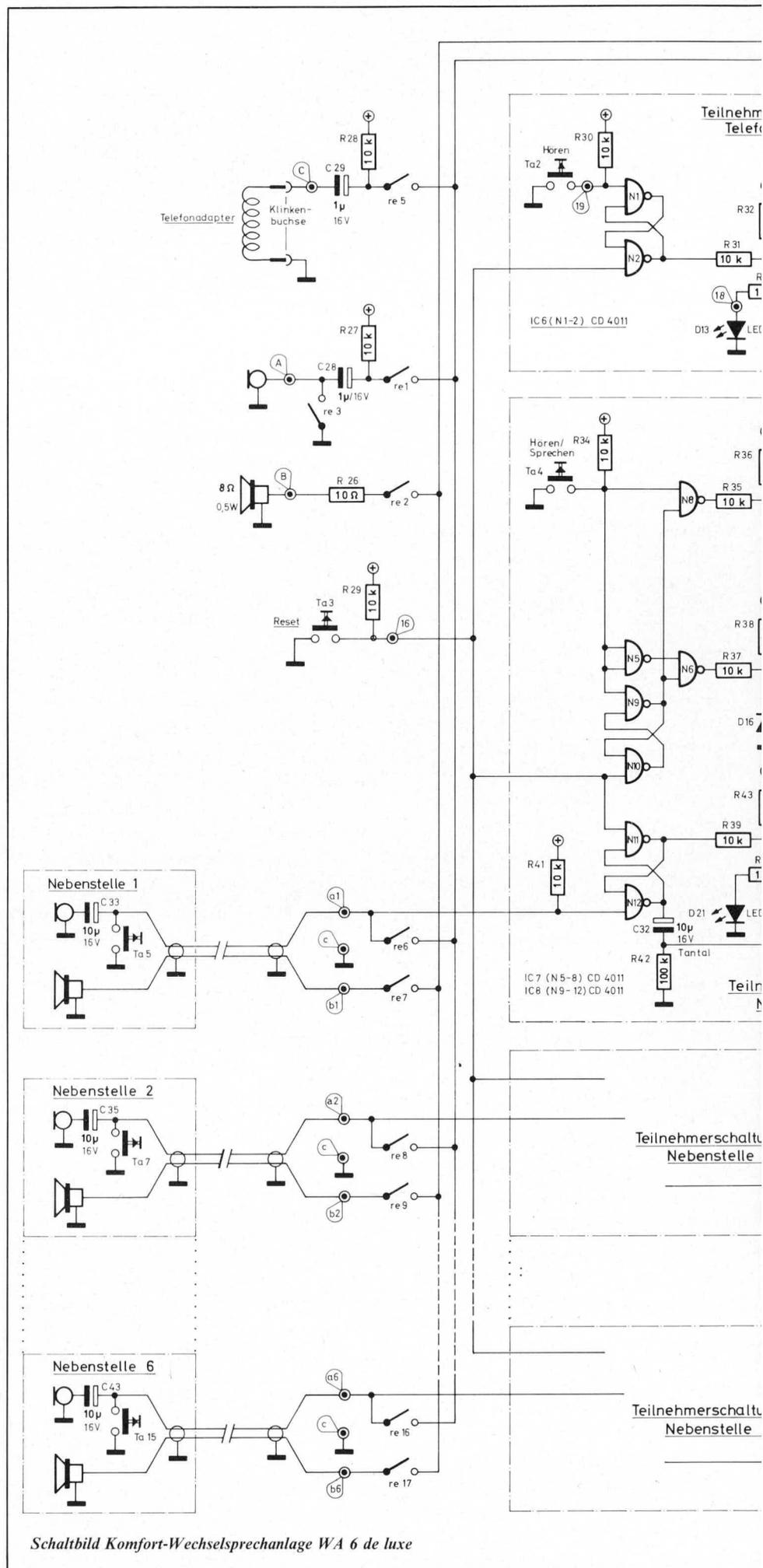
Falls die Wechselsprechanlage mit weniger als 6 Nebenstellen ausgerüstet werden soll, ist es trotzdem empfehlenswert, sämtliche 7 Bohrungen für die Kabel der Nebenstellen und der Klinkenbuchse für den Telefonadapter an der dafür vorgesehenen Gehäusevertiefung vorzusehen. Eine spätere Erweiterung der Anlage ist dann nämlich ohne erneute Demontage der Basisplatine und der schon angelöteten Nebenstellenleitungen realisierbar.

Die Aussparungen für die Tastenplatte im Gehäusedeckel sind nach der abgebildeten Maßzeichnung vorzunehmen. Damit die Tasten der Platine weit genug aus der Gehäusefront herausragen, muß mit einem Taschen- oder Klingenmesser der untere Platinauflagepunkt im inneren Gehäusedeckel um einige Millimeter gekürzt werden. Das gleiche gilt auch für den unteren Teil der mittleren Gehäuseverstrebung.

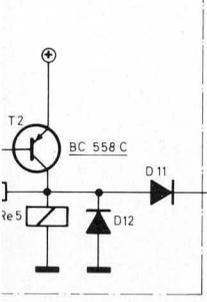
Nach probeweisem Einbau der Tastenplatte ist das Mikrofon, wie auf dem Foto ersichtlich, neben Ta 1 einzupassen und festzukleben. Die Schalleintrittsbohrungen für das Mikrofon dürfen nicht vergessen werden. Eine entsprechende Perforation der Gehäusefront ist vor dem endgültigen Mikrofoneinbau vorzunehmen.

Nach der Mikrofonmontage wird der Lautsprecher mitten auf dem runden Lautsprechergitter aufgeklebt. Dabei ist zu beachten, daß der Klebstoff nicht auf die Lautsprechermembran gelangt. Nur die äußere Papierwulst der Membran ist mit Klebstoff zu bestreichen.

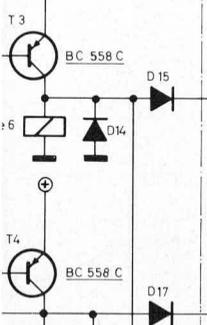
Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz dieser Anlage.



