

# ELV journal

Mit Platinenfolien

6/89 Dez./Jan. Fachmagazin für angewandte Elektronik DM 5,80

**Messen und Testen**

**Profi-Technik für Ihr Elektronik-Labor**

The image displays four ELV electronic test instruments stacked vertically against a background of a green printed circuit board (PCB) with various components labeled. The instruments are:

- ELV FZ 7001 Frequenzzähler:** A frequency counter with a red LED display showing '234567890'. It features various input and output ports and control buttons.
- ELV DMM 7002 Prozessormultimeter:** A digital multimeter with a red LED display showing '-2.3680 mA'. It includes AC/DC selection, range selection, and measurement mode buttons.
- ELV FG 7001 Prozessor Funktionsgenerator:** A function generator with a red LED display showing '258603'. It has controls for frequency selection, amplitude, and output type.
- ELV Prozessor-Netzteil PNT 7000:** A power supply with three red LED displays showing '40.00 V', '0.249 A', and '9.960 W'. It includes controls for voltage, current, and power, as well as a remote control port.

- Super-Laufblitz-Stroboskop
- Sound-Generator
- S-VHS-Video-Signalquellenumschalter VSU 7000
- Laser-Akustik-Modulator
- Logiktester in SMD
- Elektronischer Schiedsrichter
- Batterietester
- PC-Schrittmotoren-Steuerung
- Prozessor-Multimeter
- Prozessor-Frequenzzähler
- Funktionsgenerator 10 Hz bis 26 MHz



# Das ELV-Gehäuse für die 90er Jahre

**Ausgezeichnetes Design, große Stabilität und enorme Vielseitigkeit zeichnen das neue ELV-Gehäuse aus, das jetzt das bisherige 7000er-Gehäuse ablöst.**

10 Jahre lang hat das bisherige 7000er-Gehäuse gute und treue Dienste geleistet. Ein dankbarer Nachruf wäre also angebracht. Doch bekanntlich ist das Bessere des Guten Feind, und 10 Jahre Fortentwicklung bringen eben eine Menge neuer Wünsche oder Anforderungen an ein Gehäuse mit sich. ELV entwickelt heute Geräte, von denen wir vor 10 Jahren noch nicht zu träumen wagten. Der damit einhergehende Wunsch nach einem der fortgeschrittenen Technik entsprechenden Rahmen, der allen aktuellen Anforderungen voll gerecht wird, hat zur Entwicklung des neuen 7000er-Gehäuses geführt.

Dabei haben wir besonderen Wert darauf gelegt, das neue Gehäuse kompatibel zum herkömmlichen 7000er-Gehäuse zu konzipieren, so daß sich auch die bereits bestehenden 7000er-Schaltungen in das neue Gehäuse einbauen lassen. Das nachträgliche Austauschen „alt gegen neu“ ist von Fall zu Fall sicher interessant und

ebenfalls problemlos möglich, wenn bestimmte Punkte beachtet werden, auf die im Verlauf des Artikels noch näher eingegangen wird.

Ausgesprochen stolz sind wir jedoch darauf, daß es uns gelungen ist, Ihnen diese neue aufwendige Gehäusequalität ohne jede Preisanhebung anzubieten.

Ab sofort liefern wir Ihnen die ELV-7000er-Geräte mit der neuen Gehäuseform zum gewohnten Preis. Das bisherige Gehäuse können Sie jedoch auf Wunsch noch bis Ende 1990 einzeln erhalten.

## **Merkmale des neuen ELV-Gehäuses**

Das neue Gehäuse besteht aus ABS-Kunststoff (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Pfropfcopolymer) und weist damit eine hohe mechanische und thermische Belastbarkeit auf. Die zulässige Dauer-Einsatztemperatur liegt bei 60 - 70°C und darf kurzzeitig bis 100°C betragen.

Die Oberfläche des Gehäuses ist gleichmäßig mattschwarz, greift sich samtartig an und ist eine wahre Augenweide. In Verbindung mit der in einer aufwendigen Design-Studie festgelegten äußeren Gestalt ergibt sich ein ästhetisch ansprechender Gesamteindruck. Für die Werkstatt fast schon zu chic, könnte man meinen, aber form-schöne Geräte entfalten ihre positive Wirkung eigentlich an jedem Platz.

Das Gehäuse wird aus 2 gleichartigen Halbschalen gebildet, in die Front- und Rückplatten formschlüssig eingesetzt werden. Die Gehäusehalbschalen überlappen sich an der Innenseite, wodurch eine genaue Zentrierung und die völlige seitliche Abdichtung gewährleistet ist.

Neu sind die einsetzbaren Fuß- und Abdeckmodule für formschlüssige, exakte Stapelbarkeit, die Möglichkeiten zur internen Platinenmontage und professionellen, beliebig oft lösbaren Gehäuseverschraubung, die Luftöffnungen sowie etliche konstruktive Details, die das Leben des Entwicklers wie auch des Anwenders erleichtern.

## **Lüftung**

Damit eine gleichmäßige Durchlüftung der eingebauten Geräte gewährleistet wird, ist jede Gehäusehalbschale mit einem Lüftungsrost versehen. Die Halbschalen sollten i. a. so zusammengefügt werden, daß sich ein Luftstrom von vorn nach hinten ergibt. Beim Unterteil sollte der Lüftungsrost daher zur Frontplatte, beim Oberteil zur Rückplatte weisen. Auch bei Gerätetürmen wird so jede einzelne Komponente gleichmäßig mit Frischluft versorgt, während die erwärmte Luft hinten als geschlossener Konvektionsstrom abfließt.

## **Gehäusekomponenten**

Das neue ELV-Gehäuse wird in folgender Zusammensetzung geliefert:

- 2 x Gehäusehalbschale
- 4 x Fußmodul
- 4 x Gummifuß
- 4 x Abdeckmodul
- 2 x Abdeckzylinder
- 4 x Montageschraube M 4 x 70, mit Mutter (Teil A)
- 4 x Abstandsrolle Ø 8 x 60 (Teil B)
- 2 x Abstandsrolle Ø 8 x 55 (Teil C)
- 4 x Andruckscheibe Ø 14 x 2,5 (Teil D)
- 6 x Zentrier- u. Futterscheibe Ø 10 x 1,5 (Teil E)

Diese Zusammenstellung wird den Montagearten von bisherigen wie auch zukünftig (für andere Befestigungen) entwickelten Platinen in einer Vielfalt von Möglichkeiten gerecht. Von Fall zu Fall bleiben dabei bestimmte Elemente übrig.

## Montagemöglichkeiten

Jede Gehäusehalbschale besitzt 2 mittige und 4 äußere Montagesockel. Zur Verbindung der beiden Gehäusehalbschalen werden metrische Maschinenschrauben M 4 x 70 eingesetzt. Hierbei ist gleichzeitig eine innere Befestigung der Platinen gegeben, die beim bisherigen Gehäuse ja lediglich über die Mittelpfosten der Halbschale gehoben und eingelegt wurden. Geräte im neuen Gehäuse sind daher in jeder beliebigen Betriebslage einsetzbar.

Für die Befestigung von Platinen, die auf das bisherige 7000er-Gehäuse zugeschnitten waren und daher eingefräste Rundlöcher von Ø 10,5 mm aufweisen, sind die beiden mittigen Montagesockel vorgesehen. Die äußeren Montagesockel dienen entsprechend zur Aufnahme aller neuen Schaltungsentwicklungen.

Jeder einzelne Montagesockel ist so ausgebildet, daß er entweder eine M4-Mutter formschlüssig aufnimmt oder aber einen entsprechenden Schraubkopf. Die Schrauben werden von der unteren Halbschale her eingesetzt.

## Aufstellmöglichkeiten

Die Halbschalen besitzen an ihrer Außenseite in den Ecken 4 quadratische Aussparungen, in die sich die Gehäusefußmodule eindrücken lassen. In die Fußmodule werden kleine Gummifüße eingesetzt, die dem Einzelgerät einen weichen, rutschsicheren Stand verleihen. Das Gehäuseunterteil wird also mit 4 derartig bestückten Modulen versehen, während die entsprechenden Aussparungen des Oberteils entweder mit Abdeckmodulen versehen werden oder aber zur Aufnahme eines zweiten, darübergestellten Gerätes dienen (Turmaufbau). Auf diese Weise lassen sich rutschsicherfixierte, akkurate Geräteparks aufbauen, wobei der Abstand von Gehäuse zu Gehäuse so gewählt ist, daß eine ausreichende Konvektion und Frischluftversorgung gewährleistet ist.

Die mittleren Montagelöcher des Gehäuseoberteils werden von außen mit den beigelegten Abdeckzylindern versehen, die flächenbündig einzupressen sind. Hierdurch werden die besagten Öffnungen nahezu unsichtbar, wobei es völlig unerheblich ist, ob unter den Abdeckzylindern eine M4-Mutter eingesperrt ist oder nicht. Denn diese kann ja auch bei Demontage des Gerätes stets an ihrem Platz verbleiben und ist nun sogar unverlierbar geworden.

## Montage herkömmlicher 7000er-Platinen

Sollen für das bisherige 7000er-Gehä-

se konzipierte Schaltungen ins neue Gehäuse eingepaßt werden, so ist zunächst zu beachten, daß die Platinen nicht nur auf den mittigen, sondern auch auf den äußeren Montagesockeln der Halbschale aufliegen werden. An diesen Punkten befindliche Lötstellen sind daher möglichst dicht an der Platine abzukneifen (0,3 mm sind problemlos zu erreichen), damit an diesen Stellen später nichts stört. In seltenen Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, einen der äußeren Montagesockel geringfügig zu bearbeiten (heiße Lötspitze!), so daß etwa der Montageschraubkopf einer Huckepackplatine dort Platz findet. Die Schaltung wird dann, ggf. mit Front- und/oder Rückplatte zugleich, von oben in die Halbschale eingelegt. Dadurch kommen die mittleren Montagesockel genau unter die ausgefrästen Löcher der Platine zu liegen.

Es sind nun von unten zunächst 2 Schrau-

auch genauogut entfallen können, ohne daß sich an der Teileabfolge auch nur das geringste ändert. Halb- und ganzformatige Platinen, ja selbst Doppelplatinen werden nach demselben Schema, mit gleichbleibend denselben Montageelementen fixiert, wobei Teil E jeweils entweder als Zentrierung oder als Futterring (Abstandhalter) fungiert.

## Montage neuer 7000er-Platinen

Neue Platinen werden einfach und problemlos über 4 Schrauben und Abstandsröllchen B (60 mm) fixiert.

Die Platine wird - ggf. mit Front- und/oder Rückplatte zusammen - in das Gehäuseunterteil eingelegt. Dann werden durch die äußeren Montagesockel und die entsprechend darüberliegenden Platinenbohrungen 4 Schrauben A gesteckt. Es folgen

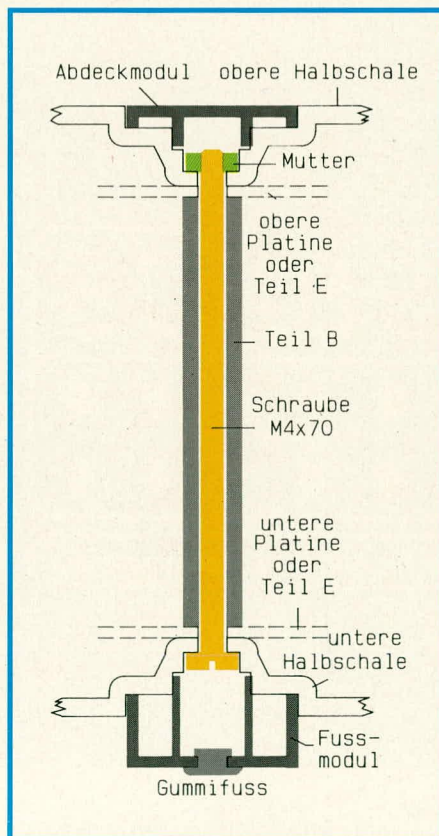


Bild 1: Skizze zur Verschraubung herkömmlicher 7000er-Gehäuse

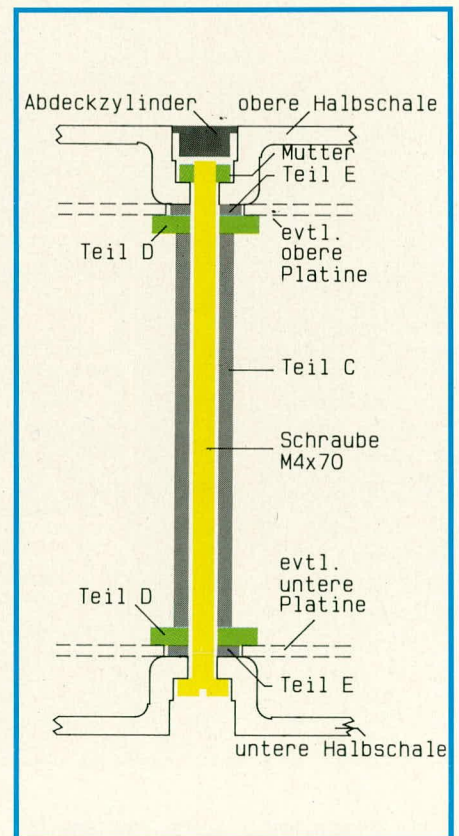


Bild 2: Skizze zur Verschraubung neuer 7000er-Gehäuse

ben A einzusetzen und sodann von oben gemäß Bild 1 nacheinander Teil E (greift in die Platinenlöcher), Teil D, Teil C, Teil D, Teil E. Danach kann ggf. eine zweite Platine aufgelegt werden. Es folgt das mit Muttern und Abdeckzylindern versehene Gehäuseoberteil und schließlich das Anziehen der Schrauben.

Übrig bleiben somit 2 Teile A, 4 Teile B und 2 Teile E.

Die Besonderheit der beschriebenen Montageart ist, daß die Platinen im Prinzip

die Abstandsröllchen B (60 mm) sowie ggf. eine zweite Platine. Je nachdem, ob zwei, eine oder keine Platine auf einen Montagesockel kommt, ist mit keiner, einer bzw. 2 Futterscheiben E aufzufüllen, so daß der 63 mm große Abstand zwischen den Montagesockeln der beiden Halbschalen stets erreicht wird (Bild 2).

Es folgt die obere Halbschale mit 4 Muttern und das Anziehen der Schrauben. Übrig bleiben somit 2 Teile C, 4 Teile D sowie bis zu 6 Teile E. **ELV**



# Prozessor-Funktions-generator FG 7001

## Teil 2

*Im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels werden Nachbau und Inbetriebnahme dieses digital-einstellbaren quartzesteuerten Funktionsgenerators ausführlich beschrieben.*

### Zum Nachbau

Der Aufbau dieses ebenso preiswerten wie anspruchsvollen quartzesteuerten Funktionsgenerators ist vergleichsweise einfach möglich. Sämtliche Bauelemente finden auf 2 übersichtlich gestalteten, doppelseitigen durchkontaktierten Leiterplatten Platz unter Verzicht auf jegliche Brücken. Die Stromversorgung erfolgt über einen vergossenen Netztransformator mit integrierter Sicherung und Netzanschlußschnur, bei dem keine gefährlichen Spannungen zu berühren sind. Lediglich die vom Netz galvanisch getrennten Niederspannungs-Sekundärwicklungen werden elektrisch mit



der Basisplatine des FG 7001 verbunden. Eine ebenso elegante wie zukunftsweisende Lösung.

Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die Baubeschreibung zunächst einmal vollständig durchzulesen, um sich mit dem Gerät vertraut zu machen. Doch kommen wir nun zum eigentlichen Aufbau.

Die Bestückung der Basisplatine und der Anzeigenplatine wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Im Anschluß an die allgemeine Beschreibung gehen wir auf Besonderheiten bei der Bestückung der einzelnen Platinen ein, gefolgt vom Zusammenbau der gesamten Konstruktion.

Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Leiterplattenunterseiten verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierungen ist ein Löten auf der Bestückungsseite nicht erforderlich, d. h. sämtliche Lötstellen werden wie gewohnt auf der Platinenunterseite ausgeführt. Darüber hinaus konnte auf den Einsatz von Brücken vollständig verzichtet werden, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

Kommen wir nun zu einigen Besonderheiten beim Nachbau:

### 1. Basisplatine

Nachdem sämtliche Bauelemente mit Ausnahme des Netztransformators entspre-

chend dem Bestückungsplan auf die Basisplatine gesetzt und auf der Leiterplattenunterseite verlötet wurden, folgt die Montage des Netztransformators. Die 230 V-Primärseite ist direkt mit einer Netzzuleitung, an deren Ende sich ein Euro-Stecker befindet, versehen. Direkt am Transformator sind über Lötschwerter lediglich die 3 Sekundär-Niederspannungswicklungen (2 x 15 V / 0,3 A und 1 x 8 V / 0,5 A) zugänglich. Der Netztransformator TR 1 wird so auf die Leiterplatte gesetzt, daß die Lötschwerter in die entsprechenden Bohrungen fallen und die Netzzuleitung mit Knickschutztüle und Zugentlastung zur Rückseite weist. Mit 4 Schrauben M 3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Bohrungen geführt werden sowie 4 Muttern M 3 wird der Transformator mechanisch befestigt. Danach erfolgt das Verlöten der Trafo-Anschlüsse.

### 2. Anzeigenplatine

Die einzige Besonderheit bei der Bestückung dieser Platine liegt in dem Einsetzen der beiden Potentiometer R 46 und R 59. Diese werden von der Lötseite aus (Platinenrückseite) durch die entsprechenden Bohrungen geführt bei gleichzeitigem Einsetzen der 3 Lötanschlüsse. Von der Bestückungsseite aus erfolgt dann die Verschraubung. Erst jetzt werden die Lötanschlüsse von der Leiterplattenunterseite aus festgelötet. Abschließend sind die Achsen auf eine Länge von 20 mm zu kürzen (direkt von der Leiterplattenoberseite aus gemessen bis zur Achsenspitze).

Als nächstes wird die Anzeigenplatine mit der Basisplatine verbunden. Hierzu ist die Anzeigenplatine im rechten Winkel mit ihrer Platinenrückseite direkt an die Basisplatine zu setzen und zwar so, daß die untere Begrenzung der Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervorsteht. Anschließend erfolgt das Verlöten der entsprechenden Leiterbahnen von Anzeigen- und Basisplatine auf der Platinenunterseite. Hierbei ist darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den verschiedenen Leiterbahnen bilden. Da es sich um doppelseitige Leiterplatten handelt, können zur Stabilitätserhöhung auf der Bestückungsseite der Basisplatine weitere Lötverbindungen zur Anzeigenplatine hergestellt werden, die elektrisch nicht erforderlich wären.

### 3. Frontplatte

In die Frontplatte werden 6 BNC-Buchsen mit Zentralbefestigung eingesetzt und auf der Rückseite mit einer Lötöse versehen sowie anschließend mit je einer passenden Mutter verschraubt. Die Ausrichtung der BNC-Buchsen sollte so erfolgen, daß die beiden gegenüberliegenden Arretiernippel einer jeden Buchse (zum Festsetzen des Steckers) genau waagrecht stehen. Elektrisch ist dies selbstverständlich

nicht relevant, trägt aber zur sauberen Optik bei. An die Lötösen einer jeden Buchse wird eine flexible isolierte Leitung angelötet, deren Länge für die 3 linken Buchsen 35 mm und für die 3 rechten Buchsen 25 mm beträgt. Die 6 Zentralanschlüsse werden mit 30 mm bzw. 20 mm langen Silberdrahtabschnitten versehen. Als dann wird die Frontplatte vor die Anzeigenplatine gesetzt, wobei die Buchsen-Anschlußleitungen durch die direkt hinter den Buchsen liegenden Bohrungen zu führen sind.

Die so entstandene Konstruktion wird in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt. Die Frontplatte wird durch entsprechende Führungen gehalten, während sich die beiden zentralen Befestigungsbohrungen der Basisplatte direkt mittig über den zugehörigen

an den Platinenanschlußpunkten ST 7, ST 9, ST 11 (von links nach rechts gesehen).

Nachdem die im folgenden Kapitel beschriebene Inbetriebnahme und der Abgleich durchgeführt wurden, ist die Gehäuserückwand mit der u-förmigen Aussparung für die Netzkabeldurchführung einzusetzen. Es folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale und das anschließende Verschrauben. Die genaue Montage ist dem bereits erwähnten separaten Artikel zu entnehmen.

### Inbetriebnahme und Einstellung

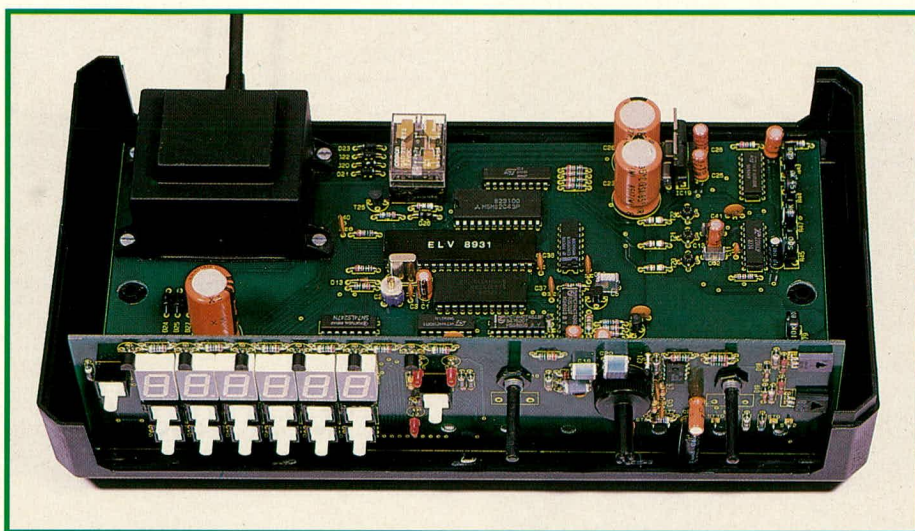
Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft wurde, steht der ersten Inbetriebnahme nichts im Wege. Im noch

im angegebenen Rahmen, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und die Bestückung nochmals zu überprüfen sowie auch der Leiterbahnverlauf auf Unterbrechungen und Lötzinnbrücken hin zu untersuchen.

Damit das Gerät später sinnvoll eingesetzt werden kann, ist ein sorgfältiger Abgleich erforderlich, um auch die volle Leistung dieses hochwertigen Funktionsgenerators zu erreichen. Die Einstellarbeiten sind nicht besonders schwierig und können mit einfachen Mitteln durchgeführt werden.

Wichtiges Hilfsmittel ist hierbei ein Multimeter. Weitere hilfreiche, jedoch nicht unbedingt erforderliche, Meßgeräte sind ein Frequenzzähler, ein Oszilloskop und zur Klirrfaktor-Optimierung der Sinuskurve ein Klirrfaktor-Meßgerät.

Unmittelbar nach dem Einschalten geht das Gerät in die Sinus-Funktion bei einer Ausgangsfrequenz von 1.000 Hz. Dieser



**Ansicht der fertig bestückten und in die Gehäuseunterhalbschale eingebauten Platinen des FG 7001**

gen Bohrungen der Gehäuseverschraubung befinden. Hierbei liegt die Basisplatte ohne zusätzliche Abstandhalter auf den Verstrebungen des Gehäusebodens auf. Eine detaillierte Beschreibung des Gehäuses sowie dessen Einbau und Zusammenbau ist in einem separaten Artikel im ELV journal 6/89 ausführlich beschrieben.

Nun werden die 3 Masseanschlüsse der BNC-Buchsen für die TTL-Ausgänge über die flexiblen isolierten Leitungen an die Basisplatte angelötet. Der Masseanschluß der linken BNC-Buchse wird mit dem Platinenanschlußpunkt ST 1, der nächste Anschluß mit ST 3 und der dritte Anschluß mit ST 5 verbunden. Die Silberdrahtanschlüsse der Signalleitungen dieser Buchse sind an ST 2 (linke Buchse), ST 4 (mittlere TTL-Buchse) und ST 6 (rechte TTL-Ausgangsbuchse) anzulöten.

Die 3 rechten BNC-Ausgangsbuchsen für die Sinus/Dreieck-Ausgänge werden auf der Platinenrückseite der Anzeigenplatine angeschlossen. Hierbei liegen die Masseanschlüsse ebenfalls über flexible isolierte Leitungen an den Platinenanschlußpunkten ST 8, ST 10, ST 12 (von links nach rechts gesehen) und die Signalanschlüsse

stromlosen Zustand wird ein Multimeter mit seinem negativen Meßspannungsanschluß an die Schaltungsmasse angeschlossen. Hierzu bietet sich z. B. das Metallgehäuse des 15 V Festspannungsreglers IC 19 an.

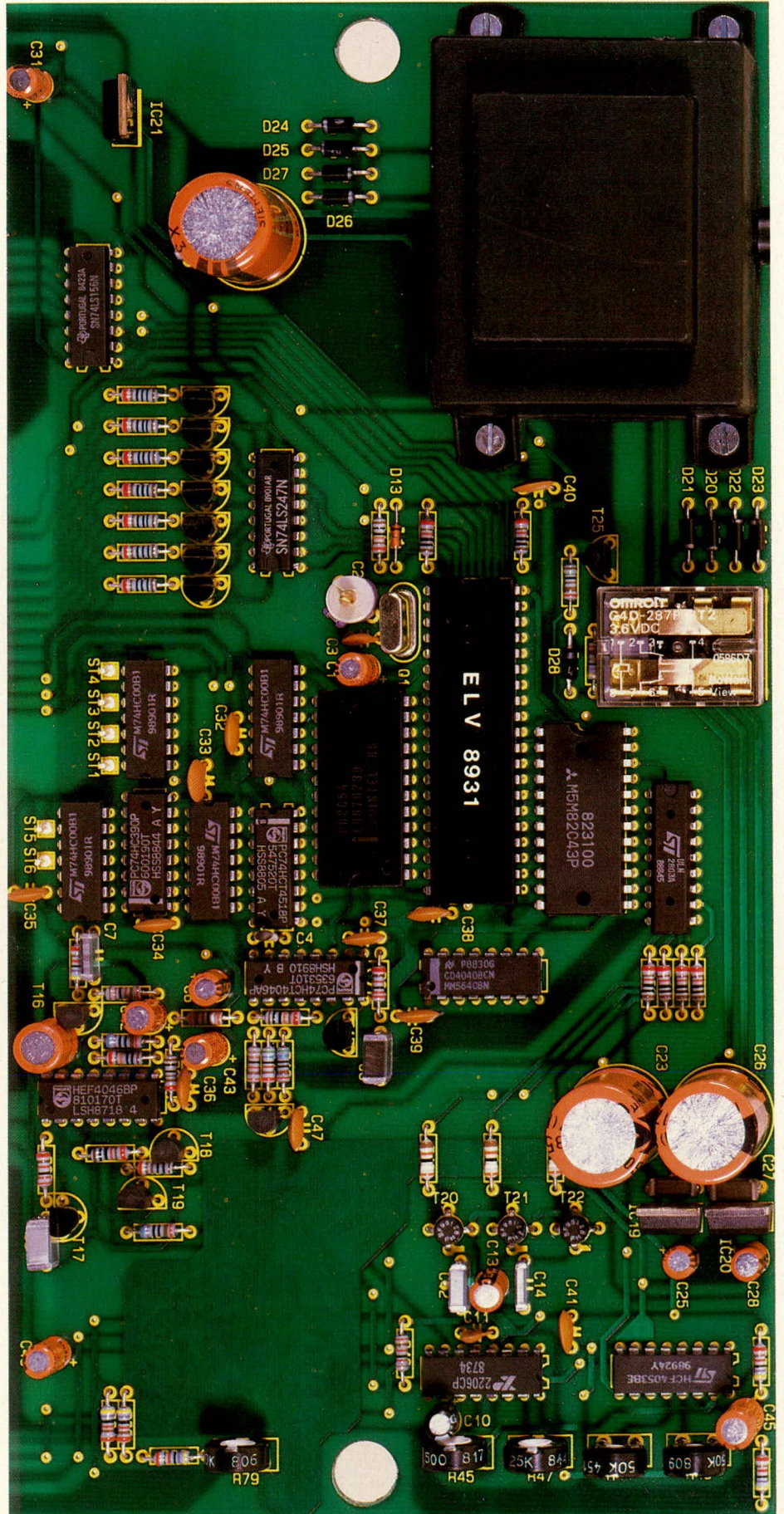
Unmittelbar nachdem der Netzstecker mit der 230 V-Netzwechselspannung verbunden und das Gerät eingeschaltet wurde, sind folgende Messungen durchzuführen, wobei der positive Meßspannungseingang des angeschlossenen Multimeters an die entsprechenden Punkte der Schaltung zu legen ist:

1. Pin 1 des IC 19: 20 V bis 27 V
2. Pin 3 des IC 19: 14,4 V bis 15,6 V
3. Pin 2 des IC 20: -20 V bis -27 V
4. Pin 3 des IC 20: -14,4 V bis -15,6 V
5. Pin 1 des IC 21: +9 V bis +13 V
6. Pin 3 des IC 21: +4,75 V bis +5,25 V
7. Pin 8 des IC 18: +14,4 V bis +15,6 V
8. Pin 4 des IC 18: -14,4 V bis -15,6 V
9. Pin 3 des IC 18: von ca. +7,5 V bis -7,5 V mit R 59 einstellbar.

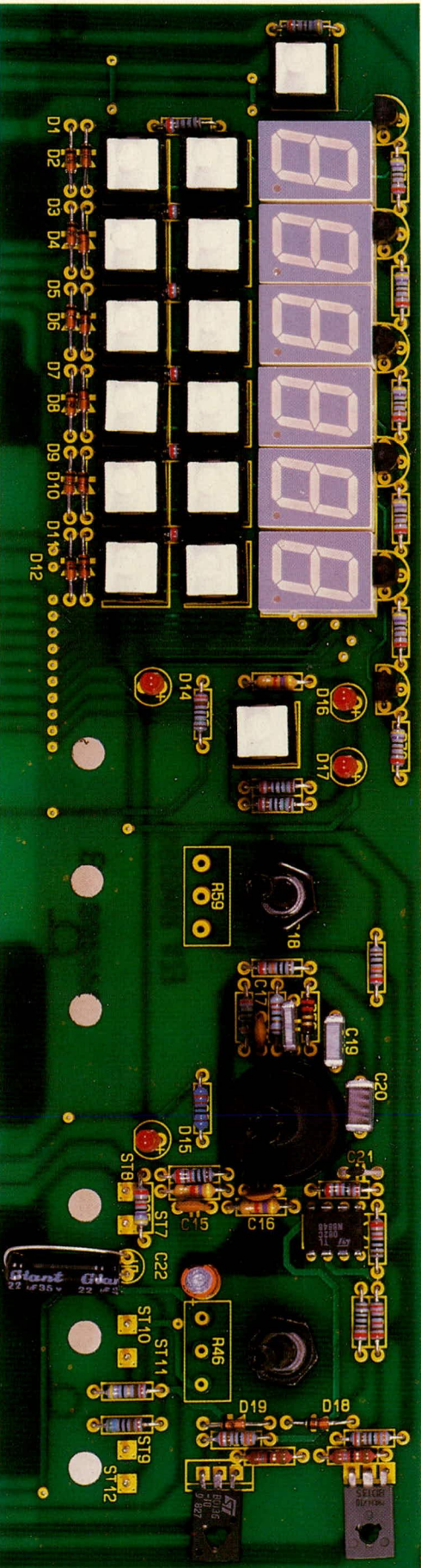
Sind vorstehend beschriebene Messungen zur Zufriedenheit verlaufen, kann mit der Einstellung des FG 7001 begonnen werden. Liegen die Meßspannungen nicht

Bereich wird für die weiteren Messungen und Einstellarbeiten zunächst so belassen. Der DC-Pegeleinsteller R 59 wird so eingestellt, daß auch die DC-gekoppelten Ausgänge (50  $\Omega$  und 600  $\Omega$ ) gleichspannungsfrei sind, d. h. die Ausgangskurve ist zum Nullpunkt symmetrisch. Dies kann unter anderem mit Hilfe eines Multimeters erfolgen, das gemessen zur Schaltungsmasse an Pin 3 des IC 18 0 V anzeigen muß (Einstellung mit R 59). Diese Stellung sollte im Verlauf des weiteren Abgleichs nicht verändert werden, damit auch bei großen Ausgangsamplituden die Endstufe im linearen Bereich arbeitet.

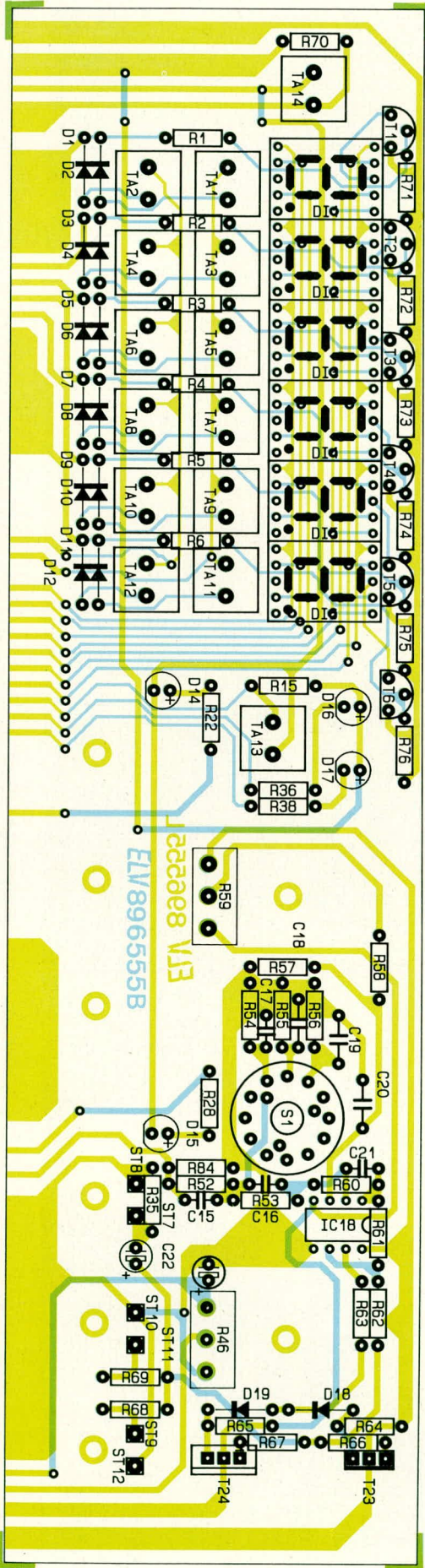
Jetzt wird das Multimeter in den Wechselspannungsbereich gebracht und an den AC-Ausgang des FG 7001 angeschlossen („negative“ Meßspitze an den Metallhals der BNC-Buchse und „positive“ Meßspitze an den Mittenanschluß der BNC-Buchse). Hilfreich ist jetzt ein Oszilloskop, das an den 50  $\Omega$ -Ausgang zu legen ist. Sollte das verwendete Multimeter in seinem AC-Bereich nicht 1 kHz verarbeiten können, so kann die Frequenz zur Messung der Ausgangsspannung des FG 7001 bis auf 50 Hz gesenkt werden.



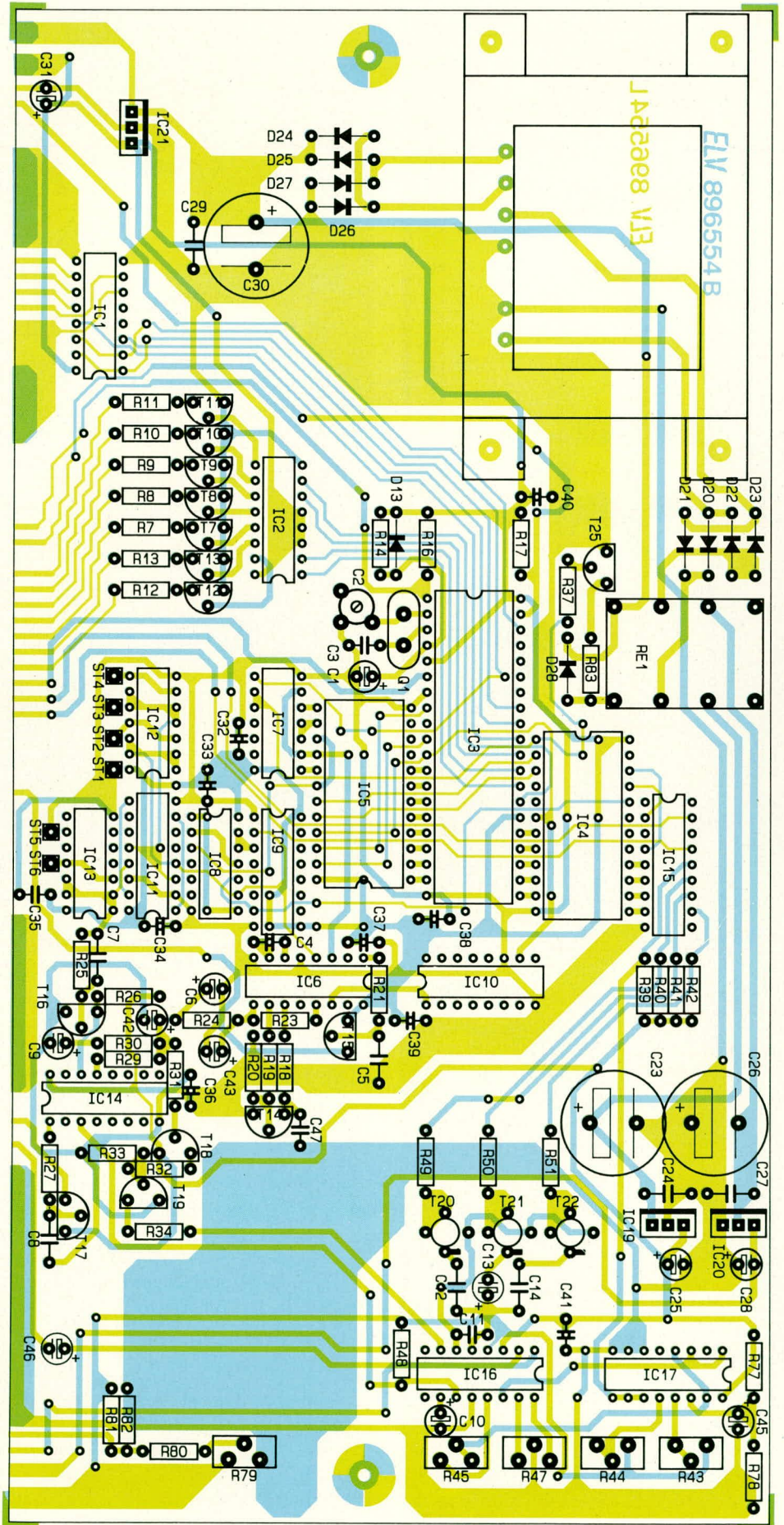
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Prozessor-Funktionsgenerators FG 7001



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des FG 7001



Bestückungsplan der Anzeigenplatine des FG 7001



Bestückungsplan der Basisplatine des Prozessor-Funktionsgenerators FG 7001



## Stückliste: Prozessor-Funktionsgenerator FG 7001

### Widerstände

2,2Ω	R 56
18Ω	R 66, R 67
22Ω	R 55
47Ω	R 69, R 83
100 Ω	R 7-R 13, R 63
150Ω	R 22, R 36, R 38
270 Ω	R 54
330Ω	R 28
470 Ω*	R 34
560 Ω	R 18, R 68
680Ω	R 30
1kΩ	R 1-R 6, R 31, R 32
1,5kΩ	R 37
3,3kΩ	R 64, R 65
3,9kΩ	R 24
4,7kΩ	R 15, R 52, R 53, R 70-R 76, R 81, R 82
10kΩ	R 16, R 17, R 33, R 39-R 42, R 61, R 84
12 kΩ	R 20, R 26, R 48
22kΩ	R 21, R 27, R 60, R 62
47kΩ	R 25, R 35, R 77, R 78, R 80
56kΩ	R 19
100kΩ	R 14, R 23, R 29, R 57, R 58
390kΩ	R 49, R 50, R 51
Trimmer, PT10, stehend,	
500Ω	R 45
Trimmer, PT10, stehend,	
10kΩ	R 79
Trimmer, PT10, stehend,	
25kΩ	R 47
Trimmer, PT10, stehend,	
50kΩ	R 43, R 44
Poti, 4mm, 10kΩ	R 59
Poti, 4mm, 100kΩ	R 46

### Kondensatoren

4,7 pF	C 21
12pF	C 4
22pF	C 15, C 16
56pF	C 3
270pF	C 47
330pF	C 11, C 17
1nF	C 7
4,7nF	C 14, C 18
22nF/ker	C 32-C 41
47nF	C 12, C 19, C 24, C 27, C 29
100nF	C 5, C 8, C 20
1µF/16V	C 13, C 43

2,2µF/16V	C 10
10µF/16V	C 1, C 6, C 25, C 28, C 31, C 42, C 44
22µF/16V	C 46
22µF/bipolar	C 22
47µF/16V	C 45
100µF/16V	C 9
1000µF/40V	C 23, C 26
2200µF/16V	C 30
C-Trimmer, 1-40pF	C 2

### Halbleiter

ELV8931	IC 3
82C43	IC 4
83C54	IC 5
ULN2803	IC 15
XR2206	IC 16
CD4046	IC 14
CD4053	IC 17
74HC00*	IC 7, IC 8, IC 12, IC 13
74CD4040*	IC 10
74HCT4046	IC 6
74HC4518*	IC 9
74HC390*	IC 11
74156	IC 1
74LS247	IC 2
TL082	IC 18
7805	IC 21
7815	IC 19
7915	IC 20
BD135	T 23
BD136	T 24
BF981	T 20-T 22
BC 327	T 1-T 6
BC546	T 14, T 16, T 18, T 19, T 25
BC558	T 7-T 13, T 15, T 17
1N4001	D 20-D 28
1N4148	D 1-D 13, D 18, D 19
DJ700A	DI 1-DI 6
LED, 3mm, rot	D 14-D 17

\* gegenüber Schaltbild geändert

### Sonstiges

Quarz/6, 144 MHz	Q 1
Taster, stehend, print	TA 1-TA 14
Drehschalter, 3 x 4, print	S 1
Omron-Relais, 3,6 V	RE 1
1 x Trafo, prim: 230 V, 14 VA	
sek: 2 x 15V/0,3A	
1 x 8V/0,5A	
4 x Schraube M 3 x 6	
4 x Mutter M 3	
6 x Lötstifte, 1,3 mm	

Als nächstes ist der Abschwächer „Dämpfung“ in seine 0 dB-Stellung und der Regler „Amplitude“ auf Maximum, d. h. Rechtsanschlag zu bringen.

Zur Einstellung der Ausgangsspannungshöhe in der Funktion „Sinus“ dient der

Trimmer R 43. Mit diesem wird nun eine Ausgangsspannung von 7,07 V<sub>eff</sub> eingestellt, entsprechend einer Spitzenspannung von 20 V<sub>ss</sub>. Auf dem Oszilloskop kann eine Kontrolle vorgenommen werden. Es folgt die Klirrfaktor-Optimierung. Stehen keine

zusätzlichen Meßgeräte zur Verfügung, wird R 45 ungefähr in Mittelstellung gebracht. Günstiger ist die Einstellung mit Hilfe eines Oszilloskops. Zur Klirrfaktor-Optimierung leistet ein Klirrfaktormeßgerät gute Dienste mit dessen Hilfe die Einstellung von R 45 auf geringsten Klirrfaktor vorgenommen werden kann.

Zur weiteren Optimierung des Klirrfaktors dient der Symmetrie-Einstellregler R 47. Ausgehend von seiner Mittelstellung kann hier durch leichte Veränderung auf minimalen Klirrfaktor abgeglichen werden. Das heißt, die erste Klirrfaktorminimierung erfolgt mit R 45 und eine anschließende Optimierung mit R 47, wobei sich dieser Vorgang zwei- bis dreimal wiederholt. Steht kein Klirrfaktormeßgerät zur Verfügung, befindet sich R 47 in Mittelstellung.

