

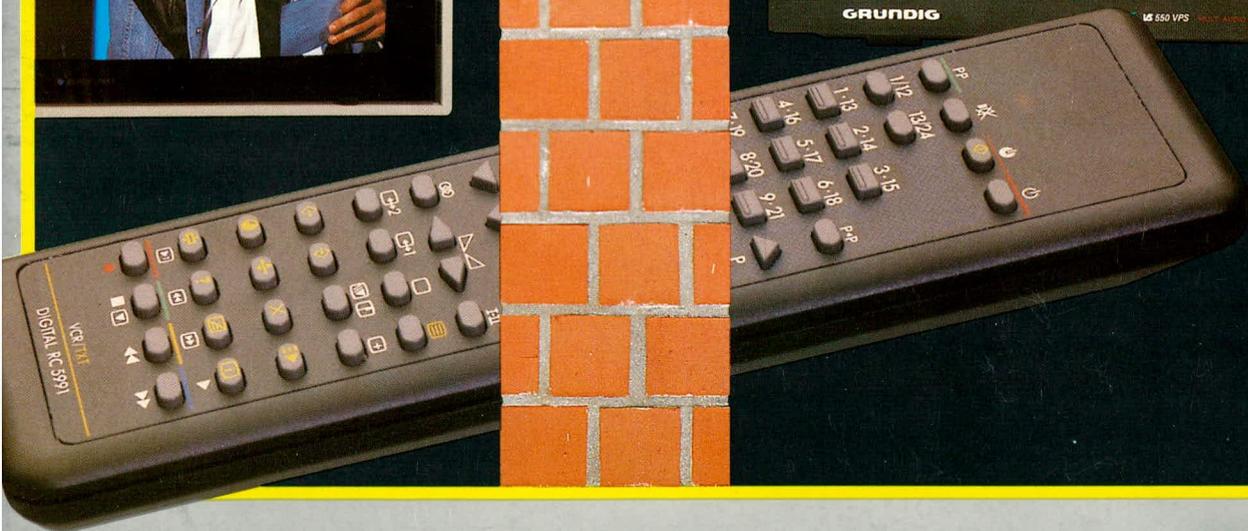
Mit Platinenfolien

# ELW journal

1/90 Feb./März Fachmagazin für angewandte Elektronik 5,80 DM



## Video von Raum zu Raum



- Video-Verteiler + Fernbedienungsverlängerung
- 12 V-Laser-Power-Supply ● 230 V-LED
- S-VHS/FBAS-Konverter ● Laser-Modulator-Interface
- 5 Labor-Netzgeräte: 0-15 V/4 A bis 0-60 V/1 A
- PC-Karten-Tester ● Breitband-Antennenverstärker
- 200 A-Präzisions-Leistungs-Shunt ● LED-Tester
- Prozessor-Frequenzzähler ● Leistungshalbierer



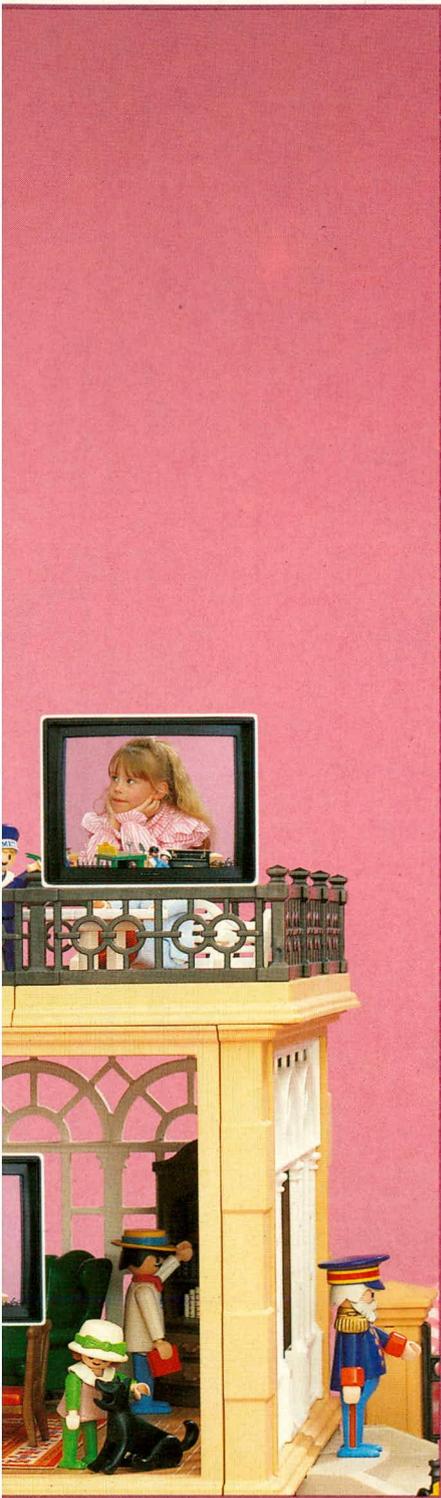
# Multi-Video- Amplifier MVA 7000

*Zum Anschluß von mehreren Fernsehgeräten und/oder Recordern an einen Wiedergaberecorder wurde dieses Gerät konzipiert.*

## Allgemeines

Ein Videorecorder besitzt im allgemeinen nur eine einzige FBAS/Video-Ausgangsbuchse zum Anschluß eines Fernsehgerätes bzw. eines Videorecorders. Die üblicherweise zusätzlich am Videorecorder vorhandene HF-Buchse sollte zur Ankopplung an das Fernsehgerät nur im Notfall verwendet werden, da hierdurch Qualitäts-einbußen auftreten.

Sollen mehrere Fernsehgeräte und/oder Videorecorder miteinander verschaltet



werden, steht hierfür z. B. der Video-Über-spiel- und Umschalverstärker VU 7000 (ELV 57) oder auch der komfortable S-VHS/Video-Signalquellenumschalter VSU 7000 (ELV 6/89) zur Verfügung. Mit diesen Geräten können verschiedene Umschalt- und Überspielmöglichkeiten realisiert werden.

Häufig besteht jedoch die Anforderung lediglich darin, von einem einzigen Videorecorder aus mehrere Fernsehgeräte zu speisen, so z. B. im Wohnzimmer, im Schlafzimmer und im Kinderzimmer. Vielleicht soll darüber hinaus ein weiterer Videore-

corder angeschlossen werden, um für Über-spielzwecke gerüstet zu sein.

Für diese Anwendungsfälle kann die Umschaltelektronik entfallen und die Realisierung beschränkt sich auf einen Verteilerverstärker mit mehreren gepufferten Ausgängen.

Der von ELV entwickelte Multi-Video-Amplifier MVA 7000 ist für die Ankopplung von bis zu 5 Videogeräten ausgelegt. Damit auch größere Distanzen von 10 m (und mehr) zwischen dem wiedergebenden Recorder und den angesteuerten Geräten überbrückt werden können, besitzt jede der 5 Ausgangsstufen des MVA 7000 je einen separaten Regler für Verstärkung und Frequenzgang.

### Bedienung und Funktion

Die Stromversorgung des MVA 7000 erfolgt über ein unstabiliertes 12 V/300 mA-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm Klinkenstecker in die zugehörige Buchse (BU 1) ganz rechts auf der Geräterückseite eingesteckt wird.

An die unmittelbar daneben angeordnete Scart-Eingangsbuchse wird der wiedergebende Videorecorder angeschlossen.

Es stehen nun 5 DIN-AV-Ausgangsbuchsen zur Verfügung, an denen die anzusteuernenden Video-Endgeräte (z. B. Fernseher und weitere Recorder) angeschlossen werden können. Es wurden hier bewußt DIN-AV-Buchsen gewählt, da die entsprechenden Stecker einen vergleichsweise geringen Außendurchmesser aufweisen. Bei der Verlegung der Verbindungsleitungen kann hierdurch notfalls auf Lötarbeiten (Leitungstecker) verzichtet werden, sofern bei Wanddurchbrüchen die Bohrungen mindestens 17 mm Durchmesser besitzen.

Als Verbindungsleitungen werden hierbei Leitungen mit DIN-AV-Steckern an jedem Ende eingesetzt. Besitzt das anzusteuernende Fernsehgerät ebenfalls eine DIN-AV-Eingangsbuchse, kann die Leitung direkt angesteckt werden, während Fernsehgeräte mit den inzwischen immer weiter verbreiteten Scart-Buchsen über einen Adapter anzuschließen sind.

Oberhalb der 5 Ausgangsbuchsen des MVA 7000 sind jeweils 2 (also insgesamt 10) Regler angeordnet.

Diese Regler sind über kleine Bohrungen in der Gehäuserückwand mit einem Schraubendreher zugänglich. Ab Werk sind die Regler auf Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) eingestellt, wodurch die Verstärkerstufen das Eingangssignal exakt 1:1 in gepuffert Form an den Ausgängen abbilden (an 75  $\Omega$ -Last).

Für kürzere Verbindungsleitungen stellt diese Verstärkung von 1 gleichzeitig das Optimum dar.

Sind größere Distanzen von vielen Metern

zu überbrücken, kann es sinnvoll sein, die Grundverstärkung (frequenzunabhängige Gesamtverstärkung) etwas anzuheben. Hierzu dienen die oberen Einstellregler. Je weiter diese Regler vom linken Anschlag entfernt im Uhrzeigersinn in Richtung rechtem Anschlag gedreht werden, desto größer wird die Verstärkung. Bei Rechtsanschlag ist das Ausgangssignal ca. 1,5 mal größer als das Eingangssignal.