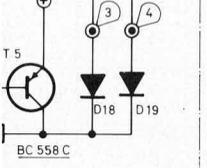
Schaltung für Adapter



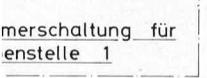
Schaltung für Adapter



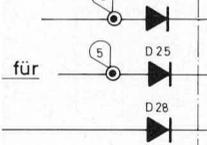
Schaltung für Adapter



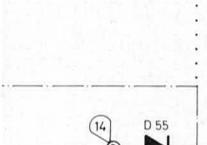
Schaltung für Adapter



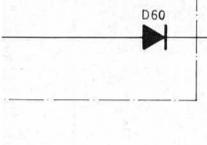
Schaltung für Adapter



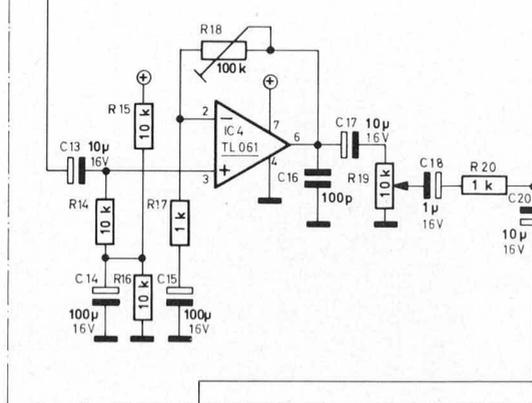
Schaltung für Adapter



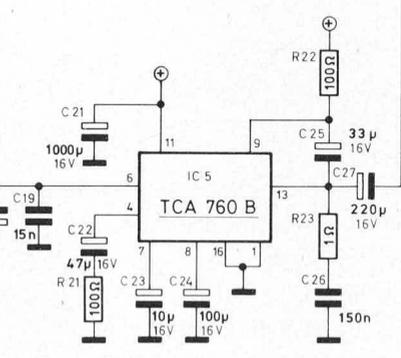
Schaltung für Adapter



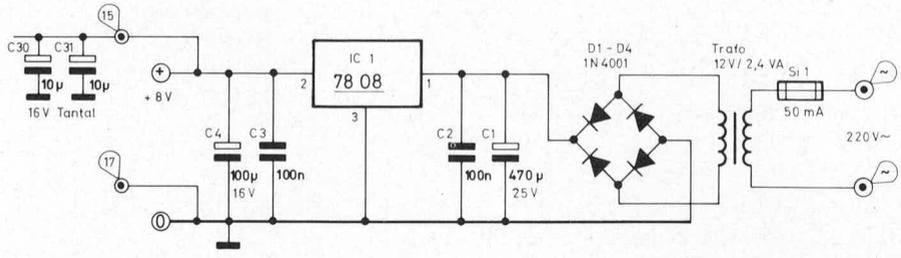
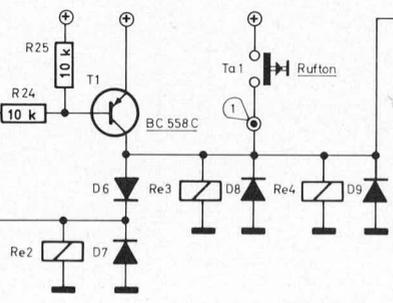
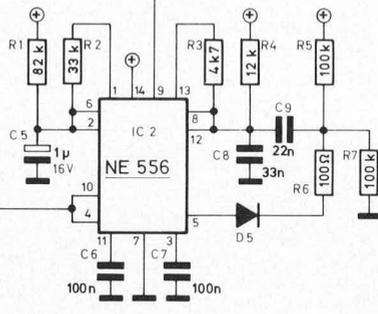
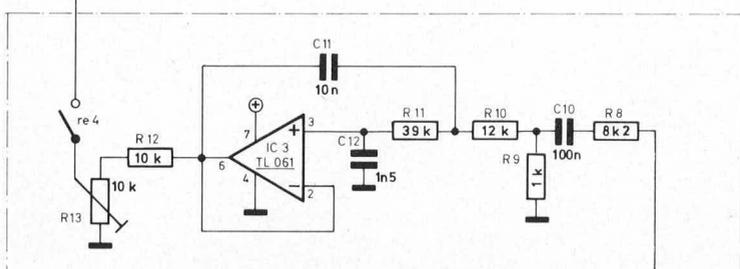
Vorverstärker

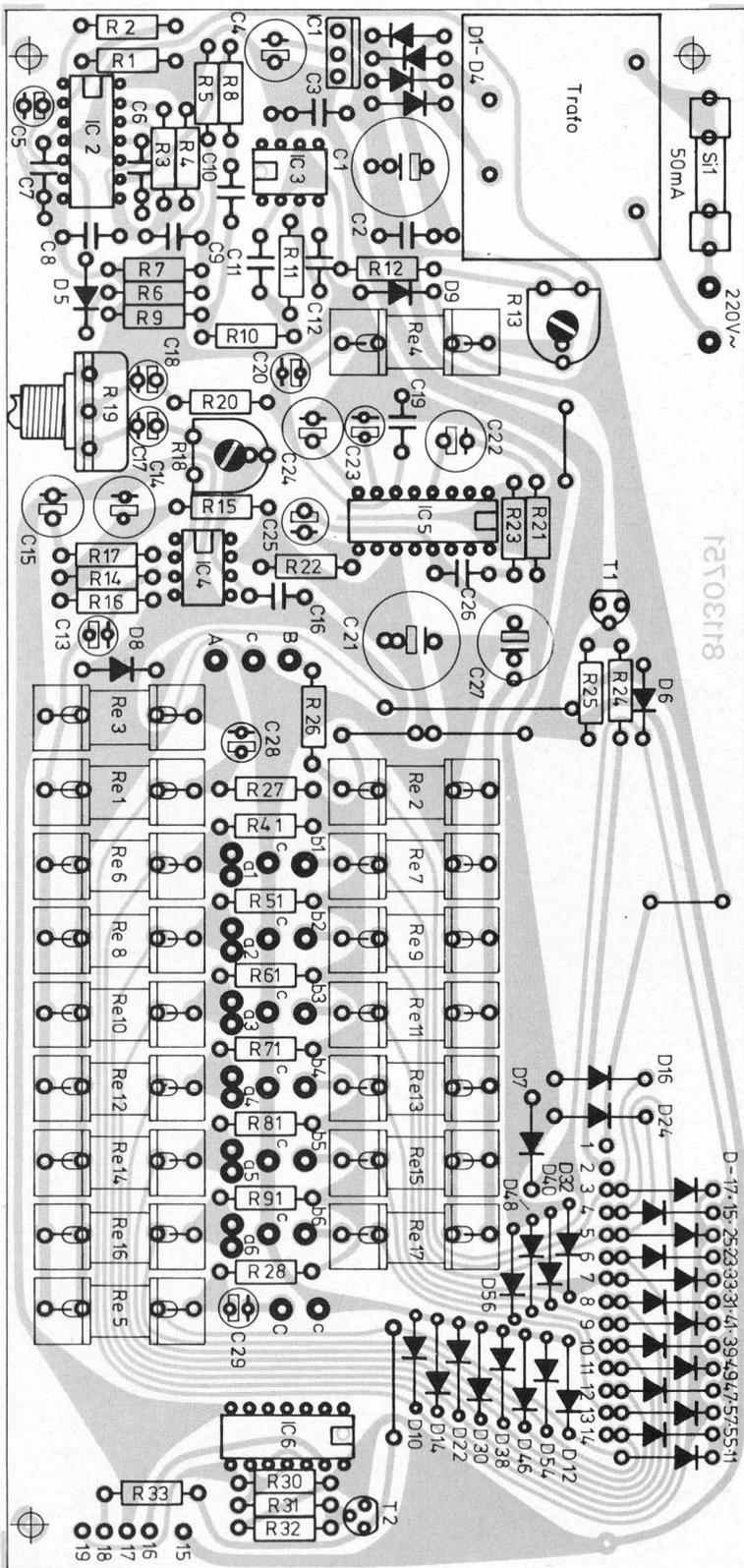


Endverstärker



Ruftongenerator





Bestückungsseite der Basisplatine

## Stückliste Komfort Wechselsprechanlage WA 6 de luxe

Stückliste der Hauptstelle mit Telefonm Hörverstärker zum Anschluß einer Nebenstelle

### Halbleiter

IC 1	.....	7808
IC 2	.....	NE 556
IC 3	.....	TL 061
IC 4	.....	TL 061
IC 5	.....	TCA 760 B
IC 6	.....	CD 4011
IC 7	.....	CD 4011
IC 8	.....	CD 4011
T1	.....	BC 558 C
T2	.....	BC 558 C
T3	.....	BC 558 C
T4	.....	BC 558 C
T5	.....	BC 558 C
D1 bis D4	.....	1N 4001
D5 bis D12	.....	1N 4148
D13	.....	LED rot, 5 mm
D14 bis D20	.....	1N 4148
D21	.....	LED rot, 5 mm