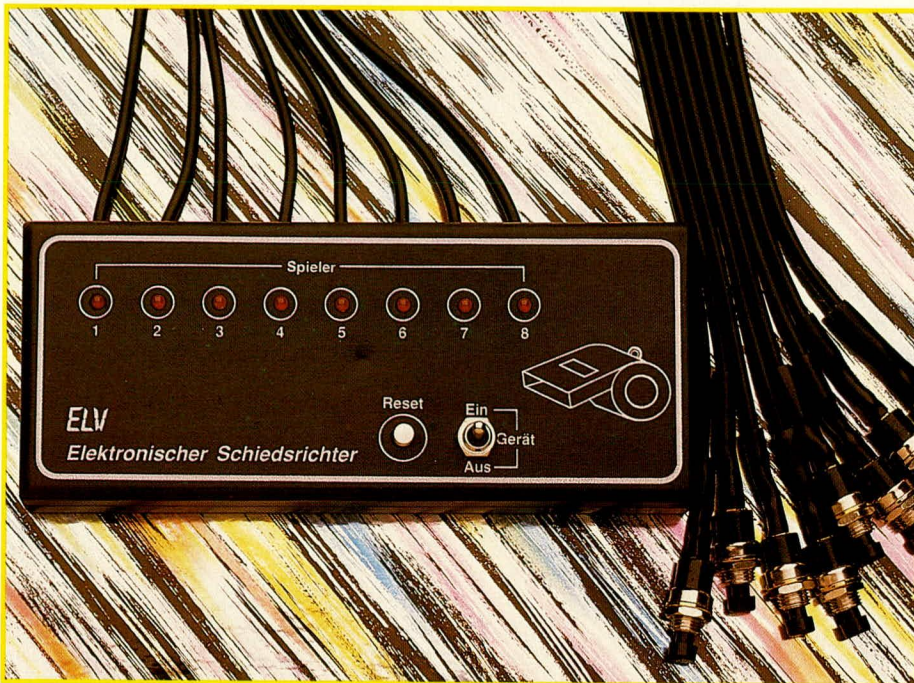
Als nächstes wird der Amplitudenregler R 46 an den Linksanschlag gebracht (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) und mit R 79 die Ausgangsspannung möglichst exakt auf 0 V eingestellt. Ist dies erfolgt, kann R 46 (Amplitudenregler) wieder auf maximale Amplitude gedreht werden.

Zum Abschluß ist ein Nachabgleich von R 43 zur Festlegung der größten Ausgangsspannung (d. h. 20 V<sub>ss</sub>) in der eingangs beschriebenen Weise vorzunehmen.

Als weitere Einstellung ist die maximale Ausgangsspannung der Dreieckfunktion einzustellen. Hierfür wird die betreffende Taste betätigt, um in die Dreieckfunktion zu kommen. Mit dem Trimmer R 44 wird nun die Ausgangsspannung auf einen Spitzenhub von 20 V<sub>ss</sub> abgeglichen. Steht kein Oszilloskop zur Verfügung, muß ein Multimeter im Wechselspannungsbereich ebenfalls 7,07 V anzeigen, sofern es sich um einen Meßgleichrichter mit Spitzenwertgleichrichtung handelt. Besitzt das eingesetzte Multimeter einen echten Effektivwert-Gleichrichter, zeigt die Anzeige 6,37 V an, bei einer tatsächlichen Ausgangsspannung von 20 V<sub>ss</sub>. Dieses Verhalten ist bei den verschiedenen Multimetertypen systembedingt und beruht auf den mathematischen Unterschied zwischen Effektivwert- und Spitzenwert von Sinus- und Dreieck-Funktion. Wichtig für die Einstellung des FG 7001 ist jedoch die Spitzen-Ausgangsspannung von 20 V<sub>ss</sub>.

Wer ein übriges tun möchte, kann mit Hilfe eines Frequenzzählers die Ausgangsfrequenz überprüfen und ggf. mit dem Trimmer C 2 optimieren. Sinnvoll ist es, hierzu die Frequenz in einen möglichst hohen Bereich zu bringen (z. B. 200 kHz), um eine hohe Auflösung des angeschlossenen Frequenzzählers zu erhalten.

Damit ist die Einstellung des FG 7001 bereits abgeschlossen und nach erfolgter Endmontage steht dem Einsatz dieses anspruchsvollen Funktionsgenerators nichts mehr im Wege.



# Elektronischer Schiedsrichter

**Jeder Mitspieler erhält eine Taste, die er betätigt, sobald er sich melden möchte. Eine LED kennzeichnet die zuerst betätigte Taste.**

## Allgemeines

Schaltungen dieser Art werden häufig in Fernseh-Quizsendungen eingesetzt. Bei der hier vorgestellten Schaltung können bis zu 8 Mitspieler „angeschlossen“ werden, von denen jeder eine Taste erhält, die er betätigt, sobald er seine Antwort weiß. Dadurch werden die Tasten aller übrigen Teilnehmer blockiert, und eine LED zeigt die zuerst betätigte Taste an. Daneben ist die Schaltung auch für Rommé-Spieler oder als Reaktionstester gut geeignet.

## Zur Schaltung

Kernstück der Schaltung, die mit nur 2 ICs und einigen externen Bauelementen auskommt, bildet ein 2 x 4-Bit-Latch des Typs CD 4508. Die Dateneingänge D 0 bis D 7 liegen über den Widerständen R 1 bis R 8 auf Massepotential. Die Datenausgänge des IC 1 liegen im Ruhezustand auf Low-Potential. Dementsprechend befindet sich der Ausgang (Pin 13) des nachgeschalteten 8-fach NOR-Gatters (IC 2) des Typs CD 4078 auf „High“. Dieses Signal wird zurückgeführt auf die Latch-Triggereingänge des IC 1 (Pin 2, 14).

Sobald eine der 8 Tasten betätigt wird, gelangt das entsprechende High-Signal auf den betreffenden Eingang (einer der Eingänge D 0 bis D 7). Zunächst wird dieses Signal direkt auf den zugehörigen Ausgang durchgeschaltet und es erscheint hier ein High-Pegel. Dies bewirkt zweierlei: Zum einen wird die an diesem Ausgang liegende LED angesteuert und zum anderen wechselt der Ausgang des NOR-Gatters von „High“ auf „Low“.

Durch die Rückführung des Signals auf die Latch-Triggereingänge des IC 1 wird der derzeitige Signal-Status festgeschrieben, d. h. die Eingänge sind deaktiviert und weitere Tastenbetätigungen, d. h. Pegeländerungen an den übrigen Eingängen können nicht mehr berücksichtigt werden.

Die Zeit vom Erkennen einer Tastenbetätigung bis zum Deaktivieren der übrigen Dateneingänge hängt im wesentlichen von den Laufzeiten der beiden ICs ab und liegt im Bereich einer Millionstel-Sekunde. Damit ist es praktisch ausgeschlossen, daß 2 Tasten gleichzeitig erkannt werden.

Mit der Reset-Taste TA 9 kann die Schaltung wieder „scharf“ geschaltet werden.

Die Versorgung erfolgt über eine 9 V-Blockbatterie, die an die Platinenanschlussspunkte ST 1 (+) und ST 2 (-) angeschlos-

sen wird. Über S 1 kann die Schaltung aktiviert werden. Sofern keine LED aufleuchtet, beträgt die Ruhestromaufnahme nur wenige  $\mu\text{A}$  und steigt im Betrieb, d. h. eine LED leuchtet, auf ca. 8 mA an.

## Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes werden die Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Wir beginnen hierbei mit der Bestückung der 6 Brücken, gefolgt von den Widerständen. Danach werden die Lötstifte eingesetzt. Die 8 Leuchtdioden sind soweit durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken, daß sich ein Abstand zwischen Platinenoberseite und Leuchtdiodenspitze von 15 mm ergibt. Die Katode der Leuchtdioden, d. h. diejenige Seite, in welche die Pfeilspitze weist, ist meistens durch eine Abflachung am Gehäuse gekennzeichnet.

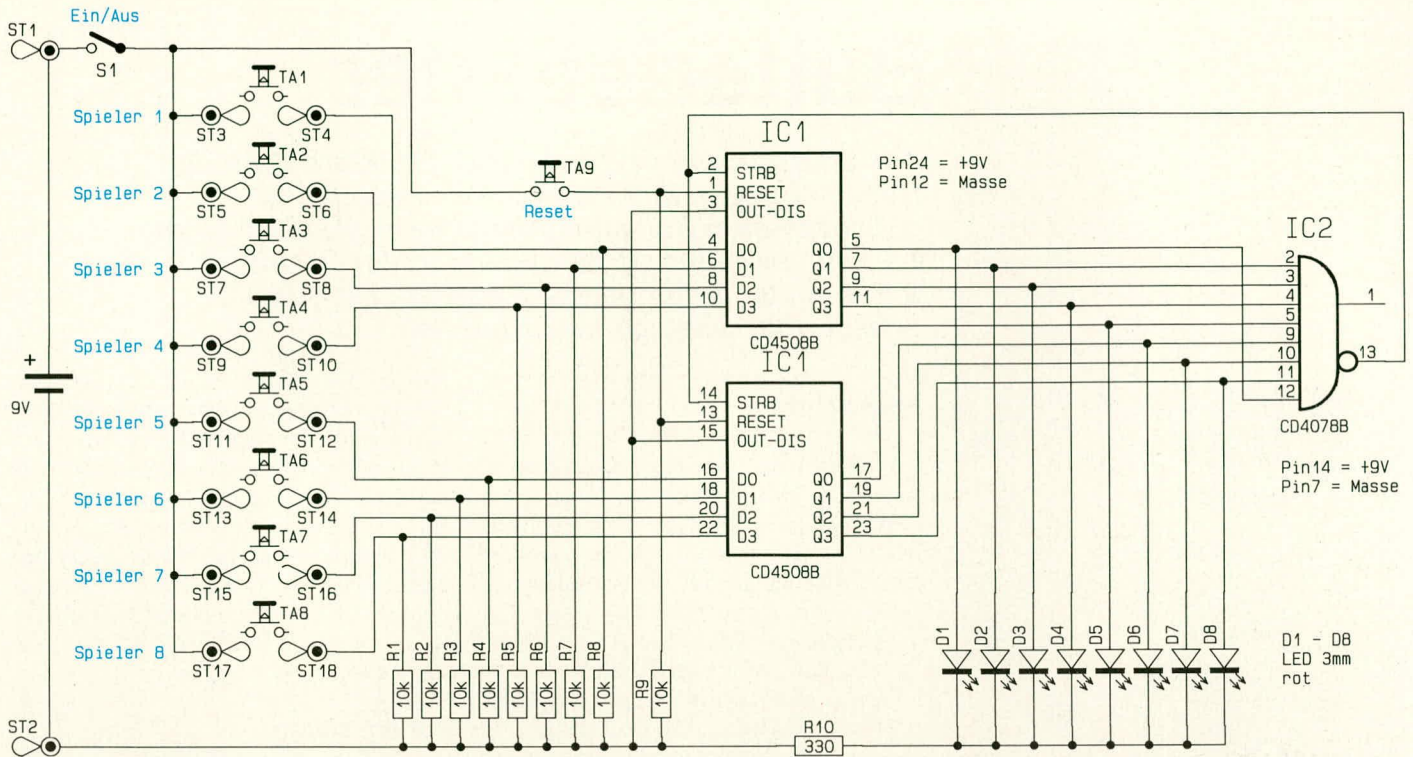
Hält man die LED gegen das Licht, kann die Katode auch durch die größere Metallfläche im Kunststoff-LED-Gehäuse identifiziert werden. Eine Verpolung der LEDs in dieser Schaltung schadet dem Bauteil normalerweise nicht.

Als dann sind die beiden ICs unter Beachtung der richtigen Einbaulage einzusetzen und auf der Leiterbahnseite zu verlöten. Der Taster TA 9 wird zur Erzielung des erforderlichen Abstandes an 2 Lötstifte gelötet, während der Kippschalter S 1 direkt bis zum Anschlag in die zugehörigen Bohrungen der Platine zu stecken ist. Die Zentral-Befestigungsmutter wird nicht benötigt und kann entfernt werden.

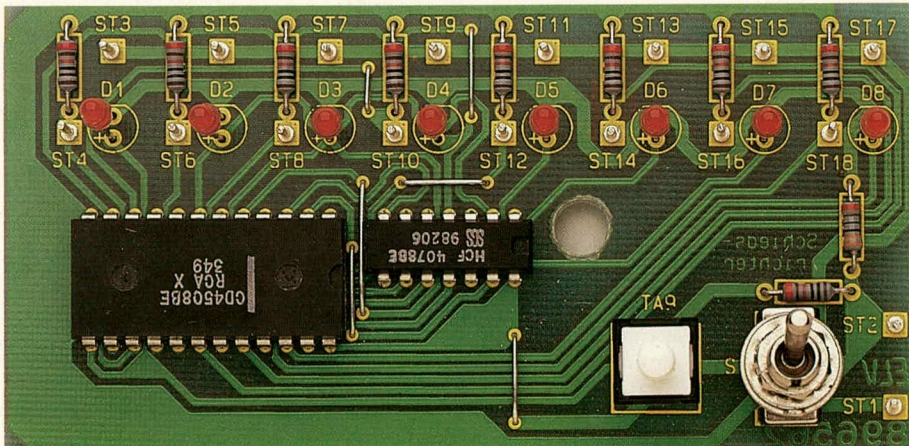
Der Batterieclip zum Anschluß der 9 V-Blockbatterie wird mit seiner roten Ader (+) an den Platinenanschlussspunkt ST 1 und mit seiner schwarzen Ader (-) an ST 2 angelötet.

Für den Anschluß der Taster TA 1 bis TA 8 werden 8 Stück 2 m lange einadrige abgeschirmte Leitungen verwendet. Ca. 2 cm vor dem Leitungsende wird als Zugentlastung auf der Gehäuseinnenseite ein Knoten in jede Leitung eingefügt, die durch die entsprechenden Bohrungen zu stecken sind. Die Abschirmungen der 8 Leitungen sind mit den Platinenanschlussspunkten ST 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 zu verbinden, während die Innenadern an ST 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 angeschlossen werden.

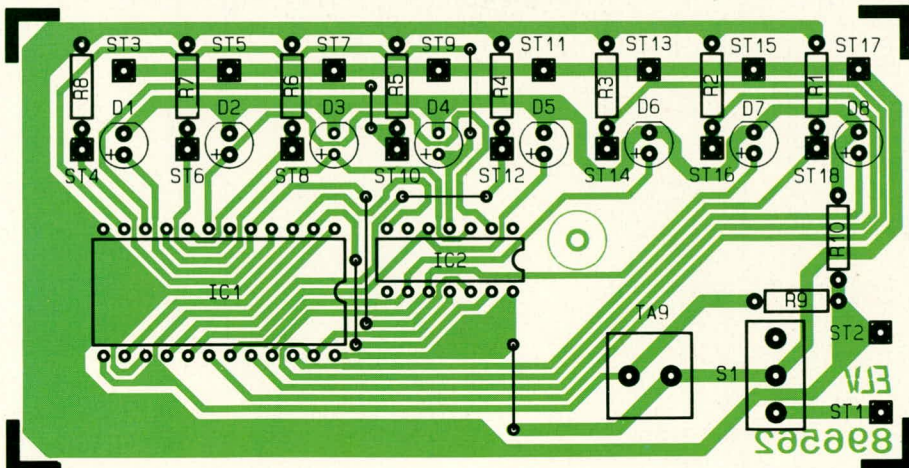
Am anderen Leitungsende, an dem die Taster zu befestigen sind, wird zunächst ein ca. 20 mm langer Schrumpfschlauchabschnitt über jede Leitung gestülpt, der anschließend als Isolierung und Zugentlastung dient. Hierzu werden zunächst Innennader und Abschirmung an die beiden Tasteranschlüsse gelötet, um anschließend den Schrumpfschlauch mit der einen Hälfte seiner Länge über den Taster und mit der anderen Hälfte über die Zuleitung zu stül-



Schaltbild des elektronischen Schiedsrichters



Ansicht der fertig bestückten Platine des elektronischen Schiedsrichters



Bestückungsplan der Platine des elektronischen Schiedsrichters

### Stückliste: Elektronischer Schiedsrichter

#### Widerstände

- 330Ω ..... R 10
- 10kΩ ..... R 1-R 9

#### Halbleiter

- CD4078 ..... IC 2
- CD4508 ..... IC 1
- LED, 3mm, rot ..... D1-D 8

#### Sonstiges

- Taster, print, kurz ..... TA 9
- Taster, Einbau ..... TA 1-TA 8
- Kippschalter, 1 x um ..... S 1
- 1 x Batterieclip
- 20 x Lötstifte, 1mm
- 16m flexible Leitung, zweiadrig, 0,4mm<sup>2</sup>
- 160mm Schrumpfschlauch Ø 6mm
- 95mm Silberdraht

anderen Hälfte über die Zuleitung zu stülpen und mit Heißluft zu verschmumpfen. Steht kein entsprechendes Heißluftgebläse zur Verfügung, kann durch vorsichtiges, möglichst gleichmäßiges Überstreichen des gesamten Schrumpfschlauches mit einem Lötcolben eine Erwärmung für den Schrumpfprozeß herbeigeführt werden.

Nachdem die Leiterplatte in die Gehäuseunterhalbschale und die 9 V-Blockbatterie angeschlossen wurde, kann ein erster Test erfolgen. Ist dieser erfolgreich abgeschlossen, wird das Gehäuseoberteil auf gesetzt und verschraubt, und das Gerät kann seiner Bestimmung zugeführt werden. **ELV**

# Batterietester

**Zur Überprüfung verschiedener Standard-Batterien (Alkali-Mangan, Zink-Mangan, Zink-Kohle) bei gleichzeitigem Belastungstest dient diese Schaltung. Es können Mignon-, Baby-, Mono-Zellen und 9 V-Blockbatterien getestet werden. Die Anzeige erfolgt über 3farbige Leuchtdioden.**

## Allgemeines

Die Zahl batteriebetriebener Geräte nimmt ständig zu. Häufig steht man deshalb vor dem Problem: Ist die Batterie noch brauchbar oder bald zu Ende? Möchte man vermeiden, daß gerade im ungünstigsten Augenblick ein Kassettenrecorder, eine Taschenlampe, eine Wanduhr o. ä. ihren Dienst zwecks mangelnder Energiezufuhr aufgibt, leistet der hier vorgestellte einfache Batterietester gute Dienste. Die zu überprüfende Trockenbatterie (Primärzelle) wird einfach an die Testklemmen gelegt und über 3farbige Leuchtdioden ist sogleich der Batteriezustand sichtbar. Leuchtet die grüne LED auf, so ist die Batterie „so gut wie neu“. Eine gelbe LED signalisiert „noch brauchbar“, während die rote LED das baldige Ende der getesteten Batterie kundtut.

Als Besonderheit bietet die Schaltung eine Automatik zur selbständigen Aktivierung sobald eine Testbatterie an die Prüfklemmen angeschlossen wird. Ist die zu

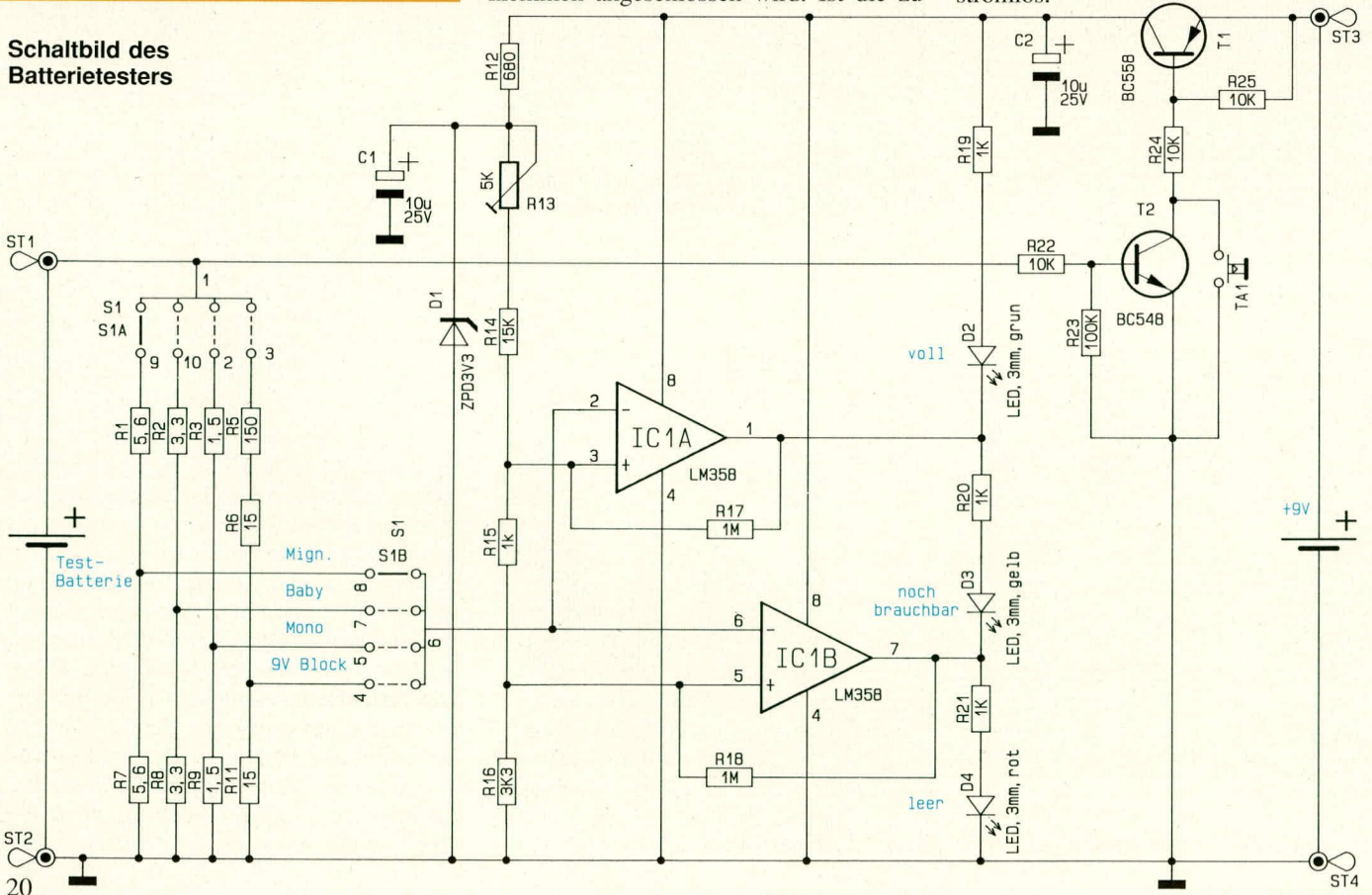
prüfende Batterie vollständig entladen, kann die automatische Einschaltung nicht wirksam werden. Um dennoch den Anwender nicht im Dunkeln zu lassen, ob die Batterie tatsächlich ganz entladen oder aber die 9 V-Blockbatterie zur Versorgung des Testers ihr Ende erreicht hat, besitzt das Gerät einen zusätzlichen Taster zur manuellen Einschaltung (bei vollständig entleerter Testbatterie leuchtet nach Betätigen des Tasters die rote LED auf).

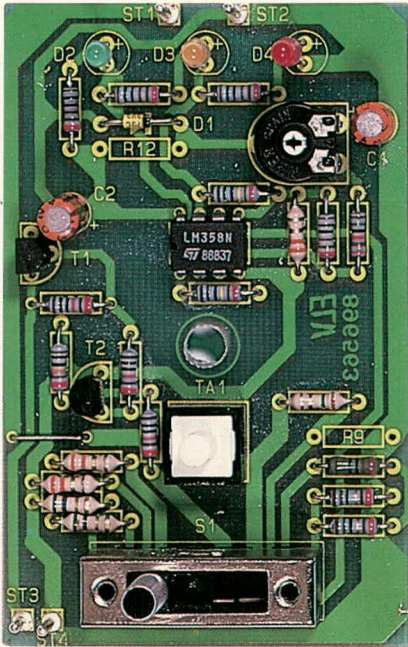
## Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des Batterietesters gezeigt.

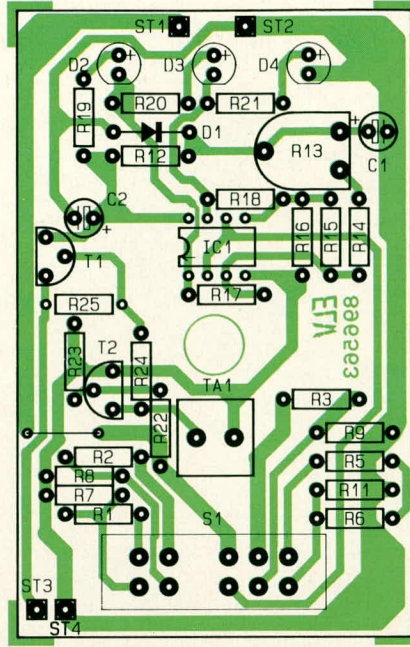
Die Versorgung übernimmt eine 9 V-Blockbatterie, deren Pluspol mit dem Platinenanschlußpunkt ST 3 und deren Minuspol mit ST 4 verbunden wird. Um die eigentliche Testschaltung mit Strom zu versorgen, muß T 1 durchsteuern. Im Ruhezustand ist dieser Transistor durch R 25 gesperrt und die gesamte Schaltung damit stromlos.

Schaltbild des Batterietesters





**Ansicht der fertig bestückten Platine des Batterietesters**



**Bestückungsplan der Platine des Batterietesters**

Wird die Taste TA 1 betätigt, erhält die Basis von T 1 über R 24 einen Steuerstrom und der Transistor schaltet durch, d. h. die Testelektronik wird mit Spannung versorgt.

In ähnlicher Weise kann die Schaltung automatisch aktiviert werden, wenn an den Eingangs-Testklemmen ST 1, ST 2 eine ausreichende Spannung von mindestens 0,65 V angelegt wird. Über R 22 wird dann T 2 durchgesteuert, der seinerseits wieder über R 24 in der bereits beschriebenen Weise T 1 durchschalten läßt.

Die Belastung der Testbatterie erfolgt je nach Stellung des Schiebeschalters S 1 durch die Widerstände R 1, R 7 (Mignon-Zelle), R 2, R 8 (Baby-Zelle), R 3, R 9 (Mono-Zelle) bzw. R 5, R 6, R 11 (9 V-Blockbatterie).

Gleichzeitig nehmen die Widerstände R 1 bis R 11 eine Spannungsteilung vor, die zu einem normierten Pegel führt, der auf die Eingänge (Pin 2, 6) der Komparatoren IC 1, A, B gegeben wird. Der jeweils zweite Eingang dieser Komparatoren (Pin 3, 5) liegt an einer Referenzspannung, die mit Hilfe der Z-Diode D 1 in Verbindung mit dem Spannungsteiler, bestehend aus R 13 bis R 16 erzeugt wird. R 12 begrenzt den Strom dieser Stabilisierungs-Schaltung und C 1 bewirkt eine Pufferung und Rauschunterdrückung. R 17 und R 18 erzeugen eine geringe Hysterese für eine flackerfreie Leuchtdiodenanzeige.

Unterschreitet die Testspannung den Minimalwert von 1 V führen beide Ausgänge von IC 1 A, B (Pin 1 und Pin 7) „High“-Potential, d. h. die rote LED D 4 leuchtet auf. Im Bereich zwischen 1,0 V und 1,3 V bleibt der Ausgang des IC 1 A auf „High“ und IC 1 B wechselt auf „Low“,

d. h. D 4 erlischt und D 3 leuchtet auf. Bei Eingangsspannungen an ST 1, 2 > 1,3 V wechselt auch der Ausgang des IC 1 A auf „Low“-Potential und D 3 erlischt bei gleichzeitigem Aufleuchten von D 2 (grün).

Mit dem Trimmer R 13 wird an Pin 3 des IC 1 A eine Spannung von 0,65 V eingestellt, wenn gleichzeitig an ST 1, 2 eine ausreichend große Eingangsspannung (mindestens 1,4 V) anliegt, damit D 2 (grün) leuchtet. R 19 bis R 21 dienen hierbei zur Strombegrenzung.

### Zum Nachbau

Der Aufbau dieser kleinen Schaltung ist vergleichsweise einfach möglich. Zunächst wird die Brücke, anschließend die Widerstände sowie die Z-Diode eingelötet. Letztere besitzt einen schwarzen Ring, der diejenige Diodenseite kennzeichnet, in die die Pfeilspitze des Schaltsymbols weist. Es folgt das Einsetzen der 3 Leuchtdioden, deren Abstand von der Leiterplattenbestückungsseite zur Diodenspitze 15 mm betragen sollte. Die Katode der Leuchtdioden, d. h. diejenige Seite, in welche die Pfeilspitze weist, ist meistens durch eine Abflachung am Gehäuse gekennzeichnet. Hält man die LED gegen das Licht, kann die Katode auch durch die größere Metallfläche im Kunststoff-LED-Gehäuse identifiziert werden. Eine Verpolung der LEDs in dieser Schaltung schadet dem Bauteil normalerweise nicht.

Zuletzt werden die beiden Kondensatoren, die Transistoren, das IC sowie der Schiebeschalter und der Taster eingelötet.

Der Batterieclip wird mit seinem positiven Anschluß (rote Ader) mit ST 3 ver-

## Stückliste: Batterietester

### Widerstände

1,5Ω	.....	R 3, R 9
3,3Ω	.....	R 2, R 8
5,6Ω	.....	R 1, R 7
15Ω	.....	R 6, R 11
150Ω	.....	R 5
680Ω	.....	R 12
1kΩ	.....	R 15, R 19-R 21
3,3kΩ	.....	R 16
10kΩ	.....	R 22, R 24, R 25
15kΩ	.....	R 14
100kΩ	.....	R 23
1MΩ	.....	R 17, R 18
Trimmer, PT 10, lieg. 5kΩ	.....	R 13

### Kondensatoren

10µF/25V	.....	C 1, C 2
----------	-------	----------

### Halbleiter

LM358	.....	IC 1
ZPD3, 3V	.....	D 1
BC548	.....	T 2
BC558	.....	T 1
LED, 3mm, rot	.....	D 4
LED, 3mm, gelb	.....	D 3
LED, 3mm, grün	.....	D 2

### Sonstiges

Taster, stehend, print	.....	TA 1
Schiebeschalter, 4 x um	.....	S 1
2 x Krokoklemme mit Zuleitung		
1 x Batterieclip		
6 x Lötstifte		
15mm Silberdraht		

bunden, während der zweite Anschluß an ST 4 zu legen ist.

Als Eingangs-Testklemmen sind zwei Meßschnüre mit Krok-Klemmen vorgesehen. Die rote Schnur für den positiven Anschluß der Testbatterie wird mit ST 1 und die schwarze Testschnur mit ST 2 verbunden. Hierzu sind diese beiden Testleitungen durch 2 Bohrungen, die in der Stirnseite des Gehäuses einzubringen sind (Durchmesser 2 mm), zu stecken und ca. 20 mm vor dem Leitungsende mit einem Knoten als Zugentlastung zu versehen, um anschließend mit den betreffenden Platinenanschlußpunkten verlötet zu werden.

Die Platine wird nun in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt sowie eine 9 V-Blockbatterie angeschlossen. Nachdem der bereits beschriebene Abgleich erfolgt ist, kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt werden. Dem Einsatz dieser kleinen, recht nützlichen Schaltung steht damit nichts mehr im Wege. **ELV**



# Prozessor-Digital-Multimeter DMM7002

Teil 4

4 3/4stelliges mikroprozessorgesteuertes Digital-Multimeter mit V 24-Schnittstelle und Druckeranschluß.

*Im vierten und abschließenden Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen den Nachbau und die Inbetriebnahme dieses anspruchsvollen Digital-Multimeters vor.*

## Zum Nachbau

Gemessen am Schaltungsumfang ist der Nachbau dieses anspruchsvollen mikroprozessorgesteuerten Digital-Multimeters vergleichsweise einfach. Sämtliche Bauelemente sind auf 4 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht. Die Stromversorgung erfolgt über einen vergossenen Netztransformator mit integrierter Sicherung und Netzanschlußschnur, bei dem keine gefährlichen Spannungen berührbar sind. Lediglich die vom Netz galvanisch getrennten Niederspannungs-Sekundärwicklungen werden elektrisch mit der Basisplatine des DMM 7002 verbunden. Durch diese zukunftsweisende Netzversorgung wird eine besonders hohe Sicherheit sowohl beim



und Leitungstreibern (einseitige Leiterplatte).

Da es sich, wie von ELV gewohnt, um eine ausgereifte und damit sehr nachbausichere Konstruktion handelt, die auch in Serie industriell gefertigt wird, ist auch der Selbstbau problemlos möglich. Etwas Praxis im Aufbau anspruchsvoller elektronischer Schaltungen vorausgesetzt, ist das DMM 7002 innerhalb von ca. 10 h zu fertigen.

Auf der Abschirmplatine befinden sich keinerlei Bauelemente, so daß wir auf diese Platine erst zum Zeitpunkt ihrer Montage eingehen.

Die Bestückung der übrigen 4 Leiterplatten wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Im Anschluß an die allgemeine Beschreibung gehen wir auf Besonderheiten bei der Bestückung der einzelnen Platinen ein, gefolgt vom Zusammenbau der gesamten Konstruktion.

Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Leiterplattenunterseiten verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierungen ist auch bei den 3 großen Leiterplatten ein Löten auf der Bestückungsseite nicht erforderlich. Wie gewohnt werden die Bauelemente nur auf den Platinenunterseiten angelötet. Darüber hinaus konnte auf den Einsatz von Brücken (nur 11 Stück auf der Schnittstellenplatine) fast vollständig verzichtet werden aufgrund des Einsatzes von doppelseitigen, durchkontaktierten Platinen, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

Kommen wir nun zu einigen Besonderheiten beim Nachbau:

### 1. Basisplatine

Der 5 V-Festspannungsregler IC 33 wird in Verbindung mit einem U-Kühlkörper

eingesetzt. Hierzu werden die 3 Anschlußbeinchen des IC 33 entsprechend der Abbildung ca. 3 mm vom Gehäuse entfernt im rechten Winkel abgelenkt, durch die Längsbohrung des U-Kühlkörpers gesteckt und in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesetzt. Mit einer Schraube M 3 x 6 mm, die von der Bestückungsseite aus durch das IC 33, den Kühlkörper und die Leiterplatte zu stecken ist, wird die Konstruktion von unten mit einer Mutter M 3 fest verschraubt. Anschließend erfolgt das Verlöten der 3 Anschlußbeinchen. Der 25polige Submin-D-Stecker (BU 1) wird in die zugehörigen Bohrungen gesetzt und fest angedrückt. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn sind nun zunächst die links und rechts angeordneten Befestigungs-Lötschwerter anzulöten. Danach erfolgt das Verlöten aller 25 Kontakte auf der Platinenunterseite, um einen optimalen Halt des ansonsten nicht weiter befestigten Steckers zu erreichen.

Es folgt die Montage des Netztransformators. Die 230 V-Primärseite ist direkt mit einer Netzzuleitung, an deren Ende sich ein Euro-Stecker befindet, versehen. Direkt am Transformator sind über Lötschwerter lediglich die 3 Sekundär-Niederspannungswicklungen zugänglich (zweimal 8 V/0,7 A und einmal 9 V/0,1 A). Der Netztransformator TR 1 wird so auf die Leiterplatte gesetzt, daß die Lötschwerter in die entsprechenden Bohrungen fallen und die Netzzuleitung mit Knickschutztülle und Zugentlastung zur Rückseite weist. Mit 4 Schrauben M 3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Bohrungen geführt werden sowie 4 Muttern M 3 wird der Transformator mechanisch befestigt. Erst jetzt erfolgt das Verlöten der Trafo-Anschlüsse.

### 2. Anzeigenplatine

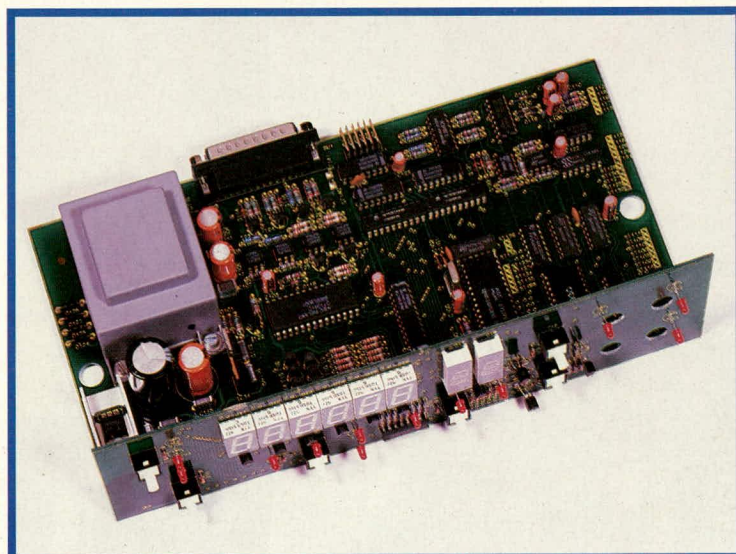
Bei der Bestückung dieser Platine sind

Aufbau, der Inbetriebnahme, wie auch beim späteren Einsatz erreicht.

Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die Bauanleitung zunächst einmal vollständig durchzulesen, um sich mit dem Gerät vertraut zu machen.

Doch kommen wir nun zum eigentlichen Aufbau, für den insgesamt 5 Leiterplatten benötigt werden.

1. Basisplatine mit dem Netztransformator (doppelseitig durchkontaktiert)
2. Anzeigenplatine mit Bedientastern (doppelseitig durchkontaktiert)
3. Relaisplatine mit A/D-Wandler (doppelseitig durchkontaktiert)
4. Abschirmplatine zur Relaisplatine (einseitige Leiterplatte ohne Bauteile)
5. Schnittstellenplatine mit Optokopplern



**Ansicht des fertig aufgebauten Prozessor-Digital-Multimeters DMM 7002, ohne Frontplatte mit abgenommener Gehäuseoberhalb-schale**

keine nennenswerten Besonderheiten zu beachten. Lediglich beim Einsetzen der 12 roten, 3 mm Leuchtdioden ist zu berücksichtigen, daß der Leuchtdiodenkopf nicht weiter aus der Leiterplatte herausragt als die Frontflächen der 7-Segment-Anzeigen.

Als nächstes wird die Anzeigenplatine mit der Basisplatine verbunden. Hierzu ist die Anzeigenplatine im rechten Winkel mit ihrer Platinenrückseite direkt an die Basisplatine zu setzen und zwar so, daß die untere Begrenzung der Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervorsteht. Anschließend erfolgt das Verlöten der entsprechenden Leiterbahnen von Anzeigen- und Basisplatine auf der Platinenunterseite. Hierbei ist darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den verschiedenen Leiterbahnen bilden.

### 3. Relaisplatine

Die einzige Besonderheit bei der Bestückung dieser Platine liegt in dem Einsetzen der Lötstifte ST 215 sowie ST 228 bis 234. Diese Lötstifte werden nicht, wie alle übrigen Teile, auf der Bestückungsseite, sondern auf der gegenüberliegenden Seite eingesetzt und dienen zur Verbindung mit der Abschirmplatine. Letztere wird zu einem späteren Zeitpunkt, wenn alle Platinen bereits elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind, mit ihrer Kupferseite nach außen weisend, über die betreffenden Lötstifte gesetzt und festgelötet. Hierauf gehen wir später noch näher ein.

### 4. Schnittstellenplatine

Neben der 25poligen Submin-D-Buchse

(BU 301), die in gleicher Weise wie die bereits beschriebene Buchse BU 1 eingesetzt und verlötet wird, sind lediglich die beiden Alu-Winkel an der Platinenaußenseite anzuschrauben. Hierzu werden die Winkel auf die Bestückungsseite gesetzt und mit je einer Schraube M 3 x 6 mm sowie einer Mutter M 3 auf der Leiterbahnseite fest verschraubt. Über diese beiden Aluwinkel erfolgt später die mechanische Befestigung an der Gehäuserückwand des DMM 7002.

### 5. Platinenverbindungen

Die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Leiterplatten werden mit isolierten Leitungen vorgenommen.

Die Basisplatine wird über 3 ca. 50 mm lange Flachbandleitungen mit der Relaisplatine verbunden. Von einer 20adrigen Flachbandleitung werden 7 Adern, 9 Adern sowie 4 Adern abgetrennt, an ihren Enden von der Isolierung befreit und in die entsprechenden Bohrungen beider Platinen gesetzt und verlötet. Die miteinander zu verbindenden 20 Punkte befinden sich beim späteren Einbau der Relaisplatine direkt übereinander. Eine 21. Verbindungsleitung mit einer Länge von 250 mm wird vom Platinenanschlußpunkt ST 203 der Anzeigenplatine zum Anschlußpunkt ST 118 der Basisplatine gezogen (direkt hinter dem Spannungsregler IC 32).

Entsprechend der Abbildung wird nun die Schnittstellenplatine (Parallelschnittstelle) über die beiden Aluwinkel auf der Innenseite der Gehäuserückwand angeschraubt. 2 Schrauben M 3 x 6 mm werden hierzu von der Rückwand-Außenseite durch

die zugehörigen Bohrungen gesteckt, die Befestigungs-Aluwinkel von der Innenseite aus darübergesetzt und die ganze Konstruktion mit 2 Muttern M 3 fest verschraubt. Bevor nun die Basisplatine mit der daran bereits befestigten Anzeigenplatine in die Gehäuseunterhalbschale gesetzt werden kann, ist zunächst die Frontplatte vorzubereiten.

Die 4 Polklemmen (3 x rot und 1 x schwarz für Masse) werden von der Frontseite aus durch die zugehörigen Bohrungen in der Frontplatte gesteckt und auf der Innenseite fest verschraubt. Anschließend werden 4 jeweils 100 mm lange isolierte Leitungsabschnitte mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> an die Lötanschlüsse der Buchsen gelötet.

Alsdann ist die Frontplatte vor die Anzeigenplatine zu setzen, wobei die Anschlussleitungen der 4 Meßbuchsen durch die großen Durchführungsbohrungen der Anzeigenplatine zu stecken sind.