Gerade bei längeren Verbindungsleitungen kann es speziell bei höheren Frequenzen zu einem Amplitudenabfall kommen. Dieser frequenzabhängige Amplitudenverlauf führt zu unsaubereren Konturen und einem insgesamt etwas verwaschenen Bild. Auch hier schafft der MVA 7000 Abhilfe, indem die oberen Frequenzen mit einem separaten Einstellregler angehoben werden können. Mit den unmittelbar über den Ausgangsbuchsen angeordneten Einstellreglern kann eine Frequenzgangkorrektur erfolgen. Werkseitig sind auch diese Regler auf Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) eingestellt, wodurch sich eine lineare, d. h. frequenzunabhängige Übertragungscharakteristik der Videoverstärker ergibt. Je weiter diese Regler im Uhrzeigersinn gedreht werden, desto größer ist die Verstärkungsanhebung im oberen zu übertragenden Frequenzbereich. Am Bild wird dies durch eine höhere Konturenschärfe erkannt. Am Rechtsanschlag tritt im oberen Frequenzbereich eine zusätzliche Verstärkung von ca. 1,5 auf.

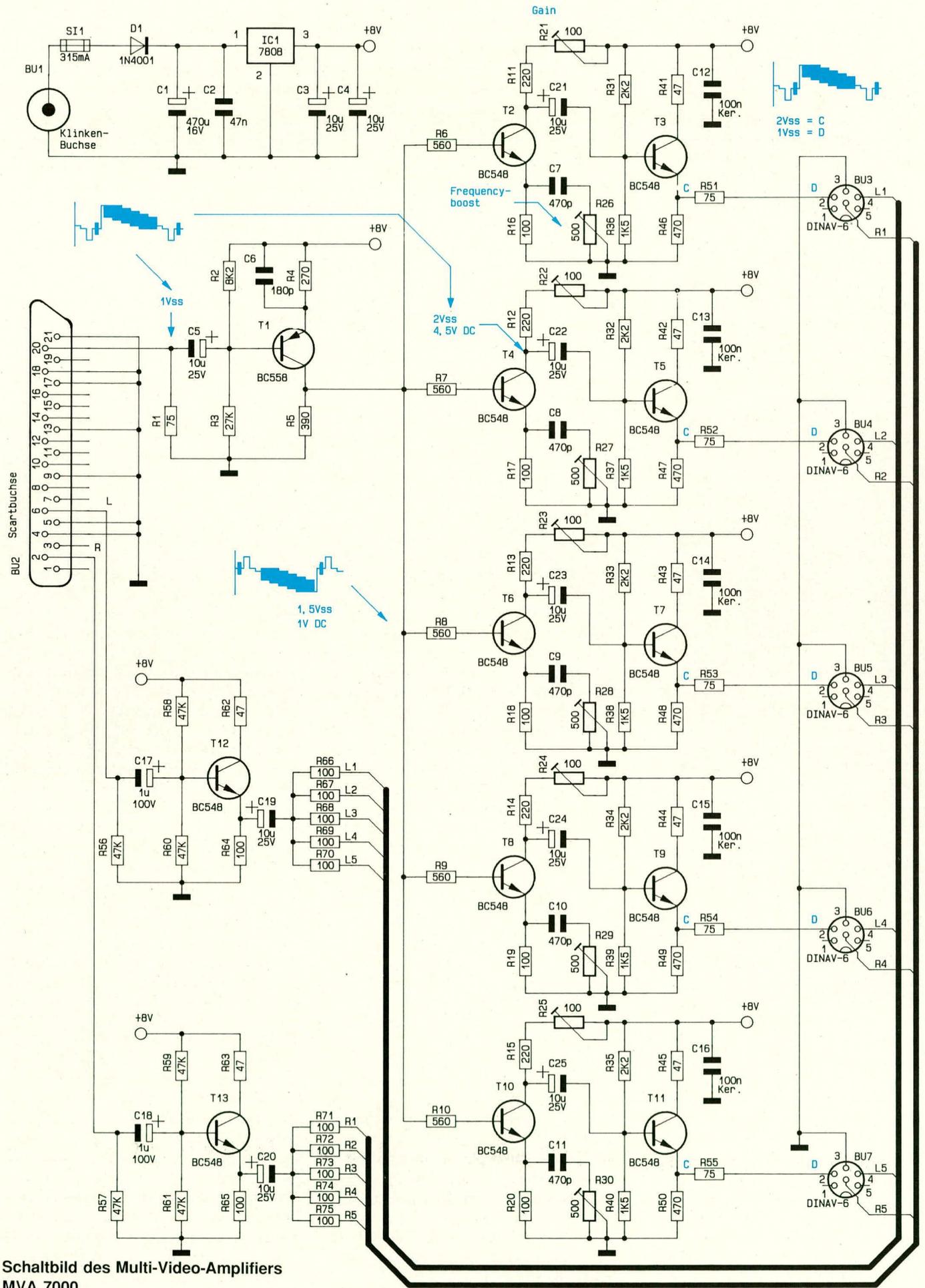
Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die Übertragungscharakteristik wesentlich von den verwendeten Verbindungsleitungen beeinflusst werden kann. Es sind sowohl besonders hochwertige, kapazitätsarme Leitungen erhältlich, mit denen ohne weiteres Distanzen von mehr als 10 m überbrückbar sind, als auch vom Wellenwiderstand her nicht exakt angepaßte und zum Teil auch mit größeren Kapazitäten behaftete Leitungen, die möglichst nur für kurze Distanzen Einsatz finden sollten.

Die Übertragungscharakteristik des MVA 7000 selbst liegt weit über dem tatsächlich benötigten Frequenzbereich. Die Übertragungskurve ist bis zu 5 MHz linear und der 3 dB-Punkt liegt erst bei knapp 10 MHz (!), obwohl tatsächlich nur gut 4 MHz benötigt werden.

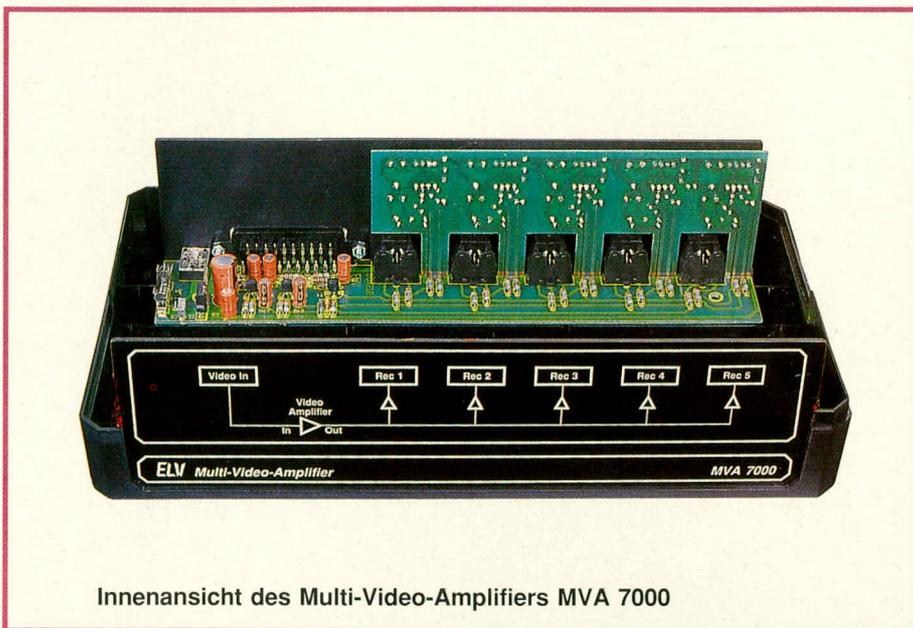
Nachdem wir uns ausführlich mit der Anwendung des MVA 7000 befaßt haben, kommen wir nun zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

### Zur Schaltung

Für die Schaltungsbeschreibung gehen wir davon aus, daß an Pin 20 der Video-Eingangsbuchse BU 2 eine Videosignalquelle mit einer Amplitude von 1 V<sub>SS</sub> angeschlossen wird. Dieses Videosignal wird



Schaltbild des Multi-Video-Amplifiers MVA 7000



Innenansicht des Multi-Video-Amplifiers MVA 7000

mit Hilfe des Widerstandes R 1 abgeschlossen.

Das Videosignal gelangt über C 5 auf die Basis des Transistors T 1. Mit T 1 und Zusatzbeschaltung wurde die erste Videoverstärkerstufe realisiert. Der Arbeitspunkt wird durch die Widerstände R 2 und R 3 festgelegt. Die Widerstände R 4 und R 5 bestimmen die Verstärkung. R 4 dient gleichzeitig zur gleichstrommäßigen Gegenkopplung und somit zur Arbeitspunktstabilisierung. Durch parasitäre Kapazitäten auftretende Verstärkungsverluste, insbesondere bei hohen Frequenzen, werden mit Hilfe des Kondensators C 6 ausgeglichen, so daß am Ausgang der ersten Verstärkerstufe das Videosignal mit einem linearen Frequenzgang bis über 5 MHz zur Verfügung steht.

Das verstärkte und um 180° phasengedrehte Videosignal wird am Kollektor des Transistors T 1 ausgekoppelt. Über die Widerstände R 6 bis R 10 gelangt das Signal auf die Basis der 5 gleichen mit T 2, T 4, T 6, T 8 und T 10 aufgebauten Verstärkerstufen.

Für die weitere Beschreibung betrachten wir die obere mit T 2 aufgebaute Stufe. Der Arbeitspunkt wird über R 6 von der vorhergehenden Stufe (T 1 mit Zusatzbeschaltung) bestimmt. Die Verstärkung der zweiten Verstärkerstufe wird durch die Widerstände R 11, R 16 und R 21 festgelegt.

Mit Hilfe des Trimmers R 21 kann die Verstärkung zwischen Eingang und Ausgang 1 (BU 3) zwischen 1 und 1,5 variiert werden, um evtl. Leitungsverluste auszugleichen.