### Kondensatoren

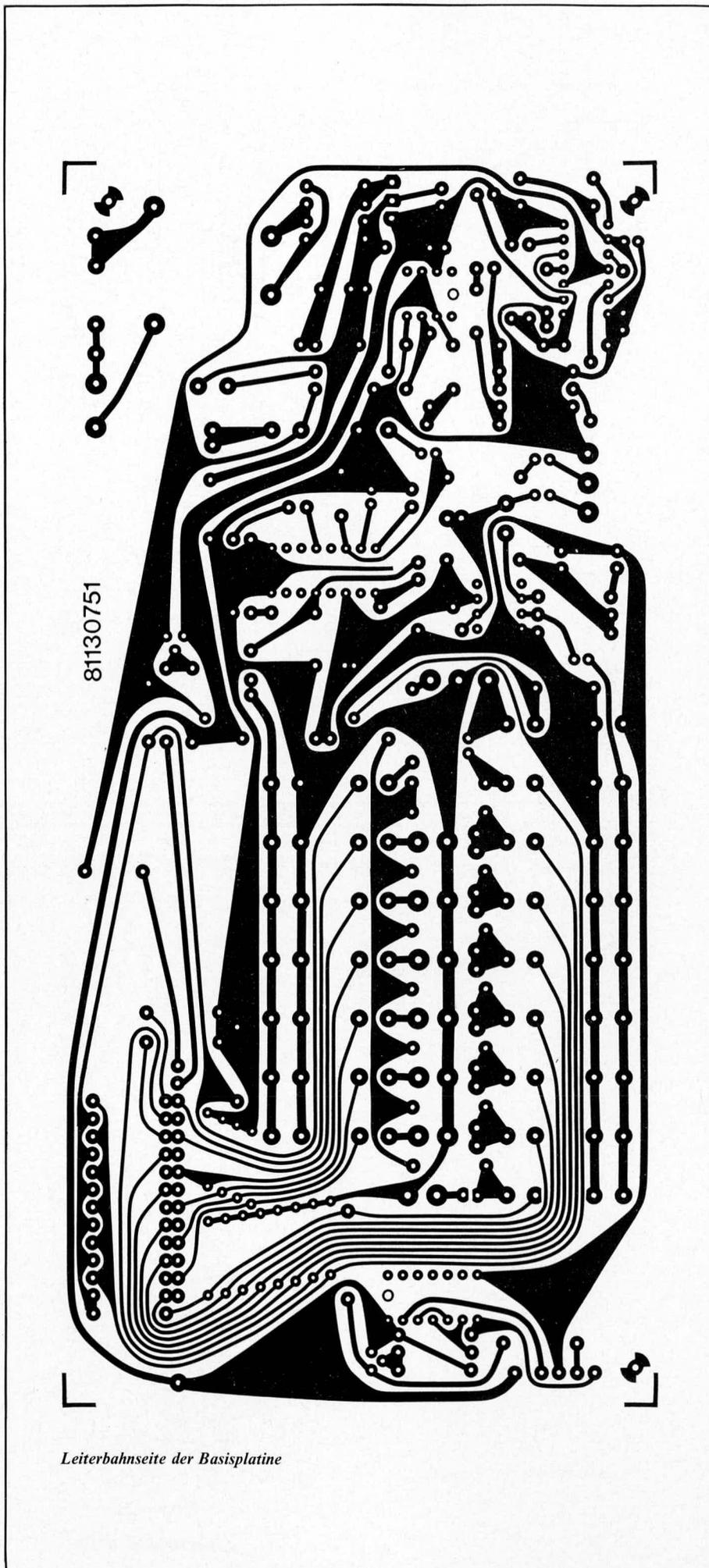
C1	.....	470 $\mu$ F/25 V
C2	.....	100 nF
C3	.....	100 nF
C4	.....	100 $\mu$ F/16 V
C5	.....	1 $\mu$ F/16 V
C6	.....	100 nF
C7	.....	100 nF
C8	.....	33 nF
C9	.....	22 nF
C10	.....	100 nF
C11	.....	10 nF
C12	.....	1,5 nF
C13	.....	10 $\mu$ F/16 V
C14	.....	100 $\mu$ F/16 V
C15	.....	100 $\mu$ F/16 V
C16	.....	100 pF
C17	.....	10 $\mu$ F/16 V
C18	.....	1 $\mu$ F/16 V
C19	.....	15 nF
C20	.....	10 $\mu$ F/16 V
C21	.....	1000 $\mu$ F/16 V
C22	.....	47 $\mu$ F/16 V
C23	.....	10 $\mu$ F/16 V
C24	.....	100 $\mu$ F/16 V
C25	.....	33 $\mu$ F/16 V
C26	.....	150 nF
C27	.....	220 $\mu$ F
C28	.....	1 $\mu$ F/16 V
C29	.....	1 $\mu$ F/16 V
C30	.....	10 $\mu$ F/16 V Tantal
C31	.....	10 $\mu$ F/16 V Tantal
C32	.....	10 $\mu$ F/16 V Tantal
C33	.....	10 $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R1	82 kΩ
R2	33 kΩ
R3	4,7 kΩ
R4	12 kΩ
R5	100 kΩ
R6	100 Ω
R7	100 kΩ
R8	8,2 kΩ
R9	1 kΩ
R10	12 kΩ
R11	39 kΩ
R12	10 kΩ
R13	10 kΩ, Trimmer
R14	10 kΩ
R15	10 kΩ
R16	10 kΩ
R17	1 kΩ
R18	100 kΩ, Trimmer
R19	10 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R20	1 kΩ
R21	100 Ω
R22	100 Ω
R23	1 Ω
R24	10 kΩ
R25	10 kΩ
R26	10 Ω
R27	10 kΩ
R28	10 kΩ
R29	10 kΩ
R30	10 kΩ
R31	10 kΩ
R32	10 kΩ
R33	1,2 kΩ
R34	10 kΩ
R35	10 kΩ
R36	10 kΩ
R37	10 kΩ
R38	10 kΩ
R39	10 kΩ
R40	1,2 kΩ
R41	10 kΩ
R42	100 kΩ
R43	10 kΩ