Anschließend wird von der Geräteinnenseite aus ein 30 mm langer Widerstandsdraht-Abschnitt direkt von der 20 A-Polklemme zur Masse-Polklemme gelötet. Dieser Widerstandsdraht ist an beiden Seiten

**Ansicht der fertig bestückten und zusammengesetzten Platinen des DMM 7002. Die rechts abgebildete Leiterplatte wird später umgedreht und von oben über die Basisplatine gesetzt.**

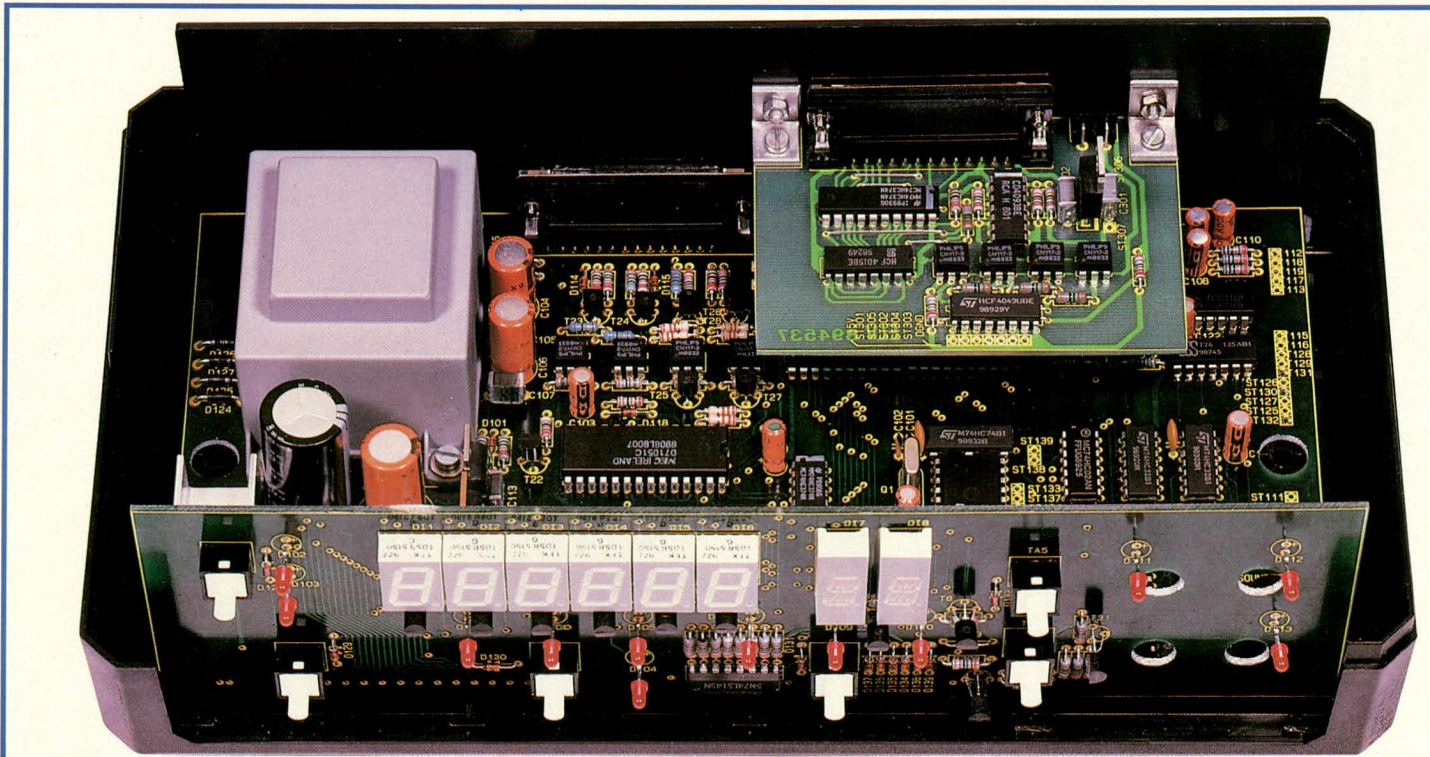




Tabelle						
Befehlsatz des DMM 7002					Beispiel	
Befehl	Parameter	Antwort des DMM	Wertebereich	Bedeutung	Befehl	Antwort des DMM
C	1 ASCII-Zeichen		„A“ „D“	AC-Messung vorgeben DC-Messung vorgeben	CA	AC-Messung
c		1 ASCII-Zeichen	„A“ „D“	Gleich- o. Wechselmessung lesen AC-Messung DC-Messung	c	D
A	1 ASCII-Zeichen		„M“ „H“ „V“	Betriebsarteneinstellung vorgeben Manuell Halbautomatik Vollautomatik	AH	Betriebsarteneinstellung auf Halbautomatik
a		1 ASCII-Zeichen	„M“ „H“ „V“	Betriebsarteneinstellung lesen Manuell Halbautomatik Vollautomatik	a	V
M	1 ASCII-Zeichen		„U“ „I“ „R“	Meßart vorgeben Spannungsmessung Strommessung Widerstandsmessung	MU	Spannungsmessung
m		1 ASCII-Zeichen	„U“ „I“ „R“	Meßart lesen Spannungsmessung Strommessung Widerstandsmessung	m	I
S	1 ASCII-Zeichen		„M“ „S“	Status DMM vorgeben Messung (aktiv) Standby (passiv)	SM	DMM aktivieren
s		1 ASCII-Zeichen	„M“ „S“	Status DMM lesen Messung (aktiv) Standby (passiv)	s	S
W	2 ASCII-Zeichen		00..18	Meßbereich vorgeben 0..4 : 300mV..1000V 5..10 : 300µA..20A 11 : Diodenflußspannung 12 : Durchgangsprüfer 13..18 : 300 ..30M	w01	3V Meßbereich
w		9stelliger Meßwert	1. Stelle: „.“ oder „.“ 2..7. Stelle: 0.0000..3000.0 8,9. Stelle: „mV“, „V“, „µA“, „mA“, „A“, „k“, oder „M“	Meßwert	w	-2.3764mA

auf einer Länge von 1 bis 1,5 mm zu verzinnen und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festzulöten.

Bevor nun die so entstandene Konstruktion in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden kann, sind 4 Schrauben M 3 x 55 mm zur Befestigung der Relaisplatine an der Basisplatte von der Lötseite aus durch die zugehörigen Bohrungen der Basisplatte zu stecken und mit je 1 Mutter

festzusetzen. Diese Konstruktion, d. h. Basisplatte mit Anzeigenplatine und davor gesetzter Frontplatte wird jetzt gemeinsam mit der Gehäuserückwand in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt.

Die an der Rückwand befestigte Schnittstellenplatine besitzt an ihrer Rückseite 7 Bohrungen (ST 301 - 305 sowie +5 VD und DG). An diese Punkte werden 7 flexible isolierte Leitungen mit einer Länge von

ca. 100 mm angelötet. Das jeweils andere Leitungsende wird mit den zugehörigen Punkten auf der Basisplatte verbunden, wobei folgende Zuordnung gilt:

ST 301 an ST 135, ST 302 an ST 136, ST 303 an ST 133, ST 304 an ST 137, ST 305 an ST 134, + 5 VD an ST 138, DG an ST 139.

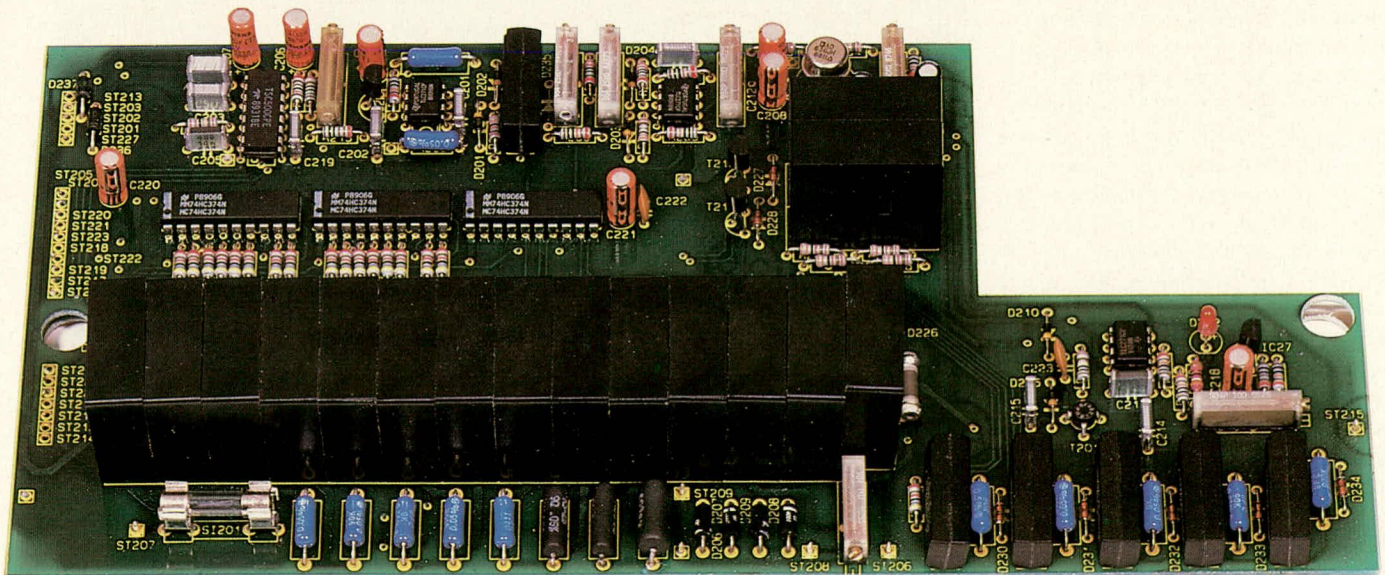
Des Weiteren sind 2 Verbindungsleitungen, deren Anschlüsse sich auf der rechten Seite der Schnittstellenplatine befinden, mit der Basisplatte zu verbinden. ST 306 der Schnittstellenplatine ist an ST 140 der Basisplatte und ST 307 an ST 141 zu legen.

Damit sind die elektrischen Verbindungen der Platinen untereinander soweit abgeschlossen. Bevor die weitere Montage ausgeführt wird, die wir der Übersichtlichkeit halber direkt anfügen, ist zunächst die Inbetriebnahme vorzunehmen, die in einem separaten Kapitel etwas weiter nachstehend ausgeführt ist.

## 6. Montage

Von der Gehäuseunterseite aus werden durch die beiden zentralen Befestigungsbohrungen 2 Schrauben M 4 x 70 mm gesteckt, die auch durch die entsprechenden ca. 10 mm großen Bohrungen der Basisplatte ragen. Auf der Gehäuseinnenseite sind 2 Zentrierringe mit einem Außendurchmesser von 10 mm und einem Innendurchmesser von 4,2 mm darüber zu setzen, wodurch die Platinen exakt ausgerichtet werden. Ein 14 mm Befestigungsring wird jeweils darübergesetzt, gefolgt von je einem 55 mm langen Abstandsrollchen.

Als nächstes wird die Relaisplatine mit der Basisplatte verschraubt. Hierzu wer-



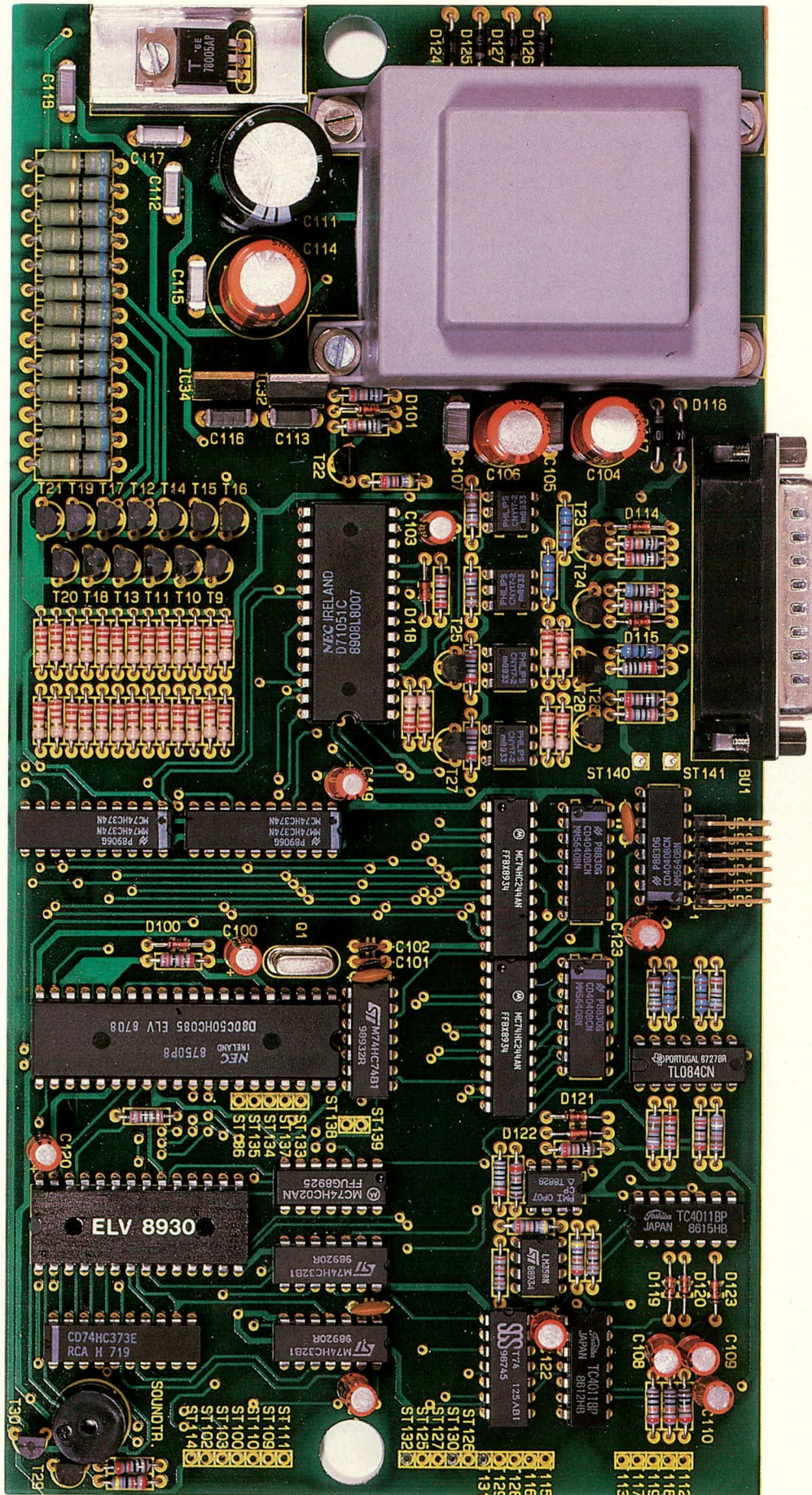
den 4 Muttern M 4 über die entsprechenden 55 mm langen, aus der Basisplatine herausragenden, Befestigungsschrauben gesetzt und soweit aufgeschraubt, daß sich ein Nettomaß zwischen Schraubenende und Mutteroberkante von 4,5mm ergibt. Darüber wird die Relaisplatine mit der Bestückungsseite nach unten weisend platziert und mit 4 weiteren Muttern M 3 fest verschraubt. Die Oberseite der Muttern schließt jetzt exakt mit dem Schraubenende ab.

Damit ist die eigentliche Konstruktion bereits weitgehend fertiggestellt, wäre da nicht noch das Abschirmproblem. Da wir Spannungen im  $\mu\text{V}$ -Bereich messen, ist es sinnvoll, Störeinstreuungen vorzubeugen. Hierzu wurde eine Abschirmplatine konzipiert, die exakt gleiche Abmessungen wie die Relaisplatine besitzt, auf der die empfindlichen Signalleitungen einschließlich des A/D-Wandlers untergebracht sind. Mit der Kupferseite nach oben weisend wird die Abschirmplatine mit ihren Bohrungen über die aus der Lötseite herausragenden 8 Lötstifte der Relaisplatine gesetzt und von der Kupferseite der Abschirmplatine aus verlötet. Hierbei handelt es sich um die Platinenanschlußpunkte ST 215 sowie ST 228 bis ST 234. ST 228 bis ST 233 stellen hierbei nicht allein die mechanischen Befestigungsstützen dar, sondern gleichzeitig zusätzliche elektrische Masseverbindungen. Neben der hervorragenden Abschirmwirkung wird hierdurch ein besonders gleichmäßiges Massepotential aufgrund der großen extrem niederohmigen Kupferfläche der Abschirmplatine erreicht.

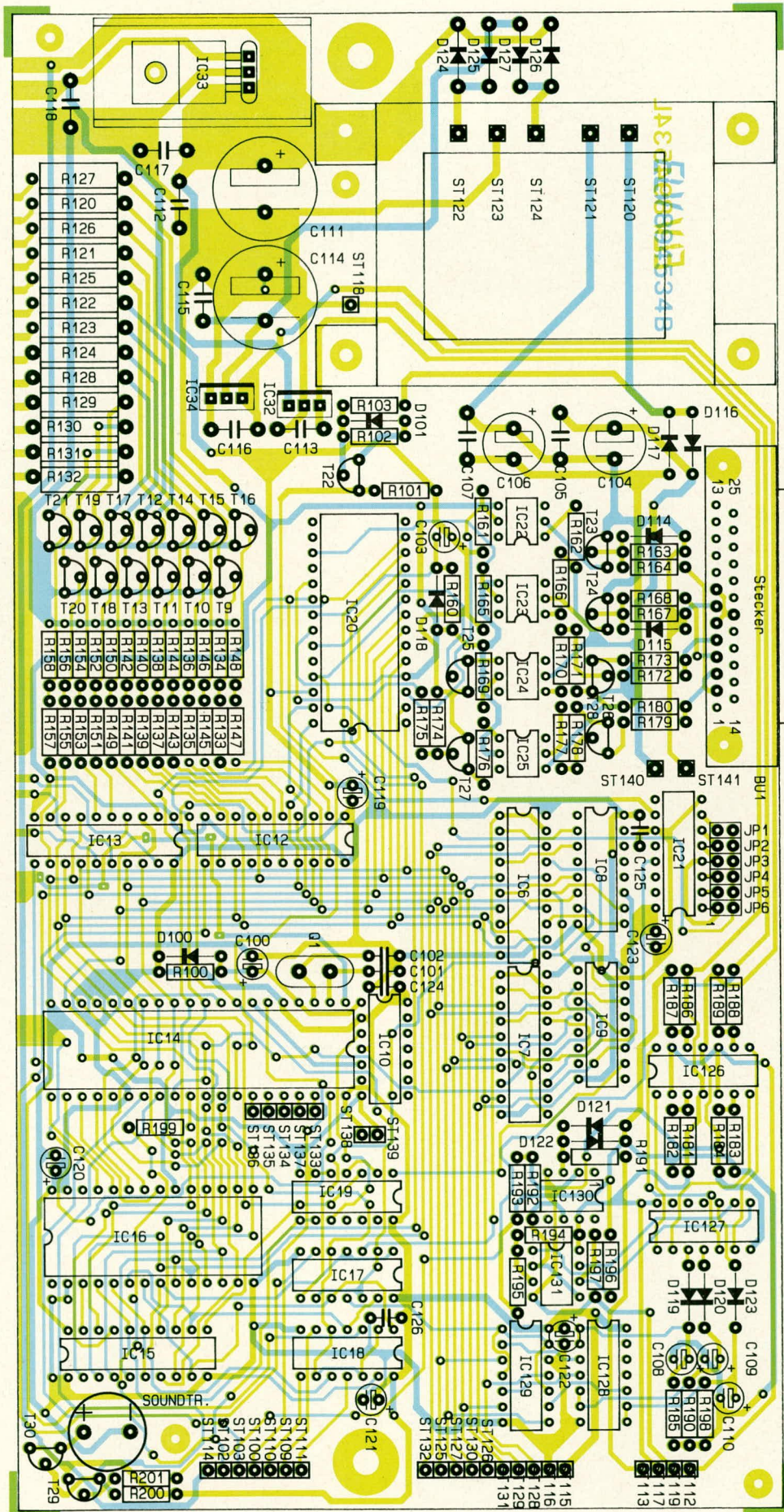
Zum jetzigen Zeitpunkt wird die Einstellung des DMM 7002 vorgenommen. Auch diese Arbeiten sind in einem separaten Kapitel weiter nachstehend ausführlich beschrieben. Wir fahren an dieser Stelle mit der Beschreibung der Endmontage fort.

Aus der Abschirmplatine ragen jetzt die beiden 70 mm langen Gehäusebefestigungsschrauben mit den darübergesetzten Abstandsrollchen heraus. Zunächst wird je eine 10 mm Zentrierscheibe und anschließend eine 14 mm Befestigungsscheibe darüber gesetzt, um den nötigen Abstand zur Gehäuseoberhalbschale sicherzustellen. In die Gehäuseoberhalbschale werden nun 2 Muttern M 4 in die zentralen Befestigungsöffnungen von außen eingefügt. Nun kann die Oberhalbschale auf die Unterhalbschale gesetzt und von unten mit den beiden Verbindungsschrauben M 4 x 70 mm festgezogen werden.

Anzumerken ist noch, daß die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutztülle, die direkt am Netztransformator angesetzt ist, aus der u-förmigen Rückwandausparung ca. 15 mm weit herausragt. Um eine unnötige Beanspruchung der Knickstellen zu vermeiden, ist dafür Sorge zu tragen, daß die Kanten der



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des DMM 7002



Bestückungsplan der Basisplatine des DMM 7002

u-förmigen Aussparung in der Gehäuse-rückwand sauber entgratet und angefast sind.

## 7. Inbetriebnahme

Unmittelbar nach dem Einstecken des Netzsteckers wird das Gerät in den normalen Betriebsmodus gebracht. Das Ein- und Ausschalten erfolgt durch Betätigen der Taste „Standby“. Zunächst empfiehlt es sich, möglichst zügig die Versorgungsspannungen des DMM 7002 zu messen. Hierzu wird ein Multimeter mit seinem negativen Meßspannungsanschluß mit der Schaltungsmasse des Gerätes verbunden, d. h. in unserem Fall mit der Eingangs-Masseklemme (schwarze Polklemme auf der Frontplatte). Mit dem positiven Meßspannungsanschluß werden nun nacheinander folgende Messungen durchgeführt:

1. Pin 1 des IC 32: +8 V bis +11 V
2. Pin 3 des IC 32: +4,75 V bis +5,25 V
3. Pin 2 des IC 34: -8 V bis -11 V
4. Pin 3 des IC 34: -4,75 V bis -5,25 V
5. Pin 1 des IC 33: +8 V bis +11 V
6. Pin 3 des IC 33: +4,75 V bis +5,25 V
7. Pin 8 des IC 220: 0 V

Als nächstes wird noch die Wechselspannung an den Platinenanschlußpunkten ST 120 und ST 121 gemessen, die im Bereich zwischen 8,0 V und 11,0 V liegen sollte.

Sind nennenswerte Abweichungen von den vorgegebenen Werten zu verzeichnen, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und die Bestückung nochmals sorgfältig zu kontrollieren. Ferner sollten die Leiterplatten auf Haarrisse und Löt-zinnbrücken hin untersucht werden.

Ist die Inbetriebnahme soweit zur Zufriedenheit ausgefallen, wenden wir uns der Einstellung des Gerätes zu, die einen wesentlichen Anteil an der späteren Genauigkeit des Gerätes besitzt.

## 8. Einstellung

Zur Grundeinstellung bringen wir das Gerät in den 200 mV-Gleichspannungsmessbereich. Um an die betreffenden Einstelltrimmer zu gelangen, ist die Gehäuserückwand, die sich bereits an ihrer vorgesehenen Position befindet, etwas anzuheben. Mit einer möglichst kurzen Brücke werden die beiden Eingangs-Spannungsklemmen auf der Frontplatte überbrückt. Mit dem Spindeltrimmer R 207 wird nun die Offset-Spannung kompensiert, d. h. die Anzeige auf „0,00“ gebracht. Hierzu sollte das Gerät bereits mindestens eine halbe Stunde in Betrieb sein, um Temperaturdriften weitgehend auszuschließen. Im günstigsten Fall zeigt die Anzeige tatsächlich „0,00“, wobei maximal 2 Digit entsprechend einer Anzeige von „+/-0.02“ zulässig ist.

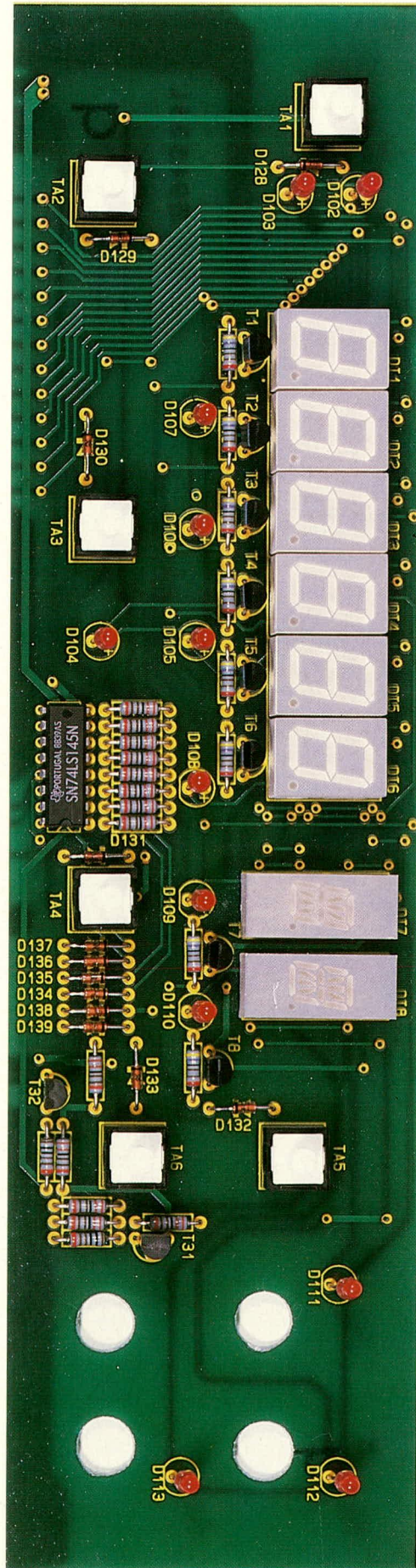
Die vorstehend beschriebene Einstellung ist eine wesentliche Voraussetzung für alle weiteren Abgleichmaßnahmen. Fehler, die an dieser Stelle auftreten, ziehen sich durch alle weiteren Abgleichpunkte.

Als nächstes wird eine exakt bekannte Spannung im Bereich zwischen 100 mV und 300 mV an die Eingangsklemmen gelegt, wobei zuvor die Kurzschlußbrücke zu entfernen ist. Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 212 wird jetzt die Digital-Anzeige des DMM 7002 exakt auf diesen bekannten Wert eingestellt. Zu beachten ist hierbei, daß aufgrund der hohen Auflösung des Gerätes, die Anzeige selbstverständlich nur dann ruhig stehen kann, wenn die Eingangsspannung auch tatsächlich „glatt“ ist. Bereits Rauschteile von wenige  $\mu\text{V}$  können vom DMM 7002 registriert und als Abweichung angezeigt werden. Dies ist keineswegs ein Fehler des Gerätes, sondern vielmehr auf die bereits erwähnte hohe Auflösung zurückzuführen. Bei exakt konstanter Eingangsspannung zeigt das DMM 7002 selbstverständlich auch absolut konstante Werte an, d. h. systembedingte Schwankungen auch der letzten Stelle treten bei diesem innovativen Meßgerät nicht auf.

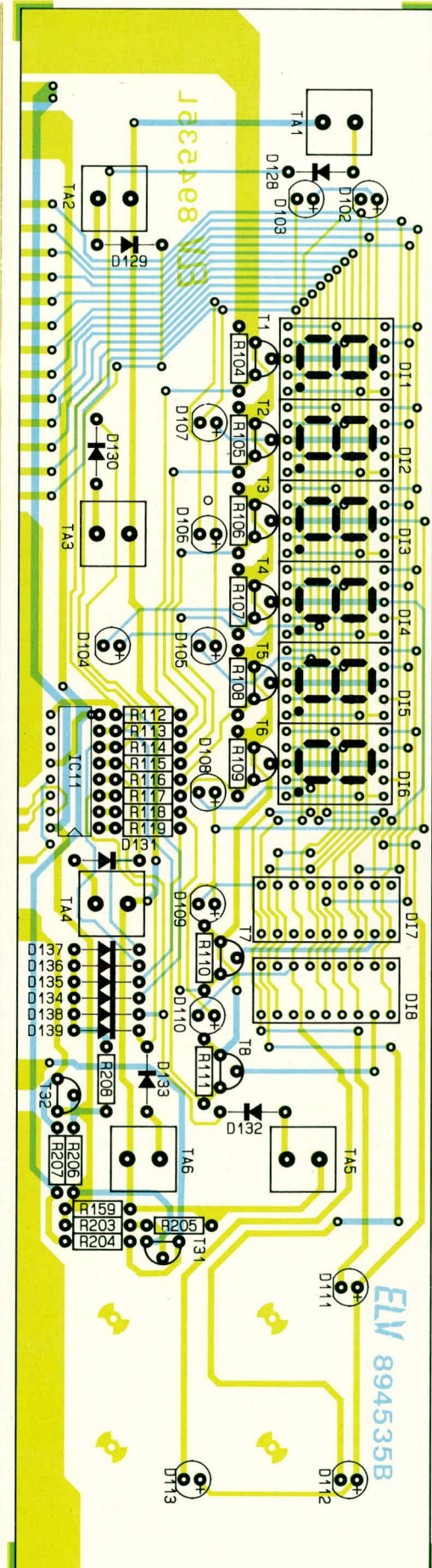
Zum Abgleich des Wechselspannungsbereiches wird das Gerät in den AC-Modus gebracht und die Spannungsmeßeingänge erneut kurzgeschlossen. Darüber hinaus wird R 131 ungenutzt in Mittelstellung gebracht. Zusätzlich ist Pin 4 des IC 225 mit Hilfe einer kurzen Drahtbrücke, die um die Außenkante der Leiterplatte zu legen ist, mit der Abschirmplatte, d. h. mit der Schaltungsmasse, zu verbinden. Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 235 wird jetzt die Anzeige des DMM 7002 auf Minimum abgeglichen. Im Idealfall zeigt das Display „0,00“, wobei maximal eine Abweichung von 30 Digit, entsprechend 0,3 mV zulässig ist. Zu beachten ist hierbei, daß kein Minuszeichen angezeigt wird und beim Unterschreiten des Nullpunktes der angezeigte Wert wieder größer wird.

Nun wird der Kurzschluß an Pin 4 des IC 225 wieder aufgehoben und mit dem Trimmer R 218 ein erneuter Abgleich auf Anzeigenminimum durchgeführt. Auch hier zeigt die Anzeige im Idealfall „0,00“ bei maximal 30 Digit Abweichung.

Als nächstes wird der Skalenfaktor eingestellt, wozu der Kurzschluß an den Eingängen aufzuheben und eine genau bekannte Gleichspannung zwischen 100 mV und 300 mV anzulegen ist. Mit Hilfe des Trimmers R 231 wird ein Feinabgleich vorgenommen, in dem die Anzeige des DMM 7002 auf exakt den bekannten Eingangsspannungswert abgeglichen wird. Diese Einstellung kann ohne weiteres mit einer Gleichspannung durchgeführt werden, obwohl wir uns im Wechselspannungs-



Ansicht der fertig bestückten Anzeigplatine des DMM 7002



Bestückungsplan der Anzeigplatine des DMM 7002

## Stückliste: Digital-Multimeter DMM 7002

### Digitalteil:

#### Widerstände

68Ω, 1 W	R 120-R132
100Ω	R 193
220Ω	R 169, R 173, R 176, R 179
270Ω	R 303-R 305, R 307
680Ω	R 162, R 166
1kΩ	R 204, R 207
1,5kΩ	R 187, R 188
2,2k	R 112-R 119, R 133-R 159, R170, R 171, R 174, R 175, R 177, R 178, R199, R 203, R 205, R 206, R 208, R 308-R 310
2,7kΩ	R 161, R 165, R 301, R 302
4,7kΩ	R 101, R 104-R 111, R 200
10kΩ	R 164, R 168, R 172, R 180, R 191, R 192, R 198, R 201, R 306
12kΩ	R 195, R 196
22kΩ	R 100, R 160, R 181, R 184
27kΩ	R 186, R 189
39kΩ	R 182, R 183
47kΩ	R 194, R 197
100kΩ	R 102, R 103, R 163, R 167, R 185, R 190

#### Kondensatoren

18pF	C 101, C 102
22nF/ker	C124-C126
47nF	C 112, C 113, C 115-C 118
100nF	C 105, C 107, C 301
1μF/16V	C 108-C 110
10μF/16V	C 100, C 103, C 302
470μF/16V	C 104, C 106
1000μF/16V	C 114
4700μF/16V	C 111

C 302 gegenüber Schaltbild geändert  
C119-C126 neu im Schaltbild

#### Halbleiter

ELV8708	IC 14
ELV8930	IC 16
82C51	IC 20
CD4011	IC 127, IC 128
CD4015	IC 305
CD4040	IC 8, IC 9, IC 21
CD4049	IC 301
CD4093	IC 303
74HC02	IC 19
74HC32	IC 17, IC 18
74HC74	IC 10
74HC125	IC 129
74LS145	IC 11
74HC244	IC 6, IC 7
74HC373	IC 15
74HC374	IC 12, IC 13, IC 306
LM358	IC 131
TL084	IC 126
OP07	IC130

CNY17	IC 22-IC 25, IC 302, IC 304, IC 308, IC 309
ZPD5, 6 V	D 236, D 237
BC337	T 9-T 21
BC548	T 22-T 26
BC558	T 27-T 30, T 31, T 32
BC876	T 1-T 8
7805	IC 32, IC 33, IC 307
7905	IC 34
1N4148	D 100, D 101, D 114, D 115, D 118, D 119-D 123, D 128-D 139
1N4001	D 116, D 117, D 124-D 127
DJ700A	DI 1-DI 6
LA3811-11B	DI 7, DI 8
LED, 3mm, rot	D 102-D 113

D 236 und D237 neu im Schaltbild

#### Sonstiges

Quarz/9,216MHz	Q 1
Taster, liegend, print	TA 301
Taster, stehend, print	TA 1-TA 6
SUB-D-Buchse, 25pol, winkelprint	BU 301
SUB-D-Stecker, 25pol, winkelprint	BU 1
1 x Sound-Transducer	
1 x Kühlkörper SK13	
1 x Trafo, prim: 230V/12VA sek: 1 x 9V/0,1A 2 x 8V/0,7A	
9 x Schraube M 3 x 6	
4 x Schraube M 3 x 66	
21 x Mutter M 3	
1 x Stiftleiste, 12pol, zweireihig	
1 x Codierstecker	
19 x Lötstifte	
2 x Aluwinkel	
1150mm flexible, 1adrige Leitung/0,22mm <sup>2</sup>	
50mm Flachbandleitung, 7polig	
50mm Flachbandleitung, 9polig	
50mm Flachbandleitung, 4polig	
70mm Silberdraht	

#### Analogteil:

#### Widerstände

39Ω	R 242
180Ω	R 211
220Ω	R 208, R 219, R 233
560Ω	R 247
1kΩ	R 123, R 248
1,2kΩ	R 210
4,7kΩ	R 249-R 264
10kΩ	R 17, R 232
33kΩ	R 201-R 203, R 214-R 216
47kΩ	R 236
100kΩ	R 205, R 230, R 245, R 246, R 265
220kΩ	R 209

470kΩ	R 234
1MΩ	R 244
PTC 2kΩ	R 229
Spindeltrimmer, 10Ω	R 243
Spindeltrimmer, 100Ω	R 212
Spindeltrimmer, 200Ω	R 231
Spindeltrimmer, 1kΩ	R 228
Spindeltrimmer, 25kΩ	R 207, R 218
Spindeltrimmer, 100kΩ	R 235

R 211 gegenüber Schaltbild geändert

#### Meßwiderstände (0,05 %)

0,1Ω/4W	R 227
0,9Ω/4W	R 226
9Ω	R 225
90Ω	R 224, R 237
900Ω	R 223, R 238
9kΩ	R 222, R 239
10kΩ	R 206
90kΩ	R 204, R 221, R 240
900kΩ	R 220, R 241

#### Kondensatoren

10nF	C 211
22nF	C 222, C 223
47nF	C 201, C 202, C 214, C 215, C 217, C 219
100nF	C 203, C 205
220nF	C 204
1μF/16V	C 208
2,2μF/16V	C 210, C 213
10μF/16V	C 206, C 207, C 209, C 212, C 218, C 220, C221

C 204 und C 205 gegenüber Schaltbild geändert  
C 220-C 223 neu im Schaltbild

#### Halbleiter

AD636	IC 225
74HC374	IC 28-IC 30
TSC500	IC 220
TLC271	IC 221, IC 224, IC 226
LM 385	IC 222, IC 227
BF981	T 201
BC548	T 202-T 217
DX400	D 201-D 205, D 210
1N4007	D 206-D 209
1N4148	D 213-D 228, D 230-D 235
LED, 3mm, rot	D 212

#### Sonstiges

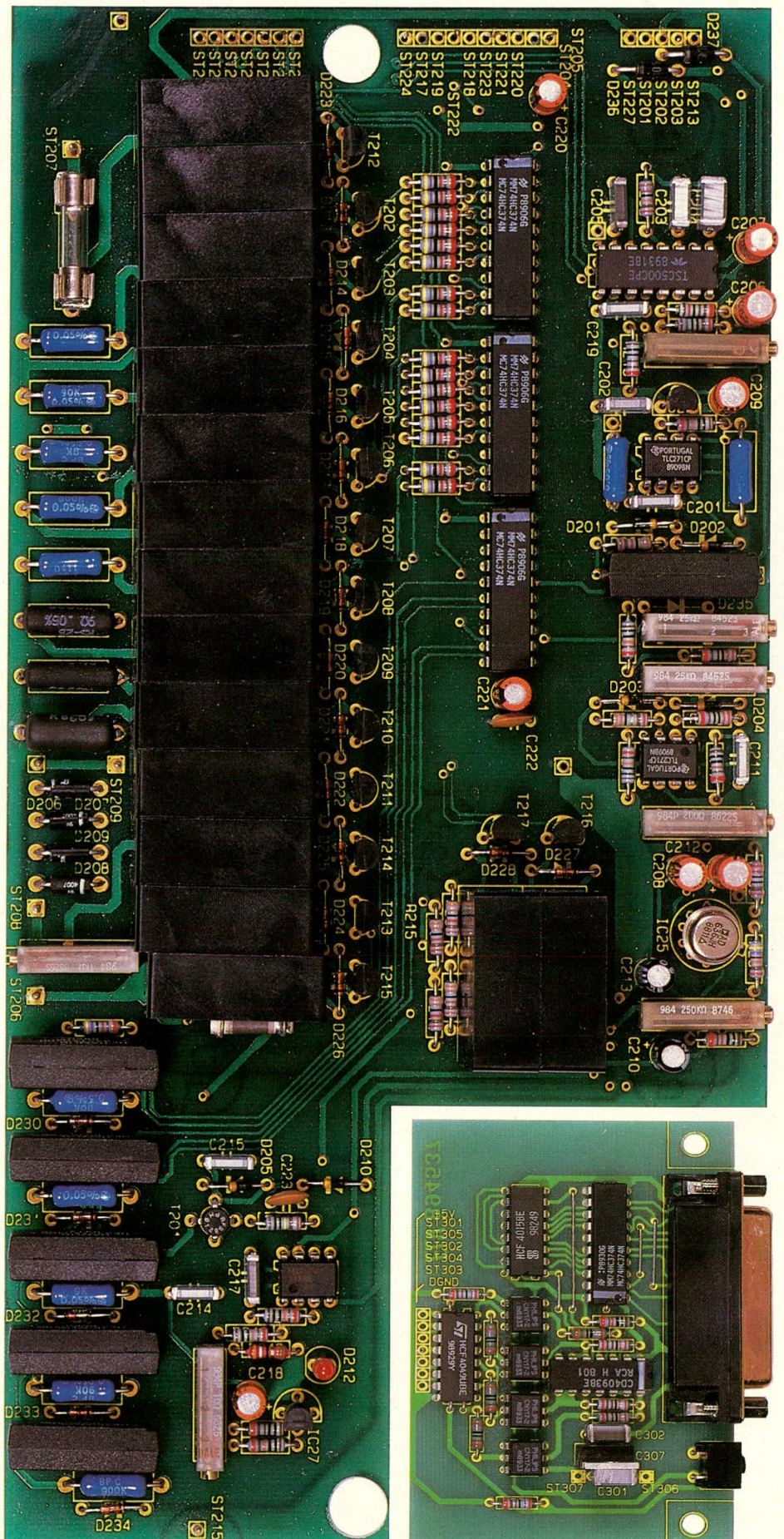
Kartenrelais, stehend	RE 202, RE 203, RE 205- RE 217, RE 223
Reed-Relais	RE 201, RE 218-RE 22
Sicherung, 4A	SI 201
30mm Widerstandsdraht (0,44Ω/m)	
13 x Lötstifte	
1 x Platinensicherungshalter (2 Hälften)	

modus befinden, da der eingesetzte echte Effektivwert-Meßgleichrichter neben einer Wechselspannung im Bereich zwischen 10 Hz und 40 kHz genauso Gleichspannungen verarbeiten kann.

Zur Überprüfung wird in einem weiteren Schritt die Eingangsspannung umgepolt, wobei im Idealfall die Anzeige exakt den gleichen Wert ausweist. Treten einige Digit-Abweichungen auf, so ist die Einstellung von R 231 so vorzunehmen, daß sich ein Mittelwert zwischen tatsächlicher Spannung und den beiden angezeigten Werten ergibt, wobei aufgrund des hochwertigen AC/DC-Umsetzers nur wenige Digit-Differenz auftreten können.

Mit der Einstellung der Gleich- und Wechselspannungs-Meßbereiche sind auch die Strom-Meßbereiche bereits abgeglichen, da hier keine separaten Einstellarbeiten auszuführen sind, bis auf den 20 A-Bereich. Hier wird ein genau bekannter Konstantstrom möglichst größer 2 A eingespeist und mit R 228 die Anzeige auf diesen Wert eingestellt. Grundsätzlich ist es auch denkbar, im 3 A-Meßbereich diesen Strom mit dem DMM 7002 selbst zu messen, anschließend auf 20 A umzuschalten und dann R 228 entsprechend einzustellen. Zu bedenken ist bei dieser Vorgehensweise jedoch, daß sich der Innenwiderstand dieser beiden Strom-Meßbereiche unterschiedlich darstellt und je nach Einsatz der verwendeten Stromquelle sich eine Veränderung ergeben kann. Besser ist es da schon, wenn im 20 A-Meßbereich ein entsprechend genaues Strommeßgerät in Reihe geschaltet wird, um den Abgleich vornehmen zu können.

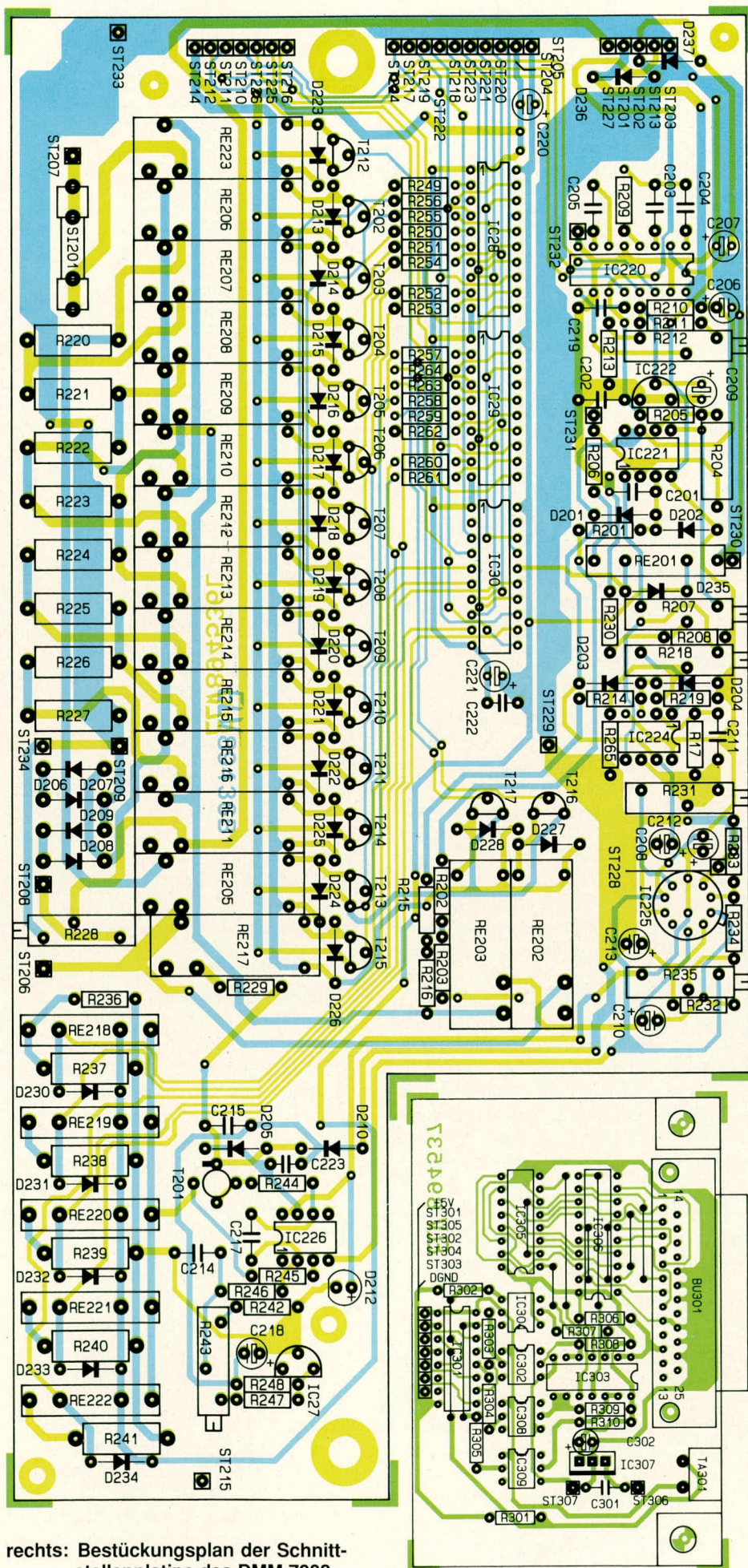
**Ansicht der fertig bestückten Relaisplatine des DMM 7002**



Die Einstellung der Widerstands-Meßbereiche erfolgt, indem ein möglichst exakt bekannter Referenz-Widerstand an die entsprechenden Eingangsklemmen gelegt wird, um anschließend die Anzeige mit dem Spindeltrimmer R 243 auf diesen Wert einzustellen. Am günstigsten ist es hierbei, wenn einer der mittleren Widerstands-bereiche gewählt wird (3 kΩ bis 300 kΩ), da im niederohmigen Meßbereich (300 Ω) sich bereits Übergangs-Widerstände und in den beiden größten Meßbereichen Einstreuungen bemerkbar machen können, auch wenn dies nur in geringem Maße der Fall ist.