Mit Hilfe des Trimmers R 26 in Verbindung mit C 7 kann die Wechselstromgegenkopplung, besonders bei höheren Frequenzen variiert werden. Spannungsabfälle bei hohen Frequenzen, hervorgerufen

durch parasitäre Kapazitäten, besonders im Übertragungskabel, können auf diese Weise wirkungsvoll ausgeglichen werden.

In der zweiten Verstärkerstufe findet ebenfalls eine Phasendrehung um 180° statt, so daß am Kollektor von T 2 jetzt das Videosignal wieder phasenrichtig anliegt. Über C 21 wird das Videosignal auf den Emitterfolger T 3 gegeben. Am Emitter wird das Signal über den 75 Ω Widerstand R 51 ausgekoppelt und auf Pin 2 der DIN-AV-Buchse BU 3 gegeben. Der Arbeitspunkt des Transistors T 3 wird durch die Widerstände R 31 und R 36 bestimmt.

Die Verstärkerschaltung der 4 weiteren Ausgangsbuchsen sind mit der vorstehend beschriebenen Teilschaltung vollkommen identisch. Die Verstärkung der 5 Ausgänge kann mit Hilfe der Trimmer R 21 bis R 25 getrennt an die jeweiligen Bedürfnisse angepaßt werden. Ebenso ist die Frequenzanhebung jedes einzelnen Ausgangs mit Hilfe der Trimmer R 26 bis R 30 anzupassen. Die Kondensatoren C 12 bis C 16 dienen zur Abblockung der Betriebsspannung an der jeweiligen Endstufe.

Die Audio-Signale des linken und rechten Stereokanals werden an den Pins 2 und 6 der Scart-Buchse eingespeist. Diese Signale gelangen jeweils über die Koppelkondensatoren C 17 und C 18 auf eine in Kollektorschaltung aufgebaute Verstärkerstufe (T 12, T 13). Am Emitter der beiden Treiberstufen wird das jeweilige NF-Signal über C 19 bzw. C 20 abgenommen und über die Entkopplungswiderstände R 66 bis R 70 sowie R 71 bis R 75 auf die entsprechenden Pins der DIN-AV-Buchsen geführt.

Die zwischen 11 V und 15 V liegende Versorgungsspannung wird über die Buchse BU 1 der Schaltung zugeführt. Von dort gelangt die Spannung über die Schmelzsi-

cherung SI 1 (315 mA, mt) und die Verpölungsschutzdiode D 1 auf den Pufferkondensator C 1. C 2 dient in diesem Zusammenhang zur Schwingneigungsunterdrückung.

Der Festspannungsregler IC 1 nimmt eine Stabilisierung auf 8 V vor, während C 3, 4 der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung dienen.

## Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente einschließlich der Eingangs- und Ausgangsbuchsen sind auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht. Es ist keinerlei Verdrahtung erforderlich. Hierdurch wird der Nachbau wesentlich erleichtert.

Anhand der Bestückungspläne werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf den Leiterbahnseiten verlötet. Da keinerlei besonders empfindliche Bauelemente Verwendung finden, sind besondere Vorsichts- und Schutzmaßnahmen für spezielle Bauteile nicht erforderlich. Selbstverständlich ist auf die korrekte Polarität und Einbaulage der gepolten Bauelemente zu achten.

Einzige Besonderheit bei der Reglerplatine stellen die 6 Elkos dar, die liegend einzubauen sind. Auch die Transistoren sind vergleichsweise tief einzusetzen, damit sich der später erforderliche Abstand zwischen Bestückungsseite und Gehäuserückwand von ca. 8 mm realisieren läßt.

Nachdem die Bestückung beider Platinen nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Reglerplatine mit der Basisplatine verbunden werden. Hierzu wird die Reglerplatine mit ihren u-förmigen Aussparungen über die 5 Ausgangsbuchsen der Basisplatine gesetzt, so daß sie sich im rechten Winkel zur Basisplatine befindet. Hierbei ragt die Reglerplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervor. Mit einem feinen LötKolben werden nun die elektrischen Verbindungen zwischen den beiden Platinen hergestellt, die gleichzeitig auch zur mechanischen Stabilität dienen. Es ist darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen bilden.

Bevor die Leiterplatten ins Gehäuse eingesetzt werden, kann ein erster Testlauf erfolgen. Aufgrund der ausgereiften Schaltungstechnik kann auf einen Abgleich verzichtet werden. Die 10 Einstellregler sollten jedoch zunächst alle an den linken Anschlag gebracht, d. h. entgegen den Uhrzeigersinn gedreht werden, um einen linearen Frequenzgang bei einer Verstärkung von 1:1 zu erreichen. Eventuelle Korrekturen sollten erst im späteren praktischen Einsatz erfolgen.

Der Einbau ins Gehäuse ist vergleichsweise einfach. Von der Gehäuseunterseite aus werden zunächst 4 Schrauben M 4 x 70 mm durch die entsprechenden Gehäusebohrungen geführt. Die Gehäuseunterhalbschale steht hierbei auf einer waagerechten Unterlage (z. B. Tischplatte). Über jede der 4 Schrauben wird auf der Gehäuseinnenseite eine Futterscheibe 10 x 1,5 mm gesetzt. Es folgt das Einsetzen der Platinen auf der den Lüftungsschlitzen gegenüberliegenden Seite. Hierzu ist die Basisplatine über die beiden nach innen herausragenden Schrauben zu heben und bis auf den Gehäuseboden abzusenken. Gleichzeitig wird die Gehäuserückwand mit eingesetzt. Über die beiden anderen noch freien, ebenfalls ins Gehäuseinnere ragenden Schrauben wird je eine weitere Futterscheibe 10 x 1,5 mm gesetzt, obwohl oder gerade weil hier keine Platinen zu halten sind. Als nächstes folgt über jede der 4 Schrauben das Aufsetzen einer Abstandsrolle 8 x 60 mm.

Nachdem auch die Gehäusefrontplatte ihre Position eingenommen hat, kann die Gehäuseoberhalbschale vorsichtig aufgesetzt werden. Das Lüftungsgitter weist hierbei zur Rückseite, d. h. es befindet sich in entgegengesetzter Position wie das Lüftungsgitter in der Gehäuseunterhalbschale, das zur Vorderseite hinweist.

Die Berücksichtigung der nachfolgenden Punkte gewährleistet eine vergleichsweise einfache Gehäuse-Endmontage:

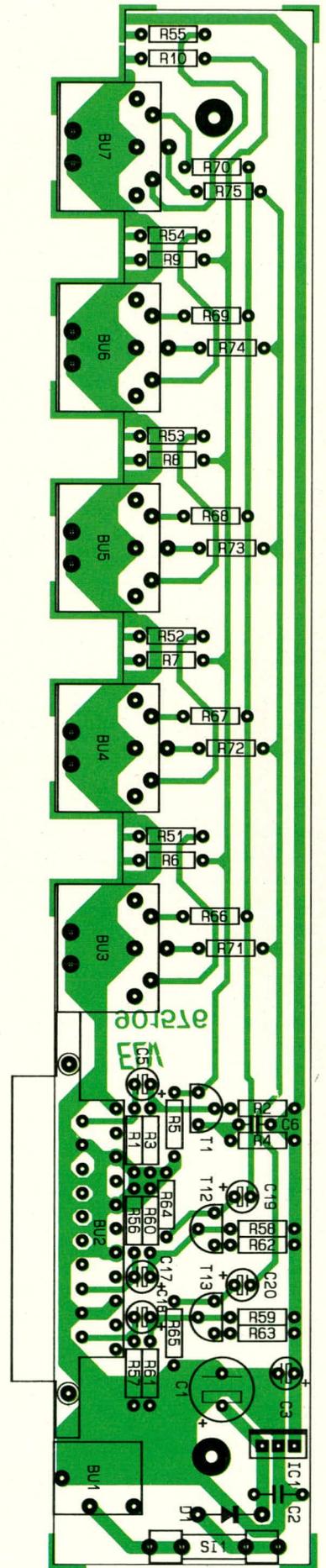
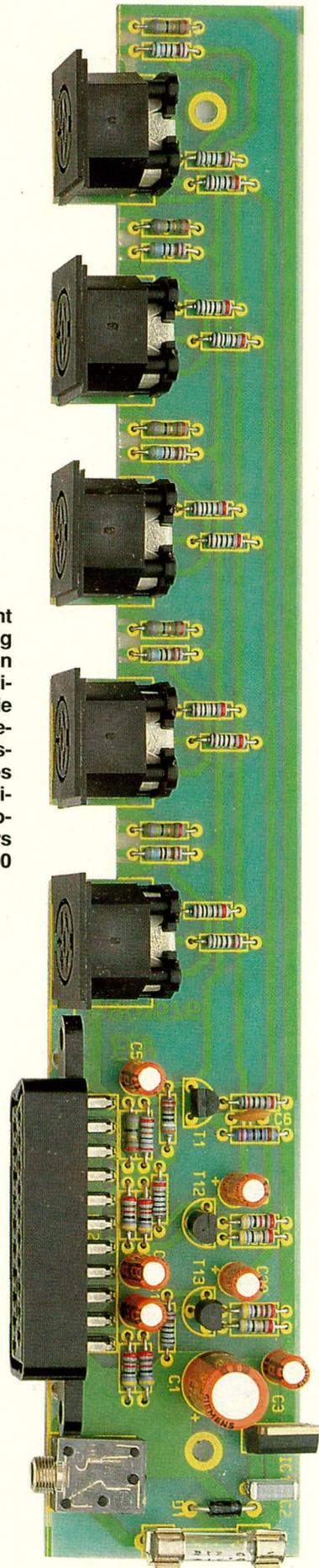
Nach Einstecken der 4 Montageschrauben M 4 x 70 mm wird die untere Halbschale ca. 10 mm angehoben und in dieser Position belassen, z. B. durch Unterlegen von einem gefalteten Taschentuch, von Bleistiften o. ä.. Hierdurch ragen die Schraubenköpfe ca. 10 bis 15 mm hervor. Der tiefere Sinn liegt darin, daß nun die innen aufgesetzten Abstandsrollen über die Schraubenenden ragen.