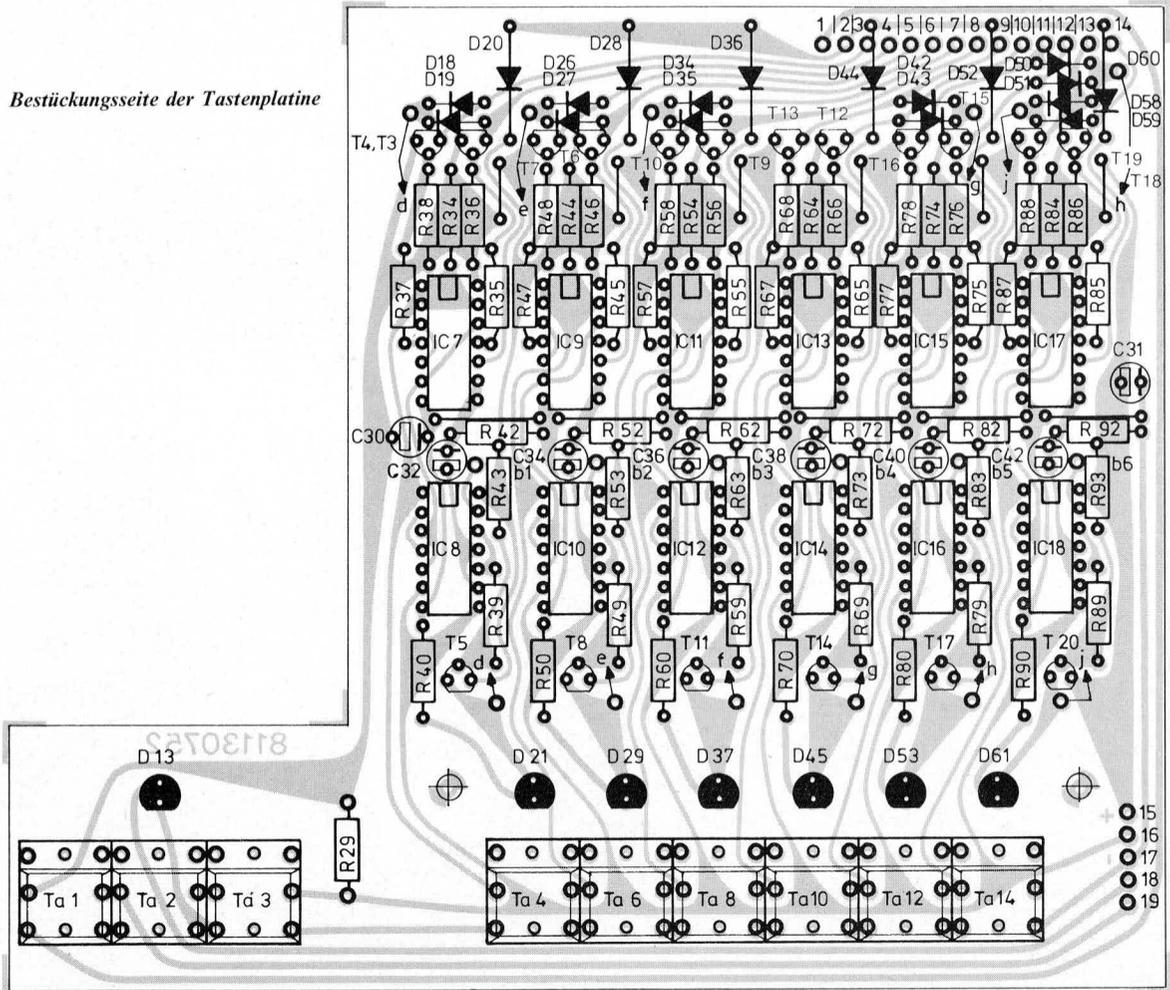
### Diverses

- Ta 1 bis Ta 4 .... Digitast Mini
- Ta 5 .... Miniatur-Drucktaster
- Tr 1 .... Trafo 12 V/2,4 VA
- Si 1 .... 0,05 A, flink
- 1 Sicherungshalter
- 2 Lautsprecher 0,5 W/8 Ω
- 2 Mikrofone (dynamischer Posthörer)
- 7 Hamlin Reed-Relais 12 V
- 1 Netzkabel mit Stecker, 2adrig
- 1 3,5 mm Klinkebuchse
- 1 Telefonadapter
- 25 Lötstifte

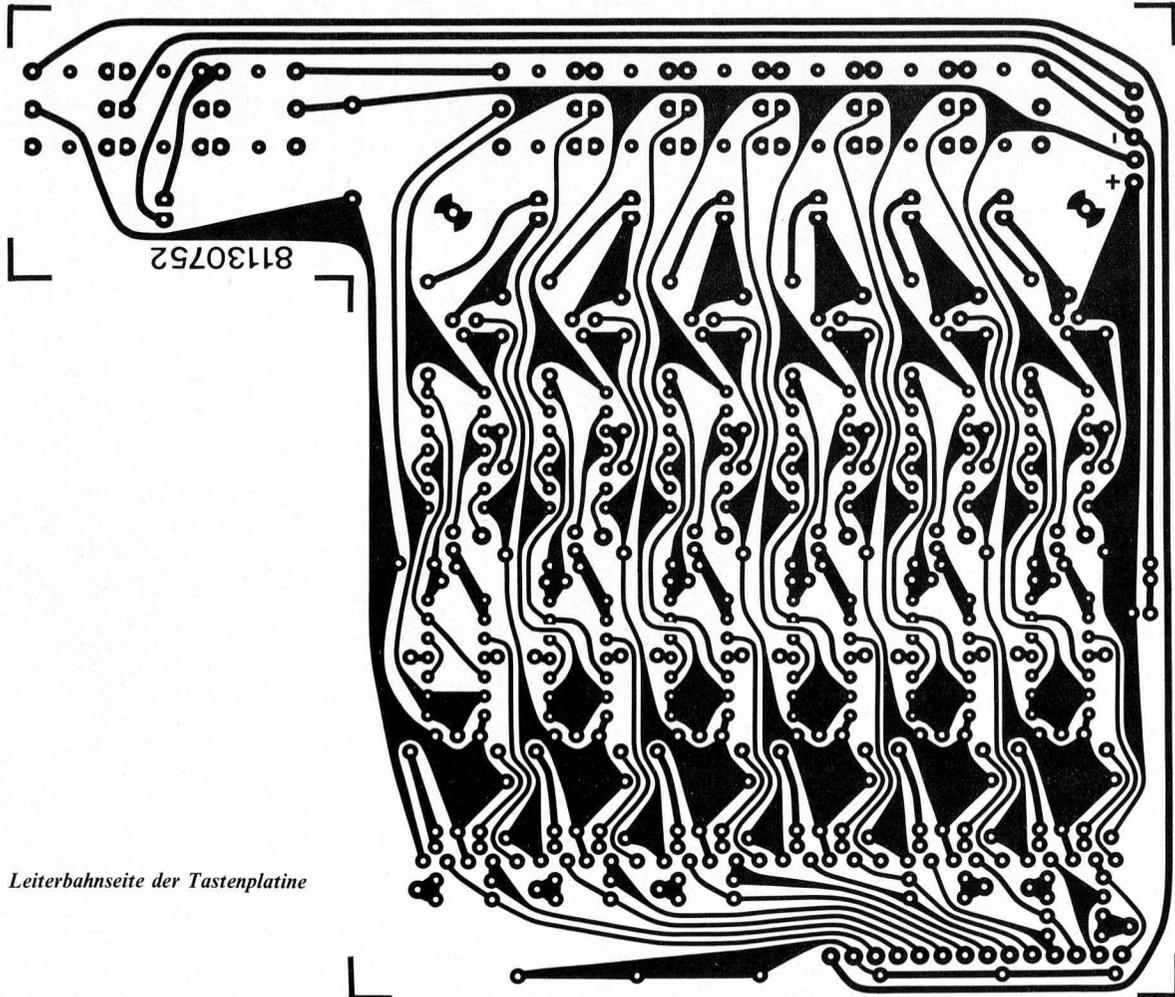


Leiterbahnseite der Basisplatine

Bestückungsseite der Tastenplatte



Leiterbahnseite der Tastenplatte



Stückliste zur Erweiterung der Hauptstelle für den Anschluß der 2. Nebenstelle

### Halbleiter

IC 9 ..... CD 4011  
IC 10 ..... CD 4011  
T6 ..... BC 558 C  
T7 ..... BC 558 C  
T8 ..... BC 558 C  
D22 bis D28 ..... 1N 4148  
D29 ..... LED rot, 5 mm

### Kondensatoren

C 34 ..... 10  $\mu$ F/16 V Tantal  
C 35 ..... 10  $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R44 ..... 10 k $\Omega$   
R45 ..... 10 k $\Omega$   
R46 ..... 10 k $\Omega$   
R47 ..... 10 k $\Omega$   
R48 ..... 10 k $\Omega$   
R49 ..... 10 k $\Omega$   
R50 ..... 1,2 k $\Omega$   
R51 ..... 10 k $\Omega$   
R52 ..... 100 k $\Omega$   
R53 ..... 10 k $\Omega$

### Diverses

Ta 6 ..... Digitast Mini  
Ta 7 ..... Miniatur-Drucktaster  
1 Lautsprecher 0,5 W/8  $\Omega$   
1 Mikrofon (dynamischer Posthörer)  
2 Hamlin Reed-Relais 12 V

Stückliste zur Erweiterung der Hauptstelle für den Anschluß der 3. Nebenstelle

### Halbleiter

IC 11 ..... CD 4011  
IC 12 ..... CD 4011  
T9 ..... BC 558 C  
T10 ..... BC 558 C  
T11 ..... BC 558 C  
D30 bis D36 ..... 1N 4148  
D37 ..... LED rot, 5 mm

### Kondensatoren

C36 ..... 10  $\mu$ F/16 V Tantal  
C37 ..... 10  $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R54 ..... 10 k $\Omega$   
R55 ..... 10 k $\Omega$   
R56 ..... 10 k $\Omega$   
R57 ..... 10 k $\Omega$   
R58 ..... 10 k $\Omega$   
R59 ..... 10 k $\Omega$   
R60 ..... 1,2 k $\Omega$   
R61 ..... 10 k $\Omega$   
R62 ..... 100 k $\Omega$   
R63 ..... 10 k $\Omega$

### Diverses

Ta 8 ..... Digitast Mini  
Ta 9 ..... Miniatur-Drucktaster  
1 Lautsprecher 0,5 W/8  $\Omega$   
1 Mikrofon (dynamischer Posthörer)  
2 Hamlin Reed-Relais 12 V

