

# ELV

Nr. 34

# Journal

Mit  
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

## Präzisions-Barometer



### In dieser Ausgabe:

**ELV micro-line:**  
Digitaler Präzisions-  
Luftdruckmesser  
Elektronisches Metronom  
Akustische Rückwärtsgang-  
Kontrolle

**ELV-Serie 7000:**  
Superfrequenz-Kalibrator  
Computer-Timer  
CT 7000  
Thyristor-Triac-Tester

**Testbericht:**  
Multi-Funktions-RC Jeep  
Bremslichtkontrolle  
Spannungsausfall-Anzeige  
HiFi-Baßreflex-  
Regalbox BR 60

Mit  
Platinenfolien

# ELV micro-line

## Digitaler Präzisions- Luftdruckmesser/ Barometer

Mit LCD-Anzeige  
für Batteriebetrieb



*Für den ELV Präzisions-Luftdruckmesser wurde mit Hilfe einer aufwendigen Technik im ELV-Labor eine völlige Neuentwicklung dieser hochwertigen Meßschaltung durchgeführt. Nachfolgend die herausragenden Daten in Kurzform:*

- Luftdruckanzeige über ein großes LC-Display
- Batteriebetrieb für ca. 1 Jahr
- eingebaute Präzisionsspannungs-Referenz (20 ppm!)
- extrem hohe Genauigkeit von ca. 0,1 % (!) im Raumtemperaturbereich
- präzise Temperaturkompensation
- Quarzoszillator zur exakten Ablaufsteuerung

### Allgemeines

Die vorstehend aufgeführten Leistungsdaten des ELV micro-line LCD-Barometers lassen erkennen, daß es sich hierbei um ein Präzisions-Meßgerät handelt. Im ELV-Labor wurde eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung konzipiert, die trotz ihrer Komplexität sowohl im Nachbau als auch beim Abgleich weitgehend problemlos in der Handhabung ist.

Sämtliche Einstellarbeiten sind mit einfachen Hilfsmitteln leicht durchführbar.

In der Normalversion wird eine Genauigkeit von ca. 2 % erreicht, die in der Nähe des Abgleichpunktes allerdings deutlich besser ist. Diese Genauigkeit entspricht auch der LED-Version, die im ELV journal Nr. 31 veröffentlicht wurde.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den Drucksensor des Typs KPY 10 auch in einer ausgemessenen Version einzusetzen, bei der die Offset-Spannung separat kompensiert wird. Es handelt sich hierbei um diejenige Spannung, die bei einem Druck von 0 mbar an den Brückenausgängen des Drucksensors anliegt. Da 0 mbar einem 100 %igen Vakuum entspricht, das praktisch nicht zu realisieren ist, kann der Wert der Offset-Spannung mit Hilfe von 2 Meßpunkten nur rechnerisch ermittelt werden.

Bei den ausgemessenen lieferbaren Drucksensoren des Typs KPY 10 ist der Wert der Offset-Spannung bei jedem Sensor individuell ermittelt und dem Sensor beigelegt.

### Zur Schaltung

Wie man auf den ersten Blick erkennt, besitzt die LCD-Version des digitalen Luftfeuchtemessers mit der LED-Version aus dem ELV journal Nr. 31 überhaupt keine Ähnlichkeit.

Es handelt sich hierbei, vom Drucksensor einmal abgesehen, um ein vollkommen anderes Meßprinzip.

Die an den Anschlußbeinchen 3 und 7 des KPY 10 anstehende, dem Luftdruck proportionale Brückenspannung, wird mit den OP's 2 bis 4 verstärkt, wobei der Temperatursensor TS 1 eine Kompensation des Temperaturanges des Drucksensors vornimmt. Eine genaue individuelle Anpassung wird durch die Einstellung durch R 6 erreicht.

Mit R 1 kann in Verbindung mit OP 1 und R 2/R 3 die Offset-Kompensation des Drucksensors vorgenommen werden.

R 12 dient zur Einstellung einer evtl. Höhenkorrektur.

An Pin 14 des OP 4 steht dann die auf Masse

bezogene, verstärkte und korrigierte Brückenspannung des Drucksensors an.

Über R 13 gelangt diese, dem Luftdruck direkt proportionale Meßspannung auf den Eingang des als Spannungs-/Frequenzumsetzer geschalteten IC 2 des Typs RC 4152. Am Ausgang (Pin 3 des IC 2) steht eine dem Luftdruck direkt proportionale Frequenz an.

Der Umsetzfaktor (Skalenfaktor) wird mit dem Spindeltrimmer R 15 eingestellt.

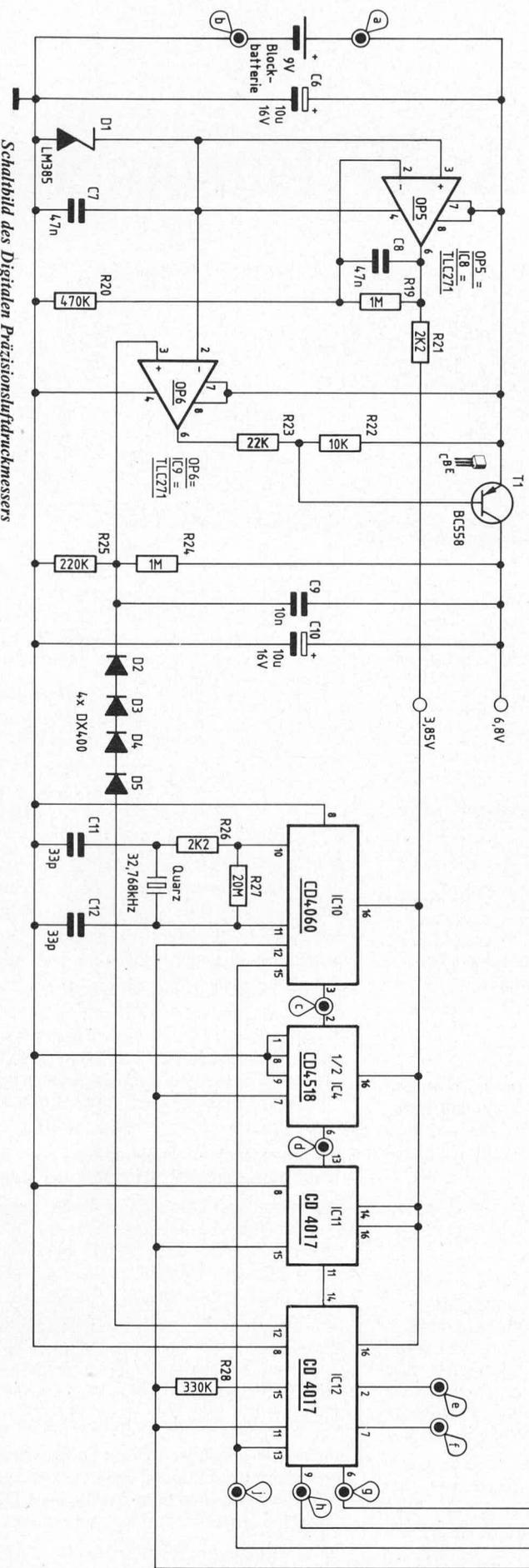
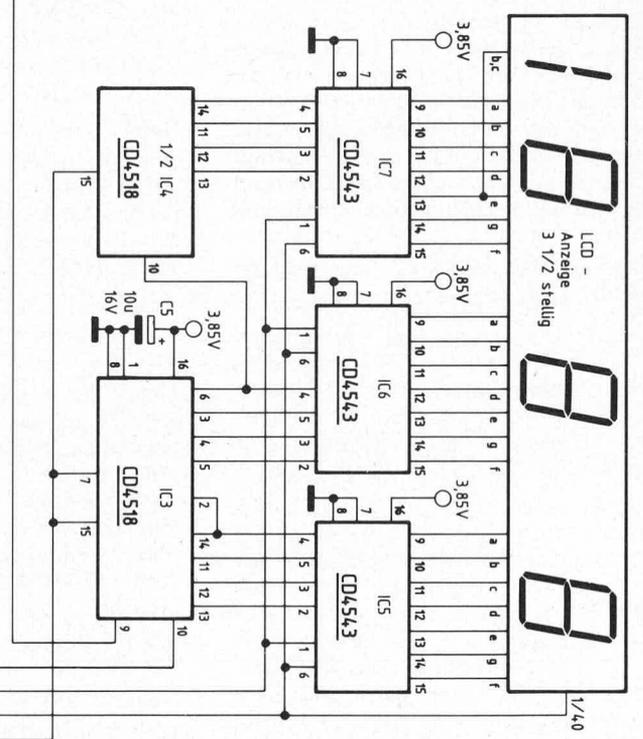
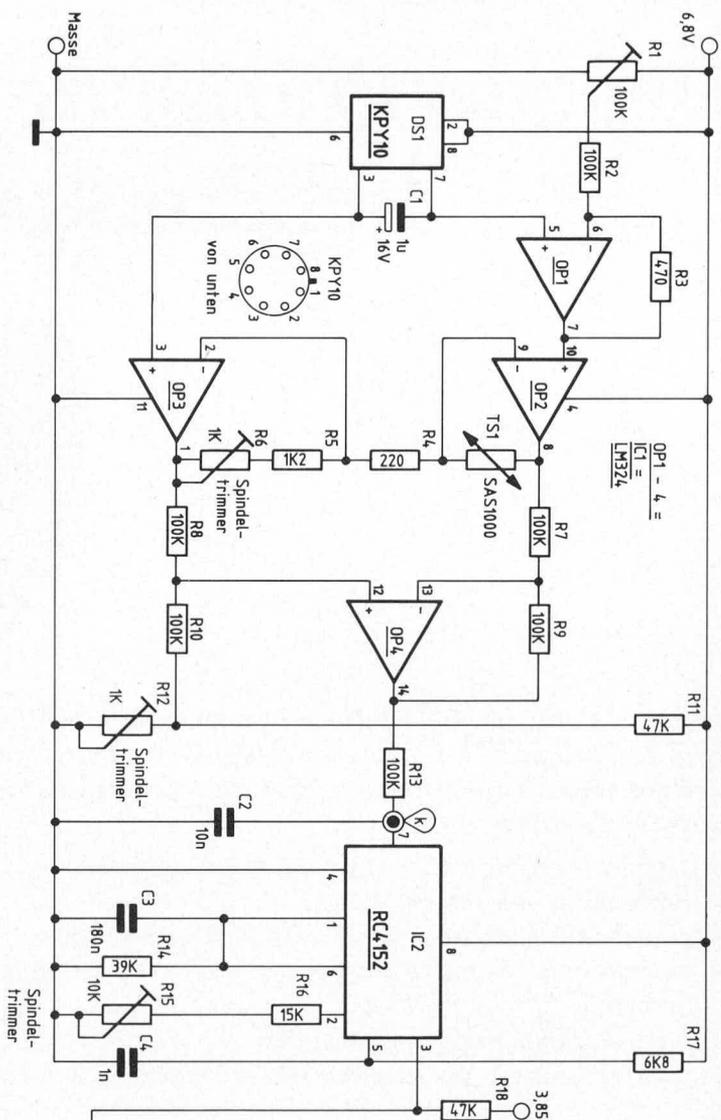
Die Ausgangsfrequenz des Spannungs-/Frequenzumsetzers gelangt auf den Zähler-eingang (Pin 9 des IC 3) der 3 Dekadenzähler, von denen jeweils 2 in einem IC des Typs CD 4518 integriert sind.

In Verbindung mit einer quarzgesteuerten Torzeit von 31,25 ms wird aus einer Ausgangsfrequenz des IC 2 von z. B. 32,384 kHz eine Luftdruckanzeige von 1012 mbar.

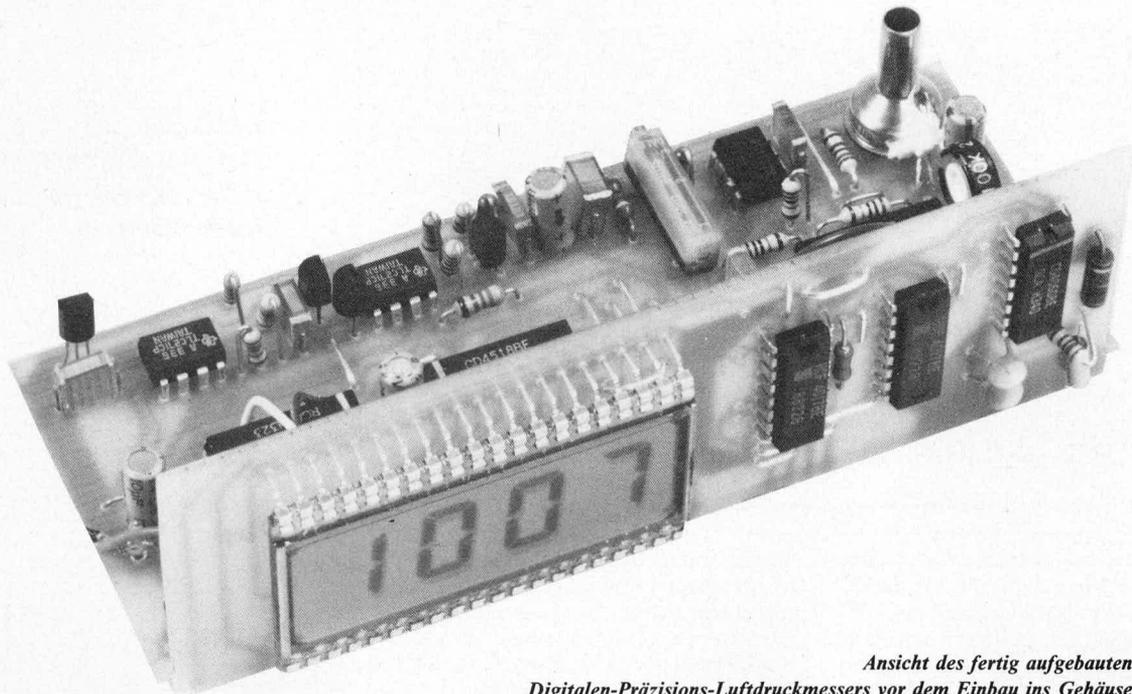
Die Torsteuerung erfolgt an Pin 10 des IC 3.

Die BCD-Ausgänge der drei Dekadenzähler steuern die Decoder/Speicher/Treiber-IC's 5 bis 7 an, deren Ausgänge die LCD-Anzeige treiben.

Die komplette Ablaufsteuerung mit der Erzeugung der Impulse für Tor, Speicher, Reset- und Backplane-Signale, erfolgt mit den IC's 10 bis 12 sowie  $\frac{1}{2}$  IC 4.



Schaltbild des Digitalen Präzisionsluftdruckmessers



*Ansicht des fertig aufgebauten  
Digitalen-Präzisions-Luftdruckmessers vor dem Einbau ins Gehäuse*

Die Stromaufnahme der IC's 3 bis 12, einschließlich der Versorgung der LCD-Anzeige, liegt bei ca. 30 bis 40  $\mu\text{A}$ .

In einer ganz anderen Größenordnung, nämlich bei ca. 7 mA, bewegt sich die Stromaufnahme des Drucksensors mit den nachgeschalteten Verstärkern (OP 1 bis 4) und dem Wandler-IC 2.

Da Luftdruckschwankungen nur sehr langsam ablaufen, wird dieser Schaltungsteil jedoch nicht ununterbrochen benötigt, sondern alle 45 Sekunden für eine kurze Meßphase von ca. 150 ms eingeschaltet. Durch diese Maßnahme ergibt sich eine mittlere Stromaufnahmenreduzierung um ca. den Faktor 300.

Zur Stromaufnahme der permanent eingeschalteten IC's 3 bis 12 (ca. 30 bis 40  $\mu\text{A}$ ) muß also noch die mittlere Stromaufnahme des alle 45 Sekunden eingeschalteten Meß- und Wandlerteiles von ca. 25  $\mu\text{A}$  hinzuge-rechnet werden. Es ergibt sich daher eine mittlere Strombelastung der Versorgungsbatterie von ca. 60  $\mu\text{A}$ . Beim Einsatz einer 9 V-Alkali-Mangan-Batterie bedeutet dies eine Betriebsdauer von ca. 1 Jahr bis zum nächsten Batteriewechsel.

Die IC's 3 bis 7 sowie IC 10 bis 12 werden mit einer stabilisierten Spannung von ca. 3,85 V versorgt. Zur Stabilisierung dient OP 5 (IC 8) in Verbindung mit der hochpräzisen Referenzdiode des Typs LM 385, deren Temperaturdrift bei lediglich 20 ppm/k liegt.

Auf eine schaltungstechnische Besonderheit soll in diesem Zusammenhang noch hingewiesen werden:

Als Versorgungsstrom für die Referenzdiode D 1 dient der Versorgungsstrom des IC 8. Auf diese Weise wird ein zusätzlicher Stromverbrauch eingespart. Ermöglicht wird dies dadurch, daß der Eingangsspannungsbereich des OP 5 des Typs TLC 271 bis etwas unter seine negative Versorgungs-

spannung, die an Pin 4 liegt, herunterreicht.

An die Stabilität der Versorgungsspannung für den Drucksensor sind besonders hohe Anforderungen gestellt. Aus diesem Grunde wird sowohl der Drucksensor als auch die nachgeschaltete Verstärker- und Wandler-schaltung (IC 1, IC 2) mit einer hochkonstanten Spannung betrieben. Als Bezugsspannung dient hierbei ebenfalls wieder die Präzisions-Referenzdiode des Typs LM 385. In Verbindung mit OP 6, T 1 sowie R 22 bis R 25 wird eine hochkonstante Versorgungsspannung von 6,8 V erzeugt.

Über Pin 12 des IC 12 und die Dioden D 2 bis D 5 ist diese Spannung für 45 Sekunden abgeschaltet. Lediglich für eine Meßzeit von ca. 150 ms dient diese Spannung zur Versorgung des Drucksensors mit den nachgeschalteten IC's 1 und 2.

Die Dioden D 2 bis D 5 dienen hierbei ebenfalls zur Reduzierung der Stromaufnahme, da zur Ausschaltung der 6,8 V Versorgungsspannung das Potential am nicht invertierenden (Pin 3) Eingang des OP 6 nur geringfügig über dem Potential am invertierenden (Pin 2) Eingang des OP 6 liegen muß. Ersetzt man 3 der 4 Dioden durch eine Brücke, so erhöht sich die Stromaufnahme um ca. 20 % (eine von 4 Dioden ist unbedingt erforderlich).

### **Zum Nachbau**

Anhand der beiden Bestückungspläne ist der Aufbau in gewohnter Weise leicht durchführbar. Zuerst werden die passiven, dann die aktiven Bauelemente eingelötet.

Der Temperatursensor TS 1 ist in möglichst engem thermischen Kontakt mit dem Drucksensor zu bringen. Der Sensorkopf sollte das Metallgehäuse des Drucksensors unmittelbar berühren. Durch Hinzufügen von etwas Wärmeleitpaste kann der wichtige thermische Kontakt noch verbessert werden.

Nachdem die im folgenden beschriebene Kalibrierung abgeschlossen wurde, kann die Platine in ein Gehäuse der Serie ELV micro-line eingebaut werden.

### **Kalibrierung**

Zunächst werden die Spindeltrimmer R 1, R 6 und R 15 ungefähr in Mittelstellung sowie R 12 auf 0  $\Omega$  gebracht.

Die nachfolgend beschriebenen, auf einfache Weise durchzuführenden Einstellarbeiten sind jedoch unbedingt in der vorgegebenen Reihenfolge vorzunehmen.

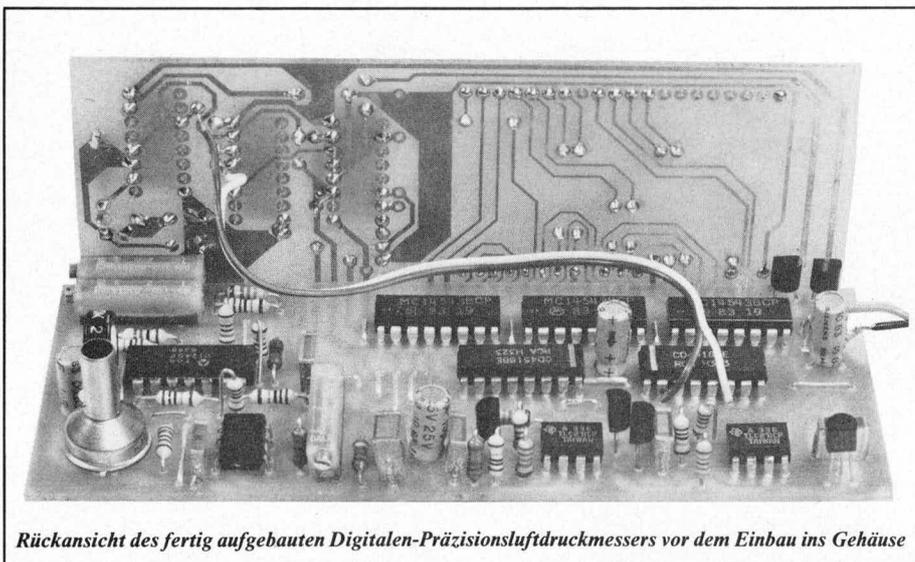
Als erstes wird die Einstellung der Offset-Kompensation des Drucksensors durchgeführt.

Der Minus- bzw. Masse-Anschluß eines hochohmigen Digital-Voltmeters mit einem 200 mV-Meßbereich, wird hierzu an den Ausgang (Pin 7) des OP 1 angeschlossen. Der Pluseingang ist an Pin 5 des OP 1 bzw. an Pin 7 des KPY 10 zu legen.

Bei nicht ausgemessenen Drucksensoren ist R 1 so einzustellen, daß auf der Anzeige des Digital-Voltmeters „0 V“ erscheint. Die Genauigkeit des Barometers liegt dann bei ca. 2 %.

Setzt man hingegen einen ausgemessenen Drucksensor ein, so ist zunächst der auf dem beigefügten Papier eingetragene Offset-Wert mit dem Betrag der Versorgungsspannung (ca. 6,8 V) zu multiplizieren. Den genauen Wert erhält man, indem man die Spannung über die Anschlußbeinchen 2 und 6 des KPY 10 mißt. Erhält man hier z. B. einen Wert von 6,85 V, so ist der auf dem beigefügten Papier eingetragene Wert (z. B. 1,4598 mV) hiermit zu multiplizieren (6,85 x 1,4598 mV = 10,9 mV).

Der auf diese Weise ermittelte Offset-Spannungswert des Drucksensors wird nun mit R 1 auf der Anzeige des Digital-Voltmeters



Rückansicht des fertig aufgebauten Digitalen-Präzisionsluftdruckmessers vor dem Einbau ins Gehäuse

eingestellt, das sich zwischen den Anschlußbeinchen 5 und 7 des OP 1 befindet. Auf die korrekte Polarität ist hierbei unbedingt zu achten. Ist der auf dem beigefügten Papier des Drucksensors eingetragene Meßwert negativ, so muß auch mit R 1 ein negativer Offset-Wert eingestellt werden.

Die vorstehend beschriebene Offset-Einstellung für den Drucksensor ist, wie bereits erwähnt, unbedingt als erstes durchzuführen, wobei die Diode D 2 auszulöten ist, damit der Drucksensor ständig seine Versorgungsspannung erhält. Die nachfolgend beschriebenen Kalibriermaßnahmen beeinflussen die Offseteinstellung nicht mehr. D 2 ist nun wieder einzubauen.

Als nächstes ist die Temperaturkompensation des Drucksensors durch Einstellung des Spindeltrimmers R 6 vorzunehmen. Hierzu sind mehrere Temperaturzyklen (Kühlschrank-Raumtemperatur) vorzunehmen, wobei R 6 so einzustellen ist, daß sich der Anzeigenwert möglichst wenig (einige wenige Digit) ändert, wenn die Temperatur schwankt. Damit sich kein Kondenswasser bildet, ist es ratsam, das Gerät in einen durchsichtigen Gefrierbeutel zu legen.

Der Vorgang der Temperaturkompensation ist ausführlich bereits im ELV journal Nr. 31 (Seite 48) beschrieben, so daß wir uns an dieser Stelle auf die gemachten Ausführungen beschränken wollen.

Zur Kalibrierung des Skalenfaktors, dessen Einstellung als letztes durchgeführt wird, ist es erforderlich, den möglichst genauen Wert des gerade herrschenden Luftdruckes zu kennen, den man regelmäßig aus dem Radio erfährt.