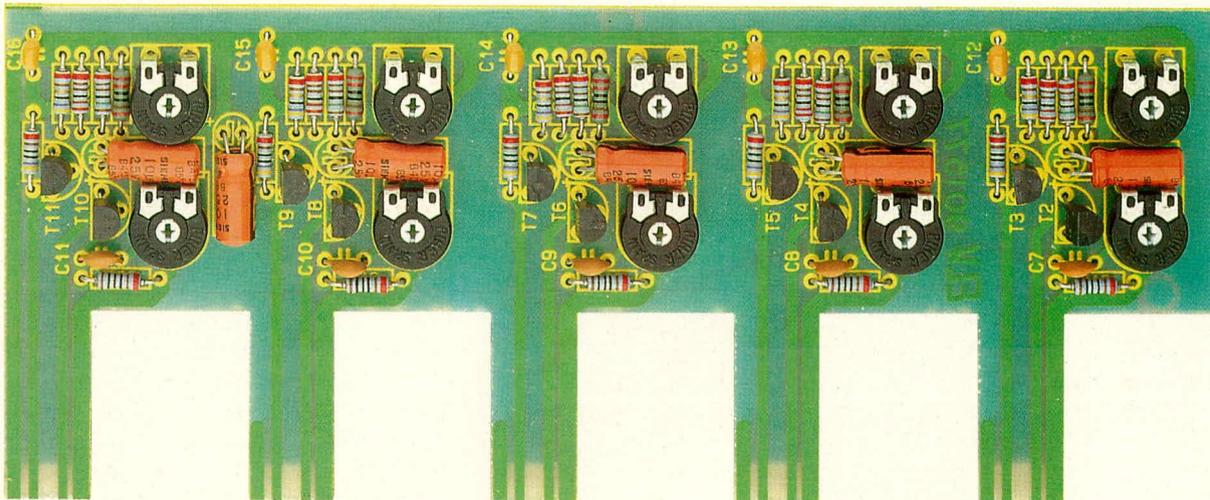
In die 4 Befestigungsbohrungen der oberen Halbschale werden von außen Führungsstifte eingesetzt (z. B. Drahtstifte oder überzählige Schrauben M 4 x 70 mm), die dann von der Oberhalbschale aus in die oben offenen vom Unterteil hochstehenden Abstandshülsen geführt werden. Die Oberhalbschale wird nun gleichmäßig auf das Unterteil abgesenkt und man kann sich in aller Ruhe auf die richtige Lage von Gehäusefront- und -rückplatte konzentrieren.

Abschließend erfolgt das Verschrauben, wobei das Gerät jeweils soweit über die Tischkante hervorgezogen wird, daß die entsprechende Schraube von unten hochgedrückt und betätigt werden kann. Der jeweilige Führungsstift fällt oben wieder heraus und die Mutter kann aufgelegt und eingezogen werden.

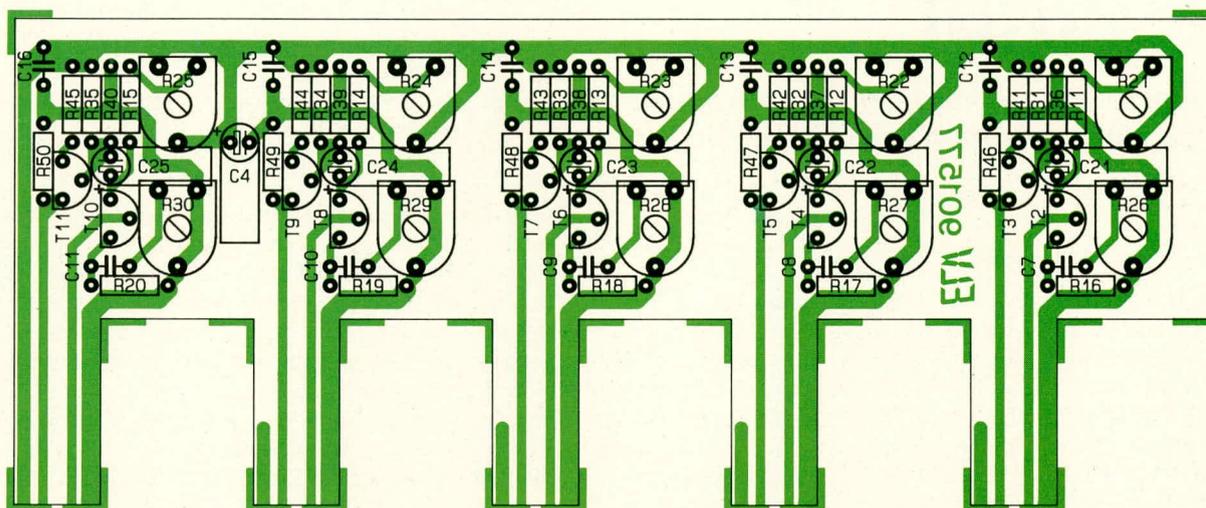
Diese zunächst etwas aufwendig klin-

**Ansicht der fertig bestückten Basisplatine sowie des Bestückungsplanes des Multi-Video-Amplifiers MVA 7000**





Ansicht der fertig aufgebauten Reglerplatte des Multi-Video-Amplifiers MVA 7000



Bestückungsseite der Reglerplatte des Multi-Video-Amplifiers MVA 7000

### Stückliste: Multi-Video-Amplifier MVA 7000

#### Widerstände

47Ω	.....	R 41-R 45, R 62, R 63
75Ω	.....	R 1, R 51-R 55
100Ω	.....	R 16-R 20, R 64-R 75
220Ω	.....	R 11-R 15
270Ω	.....	R 4
390Ω	.....	R 5
470Ω	.....	R 46-R 50
560Ω	.....	R 6-R 10
1,5kΩ	.....	R 36-R 40
2,2kΩ	.....	R 31-R 35
8,2kΩ	.....	R 2
27kΩ	.....	R 3
47kΩ	.....	R 56-R 61
Trimmer, lieg.,		
PT10, 100Ω	.....	R 21-R 25
Trimmer, lieg.,		
PF10, 500Ω	.....	R 26-R 30

#### Kondensatoren

180pF	.....	C 6
470pF	.....	C 7-C 11

47nF	.....	C 2
100nF/ker	.....	C 12-C 16
1µF/100V	.....	C 17, C 18
10µF/25V	.....	C 3-C 5, C 19-C 25
470µF/16V	.....	C 1

#### Halbleiter

BC548	.....	T 2-T 13
BC558	.....	T 1
7808	.....	IC 1
1N4001	.....	D 1

#### Sonstiges

Sicherung, 315 mA	.....	SI 1
Scartbuchse, Winkelprint	.....	BU 2
Klinkenbuchse, stereo,		
3,5 mm, print	.....	BU 1
DIN-AV-Buchse,		
print, 6polig	.....	BU 3-BU 7
1 Platinsicherungshalter		
(2 Hälften)		

gende Montagebeschreibung ist jedoch in der Praxis sehr einfach durchführbar, hat man erst die betreffenden Teile vor Augen. Zum Abschluß werden in die beiden mittleren, nicht benötigten Montagebohrungen der Gehäuseoberhalbschale Abdeckstopfen eingesetzt, um die Öffnungen zu verdecken. Sollen weitere Gehäuse aufgestapelt werden, bleiben die oberen quadratischen Gehäusevertiefungen bestehen, während sie anderenfalls mit je einem Abdeckmodul, das einzudrücken ist, zu verschließen sind.

Die äquivalenten Vertiefungen auf der Gehäuseunterseite werden mit darin einzudrückenden Fußmodulen versehen, in die zuvor je ein Gummifuß einzusetzen ist. Da die Gummifüße formschlüssig in die Bohrungen der Fußmodule passen, leistet ggf. ein kleiner Schraubendreher gute Dienste, um am Rand das Durchdrücken der Füße durch die Bohrungen zu erleichtern. Ein zusätzliches Verkleben der Abdeck- und Fußmodule in den Gehäusevertiefungen ist im allgemeinen nicht erforderlich, da diese auch so einen guten Halt gewährleisten (man denke auch an eine eventuelle spätere Demontage).

ELV



# LED-Tester

**Auf einfache Weise können mit Hilfe dieses kleinen Testgerätes alle gängigen Leuchtdioden geprüft werden.**

## Allgemeines

Als Elektroniker ist man des öfteren in der Situation, Bauelemente prüfen zu müssen. Für Widerstände steht meistens ein Meßgerät in Form eines Ohm-Meters, das in einem Multimeter integriert ist, zur Verfügung. Für Kondensatoren gibt es ein Kapazitäts- und für Induktivitäten ein Induktivitätsmeßgerät. Auch Transistortester, die ebenfalls teilweise schon in Multimetern integriert sind, werden auf dem Markt angeboten. Doch um eine Leuchtdiode zu überprüfen, bzw. deren Polarität festzustellen, muß eigens ein kleiner Meßaufbau (Netzgerät und geeigneter Vorwiderstand) erstellt werden. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde von ELV ein kleiner LED-Tester in Form einer höchst einfach aufzubauenen Schaltung konzipiert.

Für alle gängigen Leuchtdioden, angefangen bei Low-Current-LEDs bis hin zu Hochstrom-Leuchtdioden können alle gängigen Typen getestet werden und zwar sowohl auf ihre Leuchtkraft als auch im Hinblick auf ihre Polarität.