Damit sind die Einstellarbeiten des DMM 7002 bereits beendet. Nach einigen Wochen Betriebszeit sollten diese Arbeiten wiederholt werden, um Bauteilealte-

**oben: Ansicht der fertig bestückten Schnittstellenplatine**



rechts: Bestückungsplan der Schnittstellenplatte des DMM 7002

rungen, die in der ersten Phase etwas verstärkt auftreten können, auszugleichen. Nach der bereits beschriebenen Endmontage kann das Gerät seiner Bestimmung zugeführt werden.

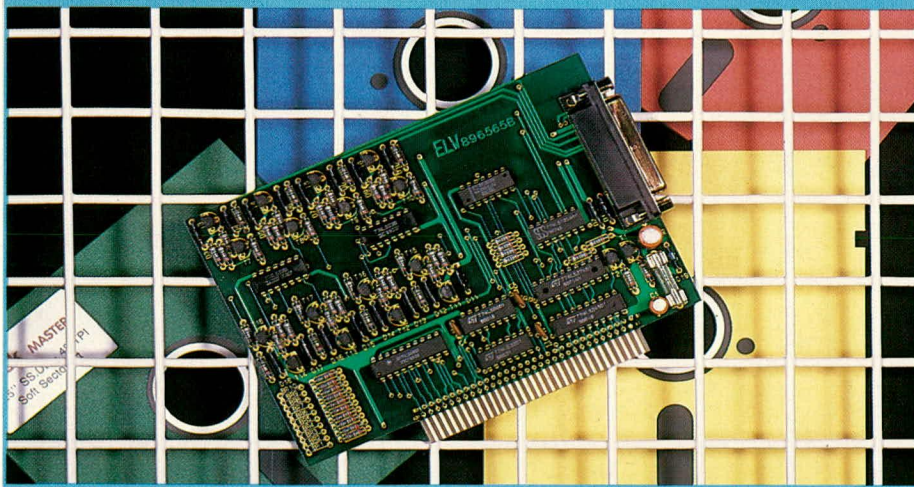
### Die Bedienung der seriellen Schnittstelle

Das DMM 7002 ist, wie oben bereits erwähnt, mit der V 24 B-Schnittstelle ausgerüstet. Es erlaubt somit die Kommunikation mit einem angeschlossenen PC. Nachdem das Treiberprogramm auf dem angeschlossenen PC gestartet wurde, stehen die in Tabelle 2 abgebildeten Befehle für die Kommunikation des DMM 7002 mit dem PC zur Verfügung. Während der Datenübertragung zwischen dem DMM 7002 und dem angeschlossenen PC leuchtet die auf der Frontplatte angebrachte „Remote“-LED auf. Ist dem DMM 7002 ein Befehl für die Meßart oder den Meßbereich gegeben worden, so wird dieses angezeigt durch das ständige Leuchten der „Remote“-LED. In diesem Zustand ist auch eine versehentliche Betätigung der Tastatur unterbunden. Sobald die Kommunikation mit dem angeschlossenen PC abgeschlossen ist, kann die Tastatur in gewohnter Weise bedient werden.

Die Datenübertragung von und zum DMM 7002 erfolgt ASCII-codiert. Die Befehle „C, A, M, S, W“ stellen einen unmittelbaren Befehl für das DMM 7002 dar und bewirken somit ein ständiges Leuchten der „Remote“-LED. Die Befehle „c, a, m, s, w“ beinhalten nur eine Status- bzw. Meßwertabfrage, die im Hintergrund, d. h. bei gleichzeitiger Weiterbedienung über die an der Frontplatte angeordneten Taster ablaufen können.

### Bestückungsplan der Relaisplatte des DMM 7002

Eine Besonderheit stellt das Auslesen des Meßwertes dar. Die Übertragung erfolgt mit 9 ASCII-Zeichen. Das erste gibt die Polarität, d. h. „-“ Zeichen für negativen Meßwert oder „ „ für positiven Meßwert, an. Die zweite bis siebte Stelle gibt den Zahlenwert des Meßergebnisses direkt an. Hierbei ist der Dezimalpunkt mit integriert. Die achte und neunte Stelle geben direkt die Maßeinheit an. Anzumerken sei hier noch, daß das „Ω“-Zeichen mit der ASCII-Ziffer 234 codiert ist, wie auch beim Zeichensatz des PCs.. Der Vorteil dieser direkten Übertragung besteht darin, daß ohne weitere Umrechnung der eingeleseene Meßwert auf dem Bildschirm des angeschlossenen PCs dargestellt werden kann. **ELV**



# PC-Schrittmotor-Steuerkarte SS 2

*Zur direkten Ansteuerung von zwei Schrittmotoren dient diese PC-Einsteckkarte. 4 Schalteingänge runden die Features ab. Auf einfache und komfortable Weise können die verschiedensten Steueraufgaben einschließlich des Plotterbetriebes realisiert werden.*

## Allgemeines

Für den Einsatz von Schrittmotoren als Steuer-, Stellglieder oder Antriebsaggregate sprechen viele Gründe. Durch direktes Verarbeiten digitaler Steuerbefehle wird ein sehr gutes Positionierverhalten ermöglicht. Der große Drehzahlbereich, das hohe Haltemoment bei Stillstand des Läufers, die kurzen Start- und Stoppzeiten, die hohe technische Zuverlässigkeit in Verbindung mit langer Lebensdauer und Wartungsfreiheit ermöglichen einen vielseitigen Einsatz der Schrittmotoren.

Überall, wo eine punktgenaue und reproduzierbare Ansteuerung von mechanischen Teilen erforderlich ist, bietet sich der

Einsatz von Schrittmotoren an. Typische Anwendungen hierfür sind unter anderem Werkzeugmaschinen, Roboter, Plotter, Drucker, Schreibmaschinen usw.

Im Gegensatz zu Gleich- oder Wechselstrommotoren sind für Schrittmotoren vergleichsweise komplizierte Ansteuerungen erforderlich. Der große Vorteil liegt jedoch in der exakten Steuerbarkeit, die keiner Rückführung (Weglängenmessung) bedarf.

## 2 Arten von Schrittmotoren

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen 2 Arten von Schrittmotoren. Die bipolaren (4strang-)Motoren weisen ein hohes Drehmoment auf, da bei der Ansteuerung alle Wicklungen bestromt werden. Ein weiterer Vorteil liegt in dem guten Wirkungs-

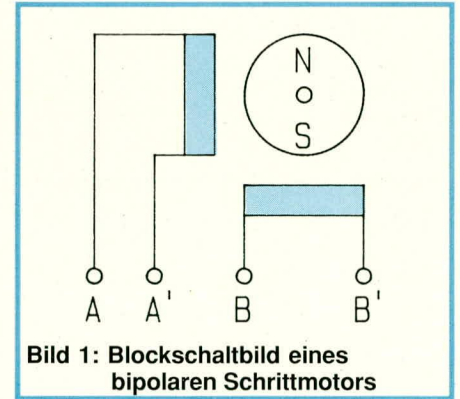


Bild 1: Blockschaltbild eines bipolaren Schrittmotors

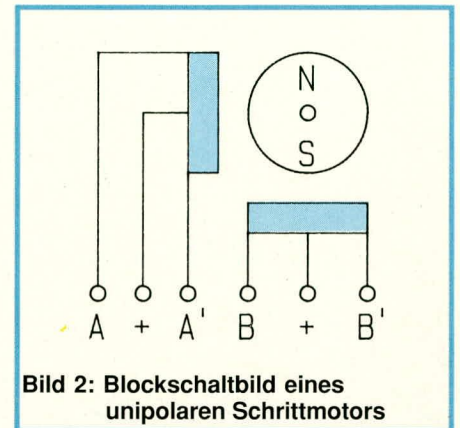


Bild 2: Blockschaltbild eines unipolaren Schrittmotors

grad. Dagegen ist die Ansteuerung dieses Motortyps besonders aufwendig.

Der unipolar-(6strang)Motor bietet den Vorteil einer einfacheren Ansteuerung im Gegensatz zum bipolaren Motor bei geringerem Wirkungsgrad.

In Abbildung 1 ist das vereinfachte Blockschaltbild eines bipolaren Schrittmotors und in Abbildung 2 eines unipolaren Schrittmotors dargestellt.

## Die Anwendersoftware

In den Ausgaben ELV 1 bis 3/89 ist die Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000 vorgestellt, die besonders universell bis zu 4 Schrittmotoren bei zahlreichen Schalt- und Steuerausgängen bearbeiten kann. Für dieses komfortable Gerät wurde eine Steuersoftware entwickelt, deren Möglichkeiten im ELV journal 2/89 auf den Seiten 58, 59 vorgestellt wurden. Zum Betrieb der neuen, in diesem Artikel vorgestellten PC-Schrittmotor-Steuerkarte wurde die Software zur SMS 7000 angepaßt, so daß wir auf den betreffenden Artikel verweisen möchten. Die Bedienung ist weitgehend identisch, lediglich mit der Ausnahme, daß anstatt von 4 Schrittmotoren maximal 2 Schrittmotoren anschließbar sind.

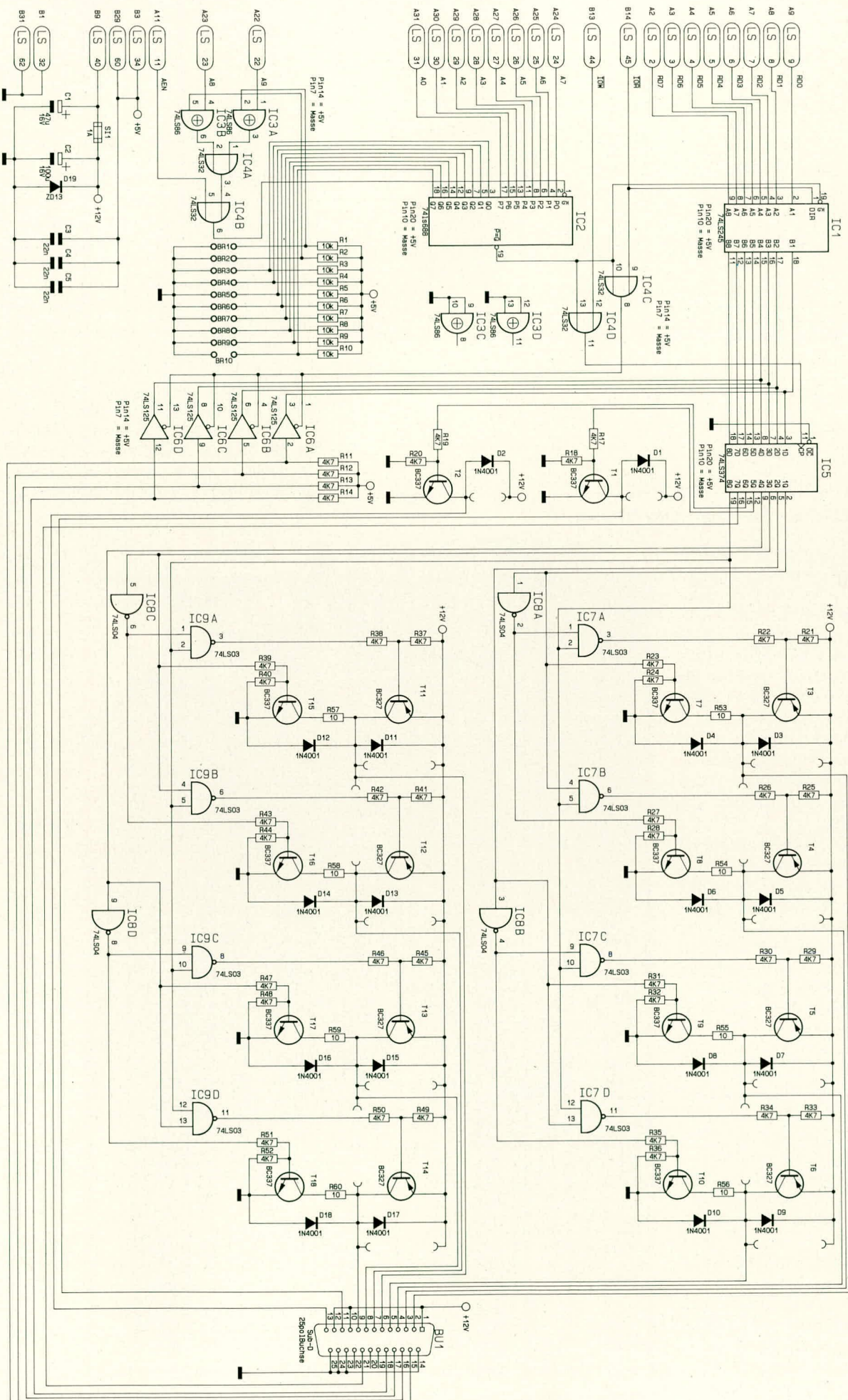
## Zur Schaltung

In Abbildung 3 ist das Blockschaltbild zur PC-Schrittmotoren-Steuerkarte darge-

### Technische Daten: PC-Schrittmotoren-Steuerkarte SS 2

- direkte Ansteuerung von 2 Schrittmotoren.
- unipolare (6 Anschlüsse) oder bipolare (4 Anschlüsse)Motoren wahlweise ansteuerbar
- Auswahl des Motorentyps über mitgelieferte PC-Software
- Treiber für 0,5 A-Lastung pro Schrittmotor
- 2 Schaltausgänge mit einer Belastbarkeit von maximal 0.5 A (z. B. für den direkten Anschluß von Relais)
- 1 TTL-Ausgang
- 4 Eingänge wahlweise für potentialfreie Schalter oder TTL-Pegel verwendbar
- passend für jeden handelsüblichen IBM-PC-XT/AT-Rechner oder kompatiblen Computer
- Belegung nur einer I/O-Adresse des PCs, die vom Anwender frei wählbar ist
- interne Absicherung der Versorgungsspannung über Schmelzsicherung 1A





**Bild 4:**  
Schaltbild  
der PC-Schritt-  
motor-  
Steuerkarte  
SS 2

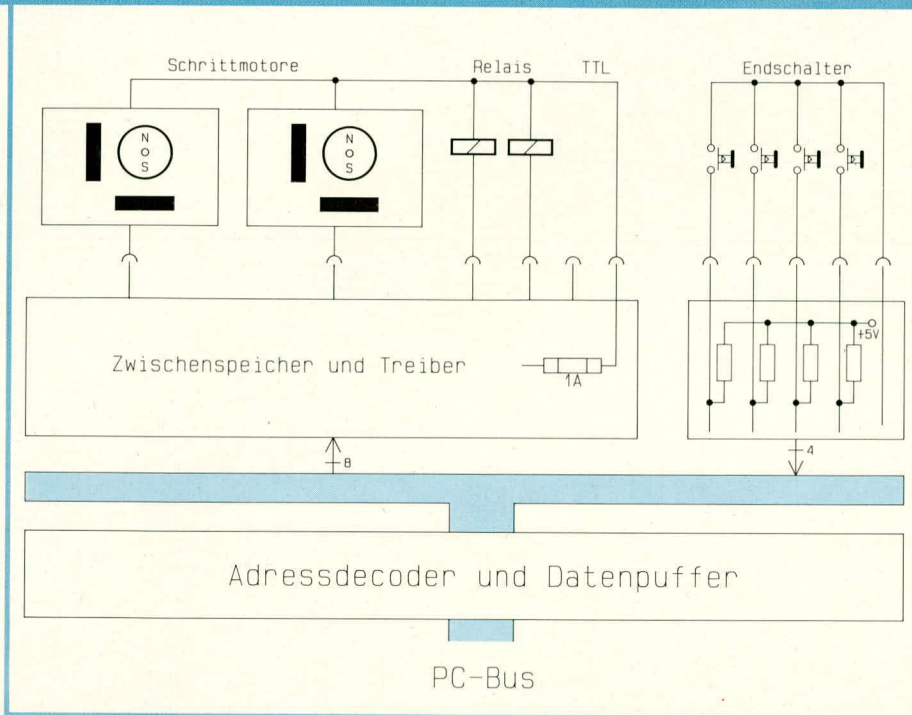


Bild 3: Blockschaltbild der PC-Schrittmotor-Steuerkarte

stellt. Vom PC-Bus gelangen die Steuerungssignale auf den Adreßdecoder und Datenpuffer der Einsteckkarte. Von dort gelangen die Steuersignale für die Schrittmotoren auf einen Treiber mit integriertem Zwischenspeicher, die ihrerseits wieder die Endstufen ansteuern. Außerdem werden die beiden Ausgänge zur Ansteuerung der Relais sowie der TTL-Ausgang angesteuert.

Darüber hinaus werden von den 4 Eingängen der Schaltung logische Zustände (TTL-Pegel) bzw. in Verbindung mit den integrierten Pull-up-Widerständen die Endschalter abgefragt.

In Bild 4 ist die komplette Schaltung der PC-Schrittmotoren-Steuerkarte dargestellt. Die Schaltung der Einsteckkarte beinhaltet den kompletten Adreßdecoder, den Datenbustreiber, den Eingangstreiber und Ausgangszwischenspeicher sowie die kompletten Endstufen für die Ansteuerung der externen Schrittmotoren und Relais.

Der Adreßdecoderteil hat im wesentlichen 2 Aufgaben: Zum einen müssen die 8 Bit-Datenleitungen gepuffert und zum anderen der nachfolgend beschriebene Speicher (IC 5) und Puffer (IC 6) selektiert bzw. angesteuert werden. Die Datenpufferung übernimmt der bidirektionale Bustreiber IC 1 vom Typ 74 LS 245. Die Datenrichtungsumschaltung erfolgt durch die I/O-Leseleitung IOR. Freigegeben wird der Treiber durch den Adreßdecoder IC 2 vom Typ 74 LS 688.

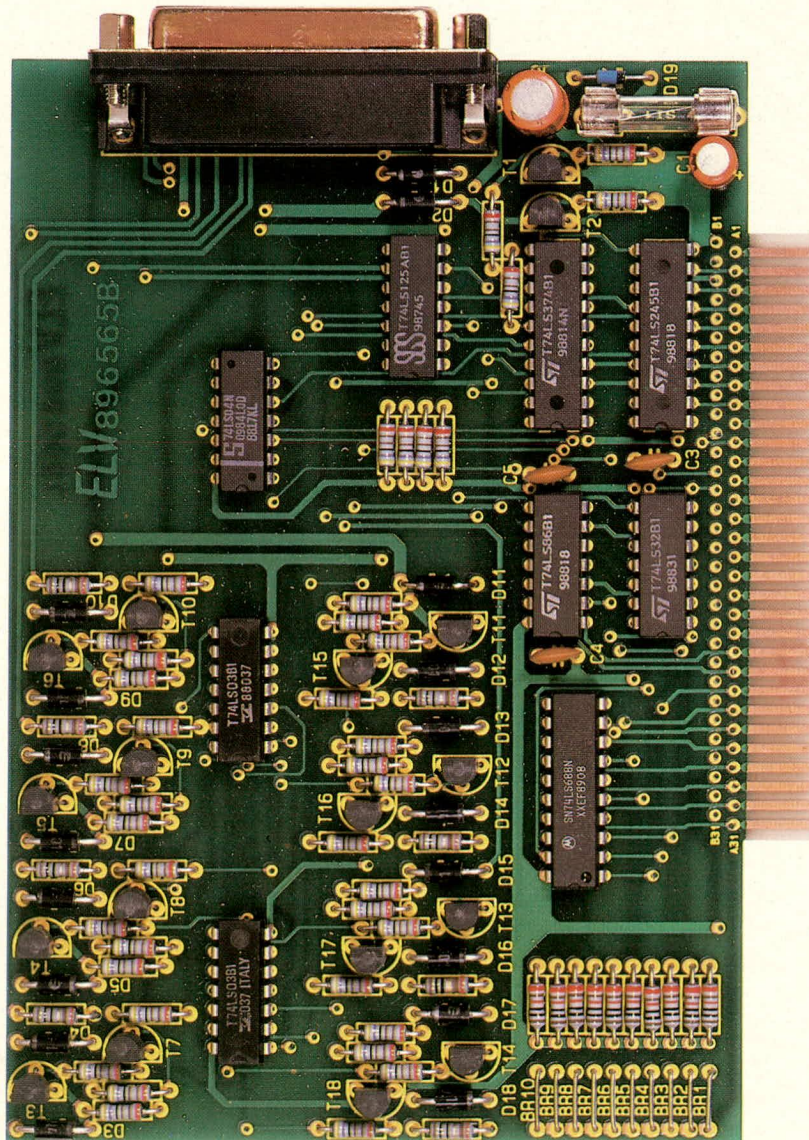
Die PC-Schrittmotoren-Steuerkarte benötigt nur eine I/O-Adresse, wozu ein 10 Bit-Adreßdecoder erforderlich ist. Mit den Brücken BR 1 bis BR 10 wird die I/O-Ansprechadresse eingestellt. Nur wenn die 10 Adressen am Adreßbus und die mit Hilfe der Brücken eingestellte Adresse überein-

stimmen, ist die Karte selektiert.

Die Ausgänge der Exor-Gatter IC 3 A und IC 3 B liegen beide auf „L“-Pegel, wenn das Adreß-Bit A 9 mit dem an BR 1 eingestellten Pegel und A 8 mit dem an BR 2 eingestellten Pegel übereinstimmt. Nur dann ergibt sich am Ausgang von dem Oder-Gatter IC 4 A ein „L“-Pegel.

Liegt die Steuerleitung AEN auch auf diesem Pegel, so wird der 8-Bit-Vergleicher IC 2 vom Typ 74 LS 688 freigegeben. Wenn jetzt die logischen Pegel der Adreß-Bits A 0 bis A 7 und die der Brücken BR 3 bis BR 10 übereinstimmen, erscheint am Ausgang des IC 2 (Pin 19) ein „L“-Pegel.

Findet ein Lesezugriff statt, führt die I/O-Leseleitung IOR „L“-Pegel. Hierdurch wird das Oder-Gatter IC 4 C freigegeben, und der Bustreiber IC 6 A gibt die Daten von den 4 an der 25poligen Submin-D-Buchse anliegenden Informationen auf den Datenbus, die dann über den bidirektionalen Bustreiber IC 1 auf den Datenbus des



Ansicht der fertig bestückten Platine der PC-Schrittmotor-Steuerkarte

Steuerprozessors gelangen. Hierbei sind nur die Datenbits D 0 bis D 3 gültig. Liegt jedoch ein Schreibzugriff vor, ist die I/O-Schreibleitung IOW aktiviert. Dieser „L“-Pegel steuert den Ausgang des Oder-Gatters IC 4 D auf „L“-Pegel und bewirkt, daß die Steuerdaten vom Bus über IC 1 gepuffert in den 8 Bit-Zwischenspeicher IC 5 vom 74 LS 374 übernommen werden.

Tabelle 1 zeigt noch einmal übersichtlich die Belegung der Erweiterungsports des IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computers.

Mit dem Ausgang Q 1 und Q 2 von IC 5 kann die komplette Steuerung eines Schrittmotors übernommen werden. Äquivalent gilt dieses auch für Q 3 und Q 4, welcher den zweiten Schrittmotor ansteuert. Q 1 steuert direkt den Transistor T 7 und invertiert über IC 8 A den Transistor T 8 an. Durch die Invertierung über IC 8 A ist sichergestellt, daß jeweils nur einer der Transistoren T 7 oder T 8 durchschaltet und

somit der zugehörige Strang des angeschlossenen unipolar-Schrittmotors bestromt wird. Q 2 von IC 5 sorgt in diesem Zusammenhang mit Hilfe von T 9 und T 10 für die Ansteuerung des zweiten Strangpaares.

Mit Q 8 des Zwischenspeichers IC 5 kann die Schrittmotorart gewählt werden. Ein „H“-Pegel bedeutet den Anschluß eines bipolaren Schrittmotors und ein „L“-Pegel bedeutet entsprechend den Anschluß eines Unipolar-Schrittmotors. Ist letzterer durch einen „L“-Pegel selektiert, so sperren die Nand-Gatter von IC 7 die dazu-gehörigen Ausgänge sowie die Transistoren T 3, T 4, T 5 und T 6. Liegt dagegen der Q 8 Ausgang von IC 5 auf „H“-Pegel, so ist einer der Transistoren T 3 oder T 4 (je nach Pegel der Steuerleitung Q 1) leitend. Die übereinanderliegenden NPN- und PNP-Transistoren sind in diesem Falle so angesteuert, daß diese bei Ansteuerung eines Bipolar-Schrittmotors jeweils abwechselnd leitend sind.

Tabelle 1: Anschluß der Erweiterungssteckplätze beim IBM-PC

Signalname	Stiftbezeichnung		Signalname
	Leiterbahnseite	Bestückungsseite	
GND	B01	A01	I/O CHECK
Reset	B02	A02	D7
+5V	B03	A03	D6
IRQ2	B04	A04	D5
-5V	B05	A05	D4
DREQ2	B06	A06	D3
-12V	B07	A07	D2
Card Select	B08	A08	D1
-12V	B09	A09	D0
GND	B10	A10	I/O CHRDY
MEMW	B11	A11	AEN
MEMR	B12	A12	A19
IOWC	B13	A13	A18
IORC	B14	A14	A17
DACK3	B15	A15	A16
DREQ3	B16	A16	A15
DACKT	B17	A17	A14
DREQ1	B18	A18	A13
DACK0	B19	A19	A12
CLK	B20	A20	A11
IRQ7	B21	A21	A10
IRQ6	B22	A22	A9
IRQ5	B23	A23	A8
IRQ4	B24	A24	A7
IRQ3	B25	A25	A6
DACK2	B26	A26	A5
TC	B27	A27	A4
ALE	B28	A28	A3
+5V	B29	A29	A2
OSC	B30	A30	A1
GND	B31	A31	A0

### Stückliste: PC-Schrittmotor-Steuerkarte

#### Widerstände

- 10Ω ..... R 53-R 60
- 4,7kΩ ..... R 11-R 14, R17-R 52
- 10kΩ ..... R 1-R 10

#### Kondensatoren

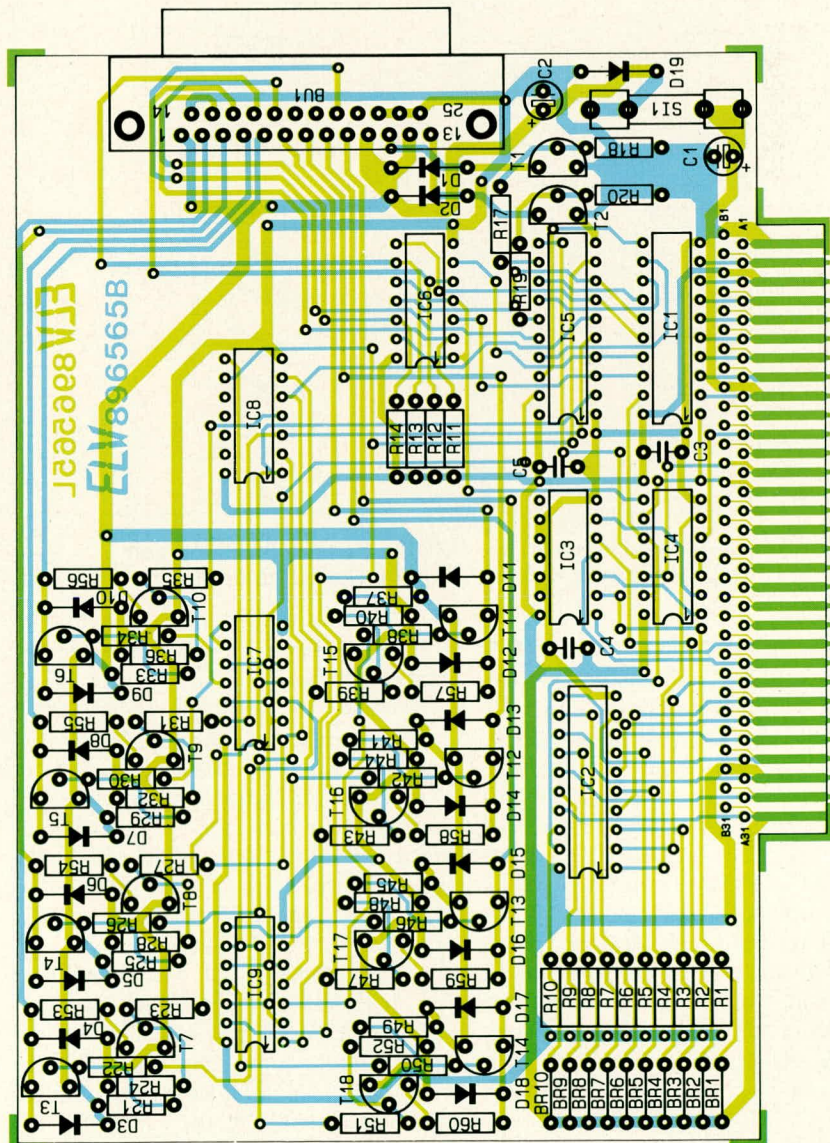
- 22nF/ker ..... C 3-C 5
- 47µF/16V ..... C 1
- 100µF/16V ..... C 2

#### Halbleiter

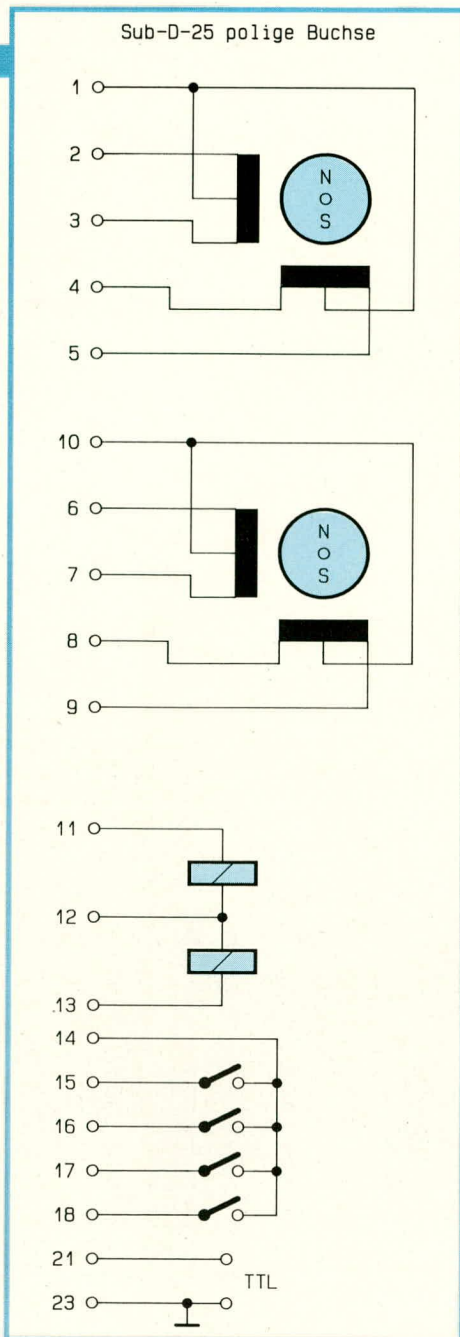
- 74LS03 ..... IC 7, IC 9
- 74LS04 ..... IC 8
- 74LS32 ..... IC 4
- 74LS86 ..... IC 3
- 74LS125 ..... IC 6
- 74LS245 ..... IC 1
- 74LS374 ..... IC 5
- 74LS688 ..... IC 2
- BC327 ..... T 3-T 6, T 11-T 14
- BC337 ..... T 1, T 2, T 7-T10, T 15-T 18
- ZPD, 13V/1,3W ..... D 19
- 1N4001 ..... D 1- D8

#### Sonstiges

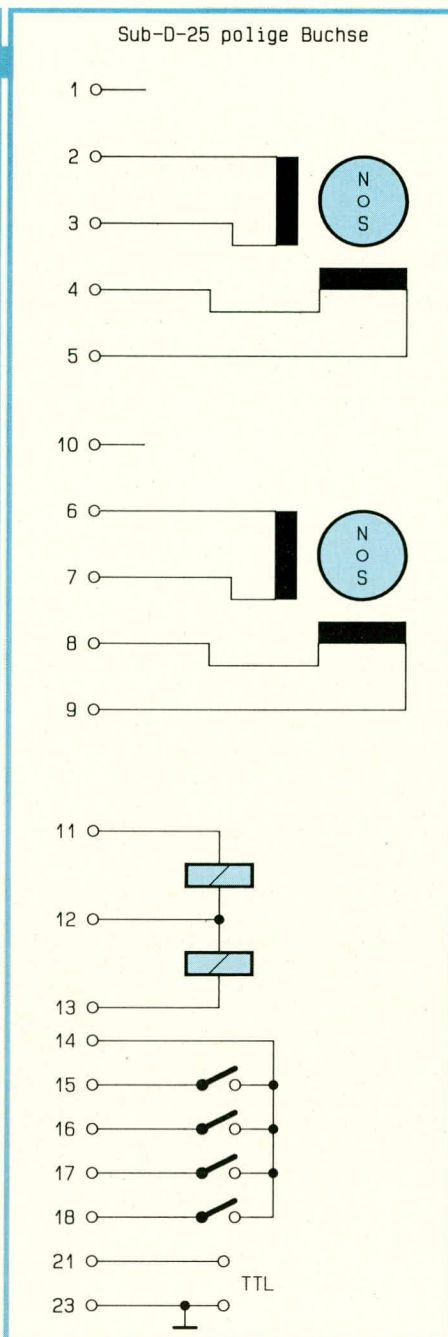
- SUB-D-Buchse, 25pol, winkelprint ..... BU 1
- Sicherung, 1A ..... SI 1
- 1 x Platinensicherungshalter (2 Hälften)
- 1 x Abdeckblech
- 120mm Silberdraht



Bestückungsplan der Platine der PC-Schrittmotor-Steuerkarte (Leiterbahnen der Bestückungsseite: hellblau, Leiterbahnen der Platinenunterseite: gelb)



**Bild 5: Anschlußschema von Unipolar-Schrittmotoren**



**Bild 6: Anschlußschema von Bipolar-Schrittmotoren**

Die Ausgänge Q 5 und Q 6 von IC 5 steuern jeweils die Transistoren T 1 und T 2 über die Vorwiderstände R 17 bis R 20 an. Die Ausgänge dieser beiden Treibertransistoren können benutzt werden, um direkt kleine Hubmagnete oder Relais zu treiben. Der Ausgang Q 7 von IC 5 ist direkt auf die 25polige Submin-D-Buchse geführt und kann für Schaltaufgaben mit TTL-Pegel eingesetzt werden.

Außerdem ist noch die Abfrage von 4 Endschaltern vorgesehen, welche ebenfalls auf die 25polige Submin-D-Buchse geführt sind. An diese Anschlüsse können sowohl direkt Endschalter, die nach Masse schalten als auch TTL-Treiber angeschlossen werden.

Bild 5 zeigt den Anschluß von 2 Unipolar- und Bild 6 den Anschluß von 2 Bipolar-Schrittmotoren.

### Zum Nachbau

Die komplette Schaltung der PC-Schrittmotoren-Steuerkarte ist auf einer 144 mm x 108 großen doppelseitigen, durchkontaktierten Leiterplatte untergebracht. An der Busrückwand der Platine befindet sich eine 25polige Submin-D-Printbuchse, die zur Verbindung mit der digitalen Außenwelt dient.

Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst sind die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente anhand des Bestückungsplanes auf die Platine zu setzen und zu verlöten. Die Bauteile sind hierbei möglichst niedrig auf die Platine zu setzen, um eine spätere Berührung mit der im nächsten Slot steckenden Platine zu vermeiden.

In der Rückwand des Rechners wird ein Abdeckstreifen an der Stelle entfernt, an der die Platine der PC-Schrittmotoren-Steuerkarte eingesteckt werden soll.

Bevor die Karte ihrer Bestimmung übergeben werden kann, müssen noch die Brücken für die I/O-Ansprechadresse eingelötet werden.

### Adressierung

Eine nähere Beschreibung der zur Verfügung stehenden I/O-Adreßbereiche ist in Tabelle 2 aufgeführt. Zur Erläuterung der Einstellung des Adreßdecoders, bestehend

**Tabelle 2: Der E/A-Adreßbereich des IBM-PC**

E/A-Adresse	Funktion
000 <sub>H</sub> ..00F <sub>H</sub>	DMA-Controller (8237A-5)
020 <sub>H</sub> ..021 <sub>H</sub>	Interrupt-Controller (8259-5)
040 <sub>H</sub> ..043 <sub>H</sub>	Zeitgeber/Zähler (8253-5)
060 <sub>H</sub> ..063 <sub>H</sub>	Systemregister (8255A-5)
080 <sub>H</sub> ..083 <sub>H</sub>	DMA-Seitenregister (74 LS 670)
0A0 <sub>H</sub> ..0BF <sub>H</sub>	NMI-Interrupt-Register
0C0 <sub>H</sub> ..0FF <sub>H</sub>	Reserviert
100 <sub>H</sub> ..1FF <sub>H</sub>	Frontplattencontroller
200 <sub>H</sub> ..20F <sub>H</sub>	Für Computerspiele (Game Port)
210 <sub>H</sub> ..217 <sub>H</sub>	Erweiterungseinheit
220 <sub>H</sub> ..24F <sub>H</sub>	Reserviert
278 <sub>H</sub> ..27F <sub>H</sub>	Zweiter Drucker
2F8 <sub>H</sub> ..2FF <sub>H</sub>	Zweite serielle Schnittstelle
300 <sub>H</sub> ..31F <sub>H</sub>	Prototypkarte
320 <sub>H</sub> ..32F <sub>H</sub>	Festplatten-Controller
378 <sub>H</sub> ..37F <sub>H</sub>	Druckerschnittstelle (parallel)
380 <sub>H</sub> ..38F <sub>H</sub>	SDLC-Schnittstelle
3A0 <sub>H</sub> ..3AF <sub>H</sub>	Reserviert
3B0 <sub>H</sub> ..3BF <sub>H</sub>	Monochromadapter und Drucker
3C0 <sub>H</sub> ..3CF <sub>H</sub>	Reserviert
3D0 <sub>H</sub> ..3DF <sub>H</sub>	Farbgrafikkarte
3E0 <sub>H</sub> ..3E7 <sub>H</sub>	Reserviert
3F0 <sub>H</sub> ..3F7 <sub>H</sub>	Floppy-Controller
3F8 <sub>H</sub> ..3FF <sub>H</sub>	Serielle Schnittstelle

aus BR 1 bis BR 10, wollen wir die Adresse 300H als Basisadresse für die SS2 vorsehen.

Die erste Ziffer der I/O-Adresse kann maximal die Zahl 3 sein, da der 16 Bit I/O-Adreßraum des IBM PCs nur mit 10 Bit, d. h. maximal 400H decodiert ist. Diese Zahl 3 wird später mit den Brücken BR 1 und BR 2 eingestellt. In unserem Beispiel müssen also für die I/O-Basisadresse 300H die Brücken BR 1 und BR 2 offen, d. h. nicht eingelötet und die Brücken BR 3 bis BR 10 geschlossen, d. h. eingelötet sein. Bei ab Werk gelieferten Fertigeräten sind alle 10 Brücken eingelötet, so daß die entsprechenden nicht benötigten Brücken durchzukneifen sind.

Ist der Aufbau nochmals sorgfältig überprüft, steht dem Einsatz dieser interessanten PC-Zusatzkarte nichts mehr im Wege.

ELV

# Super-Laufblitz- Stroboskop SLS 20

**Mit einer Breite von ca. 100 cm bietet dieses mikroprozessorgesteuerte, mit 20 Xenon-Blitzröhren ausgestattete Effektgerät völlig neuartige, beeindruckende Lichteffekte.**

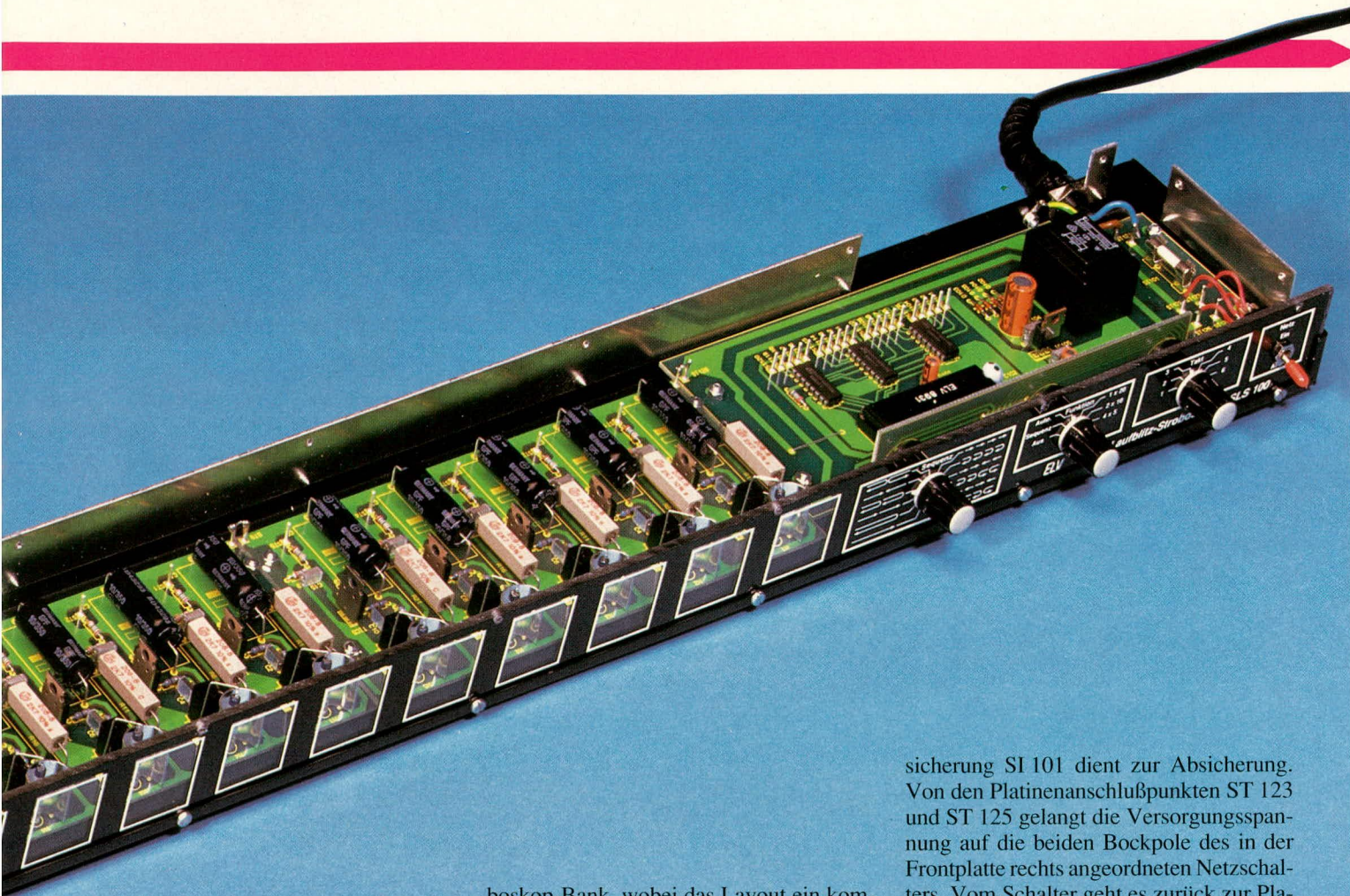
---

## Allgemeines

---

Bei diesem semi-professionellen mikroprozessorgesteuerten Stroboskop-Blitz dient eine ganze Batterie von insgesamt 20 Xenon-Blitzröhren zur Erzielung besonderer Laufeffekte. Die Programmanwahl erfolgt über 3 Präzisions-Drehschalter. Neben Laufeffekten wie z. B. von links nach rechts, von außen nach innen, Parallelverschiebungen von 2 oder 4 gleichzeitigen Blitzeffekten besteht auch die Möglichkeit, alle 20 Blitzröhren gleichzeitig zu zünden oder auch jeweils 10 Blitzröhren im Wechsel. Diese und viele andere Muster können in unterschiedlichen Geschwindigkeiten sowie auch automatisch im Wechsel in voller Breite der Möglichkeiten durch den Mikroprozessor gesteuert werden.