Mit R 15 ist dieser Wert auf der Anzeige des digitalen Luftdruckmessers einzustellen.

Da die Werte für den Luftdruck im allgemeinen in Meereshöhe (NN = Normal Null) angegeben werden, ist der im Radio angesagte Wert um 1 mbar pro 8,33 m Höhendifferenz zu korrigieren. Befindet man sich z. B. in einer Höhe von 500 m, so beträgt die Druckdifferenz zwischen Meereshöhe und 500 m entsprechend  $500 : 8,33 = 60$ , gemessen in mbar. Die Anzeige ist deshalb um 60 mbar niedriger als der angesagte Wert in Meereshöhe einzustellen.

Möchte man hingegen den allgemein üblich verwendeten Luftdruckwert in Meereshöhe angezeigt bekommen, so kann nach abgeschlossenen Einstellarbeiten (einschl. der Einstellung des Skalenfaktors) die Höhenkorrektur mit R 12 durchgeführt werden, indem die Anzeige durch Verdrehen von R 12 auf den gewünschten Wert gebracht werden. Der Skalenfaktor verschiebt sich durch Verändern von R 12 nicht, so daß die volle Genauigkeit erhalten bleibt. Abschließend ist noch auf eine schaltungstechnische Besonderheit hinzuweisen:

Der mittlere statistische Luftdruck liegt in Deutschland bei ca. 1012 mbar, der Schwankungsbereich bewegt sich zwischen 960 mbar und 1050 mbar. Aus diesem Grund wurde auf eine separate Ansteuerung der linken Ziffer (1000) verzichtet und zur folgenden schaltungstechnischen Besonderheit gegriffen:

Die „1“ der linken Anzeigeziffer ist mit dem „e“-Segment der davor befindlichen Stelle verbunden („e“-Segment = links unten). Bewegt sich der angezeigte Meßwert im Bereich von 900 bis 990 mbar, so ist das „e“-Segment verloschen, ebenfalls die „1“. Ab 1000 mbar erscheint auf der Anzeige an der dritten Stelle von rechts eine „0“, wodurch auch das „e“-Segment angesteuert wird — die „1“ erscheint.

Durch vorstehend beschriebene Maßnahme konnte eine komplette Zähler- und Treiberstufe eingespart werden. Der Meßbereich erstreckt sich dadurch allerdings nur von 900 mbar bis 1099 mbar. Für den Druck in Meereshöhe ergeben sich hierdurch keinerlei Einschränkungen. Bei Aufstellorten in größeren Höhen ist dies allerdings zu berücksichtigen, da bei einer Anzeige von 890 mbar die linke Ziffer ebenfalls eingeschaltet wäre und die Anzeige „1890“ zeigte. Für Aufstellorte zwischen 0 und 500 m Höhe kommt diese Einschränkung jedoch nicht zum Tragen, da die max. auftretenden Luftdruckschwankungen zwischen 960 mbar und 1050 mbar liegen.

Abschließend soll noch der Zusammenhang zwischen der bisher gebräuchlichen Einheit zur Luftdruckmessung „mbar“ und der neuen Einheit „hPa“ (hekto-Pascal) angegeben werden: 1 mbar = 1 hPa.

## Stückliste Digitales Barometer mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb

### Halbleiter

IC1	LM324
IC2	RC4152
IC3, IC4	CD4518
IC5-IC7	CD4543
IC8, IC9	TLC271
IC10	CD4060
IC11, IC12	CD4017
T1	BC558
D1	LM385-Z1.235
D2-D5	DX400
DS1	KPY10
TS1	SAS1000

### Kondensatoren

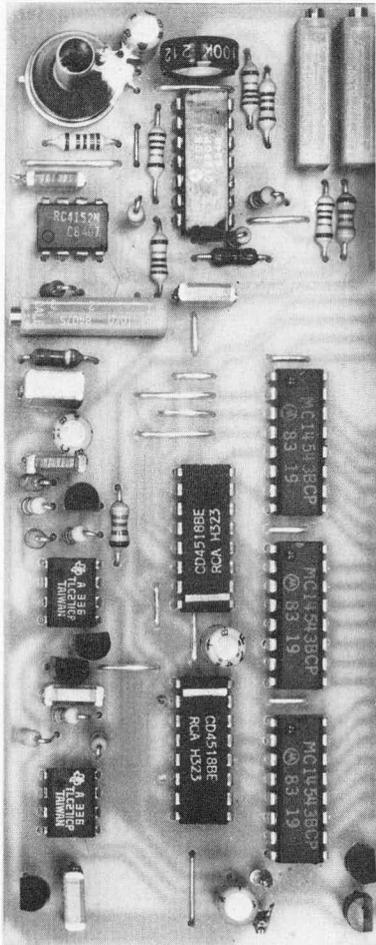
C1	1 µF/16 V
C2	10 nF
C3	180 nF
C4	1 nF
C5, C6, C10	10 µF/16 V
C7, C8	47 nF
C9	10 nF
C11, C12	33 pF

### Widerstände

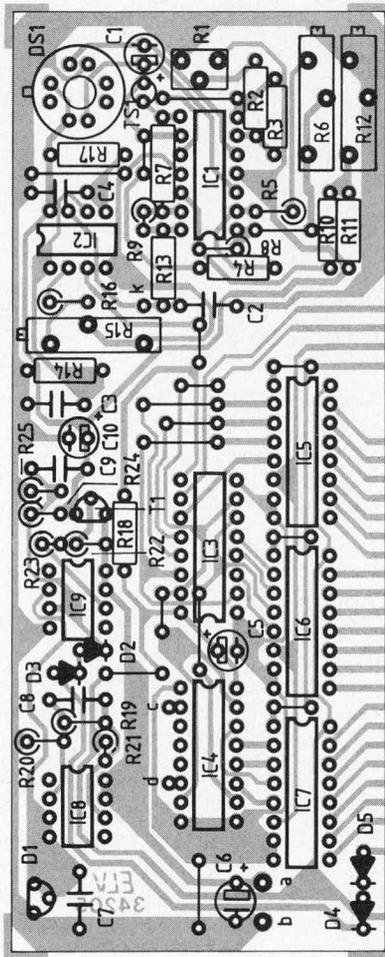
R1	100 kΩ, Trimmer, stehend
R2, R7-R10, R13	100 kΩ
R3	470 Ω
R4	220 Ω
R5	1,2 kΩ
R6, R12	1 kΩ, Spindeltrimmer
R11, R18	47 kΩ
R14	39 kΩ
R15	10 kΩ, Spindeltrimmer
R16	15 kΩ
R17	6,8 kΩ
R19, R24	1 MΩ
R20	470 kΩ
R21, R26	2,2 kΩ
R22	10 kΩ
R23	22 kΩ
R25	220 kΩ
R27	20 MΩ
R28	330 kΩ

### Sonstiges

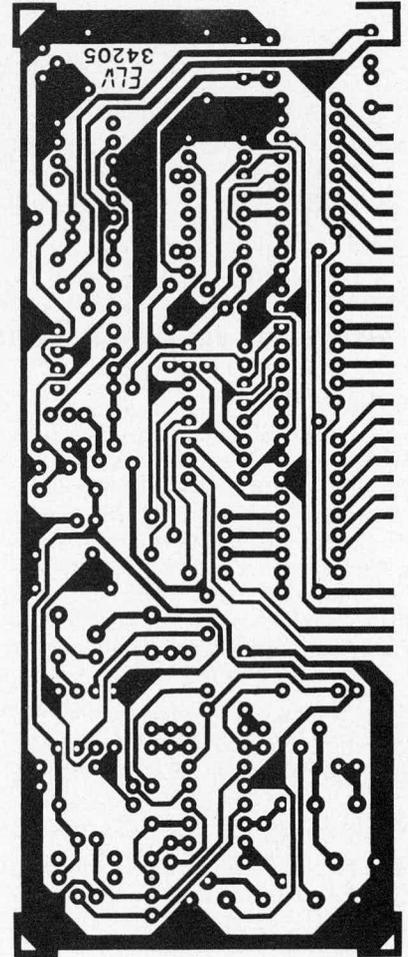
- 1 LCD-Anzeige 3½stellig
- 1 Quarz 32,768 KHz
- 1 9 V-Batterieclip
- 2 Lötstifte
- 20 cm Silberdraht
- 20 cm isolierter Schaltdraht.



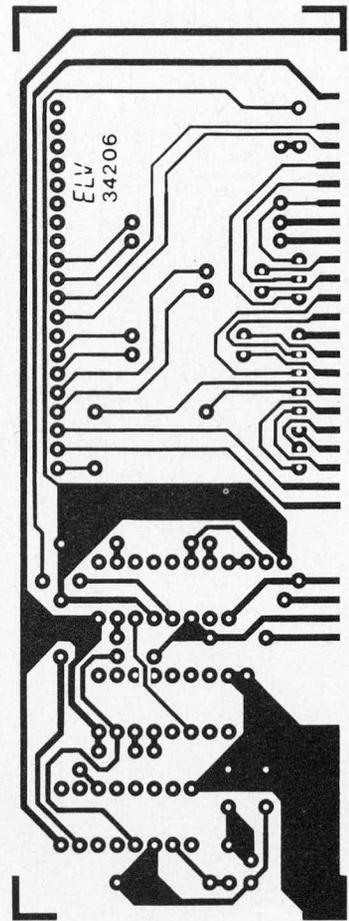
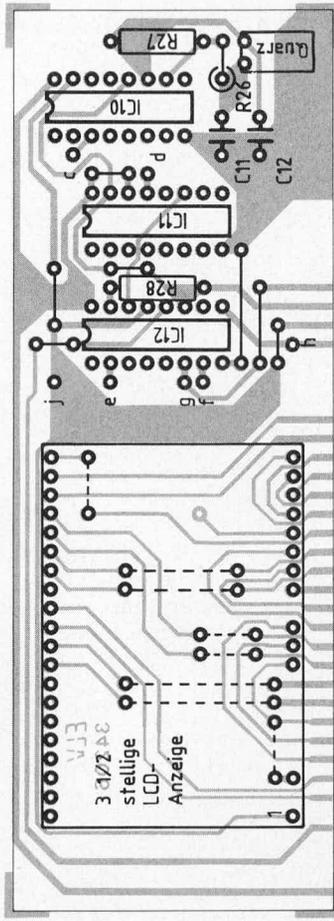
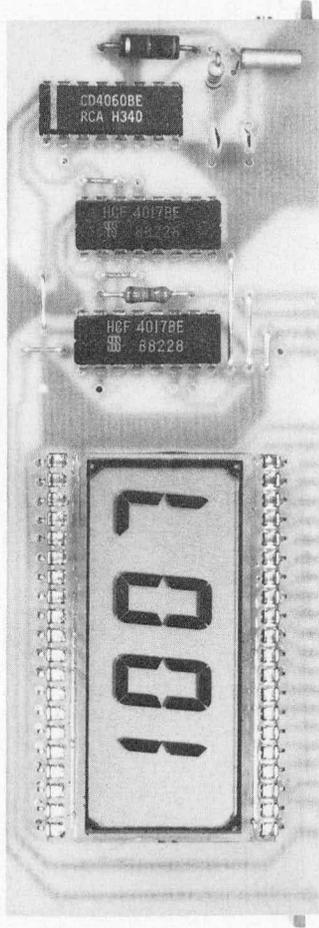
oben: Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers  
links: Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers



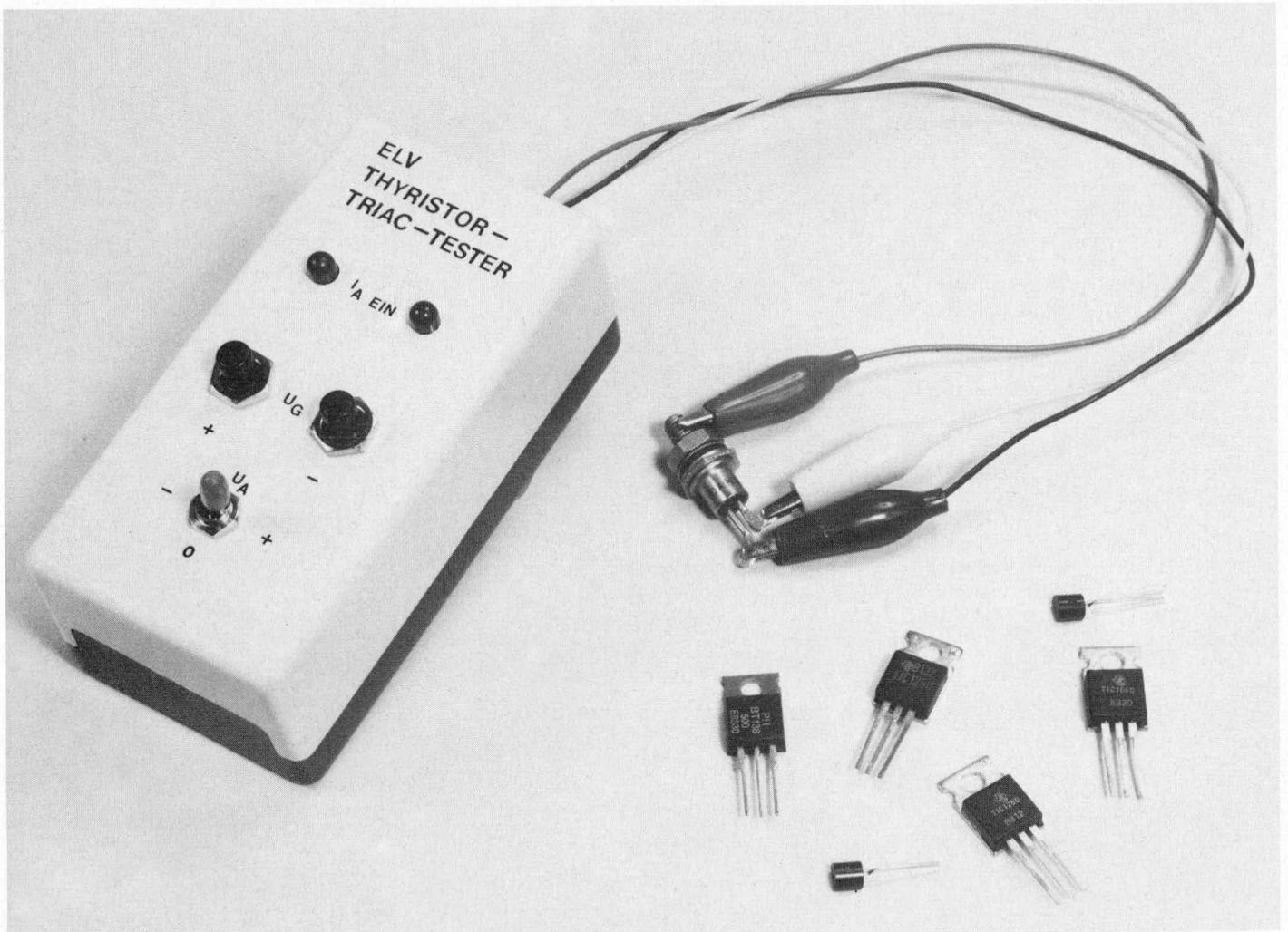
oben: Bestückungsseite der Anzeigenplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers  
links: Bestückungsseite der Basisplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers



oben: Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers  
links: Leiterbahnseite der Basisplatine des digitalen Präzisions-Luftdruckmessers



# Einfacher Thyristor-Triac-Tester



***Sowohl Thyristoren als auch Triac's können mit der hier vorgestellten Meßanordnung auf einfache Weise überprüft werden.***

## ***Allgemeines***

Ein Transistor kann allein mit Hilfe eines einfachen analogen Ohmmeters auf seine grundsätzliche Funktionsweise hin überprüft werden. Bei einem Thyristor oder Triac sieht dies schon etwas komplizierter aus. Wir stellen Ihnen daher in diesem Artikel eine kleine Schaltung vor, mit deren Hilfe sowohl Thyristoren als auch Triac's auf ihre grundsätzliche Funktionsweise hin überprüft werden können.

Bevor wir auf die Schaltungsbeschreibung eingehen, wollen wir jedoch kurz das Verhalten von Thyristoren und Triac's beleuchten.

Ein Thyristor ist eine steuerbare Diode.

In der Sperr-Richtung verhält er sich exakt wie eine Diode, d. h. es fließt kein Strom, sofern an der Katode (Pfeilspitze) eine positive Spannung gegenüber der Anode anliegt.

Wird die Spannung umgepolt, d. h. die

Anode ist gegenüber der Katode positiv, ist ein Thyristor, anders als bei einer normalen Diode, noch immer gesperrt. Sobald jetzt ein Steuerstrom auf das Gate gelangt, steuert ein Thyristor schlagartig durch.

Auch wenn der Steuerstrom am Gate jetzt abgenommen wird, bleibt ein Thyristor auch weiterhin durchgeschaltet, solange ein ausreichender Versorgungsstrom hindurchfließt.

Erst wenn ein bestimmter, sogenannter Haltestrom, unterschritten wird, beginnt ein Thyristor wieder zu sperren.

Erst ein erneuter Stromstoß am Gate läßt ihn wieder durchschalten.

Ein Triac ist nun nichts anderes als ein doppelter, antiparallel geschalteter Thyristor, d. h. es können beide Stromflußrichtungen geschaltet werden. Er besitzt allerdings ebenfalls nur einen Gateanschluß.

Diese Verhaltensweise ist besonders bei

Wechselspannungen vorteilhaft. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird ein Steuerimpuls auf das Gate des Triac's gegeben, woraufhin dieser durchsteuert. Wenn anschließend der durch den Triac hindurchfließende Wechselstrom seine Polarität wechselt, d. h. „durch Null“ geht, sperrt der Triac automatisch. Erst beim nächsten Steuerimpuls am Gate schaltet er wieder durch.

## ***Zur Schaltung***

Die hier vorgestellte Schaltung überprüft nun nichts anderes als das vorstehend beschriebene Verhalten von Thyristoren und Triac's.

Befindet sich der Schalter S 1 in der eingezeichneten Stellung, so lädt sich der Kondensator C 2 über den Vorwiderstand R 1 und die Diode D 2 auf annähernde Batteriespannung auf. C 1 bleibt entladen, da D 1 gesperrt ist.

Wird jetzt ein Thyristor entsprechend dem

Schaltbild angeschlossen, bleiben die Leuchtdioden D 4 und D 6 zunächst erloschen.

Sobald nun die Taste Ta 2 kurzzeitig betätigt wird, fließt in das Gate des Thyristors über R 5 ein Steuerstrom, der ihn zum Durchschalten bringt. D 4 leuchtet auf. D 6 bleibt erloschen, da D 5 in Sperrrichtung geschaltet ist.

Schaltet man S 1 jetzt kurzzeitig aus, um ihn anschließend in die andere Stellung zu bringen, erlischt D 4. Durch kurzes Betätigen von Ta 2 erhält der Thyristor aus der in C 2 gespeicherten Ladung über R 5 einen erneuten Steuerimpuls. Dieser darf jedoch nicht zum Durchschalten führen, da der Thyristor jetzt in Sperrrichtung geschaltet ist.

Das Verhalten bei einem Triac wäre hier anders. Er würde auch im letztgenannten Fall bei der Verpolung und anschließender Betätigung von Ta 2 durchsteuern.

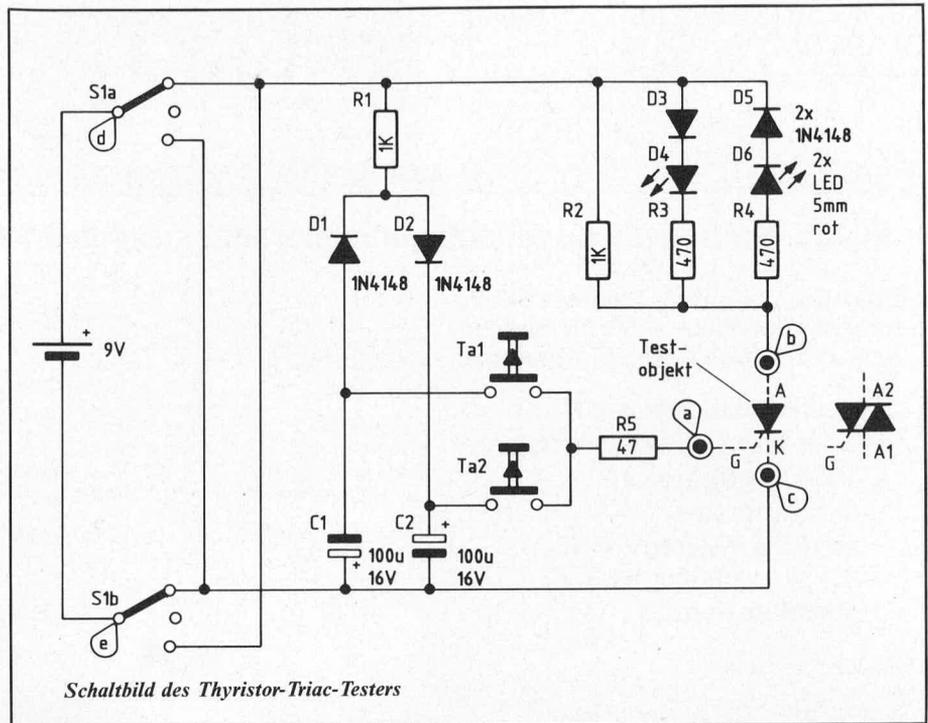
Gleich welche Polarität an einem Triac anliegt, muß dieser sowohl beim Betätigen von Ta 1 als auch beim Betätigen von Ta 2 durchsteuern. Zu beachten ist selbstverständlich, daß die entsprechenden Kondensatoren beim Polaritätswechsel vorher aufgeladen wurden. C 2 lädt sich nur auf, wenn sich S 1 in der eingezeichneten Stellung befindet, während C 1 nur in der anderen Stellung geladen wird.

### Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes sind die Bauelemente in gewohnter Weise auf die Platine zu setzen. Besonderheiten sind hier nicht zu beachten, da keine empfindlichen Bauelemente eingesetzt wurden.

Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sie einschließlich der Batterie in einem kleinen Gehäuse Platz findet.

Die drei Testanschlüsse werden mit flexiblen isolierten Leitungen, an deren Enden Krokoklemmen befestigt sind, nach außen geführt.