## Bedienung und Funktion

Die in einem handlichen Gehäuse untergebrachte Schaltung wird über eine ebenfalls im Gehäuse Platz findende Batterie versorgt. Grundsätzlich ist hierfür jede 9 V-Blockbatterie geeignet. Beim Einsatz von Zink-Kohle- oder auch Alkali-Mangan-Blockbatterien schwankt der vorgegebene Strom je nach „Frischegrad“ der Batterie um ca. +/- 10 %, während beim Einsatz der

neuen Lithium-Batterien (Kodak-Ultralife) eine bessere Konstanz über die Batterielebensdauer zu erwarten ist. Ein weiterer Vorteil beim Einsatz letztgenannter Batterie liegt darin, daß Standard-Batterien aufgrund ihrer Selbstentladung nach rund 2 Jahren auch ohne Benutzung weitgehend verbraucht sein können, während Lithium-Batterien nach 10 Jahren Lagerung immer noch einen hohen Anteil ihrer ursprünglichen Kapazität bereitstellen. Durch den Einsatz einer solchen Batterie ist Ihr LED-Tester somit langfristig einsatzfähig.

In der Mitte des Gehäuseunterteils befindet sich eine Schraube, die für den Batteriewechsel zu lösen ist, um den Gehäusedeckel abzunehmen. Die Batterie wird mit dem Clipp versehen und am Rande ins Gehäuse eingelegt, um nach Aufsetzen und Verschrauben des Gehäusedeckels gleich-

zeitig fixiert zu sein, da die Gehäuseinnenabmessungen den 9 V-Blockbatterien angepaßt sind.

Auf der Gehäusefrontseite sind 6 Kontaktpaare herausgeführt, die jeweils einen bestimmten Strom in eine angeschlossene LED einprägen.

Das obere Kontaktpaar läßt durch eine dort angeschlossene Leuchtdiode 2 mA fließen (z. B. für Low-Current-LEDs), während das darunter angeordnete Kontaktpaar 5 mA, das folgende 8 mA (für Standard-LEDs), das nächste 10 mA, 15 mA und das unterste 20 mA Strom durch eine dort angeschlossene LED fließen läßt.

Wird eine Leuchtdiode verpolt, kann sie hierdurch zerstört werden. Spannungen kleiner 5 V schaden LEDs in Sperrichtung üblicherweise nicht. Die hier anliegenden 9 V sind daher für einen dauerhaften Betrieb in Sperrichtung nicht geeignet, bei einem kurzen Test hingegen wird Ihre LED auch bei verpoltem Anschluß normalerweise keinen Schaden nehmen (sie leuchtet nur nicht). Wird sie anschließend gedreht, müßte die LED einwandfrei arbeiten.

Standard-Leuchtdioden werden meist mit einem Strom von 8 mA bis 10 mA betrieben, so daß beim Einsatz einer Zink-Kohle-Batterie rund 20.000 Tests mit einer Batterie möglich sind, wobei ein 5sekündiger Leuchttest zugrunde liegt. Bei Verwendung der Kodak-Ultralife sind unter gleichen Bedingungen mehr als 100.000 Leuchtdioden prüfbar. Zwar ist diese Zahl mehr theoretischer Natur, doch läßt sie erkennen, daß der Einsatz eines Netzteils nicht angebracht ist. Durch den Batteriebetrieb ist die Schaltung besonders anwenderfreundlich, da ortsunabhängig.

## Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des universellen LED-Testers dargestellt.

An die Platinenanschlußpunkte ST 1

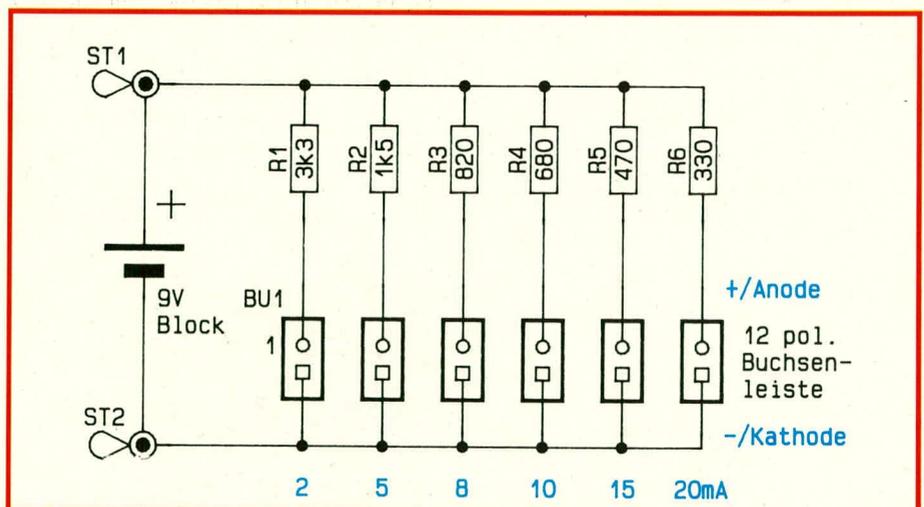


Bild 1: Schaltbild des LED-Testers

(+9 V) und ST 2 (Masse) wird die 9 V-Betriebsspannung angelegt. Für jedes Kontaktpaar ist ein separater Vorwiderstand zur Strombegrenzung vorgesehen.

Ausgehend von einer Betriebsspannung von 9 V und einem Spannungsabfall an den LEDs von 2 V fällt an den Widerständen eine Spannung von rund 7 V ab, d. h. der Strom durch die angeschlossenen LEDs beträgt 2 mA, 5 mA, 8 mA, 10 mA, 15 mA bzw. 20 mA. Leichte Abweichungen spielen hierbei keine Rolle, da das menschliche Auge ohnehin Helligkeitsschwankungen im Bereich von +/-10 % ohne einen direkten Vergleich nicht bewerten kann.

Auf einen Schalter zur Betriebsspannungsunterbrechung konnte verzichtet werden, da ohne angeschlossene Test-LED kein Strom fließt.

### Zum Nachbau

Die Bestückung der kleinen Leiterplatte wird anhand des Bestückungsplanes in folgender Reihenfolge vorgenommen:

Zunächst werden die 6 Widerstände R 1 bis R 6 auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Als nächstes wer-

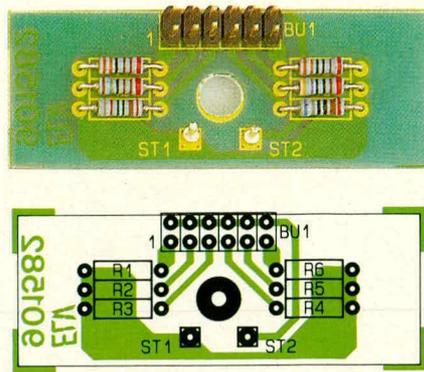


Foto und Bestückungsplan der Platine des LED-Testers

den 2 je 6polige Kontakteleisten nebeneinander an die entsprechenden Stellen gesetzt und ebenfalls auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Anschlüsse des 9 V-Batterieclips sind an die zugehörigen Platinenanschlußpunkte ST 1 (+9 V/rot) und ST 2 (-9 V/schwarz) direkt anzulöten, d. h. die beiden vorverzinnten Leitungsenden werden von der Bestückungsseite aus durch die zugehörigen Bohrungen gesteckt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

### Stückliste: LED-Tester

#### Widerstände

330Ω .....	R 6
470Ω .....	R 5
680Ω .....	R 4
820Ω .....	R 3
1,5kΩ .....	R 2
3,3kΩ .....	R 1

#### Sonstiges

- 2 Buchsenleisten, 6polig
- 1 Batterieclip

Für den Einbau ins Gehäuse wird die Leiterplatte mit ihrer Bestückungsseite voran in die Gehäuseoberhalbschale eingelegt. Hierbei faßt der zentrale Befestigungsstift in die mittlere Leiterplattenbohrung. Nach Anschluß der Batterie und Aufsetzen des Gehäuseunterteils kann die Verschraubung und damit die gleichzeitige Fixierung der Leiterplatte erfolgen. Dem Einsatz dieser kleinen und nützlichen Schaltung steht damit nichts mehr im Wege. **ELV**

# S-VHS/FBAS-Konverter

Zur Umsetzung von Super-VHS- in FBAS-Signale dient diese Schaltung.

## Allgemeines

Der S-VHS/FBAS-Umsetzer erweitert die bereits recht umfangreiche Palette der ELV-

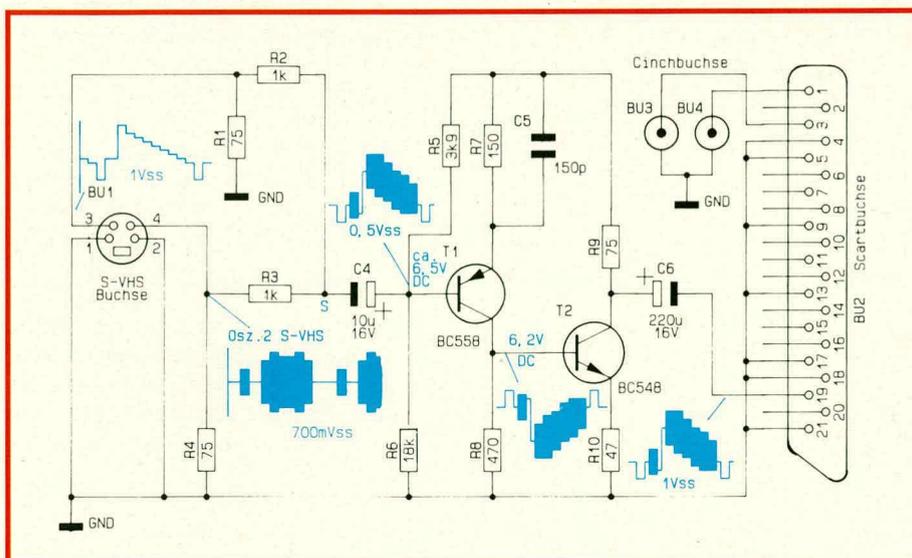
Video-Konverter. So dient diese Schaltung z. B. dazu, Super-VHS-Camcorder mit einer Scart-Buchse auszustatten, so daß über ein normales Scart-Kabel auch Standard-Fernsehgeräte als Kontrollmonitor bzw. Stan-

dard-VHS-Videorecorder angeschlossen werden können. Des weiteren besteht die Möglichkeit, S-VHS-Recorder auf einfache Weise mit einer zweiten Scart-Buchse auszustatten. Dadurch kann z. B. ein Standard-VHS-Recorder zur Aufzeichnung sowie ein Standard-Farbfernsehgerät zur Wiedergabe gleichzeitig gespeist werden.