Aufgrund der ungewöhnlichen Gehäuseabmessungen (das Gerät ist ca. 100 cm breit) ergeben sich besonders ausgeprägte Effekte, die sowohl in kleinen Räumen als auch noch in großen Abständen sehr at-



traktiv und ausgeprägt sind. Ein Effektgerät der Extraklasse also, das bei ungewöhnlich günstigem Preis eine Reihe besonderer Eigenschaften und Einsatzgebiete aufweist:

- 12 verschiedene Sequenzprogramme
- 6 verschiedene Geschwindigkeiten
- Wechsellautomatik
- Blitzfolgefrequenz bis 50 Hz
- Bewegungsillusion durch Schattenwanderung
- Einsatzgebiet in Kurzzeit- und Effektfotografie
- Effektgerät im Partykeller oder in der Diskothek
- Blickfang in Schaufenstern, Geschäften, Lokalen usw.

### Der Aufbau

Grundlage unseres SLS 20 ist ein Stroboskop-Modul für den direkten Anschluß ans 230 V-Netz, das in seinen Eigenschaften genau auf die zum Einsatz kommende Blitzröhre abgestimmt ist. Von diesen Stroboskop-Modulen sind jeweils 5 - komplett mit Röhre und Reflektor - auf einer Platine angeordnet. 4 derartige Platinen bilden, nebeneinander montiert, die komplette Stro-

boskop-Bank, wobei das Layout ein komfortables Durchschleifen der Versorgungsspannung von Platine zu Platine ermöglicht.

Das Herzstück der Anlage ist ein Single-Chip-Mikroprozessor, der über eine Verteilerlogik mit jedem einzelnen Blitzmodul verbunden ist. Damit es hier zu keiner babylonischen Kabelverwirrung kommen kann, wird der Anschluß über ein einziges, 20poliges Flachbandkabel bewerkstelligt, welches sich sehr elegant bearbeiten und unterbringen läßt.

Der Mikroprozessor befindet sich auf der Steuerplatine, welche daneben auch die Spannungsversorgung, die Verteilerlogik, die Netzanschlüsse nebst Sicherung und Hauptschalter sowie, hochkant aufgelötet, die Platine mit den 3 Steuer-Drehschaltern trägt.

Alle Komponenten werden von einem grundsoliden, mattschwarzen Stahlblechgehäuse mit Plexiglasfrontplatte umschlossen. Allein dieses Gehäuse mit den bemerkenswerten Maßen 100 x 10,5 x 4,5 cm bringt 2,4 kg auf die Waage.

### Zur Schaltung

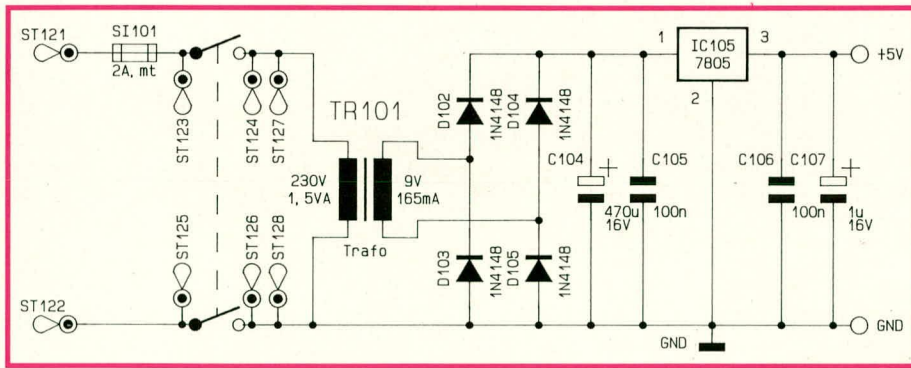
In Abbildung 1 ist der Stromversorgungsteil der Schaltung dargestellt. Die 230 V-Netzwechselspannung wird über eine 3adrige Netzzuleitung mit angespritztem Schutzkontaktstecker der Schaltung an den Platinenanschlußpunkten ST 121 und ST 122 (Phase und Null) zugeführt. Die Schmelz-

sicherung SI 101 dient zur Absicherung. Von den Platinenanschlußpunkten ST 123 und ST 125 gelangt die Versorgungsspannung auf die beiden Bockpole des in der Frontplatte rechts angeordneten Netzschalters. Vom Schalter geht es zurück zur Platine an die Anschlußpunkte ST 124 und ST 126. Für diese Verbindungen werden flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> eingesetzt. Der gelb-grüne Schutzleiter wird an sämtliche von außen berührbaren Metallteile angeschlossen. Hierauf gehen wir im Kapitel „Zum Nachbau“ noch weiter ein.

Die beiden Platinenanschlußpunkte ST 127 und ST 128 werden über je eine Brücke mit der ersten der 4 Lampenplatinen verbunden. ST 127 liegt hierbei an ST 6 und ST 128 an ST 8 der ersten Lampenplatine. Hierdurch wird die erste und im Durchschleifbetrieb auch jede weitere Lampenplatine mit der Netzwechselspannung versorgt.

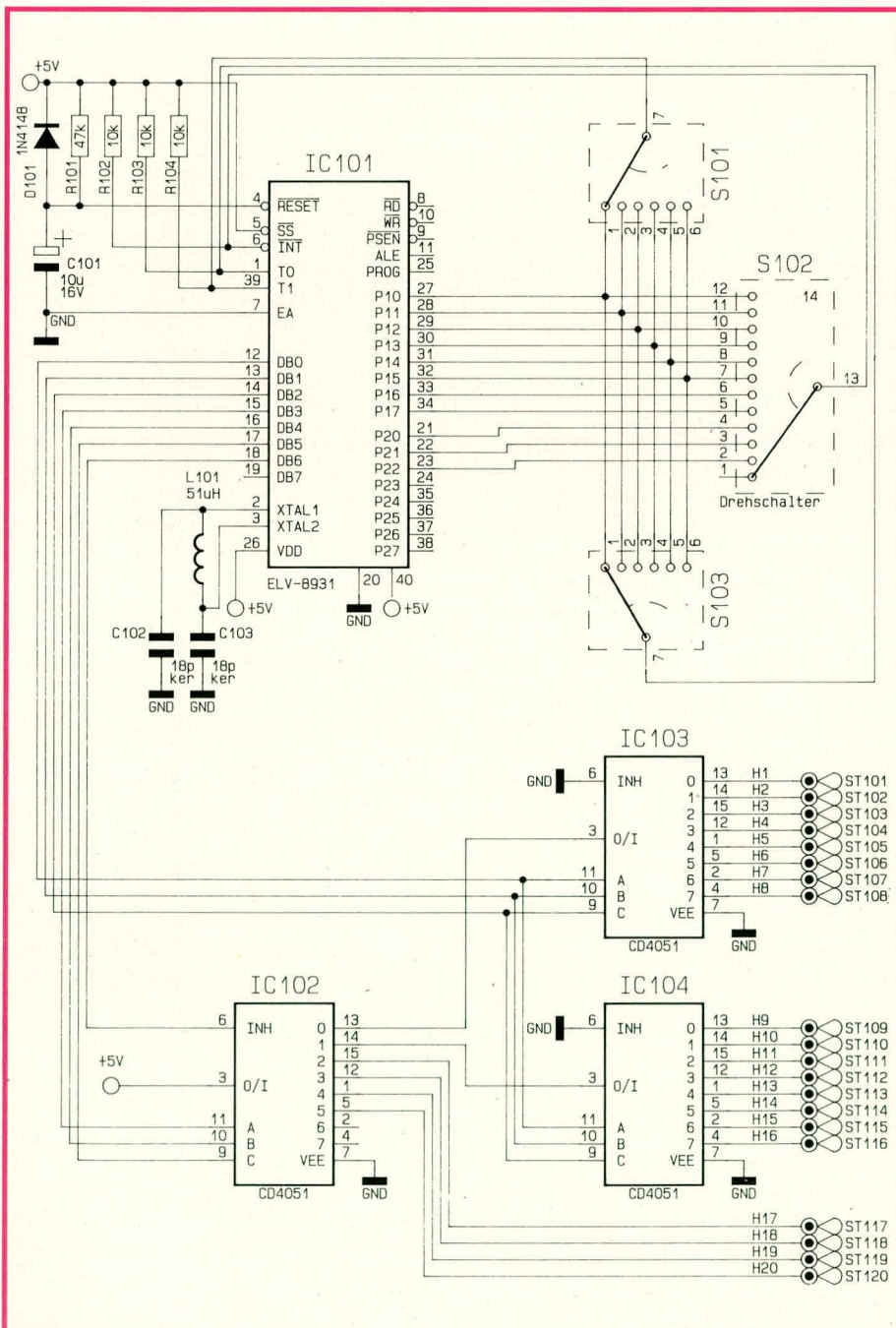
Der Netztrafo TR 101 nimmt eine Umsetzung der Netzwechselspannung auf 9 V/167 mA vor, die zur Versorgung der Steuerelektronik dient. Zu beachten ist hierbei, daß keine Netztrennung vorliegt und die gesamte Schaltung auch auf der Trafosekundärseite mit der lebensgefährlichen Netzspannung verbunden ist. Das Gerät darf daher ausschließlich im geschlossenen, berührungssicheren Gehäuse, das mit dem Schutzleiter verbunden ist, in Betrieb genommen werden.

Die 9 V-Sekundärspannung wird über D 102 bis D 104 gleichgerichtet und mit C 104 gepuffert. C 105 bis C 107 dienen der allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung. IC 105 des Typs 7805 sorgt für eine stabile Versorgungsspannung für die Elektronik von +5 V.



**Bild 1:**  
Stromversorgung der  
Schaltung des  
Super-Laufblitz-  
Stroboskops SLS 20

**Bild 2:**  
Stuerelektronik  
mit Single-  
Chip-Mikroprozessor



In Abbildung 2 ist die eigentliche Steuerelektronik dargestellt. Das Herz der Schaltung bildet der zentrale Single-Chip-Mikroprozessor IC 101 des Typs ELV 8931.

Der interne Takt dieses Prozessorsystems wird über den integrierten Oszillator in Verbindung mit den externen Komponenten L 101 sowie C 102, 103 erzeugt. Den Reset-Impuls für ein definiertes Einschalten des Systems generiert C 101 in Verbindung mit D 101 und R 101.

Mit Hilfe der 3 Drehschalter S 101, S 102 und S 103, die im Multiplexverfahren abgefragt werden, wird dem Prozessor die Eingangsinformation bezüglich des gewünschten Betriebsmodus vom Anwender mitgeteilt.

Über seine Datenausgänge DB 0 bis DB 6 (Pin 12 bis Pin 18) steuert der Prozessor 3 Analog-Multiplexer des Typs CD 4051 (IC 102, IC 103, IC 104). Diese Steuer-ICs geben über ihre Ausgänge an den Platinenanschlußpunkten ST 101 bis ST 120 die Zündimpulse für die 20 Thyristoren ab, die ihrerseits den Vorgang zur Zündung der Blitzröhren auslösen.

Eine Besonderheit liegt darin, daß die Blitzröhren, auch wenn alle 20 gleichzeitig gezündet werden sollen, nur quasi gleichzeitig angesteuert werden. Zwischen den einzelnen Zündvorgängen tritt eine kurze, für das menschliche Auge nicht bewußt wahrnehmbare Verzögerung auf, die 2 Vorteile besitzt:

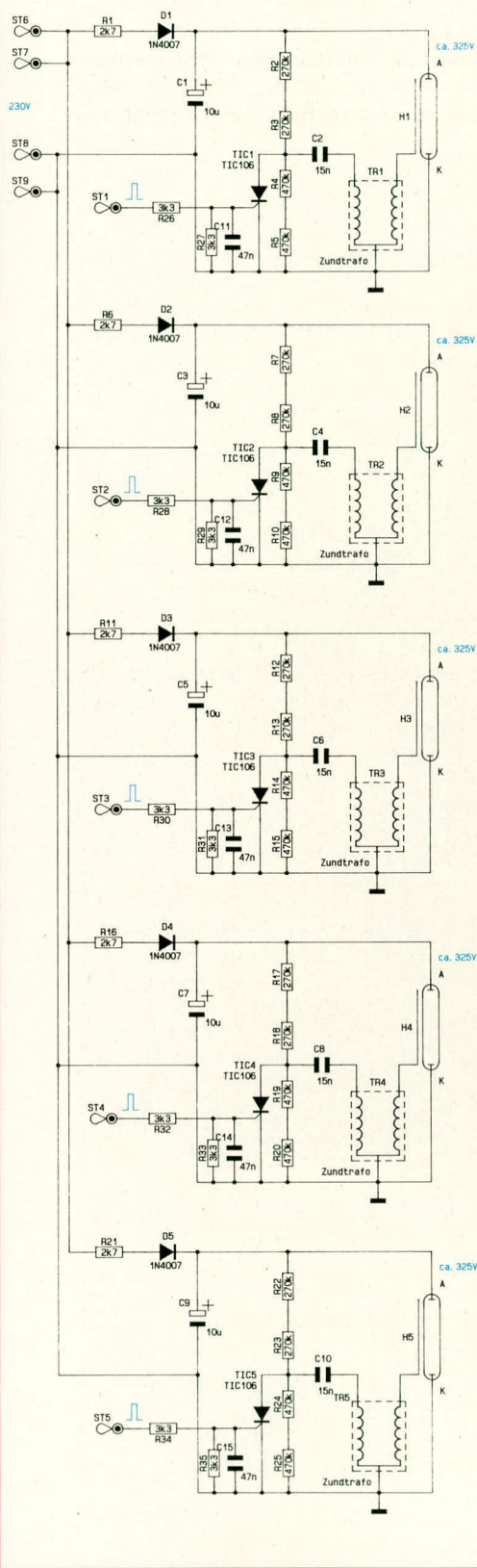
1. Sollen mehrere Blitzlampen gleichzeitig gezündet werden, ergibt sich durch eine kaum merkbare Verzögerung eine längere Blitz-Standzeit, die subjektiv eine erhöhte Lichtausbeute bewirkt.
2. Auf zusätzliche Zwischenspeicher zur exakten, gleichzeitigen Auslösung kann verzichtet werden, wodurch sich die Schaltung günstiger realisieren läßt.

Nachdem wir uns mit der Ansteuerung befaßt haben, kommen wir als nächstes zu Abbildung 3, in der die Schaltung einer Lampenplatine mit insgesamt 5 Blitzröhren dargestellt ist.

Die Netzwechselspannung wird der Platine an den Anschlußpunkten ST 6 und ST 8 zugeführt. Die Weiterleitung zur nächsten Lampenplatine, die mechanisch jeweils in Reihe angeordnet ist, erfolgt über ST 7 und ST 9.

Da die einzelnen Lampenschaltungen 5 x in identischer Weise auf einer Platine vorhanden sind, wollen wir uns bei der Beschreibung auf eine Teilschaltung konzentrieren:

Der Blitzkondensator C 1 wird über D 1 aus der 230 V-Netzwechselspannung aufgeladen. R 1 dient hierbei zur Strombegrenzung. Zu beachten ist, daß der Spitzenwert, auf den auch C 1 aufgeladen wird, bei ca. 330 V liegt. Nachdem die Schaltung vom Netz getrennt wurde, sind mindestens 30 s abzuwarten, bevor das Gehäuse geöffnet werden darf. Nach Ablauf dieser



**Bild 3: Teilschaltung der Lampenplatine mit insgesamt 5 Blitzröhren (4 x erforderlich)**

Zeitspanne kann man davon ausgehen, daß die Ladung von C 1 über R 2 bis R 5 ausreichend abgebaut wurde.

Die an C 1 anstehende Hochspannung

liegt direkt an der Xenon-Blitzröhre H 1 an. Der eigentliche Zündvorgang wird durch eine hochfrequente Schwingung mit extrem hoher Amplitude in der Größenordnung von 10 kV an der Zündelektrode der Blitzröhre eingeleitet. Dieser Hochspannungsimpuls entsteht bei Entladung des Zündkondensators C 2 über die Primärwicklung des Zündtransformators TR 1. Der aus Weißblech bestehende Lampenreflektor dient hierbei gleichzeitig als Zündelektrode, d. h. die Sekundärwicklung von TR 1 wird an den betreffenden Reflektor gelötet.

Die Aufladung des Zündkondensators C 2 erfolgt über R 2, 3 sowie den Primärkreis des Zündtransformators TR 1. Durch Ansteuern des Thyristors TIC 1 über R 26 schaltet dieser durch, und die Ladung von C 2 fließt über die Primärseite des Zündtrafos ab. Auf der Sekundärseite entsteht der eben erwähnte hohe Spannungsimpuls.

Durch die Zündung der Xenon-Blitzröhre wird der Elko C 1 schlagartig entladen. Diese Energie wird mit gutem Wirkungsgrad in der Blitzröhre H 1 in sichtbares Licht umgesetzt. Sobald die Spannung an C 1 auf ca. 100 V zusammengebrochen ist, wird die Blitzröhre wieder hochohmig, und C 1 kann über R 1 nachgeladen werden. Parallel dazu erfolgt auch das Wiederaufladen des Zündkondensators C 2 über R 2, 3.

R 27, C 11 dienen in diesem Zusammenhang der Störimpulsunterdrückung, damit von den hohen Zündimpulsen benachbarter Schaltungsteile keine Triggerung ausgelöst wird.

Die Platinenanschlußpunkte ST 1 bis ST 5 der ersten Lampenplatine werden mit den Platinenanschlußpunkten ST 101 bis ST 105 der Ansteuerplatine verbunden. Äquivalent dazu werden die Platinenanschlußpunkte ST 106 bis ST 110 mit der zweiten, ST 111 bis ST 115 mit der dritten und ST 116 bis ST 120 mit der vierten Lampenplatine verbunden.

### Zum Nachbau

Bei der Bestückung der Platinen gemäß Bestückungsliste und Platinaufdruck ist zu beachten, daß die Blitzkondensatoren sowie deren Vorwiderstände sich relativ stark erwärmen. Diese Bauteile sollten daher etwa 10 mm oberhalb der Leiterplatte angeordnet werden, so daß eine ausreichende Konvektionskühlung erfolgen kann.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert das Anlöten der Reflektoren, wozu jeweils 2 Löt Nägel vorgesehen sind. Hierbei sollen die Löt Nägel den Reflektor an seiner Rückseite in ganzer Länge berühren, so daß der Reflektor auf den Lötstiftsockeln aufliegt. Zum Löten wird er am besten mit der Hand in der richtigen Position an die Löt Nägel gehalten und dann zunächst nur an einer Stelle angepunktet. Man überzeuge

sich von seiner korrekten Lage (mittensymmetrisch, senkrecht zur Platine stehend), ehe man das jeweils gegenüberliegende Ende sauber anlötet und abschließend die Punkt-lötung ebenfalls entsprechend verarbeitet.

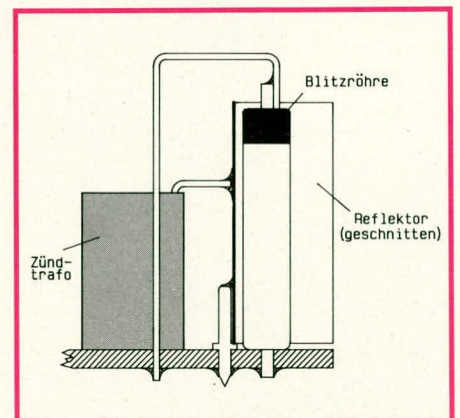
Erst dann sollte die Blitzröhre angelötet werden (schwarzer Ring nach oben). Dabei muß sie unbedingt soweit wie möglich in die Platine gedrückt werden, da die entsprechenden Anschlüsse sehr kurz sind. Die eingelötete Röhre sollte gleichmäßig etwa 0,3 mm vom Reflektor entfernt sein; maximal 0,5 mm sind zulässig. Größere Abstände können zu Blitzaussetzern führen, da dann der als Zündelektrode fungierende Reflektor nur noch stark verminderte Auswirkung auf das Röhreninnere hat.

Die nach oben wegstehenden Anschlüsse der Zündtrafos werden seitlich an den Reflektoren entlang rechtwinklig abgeogen und im Berührungspunkt angelötet.

Der obere Abschluß der Röhre ist über ein 2fach geknicktes Silberdrahtstück mit dem zugehörigen Platinenanschlußpunkt zu verbinden. Dabei sollen die Drahtseiten 4-, 10- und 30 mm lang sein (vgl. Bild 4), und der kurze Schenkel soll auf der dem Reflektor abgewandten Seite des oberen Röhrenanschlusses angelötet werden (Verminderung von Überschlagsgefahr im Zündmoment).

Sind alle Platinen komplett bestückt, kontrolliere man noch einmal sehr eingehend, ob man kein Bauteil vergessen hat, denn nun erfolgt die Montage ins Gehäuse-seunerteil.

Die Prozessorplatine sowie die 4 Lampenplatinen werden jeweils mit 4 Schrauben im Gehäuse befestigt. Da im Gerät mit Netzspannung gearbeitet wird, ist es gemäß VDE-Vorschrift nötig, das Gehäuse und jede einzelne nach außen gehende Metallschraube zu erden. Es sind daher bei sämtlichen Schrauben vor dem Einsetzen die passenden Fächerscheiben aufzuschieben, deren scharfe Kanten die Lackschicht durchdringen, wodurch jede Schraube



**Bild 4: Montage von Blitzröhre, Reflektor, Zündtrafo und Anschlußbügel (schematisch)**

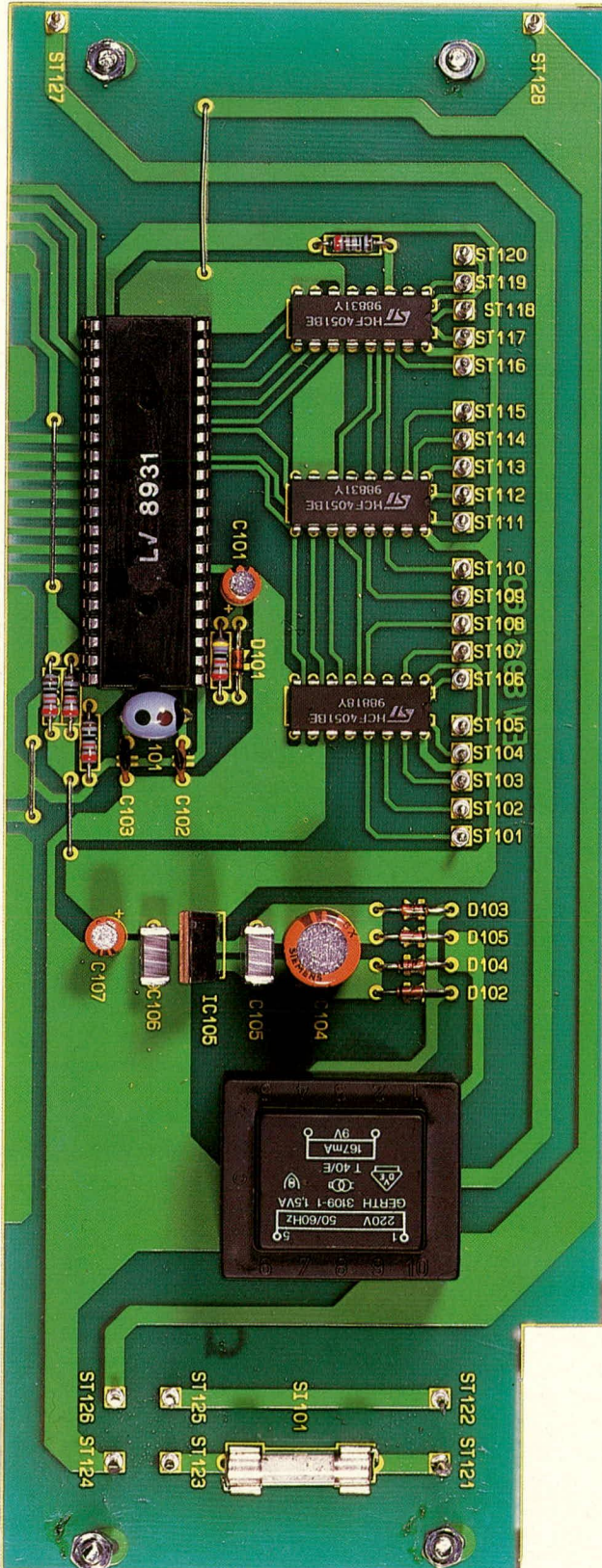


Gehäusekontakt erhält.

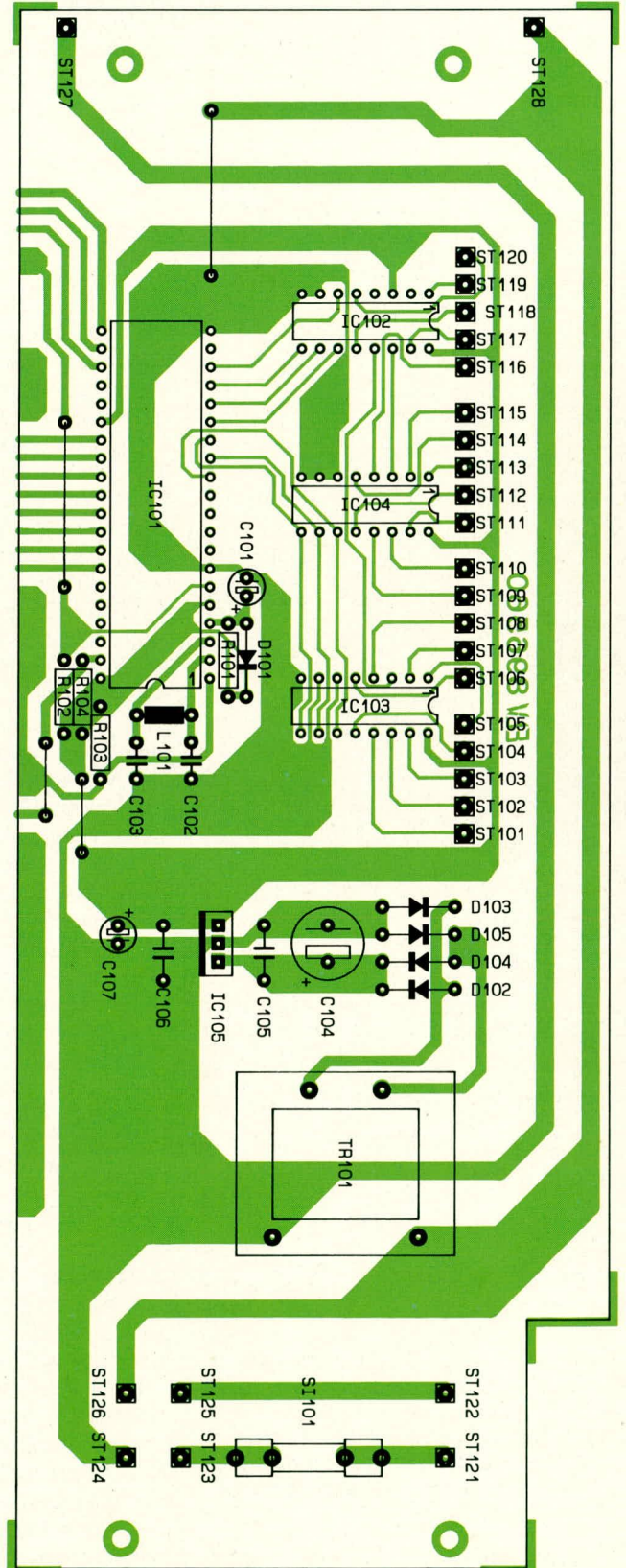
Die 20 zur Leiterplattenbefestigung dienenden Montageschrauben werden zunächst mit den bereits erwähnten Fächerscheiben bestückt und dann von der Gehäuseunterseite aus durch die entsprechenden Boh-

rungen gesteckt. Auf der metallisch blanken, verzinkten Gehäuseinnenseite erfolgt das Festziehen mit einer Mutter M 3. Es folgt ein Abstandsrollchen 5 mm sowie eine weitere, fest aufgedrehte Mutter M 3, so daß deren Oberkante etwa 10 mm Ab-

stand zum Gehäuseboden aufweist. Danach folgt das Aufsetzen der einzelnen Blitzplatinen sowie der Steuerplatine und anschließend das Aufdrehen und Festziehen der entsprechenden 20 Muttern. Für die Montage ist es erforderlich, daß bestimmte Lei-



Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine des SLS 20



Bestückungsplan der Steuerplatine des SLS 20

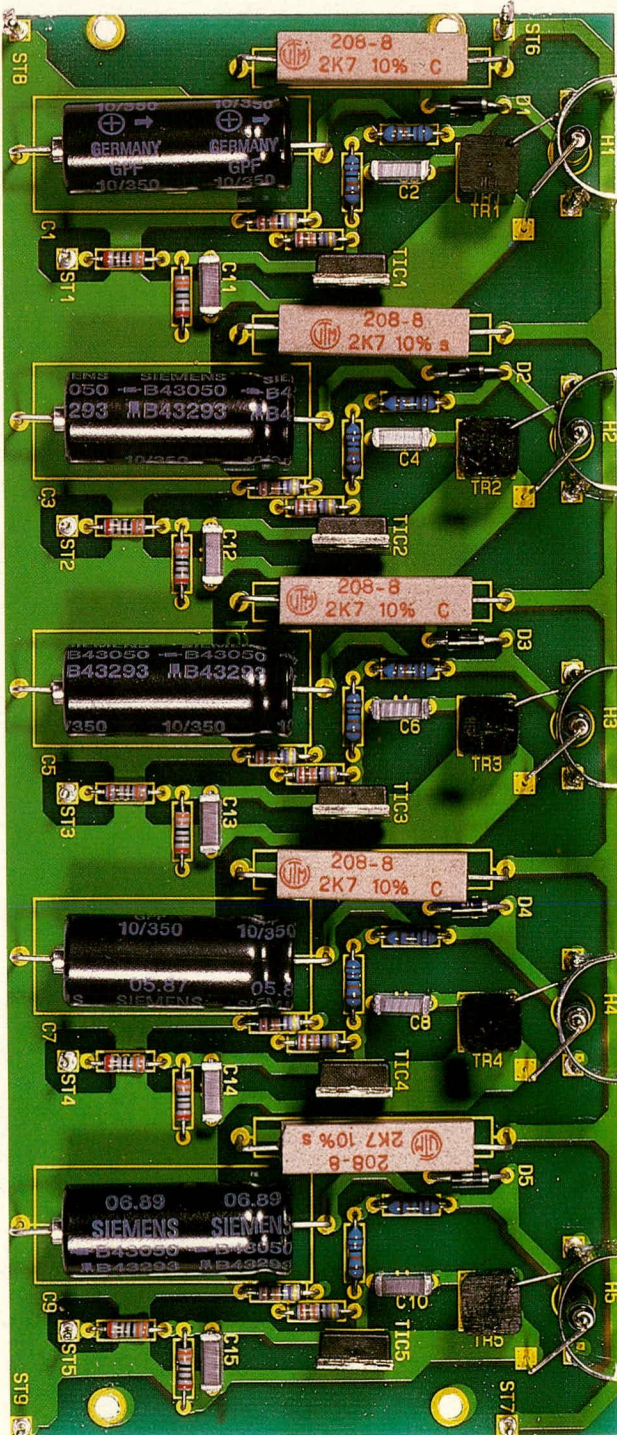
stungswiderstände vorübergehend etwas seitlich weggebogen werden.

Als nächstes wird über kurze Drahtbrücken die Betriebsspannung von Platine zu Platine weiterverbunden (Lötängel), danach werden die Steuerleitungen verlegt. Wie schon gesagt, ist hierzu ein einzelnes Flachbandkabel vorgesehen. Dies erfordert zwar zunächst einen leichten Mehraufwand an Vorbereitung, doch wird man dabei spätestens beim Anlöten und vollends beim späteren Betrachten des „Werkes“ entschädigt.

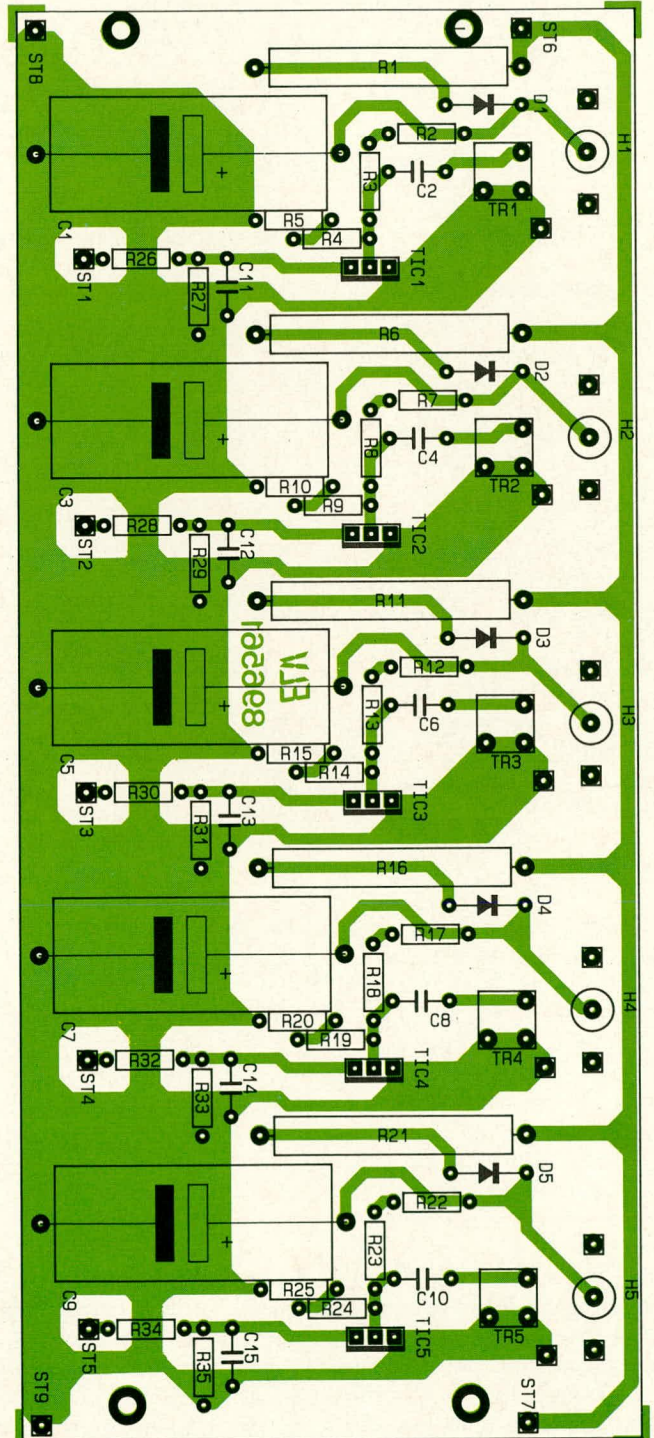
Zum Anzeichnen wird das Flachband-

kabel unmittelbar hinter das Gehäuse flach auf den Tisch gelegt, so daß sein linkes Ende den äußersten linken Anschlußpunkt um etwa 10 mm überragt. Auf der zum Gehäuse weisenden Seite der Leitung wird nun mit einem wasserfesten Stift in Höhe jedes Modul-Anschlußpunktes eine kleine Markierung angebracht; insgesamt also 20 Stück. In gleicher Weise werden auf dem in seiner Lage nicht veränderten Flachbandkabel die 20 Anschlußpins der Steuerplatine markiert, jedoch diesmal auf der vom Gehäuse wegzeigenden Seite. Nun

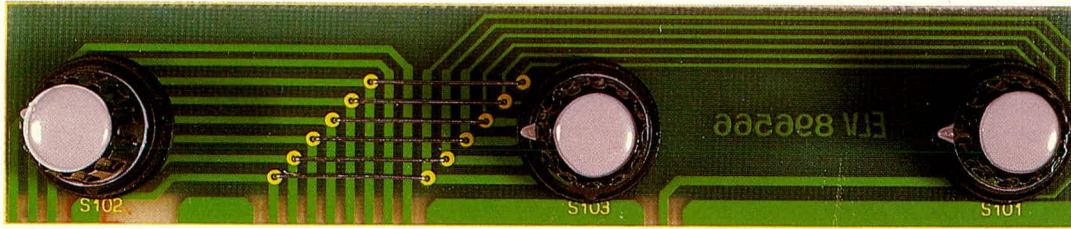
wird von links her die äußerste, gehäuseferne Leitung vom restlichen Flachbandkabel ab- und an sämtlichen Marken vorbei bis in Höhe der äußerst rechts liegenden Modulanschluß-Marke aufgezogen. Entsprechend wird die nächste Leitung bis zur zweiten-, die dritte bis zur dritten Marke usw. aufgezogen, so daß schließlich die innerste Leitung übrigbleibt. Alle abgezogenen Leitungen werden dann auf 10 mm Länge, vom jeweiligen Abzweigpunkt gemessen, gekürzt, etwas abisoliert und verzinnt.



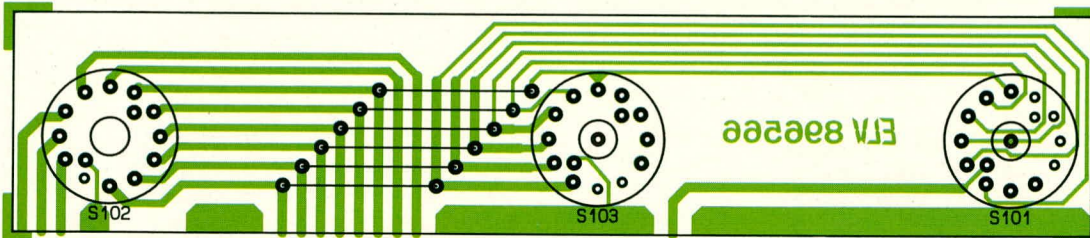
Ansicht der fertig bestückten  
Lampenplatine des SLS 20



Bestückungsplan der  
Lampenplatine des SLS 20



Ansicht der fertig bestückten Drehschalterplatine des SLS 20



Bestückungsplan der Drehschalterplatine des SLS 20

**Stückliste: Super-Laufblitz-Stroboskop**

**Steuerplatine**

**Widerstände**

- 10kΩ ..... R 102-R 104
- 47kΩ ..... R 101

**Kondensatoren**

- 18pF ..... C 102, C 103
- 100nF ..... C 105, C 106
- 1µF/16V ..... C 107
- 10µF/16V ..... C 101
- 470µF/16V ..... C 104

**Halbleiter**

- ELV8931 ..... IC 101
- CD4051 ..... IC 102-IC 104
- 7805 ..... IC 105
- 1N4148 ..... D 101-D 105

**Sonstiges**

- Spule, 51µH ..... L 101
- Drehschalter, 12 x 1 ..... S 102
- Drehschalter, 6 x 2 ..... S 101, S 103
- Sicherung, 0,5A, flink ..... SI 101
- 1 x Trafo, prim: 220V/1,5VA  
sek: 9V/ 167mA
- 1 x Platinensicherungshalter
- 28 x Lötstifte
- 90 cm Flachbandleitung, 20pol
- 210 mm Silberdraht

**Blitzröhrenplatine (4 x)**

**Widerstände**

- 2,7kΩ/5W ..... R 1, R 6,  
R 11, R 16, R 21
- 3,3kΩ ..... R 26-R 35
- 270kΩ ..... R 2, R 3, R 7,  
R 8, R 12, R 13,  
R 17, R 18, R 22, R 23
- 470kΩ ..... R 4, R 5, R 9,  
R 10, R 14, R 15,  
R 19, R 20, R 24, R 25

**Kondensatoren**

- 15nF ..... C 2, C 4, C 6, C 8, C 10
- 47nF ..... C 11-C 15
- 10µF/350V . C 1, C 3, C 5, C 7, C 9

**Halbleiter**

- TIC106 ..... TIC 1-TIC 5
- 1N4007 ..... D 1- D 5

**Sonstiges**

- Zündtrafo ..... TR 1-TR 5
- Blitzröhre ..... H 1-H 5
- 5 x Reflektoren
- 19 x Lötstifte
- 220 mm Silberdraht
- 150 mm Schutzleiter (gelb-grün)

und der Anschluß der Netzleitung, wobei vor allem auf die korrekte Montage des gelbgrünen Schutzleiters Wert gelegt werden muß: Schraube M 3 x 10 von außen, Mutter, Lötöse, Fächerscheibe, Mutter. Der Schutzleiter wird dann an die Lötöse gelötet.

Jetzt werden die beiden seitlichen und die hintere Montageleiste mit Knipping-schrauben 2,8 x 6,5 mm an die untere Halbschale geschraubt, außerdem noch die Montagelampe unmittelbar rechts neben der Netzleitungsdurchführung. Die Frontplatte wird vorsichtig mittels kleinerer Knipping-Schrauben an der Halbschale befestigt, wobei diese Schrauben jedoch zunächst noch lose bleiben sollen. In allen Fällen ist vor dem Einstecken der Schrauben eine entsprechende Fächerscheibe aufzusetzen.

Der Netzschalter wird mit 4 kurzen Leitungsstücken versehen und an die Anschlußpunkte der Steuerplatine gelötet, danach mit einer Lötöse versehen und von innen durch die Frontplatte gesteckt und festgeschraubt. An diese Lötöse wird ebenfalls der gelbgrüne Schutzleiter angeschlossen.

Das Gehäuseoberteil wird über die entsprechenden Schrauben montiert. Zu aller Letzt und mit viel Gefühl sind die Schrauben der Frontplatte anzuziehen. Was dann noch fehlt, sind die 4 Gehäusefüße und die Drehknöpfe der Schalter (Achsen geringfügig kürzen), und dem Betrieb eines einzigartigen Lichteffektgerätes steht nichts mehr im Wege.