Schaltbild des Thyristor-Triac-Testers

### Stückliste Thyristor-Triac-Tester

#### Halbleiter

- D1, D2, D3, D5 ..... 1N4148
- D4, D6 ..... LED, rot, 5 mm

#### Widerstände

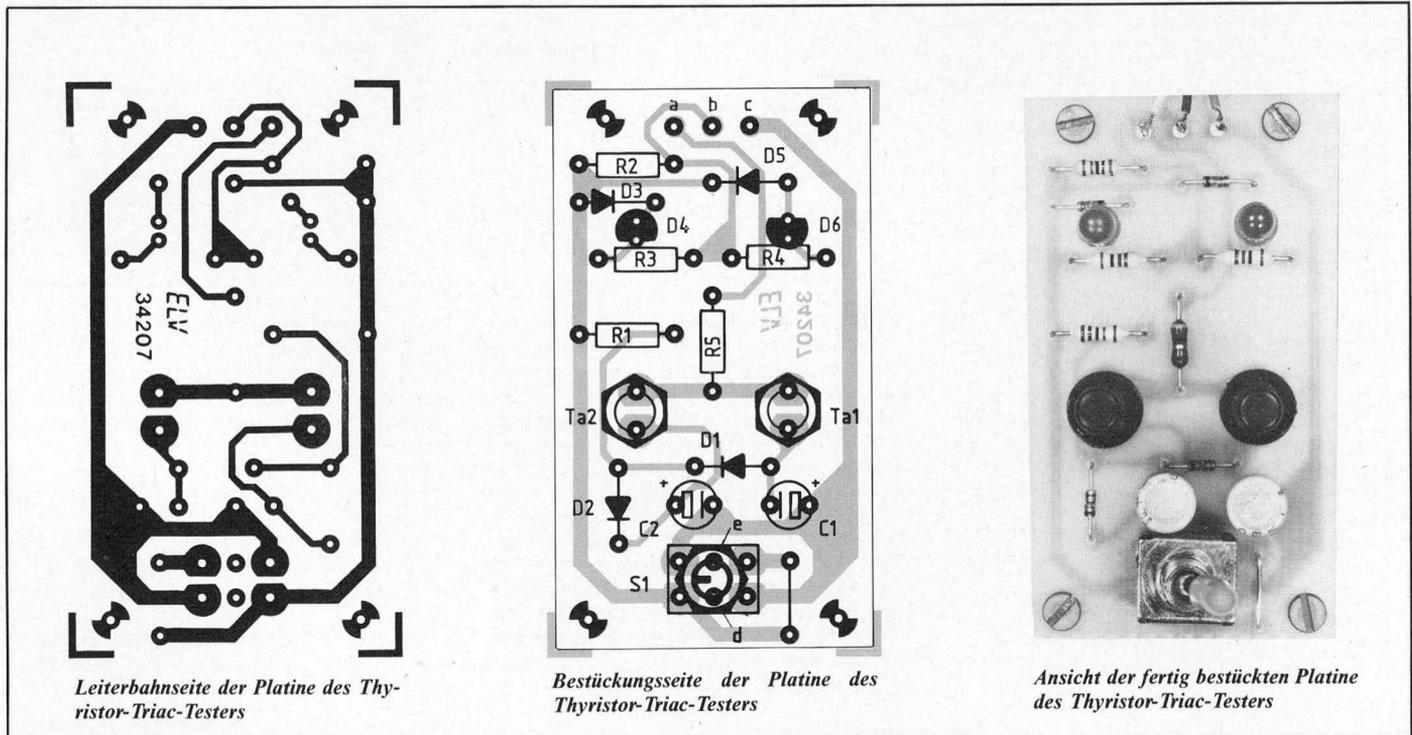
- R1, R2 ..... 1 k $\Omega$
- R3, R4 ..... 470  $\Omega$
- R5 ..... 47  $\Omega$

#### Kondensatoren

- C1, C2 ..... 100  $\mu$ F/16 V

#### Sonstiges

- 1 Schalter 2 x um, mit Mittelstellung
- 2 Taster Schließer
- 1 9 V-Batterieclip
- 4 Abstandsrollchen 15 mm
- 4 Schrauben M 3 x 20 mm
- 3 Lötstifte
- 3 Miniatur-Krokoklemmen



Leiterbahnseite der Platine des Thyristor-Triac-Testers

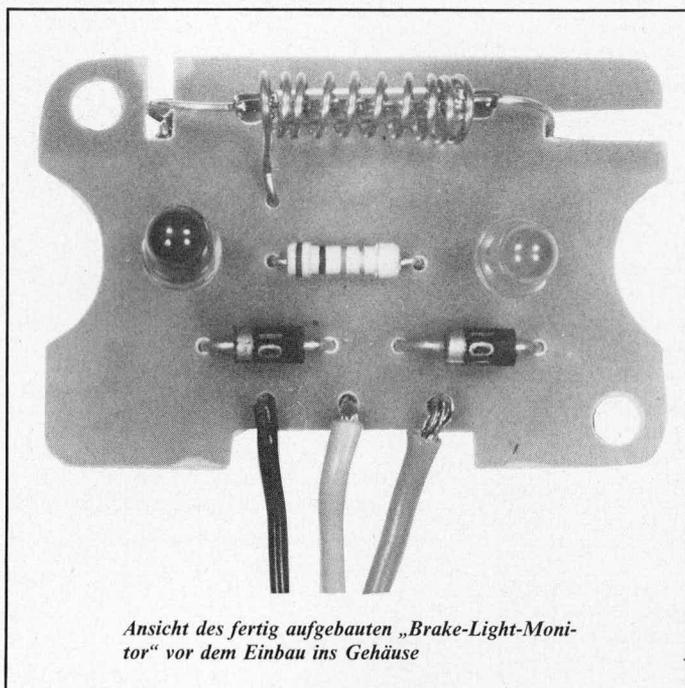
Bestückungsseite der Platine des Thyristor-Triac-Testers

Ansicht der fertig bestückten Platine des Thyristor-Triac-Testers

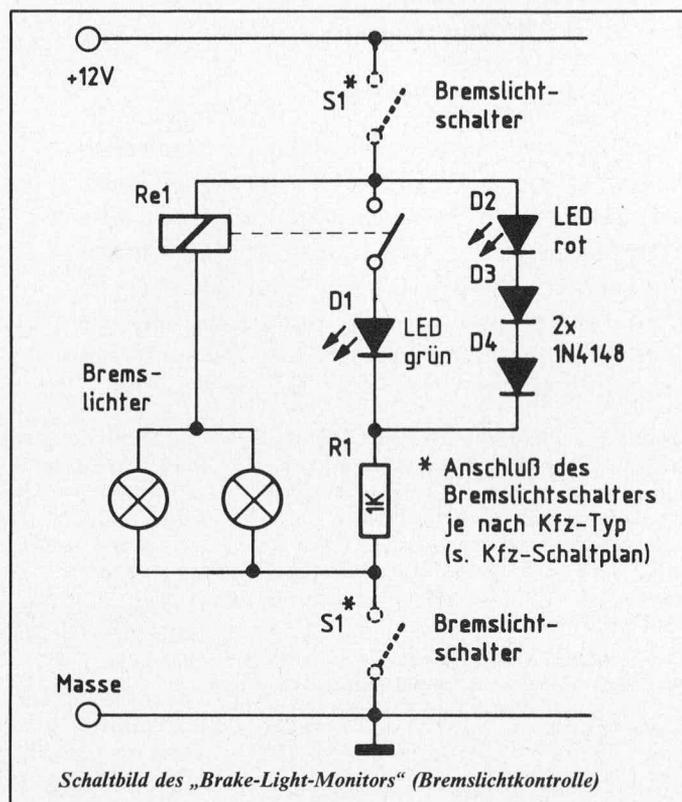
# Bremslichtkontrolle



Wie mit verhältnismäßig einfachen Mitteln eine Bremslichtkontrolle aufgebaut werden kann, zeigt diese kleine Schaltung.



Ansicht des fertig aufgebauten „Brake-Light-Monitor“ vor dem Einbau ins Gehäuse



Schaltbild des „Brake-Light-Monitors“ (Bremslichtkontrolle)

## Allgemeines

Damit ein Ausfall der Bremsleuchten im Kfz sofort erkannt wird, bedient man sich zweckmäßigerweise der Elektronik. Da im vorliegenden Fall außer den beiden Anzeige-LED's (grün für „in Ordnung“, rot für „Ausfall“) nur noch vier weitere Bauelemente erforderlich sind, ist die Schaltung besonders interessant und sehr preiswert.

## Funktionsweise

Bei unbetätigtem Bremspedal, d. h. bei offenem Kontakt des Bremslichtschalters, ist die Kontrollschaltung stromlos.

Wird durch Betätigen des Bremspedals der Bremslichtschalter geschlossen, so erhält die Schaltung ihre Versorgungsspannung.

Sind beide Bremsleuchten in Ordnung, so ist der Stromfluß durch die Spule des Reed-Relais ausreichend, um den Reed-Kontakt zu schließen. Die grüne Leuchtdiode erhält über den Vorwiderstand (1 k $\Omega$ ) ihren Versorgungsstrom und leuchtet auf. Da der Spannungsabfall an der grünen Leuchtdiode ca. 2 V beträgt, bleibt die rote Leuchtdiode erloschen, da diese zum Aufleuchten eine

Spannung von ca. 1,3 V zuzüglich der beiden Spannungsabfälle von je 0,6 V der beiden in Reihe geschalteten Dioden benötigt (insgesamt also 2,5 V).

Bei Ausfall einer oder beider Bremsleuchten fließt entweder ein zu geringer oder auch gar kein Strom durch die Spule des Reed-Relais, und der Reed-Kontakt bleibt bei Betätigung des Bremspedals geöffnet. Jetzt fließt der Strom durch einen 1 k $\Omega$  Vorwiderstand über die rote Leuchtdiode und den beiden hierzu in Reihe geschalteten Dioden, da der Strompfad zur grünen Leuchtdiode unterbrochen bleibt.

Die Besonderheit der Schaltung liegt u. a. in der Ausführung des Reed-Relais.

Hierbei handelt es sich um einen einfachen kleinen Reed-Kontakt, um den eine selbst gewickelte Spule mit ca. 10 Windungen gelegt wird. Durch diese Spule fließt der Strom für die Bremsleuchten, d. h. die Drahtstärke für die Wicklung der Spule muß ausreichend dimensioniert sein (ca. 1 mm Durchmesser).

Ggf. muß mit der Anzahl der Windungen, je nach Empfindlichkeit des verwendeten

Reed-Kontaktes, etwas experimentiert werden. Der Kontakt sollte zuverlässig geschlossen werden, sofern beide Bremsleuchten einwandfrei arbeiten, während er bereits geöffnet bleiben muß, wenn eine der beiden Bremsleuchten ausfällt. Bei Ausfall beider Bremsleuchten fließt selbstverständlich in keinem Fall Strom durch die Wicklung des Reed-Relais, da dann der Strompfad ganz unterbrochen wird.

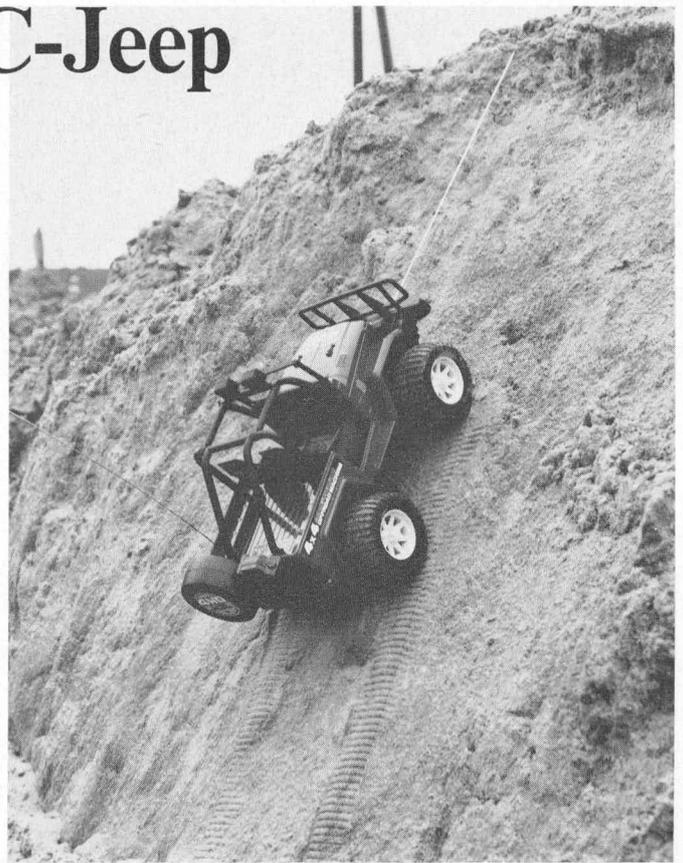
Die Schaltung ist sowohl für Fahrzeuge geeignet, bei denen der Bremslichtschalter in Plus- als auch in der Minus-Leitung liegt.

## Zum Nachbau

Auf die Veröffentlichung eines Layouts haben wir im vorliegenden Fall verzichtet, da die wenigen Bauelemente leicht auf eine kleine Lochrasterplatte oder aber auf eine selbst entworfene Platine gesetzt werden können.

Darüber hinaus kann auch das fertige Gerät bei der Firma Völkner Elektronik, Postfach 53 20 in 3300 Braunschweig, zum Preise von DM 12,95 bestellt werden („Brake-light-Monitor“).

# Multi-Funktions-RC-Jeep



*Gerade noch rechtzeitig zum Sommer können wir Ihnen ein wirklich außergewöhnliches funkferngesteuertes Modell eines „TOYOTA JEEP 4x4 POWER-WINDER“ im Maßstab 1:11 vorstellen.*

*Die Steuerung erfolgt über eine Mehrkanal-Digital-Proportional-Funkfernsteuerung. Neben einem „echten“ Allrad-Antrieb, der dem Fahrzeug besondere Fahrleistungen und extreme Steigfähigkeiten verleiht, besitzt das Modell eine starke Hochleistungs-Motorwinde sowie viele weitere interessante Eigenschaften, die dem Anwender eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten bieten.*

Bevor wir auf den von uns durchgeführten Praxistest und die von uns gemachten Erfahrungen eingehen, wollen wir zunächst die umfangreichen Leistungsdaten dieses außergewöhnlichen Modells des „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“ beschreiben.

Das Fahrzeug wird über eine Digital-Proportional-Mehrkanal-Funkfernsteuerung mit einem Aktionsradius von ca. 100 m kontrolliert.

Zur Steuerung der Fahrleistungen besitzt der Sender zwei selbstneutralisierende Regler zur stufenlosen Steuerung der Geschwindigkeit (vorwärts, rückwärts, stopp) sowie ebenfalls zur selbstverständlich stufenlosen Fahrtrichtungsvorgabe (rechts, links).

Am Fahrzeug selbst kann darüber hinaus mit einem Schalter der Hauptantriebsmotor vom Fahrwerk abgekoppelt und auf die Hochleistungs-Motorwinde geschaltet werden. Mit dem Sender ist jetzt eine Steuerung der Seilwinde möglich.

Durch die extrem starke Hochleistungs-Motorwinde ist es möglich, daß sich das Fahrzeug selbst senkrecht hochziehen kann. Dies ist um so bemerkenswerter, als das Fahrzeug aufgrund seiner sehr soliden Bauweise ein verhältnismäßig großes Eigengewicht im „vollbetankten“ Zustand, d. h., einschließlich der Batterien aufweist.

Darüber hinaus können am Fahrzeug mechanisch zwei Grundgeschwindigkeiten mit dem Getriebe eingestellt werden, die dann ihrerseits wieder mit dem Sender von 0 bis zum Maximum stufenlos zu steuern sind. Der Heckantrieb erfolgt über eine Pendelachse, die für den Betrieb im extremen Gelände zusätzlich arretierbar ist.

Die Verbindung zum Frontantrieb erfolgt über eine Kardanwelle, die auf ein Differentialgetriebe zwischen den Vorderrädern arbeitet. Auf diese Weise wird jeder einzelne der supergroßen Luft-Profilreifen optimal angetrieben.

Das Fahrzeug selbst erreicht hierdurch eine extreme Steigleistung von ca. 48° entsprechend über 100 % (!).

Durch die abgekapselte Getriebebox sowie den Rammenschutz vorn und hinten ist das Fahrzeug weitgehend vor Beschädigungen und Verschmutzungen der „lebenswichtigen“ Teile geschützt.

Als zusätzliche Features besitzt das Fahrzeug Frontscheinwerfer, die während der Fahrt bzw. beim Betrieb der Hochleistungs-Motorwinde automatisch aufleuchten, sowie am Sender eine Fein-Trim-Einstellung.

Der Betrieb des Senders erfolgt über eine 9 Volt-Blockbatterie, während im Fahrzeug für den Haupt-Antriebsmotor 4 NC-Akkus sowie für den Empfänger ebenfalls eine 9 Volt-Blockbatterie vorgesehen sind.

Durch den sehr starken Hauptantriebs-Motor, der z. B. beim Betrieb mit der Hochleistungs-Motorwinde Lasten von mehreren kg senkrecht zu heben in der Lage ist, tritt verständlicherweise eine hohe Strombelastung der Antriebsakkus auf — auch wenn diese im allgemeinen nur kurzzeitig ist. Hierdurch sinkt je nach momentaner Belastung die Spannung an den Antriebsakkus ab, was wiederum zu Störungen der Empfänger- und Steuerelektronik führen könnte.

Der Einsatz eines separaten 9 Volt-Blockakkus (bzw. Batterie) schließt eine Beeinflussung jedoch aus, und läßt das Fahrzeug in allen Belastungszuständen sicher

und zuverlässig auf die Senderbefehle reagieren.

Abschließend noch kurz die Abmessungen des „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“:

Sowohl die Höhe als auch die Breite liegt bei ca. 160 mm bei einer Länge von gut 290 mm.

Der Reifendurchmesser beträgt 65 mm bei einer Breite von 32 mm.

## Testbericht

Bei dem „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“ handelt es sich um eine Neuentwicklung mit bestechenden Leistungsmerkmalen wie eingangs bereits erwähnt.

Die technischen Daten und Leistungsmerkmale wurden von uns zuverlässig ermittelt und überprüft.

Die gesamte Verarbeitung des Fahrzeuges ist grundsolide und sorgfältig ausgeführt.

Das Chassis sowie die gesamte übrige Karosserie sind aus stabilem hochschlag- und stoßfestem Kunststoff gefertigt. Höher beanspruchte Mechanikteile wie Kardanwelle usw. bestehen aus massivem, rostfreiem Stahl.

In der ersten Geschwindigkeitsstufe erweist sich die Untersetzung als optimal ausgelegt, selbst für schwierigstes Gelände und extreme Steigungen. Es mutet schon faszinierend an, wenn das Fahrzeug auf einer Steigung von 100 % (45°) anfährt. Die maximale Steigleistung liegt bei 48° (ca. 110 %!). Dies ist nur möglich durch eine optimale Schwerpunktgestaltung in Verbindung mit einem Hochleistungs-Elektro-Antriebsaggregat.

So fährt sich das Fahrzeug auch in unwegsamem Gelände auf Schotter, schwerbefahrbarem Sand, Kies, Rasenflächen usw.

angenehm und problemlos. Steigungen, Schrägen, Schlaglöcher usw. sind für den „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“ kein Problem.

Unmögliche Passagen bis hin zum senkrechten Hochziehen werden mit der starken Hochleistungs-Motorwinde bewältigt.

Schaltet man am Fahrzeug mechanisch in den zweiten Getriebeengang um, so entwickelt das Modell beachtliche Schnellfahrleistungen. Die in diesem Fahrbereich gewählte Übersetzung des Getriebes ist speziell auf das Erreichen einer hohen Endgeschwindigkeit ausgelegt, und daher in erster Linie für gut befahrbare Gelände geeignet.

Der breite Radabstand in Verbindung mit den supergroßen Luft-Profilreifen läßt das Fahrzeug sicher auf der Fahrbahn liegen, so daß selbst abrupte Richtungsänderungen bei Maximalgeschwindigkeit ein Überrollen verhindern.

Die Empfängerstromaufnahme liegt bei ca. 20 mA, was einer Betriebszeit von 5–20 Stunden entspricht, je nach Art des verwendeten 9 Volt-Blockakkus bzw. der verwendeten 9 Volt-Blockbatterie.

Der Sender benötigt knapp die doppelte Leistung, wodurch sich die Betriebsdauer des dort eingesetzten 9 Volt-Blockes im Vergleich zum Empfänger halbiert.

Je nach Fahrweise gestatten die 4 NC-Akkus (UM 2/„Baby“) eine Betriebszeit von 1–2 Stunden.

Mit der eingebauten Ladebuchse können diese NC-Akkus mit einem passenden kleinen Ladegerät einfach wieder aufgeladen werden, ohne daß sie dazu aus dem Fahrzeug entnommen werden müssen.



Wie auch der im ELV journal Nr. 30 vorgestellte superschnelle RC BMW-M1 — ebenfalls im Maßstab 1:11 — so läßt sich auch der „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“ komplett warten. Die solide, robuste Bauweise läßt zwar lange, wartungsfreie Betriebszeiten zu, jedoch ist es bei so hochwertigen Modellen sinnvoll, die Frage der Wartung in guten Händen zu wissen.

Im Fall des Falles wird das Fahrzeug einfach an die Zentrale Servicestelle gesandt, die alle erforderlichen Arbeiten im allgemeinen innerhalb einer Woche zu Kulanzpreisen ausführt.

Zur Aufladung der 4 Stück 1,2 V NC-Akkus (1,2 Ah oder 2,0 Ah) kann das preiswerte Steckernetzteil mit der ELV Bestell-Nr. 157 ST zum Preise von DM 14,50 verwendet werden. Welche Schalterstellungen das am Steckernetzteil befindlichen Wahlschalters für die entsprechenden Ladeströme gewählt werden sollten, entnehmen Sie bitte aus Tabelle I.

Der „TOYOTA JEEP 4 x 4 POWER-WINDER“ (Karosserie: rot — Chassis: schwarz) wird ab Sept. für unsere Leser zu einem Vorzugspreis lieferbar sein. Bitte sehen Sie hierzu auch die Seite 17 in dieser Ausgabe.



Tabelle I			
NC-Akku-Typ UM2/„Baby“	Schalterstellung am Steckernetzteil (Best.-Nr. 157 ST)	Ladestrom* (ca. Werte)	Ladezeit (ca. Werte)
4 x NC/1,2 Ah	4,5 V	100 mA	6 h
4 x NC/1,2 Ah	6 V	200 mA	8 h
4 x NC/2,0 Ah	4,5 V	120 mA	24 h
4 x NC/2,0 Ah	6 V	240 mA	12 h
6 x NC/1,2 Ah	7,5 V	100 mA	6 h
6 x NC/1,2 Ah	9 V	200 mA	8 h
6 x NC/2,0 Ah	7,5 V	120 mA	24 h
6 x NC/2,0 Ah	9 V	240 mA	12 h

\*Bei Abweichungen der Netzwechselfspannung vom Nennwert (220 V~) können auch die Ladeströme in gewissen Grenzen schwanken. Dies ist im allgemeinen jedoch unwesentlich, sofern keine extremen Netzspannungsschwankungen auftreten.

# ELV-HiFi-Labor

## Leistungsfähige

## HiFi-Baßreflex-

## Regalbox BR 60



Vielfach besteht der Wunsch nach besonders kleinen Lautsprecherboxen, die sich aufgrund ihrer geringen Abmessungen beinahe überall diskret aufstellen lassen.

Leider sind kleinen Boxen in der Tiefton-Wiedergabe gewisse Grenzen gesetzt, die aber zum Teil durch geeignete Konstruktionsmöglichkeiten ausgeglichen werden können. Daher ist die BR 60 mit einem besonders kräftigen Baßlautsprecher ausgerüstet. Durch die Baßreflex-Technik wird der Tieftonbereich weiterhin verbessert. Natürlich kann die BR 60 in der Baßfülle nicht mit einer großvolumigen Box wie etwa

der BR 150 mithalten. Die Wiedergabe-Qualität ist jedoch — besonders im Vergleich mit Boxen ähnlicher Größe — erstaunlich gut. Im Mittel-Hochtonbereich ergeben sich gegenüber größeren Boxen keinerlei konstruktionsbedingte Nachteile.

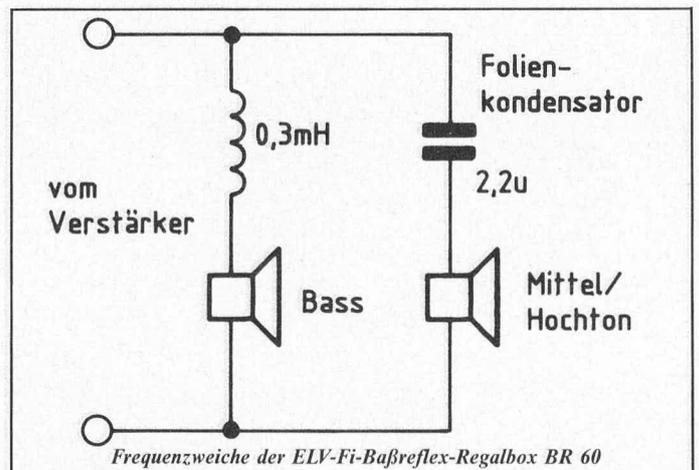
Die Verwendung eines 185 mm Baßlautsprechers bietet wie in diesem Falle den angenehmen Vorteil, daß die Box ohne Klang-einbußen in 2-Weg-Technik konstruiert werden konnte. Er übernimmt die Schallabstrahlung im Mitteltonbereich und wird nach oben hin durch eine in Serie geschaltete Spule von 0,3 mH begrenzt. Diese Luftspule

besitzt einen niedrigen Innenwiderstand von kleiner 0,5  $\Omega$  und bewirkt so nur geringe Verluste.

Das Hochtonsystem wird über einen MKT-Folienkondensator von 2,2  $\mu\text{F}$  angesteuert. Es wird damit sanft an den Baß-Mitteltöner angekoppelt. Die Lautsprechersysteme sind so ausgelegt, daß sich mit dieser Frequenzweiche ein optimales Klangresultat einstellt. Eine größere Flankensteilheit würde zu stärkeren Phasenverschiebungen führen und die Ausgewogenheit des Klangbildes mindern.