Stückliste zur Erweiterung der Hauptstelle für den Anschluß der 4. Nebenstelle

### Halbleiter

IC 13 ..... CD 4011  
IC 14 ..... CD 4011  
T12 ..... BC 558 C  
T13 ..... BC 558 C  
T14 ..... BC 558 C  
D38 bis D44 ..... 1N 4148  
D45 ..... LED rot, 5 mm

### Kondensatoren

C38 ..... 10  $\mu$ F/16 V Tantal  
C39 ..... 10  $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R64 ..... 10 k $\Omega$   
R65 ..... 10 k $\Omega$   
R66 ..... 10 k $\Omega$   
R67 ..... 10 k $\Omega$   
R68 ..... 10 k $\Omega$   
R69 ..... 10 k $\Omega$   
R70 ..... 1,2 k $\Omega$   
R71 ..... 10 k $\Omega$   
R72 ..... 100 k $\Omega$   
R73 ..... 10 k $\Omega$

### Diverses

Ta 10 ..... Digitast Mini  
Ta 11 ..... Miniatur-Drucktaster  
1 Lautsprecher 0,5 W/8  $\Omega$   
1 Mikrofon (dynamischer Posthörer)  
2 Hamlin Reed-Relais 12 V

Stückliste zur Erweiterung der Hauptstelle für den Anschluß der 5. Nebenstelle

### Halbleiter

IC 15 ..... CD 4011  
IC 16 ..... CD 4011  
T 15 ..... BC 558 C  
T 16 ..... BC 558 C  
T 17 ..... BC 558 C  
D46 bis D52 ..... 1N 4148  
D53 ..... LED rot, 5mm

### Kondensatoren

C40 ..... 10  $\mu$ F/16 V Tantal  
C41 ..... 10  $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R74 ..... 10 k $\Omega$   
R75 ..... 10 k $\Omega$   
R76 ..... 10 k $\Omega$   
R77 ..... 10 k $\Omega$   
R78 ..... 10 k $\Omega$   
R79 ..... 10 k $\Omega$   
R80 ..... 1,2 k $\Omega$   
R81 ..... 10 k $\Omega$   
R82 ..... 100 k $\Omega$   
R83 ..... 10 k $\Omega$

### Diverses

Ta 12 ..... Digitast Mini  
Ta 13 ..... Miniatur-Drucktaster  
1 Lautsprecher 0,5 W/8  $\Omega$   
1 Mikrofon (dynamischer Posthörer)  
2 Hamlin Reed-Relais 12 V

Stückliste zur Erweiterung der Hauptstelle für den Anschluß der 6. Nebenstelle

### Halbleiter

IC 17 ..... CD 4011  
IC 18 ..... CD 4011  
T18 ..... BC 558 C  
T19 ..... BC 558 C  
T20 ..... BC 558 C  
D54 bis D60 ..... 1N 4148  
D61 ..... LED rot, 5 mm

### Kondensatoren

C42 ..... 10  $\mu$ F/16 V Tantal  
C43 ..... 10  $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R84 ..... 10 k $\Omega$   
R85 ..... 10 k $\Omega$   
R86 ..... 10 k $\Omega$   
R87 ..... 10 k $\Omega$   
R88 ..... 10 k $\Omega$   
R89 ..... 10 k $\Omega$   
R90 ..... 1,2 k $\Omega$   
R91 ..... 10 k $\Omega$   
R92 ..... 100 k $\Omega$   
R93 ..... 10 k $\Omega$

### Diverses

Ta 14 ..... Digitast Mini  
Ta 15 ..... Miniatur-Drucktaster  
1 Lautsprecher 0,5 W/8  $\Omega$   
1 Mikrofon (dynamischer Posthörer)  
2 Hamlin Reed-Relais 12 V

# Wissenswertes übers Löten

Das Löten gehört nach wie vor zu den zuverlässigsten und wirtschaftlichsten Verbindungstechniken in der Elektronik. Die häufig prophezeite Verdrängung durch andere Methoden ist unterblieben, im Gegenteil, durch die Entwicklung vom handwerklichen zum wissenschaftlichen Löten konnte auch höchsten Qualitätsanforderungen entsprochen werden.

Dieser Wandel innerhalb der Löttechnik wurde von vielen, die sich nur gelegentlich mit Löten beschäftigen, kaum wahrgenommen. Es soll deshalb im folgenden Artikel versucht werden, eventuelle Wissensdefizite auszugleichen, wobei, und das muß vorausgeschickt werden, das Weichlöten und hier speziell das Kolbenlöten im Mittelpunkt der Betrachtung steht.

Der Vollständigkeit halber sei kurz auf die Unterschiede hingewiesen: Die Definition des Begriffes „Löten“, nach der Metalle mit Hilfe von metallischen Bindemitteln (Lote) haltbar zusammengefügt werden, gilt für Hart- und Weichlöten gleichermaßen. Unterscheidungskriterium ist lediglich die Arbeitstemperatur. Im Gegensatz zum Hartlöten (offene Flamme, Glühen der zu verbindenden Metalle, Kupfer-Zink-Legierung als Bindemittel) liegen die Schmelztemperaturen der Lote beim Weichlöten meist weit unter jenen der zu verbindenden Metalle, die Arbeitstemperaturen übersteigen 450° C nicht.

Innerhalb der Weichlöttechnik haben insbesondere zwei Methoden Verbreitung gefunden, das Kolbenlöten, bei dem Lötstelle und Lot durch einen von Hand geführten LötKolben erwärmt werden, und in jüngerer Zeit das Maschinenlöten, das dort an Bedeutung gewinnt, wo Leiterplatten in Serie zu löten sind. Wie bereits erwähnt, wollen

wir unsere Ausführungen auf das Kolbenlöten beschränken, auf jene Löttechnik also, mit der Profi- und Hobbyelektroniker gleichermaßen konfrontiert werden.

Verschiedene Faktoren bestimmen die Qualität einer Lötung, so die Reinheit der Lötstelle, Löttdauer und -temperatur und infolgedessen die eingesetzten Lötmittel und richtige Gerätewahl. Wenden wir uns diesen Faktoren im einzelnen zu:

## Das Flußmittel

Wie oben erwähnt, ist eine metallisch reine Lötstelle Voraussetzung für ein fehlerfreies Löten. Verunreinigungen und Oxidschichten (Verbindungen des

Metalls mit Sauerstoff) verhindern die Benetzung der zu verbindenden Metalle mit Lot. Übrigens bilden alle Metalle, außer Gold und Platin, solche Oxidschichten, sobald sie mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommen. Dies ist wichtig zu wissen, denn häufig sind diese Oxidschichten dünn und durchsichtig, also kaum mit dem Auge wahrnehmbar.