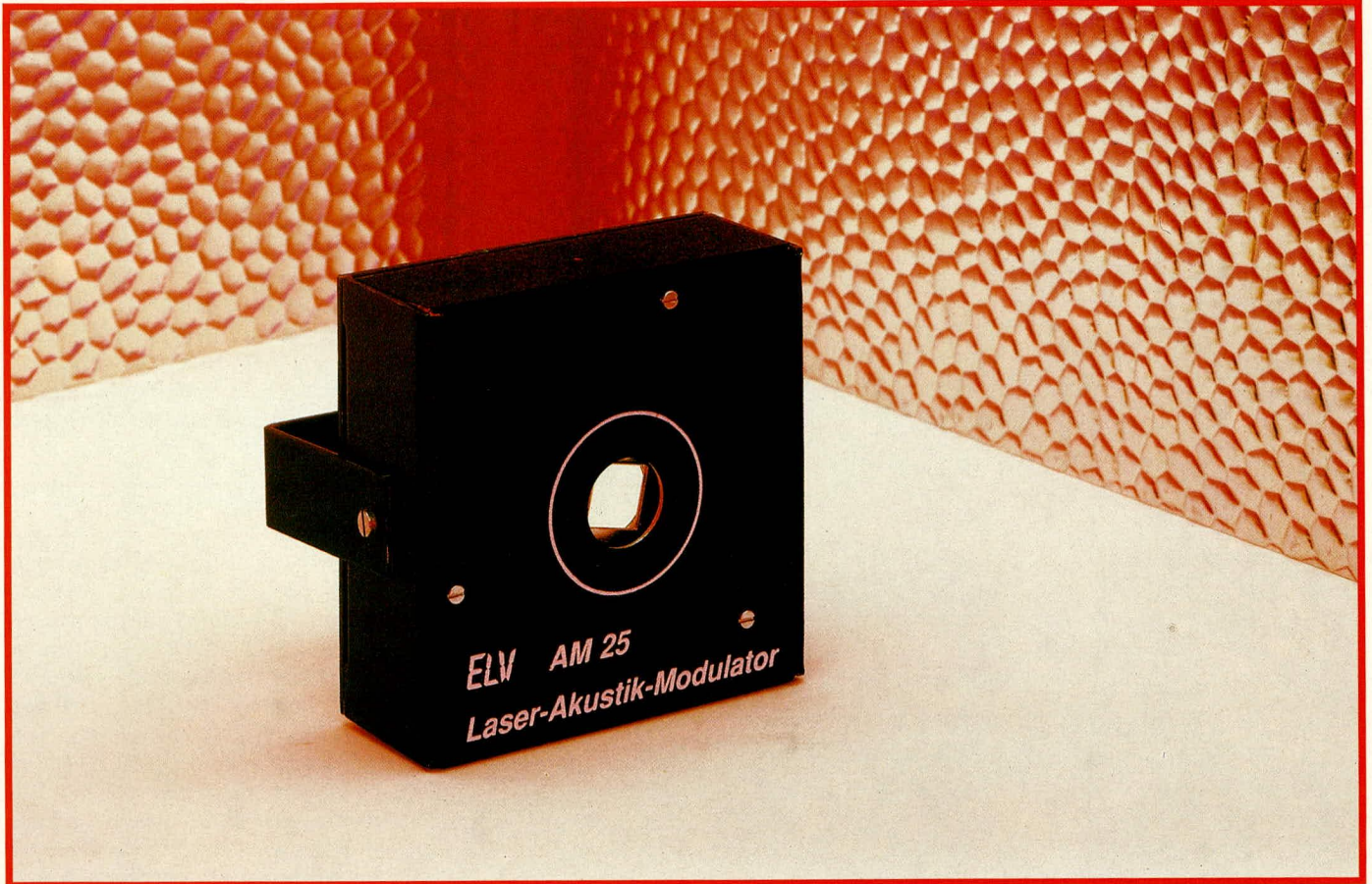
**Sicherheitshinweise**

Da das Gerät mit Netzwechselfspannung betrieben wird, die an der gesamten Schaltung anliegt, darf dieses Gerät ausschließlich von Profis aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Das Gerät darf ausschließlich in einem ordnungsgemäß geschlossenen mit dem Schutzleiter verbundenen Gehäuse betrieben werden. Die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten. **ELV**

Der „Kabelbaum“ wird nun unter allen Blitzkondensatoren durchgeführt und beidseitig mit den jeweilig anstehenden Pins verlötet, wobei die Leitungen auf der Steuerplatine jeweils, von links beginnend, über den nach rechts weiterlaufenden Strang geklappt werden: Eine ebenso saubere wie praktische und elegante Lösung.

Es folgt die Montage der Zugentlastung

Das Zuordnen der rechten Leitungsenden erfolgt analog, wobei diesmal jedoch die innerste, gehäusenaher Leitung als erste aufgezogen wird. Die entstandenen freien Leitungsenden werden nun, von links nach rechts gesehen, auf 30 bis 10 mm Länge gekürzt, abisoliert und verzinnt. Der gesamte Vorgang ist schneller durchführbar als bei Einzelleitungsverkabelung.



# ...Lightshow vom Feinsten: der ELV- Laser-Akustik- modulator AM 25

*Mit diesem Gerät wird bei günstigem Preis unser kompromißlos leistungsstarkes Laser-Programm fortgeführt und ein kleiner, sehr wirkungsvoller Effektbaustein realisiert:*

- unmittelbares Umsetzen von Musiksignalen in Lasermuster
- Lautstärke- und Rhythmusabhängigkeit der Figuren
- gleichzeitiger Einsatz mehrerer Laser möglich
- attraktive Gegenlichtanwendungen
- universelle Montierbarkeit der Einheit (Decke, Wand, Regal etc.)
- stufenlose Kipp- und Schwenkmöglichkeit von je 360°
- problemloser Anschluß an vorhandene Stereoanlagen
- hochwertiger Breitband-Oberflächenplanspiegel
- optimaler Lasereffekt für Diskotheken, Partyraum o. ä.

## Allgemeine Beschreibung

Herzstück des AM 25 ist ein kleiner Spiegel, der über einen Lautsprecher angetrieben wird. „Das ist doch nichts Neues!“, werden Sie jetzt möglicherweise sofort denken; und da hätten Sie auch ganz recht. Wir verwenden jedoch weder ein System mit aufwendigem und anfälligem Drehscharnierlager an einem vergleichsweise großen Lautsprecher noch das ziemlich unzulängliche Befestigen eines Spiegels direkt auf der Lautsprechermembrane. Statt dessen ist eine ganze Menge angewandter Physik im Spiel, auf die wir weiter unten kurz eingehen werden.

Der Glasspiegel des AM 25 besitzt bei den Außenmaßen 13 x 13 mm eine aufgedampfte Aluminiumschicht mit hohem Reflexionsgrad (ca. 90 %), die durch eine hauchdünne Quarzschicht geschützt wird. Er ist auf einer feinen Trägerplatte befestigt, die ihrerseits über Spezial-Zugfedern mittig vor einer Lautsprechermembrane freischwingend aufgehängt ist. Ein zentraler Übertragungskegel auf der Lautsprechermembrane regt den Spiegel durch mecha-

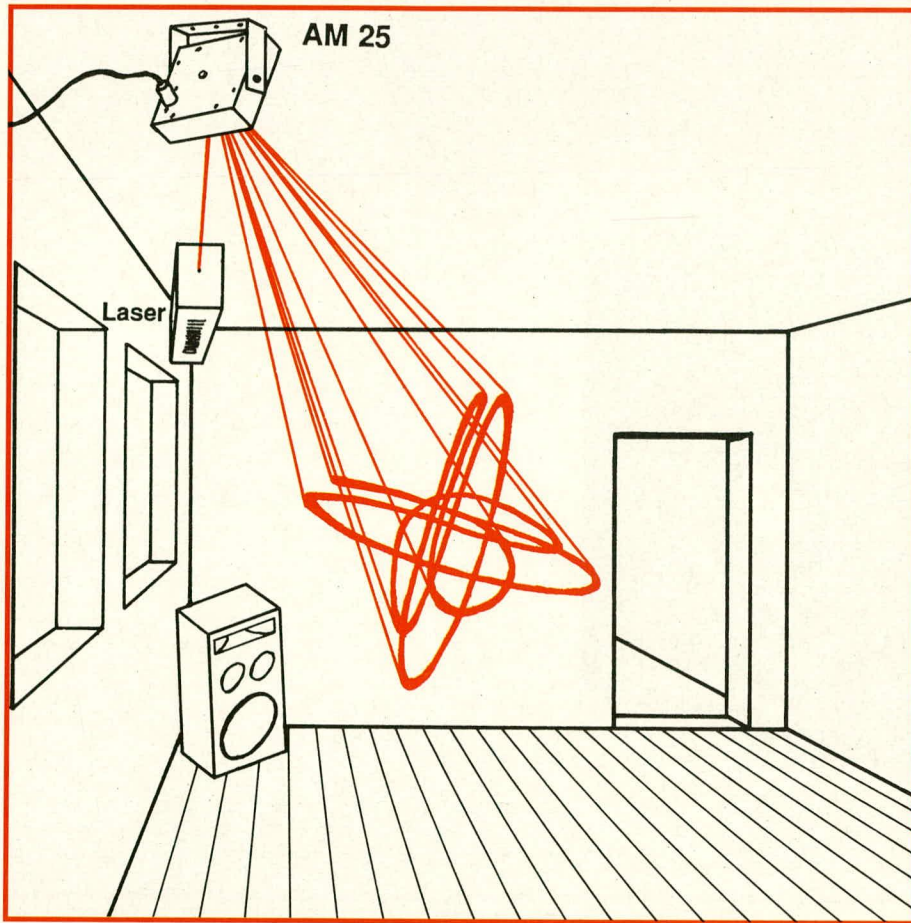


Bild 1: Typische Anwendung des AM 25

nische Impulsstöße zu vielfältigen, breitbandigen Schwingungen an, sobald Tonsignale auf den Lautsprecher gegeben werden.

Die hierdurch erreichbaren Ablenkwinkel eines einfallenden Laserstrahls führen zu rasch bewegten, immer wieder variierten zweidimensionalen Bildmustern (z. T. mit 3D-Illusion). Es reicht daher eine einzige Ablenkeinheit zur Erstellung der Lasergraphik aus, wodurch sich das Konzept etwa von Rotations- oder Scanner-einheiten sowie den vorgenannten Lautsprecher-Modulatoren abhebt.

Dem beschriebenen Ablenkeffekt in seiner ganzen Vielseitigkeit liegt ein anspruchsvolles mechanisches Konzept zugrunde. Detailliertes Abstimmen von Spiegelmasse und -form, Übertragungskegel, Aufhängekonfiguration, Dämpfung und Federcharakteristik sind Voraussetzungen. Zum Ausgleich von Bauteiltoleranzen ist außerdem jede einzelne Einheit nach der Montage auf den optimalen Arbeitspunkt justierbar, was in kürzester Zeit zu bewerkstelligen ist und auch jederzeit wiederholt werden kann.

### Etwas Theorie

Ein zwischen Federn freibeweglich aufgehängter Körper besitzt im allgemeinen 6 Freiheitsgrade der Bewegung: 3 lineare und

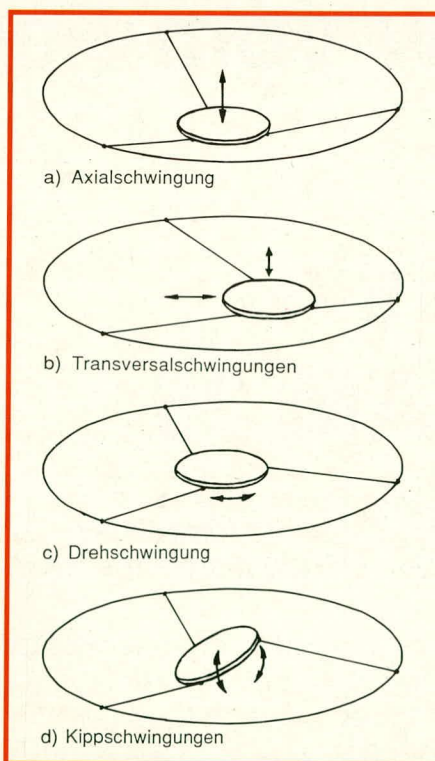


Bild 2: Die Schwingungsarten eines elastisch aufgehängten Körpers

3 Rotations-Bewegungskomponenten. In Übertragung auf den Modulatorspiegel zeigt Bild 2 die einzelnen Schwingungsmoden.

Einleuchtend bewirken nur die beiden Kippschwingungsmoden von Teil d eine Strahlableitung (in sehr engen Grenzen auch a). Diese Schwingungskomponenten werden jedoch ständig auch von den nicht unmittelbar ablenkwirksamen Spiegelbewegungen beeinflusst, und zwar in ganz entscheidendem Maße. Außerdem verändert sich kontinuierlich der Punkt, an dem die Ablenk-Zwangskräfte auf den Spiegel einwirken. Aus diesen insgesamt sehr komplexen Abhängigkeiten erklärt sich die enorme Variations-Bandbreite der Laser-muster, sobald die entsprechenden mechanischen Parameter aufeinander abgestimmt sind.

### Die Ansteuerung

Der zum Spiegelantrieb eingesetzte Lautsprecher besitzt eine zulässige Dauerleistung von 0,5 Watt bei einem Innenwiderstand von 8  $\Omega$ . Diese relativ geringe Leistung reicht zur Erzeugung effektiver Laser-Muster bereits voll aus, darf aber auch nicht längerfristig überschritten werden. Das direkte Ankoppeln an Zweitausgänge von Verstärkern oder das Parallelschalten zu bestehenden Boxen ist daher immer nur insoweit zulässig, als dabei die Lautsprecherleistung im Ablenssystem unter

Tabelle 1

Ansteuerleistung (W)	Vorwiderstand ( $\Omega$ )	Widerstandsleistung (W)
3	12	0,7
5	18	1,0
10	27	2,0
25	47	3,0
50	68	4,5
100	100	6,5
200	150	10,0

0,5 W bleibt. In allen anderen Fällen müssen Vorwiderstände gemäß Tabelle 1 verwendet werden. (Im kommenden ELV journal Nr. 1/90 wird eine Ansteuerschaltung veröffentlicht, die u. a. sicherstellt, daß jederzeit eine entsprechende Anpassung gewährleistet ist.)

### Zum Nachbau

Der Aufbau des ELV-Laser-Akustikmodulators AM 25 vollzieht sich in 5 Abschnitten, die mit etwas Fingerspitzengefühl problemlos zu bewerkstelligen sind.

1. Aufkleben des Laserspiegels auf den Spiegelträger
2. Montage des Spiegelträgers über 3 Zugfedern ins Gehäuse
3. Einsetzen des Lautsprechers
4. Elektrischer Anschluß
5. Endmontage

Anhand vorstehender Aufstellung wollen wir bei der nun folgenden Aufbaubeschreibung mit der Montage des Laserspiegels beginnen.

### 1. Aufkleben des Laserspiegels auf den Spiegelträger

Zunächst wird mit einem ca. 15 mm langen Stück Klebeband die folienfreie Rückseite des Laserspiegels beklebt. Evtl. überstehende Klebestreifenreste werden mit einem scharfen Messer oder einer Schere sorgfältig entfernt.

Bei der Verarbeitung des beidseitig klebenden Schaumstoffbandes ist zu beachten, daß die einseitig aufgebrachte Schutzfolie zunächst unangetastet bleibt. Die offene Seite des Bandes soll nicht berührt werden (Beeinträchtigung der Klebewirkung). Alle zu verklebenden Teile müssen entfettet werden, wozu ein spiritusfeuchtes Papiertaschentuch oder Wattestäbchen dient.

Der Spiegel ist nun sorgfältig auf den Spiegelträger zu kleben. Die Lage geht aus Bild 3 hervor: er soll sich exakt mittig auf dem Spiegelträger befinden, und ein Feder-Befestigungsloch soll genau über der Mitte einer Spiegelkante liegen. Die beiden anderen Löcher befinden sich also in sicherem Abstand symmetrisch zu den jeweils angrenzenden Spiegelkanten.

Die Schutzfolie des Klebers wird abgezogen und das Teil dann in der genannten Position sanft auf den flachliegenden Spiegelträger aufgelegt, jedoch nicht angedrückt. Ergibt die Sichtkontrolle auf korrekte Lage dann keine Einwände, darf der Spiegel fest angepreßt werden, wodurch eine sehr stabile und dauerhafte Verbindung entsteht. Ansonsten wird der Spiegel gelöst und erneut aufgelegt.

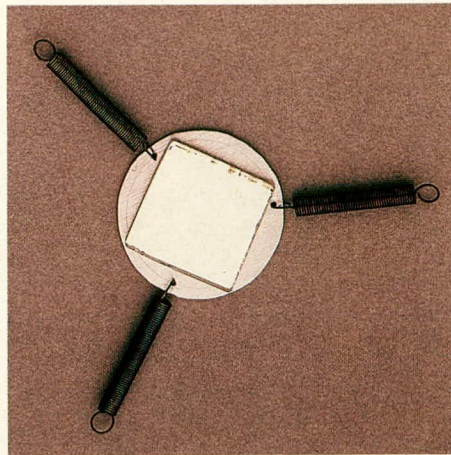


Bild 3: Fertig montierter Spiegelträger des AM 25

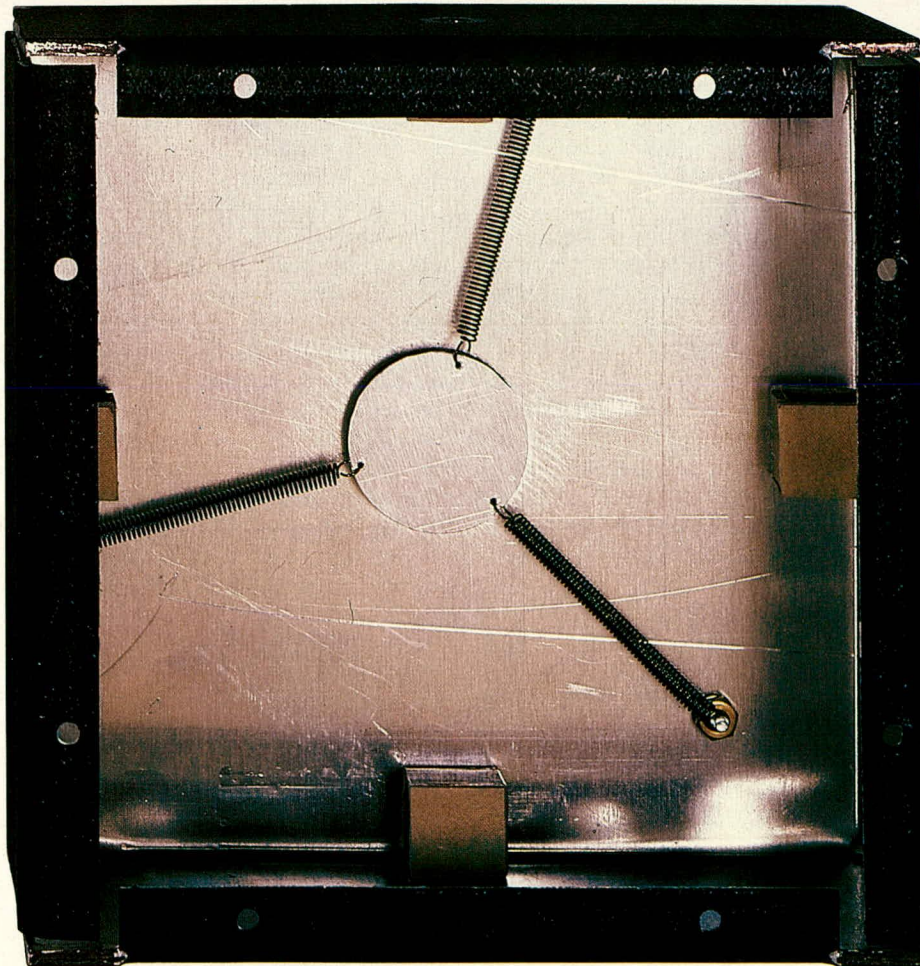


Bild 4: Rückansicht des Gehäuses mit eingehängtem Spiegelträger

### 2. Montage des Spiegelträgers über 3 Zugfedern ins Gehäuse

Vor der Befestigung des Spiegelträgers werden die 3 Schrauben M 2 x 7 mm durch die entsprechenden Löcher der Gehäusevorderseite gesteckt, innen mit Federringen und Muttern versehen und fest angezogen.

Bevor der Spiegelträger über die 3 Zugfedern montiert wird, sind außerdem aus montagetechnischen Gründen zunächst die 4 Abstandsstücke zur Lautsprecherbefestigung einzukleben. Durch diese Abstandsstücke erhält der später eingesetzte Lautsprecher die nötige Distanz zur Frontplatteninnenseite.

2 ausreichend lange Stücke Klebeband werden auf beide Flachseiten der 4 an- und nebeneinandergelegten Abstandsstücke geklebt. Es entsteht eine etwa 8,5 mm dicke Sandwich-Struktur, die mit einem scharfen Messer wieder, entlang der Körpergrenzen, in die 4 Einzelteile zerschnitten wird. Vor der Weiterverarbeitung sind alle überstehenden Schaumstoffteile mit scharfem Messer oder Schere zu entfernen.

Die 4 Abstandsstücke sollen von innen jeweils an die Gehäusefront (Klebestelle) und eine Seitenwand (ohne Klebestreifen) angrenzen. Dabei müssen sie unbedingt genau mittig, d. h. unter die Löcher für die Haltebügelmontage zu liegen kommen: Bild 4 zeigt die korrekte Position.

In das soweit vorbereitete Gehäuse kann jetzt der Spiegelträger montiert werden. Hierzu wird dieser mit den 3 empfindlichen Zugfedern bestückt, wie sich aus Bild 3 erkennen läßt. Danach wird die Spiegelschutzfolie entfernt und das System gemäß Bild 4 vorsichtig an die 6 mm ins Gehäuse ragenden Schraubenenden gehängt. Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich, die mittig über einer Spiegelseite eingehängte Feder am oberen Montagepunkt des Gehäuses zu befestigen. Im Prinzip ist jedoch jede der 3 denkbaren Spiegelecken-Orientierungen möglich.

Der Spiegelträger sollte nun genau über der zentralen Gehäusestanzung stehen. Leicht exzentrische Orientierung kann durch vorsichtiges Überdehnen der entsprechend zu starken Feder(n) korrigiert werden. Die 3 Federenden auf den Schrauben müssen auf gleiche Höhe gehängt werden, so daß das Schraubenende die Ösen um jeweils 1,5 mm überragt. Eine weitergehende Befestigung erübrigt sich, da die Ösen durch Zug sicher in den feinen M 2-Gewindengängen gehalten werden. Wurden die Arbeiten bis hierher korrekt ausgeführt, so müssen die Zugfedern nun zu allen Abstandsstücken, zur Gehäusevorderseite sowie zum Laserspiegel einen hinreichenden Sicherheitsabstand besitzen und damit ungestörte Vibrationen des Spiegels zulassen.

### 3. Einsetzen des Lautsprechers

Bevor der Lautsprecher ins Gehäuse eingebaut werden kann, ist der Übertragungskegel, der die Schwingungen der Lautsprechermembrane mechanisch auf den Spiegelträger überträgt, zu befestigen. Hierzu wird er genau mittig auf die Lautsprechermembrane geklebt. Dies ist problemlos mit handelsüblichem Alleskleber zu bewerkstelligen.

Nach mehrstündigem Trocknen und Abbinden des Klebstoffs wird der Lautsprecher nun ins Gehäuse eingesetzt. Dazu müssen die Schutzfolien der 4 ins Gehäuse ragenden Abstandsstücke entfernt werden, und man senkt den Lautsprecher genau mittig auf die entsprechend freigewordenen Klebestellen. Die Lautsprecheranschlüsse sollten zur linksunteren Gehäuseecke zeigen. Ein Nachjustieren ist fast unmöglich, weshalb dieser Arbeit vollste Konzentration gebührt. Die zentrische Lage des Lautsprechers ist am gleichmäßigen Abstand zu allen Gehäusewänden abzulesen. Ist sie nicht auf mindestens 0,5 mm genau, so sind gewisse Beeinträchtigungen der Justierbarkeit und auch der später erreichbaren Mustervielfalt möglich. Die genannte Genauigkeit ist aber ohne weiteres zu erzielen.

### 4. Elektrischer Anschluß

Zwei 4-5 cm lange, beidseitig abisolierte und verzinnte Leitungsabschnitte werden an die Lautsprecheranschlüsse gelötet. Die jeweils andere Seite dieser Leitungen ist mit den vorverzinnten Buchsenkontakten der Lautsprecherbuchse zu verlöten. Falls die Lautsprecherpolarität gekennzeichnet ist (Plusanschluß z. B. durch einen roten Punkt oder „+“-Zeichen), sollte dies beim Anschluß der Buchse berücksichtigt werden, wobei die Minusleitung an den mittleren Buchsenkontakt gehört.

### 5. Endmontage

Mit 2 von außen angesteckten Schrauben M 3 x 8 mm sowie entsprechenden Muttern wird die Lautsprecherbuchse innen an der Gehäuserückwand befestigt.

Sodann wird die Rückwand über das Gehäuse gesetzt (Buchse liegt über Lautsprecher-Anschlußplatte) und mit 8 Knipping-Schrauben erst locker, dann fest verschraubt. Danach dreht man die zentrale Justierschraube M 3 x 16 zusammen mit der verbliebenen Mutter per Hand soweit in das Gehäuse ein, daß ein ganz leichter Widerstand spürbar wird, und dann noch eine weitere Umdrehung. Die Mutter wird ebenfalls noch per Hand - an die Gehäusewand zurückgedreht und ganz leicht gekontert.

Mit den verbleibenden 2 Knipping-Schrauben wird der Haltebügel am Gehä-

### Stückliste: Laser-Akustik-Modulator

- 1 Gehäuse komplett
- 1 Lautsprecher  $\varnothing$  77mm
- 1 Lautsprecher-Einbaubuchse, DIN 10cm Schalllitze
- 1 Übertragungskegel
- 3 Spezial-Zugfedern
- 1 Spiegelträger
- 1 Oberflächen-Planspiegel 13 x 13 x 1mm
- 4 Abstandsstücke 9 x 9 x 6,5mm
- 7cm doppelseitig klebendes Schaumstoffband
- 3 Schrauben M 2 x 7
- 3 Federringe, 2mm
- 3 Muttern M 2
- 1 Schraube M 3 x 16
- 2 Schrauben M 3 x 8
- 3 Muttern M 3
- 10 Knippingschrauben  $\varnothing$  2,8 x 6,5

se befestigt, was entweder rechts und links (Decken- oder Standmontage) oder oben und unten erfolgen kann (Wandmontage).

Das Gehäuse ist bei etwas gelockerten Schrauben stufenlos auf jeden beliebigen Winkel zum Haltebügel einstellbar. Auch der Bügel selbst kann auf der Unterlage gedreht werden, wenn er zunächst über eine entsprechend dicke Flachkopfschraube durch sein mittleres Loch angeschraubt wird (große Unterlegscheibe vorsehen). Wenn die gewünschte Position einmal eingestellt ist, können dann die beiden exzentrisch liegenden Montagelöcher zusätzlich benutzt werden.

Genaugut ist aber auch die Montage an eine kleine Fußplatte denkbar, wodurch die Einheit rasch an jedem Ort aufstellbar wird.

### Justierung des AM 25

Am einfachsten ist es, den AM 25 in die Hand zu nehmen, mit einer angeschlossenen Musiksignalquelle auf Zimmerlautstärke zu bringen und die Justierschraube dann so lange weiter ins Gehäuse zu drehen, daß eine deutliche Vibration des Spiegels sichtbar wird (Spiegelbild beobachten!). Ist dies erreicht, so wird die Kontermutter gefühlvoll angezogen, wobei die Schraube sich nicht mitdrehen sollte.

Eine Perfektionierung des Abgleichs ist erst unter Einsatzbedingungen möglich, d. h. wenn der AM 25 Lasermuster produziert. Es wird dann einfach nach bestmöglicher Empfindlichkeit, Bildgröße und/oder Ausschwingdauer justiert, wobei bestimmte kreative Freiheiten durchaus beabsichtigt sind.

### Spiegelreinigung

Für die Reinigung des hochwertigen Ober-

flächenspiegels gelten 3 Grundsätze:

- a) so selten wie möglich
- b) immer erst feucht (reiner Spiritus auf weichem, fettfreiem Wattewickel)
- c) Nachreinigen evtl. durch Behauchen und vorsichtiges Kreisen mit trockenem, fettfreiem, sehr weichem Wattewickel.

### Installation, Einsatz und Lichtwege

Der komplett zusammengebaute Modulator wird an der gewünschten Stelle aufgestellt/montiert und ausgerichtet, so daß der Spiegel von einem entsprechend eingestellten Laserstrahl getroffen wird und diesen im Ruhezustand in die Mitte der vorgesehenen Projektionsfläche reflektiert. Der Laser kann hierbei an einer ganz anderen Stelle des Raumes positioniert sein, solange der Strahlengang nicht behindert wird und nirgends in zugänglicher Augenhöhe liegt. Auch der zur Projektionsfläche umgelenkte Strahl darf im unabgelenkten Fall nicht in Augenhöhe liegen. Bei Betrieb des Systems baut sich um diese Achse zwar ein bewegtes Bild auf, doch fällt es immer wieder auf diese zurück. In den dann kurzzeitig unbewegten Laserstrahl darf aber keineswegs direkt hineingeblickt werden!

Grundsätzlich ist der Betrieb der Anlage auch ohne eigentliche Projektionsfläche, d. h. frei in den Raum hinein möglich, sofern die Luft in partytypischer Weise Tabakdunst enthält. Der dreidimensional entgegenkommende, pulsierende, an Schwebeteilchen gestreute Strahl kann dann durchaus vergleichbar attraktiv sein wie die projizierten Bildmuster.

Einzartige Effekte stellen sich ein, wenn die Ablenkeinheit von mehreren Lasern gleichzeitig „unter Beschuß“ genommen wird, die sich in angemessenem Abstand voneinander befinden. Natürlich entstehen dann auch entsprechend viele, völlig gleichartige Lasermuster, die sich synchron zueinander bewegen. Die Wirkung eines solchen Multi-Systems ist atemberaubend. Im Prinzip könnte mit einer einzigen Ablenkeinheit in der Zimmerecke und z. B. 10 über den Raum verteilten Lasern, die alle auf sie ausgerichtet sind, der gesamte Raum mit zuckenden Lichtfiguren durchzogen werden.

Der Laserstrahl, durch den die Bewegungen eines vibrierenden Miniaturspiegels als Lichtzeiger ins Riesenhafte vergrößert werden: ein musikabhängiger Lasereffekt von erstaunlicher Vielgestaltigkeit ist geschaffen. Daß es sich dabei um weniger regelmäßige Figuren als etwa bei der ELV-Spiegelmotorsteuerung handelt, ist klar; dies tut der beeindruckenden Wirksamkeit der Anlage jedoch keinen Abbruch. Der unmittelbare Zusammenhang zwischen gehörter Musik und projiziertem Bildmuster fasziniert augenblicklich. **ELV**

# SMD-Logiktester mit Impulserkennung

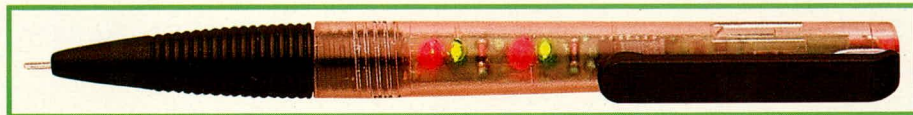
**Aufgebaut in SMD-Technik, bietet dieser Logiktester im Kugelschreiberformat neben der reinen Pegelerkennung die Möglichkeit, Impulse zu detektieren.**

## Allgemeines

Für die Untersuchung von Digital-Schaltungen leistet ein Logiktester wertvolle Hilfe. Über insgesamt 4 Leuchtdioden bietet der ELV-Logiktester neben der reinen High/Low-Erkennung (2 LEDs) die Möglichkeit, einzelne Impulse zu detektieren und nach steigenden (dritte LED) bzw. fallenden (vierte LED) Flanken zu unterscheiden. Dies ist bei der Untersuchung von Schnittstellen oder komplexen Rechnersystemen besonders hilfreich. Durch die kompakte Bauform in SMD-Technik findet die gesamte Schaltung in einem spe-

ziellen Kugelschreibergehäuse Platz. An Stelle der Kugelschreibermine ragt vorne eine vergoldete Tastspitze heraus, während am anderen Ende, d. h. oben 2 Anschlußleitungen (rot und schwarz) austreten, die mit je einer Krokoklemme versehen sind.

nen Ausgang von „High“ nach „Low“, und die LED D 5 (rot) leuchtet auf. Mit Hilfe der Stromquelle, bestehend aus T 1, R 7, 8 sowie D 6, 7, wird der wahlweise durch D 4 oder D 5 fließende Leuchtdioden-Betriebsstrom in weiten Bereichen der Versorgungsspannung konstant gehalten. Zur Minimierung des Betriebsstromes wurden Low-Current-LEDs eingesetzt, die unter anderem auch ohne zusätzliche Treiber direkt von den Ausgängen des CMOS-ICs 2 ansteuerbar sind. Wird der Meßeingang auf „High“-Potential gelegt, schaltet der Ausgang des IC 1 A von „High“ nach „Low“, und D 4 leuchtet auf, wiederum gespeist durch die Stromquelle (T 1 mit Zusatzbe-



Ansicht des SMD-Logiktesters

ziellen Kugelschreibergehäuse Platz.

An Stelle der Kugelschreibermine ragt vorne eine vergoldete Tastspitze heraus, während am anderen Ende, d. h. oben 2 Anschlußleitungen (rot und schwarz) austreten, die mit je einer Krokoklemme versehen sind.

## Zur Schaltung

Über die schwarze Anschlußleitung wird der Logiktester (Platinenanschlußpunkt ST 3) mit der Schaltungsmasse des Prüfobjekts verbunden. Die rote Anschlußleitung (Platinenanschlußpunkt ST 1) liegt an der positiven Versorgungsspannung des Prüflings, die sich im Bereich zwischen +4,5 V und +18 V bewegen darf.

Der Platinenanschlußpunkt ST 2 wird nun über die vergoldete Meßspitze an die verschiedenen zu testenden Punkte des Prüflings gelegt. Im offenen Zustand liegt dieser Eingang über R 2 und R 3 ungefähr auf 25% der Versorgungsspannung, so daß sich die Komparatoren IC 1 A, B beide im Ruhezustand befinden (Pin 1, 7 führen „High“-Potential). Die LEDs D 4 und D 5 sind erloschen.

Wird der Eingang ST 2 auf „Low“-Potential bzw. an die Schaltungsmasse gelegt, schaltet der Komparator IC 1 B sei-

schaltung), während D 5 erloschen ist.

In einem mittleren Spannungsbereich, der laut Pegel-Spezifikation für TTL-Schaltkreise undefiniert ist, sind sowohl D 4 als auch D 5 erloschen.

Nachdem wir den Schaltungsteil zur reinen Pegelidentifikation besprochen haben, wenden wir uns im folgenden der Impulserkennung zu. Diese besteht im wesentlichen aus den beiden retriggerbaren Monoflops IC 2 A und IC 2 B. Beide erhalten an ihren Eingängen das von der Meßspitze kommende Prüfsignal (an Pin 4, 11). IC 2 A ist hierbei so geschaltet, daß sein im Ruhezustand auf „High“-Potential liegender Ausgang Pin 7 auf „Low“ wechselt, wenn am Eingang (Pin 4) eine steigende (positive) Flanke auftritt (Wechsel von „Low“ nach „High“). Durch einen „Low“-Pegel an Pin 7 des IC 2 A kann jetzt über die Stromquelle, bestehend aus T 2 mit Zusatzbeschaltung, ein Konstantstrom in die LED D 10 eingepreßt werden, d. h. D 10 leuchtet auf. Zusätzlich wird IC 2 B über Pin 13 gesperrt.

Nach Ablauf der Monozeit des IC 2 A, die bei ca. 0,4 s liegt, wird IC 2 B wieder freigegeben, und D 10 erlischt.

Tritt jetzt ein negativer Impuls auf (Potentialwechsel von „High“ nach „Low“), wird hierdurch IC 1 B getriggert, dessen

Ausgang Pin 9 für die Dauer der Monozeit „Low“-Potential annimmt, d. h. D 11 leuchtet auf, gespeist über die Konstantstromquelle. Gleichzeitig wird nun IC 1 A über Pin 3 gesperrt. Nach Ablauf der Monozeit sind beide ICs wieder freigegeben.

Durch die Schaltungstechnik der gegenseitigen Sperrung kann auch bei einzelnen Ereignissen zwischen positiv und negativ gerichteten Impulsen unterschieden werden. Die kürzeste noch von der Schaltung erkannte Impulsspitze liegt bei ca. 200 ns. Unabhängig von der Impulslänge leuchten die angesteuerten LEDs D 10 oder D 11 für die Dauer der mit C 1, R 9 bzw. C 2, R 10 festgelegten Monozeit (ca. 0,4 Sekunde).

Liegt am Eingang eine Frequenz an, wird diese in unterschiedlichen Bereichen wie folgt vom ELV-Logiktester signalisiert:

Niedrige Frequenzen bis etwa 20 Hz können durch wechselseitiges, im Takt der Frequenz auftretendes Leuchten von D 4 und D 5 erkannt werden. Zwischen 20 Hz und ca. 10 kHz kann das Auge ein wechselseitiges Leuchten von D 4 und D 5 nicht mehr unterscheiden, d. h. beide LEDs leuchten für das Auge scheinbar gleichzeitig auf, bei etwas verminderter Helligkeit. Beträgt das Tastverhältnis nicht 1 : 1, kann dies durch unterschiedliche Helligkeit der beiden LEDs festgestellt werden.

Oberhalb ca. 10 kHz reicht die Schaltgeschwindigkeit der IC 1 A, B nicht mehr aus, um D 4, 5 korrekt anzusteuern. In diesem Fall muß auf D 10, 11 ausgewichen werden, von denen eine aufleuchtet, und zwar abhängig davon, bei welcher Flanke die Tastenspitze an die Testfrequenz angelegt wurde.

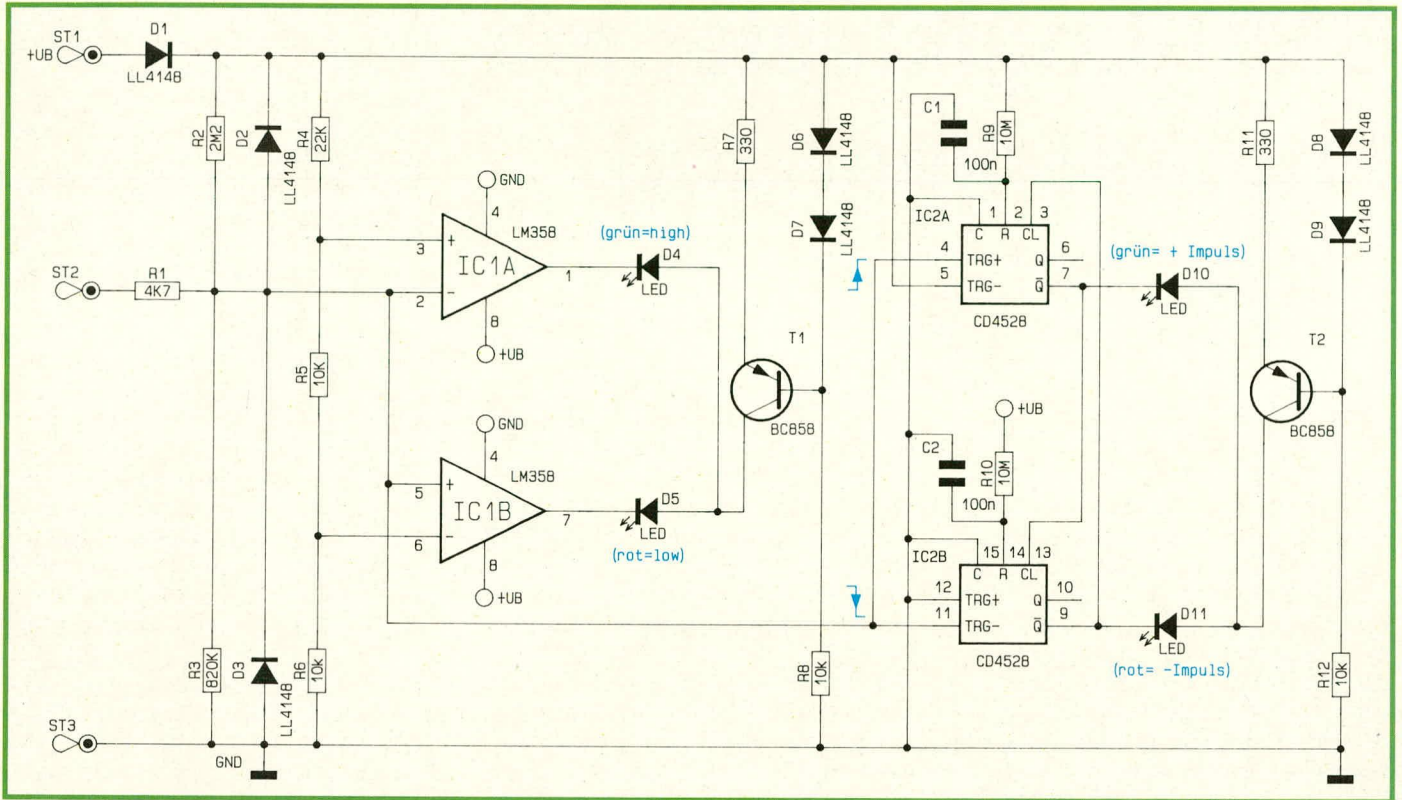
Zum Schutz der Schaltung vor Überspannungen dient der Vorwiderstand R 1 in Verbindung mit den Dioden D 2, 3, während D 1 die Schaltung vor Verpolung schützt. Die Schaltschwellen, die im vorliegenden Fall dem TTL-Pegel angepaßt sind, werden durch den Spannungsteiler R 4 bis R 6 festgelegt.

## Zum Nachbau

Damit die Schaltung praxisgerecht für ein Kugelschreibergehäuse ausgelegt werden konnte, kam für die Realisierung nur ein Aufbau in SMD-Technik in Frage. Im ELV journal 5/89 ist ein ausführlicher Artikel zu dieser neuen Technik veröffentlicht, während der weitere praktische Umgang mit SMDs in der gleichen Ausgabe im Rahmen des Artikels „ELV-Design-Würfel“ detailliert beschrieben ist. Wir wollen daher an dieser Stelle bereits veröffentlichte Einzelheiten nicht wiederholen, sondern uns auf den gerätespezifischen Nachbau dieses Logiktesters konzentrieren.

Anhand des Bestückungsplanes werden die Bauelemente nacheinander auf die Platine gesetzt und jeweils sofort verlötet. Benach-

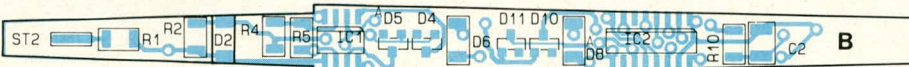




Schaltbild des SMD-Logiktesters mit Impulserkennung



Die LED-Seite der fertig bestückten Platine



Bestückungsplan der LED-Seite der Platine



Die Unterseite der fertig bestückten Platine



Bestückungsplan der Unterseite der Platine

barte Bauteile sollten unmittelbar in Folge verarbeitet werden. Dabei ist sorgfältig auf die korrekte Lage der einzelnen Komponenten zu achten. Zweckmäßigerweise werden die Platinenseiten nacheinander komplett bestückt.

Über eine ca. 35 mm lange isolierte Brücke werden die beiden mit „A“ bezeichneten Punkte miteinander verbunden.

Die vergoldete Meßspitze wird an die vordere Platinenstirnseite gelötet, und zwar so, daß die Meßspitze ca. 15 mm weit als Verlängerung über die Stirnseite der Leiterplatte hervorsteht.

Als nächstes wird der Kugelschreiber zerlegt. Es wird lediglich das Kugelschreibergehäuse benötigt, bestehend aus dem mattschwarzen vorderen Griffstück sowie

dem durchsichtigen Oberteil mit schwarzem Clip. Das Innenleben einschließlich des Druckknopfes wird nicht benötigt.

Die rote und schwarze Meßschnur mit daran befestigten Krokoklemmen wird von hinten durch die Druckknopfföpfung des klaren Kugelschreibergehäuses gesteckt und an die Platine gelötet. Die rote Meßschnur zur Versorgung mit der positiven Betriebsspannung liegt hierbei an dem Platinenanschlußpunkt ST 1, während die schwarze Meßschnur den Platinenanschlußpunkt ST 3 mit der Masse des Prüflings verbindet.

Zur Zugentlastung werden beide Leitungen vor dem Anlöten durch je eine Platinenbohrung gesteckt, wie auch aus dem Foto ersichtlich ist.