### Technische Daten: BR 60

Frequenzgang:	38–21 000 Hz
Schalldruck (1 W/1 m):	92 dB (1 W/1 m)
Belastbarkeit sinus nach DIN:	40 Watt
Belastbarkeit Musik nach DIN:	65 Watt
Impulsleistung:	100 Watt
Impedanz:	8 $\Omega$
Gehäusemaße (außen): H x B x T:	330 x 210 x 140 mm
Bruttovolumen:	10 l
Gewicht:	ca. 4 kg



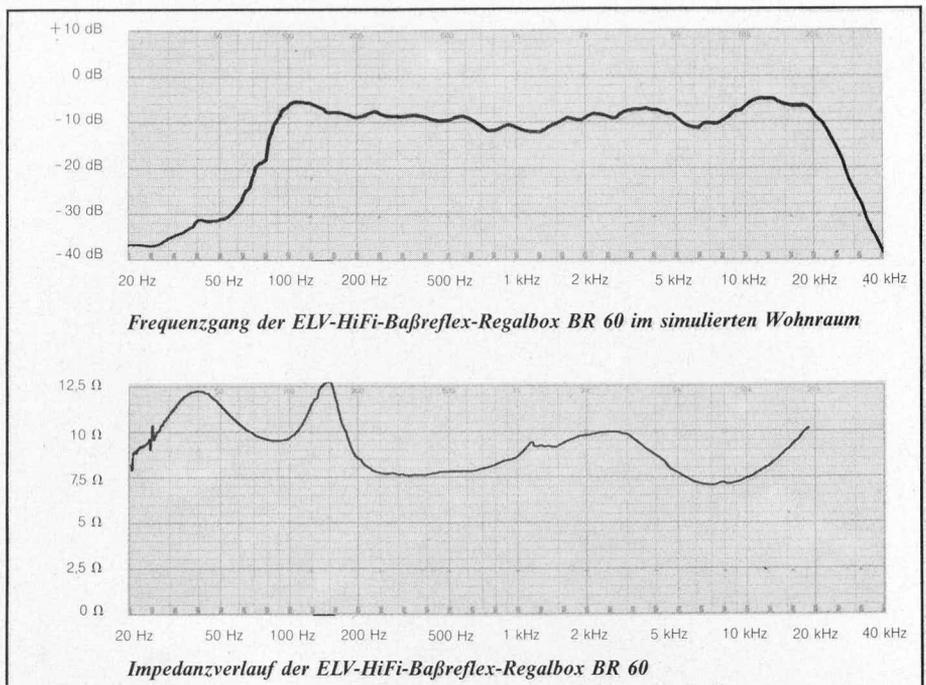
## Aufbau

Der Bausatz der BR 60 besteht aus einem komplett vorgefertigten Falzgehäuse, das lediglich noch in Form geklappt werden muß, nachdem vorher Leim in die auf Gerung geschnittenen Ecken gegeben wurde. Die Schallwand ist bereits fertig ausgeschnitten und furniert und muß lediglich noch an der dafür vorgesehenen Stoßkante festgeleimt werden.

Nach ca. 1 Stunde Trockenzeit werden die Lautsprechersysteme von außen auf die Schallwand geschraubt. Die Baßreflex-Öffnung bildet ein genau dimensionierter Ausschnitt in der Schallwand. Anschließend wird die Frequenzweiche auf dem Boden des Gehäuses verschraubt und die Lautsprechersysteme werden über die mitgelieferten Kabel mit den entsprechenden Anschlüssen der Frequenzweiche verbunden. Die Frequenzweiche wird übrigens fertig aufgebaut und geprüft dem Bausatz beigegeben.

Nun erfolgt bei kleiner Lautstärke ein Funktionstest. Bei einer evtl. Fehlfunktion sind alle Lötstellen noch einmal zu überprüfen. Das Gehäuseinnere wird daraufhin zu ca. 50 % mit dem gelieferten Dämpfungsmaterial gefüllt. Die Box ist nun soweit fertiggestellt, daß die Rückwand eingeleimt werden kann.

Nach ca. einer Stunde Trockenzeit ist die BR 60 einsatzbereit. Im Bausatz der BR 60 sind alle Bauteile für einen abnehmbaren Spannrahmen einschl. Stoff enthalten.



Somit läßt sich die BR 60 wirklich diskret in jedem Bücherregal verstecken. Sie kann natürlich auch mit abgenommenem Spannrahmen betrieben werden — die Lautsprechersysteme sind dann durch die integrierten Abdeckgitter geschützt.

Das Klangbild der BR 60 ist ausgewogen und harmonisch, mit leicht angehobenem Hochtonbereich. Sie kann aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit von 92 dB (1 w/1m)

und ihrer Impedanz von 8  $\Omega$  mit jedem Verstärker von 5–100 Watt problemlos betrieben werden. Sollte die Verstärkerleistung über die maximale Belastbarkeit der Box hinausgehen, ist natürlich zu beachten, daß der Lautstärke-Regler nicht vollständig aufgedreht werden darf.

Die BR 60 ist im übrigen bestens geeignet, um als zweites Lautsprecher-Paar mit einem bereits vorhandenen kombiniert zu werden.

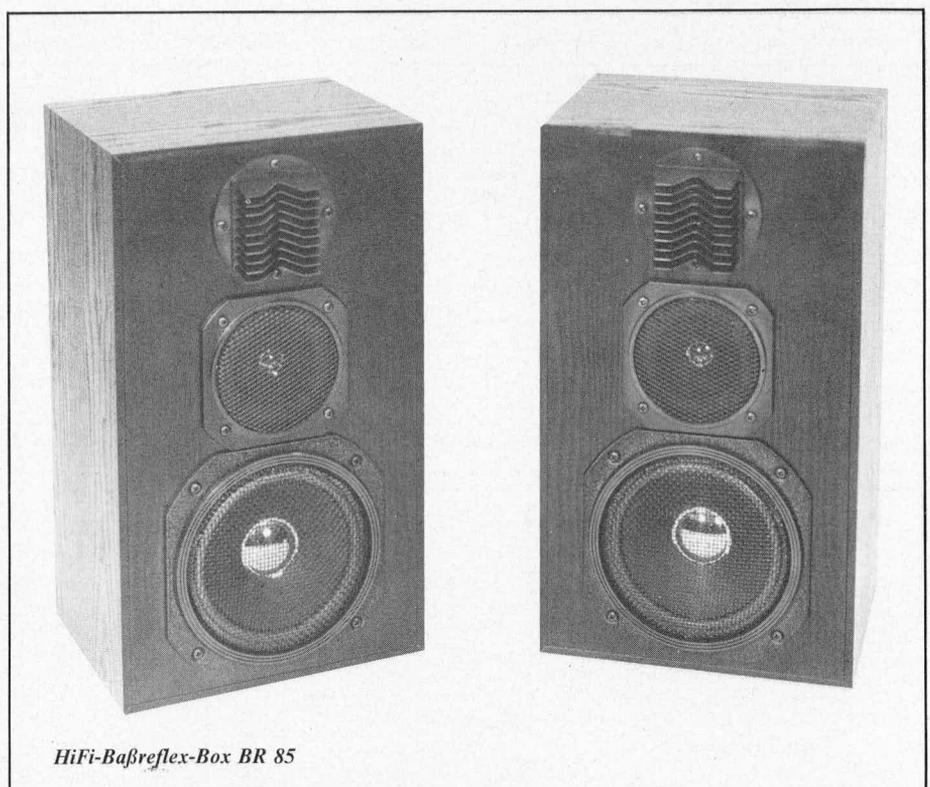
## NEU: Baßreflexboxen BR 85 und BR 150

Weiterentwicklung der ELV-Boxen BR 80 und BR 130

Wie alle anderen technischen Geräte unterliegen auch Lautsprecherboxen einer ständigen Weiterentwicklung. So wurden auch die Baßreflex-Boxen ELV BR 80 und BR 130 im Labor überarbeitet.

Die BR 80 wurde mit einem neuen Tieftonsystem ausgerüstet, das einen um 25 % vergrößerten Magneten aufweist. Dadurch wurde die Baßleistung verbessert und vor allem die Präzision der Baßwiedergabe gesteigert. Die Belastbarkeit erhöhte sich außerdem durch diese Maßnahme auf 85/60 Watt, der Wirkungsgrad beträgt 93 dB (1 W/1 m). Die Vorderkanten des BR 85-Gehäuses sind künftig gerundet. Um Kantenreflexionen vorzubeugen.

Umfangreiche Veränderungen wurden auch an der BR 130 vorgenommen. Besonders hervorzuheben ist hierbei der neue Baßlautsprecher, der mit 285 mm Durchmesser für eine machtvolle und präzise Baßwiedergabe sorgt. Er ist mit einer 25 mm Aluminium-Schwingspule ausgerüstet. Der Magnet besitzt einen tiefgezogenen Polkern, wodurch das System einen besonders langen Hub ohne Beschädigungen ausführen kann. Insgesamt ist das Baß-System so hochwertig konzipiert, daß es auch härtesten Beanspruchungen standhält und





HiFi-Baßreflex-Box BR 150

Freunde einer machtvollen Baßwiedergabe begeistern wird.

Da sich hochwertige HiFi-Wiedergabe nicht nur im Baßbereich abspielt, wurde ein in Klangcharakteristik und Wirkungsgrad dem Tieftöner angepaßtes Mittelton-System neu entwickelt.

Der Hochtöner dieser Box ist besonders

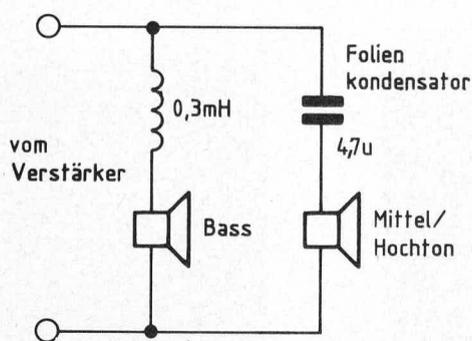
kräftig, hierfür ist ein hochwertiger Magnet verantwortlich, der beinahe den gleichen Durchmesser wie das gesamte Lautsprechersystem besitzt. Der Schalldruck der BR 150 steigt oberhalb von 10 kHz von 94 auf 96 dB an, womit die Box angenehm brillant in Erscheinung tritt.

Selbstverständlich wurde auch eine neue Frequenzweiche mit 12 dB Flankensteilheit

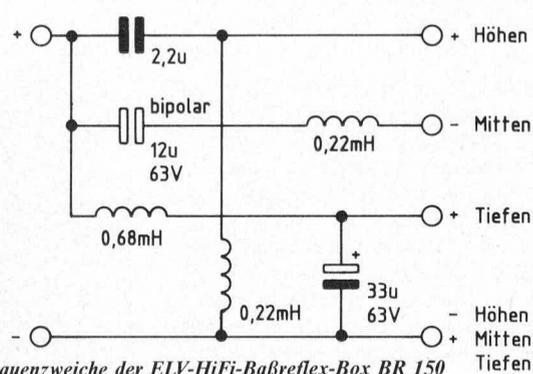
entwickelt, die fertig aufgebaut im Bausatz enthalten ist.

Die Vorderkanten der BR 150 sind ebenfalls künftig gerundet, um Kantenreflexionen zu vermindern.

Besonders stolz sind wir jedoch darauf, daß sich trotz der vielen neuen Vorzüge der Preis gegenüber der BR 130 nicht verändert hat.



Frequenzweiche der ELV Low-Cost-HiFi-Baßreflex-Box BR 85



Frequenzweiche der ELV-HiFi-Baßreflex-Box BR 150

### Technische Daten: BR 85

Frequenzgang: 33-21 000 Hz  
 Schalldruck (1 W/1 m): 93 dB  
 Belastbarkeit  
 sinus nach DIN: 60 W  
 Belastbarkeit  
 Musik nach DIN: 85 W  
 Gehäusemaße (außen):  
 H x B x T: 430 x 250 x 200 mm  
 Bruttovolumen: 20 l  
 Gewicht: ca. 6 kg

### Technische Daten: BR 150

Frequenzgang: 27-21 000 Hz  
 Schalldruck (1 W/1 m): 94 dB  
 Belastbarkeit  
 sinus nach DIN: 100 W  
 Belastbarkeit  
 Musik nach DIN: 150 W  
 Gehäusemaße (außen):  
 H x B x T: 525 x 310 x 290 mm  
 Bruttovolumen: 50 l  
 Gewicht: ca. 12 kg

# Grundbauelemente der Elektrotechnik

## Teil 5

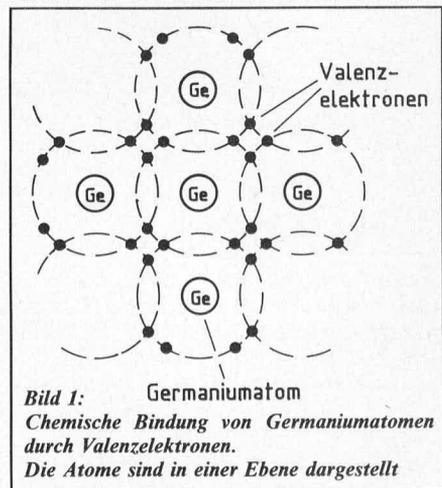
Ab dem hier vorliegenden Teil 5 wollen wir uns mit dem weiten Gebiet der Halbleiter befassen. Grundbestandteil aller Halbleiter, wie Dioden, Transistoren und Thyristoren, um nur einige zu nennen, ist ein Halbleiterwerkstoff.

### 3. Halbleiterbauelemente

#### 3.1 Das halbleitende Material

Halbleiter bestehen aus festen Stoffen, deren Atome bzw. Moleküle regelmäßig angeordnet sind. Der Aufbau ist kristallin. Bei Zimmertemperatur ist ihre elektrische Leitfähigkeit sehr gering. Der spezifische Widerstand liegt zwischen dem Widerstand von Metall und dem Widerstand von Isolierstoffen. Deshalb nennt man sie Halbleiter. Die gebräuchlichsten Halbleiter sind Germanium und Silizium. Nachstehend soll die Wirkungsweise der Halbleiter anhand des Werkstoffes Germanium näher erläutert werden. Beim Silizium sind die atomaren Vorgänge sehr ähnlich.

In der äußeren Schale des Germaniumatoms wie auch des Siliziumatoms sind vier Elektronen. Sie bewirken die chemische Bindung zwischen den Atomen. Diese Elektronen nennt man Valenzelektronen. Jedes Valenzelektron gehört zum eigenen Atom und zu einem benachbarten Atom.

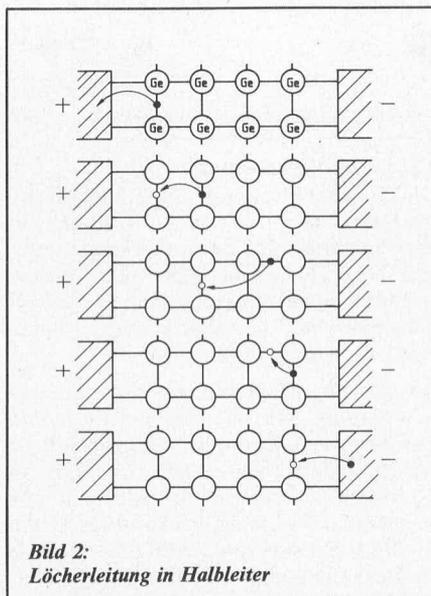


Dadurch sind die Atome untereinander verbunden. Ein Valenzelektron kann sich bei niedriger Temperatur nicht von seinem Platz entfernen. Der Kristall leitet bei dieser Temperatur nicht. Bei Zimmertemperatur jedoch sind die Halbleiteratome immer in Bewegung. Sie schwingen schnell um ihre Ruhelage hin und her. Dadurch entfernen sich einige Valenzelektronen von ihren Atomen und können sich frei im Kristallgitter bewegen. Legt man an einen solchen Kristall eine Spannung, so bewegen sich diese freigewordenen Elektronen vom Minuspol zum Pluspol der angelegten Spannung. Die freibeweglichen Elektronen nennt man auch Leitungselektronen.

Entfernt sich ein Elektron aus seiner Gitterbindung, dann hinterläßt es eine Lücke,

die auch als Loch bezeichnet wird. Die Löcher tragen ebenfalls zur Stromleitung bei, denn jedes Loch kann wieder ein Elektron aufnehmen. Liegt am Halbleiter eine Spannung, so springt ein benachbartes Valenzelektron in das Loch hinüber. Dabei hinterläßt dieses Valenzelektron ein neues Loch.

Durch dauernde Wiederholung dieses Vorganges wandert scheinbar das Loch durch den ganzen Kristall. Bei dieser „Löcherleitung“ wandern die Löcher in Richtung vom Pluspol zum Minuspol, wie positiv geladene Teilchen, entgegen den Elektronen.

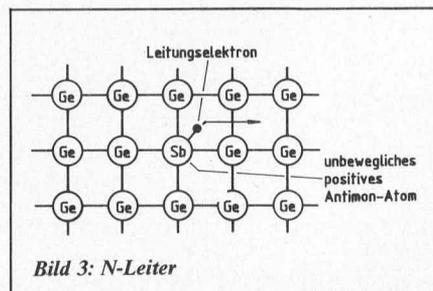


Bei höheren Temperaturen entstehen im Halbleiter mehr Leitungselektronen und entsprechend mehr Löcher. Der Widerstand von Halbleitern nimmt somit bei Temperaturerhöhung ab.

#### 3.1.1 N- und P-leitendes Material

Durch sehr geringe, exakt bemessene Einmischung von Fremdatomen, läßt sich die Leitfähigkeit von Germanium bzw. Silizium stark erhöhen. Fremdatome im Kristallgitter erzeugen zusätzliche Leitungselektronen bzw. Löcher. Diese Fremdatome müssen drei oder fünf Valenzelektronen besitzen, also entweder ein Valenzelektron mehr oder ein Valenzelektron weniger als die Atome des Grundmaterials.

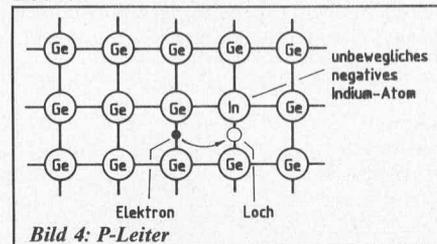
Das Einbringen der Fremdatome in das Kristallgitter nennt man „dotieren“. Baut



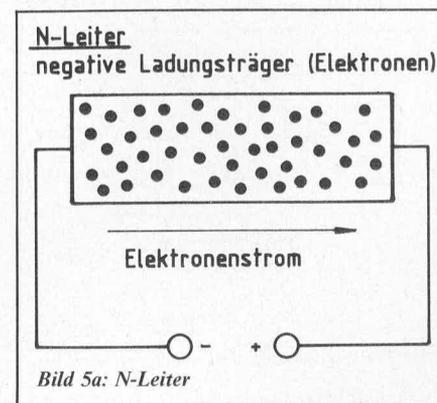
man in das Kristallgitter des Halbleiters Atome mit fünf Valenzelektronen ein, z. B. Antimon oder Phosphor, so erhält man einen N-Leiter.

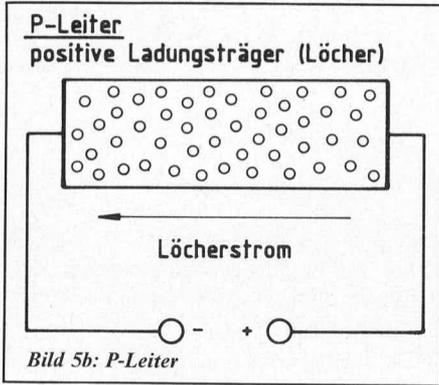
Jedes Antimonatom hat in der äußeren Schale fünf Valenzelektronen. Bei seinem Einfügen in das Kristallgitter werden jedoch nur vier Elektronen zur Bindung gebraucht. Das überschüssige Elektron ist nun frei im Kristall beweglich; es bildet sich also ein Leitungselektron. Entfernt sich dieses von seinem Antimonatom, dann ist das vorher elektrisch neutrale Atom zu einem positiven Ion geworden. Durch den Einbau der Antimonatome im Halbleiterkristall entstehen also überschüssige Leitungselektronen und genau so viele Ionen, die aber im Unterschied zu den Leitungselektronen unbeweglich sind. Der Kristall wirkt nach außen elektrisch neutral.

Beim P-Leiter baut man in das Kristallgitter des Halbleiters Atome mit drei Valenzelektronen ein, z. B. Indium oder Aluminium. Dadurch entstehen überschüssige Löcher.



Jedes Indiumatom hat in seiner äußeren Schale drei Valenzelektronen. Bei seinem Einbau in das Kristallgitter werden jedoch vier Elektronen zur Bindung benötigt. Das fehlende Valenzelektron springt von einer benachbarten Atombindung herüber. Dadurch entsteht ein Loch. Das Indiumatom erhält dabei ein Valenzelektron mehr, als es vorher als elektrisch neutrales Atom hatte. Dabei ist es zu einem negativen Ion geworden. Durch den Einbau von Indiumatomen in den Halbleiterkristall entstehen also überschüssige Löcher und genau so viele negative Ionen, die aber im Unterschied zu den Löchern unbeweglich sind. Auch dieser Kristall wirkt nach außen elektrisch neutral.

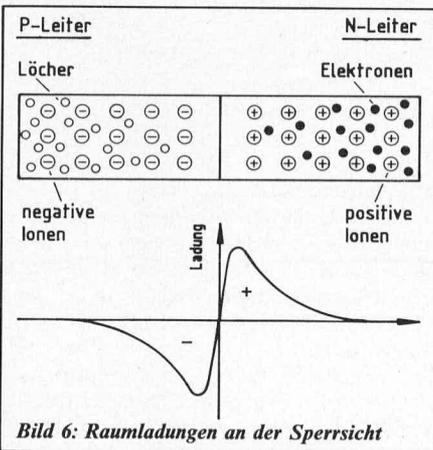




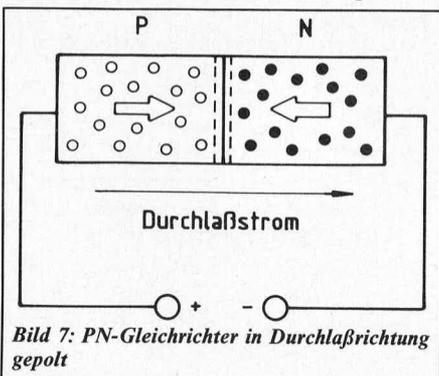
### 3.1.2 Der PN-Übergang

Stellt man einen Halbleiterkristall so her, daß er je zur Hälfte aus einem P-Leiter und einem N-Leiter besteht, die aneinander grenzen, so nennt man dieses einen PN-Übergang.

An der Grenze von P- und N-Leiter dringen durch die normale Wärmebewegung Leitungselektronen vom N-Leiter in den P-Leiter ein und Löcher von dem P-Leiter in den N-Leiter. Diesen Vorgang nennt man „Diffusion“. Jedes Elektron in der Nähe des PN-Überganges besetzt im P-Leiter ein Loch, jedes Loch wird im N-Leiter von einem Elektron besetzt. Dadurch verarmt das Gebiet in der Nähe des PN-Überganges an Ladungsträgern. Der an Ladungsträgern verarmte Bereich wirkt ohne angelegte Spannung wie ein Isolierstoff. Man nennt diesen Bereich „Sperrschicht“. Ihre Dicke beträgt weniger als ein Hundertstel mm.

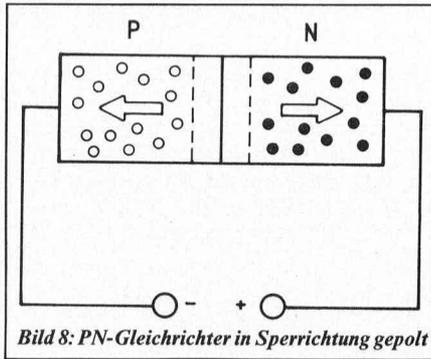


Legt man den P-Leiter eines PN-Überganges an den Pluspol und an den N-Leiter den Minuspol einer Spannungsquelle, so treibt die angelegte Spannung die Leitungselektronen von der Seite des N-Leiters und die Löcher von der Seite des P-Leiters auf die Sperrschicht zu. Die Sperrschicht wird zunehmend abgebaut. Bei höheren Spannungen



gen verschwindet die Sperrschicht ganz. Der PN-Übergang ist so in Durchlaßrichtung gepolt.

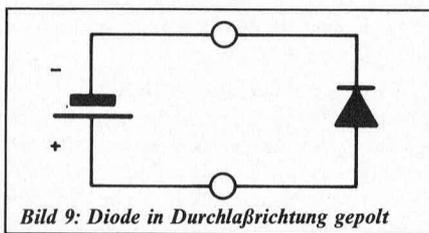
Liegen am P-Leiter der Minuspol und am N-Leiter der Pluspol, so wird die Sperrschicht verbreitert. Der Strom wird in dieser Richtung gesperrt. Erhöht man die Sperrspannung noch mehr, so wird die Sperrschicht immer breiter. Diese Spannung kann jetzt aber Valenzelektronen aus den Kristall-Gitterbindungen in der Sperrschicht losreißen, so daß neue Leitungselektronen und Löcher entstehen. Dadurch fließt ein Sperrstrom.