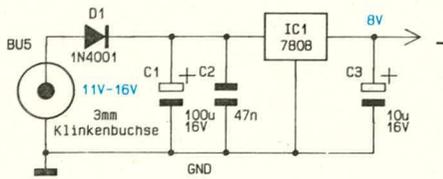
## Zur Schaltung

Die Einspeisung des Super-VHS-Signals erfolgt vom S-VHS-Recorder kommend an der Mini-DIN-Buchse BU 1. Das BAS-Signal gelangt von Pin 3 kommend über R 2 und das F-Signal von Pin 4 über R 3 auf den gemeinsamen Summationspunkt „S“, d. h. es findet eine Verknüpfung statt. Hierbei werden beide Signale auf die halbe Amplitude heruntergeteilt. Die Widerstände R 1 und R 4 dienen in diesem Zusammenhang als Abschlußwiderstände für die Eingangssignale.

Wenn wir von den normgerechten Eingangssignalen  $BAS = 1 V_{ss}$  und  $F = 600 mV_{ss}$  ausgehen, steht jetzt am Summationspunkt „S“ bereits ein FBAS-Signal an, allerdings mit einer Amplitude von  $0,5 V_{ss}$ . Dieses



Schaltbild des S-VHS/FBAS-Konverters



**Netzteilsschaltbild zum S-VHS/FBAS-Konverter**

Videosignal gelangt über C 4 auf die Basis der mit T 1 aufgebauten ersten Video-Verstärkerstufe. Der Arbeitspunkt wird durch die Spannungsteilerwiderstände R 5, R 6 festgelegt, während die Verstärkung dieser

Die Audiosignale des linken und rechten Stereokanals werden von den beiden Cinch-Buchsen direkt auf die entsprechenden Pins (3,1) der Scart-Buchse geführt.

rend die Kondensatoren C 2 und C 3 zur Schwingneigungsunterdrückung dienen.

### Das Netzteil

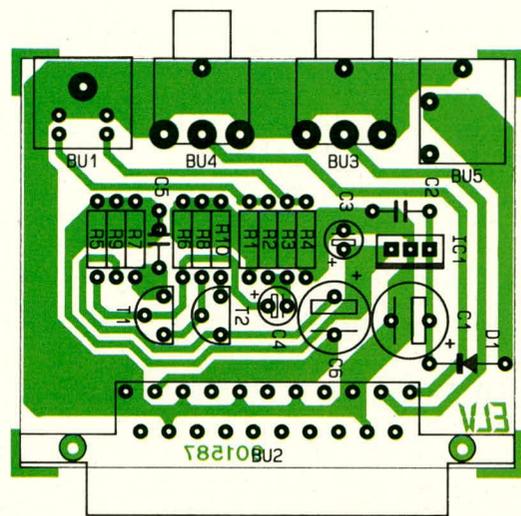
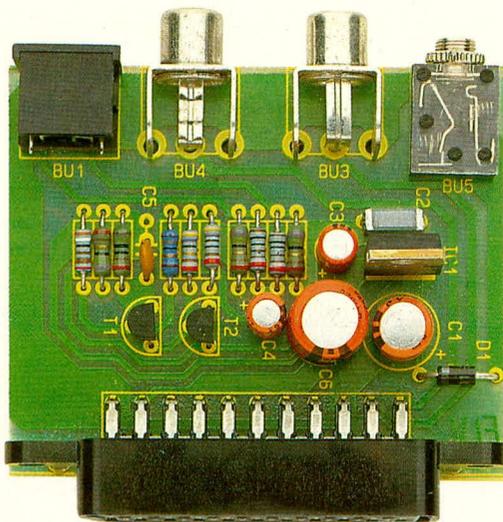
An der Klinkenbuchse BU 5 kann jede beliebige unstabilisierte Gleichspannung zwischen 10 V und 16 V angelegt werden. Diese Gleichspannung gelangt über die Verpolungsschutzdiode D 1 auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1. Am Ausgang dieses Festspannungsreglers steht eine stabilisierte Gleichspannung von 8 V zur Verfügung. Der Kondensator C 1 dient zur Pufferung der Gleichspannung, wäh-

### Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente einschließlich der 5 Printbuchsen sind auf einer einzigen übersichtlichen Leiterplatte untergebracht. Hierdurch gestaltet sich der Nachbau besonders einfach.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Da keinerlei besonders empfindliche Bauelemente verwendet werden, sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen beim

**Ansicht der fertig aufgebauten Platine des S-VHS/FBAS-Konverters**



**Bestückungsplan des S-VHS/FBAS-Konverters**

Stufe durch das Verhältnis der Widerstände R 7 zu R 8 bestimmt wird. R 7 bewirkt zusätzlich eine Gleichstromgegenkopplung und dient somit zur Arbeitspunktstabilisierung. C 5 hebt diese Stromgegenkopplung wechselstrommäßig bei hohen Frequenzen teilweise auf, wodurch eine Optimierung des Frequenzganges der gesamten Verstärkerschaltung erfolgt.

Das Videosignal wird am Kollektor mit einer Phasendrehung von 180° ausgekoppelt und auf die Basis des Transistors T 2 gegeben. Die Festlegung des Gleichspannungs-Arbeitspunktes dieser zweiten Stufe erfolgt von der ersten Verstärkerstufe aus. R 9 und R 10 legen die Verstärkung dieser zweiten Stufe fest, wobei R 9 gleichzeitig den Ausgangswiderstand bestimmt.

Mit der zweiten Transistorstufe wird das Videosignal nochmals um 180° gedreht, so daß am Ausgang, bezogen auf den Eingang, die Phasenlage übereinstimmt.

Das so aufbereitete Videosignal gelangt über C 6 auf Pin 19 der Scart-Buchse BU 2.

Ausgehend davon, daß der Eingang des hier angeschlossenen Videogerätes ebenfalls mit 75 Ω abgeschlossen ist, liegt hier jetzt ein FBAS-Signal mit einer normgerechten Amplitude von 1 V<sub>ss</sub> an.

### Stückliste: S-VHS-FBAS-Konverter

#### Widerstände

47Ω	.....	R 10
75Ω	.....	R 1, R 4, R 9
150Ω	.....	R 7
470Ω	.....	R 8
1kΩ	.....	R 2, R 3
3,9kΩ	.....	R 5
18kΩ	.....	R 6

#### Kondensatoren

150pF	.....	C 5
47nF	.....	C 2
10µF/16V	.....	C 3, C 4
100µF/16V	.....	C 1
220µF/16V	.....	C 6

#### Halbleiter

7808	.....	IC 1
BC548	.....	T 2
BC558	.....	T 1
1N4001	.....	D 1

#### Sonstiges

S-VHS-Buchse, print	.....	BU 1
Scartbuchse, Winkelprint	.....	BU 2
Cinchbuchse, print	.....	BU 3, BU 4
Klinkenbuchse, stereo, 3,5mm	.....	BU 5

Aufbau zu beachten, außer natürlich der nötigen Sorgfalt.

Vor der ersten Inbetriebnahme ist die korrekte Einbaulage der Transistoren, Elkos sowie der Diode und des Festspannungsreglers zu prüfen.

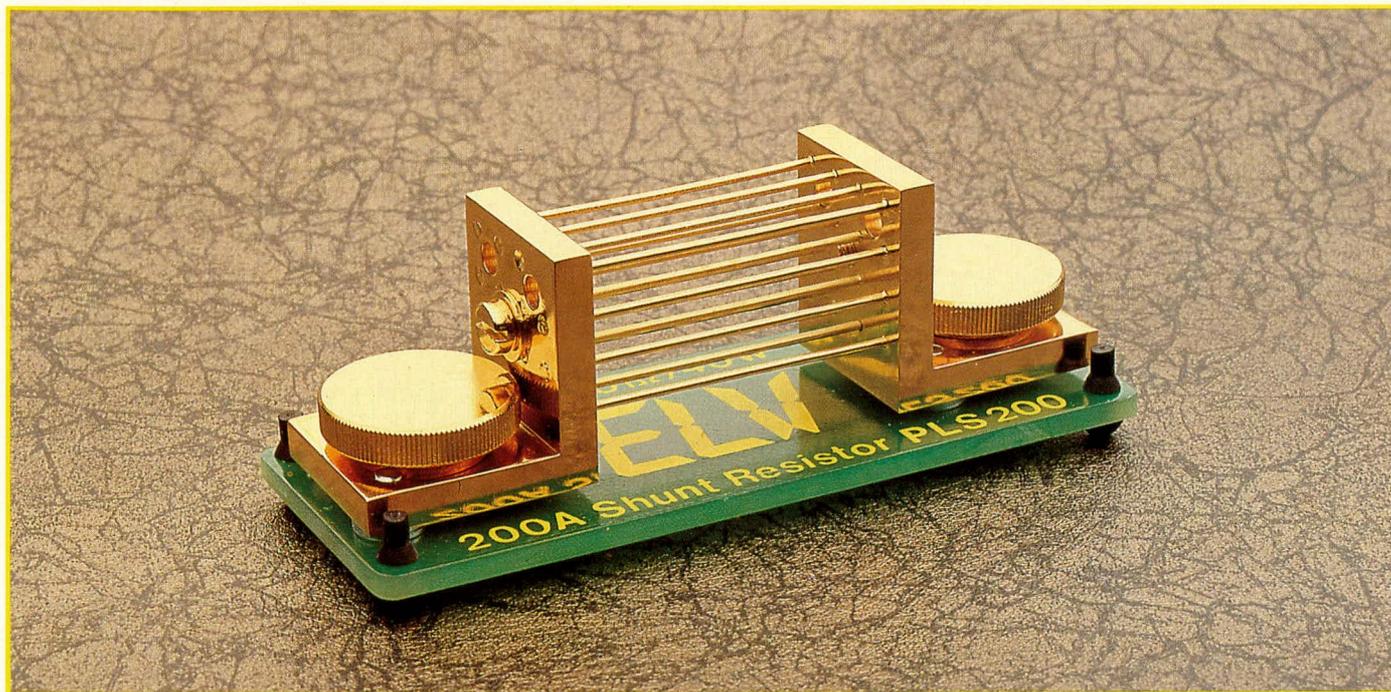
### Anschluß und Bedienung

Von Bedienung kann bei dieser recht einfach zu handhabenden Schaltung kaum die Rede sein, zumal keinerlei Einstellregler vorhanden bzw. Abgleichmaßnahmen erforderlich sind.