Flußmittel ist nun in der Lage, bei einigen Metallen, insbesondere aber bei Buntmetallen wie Kupfer, Zink, Zinn und deren Legierungen die Oxidschicht zu durchbrechen oder Oxide durch Sauerstoffentzug in ihren metallischen Zustand zurückzuführen (Reduktion), so daß flüssiges Lot sich mit

Tabelle 1: Auswahl von Flußmitteln zum Weichlöten nach DIN 8511, Blatt 2

Typ-Kurzzeichen	Typbeschreibung und Merkmale	Lieferform	Hinweise f. die Verwendung
F-SW 12	auf der Basis von Zink- und ggf. anderen Metallchloriden und/oder Ammoniumchlorid. Die Flußmittelrückstände sind sorgfältig mit Wasser abzuwaschen.	Flüssigkeit	Kühlerbau Klempnerarbeiten Tauchverzinnen
F-SW 22	auf der Basis von Zink- und ggf. anderen Metallchloriden in organischer Zubereitung (z. B. höhere Alkohole, Fette und Mineralölprodukte) jedoch ohne Ammoniumchlorid. Die Flußmittelrückstände sind im allgemeinen mit einem geeigneten Reinigungsverfahren zu beseitigen.	Flüssigkeit Paste Lot- und Flußmittelgemisch	Kupfer und Kupferleg., Kupferrohrinstallation
F-SW 25	auf Basis organischer Halogenverbindungen (z. B. Anilinhydrochlorid, Cetylpyridinbromid, Hydrazinhydrochlorid). Flußmittelrückstände sind sorgfältig mit Wasser abzuwaschen.	Flüssigkeit Paste Pulver	Elektrotechnik, bes. für Tauch- und Induktionslö- tungen Metallwaren, Feinlötungen
F-SW 26	auf Basis natürlicher Harze (Kolophonium) oder modifizierter natürlicher Harze mit Zusätzen organischer halogenhaltiger Aktivatoren (z. B. Glutaminsäurehydrochlorid). Die Flußmittelreste rufen bei Nichteisenmetallen keine Korrosion hervor; sie können deshalb auf der Lötstelle bleiben.	Pulver, Flußmittelsee in Weichloten Lot-Flußmittelgemische Flüssigkeit	Elektrotechnik Elektrogerätebau Metallwaren (bes. für Induktionslö- tungen)
F-SW 31	auf der Basis natürlicher oder modifizierter natürlicher Harze ohne Zusätze. Die Flußmittelrückstände können auf der Lötstelle verbleiben.	Pulver, Flußmittelsee in Weichloten	Elektrotechnik, Elektronik, Abdeckung von Lotbädern
F-SW 32	auf der Basis natürlicher oder modifizierter natürlicher Harze mit organischen halogenfreien Aktivierungszusätzen (z. B. Stearin-, Salizyl-, Adipinsäure). Die Flußmittelrückstände können auf der Lötstelle bleiben.	Pulver, Flußmittelsee in Weichloten Flüssigkeit	Elektrotechnik, Elektronik Miniaturtechnik gedruckte Schaltungen

dem Werkstoff in Form winziger Verzahnungen verbinden (eindiffundieren) kann.

Flußmittel befreit aber nicht nur die Metalle von Oxidschichten, es verhindert auch gleichzeitig die Bildung neuer Oxidation während des Lötvorgangs, und es verringert die Oberflächenspannung des Lotes, was eine bessere Benetzung der Metalloberfläche mit Lot ermöglicht.

Je nach Anwendungsbereich werden in der Löttechnik säurehaltige (korrosive) und weitgehend säurefreie (nicht korrosive) Flußmittel eingesetzt. Letztere bestehen in aller Regel aus Natur- und Kunstharzen (Kolophonium), die in Alkohol oder Spiritus gelöst sind. Im Elektro- und Elektronikbereich sollten nur diese Flußmittel Verwendung finden. Zum Löten von Eisen, Messing usw. hingegen eignen sich säurehaltige Flußmittel, die jedoch nach dem Lötvorgang mit Wasser oder Lösungsmitteln neutralisiert werden müssen, um Korrosionsschäden zu vermeiden.

Das Aufbringen von Flußmitteln auf die Lötstelle ist ebenfalls vom Anwendungsbereich abhängig. So haben sich im wesentlichen zwei Verfahren herauskristallisiert und bewährt. Bei Installations- und Spenglerarbeiten sowie im Karosserie- und Kühlerbau z. B. wird das Flußmittel vor dem Lötvorgang auf die Lötstelle aufgetragen, während in der Elektrotechnik und Elektronik sog. Röhrenlote eingesetzt werden, die eine oder mehrere Flußmittelseelen enthalten. Hierdurch wird gewährleistet, daß das Flußmittel aus dem schmelzenden Lotmantel zur Spitze des LötKolbens und von dort zur Lötstelle fließt und damit seinen optimalen Wirkungsgrad erreicht (s. hierzu auch den Abschnitt Weichlote).

## Weichlote

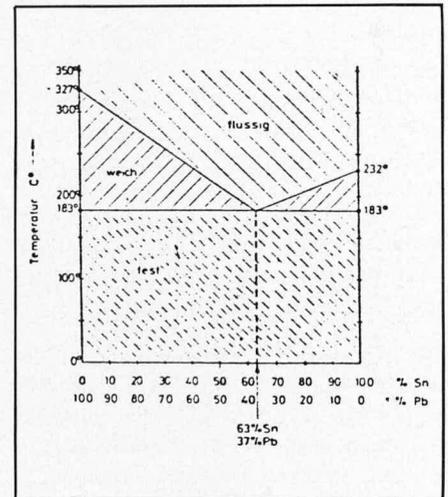
Die Qualität und Eigenschaften von Lötstellen erfahren in der Praxis häufig eine Bewertung nach unterschiedlichsten Kriterien. Dementsprechend wurde eine Vielzahl von Lotlegierungen

entwickelt. Für unsere Betrachtung genügt es hingegen völlig, wenn wir uns auf eine grundsätzliche Beschreibung der Weichlote und die für den Elektro- und Elektronikbereich gängigste Legierung beschränken.

Weichlote sind Zinn-/Blei-Legierungen mit geringen Zusätzen von Antimon (Sb), Silber (Ag), Cadmium (Cd) und Zink (Zn). Zinn kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, weil es beim Weichlöten sehr viele Metalle gut benetzt, Blei hat die Aufgabe, das Lot fließfähiger und mechanisch belastbarer zu machen. Die am häufigsten in der Elektronik und Elektrotechnik benutzten Lote sind die Lotlegierungen L-SN 63 Pb und L-Sn 60 Pb, völlig geschmolzen bei 183° C bzw. 190° C und einem Zinngehalt von 63 % bzw. 60 %, von Elektronikern und Bastlern auch der Einfachheit halber als 60/40er Lot bezeichnet. Diese Lotlegierung hat den Vorteil, direkt vom festen in den flüssigen Zustand überzugehen, während alle anderen Mischungsverhältnisse eine teigige Übergangsphase durchlaufen (s. Schaubild).

Tabelle 2: Übersicht der nach DIN 1707 genormten Lote

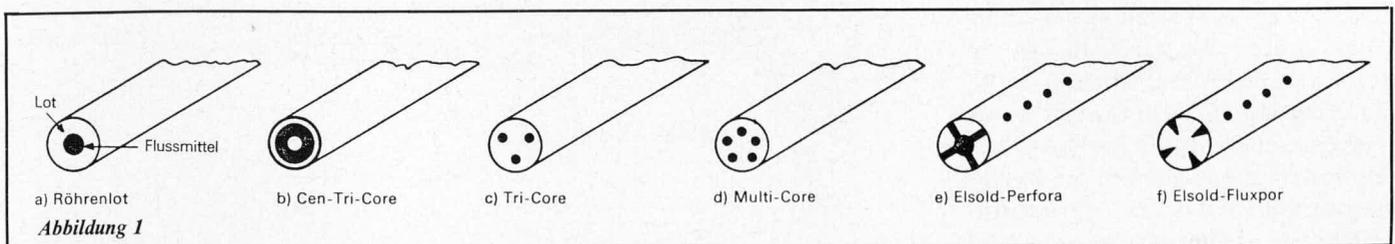
Gruppe	Kurzzeichen	Werkstoffnummer	Zusammensetzung Gewichts-%	Schmelzbereich		Verwendung
				Solidus	Liquidus	
antimonhalt. (Ah)	L-pbSN4OSb	2.3442	40 Sn; 0,5 bis 2,4 Sb; Rest Pb	186° C	225° C	Kühlerbau, Klempnerlot
antimonhalt. (Ah)	L-Sn50PbSb	2.3653	50 Sn; 0,5 bis 3,0 Sb; Rest Pb	186° C	205° C	feinere Klempnerarbeiten
antimonarm (Aa)	L-Sn50Pb (Sb)	2.3655	50 Sn; 0,12 bis 0,5 Sb; Rest Pb	183° C	215° C	Feinlötungen
antimonarm (Aa)	L-Sn60Pb (Sb)	2.3665	60 Sn; 0,12 bis 0,5 Sb; Rest Pb	183° C	190° C	Feinlötungen Elektroindustrie
antimonfrei (Af)	L-Sn50Pb	2.3650	50 Sn; Rest Pb	183° C	215° C	Kupferrohr-Installation (Kaltwasser)
antimonfrei (Af)	L-Sn60Pb	2.3660	60 Sn; Rest Pb	183° C	190° C	Elektroindustrie
antimonfrei (Af)	L-Sn63Pb	2.3663	63 Sn; Rest Pb	183° C	183° C	gedruckte Schaltungen
mit Cu-Zusatz	L-Sn50PbCu	2.3651	50 Sn; 1,2 bis 1,6 Cu; Rest Pb	183° C	215° C	Elektrogerätebau, Elektronik
mit Cu-Zusatz	L-Sn60PbCu2	2.3662	60 Sn; 1,6 bis 2,0 Cu; Rest Pb	183° C	190° C	gedruckte Schaltungen
mit Ag-Zusatz	L-Sn60PbAg	2.3667	60 Sn; 3,0 bis 4,0 Ag; Rest Pb	178° C	180° C	Elektronik
mit Ag-Zusatz	L-Sn63PbAg	2.3666	63 Sn; 1,3 bis 1,5 Ag	178° C	178° C	gedruckte Schaltungen



Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß für Lötarbeiten in der Elektrotechnik und Elektronik Lötdrähte mit einer oder mehreren Flußmittelseelen eingesetzt werden.

Abbildung 1 zeigt diese Anordnungen der Flußmittelfüllungen.

Im Kühler- und Karosseriebau sowie bei Installations- und Spenglerarbeiten finden hingegen massive Lötdrähte oder Stangenlot Verwendung.



## Der LötKolben

Von der auszuführenden Lötarbeit hängt es ab, welche LötKolben eingesetzt werden, oder anders ausgedrückt, die erforderliche Heizleistung muß dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßt sein. Die folgenden Abbildungen zeigen eine Reihe gängiger und bewährter Produkte mit entprechenden Anwendungshinweisen.

LötKolben mit einer Heizleistung von 5 W eignen sich für allerfeinste Lötungen (unter Lupe oder Mikroskop) und Mikroschaltungen, wie sie z. B. in Quarzarmbanduhren vorhanden sind.

LötKolben mit einer Leistung bis 30 W sind geeignet zum Löten an gedruckten Schaltungen in der Funk- und Fernsehtechnik, zum Verlöten von kleinen Steckern und Verteilerleisten.

Lötpistolen oder Schnell-Lötgeräte eignen sich durch ihre kurze Anheizzeit (10 s) besonders für Einzellötungen, wie sie im Servicebetrieb oft anfallen.

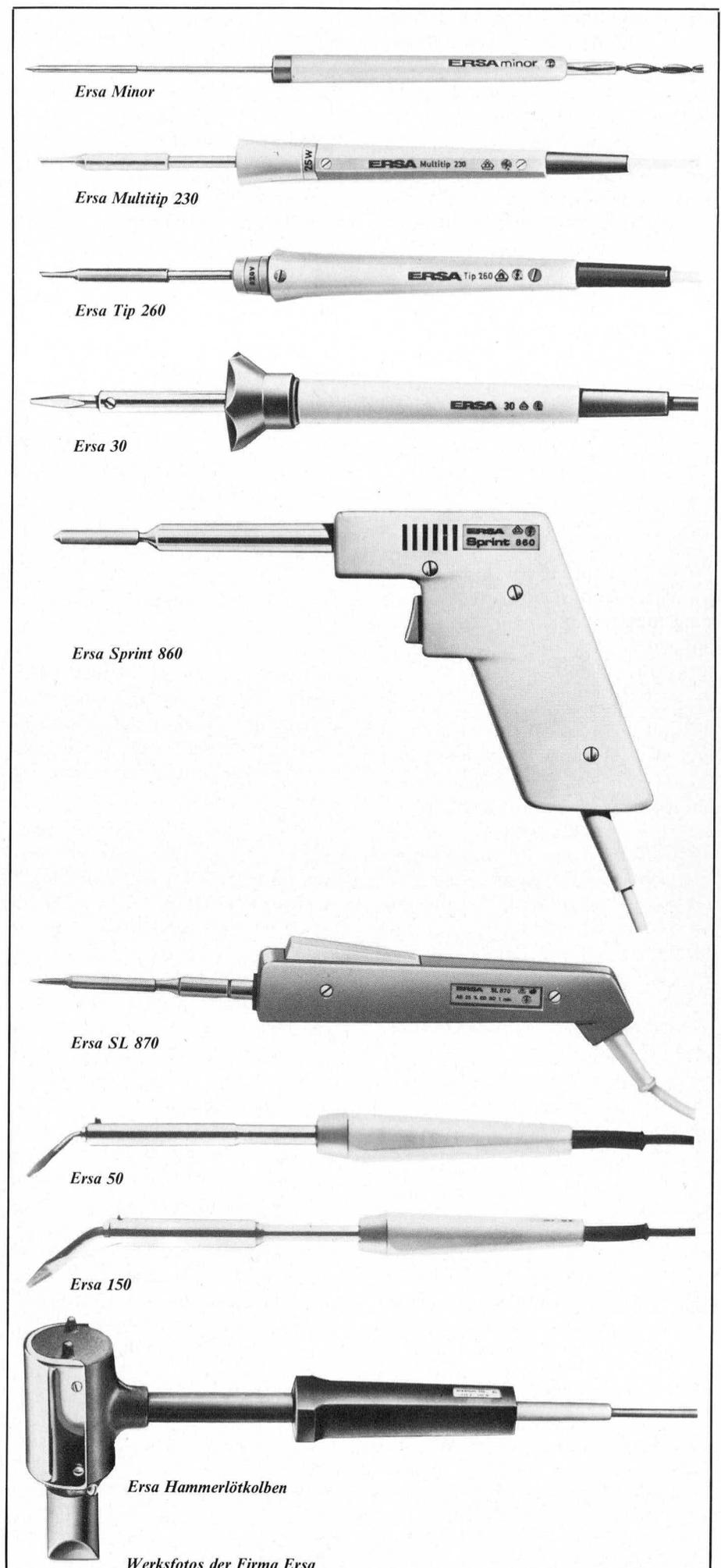
LötKolben von 50 bis 150 W eignen sich zum Löten von Drähten bis 2,5 mm Durchmesser sowie für Blechlötungen bis zu einer Dicke von 1,5 mm (an Eisen- und Kupferblechen).

Heizleistungen von 250 bis 750 W werden hauptsächlich für Installateur- und Spenglerarbeiten benötigt.

Da jedoch nicht alleine die Wahl des richtigen Kolbens, sondern auch der Umgang mit dem Gerät und vor allem mit der Lötspitze für eine ordentliche Lötung von äußerster Wichtigkeit ist, wollen wir uns mit dem Aufbau und der Handhabung näher befassen.

Im wesentlichen besteht ein LötKolben aus den Teilen Griffereinheit, Heizkörper und Lötspitze.

Der Gestaltung des Kolbengriffes kommt, ebenso wie dem Kolbengewicht übrigens, besondere Bedeutung zu, wenn mit einem Lötgerät häufig gearbeitet wird. Griff erwärmung, Griffdurchmesser und ergonomische Formgebung sind für ein ermüdungsfreies, zielsicheres Arbeiten entscheidend. Der Käufer eines LötKolbens sollte darauf achten, daß der Kolben gut in der Hand liegt, eine möglichst optimale Schwerpunktlage erreicht wurde und keine störenden Ecken oder Kanten bei längeren Arbeiten zu Druckstellen führen können. Die Griff erwärmung sollte 60° C möglichst



nicht übersteigen, eine Griff erwärmung von 70° C z.B. ist für den Anwender unzumutbar. Griffbefestigungsschrauben sollten nach Möglichkeit aus Kunststoff und nicht aus wärmeleitendem Metall bestehen.