### 3.2 Gleichrichterdioden

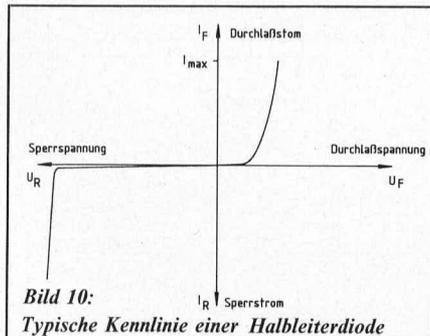
Die Gleichrichterdioden sind wohl die bekannteste Bauform des PN-Überganges. Hierbei unterscheidet man Germanium- und Siliziumdioden, wobei sich Germaniumdioden in ihrer physikalischen Wirkungsweise nur quantitativ von der Siliziumdiode unterscheiden.

Die Gleichrichterwirkung einer Diode beruht darauf, daß sie einer positiven und einer negativen Spannung unterschiedliche Widerstände entgegengesetzt. Wird z. B. an die beiden Pole einer Diode eine Spannung gemäß Bild 9 angelegt, so kann ein Strom fließen (siehe hierzu auch Bild 7), weil die Diode dieser Spannung kaum einen Widerstand entgegengesetzt. Die Diode ist in Durchlaßrichtung gepolt.



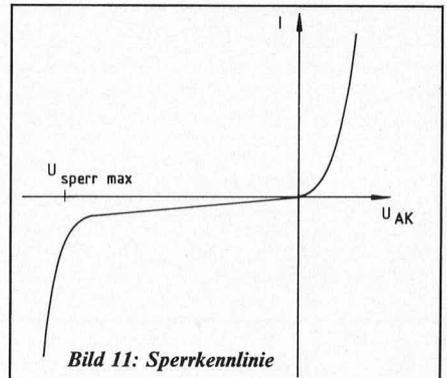
Dreht man die Diode oder die Spannung jedoch um, so kann infolge des großen Sperrwiderstandes fast kein Strom fließen (siehe hierzu auch Bild 8).

Die Diode liegt nun in Sperrichtung.

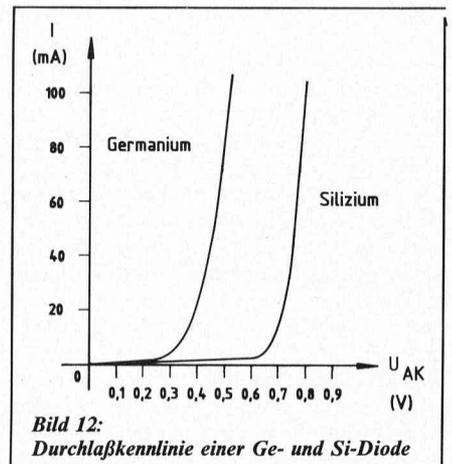


Das Verhalten des Diodenstromes in Abhängigkeit der angelegten Spannung kann man in einer Kennlinie veranschaulichen. Ihr typischer Verlauf ist in Bild 10 dargestellt.

Man kann für jede angelegte Spannung die Größe des fließenden Stromes ablesen. Der Durchlaßstrom steigt bei kleinen positiven Spannungen auf hohe Werte an. Er darf einen bestimmten Maximalwert  $I_{max}$  nicht überschreiten, da die Diode sonst thermisch zerstört wird. Einen groben Anhaltspunkt über den Verlauf der Kennlinie erhält man aus der Angabe der Durchlaßspannung bei 10% des maximalen Stromes. Sie liegt bei Germaniumdioden im Bereich von 0,2 Volt bis 0,4 Volt, bei Siliziumdioden zwischen 0,5 Volt und 0,8 Volt. In Bild 10 erkennt man, daß der Sperrstrom bei hohen Sperrspannungen auf hohe Werte ansteigt. Normale Gleichrichterdioden dürfen in diesem Bereich nicht betrieben werden, weil sonst lokale Erwärmungen zur Zerstörung führen. Die maximale Sperrspannung der Dioden ist je nach Bauart verschieden. Der Sperrstrom ist im Vergleich zum Durchlaßstrom so klein, daß man ihn in Bild 10 kaum erkennen kann. Bild 11 zeigt seinen typischen Verlauf in einem größeren Maßstab. Die Sperrströme von Kleinleistungsdioden liegen bei Germanium im  $\mu A$ -Bereich ( $10^{-6}$  A), bei Silizium im nA-Bereich ( $10^{-9}$  A).



Die Durchlaßspannungen, die etwa 0,3 Volt bei Germanium und 0,7 Volt bei Silizium betragen, nehmen um 100 mV zu, wenn sich der Durchlaßstrom verzehnfacht.



Der Sperrstrom einer Diode steigt exponentiell mit der Temperatur an. Er verdoppelt sich bei 10 Grad Temperaturerhöhung. Bei 100 Grad steigt er demnach auf den tausendfachen Wert.

# Halbleiter-Beschaffungsprobleme:

## ELV hilft



Seit über einem Jahr wird der Halbleitermarkt bei einer Vielzahl von Produktgruppen durch erhebliche Preiskorrekturen in Bewegung gehalten. Daß die Korrekturen überwiegend in positiver Richtung ablaufen — zumindest aus der Sicht der Hersteller — wird sicherlich nicht nur manchen Hobby-Elektroniker verunsichert haben. Selbst mancher professionelle Einkäufer hat die lang andauernde Preissteigerungsphase unterschätzt.

Inzwischen hat sich das Preisgefüge auf dem deutschen Markt etwas beruhigt, wobei das Preisniveau nach unseren Untersuchungen teilweise ganz erheblich über dem des Vorjahres liegt.

Bei einigen wenigen besonders begehrten Bauelementen, wie z. B. den TTL-IC's SN 7406 und SN 7407 hat die Preissteigerung teilweise extreme Ausmaße angenommen. Im vergangenen Jahr noch für ca. DM 0,84 zu haben, werden jetzt Preise bis zu DM 15,— gezahlt.

Worauf ist dies zurückzuführen?

Durch eine teilweise längerfristige Verknappung treten bei der Produktion von Geräten, die u. a. mit diesen IC's bestückt sind, Engpässe auf, die dazu führen können, daß z. T. wertvolle und teure Geräte nicht

auszuliefern sind, nur weil ein „Standard Bauelement“ fehlt.

Entsprechende Industrie-Kunden bieten dann für solche Bauelemente extreme Preise, die für Hobby-Elektroniker kaum vertretbar sind.

Ähnlich wie bei den IC's des Typs SN 7406/07 verhält es sich auch bei dem inzwischen heißbegehrten sechsstelligen Dekadenzähler des Typs MK 50398. Hier können wir u. a. auch aus eigener Erfahrung berichten. Die im vergangenen Jahr geordneten und für Februar dieses Jahres bestätigten IC's des Typs MK 50398 sind z. T. inzwischen mehr als 20 Wochen (!) überfällig. Selbst intensivste weltweite Bemühungen, dieses IC für unsere Leser zu beschaffen, waren bisher erfolglos. Aus diesem Grunde bieten wir dieses IC seit Anfang d. J. als Einzelhalbleiter auch nicht mehr an. Aufgrund unseres großen Lagerbestandes sind wir jedoch auch heute noch in der glücklichen Situation, die entsprechenden Bausätze mit diesem IC weiterhin lagermäßig liefern zu können.

Die Bemühungen im Interesse unserer Leser haben in jüngster Vergangenheit zum Erfolg geführt. Wir sind daher ab sofort wieder in der Lage, sowohl den heißbegehrten sechsstelligen Dekadenzähler des Typs MK

50398 als auch die TTL-IC's SN 7406 und SN 7407 zu liefern — teilweise sogar in größeren Stückzahlen.

Ein Wermutstropfen muß allerdings die Freude darüber etwas trüben: Der Preis für die erwähnten Bauelemente ist verhältnismäßig hoch. So konnte der MK 50398 im vergangenen Jahr von uns noch für DM 24,00 angeboten werden, inzwischen liegt der Preis jedoch bei DM 69,00.

Da wir dieses Bauteil unseren Lesern so günstig wie möglich anbieten möchten, haben wir für diese zwischengekauften IC's nur einen geringen Aufschlag vorgenommen, um den Preis nicht noch weiter zu erhöhen. Wir müssen uns daher vorbehalten, dieses IC nur in Einzelstücken abzugeben. Für Industrie-Kunden mit höherem Bedarf müssen wir daher, so erstaunlich dies auch klingen mag, einen höheren Preis ansetzen (auf Anfrage). Gleiches gilt auch für die Typen SN 7406 und SN 7407.

Abschließend möchten wir unseren verehrten Lesern empfehlen, evtl. „ins Auge gefaßte“ Projekte, die entsprechend schwer beschaffbare Bauelemente erfordern, zurückzustellen, da wir annehmen, daß sich die Preise voraussichtlich im kommenden Jahr wieder „normalisieren“ werden, obgleich nicht zu erwarten ist, daß das 1983 herrschende Preisniveau wieder erreicht wird.

# Spannungsausfall-Anzeige

*Manche Geräte lassen nicht sofort erkennen, ob ein kurzzeitiger oder auch länger andauernder Spannungsausfall ihren Betrieb gestört hat.*

*Wir haben daher eine kleine Schaltung zur Spannungsüberwachung entwickelt, die ebenso einfach wie wirkungsvoll ist.*

## Allgemeines

In der Grundversion, die zur Überwachung von Gleichspannungen konzipiert ist, werden für den Aufbau der Spannungsausfall-Anzeige lediglich fünf Bauelemente benötigt.

Sollen auch Wechselspannungen kontrolliert werden, so sind hierfür zusätzlich vier Gleichrichterioden bzw. 1 Brückengleichrichter, 1 Siebkondensator sowie 1 Widerstand zusätzlich erforderlich.

Bei der Wechselspannungsüberwachung können je nach Wahl des Kondensators C 1 Spannungsausfälle ab einer halben Periode entsprechend 10 ms registriert werden (C 1 ca. 10  $\mu$ F). Wird hingegen C 1 vergrößert, so ist ein entsprechend längerer Spannungsausfall erforderlich, bis die Schaltung anspricht. Bei einem Kondensator C 1 von 1000  $\mu$ F werden z. B. erst Spannungsausfälle größer als 1 s registriert.

Wie man aus vorstehenden Ausführungen ersieht, ist diese Schaltung mit wenig Aufwand individuell als Spannungsausfalldetektor vielseitig einsetzbar.

## Zur Schaltung

Wird die Spannungsausfall-Anzeige zur Überwachung einer Gleichspannung eingesetzt, sind lediglich die Bauelemente Thy 1, D 1, R 1, R 10 sowie Ta 1 erforderlich.

Durch Betätigen der Taste Ta 1 wird das Gate von Thy 1 angesteuert und der Thyristor schaltet durch.

Der jetzt durch den Thyristor fließende Strom über R 10 sowie D 1, läßt zum einen die LED aufleuchten und dient zum anderen zur Selbsthaltung des Thyristors, auch wenn die Taste Ta 1 wieder losgelassen wird.

Solange die Gleichspannungsversorgung ohne Ausfälle an der Schaltung anliegt, bleibt der Thyristor durchgesteuert und die LED leuchtet permanent.

Sinkt nun die Versorgungsspannung unter ca. 2 V bzw. fällt sie ganz aus, so reicht der Selbsthaltestrom durch den Thyristor Thy 1 nicht mehr aus und der Stromfluß wird unterbrochen. Die LED erlischt. Hierbei reichen auch bereits sehr kurze Ausfallzeiten, um den Thyristor zu sperren.

Ist es erforderlich, bereits Spannungsausfälle zu erkennen, wenn die Versorgungsspannung z. B. unterhalb 10 V absinkt, so ist die gestrichelt eingezeichnete Z-Diode zusätzlich einzubauen. Sie sollte einen Wert haben, der sich aus der Ansprechspannung minus 2 V ergibt.

Bei einer Spannungsversorgung von z. B. 12 V und zu registrierenden Spannungseinbrüchen ab 10 V (und kleiner), ist eine Z-Diode von ca. 8 V (ZPD 8,2) zu wählen.

Der Wert des Widerstandes R 10 errechnet sich wie folgt:

$$R_{10} \text{ (k}\Omega\text{)} = \frac{U_V - 1,5 \text{ V}}{10 \text{ mA}}$$

Für eine Versorgungsspannung von 9 V ergibt sich ein rechnerischer Wert von 750  $\Omega$ . Gewählt wird der nächstgrößere Widerstandswert der Normreihe E 12 (hier 820  $\Omega$ ).

Für R 1 ist der Widerstand nach der Formel:

$$R_1 \text{ (k}\Omega\text{)} = \frac{U_V}{1 \text{ mA}} \quad \text{(hier 9 k}\Omega\text{, gewählt 10 k}\Omega\text{)}$$

Für Wechselspannungsüberwachungen ist der Einsatz eines zusätzlichen Brückengleichrichters, bzw. 4 Gleichrichterioden (D 3–D 6) sowie des Kondensators C 1 und des Widerstandes R 2 erforderlich.

Der Wert des Widerstandes R 2 sollte ungefähr dem Wert von R 10 entsprechen (R 2 = R 10).

Die Größe des Kondensators C 1 ergibt sich aus der Ansprechzeit in Verbindung mit dem Widerstand R 2.

$$C_1 \text{ (}\mu\text{F)} \approx \frac{T \text{ (ms)}}{R_2 \text{ (k}\Omega\text{)}}$$

Sollen bereits Spannungsausfälle von ca. 10 ms, entsprechend einer Halbwelle, registriert werden, so ergibt sich für C 1 ein Wert

von ca. 10  $\mu$ F. Wird für C 1 ein Wert von z. B. 1000  $\mu$ F eingesetzt, so ist ein Spannungsausfall von mind. 1 Sekunde erforderlich, um die Schaltung zum Ansprechen zu bringen.

Die Z-Diode D 2 ist bei Wechselspannungsanwendungen grundsätzlich entbehrlich.

## Zum Nachbau

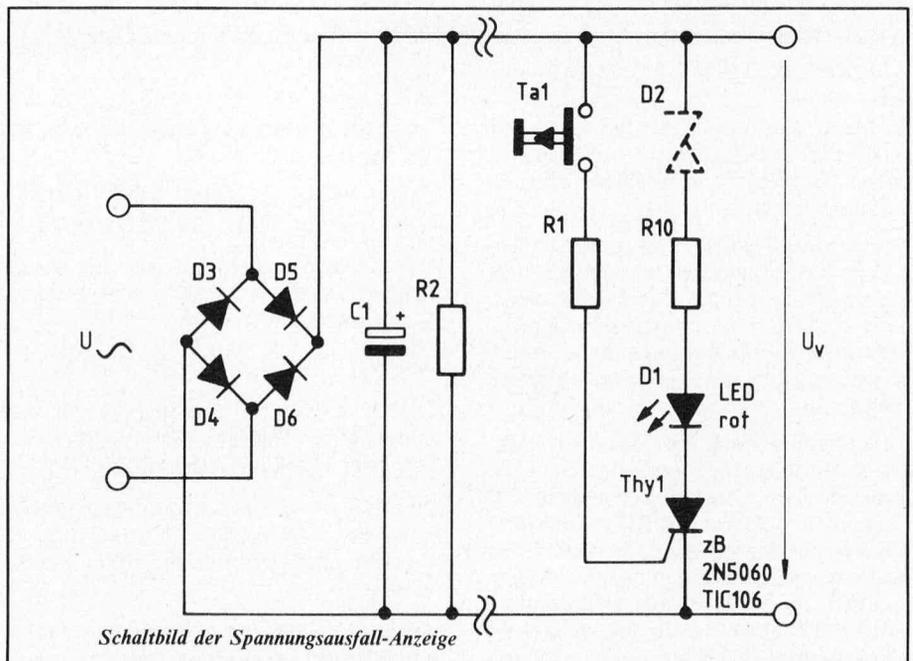
Beim Nachbau ist darauf zu achten, daß die verwendeten Bauelemente den Anforderungen der individuellen Gegebenheiten angepaßt sind. Für die Spannungsfestigkeit des Kondensators C 1 ist z. B. ungefähr der doppelte Wert der effektiven Eingangsspannung erforderlich.

Die Belastbarkeit der Widerstände R 2 und R 10, beträgt bis zu einer Versorgungsspannung von ca. 15 V 0,25 W. Ab ca. 15 V sind größere Belastbarkeiten erforderlich. Der genaue Wert ergibt sich nach der Formel:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Auf die Veröffentlichung eines Layouts wurde bei den wenigen Bauelementen verzichtet. Die Schaltung kann individuellen Wünschen entsprechend aufgebaut werden (Lochrasterplatte oder eigenes Layout).

Aufgrund der angegebenen Formeln dürfte es dem engagierten Hobby-Elektroniker leicht fallen, diese kleine und doch sehr interessante Schaltung den gewünschten Erfordernissen anzupassen.



# ELV-Serie 7000

## Super-Frequenz-Kalibrator



### Teil I

**Der ELV Präzisions-Frequenz-Kalibrator eignet sich zur hochgenauen Einstellung von Frequenzzählern und Oszilloskopen. Darüber hinaus ist er für Vergleichsmessungen, z. B. als „Frequenznormal“, vielseitig einsetzbar.**

**Nachfolgend die Leistungsdaten in Kurzform.**

- Hochkonstanter Referenzoszillator (typ.  $3 \times 10^{-8}$ )
- rund 1000mal genauer wie „normale Quarz-Oszillatoren“
- Langzeitstabilität typ.  $5 \times 10^{-8}$
- extrem „sauberes“, d. h. steilflankiges Rechtecksignal (Anstiegszeit ca. 5 ns)

In diesem zweiteiligen Artikel stellen wir einen Frequenz-Kalibrator zur genauen Einstellung von Frequenzzählern und Oszilloskopen vor.

Neben hoher Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsrechteckfrequenz (ca. 5 ns) zeichnet sich das Gerät durch einen hochkonstanten Präzisions-Referenz-Oszillator aus, dessen Konstanz rund 1000mal genauer wie die eines „normalen“ Quarzoszillators ist.

Über die eingebaute, vom Mutteroszillator gesteuerte Referenz-Digital-Uhr, ist auf einfache Weise eine ständige Kontrolle der Langzeitstabilität (ca.  $5 \times 10^{-8}$ ) möglich, so daß auch diejenigen Anwender, denen kein Kalibrierlabor zur Verfügung steht, die Genauigkeit des Super-Frequenz-Kalibrators anhand der aktuellen Uhrzeit zuverlässig selbst überprüfen können.

Es stehen folgende Ausgangsfrequenzen zur Verfügung:

1 MHz, 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 10 Hz, 5 Hz, 1 Hz, 0,5 Hz.

Die Ausgangsamplitude kann mit einem zweiten Drehschalter auf folgende feste Werte eingestellt werden:

25 mV<sub>ss</sub>/250 mV<sub>ss</sub>/2,5 V<sub>ss</sub>/5 V<sub>ss</sub> (TTL).

Die beiden erstgenannten Spannungen sind mit 50 Ω abgeschlossen, während der TTL-Pegel mit ca. 20 mA belastbar ist.

Der Quarz-Oszillator ist mit einem Spezialquarz bestückt, der für die Anwendungen im erhöhten Temperaturbereich selektiert wurde.

Durch den elektronisch geregelten Quarzofen wird die extreme Oszillatorkonstanz von

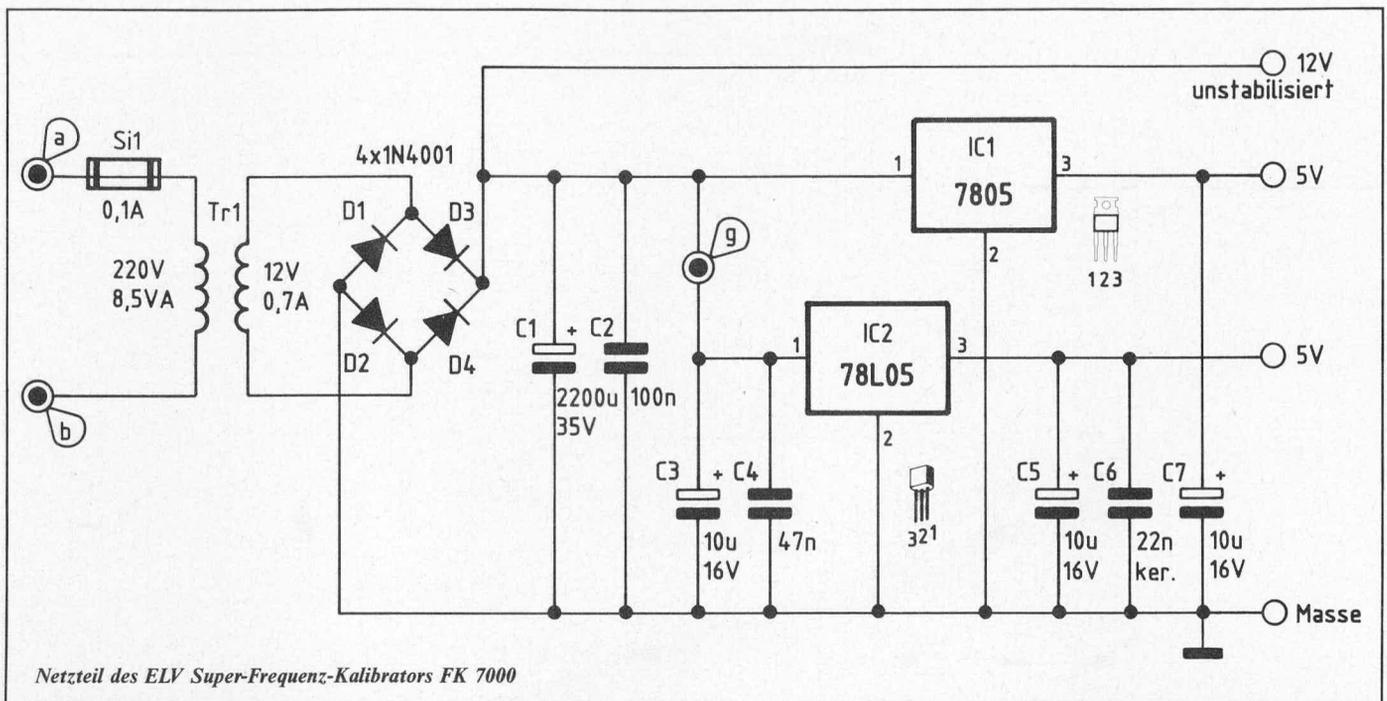
ca.  $3 \times 10^{-8}$  erreicht, bei einer Langzeitstabilität von ca.  $5 \times 10^{-8}$ .

Dies entspricht einer Abweichung der vom Mutteroszillator gesteuerten Referenz-Digital-Uhr von ca. 1 Sekunde pro Jahr (!).

Aufgrund der extrem hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsrechtecksignale von ca. 5 ns, eignet sich das Gerät auch zur Kalibrierung von Oszilloskopen und Tastköpfen, an die besonders hohe Anforderungen gestellt werden.

Durch das breite verfügbare Frequenzspektrum ist es darüber hinaus möglich, Quarzoszillatoren und hier speziell Quarzzeitbasen von Frequenzzählern, schnell und zuverlässig zu überprüfen und zu kalibrieren.

Alles in allem also ein professionelles Gerät, das aufgrund eines außergewöhnlichen



Preis-/Leistungsverhältnisses auch für Hobby-Elektroniker realisierbar ist.

Im hier vorliegenden ersten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die Schaltung und deren Beschreibung vor, während im zweiten Teil das Layout und der Nachbau beschrieben werden.

### Zur Schaltung

Das Herz der Schaltung wird durch den Quarzofen (IC 5) des Typs SQ 2,00 dargestellt.

Es handelt sich hier, wie bereits erwähnt, um ein Bauteil, in dem ein Spezialquarz, ein Halbleiterheizelement sowie ein hochempfindlicher Temperaturfühler integriert ist.

Die Ansteuerung des Quarzofens zur exakten Konstanzhaltung der Innentemperatur erfolgt über OP 1 mit Zusatzbeschaltung.