Der Anschluß erfolgt über normgerechte Buchsen. Zunächst wird ein 12 V-Steckernetzteil an die 3, 5 mm Klinkenbuchse angeschlossen. Die Stromaufnahme liegt bei lediglich rund 50 mA (30 mA bis 70 mA).

Der S-VHS-Recorder wird an die Mini-DIN-Buchse angeschlossen. Für die Einspeisung der Audio-Signale stehen die beiden Cinch-Buchsen zur Verfügung (bei Mono-Recordern wird nur die linke Buchse besaltet).

Über die Scart-Buchse kann jetzt das FBAS-Signal einschließlich der Audiosignale abgenommen werden. **ELV**



# 200 A-Präzisions-Leistungs-Shunt PLS 200

## Präzision in Gründerzeitqualität

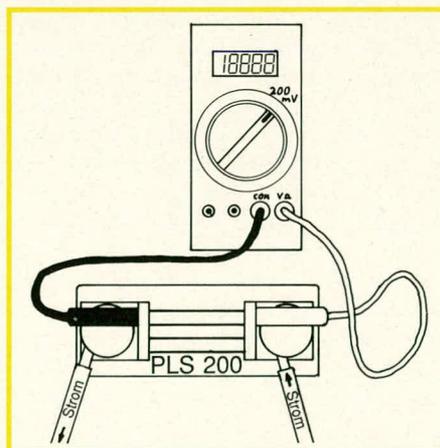
*Der Hochleistungsshunt PLS 200 erweitert den Strommeßbereich von Multimetern auf 200 A. Damit die hohe Genauigkeit von 0,1 % (!) sichergestellt werden kann, sind sämtliche Anschlußkomponenten einschließlich der massiven Messingböcke hartvergoldet, wodurch sich neben dem technischen Nutzen ein besonders ästhetisches Äußeres ergibt.*

### Der PLS 200

Erweiterungen des Strom-Meßbereiches marktüblicher Multimeter sind bisweilen wünschenswert, erfordern aber leistungsstarke, eng tolerierte externe Meßwiderstände mit extrem niedrigen Widerstandswerten im Milliohm-Bereich. Der von ELV konzipierte Präzisions-Leistungs-Shunt PLS 200 entspricht diesen Forderungen in hervorragender Weise und kann bis zu 200 A belastet werden.

Als sinnreiches technisches Produkt von außergewöhnlich hoher optischer Ästhetik ist er darüber hinaus auch als Design-Objekt und Blickfang einsetzbar.

Der PLS 200 besitzt einen Innenwiderstand von 1,000 mΩ und ruft somit einen Spannungsabfall von 200 mV bei einem Strom von 200 A hervor. Das angeschlossene Multimeter wird somit in den 200 mV-Spannungsmessbereich gebracht, und die



**Bild 1: Beschaltung des PLS 200**

angezeigten Werte entsprechen direkt dem Strom in Ampere.

Die Maximalbelastung von 40 W besitzt ausschlaggebenden Einfluß auf Baugröße und Design des PLS 200. In Abbildung 1

ist eine Prinzip-Anschlußskizze für den praktischen Einsatz gezeigt. Als Anschlußmöglichkeit bietet der PLS 200 auf jeder Seite 2 Bananenbuchsen (4 mm), 1 Schraubterminal M 4 sowie zum Anschluß dicker Leitungen bis 16 mm<sup>2</sup> eine Rändel-Klemmschraube M 6. Zur Vermeidung von Thermospannungen bestehen alle beweglichen Kontakteile aus demselben Material wie die Anschlußböcke und sind ebenfalls galvanisch hartvergoldet.

Zum Einsatz kommen insgesamt 80 cm hochwertiger Manganin-Widerstandsdraht von 1,2 mm Durchmesser, aufgeteilt in 16 parallelgeschaltete Zweige, und als Anschlußböcke 2 hartvergoldete Winkel aus massivem Automatenmessing 30 x 25 x 5 mm, in denen sich alle erforderlichen Montage- und Anschlußbohrungen befinden.

Bemerkenswerterweise konnte bei der Verbindung zwischen Anschlußbock und Widerstandsdraht auf Hartlot verzichtet

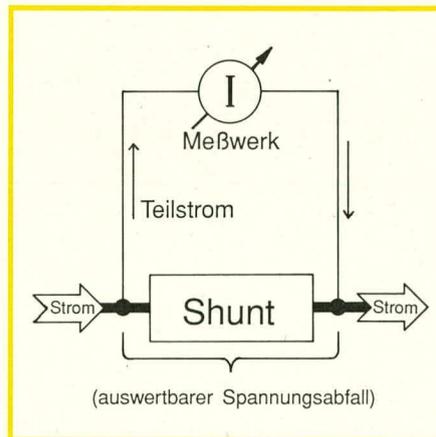
werden, da die vorgesehenen Präzisions-Weichlotverbindungen eine Kontaktfläche von 20 mm<sup>2</sup> aufweisen und dadurch ganz hervorragende Übergangseigenschaften besitzen. Ein Vorteil dieser Technik liegt darin, daß die gesamte Einheit auch im Eigenbau leicht erstellt werden kann, was neben Preisvorteilen den beachtlichen Genauß am Selbstbau eines derart schönen „Gerätes“ beschert. Der entscheidende Vorgang des Verlötns der insgesamt 32 Drahtenden mit den Anschlußböcken läuft aufgrund konstruktiver Feinheiten quasi selbsttätig ab und verlangt, außer einer geeigneten Heizplatte (Elektroherd), weder Spezialgerät noch besondere handwerkliche Fertigkeiten. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch ausführlich ein.

Montiert ist die gesamte Shunteinheit über 4 Schrauben M 4 x 10 mm und 4 x 2 Unterlegscheiben 0,6 mm auf einer Epoxid-Glasfaserplatte 105 x 40 x 3,2 mm, die ihrerseits auf eingerasteten Gummifüßen steht. Es wird zwar vermutlich nur sehr selten vorkommen, daß die Auslegungsbelastbarkeit des PLS 200 für längere Zeit beansprucht wird; auf jeden Fall aber ist durch den beschriebenen Aufbau eine ausreichende thermische Isolation zum Untergrund gewährleistet.

## Grundlagen

Bevor die digitalen, elektronischen Meßsysteme aufkamen, verwendete man für elektrische Messungen fast ausschließlich Drehspulinstrumente (Galvanometer), in denen unter Ausnutzung der Lorentz-Kraft ein Stromfluß durch eine Meßspule direkt in einen entsprechenden Zeigerausschlag umgesetzt wird. Da man auch sehr kleine Ströme messen will, baut man die Galvanometer ziemlich empfindlich; ein typischer Wert ist z. B. ein Innenwiderstand von 50  $\Omega$  und ein Vollausschlag bei 50  $\mu\text{A}$ . Wissenschaftliche Instrumente, wie sie zum Teil noch heute hergestellt werden und für bestimmte ultrafeine Messungen auch nach wie vor unverzichtbar sind, verwenden übrigens noch weit empfindlichere Galvanometer auf gepufferten zentnerschweren Fundamenten, bei denen der Zeiger durch einen Spiegel ersetzt ist, der im Vakuum an einem langen, mikroskopisch dünnen Torsions-Glasfaden aufgehängt ist. Es gab sogar einmal eine industrielle Serienausführung, die hierzu einen Spinnwebfaden benutzte.

Hohe Ströme werden auf einfache Weise dadurch gemessen, daß parallel zum Innenwiderstand des Meßwerkes ein vergleichsweise kleiner Zusatzwiderstand geschaltet wird, über den dann ein Großteil des zu messenden Stromes fließt: ein sogenannter Shunt (spricht: „Schannt“). Durch



**Bild 2: Die Bypasswirkung eines Shuntwiderstandes**

die so erreichte Stromaufteilung bleibt das Meßwerk auch bei beträchtlichen Strömen unbeschädigt „im grünen Bereich“ und liefert nach wie vor stromproportionale Anzeigewerte, deren Skalenfaktor vom jeweiligen Shunt abhängt.

Eine Strommeßbereichsumschaltung von Multimetern ist also im Prinzip nichts anderes als das Zu- oder Wegschalten entsprechender Shunts.