Als dann kann die Leiterplatte in das

### Stückliste: SMD-Logiktester

#### Widerstände (SMD)

330Ω .....	R 7, R 11
4,7kΩ .....	R 1
10kΩ .....	R 5, R 6, R 8
22kΩ .....	R 4
820kΩ .....	R 3
2,2MΩ .....	R 2
10MΩ .....	R 9, R 10, R 12

#### Kondensatoren (SMD)

100nF .....	C 1, C 2
-------------	----------

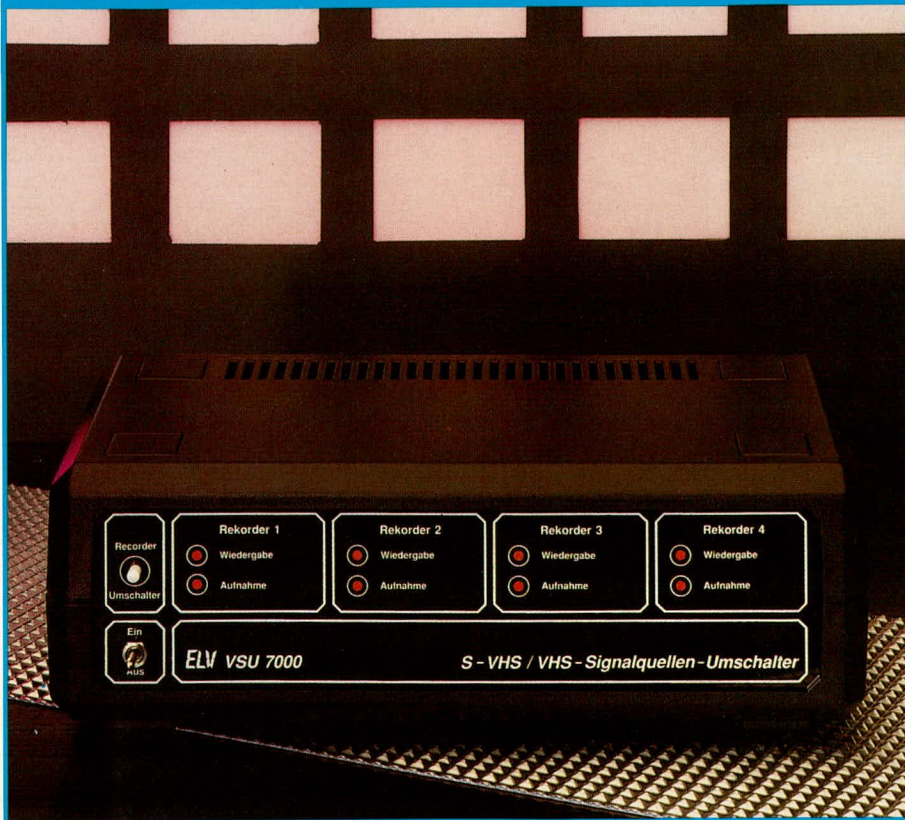
#### Halbleiter (SMD)

CD4528 .....	IC 2
LM358 .....	IC 1
BC858 .....	T 1, T 2
1N4148 .....	D 1-D 3, D 6-D 9
LED (Low Current) .....	D 4, D 5, D 10, D 11

#### Sonstiges

- 1 x Prüfspitze
- 2 x Krokoklemme
- 35 mm flexible Leitung, 0,22mm<sup>2</sup>
- 30 cm flexible Leitung, schwarz
- 30 cm flexible Leitung, rot

Kugelschreibergehäuse eingesetzt und das vordere Griffstück darübergeführt und verschraubt werden. Die vergoldete Meßspitze weist hierbei ca. 3 mm an der Spitze des Kugelschreibergehäuses heraus. **ELV**



# Video-Signalquellen-umschalter VSU 7000

**Bis zu 4 Recorder, Farbfernseh- oder andere Videogeräte können an den VSU 7000 angeschlossen werden. Die Signalverteilung erfolgt bei diesem voll Super-VHS-tauglichen Gerät über nur einen Bedientaster ohne Umstecken von Verbindungsleitungen.**

## Allgemeines

Zur Verteilung von mehreren Video-Eingangssignalen auf verschiedene Ausgangs-Videogeräte dient dieser komfortable Signalquellenumschalter. Neben der Verarbeitung von Standard-Video/FBAS-Signalen ist das Gerät S-VHS-tauglich, wobei auch die Audio-Signale mit umgeschaltet werden.

Insgesamt können bis zu 4 Videorecorder (Standard-VHS oder Super-VHS) angekoppelt werden. Anstelle von Recordern sind nahezu beliebige andere Video-Signalquellen bzw. Endgeräte (Monitore, Farbfernsehgeräte usw.) anschließbar.

Über nur einen Bedientaster kann ein beliebiger angeschlossener Recorder als Wiedergabegerät ausgewählt werden, während die 3 anderen Videogeräte automatisch

mit dem Ausgangs-Signal beaufschlagt werden (sofern es sich um Videorecorder handelt, können somit 3 Kopien gleichzeitig entstehen).

Für den Anschluß der verschiedenen Videogeräte stehen 4 Scart-Buchsen (Standard-VHS-Ein- und -Ausgänge), 8 S-VHS-(Mini-DIN)Buchsen sowie 16 Cinch-Buchsen (für S-VHS) zur Verfügung. Die Versorgung des Gerätes erfolgt über ein unstabiliertes 12 V/300 mA Gleichspannungs-Steckernetzteil.

## Anschluß und Bedienung

Wie eingangs bereits erwähnt, können nahezu beliebige Videogeräte an den VSU 7000 angeschlossen werden. Zunächst wird das 12 V/300 mA-Steckernetzteil mit seinem 3,5 mm Klinkenstecker in die zugehörige Klinkenbuchse gesteckt (rechts

unten in der Gehäuserückwand). Mit dem auf der Frontplatte angeordneten Kippschalter wird der VSU 7000 eingeschaltet.

Bis zu 4 Videogeräte können an die Buchsen auf der Geräterückseite angeschlossen werden. Für Standard-VHS-Videorecorder, Monitore, Farbfernsehgeräte, Bildplatten-spieler usw. stehen dazu 4 Scart-Buchsen zur Verfügung, die sowohl Anschlußpins für Signal-Eingänge als auch für Signal-Ausgänge besitzen. Die Umschaltung auf die erforderlichen Pins, d. h. die korrekte Signalverteilung erfolgt hierbei automatisch.

Über den einzigen auf der Frontplatte angeordneten Bedientaster wird lediglich der Wiedergabe-Recorder ausgewählt, während alle übrigen angeschlossenen Videogeräte mit den gepufferten Signalen dieses angewählten Wiedergabe-Recorders versorgt werden. Durch jede Betätigung der Taste erfolgt das Weiterschalten auf den nächsten Eingang, dessen Eingangssignale dann wiederum gepuffert auf alle übrigen Ausgänge verteilt werden.

Anhand nachfolgenden Beispiels wollen wir kurz die Möglichkeiten des VSU 7000 beim Anschluß von Standard-VHS-Recordern beleuchten:

Wir nehmen hierzu an, daß an die Scart-Buchsen 1 bis 3 jeweils 1 Videorecorder liegt und an der Scart-Buchse Nr. 4 ein Farbfernsehgerät.

Wird mit Hilfe der Bedientaste Recorder 1 als Wiedergaberecorder gewählt, so steht das von diesem Recorder abgegebene Video-Signal gleichzeitig in gepuffert Form sowohl an Recorder 2 und 3 als auch am Farbfernsehgerät zur Verfügung. Wird hingegen Recorder 2 als Wiedergabe-Recorder gewählt, steht nun dessen Signal gleichzeitig an Recorder 1 und 3 sowie am Farbfernsehgerät bereit. In gleicher Weise erfolgt die Verteilung sofern Recorder 3 als Signalquelle ausgesucht wurde. Wird hingegen die Scart-Buchse Nr. 4 als Signalquelle aktiviert, steht hier das vom Fernsehgerät gelieferte Videosignal an. Es kann somit das aktuelle Fernsehprogramm aufgezeichnet werden (auch wenn den Recordern kein Antennensignal zugeführt wird).

Durch erneute Betätigung der Bedientaste wird jetzt wieder Recorder 1 als Signalquelle aktiviert.

Aus vorstehender Beschreibung ist ersichtlich, daß mit Hilfe des VSU 7000 auf komfortable Weise, ohne Verbindungsleitungen umstecken zu müssen, mehrere Videorecorder anschließbar sind bei voller Nutzung sämtlicher Überspielvarianten.

Zusätzlich zur Verarbeitung von Standard-VHS-Signalen ist der VSU 7000 zukunftsweisend auch für den Anschluß von Super-VHS-Recordern geeignet. Neben den dazu erforderlichen speziellen Anschlußbuchsen bietet der VSU 7000 in Verbin-

dung mit hochwertigen integrierten Videoverstärkern eine erlesene Übertragungsqualität, welche die von der Super-VHS-Norm gestellten Anforderungen bei weitem übersteigt. Es ist somit eine verlustfreie, saubere Signalumschaltung und Übertragung gewährleistet.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß die Qualität der Verbindungsleitungen Einfluß auf das Übertragungsergebnis hat. Hier sollten hochwertige, abgeschirmte 75  $\Omega$ -Leitungen eingesetzt werden.

Bis zu 4 Super-VHS-Recorder können gleichzeitig an die 8 Mini-DIN-Buchsen angeschlossen werden. 4 davon stellen die Eingangs- und weitere 4 die Ausgangsbuchsen dar (bei Super-VHS-Recordern gibt es keine kombinierten Ein-/Ausgangsbuchsen, wie es von den Scart-Buchsen bekannt ist). Zusätzlich müssen auch die

gerät mit S-VHS-Eingang. Hier kann die Verteilung in gleicher Weise wie beim Anschluß über Scart-Buchsen, wie bereits beschrieben wurde, erfolgen.

### Zur Schaltung

Der VSU 7000 verfügt rückseitig über 4 Euroscart-Buchsen zur Einspeisung bzw. zum Entnehmen von FBAS-Videosignalen einer beliebigen Videosignalquelle. Des weiteren besitzt das Gerät rückseitig 8 S-VHS-Buchsen. Die Buchsen 9 bis 12 dienen zur Einspeisung sowie die Buchsen 5 bis 8 zur Auskopplung der S-VHS-Videoinformationen. Bei S-VHS-Betrieb dienen die Buchsen BU 14 bis BU 29 zur Einspeisung bzw. zum Entnehmen der Audio-Signale des rechten und linken Stereokanals.

Der VSU 7000 kann in zwei Ausbaustu-

len kurzgeschlossen werden können.

Die Übertragungsbandbreite der gesamten Schaltung beträgt stattliche 9 MHz (!) bei -3 dB. (Für S-VHS werden nur 5 MHz benötigt).

Weitere wesentliche Bestandteile der Schaltung sind die 8 Video-Ausgangstreiberstufen mit Zusatzbeschaltung, die Recorderauswahllogik, bestehend aus IC 3 und IC 2 mit Zusatzbeschaltung, die Anzeigeeinheit, bestehend aus den Leuchtdioden D 1 bis D 8 sowie IC 1, den Audio-Signalquellenumschaltern IC 12, 13, 14 und nicht zuletzt dem Netzteil mit negativer Spannungserzeugung. Doch kommen wir nun zur detaillierten Beschreibung.

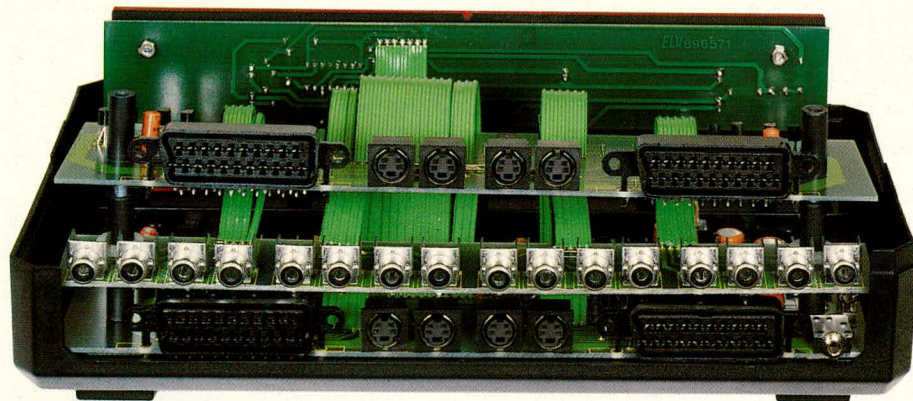
Die einzelnen Signalwege lassen sich am günstigsten anhand eines Beispiels verdeutlichen. Für die weitere Beschreibung gehen wir davon aus, daß an der Buchse BU 1 der wiedergebende Videorecorder angeschlossen ist. Hier wird an Pin 20 ein FBAS-Videosignal mit einer Amplitude von 1  $V_{ss}$  eingespeist. Dieses Videosignal gelangt über C 5 auf den Eingang IN 0 des in IC 4 integrierten Videomultiplexers.

In unserem Beispiel gehen wir davon aus, daß die Steuereingänge A 0 und A 1 „Low“-Potential führen, so daß dieser Eingang selektiert ist. Das Videosignal wird intern auf den nicht invertierenden Eingang des integrierten Video-Operationsverstärkers geführt. Mit Hilfe der Widerstände R 14 bis R 16 wird eine Verstärkung von etwas mehr als 6 dB eingestellt, um Spannungsverluste der in Kollektorschaltung betriebenen Ausgangstreiber auszugleichen. R 13 in Verbindung mit R 14 legt am Ausgang einen Gleichspannungs-Offset von ca. 2 V fest. Diese Gleichspannung wird vom Video-Ausgangssignal überlagert. Gleichzeitig wird dadurch der Arbeitspunkt der nachfolgenden Treiberstufen festgelegt.

C 9 dient zur Schwingneigungsunterdrückung, während die Kondensatoren C 3 und C 4 die Versorgungsspannungen nach Masse abblocken.

Über die Widerstände R 29, R 31, R 33 und R 35 gelangt das Ausgangssignal auf die Basis der 4 nachfolgenden Treiberstufen T 1, T 5, T 9 und T 13, die als Emitterfolger betrieben werden. Da in unserem Beispiel die Buchse 1 als Eingang fungiert, wird über die Auswahllogik der als Schalter betriebene Transistor T 2 durchgeschaltet. Dadurch stellt R 29 für den Videoverstärker den Abschlußwiderstand dar, der bei einer Verstärkung von 6 dB 150  $\Omega$  betragen sollte. Gleichzeitig wird dadurch erreicht, daß der Ausgangstreiber T 1 gesperrt wird. An der Buchse 1 wird somit das Video-Ausgangssignal nicht mehr zur Verfügung gestellt.

Des weiteren gelangt das Video-Signal



Rückansicht der in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platine des VSU 7000

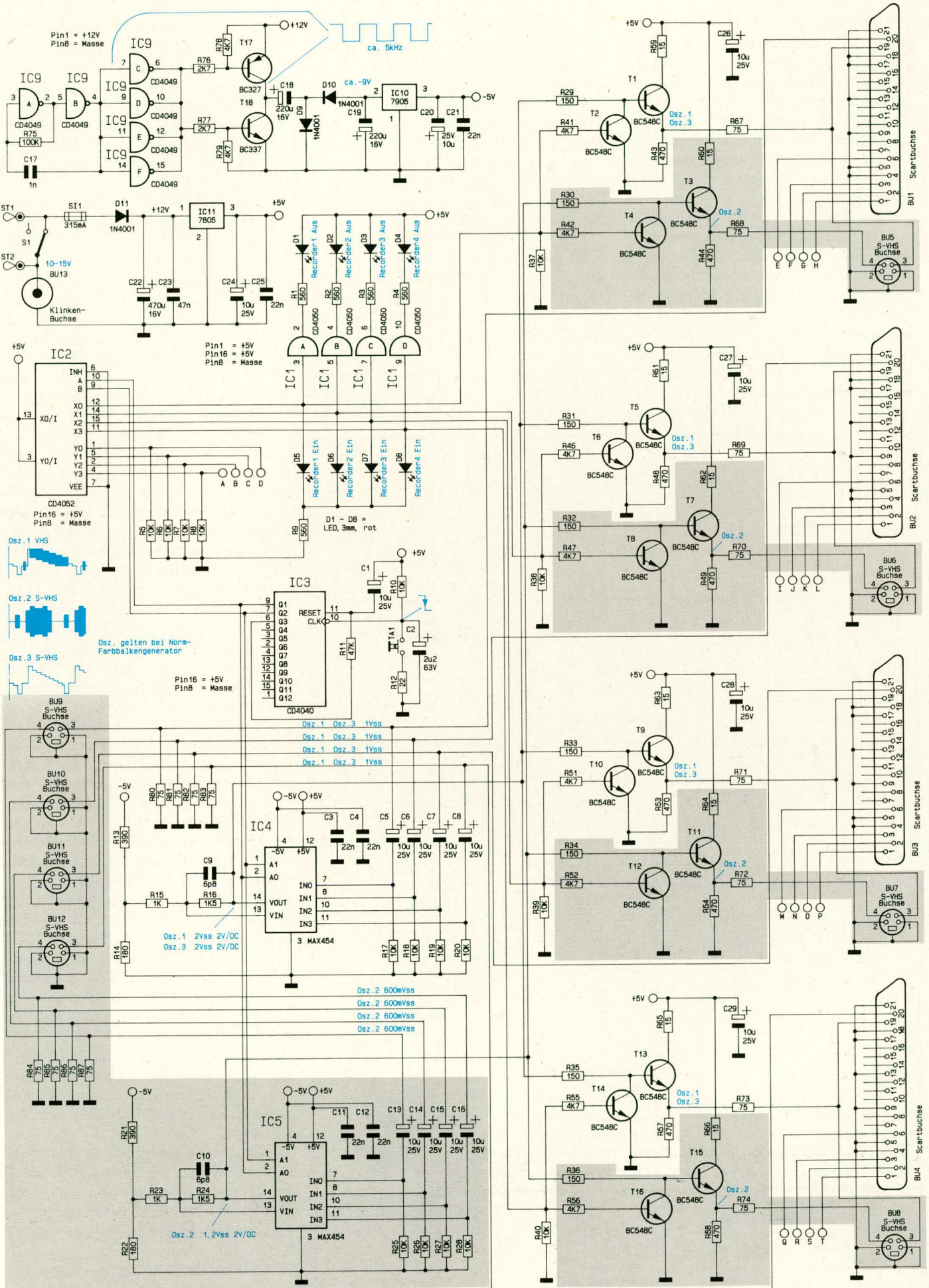
Audio-Signale separat angeschlossen werden. Hierzu stehen insgesamt 16 Cinch-Buchsen bereit (4 Eingänge stereo-links, 4 Eingänge stereo-rechts, 4 Ausgänge stereo-links, 4 Ausgänge stereo-rechts). Diese zugegebenermaßen etwas aufwendige Verkabelung ist nur beim Anschluß von Super-VHS-Geräten erforderlich. Bei Standard-VHS-Geräten laufen sowohl Video- als auch Audio-Ein- und -Ausgänge über ein und dieselbe Scart-Buchse.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß Super-VHS-Videorecorder im allgemeinen auch eine zusätzliche Scart-Buchse besitzen für Ein- und Ausgänge im Standard-VHS-Format. Auf diese Weise können auch Videorecorder unterschiedlicher Formate über den VSU 7000 umgeschaltet und verteilt werden. In jedem Fall dürfen jedoch nur die Scart-Buchsen oder aber die übrigen Buchsen beschaltet werden. Ein gemischter Anschluß von Scart-Buchsen und Super-VHS-Anschlüssen (zu denen auch die Cinch-Buchsen gehören) ist nicht möglich, da sonst verschiedene Signalarten miteinander gemischt werden.

Ein beispielhafter Anschluß im Super-VHS-Bereich wäre die Kombination von 3 S-VHS-Recordern und einem Farbfernseh-

fen aufgebaut werden. In der ersten Ausbaustufe werden nur die 4 Scart-Buchsen sowie die für die Verarbeitung des FBAS-Videosignales erforderlichen Bauteile bestückt. Die für S-VHS-Betrieb erforderlichen Bauteile können jederzeit nachgerüstet bzw. nach Wunsch gleich mit aufgebaut werden. Zur besseren Orientierung sind die für S-VHS erforderlichen Baugruppen im Schaltplan mit einem grünen Hintergrund gekennzeichnet.

Kernstück der Schaltung sind 2 hochwertige CMOS-Videoverstärker mit integriertem Eingangsmultiplexer der Firma Maxim. Diese Videoverstärker haben ein Verstärkungsbandbreitenprodukt von typischerweise 50 MHz. Die Eingangskapazität beträgt ca. 7 pF sowie die „Aus-Isolation“ bei 4 MHz - 70 dB. Die Verstärker sind in der Lage, einen Lastwiderstand von 150  $\Omega$  bei einer Verstärkung von +6 dB (2fach) zu treiben. Da der Verstärker über den gesamten Arbeitsbereich stabil ist, werden keine externen Komponenten zur Frequenzkompensation benötigt. Die integrierten 4fach Eingangsmultiplexer arbeiten nach dem Prinzip „break before make“ (öffnen vor schließen). Dadurch wird sichergestellt, daß keine Eingangs-Videosignalquel-



über die Widerstände R 31, R 33 und R 35 auf die Basis der 3 Ausgangstreiber T 5, T 9 und T 13. Hier wird die erforderliche Stromverstärkung vorgenommen. Die Widerstände R 69, R 71 und R 73 stellen den Ausgangswiderstand der Schaltung dar und nehmen eine optimale Leistungsanpassung an die an den Pins 19 der Scart-Buchsen angeschlossenen 75  $\Omega$ -Leitungen vor.

Bei S-VHS-Betrieb wird das BAS-Signal an einer der 4 Eingangsbuchsen BU 9 bis BU 12 an Pin 3 eingespeist. Die Pins 3 der 4 S-VHS-Eingänge liegen direkt parallel zu den Pins 20 der 4 Scart-Buchsen. Das BAS-Signal des S-VHS-Video recorders nimmt somit denselben Signalweg wie das vorstehend beschriebene FBAS-Signal der an einer Scart-Buchse angeschlossenen Video-Signalquelle.

Ausgekoppelt wird das BAS-Signal an

den Buchsen BU 5 bis BU 8. Die Pins 3 dieser Ausgangsbuchsen liegen wiederum direkt parallel zu den Pins 19 der Scart-Ausgänge.

Das F-Signal des S-VHS-Recorders wird jeweils an Pin 4 der Eingangsbuchse eingespeist, mit Hilfe der Widerstände R 84 bis R 87 abgeschlossen und über die Kondensatoren C 13 bis C 16 auf einen Eingang des in IC 5 integrierten Eingangs-Multiplexers gegeben.

Mit Hilfe der Widerstände R 22 bis R 24 wird, wie vorstehend bei IC 4 beschrieben, eine Verstärkung von etwas mehr als 6 dB eingestellt. Mit R 21 und R 22 wird auch hier der Arbeitspunkt der nachfolgenden Treiberstufen T 3, T 7, T 11 und T 15 festgelegt.

Mit Hilfe der 75  $\Omega$ -Ausgangswiderstände R 68, 70, 72 und 74 wird das F-Signal an Pin 4 der S-VHS-Ausgangsbuchse aus-

gekoppelt. Die Kondensatoren C 26 bis C 29 dienen zum Abblocken der Betriebsspannung an den Ausgangs-Treiberstufen.

### Recorderauswahl

Die Selektierung des Eingangsrecorders wird durch den Binärzähler IC 3 vorgenommen. Mit Hilfe des Kondensators C 1 wird im Einschaltmoment ein Reset-Impuls generiert, der dafür sorgt, daß beim Anlegen der Betriebsspannung grundsätzlich Recorder 1 als Eingangsrecorder aktiviert ist.

Jedesmal, wenn sich der Takt am Clock-Eingang Pin 10 von „High“ nach „Low“ ändert, schreitet der Zähler um eine Stufe weiter. Die negative Flanke wird erzeugt, indem C 2 über R 12 und den Taster TA 1 nahezu schlagartig entladen wird. R 12 dient als Strombegrenzungswiderstand und C 2 zur Entprellung.

Sobald der Zähler den Zählerstand Q 3 erreicht, wird über R 11 ein „High“-Signal auf den Reset-Eingang Pin 11 gegeben und somit IC 3 wieder auf 0 gesetzt.

Die Zählerausgänge Q 1 und Q 2 sind mit den Steuereingängen A 0 und A 1 der Video-Multiplexer verbunden. Je nach Zählerstand wird somit eines der 4 Eingangsvideosignale ausgewählt. Die Zählerausgänge Q 1 und Q 2 werden ebenfalls auf die Adreßeingänge des IC 2 gegeben. Über die Ausgänge X 0 bis X 3 werden beim ausgewählten Eingangsrecorder die Ausgänge durch die nachfolgenden Schalttransistoren abgeschaltet.

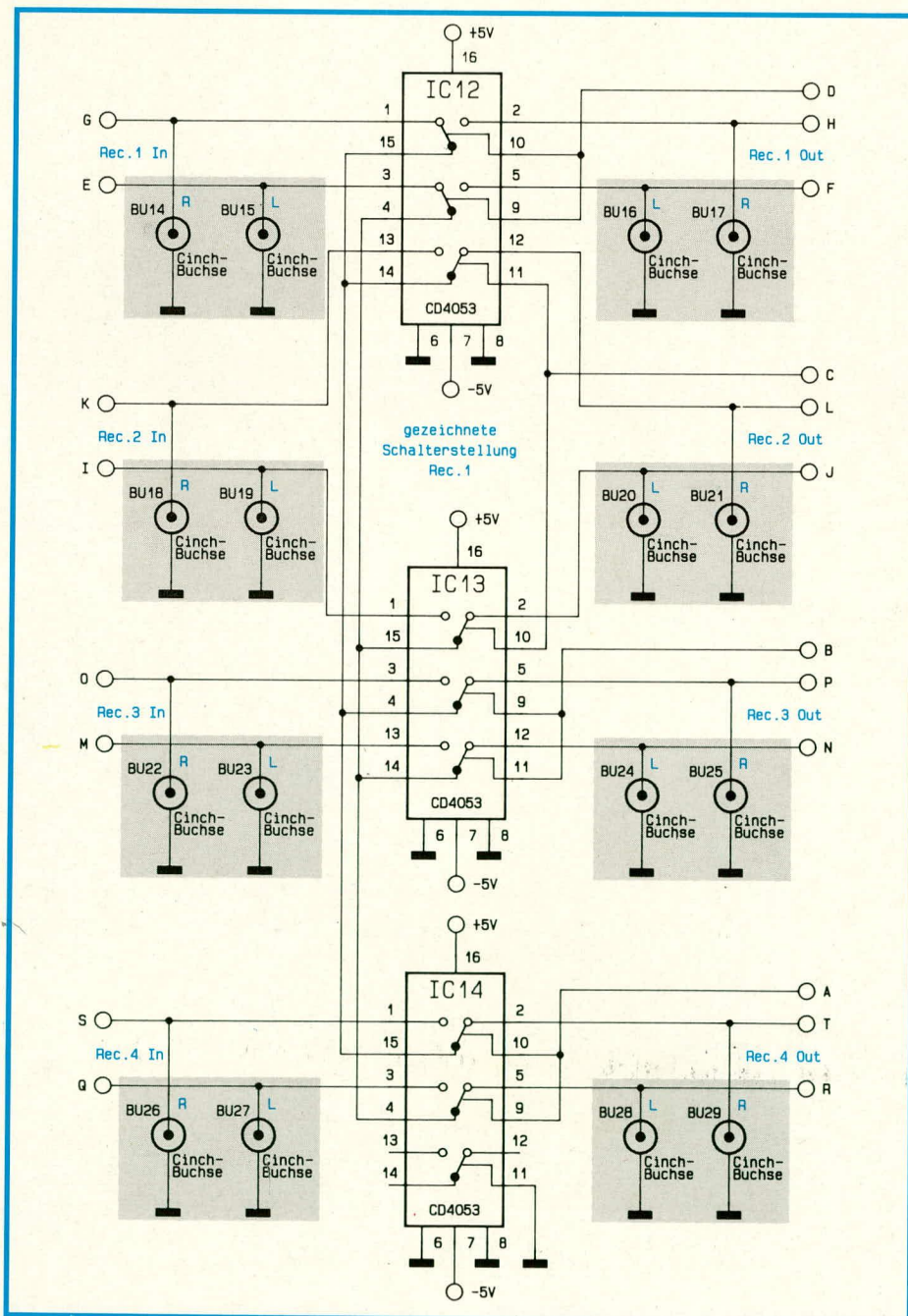
Mit Hilfe der Leuchtdioden D 5 bis D 8 wird der gewählte Eingangsrecorder angezeigt. Die Leuchtdioden D 1 bis D 4 kennzeichnen die Ausgänge. Hier werden grundsätzlich 3 Leuchtdioden gleichzeitig aktiviert. IC 1 übernimmt in diesem Zusammenhang lediglich eine Treiberfunktion.

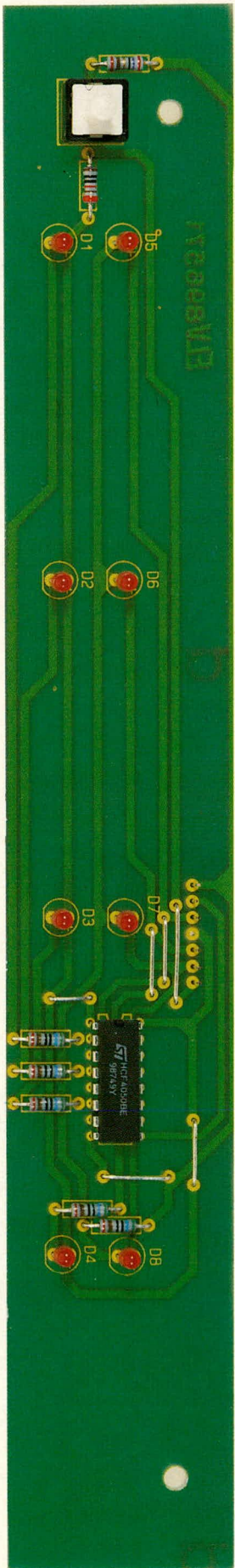
### Audio-Signalumschaltung

Die Audio-Signalumschaltung wird mit Hilfe der CMOS-Schalter IC 12 bis IC 14 vorgenommen. Die Auswahl des Eingangsrecorders erfolgt durch die Steuersignale A, B, C und D von IC 2. Wenn wir weiterhin davon ausgehen, daß Recorder 1 als Eingangsrecorder angewählt bleibt, führt die Steuerleitung D „High“ und A bis C „Low“. Dies bedeutet, die Audio-Eingangssignale der beiden Stereokanäle des Recorders 1 werden zu den Audio-Ausgangsbuchsen der übrigen 3 Recorder durchgeschaltet.

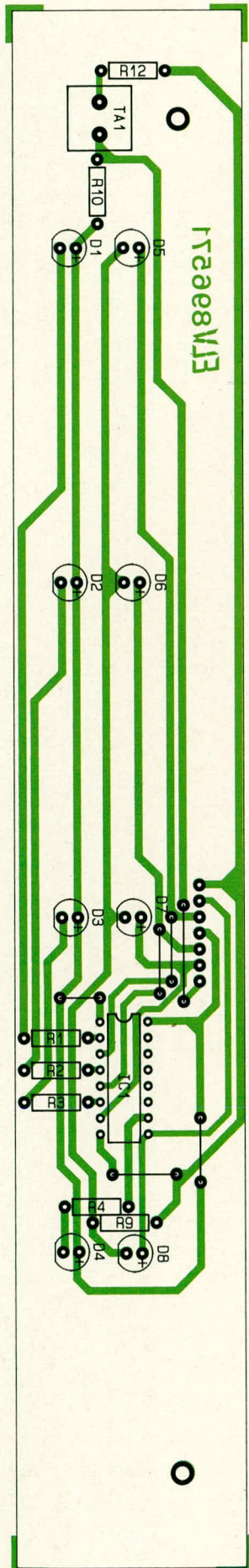
Die Cinch-Buchsen BU 14 bis BU 29 liegen direkt parallel zu den entsprechenden Pins der Scart-Buchsen. Auch hier können entweder die Scart-Buchsen oder die Cinch-Buchsen beschaltet werden.

Bild 2: Teilschaltbild der Audioumschaltung des VSU 7000

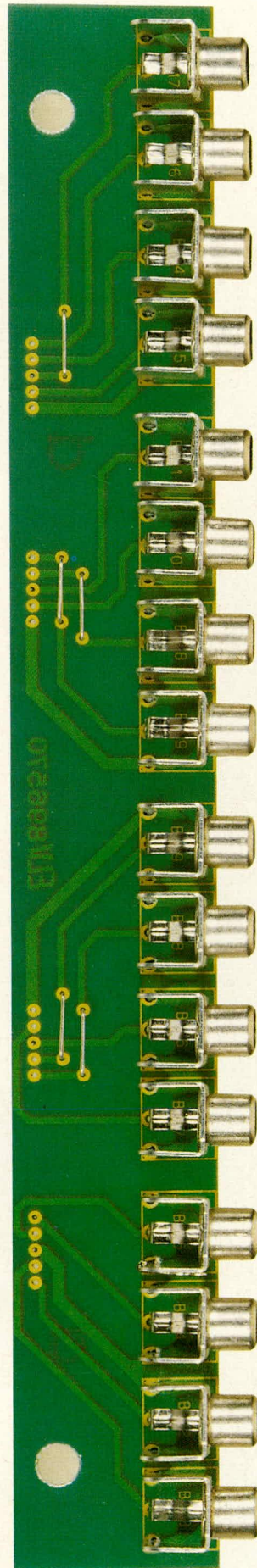




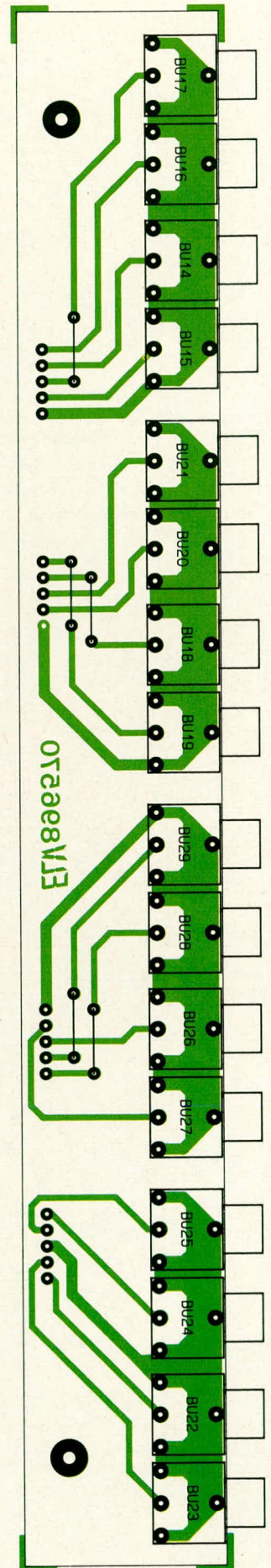
Fertig bestückte Anzeigenplatine



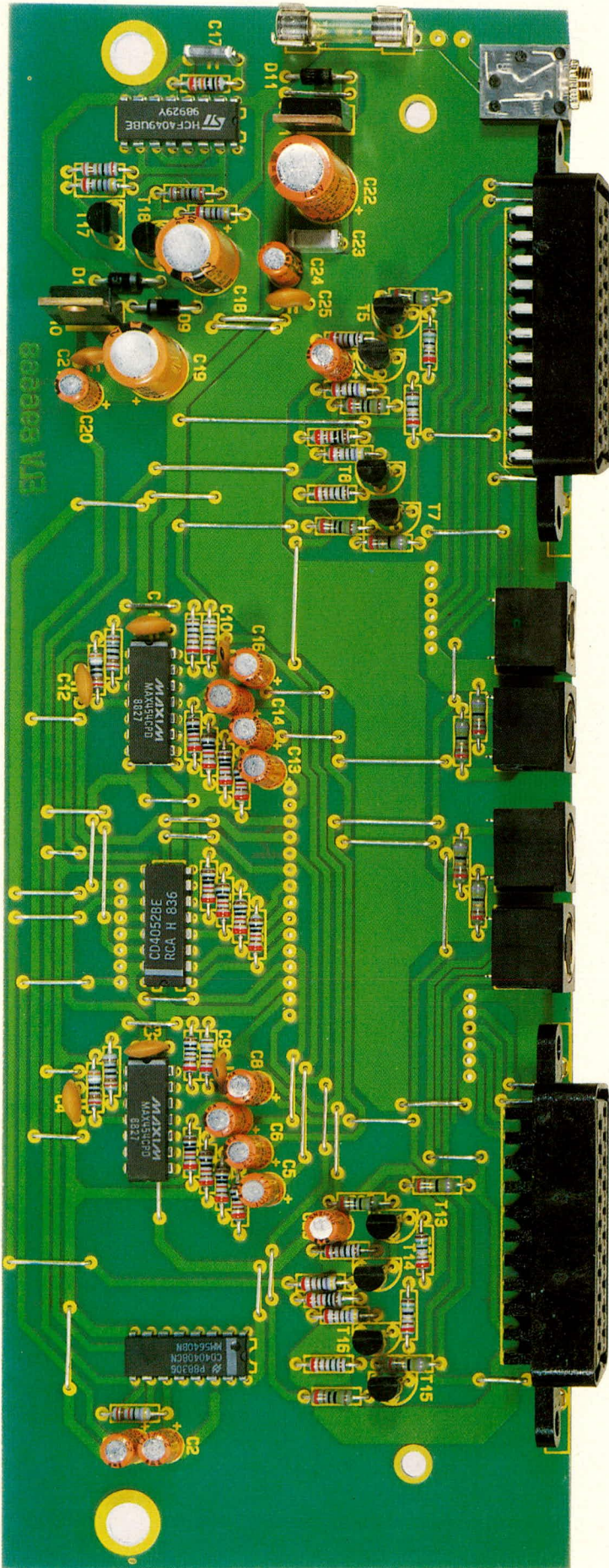
Bestückungsplan der Anzeigenplatine



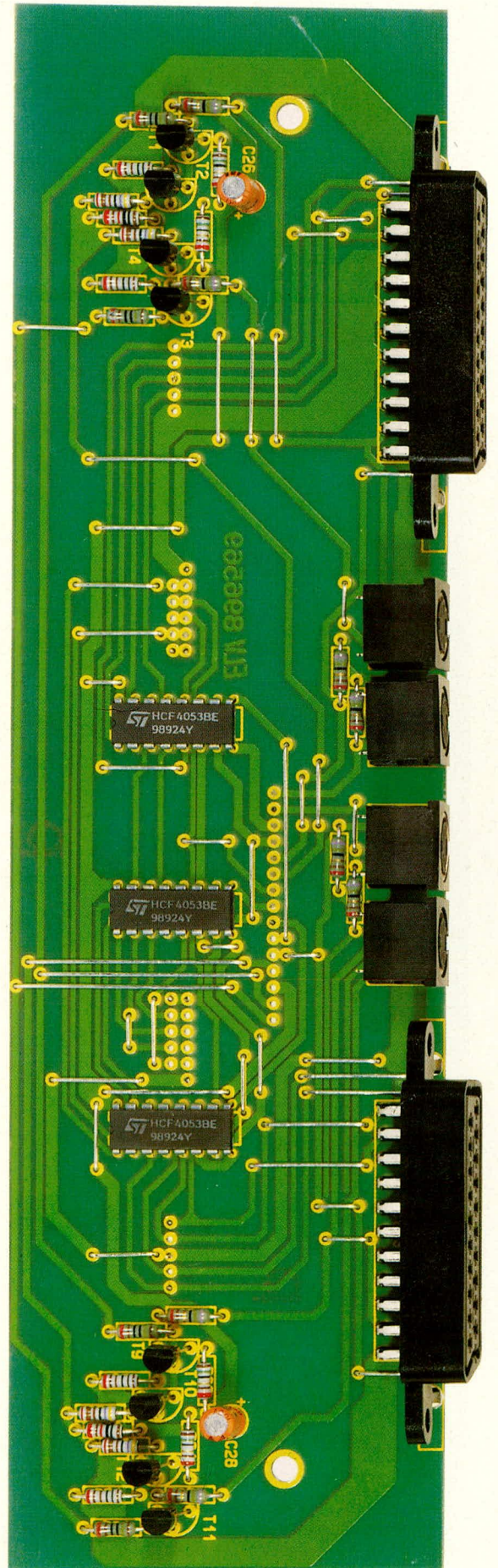
Fertig bestückte mittlere Buchsenplatine



Bestückungsplan der mittleren Buchsenplatine



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (untere Platine) des Video-Signalquellenswitchers VSU 7000



Ansicht der fertig bestückten oberen Buchsenplatine des VSU 7000

## Stückliste: Video-Signalquellenumschalter VSU 7000

### Standard-VHS-Version

#### Widerstände

15Ω	..... R 59, R 61, R 63, R 65
22Ω	..... R 12
75Ω	..... R 67, R 69, R 71, R 73, R 80-R 83
150Ω	..... R 29, R 31, R 33, R 35
180Ω	..... R 14
390Ω	..... R 13
470Ω	..... R 43, R 48, R 53, R 57
560Ω	..... R 1-R 4, R 9
1kΩ	..... R 15
1,5kΩ	..... R 16
2,7kΩ	..... R 76, R 77
4,7kΩ	..... R 41, R 46, R 51, R 55, R 78, R 79
10kΩ	..... R 5-R 8, R 10, R 17-R 20, R 37-R 40
47kΩ	..... R 11
100kΩ	..... R 75

#### Kondensatoren

6,8pF	..... C 9
1nF	..... C 17
22nF/ker	..... C 3, C 4, C 21, C 25
47nF	..... C 23
2,2µF/25V	..... C 2
10µF/25V	..... C 1, C 5-C 8, C 20, C 24, C 26-C 29
220µF/16V	..... C 18, C 19
470µF/16V	..... C 22

#### Halbleiter

MAX454	..... IC4
CD4040	..... IC 3
CD4049	..... IC 9
CD4050	..... IC 1
CD4052	..... IC 2
CD4053	..... IC 12-IC 14
7805	..... IC 11
7905	..... IC 10
BC327	..... T 17
BC337	..... T 18
BC548C	..... T 1, T 2, T 5, T 6, T 9, T 10, T 13, T 14
1N4001	..... D 9-D 11
LED, 3mm, rot	..... D1-D 8

#### Sonstiges

Taster, steh., print	..... TA 1
Sicherung, 250mA	..... SI 1
Scartbuchse, winkelprint	BU 1-BU 4

Klinkenbuchse, print, 3,5 mm, stereo	..... BU 13
2 x Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
2 x Lötstifte	
2 x Schraube M 3 x 16	
2 x Muttern M 3	
2 x Abstandsröllchen 10mm	
4 x Abstandsröllchen 20mm	
2 x Abstandsröllchen 15mm	
2 x Unterlegscheibe ø 14 x 2,5mm	
2 x Futerscheibe ø 10 x 1,5mm	
200mm Flachbandleitung, RM 2,5mm, 5polig	
100mm Flachbandleitung, RM 2,5mm, 15polig	
100mm Flachbandleitung, RM 2,5mm, 7polig	
135cm Silberdraht	

### S-VHS-Zusatz

#### Widerstände

15Ω	..... R 60, R 62, R 64, R 66
75Ω	..... R 68, R 70, R 72, R 74, R 84-R 87
150Ω	..... R 30, R 32, R 34, R 36
180Ω	..... R 22
390Ω	..... R 21
470Ω	..... R 44, R 49, R 54, R 58
1kΩ	..... R 23
1,5kΩ	..... R 24
4,7kΩ	..... R 42, R 47, R 52, R 56
10kΩ	..... R 25-R 28

#### Kondensatoren

6,8pF	..... C 10
22nF/ker	..... C 11, C 12
10µF/25V	..... C 13-C 16

#### Halbleiter

MAX454	..... IC 5
BC548C	..... T 3, T 4, T 7, T 8, T 11, T 12, T 15, T 16

#### Sonstiges

S-VHS-Buchse, winkelprint	..... BU 5-BU 12
Cinchbuchse, winkelprint	..... BU 14-BU 29
280mm Flachbandleitung, RM 2,5mm, 5polig	
75mm Silberdraht	

Da für die Videoverstärker auch eine negative Versorgungsspannung von -5 V erforderlich ist, muß diese intern im Gerät erzeugt werden. In diesem Zusammenhang bilden die Gatter IC 9 A und IC 9 B mit R 75 und C 17 einen 5 kHz-Oszillator. Über die Gatter IC 9 C bis IC 9 F werden die Endstufen-Transistoren T 17 und T 18 mit dieser 5 kHz Rechteckspannung angesteuert. Am Kollektor von T 17 und T 18 steht somit eine 10 bis 12 V-Rechteckspannung (bei 12 V Betriebsspannung) zur Verfügung.