Eine Funktionskontrolle ist dadurch gegeben, daß im Einschaltmoment zunächst die beiden LED's D 11 und D 12 aufleuchten, um nach Erreichen der korrekten Quarztemperatur zu verlöschen. Auf ein separates Herausführen dieser beiden Dioden auf die Frontplatte wurde verzichtet, da zum Erreichen der vollen Genauigkeit nicht allein die Anheizzeit von wenigen Minuten ausreicht, sondern der Quarz ca. eine halbe Stunde „auf Temperatur“ sein sollte, bevor die volle Meßgenauigkeit genutzt werden kann.

Der eigentliche Quarz-Oszillator besteht aus den beiden Gattern N 1 und N 2 mit Zusatzbeschaltung, in deren Rückkopplungszweig der im IC 5 integrierte Quarz eingefügt ist.

Über N 3, N 4 wird das Ausgangssignal entkoppelt, damit eine rückwärtige Beeinflussung ausgeschlossen werden kann.

An Pin 6 des Gatters N 4 steht ein Rechtecksignal mit einer hochkonstanten Frequenz von 2,000.0000 MHz an.

Die IC's 8 bis 13 sind jeweils als Teiler durch 10 geschaltet, wobei die IC's 11 bis 13 zusätzlich jeweils einen Abgriff bei einem Teilverhältnis durch 2 haben.

Das IC 14 des Typs 74LS73 beinhaltet zwei als Teiler durch 2 geschaltete Flip-Flops.

Das eine Flip-Flop teilt die am Anschlußbeinchen 5 anstehende Frequenz von 2 Hz auf 1 Hz herunter, während das zweite Flip-Flop die mit dem Drehschalter S 1 gewählte Frequenz noch einmal durch 2 teilt, so daß am Ausgang (Pin 12) ein Tastverhältnis von 50 % ansteht.

An Pin 12 des IC 14 steht somit eine Frequenz zwischen 1 MHz und 0,5 Hz an, je nach Stellung des Drehschalters S 1.

Über R 36 gelangt das Signal auf die R/C-Kombination R 38/C 18, die die Flanken des TTL-Signals leicht verrundet. Hierdurch eignet sich die Frequenz besser zur Ansteuerung der nachgeschalteten High-Speed-CMOS-Gatter des Typs 74HC00, ohne daß an deren Ausgängen größere Überschwinger entstehen.

Je nach Stellung des Drehschalters S 2 liegt dann an den Ausgangsklemmen eine Rechteckspannung mit einer Amplitude zwischen 25 mV<sub>ss</sub> und 5 V<sub>ss</sub> (TTL-Pegel) an. Die Schalterebenen S 2a und S 2b dienen hierbei zur Unterdrückung der größeren Amplituden, um bei den kleineren Signalen von 25 mV<sub>ss</sub> bzw. 250 mV<sub>ss</sub> Einstreuungen zu unterdrücken, so daß auch hier die Überschwinger trotz der extrem hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeit praktisch vernachlässigbar sind und bei allen Ausgangsspannungen und Ausgangsfrequenzen „sehr saubere“ Rechtecksignale am Ausgang anstehen.

Kommen wir nun zur Beschreibung der vom Mutteroszillator gesteuerten Digital-Referenz-Uhr.

An Pin 12 des IC 12 liegt eine Frequenz von exakt 100 Hz an, die von dem als Teiler durch 2 geschalteten IC 7 weiterverarbeitet und auf 50 Hz geteilt wird.

T 14 dient in Verbindung mit den beiden Widerständen R 25 und R 35 als Pegelwandler zur Ansteuerung des Uhren-IC's des Typs MM 5309 (IC 3).

Das Setzen der Uhr geschieht mit den Tastern Ta 1 (langsamer Vorlauf), Ta 2 (schneller Vorlauf) sowie Ta 3 (Stopp).

Mit R 1/C 8 wird die Frequenz des internen Oszillators festgelegt, die u. a. auch die Multiplexfrequenz zur Ansteuerung der LED-Anzeigen generiert.

Über die Transistoren T 1 bis T 7 werden die Segmente und über die Transistoren T 8 bis T 13 die Digits der 6stelligen LED-Anzeige gesteuert.

Die Leuchtdioden D 7, D 8 sowie D 9, D 10 stellen die Trennungspunkte zwischen Stunden- und Minutenanzeige sowie zwischen Minuten- und Sekundenanzeige dar.

Die Stromversorgung übernimmt ein Transformator mit einer Leistung mit 8,5 VA, dessen Sekundärspannung 12 V bei einer max. Stromentnahme von 0,7 A beträgt.

Die Gleichrichtung erfolgt über vier in Brücke geschaltete Dioden des Typs 1N4001 (D 1 bis D 4). Die anschließende Pufferung und Siebung übernehmen die Kondensatoren C 1 bis C 4.

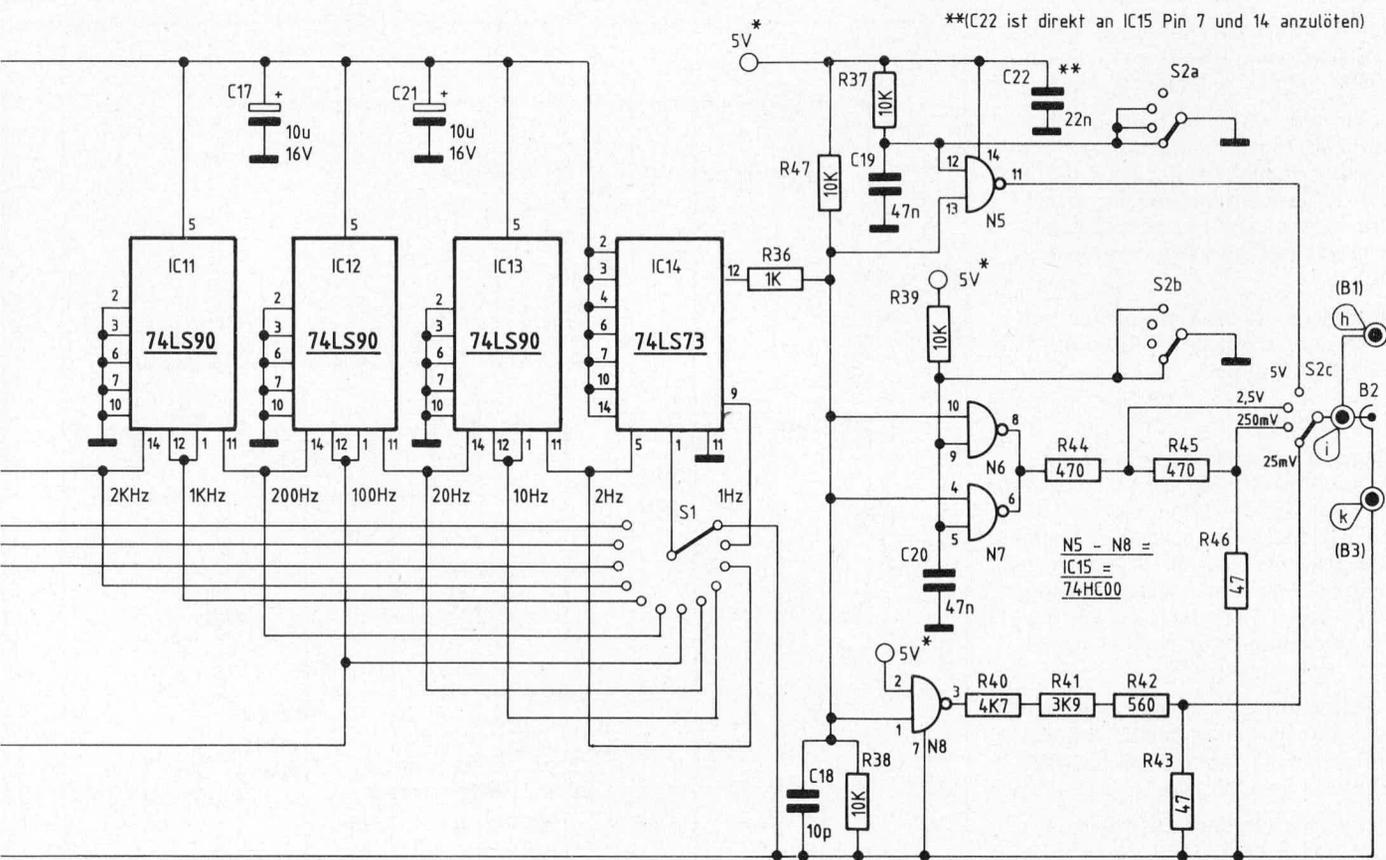
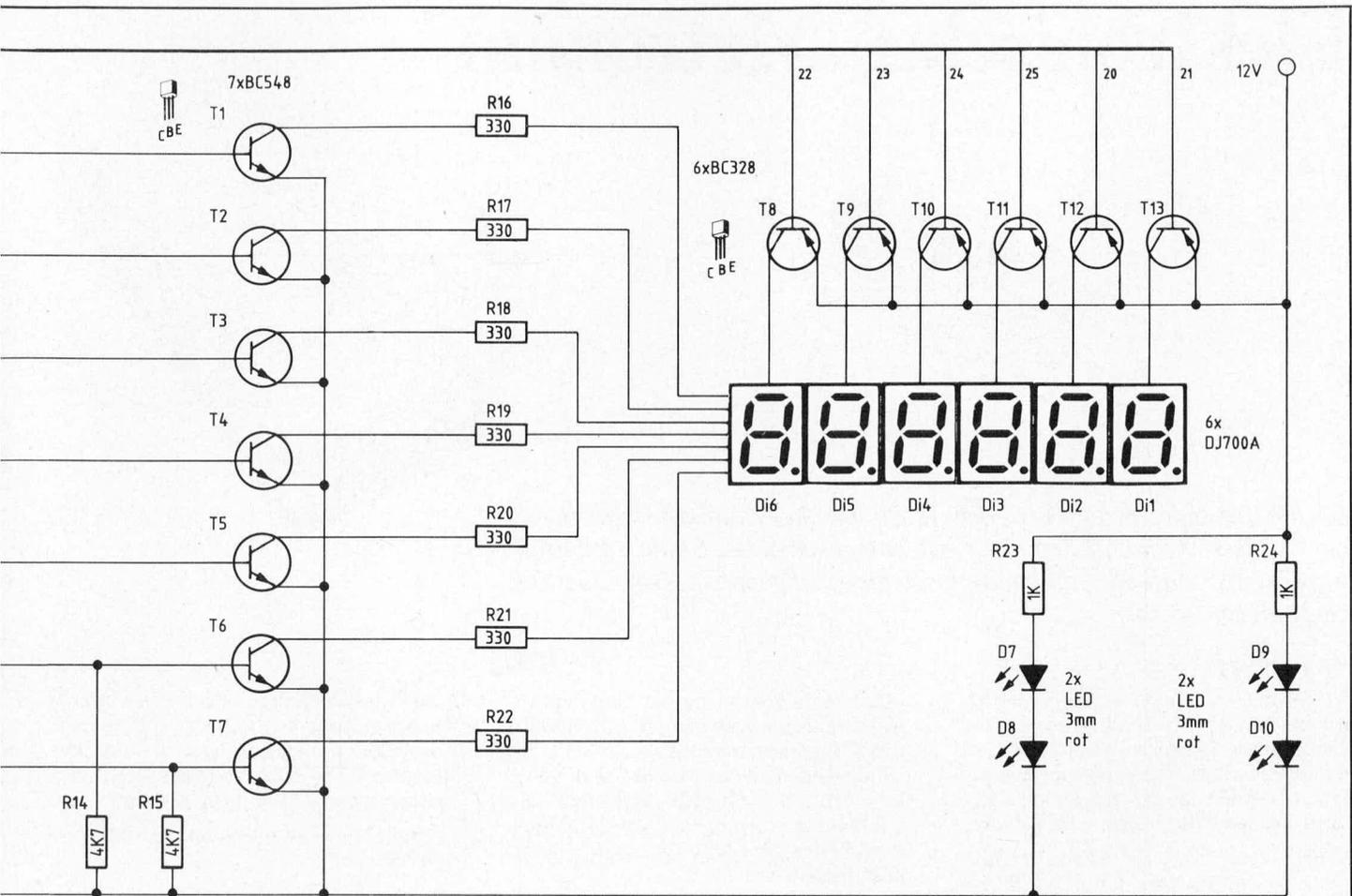
Die Versorgung der Referenz-Digital-Uhr mit den 6 Sieben-Segment-Anzeigen, erfolgt direkt aus der unstabilierten 12 V Versorgungsspannung — ebenso die elektronische Regelung des Quarzofens.

Für den übrigen Digital-Teil ist eine weitere stabilisierte Versorgungsspannung von 5 V erforderlich, die mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 1 des Typs 7805 stabilisiert wird.

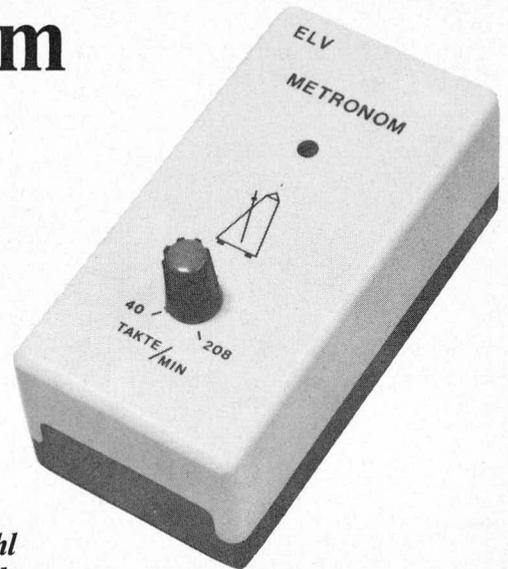
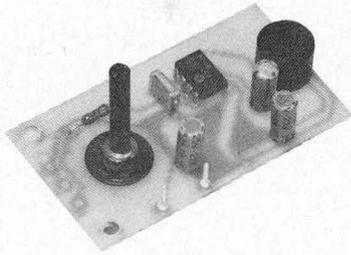
Eine weitere stabilisierte Spannung von ebenfalls 5 V dient ausschließlich zur Versorgung der vier Ausgangsgatter, die in einem IC des Typs 74HC00 integriert sind. Hier wird durch eine besonders „saubere“ Ausgangsrechteckspannung erreicht.

Layout, Bestückungsplan, Nachbau und Kalibrierung werden im abschließenden, zweiten Teil dieses Artikels in der kommenden Ausgabe vorgestellt.





# Elektronisches Metronom



**Ein Metronom dient zur Festlegung musikalischer Zeitmaße. Die Anzahl der Takte je Minute kann auf einer entsprechenden Skala eingestellt werden. Die einfache elektronische Realisierung eines solchen Gerätes zeigt dieser Artikel.**

## Allgemeines

Die weithin bekannten mechanischen Metronome bestehen meist aus einem pyramidenförmigen Holzgehäuse, an dem ein Pendel angebracht ist, das zum Schwingen angeregt werden kann. Bei jeder vollen Schwingung ertönt ein deutliches Knacken.

Die Schlagzahl, d. h. die Anzahl der Takte pro Minute, läßt sich durch Verschieben eines Gewichtes anhand einer Skala von 40 bis 208 Takte pro Minute einstellen. Hierdurch werden alle in der Musik vorkommenden Geschwindigkeiten abgedeckt.

Daß sich vorstehend beschriebenes Verhalten der Metronome auch elektronisch realisieren läßt, steht außer Frage.

Mit welchem geringen Aufwand ein elektronisches Metronom aufgebaut werden kann, ist fast schon verblüffend. Ein IC des Typs NE 555 und wenige zusätzliche Bauelemente reichen aus, um ein zuverlässig arbeitendes elektronisches Metronom zu realisieren.

Auf einer kleinen Skala können mit einem Potentiometer die Anzahl der Takte je Minute eingestellt werden.

## Zur Schaltung

Das Kernstück der Schaltung besteht aus dem IC 1 des Typs NE 555, das dem interessierten Leser sicherlich hinreichend bekannt sein dürfte. Es ist als astabiler Multivibrator geschaltet, dessen Besonderheit darin liegt, daß die Einschaltzeit (Ausgang = „high“) durch Fortlassen des entsprechenden Widerstandes extrem kurz gehalten wird.

Am Ausgang des IC 1 (Pin 3) erscheint daher nur ein sehr kurzer Impuls, der über C 4 auf den Sound-Transducer geleitet wird. Ein deutliches Knacken ertönt.

Grundsätzlich ist hier auch der Einsatz eines kleinen Lautsprechers möglich, jedoch haben unsere praktischen Versuche ergeben, daß sich der Sound-Transducer trotz seiner sehr kleinen Abmessungen für diesen Einsatz ausgezeichnet eignet.

Mit dem Potentiometer R 1 kann der Vorwiderstand zur Aufladung des Kondensators C 2 verändert werden, wodurch sich die Geschwindigkeit des astabilen Multivibrators, d. h. die Schlagzahl, verändern läßt. Die Dimensionierung ist so gewählt, daß ein Bereich von 40 bis 208 Impulsen pro Minute überstrichen wird.

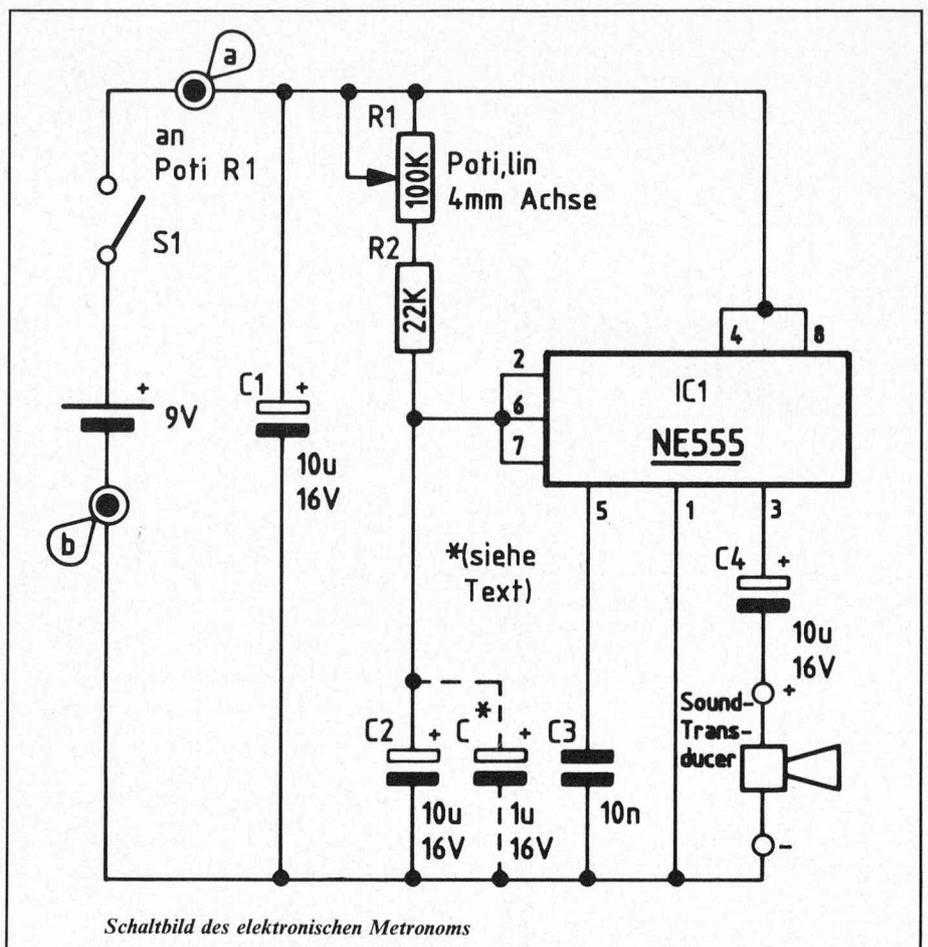
Sollte aufgrund von Bauteilestreungen der Bereich nicht den Erfordernissen entsprechen, kann durch Verändern von C 2 bzw.

durch Parallelschalten eines weiteren Kondensators der Bereich nach oben oder unten verschoben werden bzw. es kann auch der Wert von R 2 zwischen 15 kΩ und 47 kΩ variiert werden.

C 1 und C 3 dienen zur Pufferung und Störunterdrückung.

Die gesamte Schaltung wird mit einer kleinen 9 V-Blockbatterie versorgt.

Die mittlere Stromaufnahme liegt bei ca. 5 mA.



## Zum Nachbau

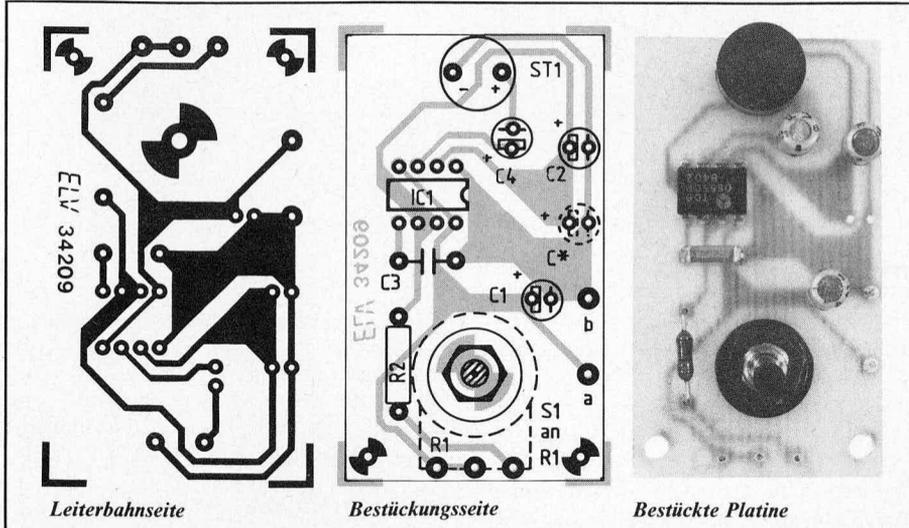
Der Nachbau ist leicht durchführbar, zumal alle verwendeten Bauelemente weitgehend problemlos in der Handhabung sind.

Die Bestückung wird anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst sind die passiven Bauelemente wie Kondensatoren, Trimmer, usw. und danach die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.

Bei Dioden, IC's und Elkos ist auf die richtige Polarität zu achten.

Bei dem IC des Typs NE 555 ist die Seite, an der sich das Anschlußbeinchen 1 befindet, mit einer Kerbe gekennzeichnet.

Nachdem die Bestückung noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, kann eine 9 V-Blockbatterie angeschlossen und anschließend die Schaltung ihrer Bestimmung zugeführt werden.



Largo	40– 60	Takte/min
Larghetto	60– 66	Takte/min
Adagio	66– 76	Takte/min
Andante	76–108	Takte/min
Moderato	108–120	Takte/min
Allegro	120–168	Takte/min
Presto	168–200	Takte/min
Prestissimo	200–208	Takte/min

### Stückliste Elektronisches Metronom

Halbleiter

IC1 ..... NE555

#### Kondensatoren

C1, C2, C4 ..... 10  $\mu$ F/16 V

C3 ..... 10 nF

#### Widerstände

R1 ..... 100 k $\Omega$ , Poti, lin,  
4 mm Achse mit Schalter

R2 ..... 22 k $\Omega$

#### Sonstiges

1 Sound-Transducer

1 9 V-Batterieclip

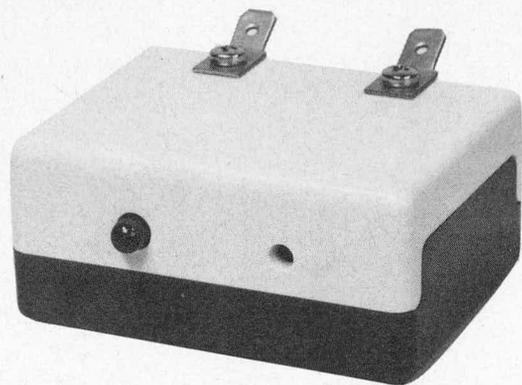
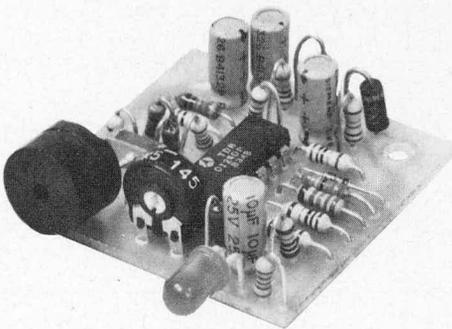
2 Lötstifte

2 Schrauben M 3 x 20 mm

2 Abstandsrollchen 15 mm

1 Spannzangendrehkopf (10 mm) mit Deckel und Pfeilscheibe

# Akustische Rückwärtsgangkontrolle



**Beim Einlegen des Rückwärtsganges wird ein akustisches Signal abgegeben, damit eine Verwechslung mit Vorwärtsgängen rechtzeitig erkannt werden kann.**

## Allgemeines

Sobald der Rückwärtsgang eingelegt wird, ertönt für ca. 2 Sekunden ein intermittierendes 2 kHz-Signal. Hierdurch kann eine Verwechslung des Rückwärtsganges mit Vorwärtsgängen rechtzeitig erkannt werden.