Der Heizkörper eines LötKolbens dient als Wärmeerzeuger. Er funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie z.B. ein Bügeleisen oder ein elektrischer Heizofen: Eine Drahtspirale wird mit Hilfe elektrischen Stroms zum Glühen gebracht und gibt Wärme ab. Der Heizdraht selbst besteht aus einem Widerstand-Werkstoff, z. B. aus Chromnickel. Zur elektrischen Isolation verwendet man keramische Stoffe und Glimmer. Den Heizkörper eines LötKolbens sollte man nie mechanischen Belastungen aussetzen oder z. B. zur Abkühlung nach dem Löten in Wasser abschrecken. Dieser so selbstverständliche Hinweis findet häufig gerade im Hobbybereich keine Beachtung, obgleich man eigentlich davon ausgehen müßte, daß der mit dem LötKolben Arbeitende sich über die Tatsache, daß es sich um ein elektrisches Gerät handelt, im klaren sein sollte.

Die Lötspitze dient dem Wärmetransport vom Heizkörper zur Lötstelle und ist gleichzeitig Übertragungselement von Lot. Sie bedarf deshalb besonderer Aufmerksamkeit. Man unterscheidet einerseits innenbeheizte Lötspitzen, die das Heizelement des Kolbens umschließen, und andererseits außenbeheizte, welche vom Heizelement umschlossen werden. Ein weiteres Unterscheidungskriterium ist die Oberflächenbeschaffenheit der Lötspitze. Hier findet man

- die reine Kupferspitze
- Dauerlötspitzen
- Stahlspitzen.

Die reine Kupferspitze wird der Forderung nach hoher Wärmeleitfähigkeit am besten gerecht. Sie hat jedoch den großen Nachteil, daß sie durch die Berührung mit Flußmittel und Lot starkem Verschleiß unterliegt und durch den Einfluß der Temperatur sehr schnell verzündert (oxidiert). Da Kupfer durch das Lot aufgelöst wird, kommt es zu Auswaschungen. Beides, Zunder und Auswaschungen, führt zu einer Erhöhung des Wärmeübergangswiderstandes und damit der Erwärmungszeit. Um diese Nachteile auszugleichen, ist ein häufiges Nacharbeiten der Lötspitze mit einer Feile erforderlich. Der von einigen Herstellern durch

Alu-Kupfer-Legierungen oder einen Nickelauftrag geschützte Spitzenschaft führt zwar dazu, daß das Schaftende weniger verzündert und damit zumindest für die Wärmeübertragung vom Heizelement auf die Spitze günstige Bedingungen bestehen, jedoch ist ein Schutz der Lötbahn nicht gegeben.

Der Forderung nach hoher Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitiger Verbesserung der Spitzenstandzeit entsprechen hingegen in der Regel die Dauerlötspitzen. Sie bestehen zwar ebenfalls aus Kupfer, sind jedoch durch eine galvanisch aufgebraute Chrom- und Eisenschicht gegen Oxidation und Verschleiß weitgehend geschützt. Man geht davon aus, daß eine Dauerlötspitze (z. B. ERSADUR) die 10- bis 25fache Lebensdauer einer normalen Kupferspitze erreicht.

Stahlspitzen sind nahezu völlig verschleißfest und für mehr als 2 Mio. Lötungen ohne Nacharbeit ausgelegt. Der Nachteil bei diesen Spitzen liegt jedoch in der mangelhaften und für manche Anwendungsfälle ungenügenden Wärmeleitfähigkeit. Stahlspitzen werden deshalb nur in Verbindung mit einer elektronischen Lötstation angeboten und sind lediglich dort zu empfehlen, wo es nicht auf die Schnelligkeit der Lötfolge ankommt und kleine Lötstellen bearbeitet werden.

Nach dieser Übersicht der gängigsten Spitzenarten noch ein Hinweis auf die Behandlung der Lötspitzen.

Kupferspitzen müssen vor dem Löten von Verbrennungsrückständen und Oxidprodukten befreit werden. Dies geschieht am einfachsten durch Reiben der Lötbahn auf Salmiakstein. Nach mehrmaligem Gebrauch muß die Spitze nachgefeilt werden.

Dauerlötspitzen hingegen dürfen *nicht* mit einer Feile bearbeitet werden, da sonst die Schutzschicht verletzt wird. Es genügt, diese Spitzen vor dem Löten an einem feuchten Viskoseschwamm abzuwischen. Es wird dabei bewußt die Betonung auf „vor dem Löten“ gelegt, denn die Spitze kann, wenn sie nicht mit Lot bedeckt ist, passiv werden und dadurch kein Lot mehr annehmen. In einem solchen Fall wird die heiße Spitze mit einer weichen Drahtbürste abgebürstet, in ein Flußmittel getaucht und verzinnt. Notfalls muß dieser Vorgang einige Male wiederholt werden.

Stahlspitzen sollten die gleiche Behandlung wie Dauerlötspitzen erfahren.

## Praktisches Löten

Die materialbedingten Voraussetzungen für eine gute Lötung genügen alleine natürlich nicht, sie müssen ergänzt werden durch ein entsprechendes Vorgehen des Lötenden.

Zum einen ist darauf zu achten, daß die Arbeitstemperatur über der unteren Grenze des Lotschmelzbereichs liegt. Wird z. B. mit Untertemperatur gelötet, so werden die Lötstellen ungenügend benetzt, das Lot schmiert und platzt, die Gefahr einer „kalten Lötstelle“ besteht. (Von einer kalten Lötstelle spricht man, wenn das Lot nicht in die zu verbindenden Metalle eindiffundiert, sondern sie lediglich lose umgibt.)

Zu hohe Temperaturen andererseits machen Lot und Flußmittel unbrauchbar.

Beim Lötvorgang selbst bietet sich folgender Arbeitsablauf an:

Lötstelle mittels LötKolben erwärmen, Lötdraht der Lötstelle zuführen (niemals darf das Lot direkt erhitzt werden), Lot fließt und benetzt die Lötstelle, Lötspitze und Lötdraht entfernen.

Die Lötzeit sollte im allgemeinen 2 s nicht überschreiten. Nach dem Erkalten der Lötstelle sollten die Konturen des Leiters noch sichtbar sein. Eine korrekte Lötstelle hat eine glänzende, sehr glatte Oberfläche, mangelhafte Lötstellen sehen dagegen matt oder narbig aus.

Bei wärmeempfindlichen Bauteilen empfiehlt sich die Anbringung von Wärmeableitklammern (oder Pinzette bzw. Flachzange) zwischen Lötstelle und Bauelement.

Zum Schluß unserer Ausführungen noch ein Hinweis auf die in der modernen Elektronik immer häufiger eingesetzten temperaturgeregelten LötKolben, mit denen der Forderung nach immer kleineren und hochwertigen Lötstellen entsprochen wird. Diese LötKolben besitzen nahe an der Lötspitze einen Temperaturfühler, der in Verbindung mit einer Regelelektronik für die Einhaltung der stufenlos einstellbaren Temperatur sorgt. Durch diese Anpassung der Löttemperatur an die Lötstelle ist ein optimales Löten gewährleistet. Elektronisch geregelte Lötstationen (Abbildung) arbeiten mit einer galvanisch vom Netz getrennten

Kleinspannungsquelle, wodurch für die Bedienperson eine höchstmögliche Sicherheit erreicht wird.

Um Funkstörungen und Einstreuungen in empfindliche Meßgeräte zu verhindern, wird die Heizenergie im Nulldurchgang der Sinuswelle geschaltet. Außerdem kann durch eine sog. Potentialausgleichsbuchse an der Regelelektronik sehr einfach zwischen Lötkolbenspitze und der Bedienperson und der leitenden Arbeitsplatzunterlage Potentialgleichheit hergestellt werden. Dies ist besonders wichtig beim Verarbeiten von MOS-Bauelementen.