Dieses Rechtecksignal wird über C 18 auf die Dioden D 9 und D 10 gekoppelt. D 9 nimmt hier eine Klemmung vor, während D 10 als Einweggleichrichter dient. C 19 nimmt eine erste Glättung der an Pin 2 des IC 10 anliegenden negativen Versorgungsspannung vor. Mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 10 vom Typ 7905 erfolgt eine Stabilisierung auf -5 V. Die Kondensatoren C 20 und C 21 dienen auch hier zur Schwingneigungsunterdrückung und allgemeinen Stabilisierung.

### Zum Nachbau

Aufgrund der ausgereiften Schaltungstechnik ist der Nachbau ohne jegliche Abgleichmaßnahmen durchführbar. Die Bauelemente sind auf insgesamt 4 einseitigen Leiterplatten untergebracht. Für den Betrieb mit Standard-VHS-Recordern kann die mittlere mit den 16 Cinch-Buchsen bestückte Platine vollständig entfallen sowie zahlreiche weitere Bauelemente. Je nachdem, ob man sich für die Standard-VHS-Version oder die volle Ausbaustufe entscheidet, wird die Bestückung anhand der betreffenden aufgeteilten Stücklisten in Verbindung mit den Bestückungsplänen vorgenommen.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Leiterplatten gesetzt und verlötet.

Zur Verbindung der 3 Buchsenplatinen untereinander dienen mehrdrige Stegleitungen, deren Einzeladern im 2,54 mm Rastermaß angeordnet sind. Die einzelnen Platineverbindungspunkte liegen so auf den Platinen, daß die Stegleitungen nicht verkantet zu werden brauchen.

Von der oberen Platine (Scart-Buchsen-Platine) führen 2 6adrige Stegleitungen sowie eine 15adrige Stegleitung zur Basisplatine. Von der oberen zur mittleren Platine (Cinch-Buchsen-Platine) sind 4 Stegleitungen mit gleicher Adernzahl zu ziehen. Die Länge der Stegleitungen von der oberen zur unteren Platine beträgt ca. 10 cm, während von der oberen zur mittleren Platine ca. 7 cm lange Leitungen gezogen werden.

Darüber hinaus ist eine ca. 10 cm lange 7adrige Stegleitung von der Basisplatine zur Anzeigenplatine zu ziehen.

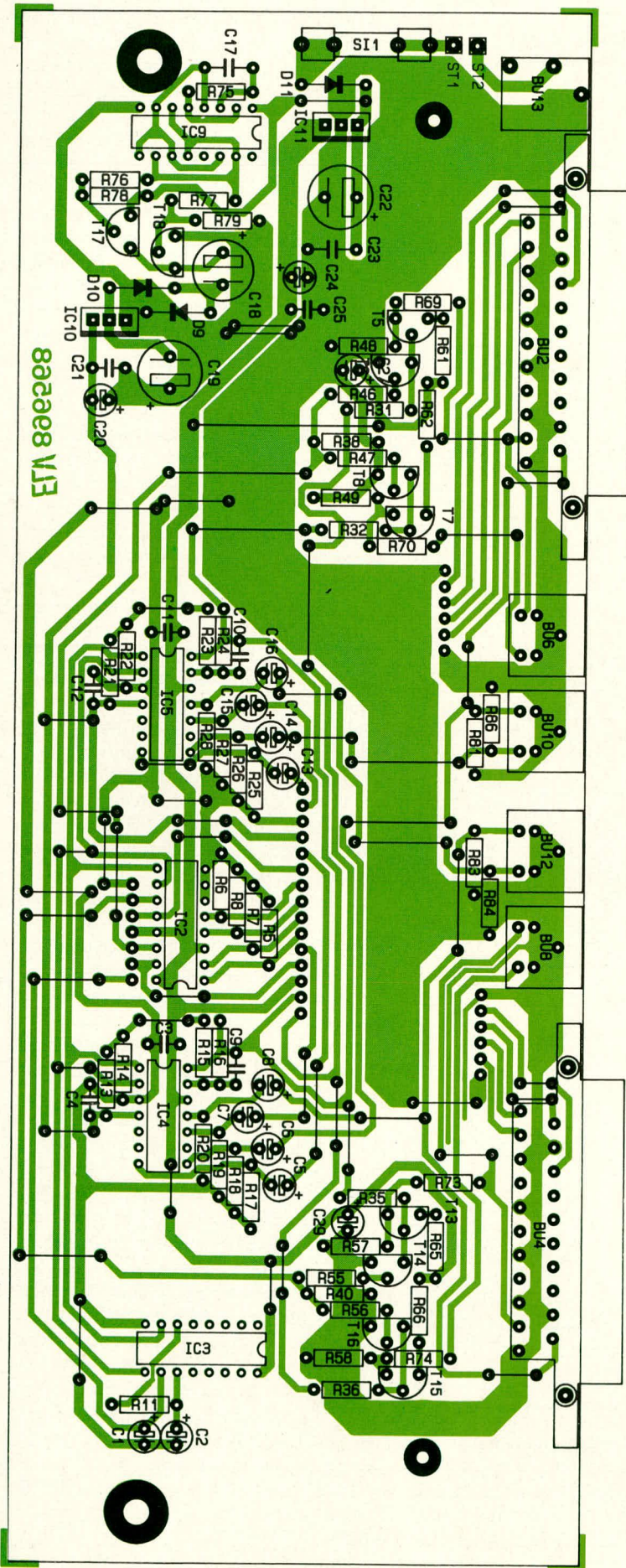
### Das Netzteil

An der Klinkenbuchse BU 13 kann extern eine Gleichspannung zwischen 10 V und 15 V angelegt werden. Hierzu dient üblicherweise ein 12 V/300 mA Stecker-netzteil.

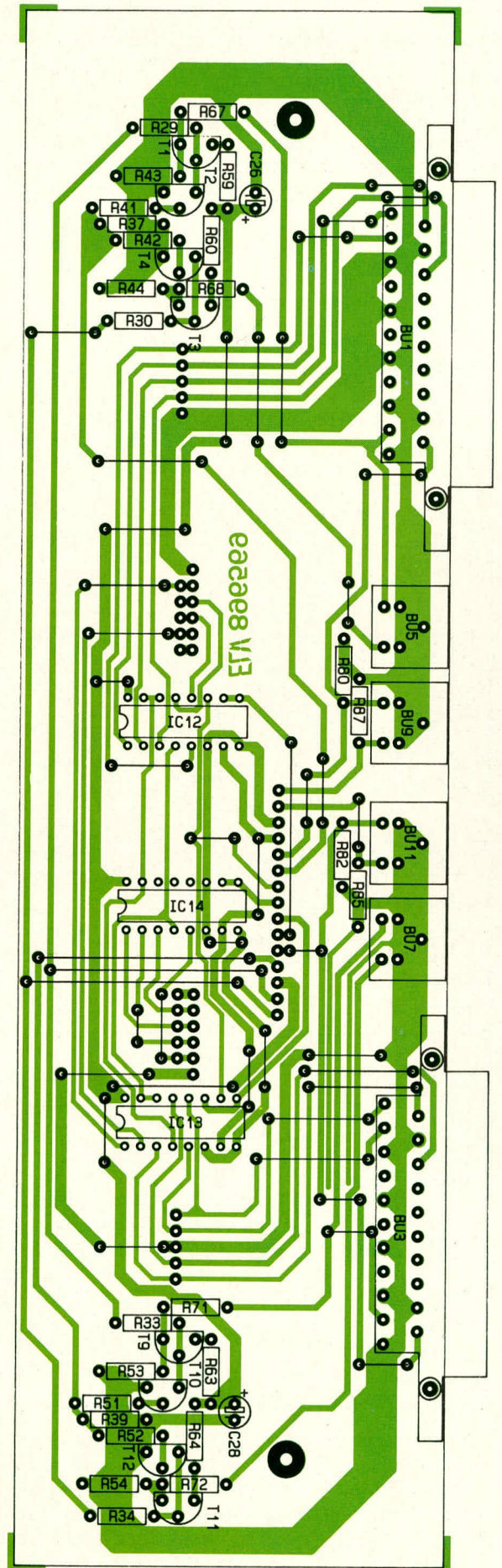
Über den Einschalter S 1, die Sicherung

SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 11 gelangt die Gleichspannung auf den Pufferkondensator C 22. Der nachfolgende Festspannungsregler IC 11 nimmt eine Stabilisierung auf +5 V vor. Die Kondensatoren C 23 bis C 25 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung und zur allgemeinen Stabilisierung der Versorgungsspannung.





Bestückungsplan der Basisplatte (untere Platte) des Video-Signalquellenumschalters VSU 7000



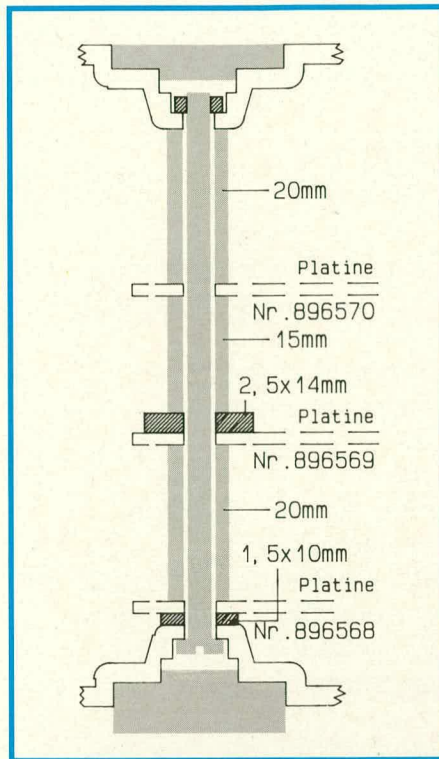
Bestückungsplan der oberen Buchsenplatte des VSU 7000

Zweckmäßigerweise werden bei der Verdrahtung die Leitungen zunächst von der Bestückungsseite aus sowohl in die Basis- als auch in die mittlere Platine gesetzt und verlötet. Zum Anschluß an die obere Platine empfiehlt es sich, die Basisplatine und die mittlere Platine in die untere Gehäusehalbschale einzubauen. Erst danach werden die Stegleitungen an die obere Platine angelötet, die zu diesem Zeitpunkt noch frei beweglich ist.

Die Frontplatine wird über 2 Schrauben M 3 x 16 mm mit der Frontplatte verbunden. Hierzu werden die beiden Schrauben von der Frontseite her durch die zugehörigen Bohrungen der Frontplatte gesteckt, auf der Innenseite mit je einem 10 mm langen Abstandsröllchen versehen und anschließend durch die Bohrungen der Frontplatine gesteckt und auf der Leiterbahnseite mit je einer Mutter M 3 fest verschraubt. Die so entstandene Konstruktion wird in die untere Gehäusehalbschale eingesetzt. Das Lüftungsgitter liegt hierbei in der Nähe der Frontplatte.

Es folgt der Einbau von Basisplatine sowie mittlerer und oberer Buchsenplatine. Hierzu werden durch die beiden hinteren Montagesockel von unten Schrauben M 4 x 70 mm gesteckt. Zunächst wird zur Erzielung des erforderlichen Abstandes je eine Scheibe Ø 10 x 1,5 mm über die ins Gehäuseinnere ragenden Schrauben geschoben. Zusammen mit der Gehäuserückwand wird nun die Basisplatine von innen über die beiden Schrauben gesetzt, wobei gleichzeitig die Gehäuserückwand in ihre endgültige Position kommt.

Über die beiden Schrauben M 4 x 70 mm werden als nächstes 2 Abstandsröllchen 8 mm x 20 mm geführt, die den Abstand zur mittleren Platine mit den Cinch-Buch-



**Bild 3: Montageskizze der Platinenbefestigung im Gehäuse**

sen festlegen. Nachdem auch diese Leiterplatte aufgesetzt wurde, folgen rechts und links je eine Unterlegscheibe Ø 14 x 2,5 mm sowie je ein 15 mm langes Abstandsröllchen. Nun kann auch die obere Buchsenplatine aufgesetzt werden, gefolgt von 2 weiteren 20 mm langen Abstandsröllchen.

Ist die Verkabelung anhand von Schaltbildern und Bestückungsplänen fertiggestellt und nochmals überprüft, kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt werden. Zuvor sind 2 weitere Schrauben M 4 x

70 mm in die beiden vorderen freigeblienen Montagesockel zu stecken. Von innen folgen je 2 Scheiben Ø 10 x 1,5 mm sowie ein 60 mm langes Abstandsröllchen.

Nun kann die obere Halbschale aufgesetzt werden. Nach dem Einlegen von 4 Muttern M 4 werden die Montageschrauben von unten angezogen. Hierbei steht das Gerät waagrecht auf einem Tisch, damit die Montageschrauben nicht durch Anheben des Gerätes nach unten herausfallen und dadurch auch die Abstandsröllchen ihre Position verlassen. Das Gerät wird nun soweit über eine Tischkante hinausgeschoben, daß zunächst nur eine der 4 Montageschrauben von unten festgedreht werden kann und die übrigen Schrauben nicht nach unten herausfallen. In gleicher Weise werden nacheinander auch die übrigen Schrauben angezogen.

Jetzt werden noch die Fuß- und die Abdeckmodule eingesetzt, womit das Gerät fertiggestellt ist. Für Stapelzwecke können die Abdeckmodule selbstverständlich auch entfallen, um weiteren darübergesetzten Geräten einen sicheren Halt zu geben.

Abschließend ist anzumerken, daß die mittlere Buchsenplatine (Cinch-Buchsen) ersatzlos entfallen kann, wenn der VSU 7000 nur mit Standard-VHS-Geräten arbeiten soll. In diesem Fall wird anstelle der mittleren Platine je eine Futterscheibe Ø 10 x 1,5 mm eingefügt, um die Leiterplattendicke von 1,5 mm auszugleichen. Bei der Montage des neuen 7000er-Gehäuses ist es wichtig, daß zwischen den 4 äußeren Montageblöcken im Gehäuseinnern ein Abstand von 63 mm besteht, der mit Hilfe von Abstandsröllchen, Leiterplattenstärken und Unterlegscheiben auf 0,5 mm genau eingehalten werden muß, da hierdurch die Fixierung der eingebauten Leiterplatten erfolgt. **ELV**

# Prozessor-Frequenz-zähler FZ 7001

## Teil 3

Im dritten Teil dieses Artikels beschreiben wir die Schaltungen der besonders leistungsfähigen Vorverstärker. Nachfolgend die technischen Daten in Kürze:

- Überstreichung des gesamten Frequenzbereiches von DC (0 Hz) bis 100 MHz ohne Umschaltung (Vorverstärker A und B)
- elektronische AC/DC-Umschaltung
- Ultra-High-Frequency-Vorverstärker für den Bereich von 20 MHz bis 1,3 GHz (Vorverstärker C)
- hohe Eingangsempfindlichkeit aller Vorverstärker von 20 mV, die in weiten Frequenzbereichen noch übertroffen wird.
- 400 V-Eingangsspannungsschutz (400 V = / 140 Veff ~ / kurzzeitig: 230 V netzwechselfest)

### Allgemeines

Für den komfortablen und praxisgerechten Einsatz eines Frequenzzählers sind die Vorverstärker von ausschlaggebender

Bedeutung. Bei der Entwicklung des FZ 7001 haben wir diesem Punkt daher besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Für die Messungen von Frequenzen, Perioden, Ereignissen sowie für Vergleichsmessungen, bei denen 2 Eingänge gleich-

zeitig benötigt werden, stehen 2 ungewöhnlich leistungsfähige Vorverstärker zur Verfügung (VV A und VV B) mit einer Bandbreite von DC (0 Hz) bis 100 MHz. Ohne den Vorverstärker wechseln zu müssen, können sowohl Ereignisse mit extrem langsamer Impulsfolge als auch hohe Frequenzen gemessen werden.

Mit einem DC-Pegelsteller kann darüber hinaus der optimale Triggerpunkt im Bereich von  $\pm 700$  mV eingestellt werden. Befindet sich der betreffende Einstellregler am Linksanschlag, wird automatisch auf den AC-Modus umgeschaltet. Die volle Empfindlichkeit, die im DC-Modus ab 0 Hz bei ca. 20 mV<sub>eff</sub> liegt, wird hier ab einer Frequenz von ca. 5 kHz erreicht. Bei eingeschränkter Empfindlichkeit können Messungen jedoch auch im AC-Modus ab ca. 10 Hz erfolgen.

Beim 3. Vorverstärker (VV C) handelt es sich um eine Ultra-High-Speed-Version, die ausschließlich im AC-Bereich ab einer Frequenz von 20 MHz bis 1,3 GHz arbeitet. Die volle Empfindlichkeit wird hier im Bereich zwischen 50 MHz und 1000 MHz erreicht.

### Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des

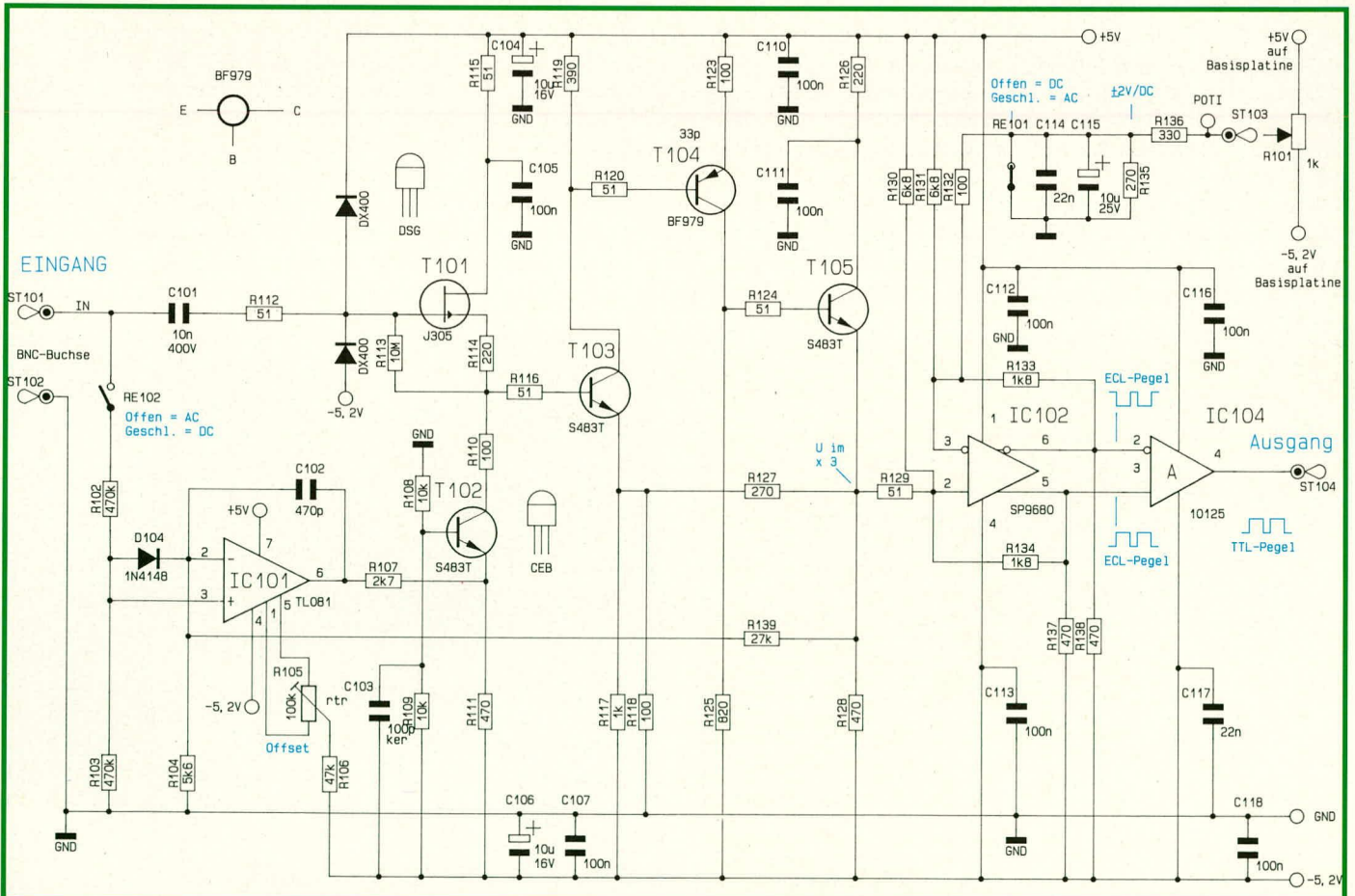


Bild 1: Schaltbild des DC bis 100 MHz-Vorverstärkers der 2fach im FZ 7001 vorhanden ist.

DC bis 100 MHz-Vorverstärkers dargestellt. Bild 2 zeigt die dazugehörige Schaltung zur elektronischen AC/DC-Umschaltung.

Über die Eingangs-BNC-Buchse gelangt die zu messende Frequenz auf den Platinenanschlußpunkt ST 1. Von dort geht es weiter über C 1 und R 12 auf das Gate des Feldeffekttransistors T 1. Die Vorspannung wird mit R 13 fixiert, während R 14 den Drain-Source-Strom festlegt.

Im Sourcekreis liegt eine steuerbare Konstantstromquelle, die mit T 2 sowie R 8 bis R 11 aufgebaut ist. Die Steuerung erfolgt nicht wie allgemein üblich an der Basis, sondern im vorliegenden Fall am Emitter von T 2 mit Hilfe von IC 1 A über R 7. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf der Schaltungsbeschreibung noch näher ein.

Zur Weiterverarbeitung gelangt das mit T 1 gepufferte Eingangssignal auf die Basis von T 3, dessen Kollektor wiederum die mit T 4 und Zusatzbeschaltung aufgebaute Verstärkerstufe treibt. Der Emitterfolger T 5 nimmt die Ausgangspufferung vor und stellt das verstärkte Signal an seinem Emitter zur Verfügung. Über die Rückkopplungswiderstände R 27, R 18 wird die Verstärkung der Stufen T 3, 4, 5 festgelegt.

Zur Weiterverarbeitung gelangt das soweit aufbereitete Meßsignal über R 29 auf den Eingang Pin 2 des schnellen Komparators IC 2. Bei diesem IC des Typs SP 9680 handelt es sich um einen extrem schnellen Komparator in ECL-Technik mit 2 gegenphasigen Ausgängen (Pin 5, 6).

Für die Weiterverarbeitung im FZ 7001 sind TTL-Pegel erforderlich. Aus diesem Grund nimmt das IC 4 A eine Pegelwandlung vor und stellt an seinem Ausgang (Pin 4) die gewünschten Signalspannungen bereit. Die übrigen in diesem IC enthaltenen Pegelwandler (IC 4 B, C, D) werden nicht benötigt und liegen mit ihren Eingängen auf festem Potential.

Der zweite Eingang des Komparators IC 2 liegt im AC-Betriebsmodus (RE 1 ge-

schlossen) über den Widerstand R 32 auf Massepotential. R 33 und R 34 dienen zur Erzeugung einer definierten Hysterese.

Im DC-Betriebsmodus ist RE 1 geöffnet und mit dem Poti R 1 kann der DC-Pegel an Pin 3 des IC 2 im Bereich von  $\pm 2$  V verschoben werden. In Verbindung mit der ca. 3fachen Vorverstärkung ergibt sich ein Eingangs-DC-Pegelbereich von  $\pm 0,7$  V.

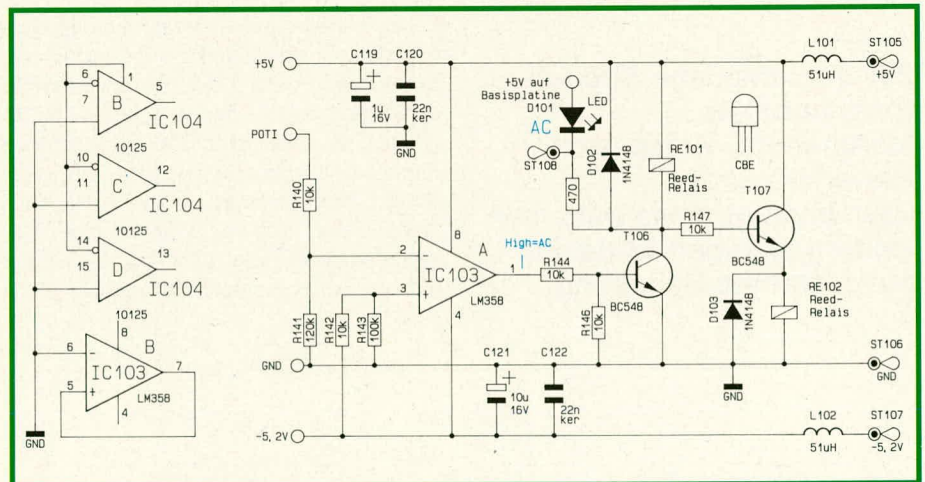
Eine Besonderheit dieser Schaltung liegt in der konsequenten Auftrennung zwischen Gleichspannungs- und Wechselspannungsverstärkung. Dem vorstehend beschriebenen bis zu 100 MHz arbeitenden Wechselspannungspfad liegt ein Gleichspannungsverstärker parallel, der mit dem IC 1 A und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Über den Spannungsteiler R 2, R 3 gelangt im DC-Betriebsmodus (RE 2 geschlossen) die Eingangsspannung auf Pin 3 des IC 1 A. Der Ausgang (Pin 6) steuert über R 7 die nachfolgende Stromquelle so an, daß die an Pin 2 anliegende Spannung gleich der an Pin 3 vorgegebenen Eingangsspannung ist. Die Spannung an Pin 2 wiederum entspricht der am Emitter von T 5 liegenden verstärkten Signalspannung multipliziert mit dem Teilungsfaktor des Rückkopplungswiderstands R 39, R 4.

Die Bandbreite des Gleichspannungspfad der Schaltung liegt bei ca. 30 kHz, wobei sich eine hinreichende Überschneidung zum Wechselspannungspfad ergibt, der bereits bei 5 kHz die volle Eingangsempfindlichkeit sicherstellt. Die Kombination dieser beiden Schaltungssteile ermöglicht somit im DC-Betriebsmodus ohne jegliche Umschaltung die Frequenzverarbeitung von 0 Hz bis hin zu 100 MHz (denn auch im DC-Betriebsmodus ist der AC-Bereich aktiviert). Für die Messung reiner Wechselspannungen kann durch Öffnen von RE 2 der Gleichspannungspfad deaktiviert werden (AC-Betriebsmodus).

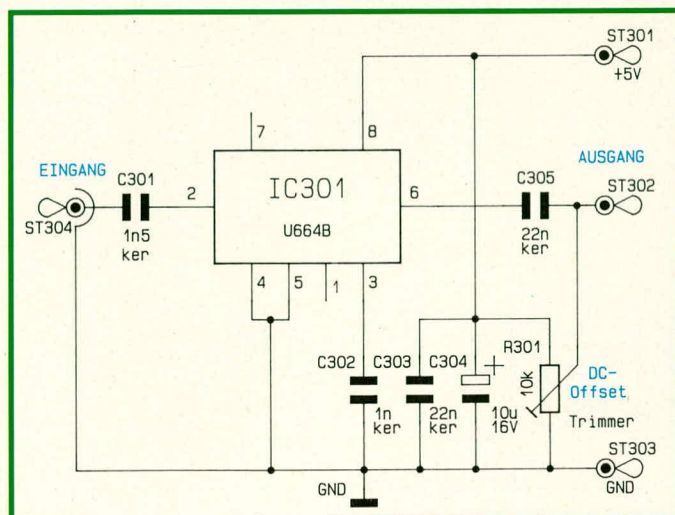
Die Umschaltung zwischen Gleich- und Wechselspannungsmodus erfolgt über den in Bild 2 dargestellten Schaltungsteil. Der Komparator IC 3 A tastet die vom Poti R 1 kommende Spannung ab und schaltet die Relais RE 1 und RE 2 um, sobald der Schleifer am Linksanschlag steht (AC-Betriebsmodus).

## Vorverstärker 50 MHz bis 1 GHz

Das Eingangssignal gelangt über C 301 auf den Eingang Pin 2 des IC 301 des Typs U 664 B. An dessen Ausgang (Pin 6) steht das verstärkte und durch 64 geteilte Ein-



oben:  
Bild 2: Teilschaltbild der elektronischen AC/DC-Umschaltung



links:  
Bild 3: Schaltbild des 20 MHz bis 1,3 GHz Vorverstärkers

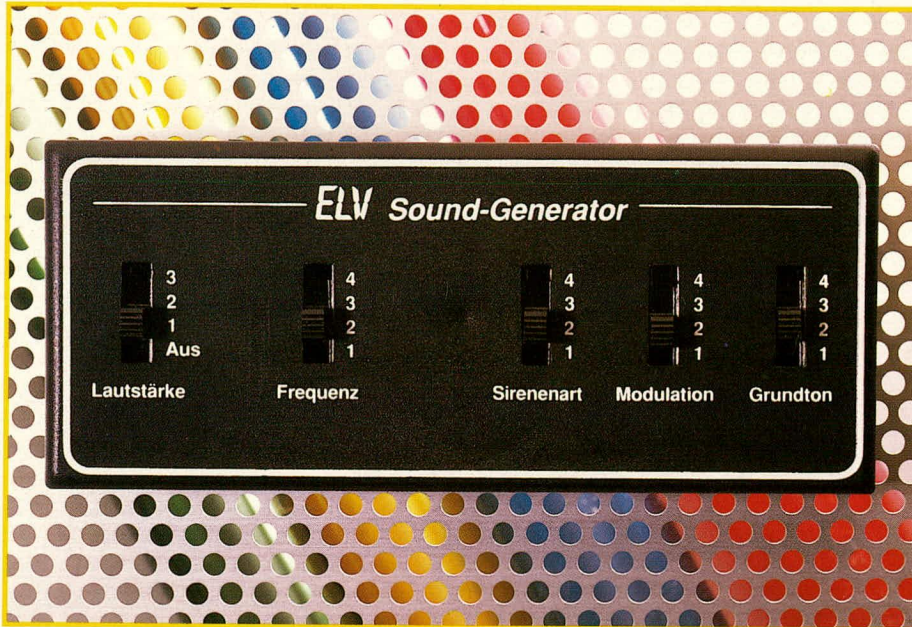
gangssignal zur Verfügung, das über C 305 ausgekoppelt wird.

Der Trimmer R 301 dient der einmaligen Gleichspannungsanpassung an die folgende TTL-Stufe auf der Hauptplatine.

Die Kondensatoren C 302 bis C 304 dienen zur Pufferung und Störspannungsunterdrückung.

Aufgrund der extrem hohen zu verarbeitenden Eingangsfrequenzen wird in der vorliegenden Konzeption die erste Vorteilung im selben IC vorgenommen, in dem auch die Vorverstärkung erfolgt. Bei der Weiterverarbeitung im FZ 7001 wird dieser Faktor entsprechend berücksichtigt.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal stellen wir Ihnen den Nachbau und die Inbetriebnahme vor.



# Sound-Generator

**256 verschiedene Sirenen-töne, darunter Martinshorn, Kojak- und Hawai 5-0-Sirene usw. erzeugt diese mit einer leistungsfähigen Endstufe ausgestattete Schaltung.**

## Allgemeines

Der ELV-Sound-Generator erzeugt verschiedene Geräuscheffekte wie Martinshorn, Kojak- und Hawai 5-0-Sirene, Alarmanlagen-Sound usw. Über 4 Schiebeschalter können so insgesamt 256 verschiedene Sirenentöne abgerufen werden. Eine leistungsfähige Endstufe sorgt für den nötigen „Dampf“ von ca. 20 W bei einer Betriebsspannung von 12 V bis 15 V. Ein fünfter Schiebeschalter ermöglicht auch

„leisere Töne“ und fungiert gleichzeitig als Ausschalter.

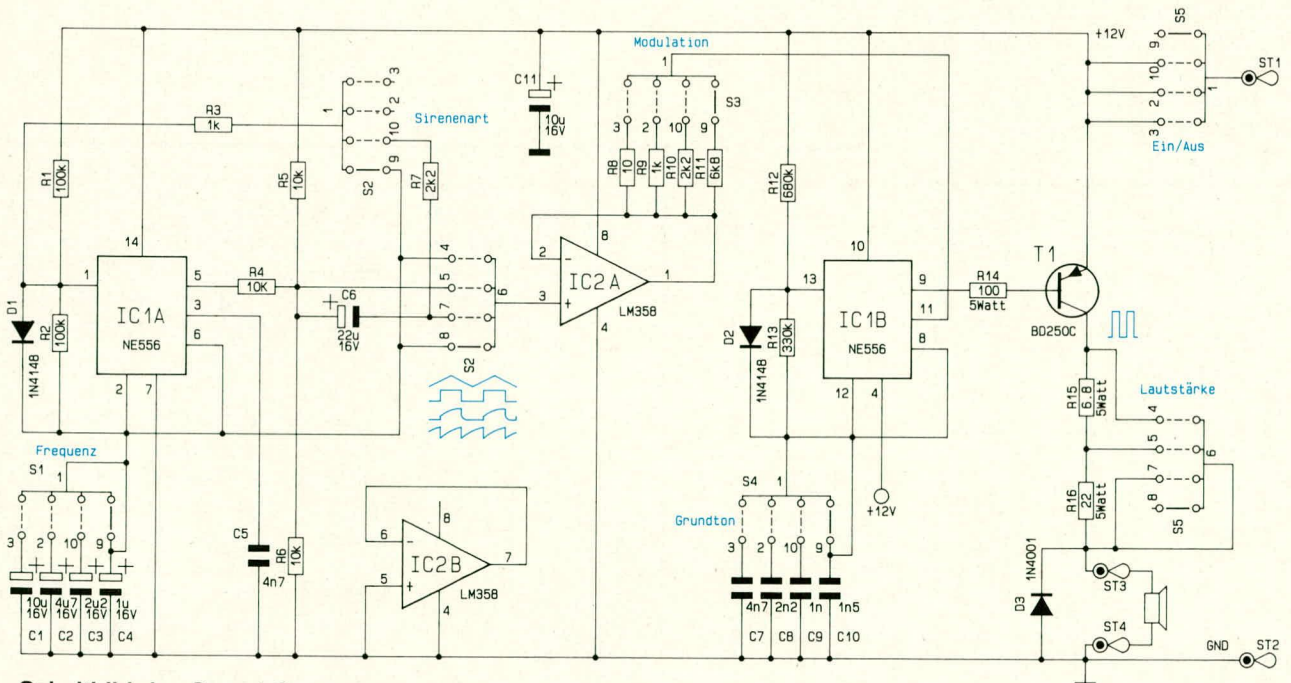
## Zur Schaltung

Mit dem IC 1 des Typs NE 556 sind mit Zusatzbeschaltung 2 Multivibratoren aufgebaut. Der Sirenengrundton wird hierbei mit dem IC 1 B erzeugt. Über S 4 können durch Einschalten verschiedener Kondensatoren (C 7 bis C 10) 4 unterschiedliche Grundfrequenzen eingestellt werden. Der Ausgang (Pin 9 des IC 1 B) steuert dann über R 14 direkt den Leistungs-Endstufen-Transistor T 1 an. Je nach Stellung des Schiebeschalters S 5 kann der angeschlossene Lautsprecher direkt am Kollektor dieses Transistors, d. h. mit voller Lautstärke betrieben werden oder aber über die Vorwiderstände R 15 und R 16 bei vermindertem Schalldruck. Eine vierte Schalterstellung deaktiviert das Gerät.

Ein einzelner Oszillator reicht für den Aufbau einer Sirene natürlich nicht aus, geschweige denn zur Erzeugung von 256 unterschiedlichen Sirenengeräuschen. Über den Control-Voltage-Anschluß Pin 11 wird das IC 1 B moduliert, d. h. in seiner Frequenz gesteuert. Hierzu dient der links in Abbildung 1 dargestellte Schaltungsteil.

Mit IC 1 A ist ein zweiter Multivibrator aufgebaut, dessen deutlich niedriger liegende Grundfrequenz mit dem Schalter S 1 in 4 Stufen vorwählbar ist. Weitere frequenzbestimmende Bauelemente sind R 1 (für den Aufladevorgang) und R 2 (für den Entladevorgang).

In der eingezeichneten Schalterstellung von S 2 liegt R 3 parallel zu R 2, so daß am Eingang (Pin 3) des nachgeschalteten Pufferverstärkers IC 2 eine sägezahnförmige



Schaltbild des Sound-Generators

Steuerspannung ansteht. In der entgegengesetzten, d. h. oberen Stellung von S 2 ist R 3 wirkungslos und der Kurvenverlauf ist dreieckförmig. In den beiden mittleren Schalterstellungen ergibt sich zum einen eine rechteckige Kurvenform und zum anderen in Verbindung mit C 6, R 7 und R 3 ein halbsägezahnförmiger und halb-e-funktionaler Kurvenverlauf.

IC 2 nimmt eine Pufferung vor und gibt über einen der Vorwiderstände R 8 bis R 11 (je nach Stellung von S 3) diese Steuerfunktion auf den Eingang Pin 11 des IC 1 B. Hierdurch erfolgt eine Frequenzmodulation in unterschiedlichster Weise.

S 1 (Frequenz) legt die Modulationsfrequenz fest, S 2 (Sirenenart) die Kurvenform der Modulation und S 3 (Modulation) den Modulationshub, d. h. die Ausprägung der Frequenzänderung des Grundtones. Mit S 4 (Grundton) wird die Sirenengrundfrequenz und mit S 5 die Ausgangslautstärke vorgewählt. Durch die Schalter S 1 bis S 4 mit ihren jeweils 4 Stellungen können somit  $4^4 = 256$  verschiedene Sirengeräusche angewählt werden.

Zur Erzielung einer größtmöglichen Lautstärke wie sie z. B. von Alarmanlagen gewünscht wird, empfiehlt sich der Einsatz eines ausreichend belastbaren (ca. 20 W) Druckkammerlautsprechers. Der erzielbare Schalldruck ist schon „atemberaubend“. Für zahlreiche andere Anwendungsfälle können auch Standard-Lautsprecher Einsatz finden.

## Zum Nachbau

Der Aufbau dieser vergleichsweise unauwendigen Schaltung ist genauso preiswert wie einfach möglich. Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Die 5 W-Leistungswiderstände sollten zwecks besserer Wärmeabfuhr in einem Abstand von ca. 5 mm zur Platinoberseite eingelötet werden.

Damit auch der Leistungstransistor in dem vorgesehenen flachen Gehäuse unterzubringen ist, wird er liegend eingebaut. Durch die verwendete Ansteuertechnik in Verbindung mit dem geringen Innenwiderstand dieses Leistungsbauteils fällt selbst bei maximaler Ausgangsleistung eine vergleichsweise geringe Verlustleistung an, so daß auf eine zusätzliche Kühlung verzichtet werden kann.

Ist die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert, kann die Platine ins Gehäuse gesetzt werden. Die Versorgungsspannung ist an die Platinenanschlußpunkte ST 1 (+12 V bis +15 V) und ST 2 (Masse) zu legen, während der Lautsprecher an ST 3 und ST 4 angeschlossen wird. An die entsprechende Stelle im Gehäuse sind Durchführungsbohrungen einzubringen und die Leitungen auf der Gehäuseinnenseite mit einem Knoten zur Zugentlastung zu versehen.

## Verwendungshinweise

Nun kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt werden.

Bei einer Mindestanschlußimpedanz des Lautsprechers von  $4 \Omega$  beträgt der Spitzenstrom bis zu 4 A. Soll das Gerät daher impulsweise in der Art einer Hupe angesteuert werden, so kann auch ein vorgeschalteter Taster oder ein Relais mit ausreichender Belastbarkeit die Stromzufuhr schalten, zumal der Sirenton ohne Verzögerung sofort nach Anlegen der Betriebsspannung einsetzt.

Zu berücksichtigen ist allerdings, daß im öffentlichen Straßenverkehr in Deutschland elektronische Sirenenysteme nicht zugelassen sind. Für Alarmanlagen in Kraftfahrzeugen und Gebäuden sind die gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere hinsichtlich Dauer, Art und Schalldruck des Alarmtones zu beachten. **ELV**

## Stückliste: Sound-Generator

### Widerstände

6,8 $\Omega$ /5W .....	R 15
10 $\Omega$ .....	R 8
22 $\Omega$ /5W .....	R 16
100 $\Omega$ /5W .....	R 14
1k $\Omega$ .....	R 3, R 9
2,2k $\Omega$ .....	R 7, R 10
6,8k $\Omega$ .....	R 11
9,1k $\Omega$ .....	R 4
10k $\Omega$ .....	R 4, R 5, R 6
100k $\Omega$ .....	R 1, R 2
330k $\Omega$ .....	R 13
680k $\Omega$ .....	R 12

### Kondensatoren

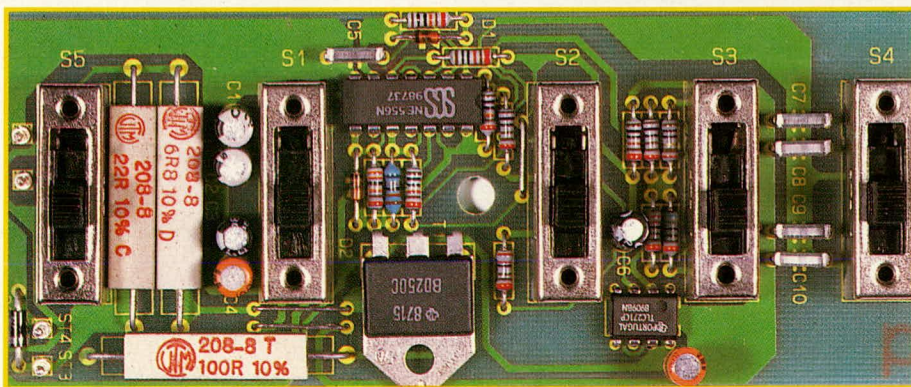
1nF .....	C 9
1,5nF .....	C 10
2,2nF .....	C 8
4,7nF .....	C 5, C 7
22nF .....	C 11
1 $\mu$ F/16V .....	C 4
2,2 $\mu$ F/16V .....	C 3
4,7 $\mu$ F/16V .....	C 2
10 $\mu$ F/16V .....	C 1
22 $\mu$ F/16V .....	C 6

### Halbleiter:

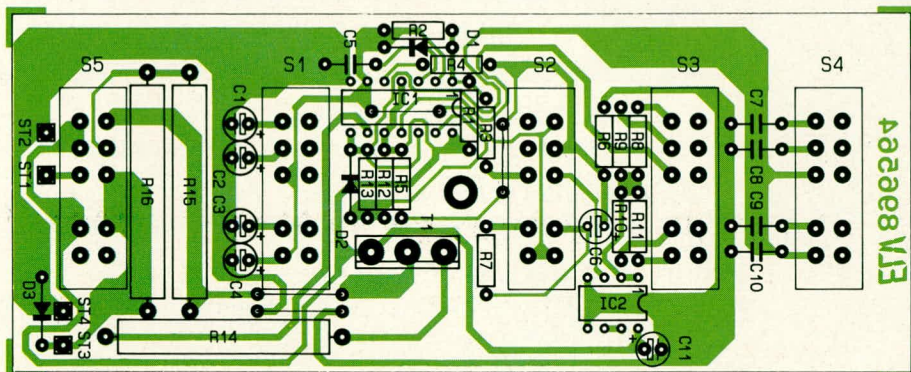
NE556 .....	IC 1
TLC 271 .....	IC 2
BD250C .....	T 1
1N4001 .....	D 3
1N4148 .....	D 1, D 2

### Sonstiges

Schiebeschalter 4 x um .....	S 1-S 5
4 x Lötstifte	



Ansicht der fertig bestückten Platine des Sound-Generators



Bestückungsplan der Platine des Sound-Generators