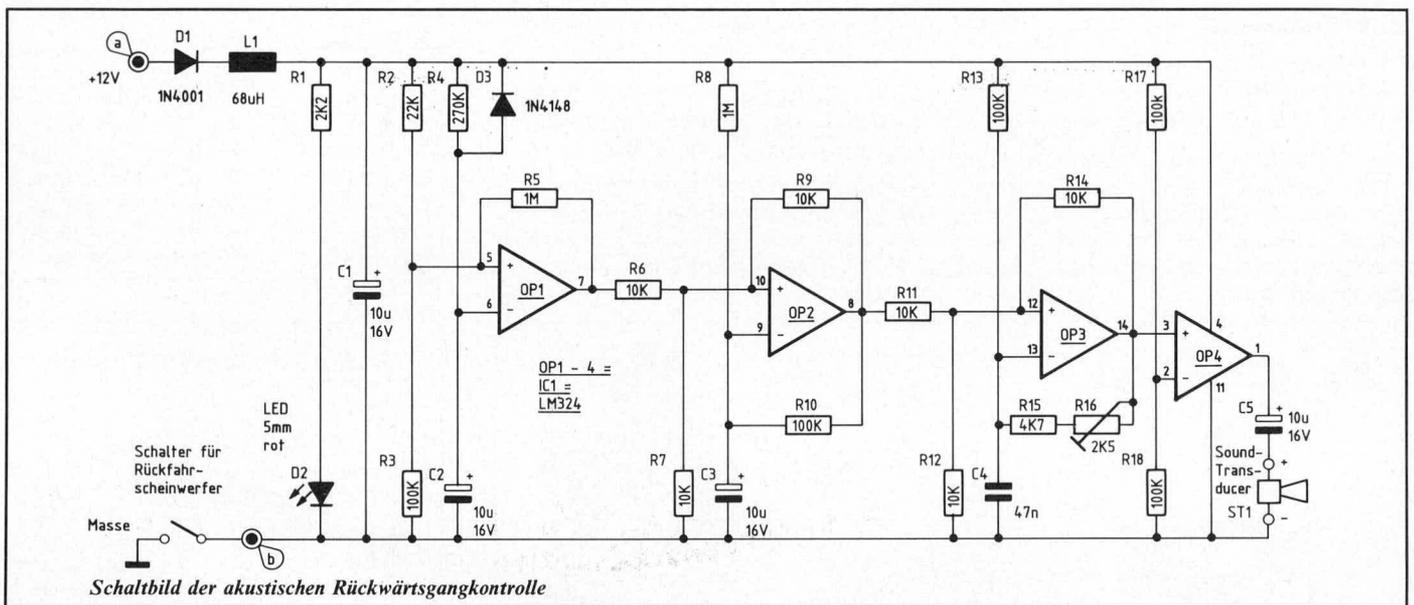
Die Schaltung wird einfach parallel zur Lampe des Rückfahrscheinwerfers geschaltet, d. h. der Kontakt am Schalthebel dient zur Auslösung.

## Zur Schaltung

Über D 1, L 1 sowie C 1 wird die Kfz-Bordspannung entkoppelt und gesiebt.

Die rote Leuchtdiode D 2 dient hierbei zur zusätzlichen optischen Kontrolle beim Einlegen des Rückwärtsganges.

Im Einschaltmoment ist zunächst der Kondensator C 2 entladen, wodurch der nicht invertierende (+) Eingang des OP 1 auf einer positiveren Spannung liegt als der invertierende (Pin 6) Eingang.



**Stückliste**  
**Akustische**  
**Rückwärtsgangkontrolle**  
**Halbleiter**

- IC1 ..... LM324
- D1 ..... 1N4001
- D2 ..... LED, rot, 5 mm
- D3 ..... 1N4148

**Kondensatoren**

- C1–C3, C5 ..... 10 µF/16 V
- C4 ..... 47 nF

**Widerstände**

- R1 ..... 2,2 kΩ
- R2 ..... 22 kΩ
- R3, R13, R17, R18 ..... 100 kΩ
- R4 ..... 270 kΩ
- R5, R8 ..... 1 MΩ
- R6, R7, R9 ..... 10 kΩ
- R10 ..... 100 kΩ
- R11, R12, R14 ..... 10 kΩ
- R15 ..... 4,7 kΩ
- R16 .... 2,5 kΩ, Trimmer, stehend

**Sonstiges**

- L1 68 µH Drossel
- 1 Sound-Transducer
- 2 Kfz-Flachstecker, 6,3 mm
- 2 Schrauben M 3 x 16 mm
- 4 Muttern M 3

Der Ausgang des OP 1 liegt daher, direkt nach dem Einschalten über den Kontakt des Rückwärtsganges, auf ca. +12 V.

Über R 4 lädt sich C 2 langsam auf. Nach ca. 2 Sekunden überschreitet das Potential am invertierenden Eingang (Pin 6) des OP 1 das Potential, das am nicht invertierenden Eingang (Pin 5) Eingang anliegt, wodurch der Ausgang des OP 1 (Pin 7) auf ungefähr 0 V zurückspringt.

Mit dem OP 2 mit Zusatzbeschriftung (R 6 bis R 11 sowie C 3) ist ein Rechteckoszillator aufgebaut, der mit einer Frequenz von ca. 3 Hz schwingt.

Dieser Oszillator ist jedoch nur für die Zeit freigegeben, in der der Ausgang des OP 1 (Pin 7) auf „high“ (ca. +12 V) liegt.

Der Ausgang des OP 2 (Pin 8) steuert nun seinerseits den mit OP 3 und Zusatzbeschriftung aufgebauten 2 kHz-Oszillator, intermittierend mit einer Frequenz von ca. 3 Hz, an.

Der Ausgang des OP 3 wiederum ist auf den als Pufferverstärker geschalteten OP 4 geführt.

Am Ausgang des OP 4 wird das intermittierende 2 kHz-Signal über C 5 auf den Sound-Transducer gegeben.

Nach ca. 2 Sekunden verstummt das Signal automatisch, wenn der Ausgang des OP 1 von „high“ nach „low“ zurückkippt.

Mit R 16 kann eine geringfügige Frequenzanpassung des 2 kHz-Oszillators vorgenommen werden, so daß die Resonanzfrequenz des angeschlossenen Sound-Transducers genau „getroffen“ wird und damit die Lautstärke ihr Maximum erreicht.

**Zum Nachbau**

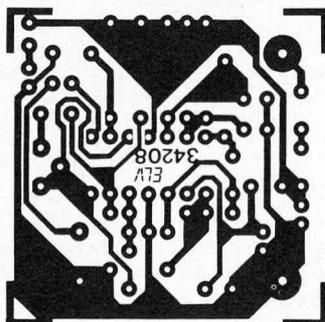
Der Nachbau ist leicht durchführbar, zumal alle verwendeten Bauelemente weitgehend problemlos in der Handhabung sind.

Die Bestückung wird anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst sind die passiven Bauelemente wie Kondensatoren, Trimmer, usw. und danach die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.

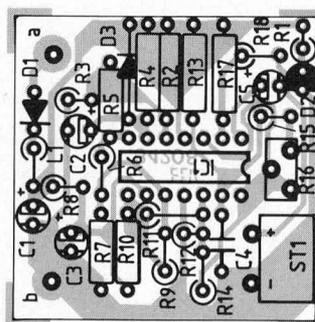
Bei Dioden, IC's und Elkos ist auf die richtige Polarität zu achten. Bei den Dioden des Typs 1N4148 kennzeichnet der dicke gelbe Ring die Katode (die Seite, in die die Pfeilspitze weist).

Bei dem IC des Typs LM 324 (bzw. TDB 0124), ist die Seite, an der sich das Anschlußbeinchen 1 befindet, mit einer Kerbe gekennzeichnet.

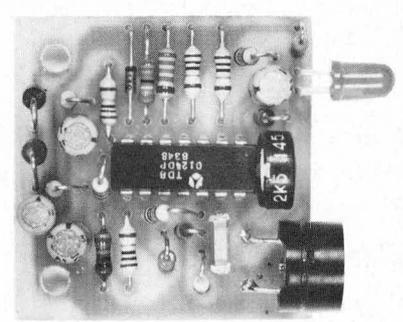
Nachdem die Bestückung noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, kann ein erster kurzer Test mit einer 9 V-Blockbatterie durchgeführt werden, um anschließend die Schaltung ihrer Bestimmung im Kfz zuzuführen.



*Leiterbahnseite der Platine der akustischen Rückwärtsgangkontrolle*



*Bestückungsseite der Platine der akustischen Rückwärtsgangkontrolle*



*Ansicht der fertig bestückten Platine der akustischen Rückwärtsgangkontrolle*

Zusätzlich in dieser Ausgabe:

# ELV Computer-Timer 7000

(Elektronische Vierkanal-Zeitschaltuhr)



**Der ELV Computer-Timer CT 7000 ist eine digitale, elektronische 24-Stunden-Zeitschaltuhr mit vier, voneinander völlig unabhängigen Schaltausgängen, die auf einfache Weise mit max. 20 Ein- und Auschaltzeiten programmiert werden kann, wobei die Zeiten bis zu einer Woche im voraus und dann mit wöchentlicher Wiederholung eingegeben werden können.**

## Allgemeines

Vor nunmehr fast fünf Jahren stellten wir Ihnen den „ELV Computer-Timer 2000“ vor, der sich bis heute aufgrund seines ausgereiften Konzeptes und seines Preis-/Leistungsverhältnisses großer Beliebtheit erfreut.

Die Einsatzmöglichkeiten reichen von der Steuerung einer Heizungsanlage mit täglich wechselnden Programmen bei wöchentlicher Wiederholung, über das Schalten von Außen-/Innenbeleuchtungen, Ventilatoren, Heizlüftern, Alarmanlagen, Sirenen, elektromechanischen Ventilen, Audio- und Videoanlagen, elektrischen Rolläden, bis hin zu kommerziellen Beleuchtungen (Schaufenster usw.) und Maschinensteuerungen.

Aufgrund der vorliegenden umfangreichen praktischen Erfahrungen wurde die Schaltung, besonders hinsichtlich der Störsicherheit, geringfügig modifiziert und verbessert, so daß sie dem neuesten technischen Standard entspricht.

Das vollkommen neu bearbeitete Layout wurde so ausgelegt, daß der Einbau in ein Gehäuse der beliebten ELV-Serie 7000 möglich ist.

Der Name „ELV Computer-Timer“ resultiert aus der Tatsache, daß den Kern der Schaltung ein bereits fertig programmierter Microcomputerbaustein darstellt, der fast

sämtliche Funktionen der Schaltung steuert.

Die Vielzahl der Möglichkeiten, die diese elektronische Zeitschaltuhr bietet sowie die Programmierung, ist unter dem Kapitel „Bedienungsanleitung“ zusammengestellt.

Nachfolgend sollen die wichtigsten Eigenschaften des „ELV Computer-Timer 7000“ aufgezeigt und kurz besprochen werden:

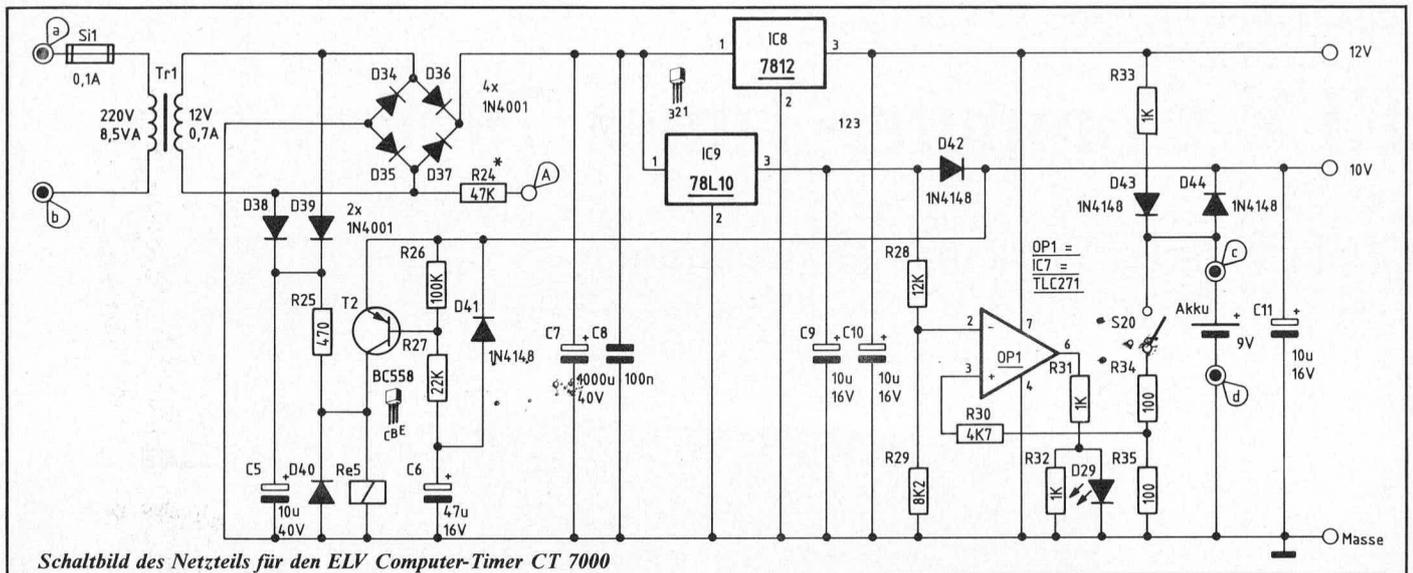
- Die Schaltuhr hat eine 4stellige, 12 mm große, 24 Stunden LED-Anzeige,
- 4 voneinander unabhängige programmierbare Schaltausgänge, die bis zu 2000 Watt bei 220 V/50 Hz belastbar sind.
- 7 Tage-Funktion (Programmierung über eine Woche), d. h. die einzelnen Schaltausgänge können an einem oder mehreren Tagen aktiviert werden, mit wöchentlicher Wiederholung (z. B. jeden Dienstag um 7.30 Uhr einschalten und um 8.30 Uhr wieder ausschalten) oder auch jeden Tag,
- die Schaltuhr kann auf max. 20 Ein/Aus-Schaltzeiten programmiert werden. Bei ungünstiger Konstellation und Programmierung aller Schaltzeiten, kann es vorkommen, daß der Microcomputer einige Impulse der Netzsynchronisation bzw. Quarzzeitbasis nicht mitbekommt. Dies würde dann zu einem leichten

Nachgehen der Schaltuhr führen. Wir empfehlen daher, nicht mehr als 16 Schaltzeiten zu programmieren, was in den allermeisten Fällen mehr als ausreichend ist.

- einfache Eingabe (Programmierung) der Zeit, des Wochentages, der gewünschten Ausgänge sowie der Schaltfunktionen (Ein- oder Aus-Schaltzeit) mittels hochwertiger Eingabetastatur,
- alle programmierbare Daten sind abrufbar und können auf dem Display angezeigt werden,
- die Steuerung der Schaltuhr kann wahlweise über eine Netzsynchronisation 50 oder 60 Hz oder über eine Quarzzeitbasis erfolgen,
- über eine eingebaute Batterie können über eine Notstromversorgung Versorgungsspannungsausfälle von einigen Tagen überbrückt werden.

Zuerst soll nun auf den nächsten Seiten eine einfache, kurze Schaltungsbeschreibung mit anschließender ausführlicher Bauleitung erfolgen, so daß jeder, der etwas Erfahrung im Bau von elektronischen Schaltungen hat, sicher zum Erfolg kommen wird.

Im Anschluß daran ist auf der folgenden Seite die Bedienung der Schaltuhr sowie die Eingabe (Programmierung) ausführlich mit einigen Beispielen besprochen.



Schaltbild des Netzteils für den ELV Computer-Timer CT 7000

### Funktionsbeschreibung

Die Zentraleinheit des „ELV Computer-Timers“ bildet der Microcomputerbaustein TMS 1122 von Texas Instruments. In ihm sind nahezu alle Funktionen, die zur Steuerung der Schaltuhr benötigt werden, vereint. Die Ausgänge 00 bis 07 und R 0 bis R 6 des TMS 1122 steuern die Treiber für die Anzeigen sowie die LED's im Zeitmultiplex-Verfahren, wie es bereits in früheren Ausgaben ausführlich beschrieben wurde.

Die Ausgänge R 7 bis R 10 steuern über das Treiber-IC 8 die Relais Re 1 bis Re 4 an.

Der „ELV Computer-Timer 7000“ kann wahlweise über die Netzwechsellspannung synchronisiert werden (R 24 eingebaut — IC 6 mit Zusatzbeschaltung entfällt) oder aber über eine Quarzeitbasis, die mit den Bauteilen IC 6, C 3, C 4, R 23 sowie einem Quarz aufgebaut ist. In diesem Fall entfällt der Widerstand R 24 für die Netzsynchronisation. Hinzuzufügen ist die Diode D 2, wodurch der Microcomputerbaustein von 50 Hz auf 60 Hz umgeschaltet wird.

Damit eine sinnvolle Notstromversorgung durchgeführt werden kann, empfiehlt sich der Einsatz der Quarzeitbasis, da die Zeit bei Ausfall der Netzspannung ohne Quarzeitbasis nicht weitergezählt wird. Der Vorteil der Notstromversorgung ohne Quarzeitbasis liegt dann lediglich in der Aufrechterhaltung der Speicherinhalte für die programmierten Schaltzeiten.

Die Quarzeitbasis besteht im wesentlichen aus dem IC 6 des Typs MM 5369 sowie dem Schwingquarz mit der Frequenz 3,579545 MHz, der mit den Kondensatoren C 3 und C 4 beschaltet ist. R 23 dient zum besseren Anschwingen des Oszillators. IC 6 teilt die Quarzfrequenz auf 60 Hz herunter. Mit C 4, der als Trimmerkondensator ausgeführt ist, kann die Frequenz (also auch die Ganggenauigkeit der Uhr) geringfügig nachgestellt werden.

Die Widerstände R 3 bis R 10 dienen als Vorwiderstände zur Strombegrenzung der Anzeigeneinheit und der LED's.

Das Eingabe-Tastenfeld besteht aus 20 hochwertigen Drucktasten, deren Funktion auf einer der nächsten Seiten beschrieben wird. Die Tasten 0 bis 7 haben eine

Doppelbelegung. Welche der beiden Funktionen jeweils zur Ausführung gelangt, ist dabei von der nachher gedrückten Taste abhängig.

Zum Abschluß der Funktionsbeschreibung soll noch kurz auf den Stromversorgungsteil mit der Notstromversorgung und der Batteriespannungs-Überwachung eingegangen werden.

Es stehen hier zwei Spannungen zur Verfügung, die von einer Transformatorwicklung gespeist werden.

Die eine über das IC 8 auf 12 V stabilisierte Spannung wird zur Versorgung der Anzeigeneinheit, der LED's und der Relais benötigt. Die zweite Spannung, die mit dem IC 9 auf 10 V stabilisiert wird, gelangt über D 42 auf die Quarzeitbasis und den TMS 1122.

Da die Spannung am Ausgang des IC 9 (10 V) größer ist als die Spannung der zur Notstromversorgung dienenden 9 V-Batterie (ca. 9,5 V), ist D 42 leitend und D 44 gesperrt.

Zum Ausgleich von Kapazitätsverlusten bzw. beim Einsatz eines 9 V-Blockakkus zur Erhaltungsladung, dient R 33 in Verbindung mit D 43.

Fällt die Netzspannung aus, übernimmt die Batterie die Versorgung desjenigen Schaltungsteiles, der über das IC 9 gespeist wurde, d. h. der TMS 1122 sowie die Quarzeitbasis arbeiten uneingeschränkt weiter, während die Hauptstromverbraucher (die LED-Anzeigen sowie die Relais) keinen Strom mehr zugeführt bekommen. Schaltungstechnisch wird dies dadurch realisiert, indem durch Absinken der Ausgangsspannung des IC 9 die Diode D 42 sperrt, dafür jedoch D 44 in den leitenden Zustand übergeht. Hierbei ist die am Elko C 11 anstehende Versorgungsspannung von ca. 9,3 V auf einen Wert zwischen 8 und 9 V, je nach Zustand der 9 V-Blockbatterie bzw. des 9 V-Blockakkus abgesunken. Je nach Kapazität kann der Notstromtrieb für eine Zeitdauer zwischen ca. 10 Stunden und einen Tag aufrechterhalten werden.

Zur weiteren Reduzierung der Stromaufnahme ist es erforderlich, daß die Ausgänge des TMS 1122 deaktiviert werden. Dies wird dadurch bewirkt, daß beim Ausfall

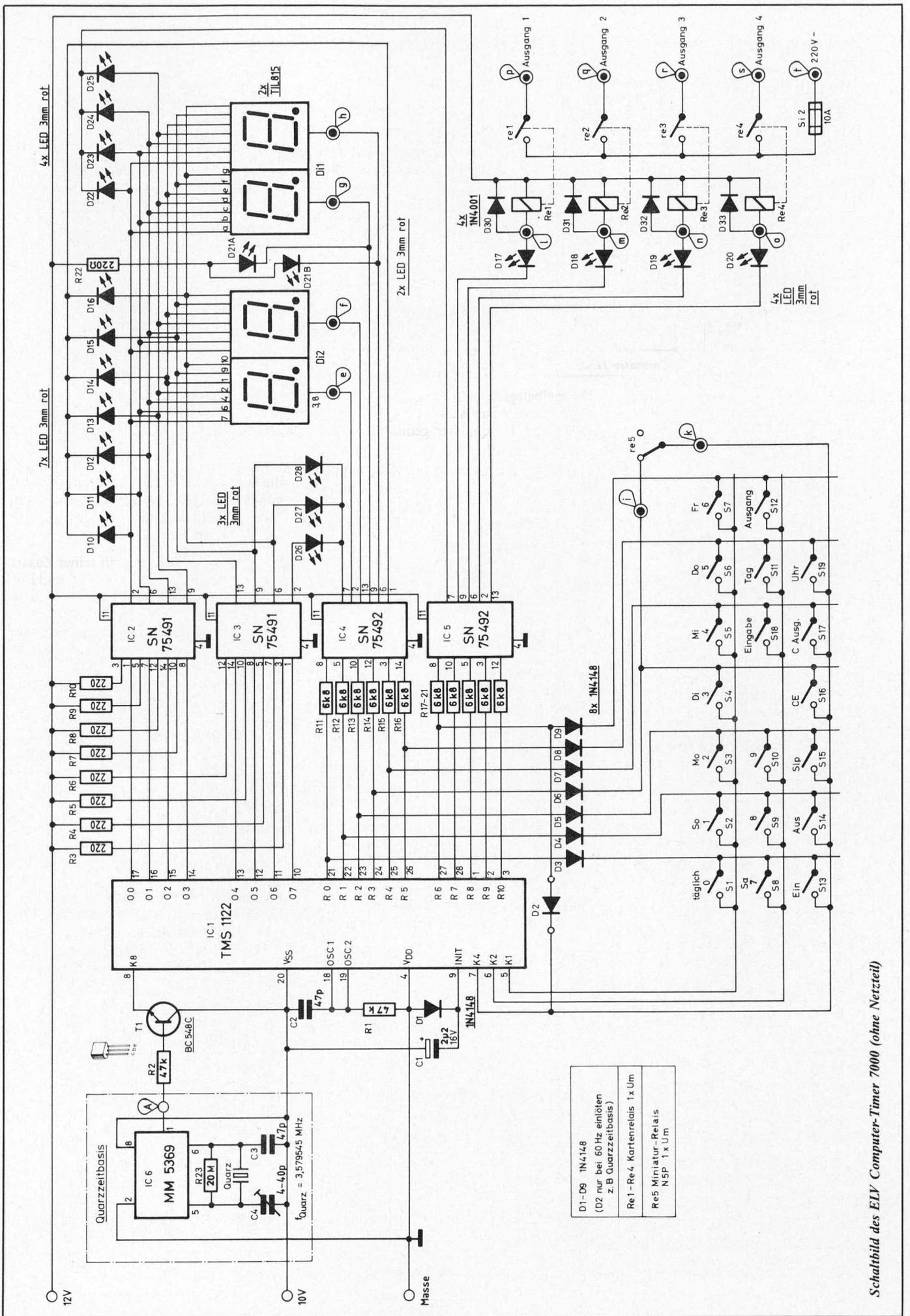
der Netzspannung die Versorgung des Re 5 über D 34, D 35, D 38, D 39 sowie R 25 entfällt, und das Relais in den Ruhezustand kippt. Hierdurch wird der Relaiskontakt Re 5 geschlossen (Ruhekontakt), wodurch die weitgehende Desaktivierung der Ausgänge des Microcomputerbausteins erreicht wird (Schließen von Re 5 entspricht Drücken von Taste CE).

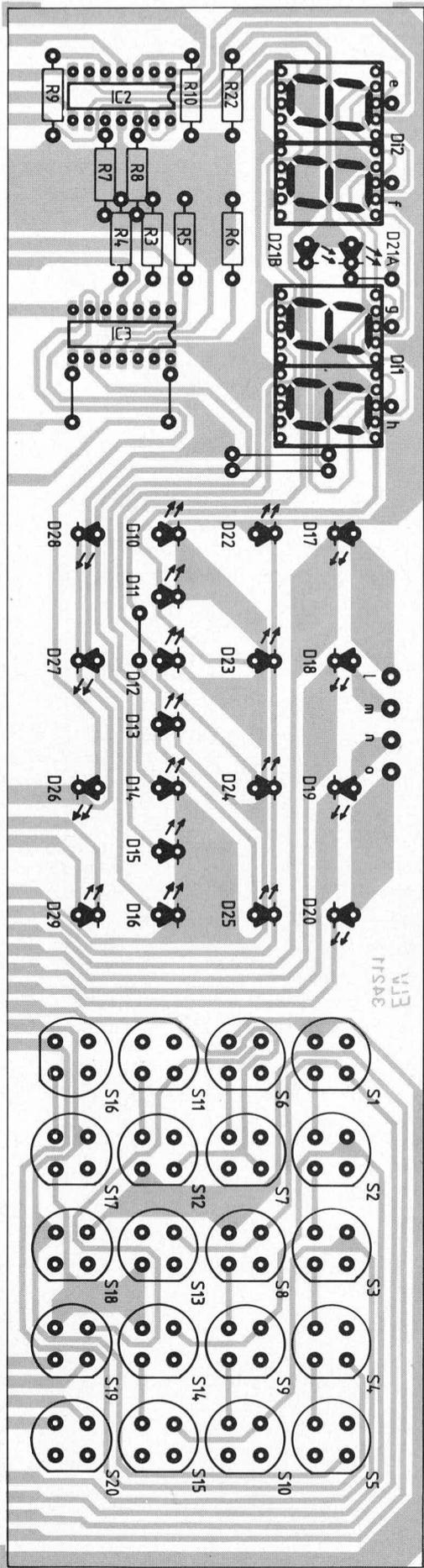
Der Transistor T 2 dient mit seiner Zusatzbeschaltung R 26, R 27 sowie C 6 und D 41 zur kurzen Ansteuerung (einige Sekunden) des Relais Re 5, sobald der zur Notstromversorgung dienende Akku eingesetzt wird. Danach fällt Re 5 automatisch wieder ab, sofern keine Netzspannung anliegt. Diese Zusatzschaltung ist erforderlich, da beim erstmaligen Anlegen einer Versorgungsspannung an den Microcomputerbaustein der Relaiskontakt Re 5 bzw. die Taste CE nicht geschlossen sein darf, bevor der TMS 1122 nach 1 bis 2 Sekunden „eingeschwungen“ ist.

Setzt die Netzspannung wieder ein, führt der „ELV Computer-Timer 7000“ uneingeschränkt alle programmierten Schaltvorgänge wieder aus. Lediglich die Leuchtdiodesanzeigen bleiben solange deaktiviert, bis die Taste „Uhr“ betätigt wurde. Hierdurch ist dem Anwender die Möglichkeit gegeben, Netzspannungsausfälle zu bemerken, ohne daß dabei die Schaltfunktionen beeinträchtigt werden (auch wenn die Taste „Uhr“ nicht betätigt wird).

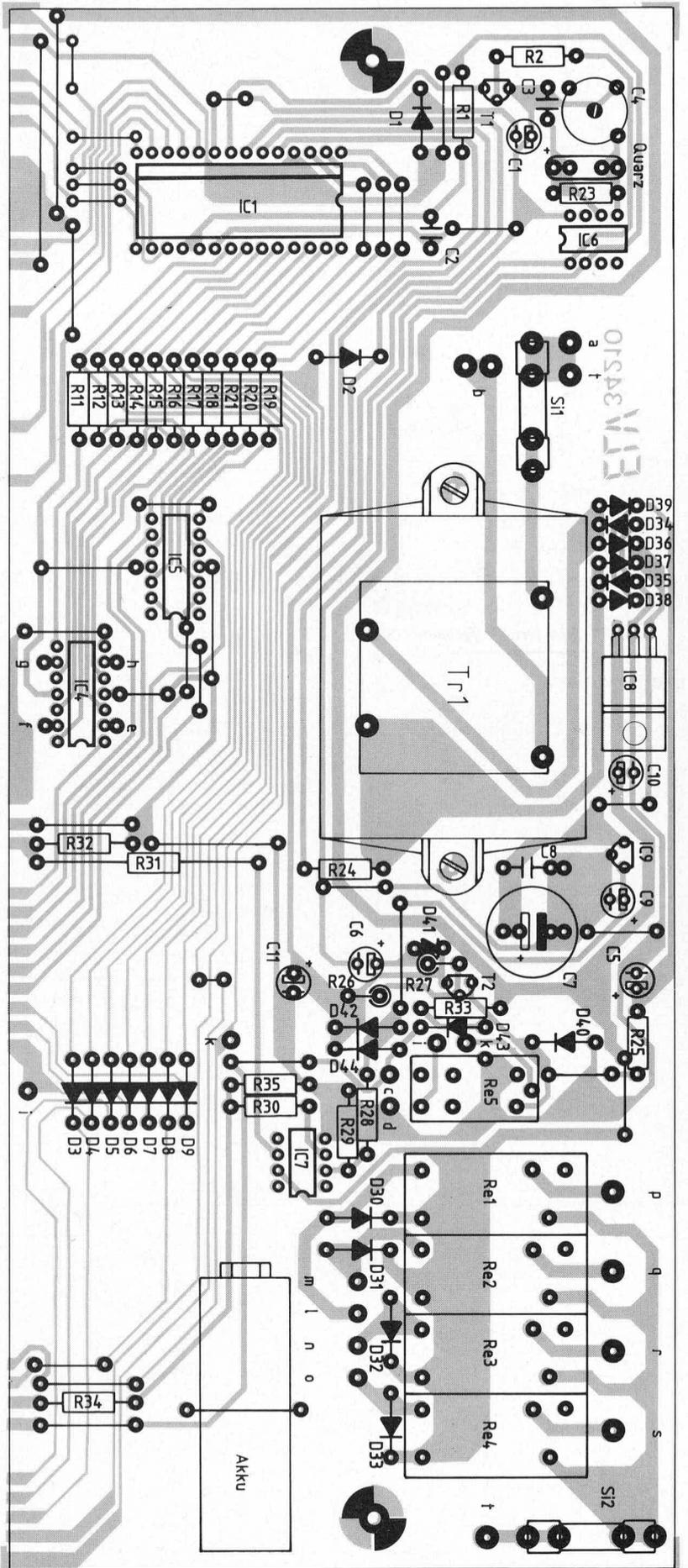
Die Batteriespannungsüberwachung erfolgt mit Hilfe des als Komparator geschalteten OP 1. An Pin 2 des OP 1 liegt eine Spannung von ca. 4 V an, während Pin 3 über R 30 und R 35 an Masse liegt, solange die Taste S 20 (Batteriekontrolle) nicht betätigt wird. Beim Drücken von S 20 wird die Batterie mit dem Spannungsteiler R 34, R 35 belastet. Die halbierte Batteriespannung (R 34 = R 35) gelangt über R 30 auf Pin 3 des OP 1. Ist die halbe Batteriespannung größer als ca. 4 V ( $U_B = 2 \times 4 \text{ V} = 8 \text{ V}$ ), leuchtet die LED 29 auf, andernfalls bleibt sie erloschen.

Da die Batterie unter Belastung geprüft wird, empfehlen wir, den Test nicht unnötig häufig durchzuführen, er erlaubt aber eine gute Kontrolle des Batteriezustandes.

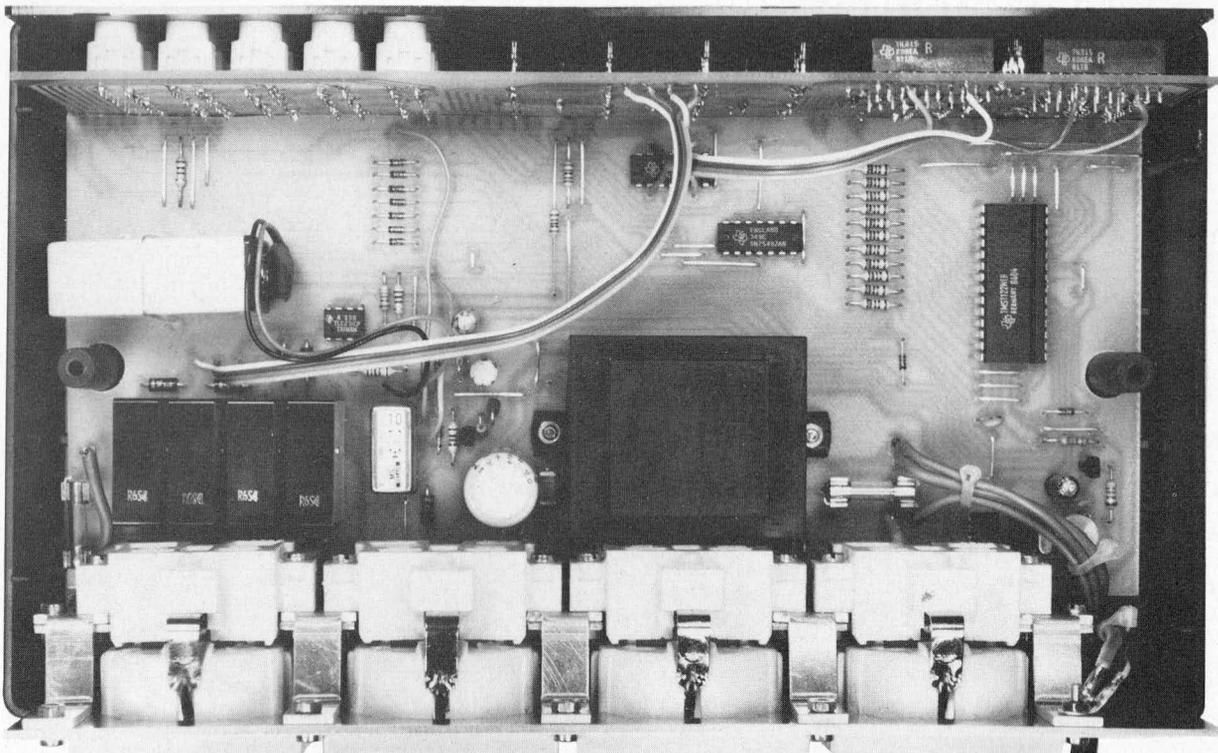




Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV Computer-Timer 7000



Bestückungsseite der Basisplatine des ELV Computer-Timer 7000



Ansicht der fertig aufgebauten ELV Computer-Timer 7000 bei abgenommenem Gehäuseoberteil

### Zum Nachbau

Die Schaltung des „ELV Computer-Timers 7000“ ist auf zwei Leiterplatten aufgebaut.

Der größte Teil der Schaltung befindet sich auf der Basisplatine, während die Anzeigenplatine im wesentlichen die Eingabeta-  
statur sowie die LED-Anzeigen trägt.

Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand der beiden Bestückungspläne vorgenommen. Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente eingelötet. Auf die richtige Polung von Elkos und Dioden ist besonders zu achten. Bei den Dioden des Typs 1N4148 kennzeichnet der dicke gelbe Ring die Katode (die Seite, in die die Pfeilspitze der Diode zeigt).

Die Gesamtschaltleistung des „ELV Computer-Timers 7000“ beträgt für alle vier Ausgänge zusammen 2200 VA. Dies ent-

spricht einem Gesamtstrom von 10 A. Hierbei ist es egal, wie sich diese Schaltleistung auf die einzelnen Ausgänge verteilt, da auch ein einzelner Schaltausgang mit 10 A belastet werden kann, wobei dann auf die übrigen drei Ausgänge praktisch keine Schaltleistung mehr entfällt.

Bei den im Leistungskreis fließenden großen Strömen von max. 10 A, sind die entsprechenden netzspannungsführenden Leiterbahnen mit Drähten zu verstärken (1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt), die auf die Leiterbahnen aufgelötet werden. Auf eine fachkundige Verdrahtung und auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist besonders großer Wert zu legen.

Sind die beiden Leiterplatten fertig bestückt und noch einmal überprüft, können sie im rechten Winkel miteinander verlötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenpla-

tine ca. 2 mm unterhalb der Basisplatine hervorsteht.

Alle von außen berührbaren Metallteile wie Alu-Rückwand, Schrauben und Muttern und selbstverständlich auch die Schutzkontakte der vier Netzsteckdosen, sind mit dem Schutzleiter der 3adrigen Netzzuleitung zu verbinden. Alle Verbindungsleitungen, die 220 V führen, müssen einen Querschnitt von mind. 1,5 mm<sup>2</sup> aufweisen, ebenso der Schutzleiter.

Auf den Leiterplatten werden Punkte mit gleicher Bezeichnung ebenfalls über flexible isolierte Leitungen verbunden, wobei auf der Niederspannungsseite ein geringerer Querschnitt ausreicht.

Wir wünschen Ihnen beim Nachbau und beim Einsatz dieser komfortablen Schaltuhr viel Erfolg.

### Stückliste: ELV Computer-Timer CT 7000

#### Halbleiter

IC1	.....	TMS1122
IC2, IC3	.....	SN75491
IC4, IC5	.....	SN75492
IC6	.....	MM5369
IC7	.....	TLC271
IC8	.....	µA 7812
IC9	.....	µA 78L10
T1	.....	BC548
T2	.....	BC558
D1-D9, D41-D44	.....	1N4148
D10-D20	.....	LED, rot, 3 mm
D21A, D21B	.....	LED, rot, 3 mm
D22-D29	.....	LED, rot, 3 mm
D30-D40	.....	1N4001
Di1, Di2	.....	TIL815

#### Kondensatoren

C1	.....	2,2 µF/16 V
C2, C3	.....	47 pF

C4	.....	4-40 pF C-Trimmer
C5	.....	10 µF/40 V
C6	.....	47 µF/16 V
C7	.....	1000 µF/40 V
C8	.....	100 nF
C9-C11	.....	10 µF/16 V

#### Widerstände

R1, R2	.....	47 kΩ
R3-R10, R22	.....	220 Ω
R11-R21	.....	6,8 kΩ
R23	.....	20 MΩ
R24* (siehe Text)	.....	47 kΩ
R25	.....	470 Ω
R26	.....	100 kΩ
R27	.....	22 kΩ
R28	.....	12 kΩ
R29	.....	8,2 kΩ
R30	.....	4,7 kΩ

R31-R33	.....	1 kΩ
R34, R35	.....	100 Ω

#### Sonstiges

Si1	.....	0,1 A
Si2	.....	10 A
1 Quarz	.....	3,579 MHz
1 Trafo	.....	220 V 8,5 VA, 12 V/0,7 A
4 Karten-Relais	.....	12 V, 1 x um, stehend
1 National Präzisionsrelais	.....	TYP N5P
2 Platinensicherungshalter	.....	
20 ITT-Taster	.....	D 6
10 Lötstifte	.....	
1 9 V-Batterieclip	.....	
2 Schrauben	.....	M 3 x 6 mm
2 Muttern	.....	M 3
30 cm Flachbandleitung	.....	
30 cm Silberdraht	.....	
100 cm flexible Leitung	.....	1,5 mm <sup>2</sup>
1 Lötfläche	.....	3,2 mm

# Bedienungsanleitung des „ELV Computer-Timer 7000“

Die im folgenden **fett** gedruckten Bezeichnungen stellen die jeweils zu drückenden Tasten dar.

Nach Anlegen der Netzspannung und Drücken der Taste „UHR“ erscheint die Anzeige Sonntag 12.00.

## Eingabe der Uhrzeit

1. Taste **EINGABE** drücken
2. Taste des gewünschten Wochentages z. B. **SA** drücken (gleiche Taste wie die Zahl 7)
3. Zuordnungstaste **TAG** drücken
4. Uhrzeit eingeben z. B. 20.00 Uhr: **2000**
5. Sobald die Taste **UHR** gedrückt wird, startet die Uhr sekundengenau (z. B. beim Tagesschaugang)

## Eingabe der Schaltzeiten

Die Schaltuhr besitzt vier voneinander völlig unabhängige Schaltausgänge. In die einzelnen Schaltkanäle können insgesamt bis zu 20 Schaltzeiten in beliebiger Reihenfolge eingegeben werden. Die Programmierung kann auf einen bestimmten Wochentag mit wöchentlicher Wiederholung oder auch täglicher Wiederholung erfolgen.

1. Taste **EINGABE** drücken
2. Taste des zu schaltenden Ausganges (Zahl 1 bis 4) z. B. **4** drücken
3. Zuordnungstaste **AUSGANG** drücken
4. Taste des gewünschten Wochentages, an dem geschaltet werden soll z. B. **MO** (oder auch täglich) drücken
5. die Zuordnungstaste **TAG** drücken
6. Schaltzeit eingeben, z. B. 7.30 Uhr: **730**
7. Eingabe der Schaltfunktion. Soll um 7.30 Uhr eingeschaltet werden, so ist die Taste **EIN** zu drücken, soll um 7.30 Uhr ausgeschaltet werden, muß die Taste **AUS** betätigt werden.
8. Sobald die Taste **UHR** gedrückt wird, erscheint wieder die aktuelle Uhrzeit auf dem Display, da die Uhr während der Programmierung der Schaltzeiten intern weitergelaufen ist.

Wird unter Punkt 7 anstelle der Taste **EIN** die Taste **SLP** (Sleep) gedrückt, wird das Gerät zur eingegebenen Zeit (hier 7.30 Uhr) eingeschaltet und nach genau einer Stunde (hier 8.30 Uhr) wieder ausgeschaltet, ohne Eingabe einer Ausschaltzeit. Hierbei wird der Speicher nur mit einer Schaltzeit belastet.

Soll z. B. montags bis freitags ein Gerät um 8.00 Uhr eingeschaltet und um 17.30 Uhr ausgeschaltet werden, kann bei der Programmierung zur Einsparung von Speicherplätzen zunächst sowohl die Einschalt- als auch die Ausschaltzeit täglich programmiert werden (2 Speicherplätze). Anschließend wird für sonnabends und sonntags um 8.00 Uhr ein Ausschaltvorgang

programmiert, der die tägliche Einschaltung widerruft. Auf diese Weise werden anstatt zehn Speicherplätze lediglich vier Speicherplätze belegt.

## Verwendung als Timer

In dieser Betriebsart des „ELV Computer-Timer“ wird nicht die Uhrzeit eingegeben, zu der ein bestimmter Ausgang ein- bzw. ausschalten soll, sondern in wieviel Stunden und Minuten die Ein- bzw. Ausschaltung eines entsprechenden Kanals erfolgen soll, maximal jedoch in 23 Stunden und 59 Minuten. Diese Eingaben werden automatisch nach Abarbeitung gelöscht, d. h. sie wiederholen sich nicht. Bei diesen Programmierungen wird die Taste **EINGABE** vorher nicht betätigt.

## Eingabe bei Verwendung als Timer

1. Taste des gewünschten Ausganges z. B. **1** drücken
2. Zuordnungstaste **AUSGANG** drücken
3. Zeit in Stunden und Minuten, z. B. 1 h 10 min eingeben: **110**
4. Schaltfunktionen eingeben, z. B. **EIN**
5. zweite Zeit eingeben, z. B. 2 h 20 min: **220**
6. zweite Schaltfunktion eingeben, z. B. **AUS**
7. Taste **UHR** drücken, damit wieder die aktuelle Uhrzeit erscheint

Bei der vorstehend beschriebenen Eingabe schaltet der Ausgang 1 der Schaltuhr in 1 Stunde und 10 Minuten ein und in 2 Stunden und 20 Minuten wieder aus.

Es kann selbstverständlich auch nur eine Schaltzeit eingegeben werden, so daß die Punkte 3 und 4 oder 5 und 6 entfallen.

Wird anstelle der Schaltfunktionstaste **EIN** bzw. **AUS** die Taste **SLP** gedrückt, so schaltet der betreffende Eingang sofort ein und nach genau einer Stunde wieder aus.

## Manuelles Schalten der Ausgänge

Sollen die Ausgänge manuell geschaltet werden, so sind folgende Tasten zu drücken:

1. Taste des gewünschten Ausganges z. B. **1** drücken
2. Zuordnungstaste **AUSGANG** drücken
3. Schaltfunktion eingeben, z. B. **EIN** bzw. **AUS**. Hierbei wird der betreffende Ausgang sofort nach Drücken der letzten Taste ein- bzw. ausgeschaltet.

## Abfragen der einzelnen Speicher

Die Inhalte der einzelnen Speicher können wie folgt abgefragt werden:

1. Taste des gewünschten Ausganges z. B. **2** drücken
2. Zuordnungstaste **AUSGANG** drücken

Jetzt wird bei jedem zweiten Drücken der Zuordnungstaste **AUSGANG** je eine Schaltzeit angezeigt, und zwar so lange, bis die letzte der unter diesem Ausgang eingegebenen Schaltzeiten angezeigt wurde. Dann erlischt auch die rote Eingabe/Speicher-LED.

In der gleichen Weise können auch alle Schaltzeiten, die unter einem bestimmten Tag eingegeben wurden, abgefragt werden. Hierbei ist als erstes die Taste des betreffenden Tages z. B. **DI** zu drücken und dann mehrmals die Taste **TAG** (genau wie vorher die Taste **Ausgang**). Soll wieder die aktuelle Uhrzeit angezeigt werden, muß die Taste **UHR** gedrückt werden. Sind alle Speicher des ELV Computer-Timers belegt, so erscheint Anzeige 8888.

Bei einer Fehleingabe erscheint 9999. Sind beim Einprogrammieren von Zeiten Fehler unterlaufen, so können diese durch Drücken der Taste **CE** gelöscht werden, allerdings nur, sofern noch nicht eine der Tasten **UHR**, **EIN**, **AUS** oder **SLP** betätigt wurde.

## Löschen aller Schaltzeiten eines Ausganges

1. Taste des gewünschten Ausganges z. B. **3** drücken
2. Zuordnungstaste **AUSGANG** drücken
3. Löschtaste **C AUSG** einmal drücken.

Bei zweimaligem Drücken dieser Taste oder ohne vorherige Eingabe eines bestimmten Ausganges, werden sämtliche Schaltzeiten aller Ausgänge gelöscht.

## Löschen aller Schaltzeiten eines Tages

1. Taste des gewünschten Tages z. B. **SO** drücken
2. Zuordnungstaste **TAG** drücken
3. Löschtaste **C AUSG** drücken

Bis auf die Schaltzeiten, die täglich ausgeführt werden, sind alle für diesen Tag programmierten Zeiten gelöscht.

## Netzspannungsausfälle

Ist eine 9 V-Batterie mit ausreichender Kapazität eingesetzt, so ist der „ELV Computer-Timer“ vor Netzspannungsausfällen bis zu mehreren Tagen geschützt.

Keht die Netzspannung nach einem Ausfall wieder, so bleibt die Anzeige erloschen, um dem Anwender eine Kontrolle zu ermöglichen, ohne daß jedoch die Funktion des Gerätes beeinträchtigt wird.

Durch Drücken der Taste **Uhr** wird die Anzeige wieder voll aktiviert.

Die Batterie sollte mindestens alle 2 Jahre (besser jedes Jahr) ausgewechselt werden, auch wenn keine Netzspannungsausfälle zu verzeichnen waren.