Beispiel: Das oben genannte Meßwerk besitzt einen Innenwiderstand von 50  $\Omega$  und erreicht den Vollausschlag bei 50  $\mu\text{A}$ , woraus sich ein entsprechender Spannungsabfall von 2,5 mV errechnen läßt. Soll der Meßbereich auf z. B. 10 A erweitert werden, so ist lediglich ein entsprechender Shunt parallelzuschalten, an dem bei 10 A gerade 2,5 mV Spannung abfallen. Hierzu ist nach dem ohmschen Gesetz ein Wert von 0,25 m $\Omega$  erforderlich. (Genaugenommen muß der Gesamtwiderstand von Meßwerk und parallelgeschaltetem Shunt 0,25 m $\Omega$  betragen, d. h. der Shunt selbst einen Wert von 0,25000125 m $\Omega$  besitzen, was aufgrund des großen Verhältnisses zwischen Meßgeräte-Innenwiderstand und parallel liegendem Shunt jedoch mehr theoretischer denn praktischer Natur ist). In Abbildung 2 ist das Prinzip einer Strommessung mit einem Shunt-Widerstand gezeigt.

Digital-Multimeter führen keine unmittelbare Umsetzung eines Stromes in den zugehörigen Anzeigenwert durch, sondern messen vielmehr Spannungen. Wie aber unser Beispiel zeigt, ist diese Unterscheidung bedeutungslos, da auch Galvanometer, je nach Innenwiderstand, als spannungsanzeigende Instrumente aufgefaßt werden können (in unserem Beispiel: Vollausschlag bei 2,5 mV).

Fast alle Digital-Multimeter besitzen ihren genauesten, empfindlichsten Meßbereich bei 200 mV, und die internen Shunts der Strommeßbereiche sind entsprechend darauf ausgelegt: 1 k $\Omega$  bei 200  $\mu\text{A}$ , 1  $\Omega$  bei 200 mA, 0,01  $\Omega$  bei 20 A. Diese 20 A stellen den

Höchstwert des technisch sinnvoll Machbaren in einem Multimetergehäuse praktischer Größe dar, da am entsprechenden Shunt bereits eine Leistung von 4 W freigesetzt wird, die in einem engen Multimetergehäuse nun mangelhaft abgeführt werden kann. Die Messungen sind daher im allgemeinen vergleichsweise ungenau und drifftreudig, weshalb dem 20 A-Meßbereich vieler Hand-Multimeter allenfalls kurzzeitig eine gewisse Aussagekraft zuzubilligen ist.

## Messen mit dem PLS 200

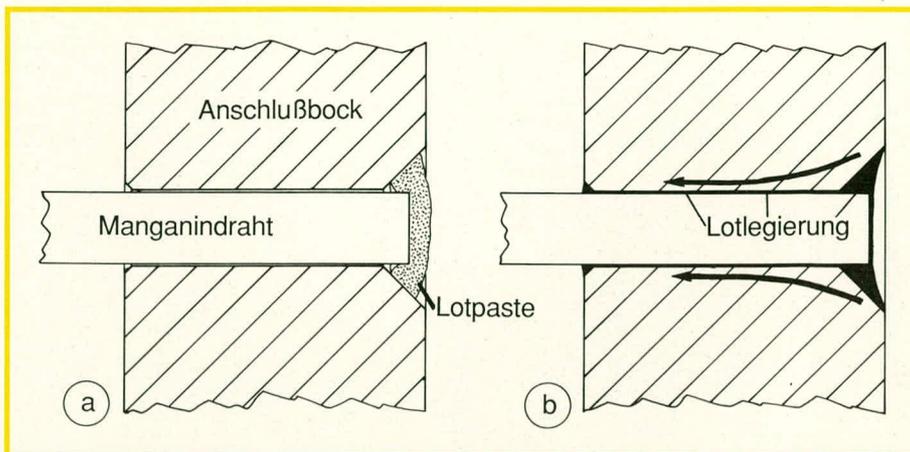
2 Bananenbuchsen des PLS 200 werden mit den Spannungseingängen des Multimeters verbunden. Als Meßbereich wird „200 mV“ gewählt. Die angezeigten Maßzahlen entsprechen dann unmittelbar dem durch den Shunt fließenden Strom in Ampere, so daß je nach Auflösung und Stellenzahl des Multimeters eine Ablesung auf 0,1 A (3,5stellig) oder 0,01 A (4,5stellig) möglich ist. Der zu messende Strom wird hierbei über die Terminalschrauben, die Rändelschrauben M 6 oder auch die jeweils zweiten Bananenbuchsen durch den Shunt geleitet. Es gibt Bananenstecker für einen Nennstrom bis zu 60 A, so daß unter Einsatz entsprechender Stecker diese Ströme über die Bananenbuchsen des PLS 200 zugeführt werden können. Größere Ströme sind in jedem Fall mit ausreichend starken Anschlußleitungen über die Schraubverbindungen zuzuführen. Die zulässige Dauerbelastung des PLS 200 beträgt 40 W, sofern ausreichende Konvektionskühlung sichergestellt ist.

## Zum Nachbau

Der Aufbau des PLS 200 beschränkt sich auf das Zusammensetzen und Ausrichten der 16 Widerstandsdrähte mit den 2 Anschlußböcken, den Lötvorgang, den Abgleich und die Endmontage.

## Zusammensetzen und Ausrichten

Die Anschlußböcke werden von oben mit jeweils 2 Montageschrauben M 4 x 10 mm versehen, wobei die Schraubenenden unten etwa 2 mm hervorragen sollen. Mit zueinanderweisenden Kontaktflächen werden die Anschlußböcke dann so auf die Montage-Glasfaserplatte gestellt, daß die überstehenden Schraubenenden in die entsprechenden Bohrungen der Platte einrasten. Hierdurch wird der Soll-Abstand hergestellt, und es können nun nacheinander die 16 Manganin-Drähte mit einem Durchmesser von 1,2 mm und einer Länge von 50 mm schnurgerade durch die gegenüberstehenden Kontaktbohrungen mit einem Durchmesser von 1,25 mm gefädelt werden. Danach erfolgt das gleichmäßige Aus-



**Bild 3: Löten des PLS 200 unter Ausnutzung von Kapillarkräften (Detail)**  
**a): Ausgangszustand**      **b): Endzustand**

richten der 16 Drähte, so daß die Enden beidseitig auf gleicher Tiefe in den angesenkten Kontaktbohrungen liegen.

Nun wird jede der Kontaktbohrungen rückflächenbündig mit SMD-Lotpaste aufgefüllt, wie dies in Abbildung 3a zu sehen ist.

### Der Lötvorgang

Das Verlöten der 32 Kontaktstellen erfolgt simultan über eine plane, ausreichend große elektrische Kochplatte. Hierzu wird die Einheit zunächst, zusammen mit der Montageunterlage, in ihre unmittelbare Nähe transportiert, danach vorsichtig jede Montageschraube wieder ausgedreht und der Shunt ohne Veränderung des Abstandsmaßes auf die kalte Herdplatte gestellt. Beide Schenkel der Anschlußbockel müssen plan aufliegen. Die Herdplatte ist nun solange einzuschalten (auf mittlere Stufe), bis sich die Lotpaste verflüssigt, was am schlagartigen Blankwerden der Lötstellen erkennbar ist. In diesem Moment bewirken die Kapillarkräfte im haarfeinen Spalt zwischen Draht und Bohrungswand eine intensive Durchströmung und Ausfüllung mit Lotlegierung, und der in Abbildung 3b gezeigte Zustand stellt sich ein.

Das Lot sollte nicht unnötig lange im flüssigen Zustand gehalten werden. Sobald die Heizplatte abgeschaltet ist, muß daher die Shunteinheit unter die Lot-Schmelztemperatur abgekühlt werden (etwa durch kurzes, gleichmäßiges Anblasen mit einem Föhn), wird dann mit der Zange von der heißen Platte genommen und auf die Montageplatte zurückgestellt, wo sie vollends abkühlen kann.

### Der Abgleich

Ein Widerstandswert von 1 mΩ kann nur in Ausnahmefällen, mit sehr speziellem Gerät, direkt gemessen werden. Zum Abgleich ist daher ein möglichst stromstabiles Netzgerät (z. B. SNT 7000) sowie ein

genaues Multimeter erforderlich. Der Shunt wird in Reihe mit einem möglichst genauen Strommesser an das Netzgerät angeschlossen und mit einem Strom von knapp 2 A beaufschlagt.

An den beiden Meßspannungsanschlüssen des PLS 200 wird nun der Spannungsabfall am Shunt gemessen und nach der Formel  $R = U : I$  der Ist-Widerstand bestimmt. Dieser müßte bei korrektem Einhalten des festgelegten Abstandsmaßes um

**Tabelle 1**

Korrektur (%) → Restdicke (mm)

+0,1 → 1,15	+0,9 → 0,95
+0,2 → 1,11	+1,0 → 0,93
+0,3 → 1,08	+1,1 → 0,92
+0,4 → 1,06	+1,2 → 0,90
+0,5 → 1,03	+1,3 → 0,88
+0,6 → 1,01	+1,4 → 0,86
+0,7 → 0,99	+1,5 → 0,85
+0,8 → 0,97	+1,6 → 0,83

etwa 1,1 % unter dem Sollwert liegen und muß nun im Verlauf des Abgleiches entsprechend angepaßt werden.

Der Abgleich erfolgt durch gleichmäßig tiefes, flaches (!) Anfeilen eines der 16 Shunt-Drähte über die gesamte Länge bis etwa 1 mm an die Anschlußbockel heran. Hierzu ist eine flache Schlüsselfeile zu verwenden. Aus optischen Gründen ist zum Abgleich der rechts- oder linksuntere Draht zu empfehlen.

Wie tief der Draht abgefeilt werden muß, hängt von der erforderlichen Korrekturgröße ab. Während des Feilens kann intermittierend oder auch kontinuierlich weitergemessen werden. Tabelle 1 gibt die Restdicke des Drahtes in Abhängigkeit von der Korrekturgröße an. Je mehr Material abgefeilt wird, desto mehr erhöht sich der Widerstandswert. Auf keinen Fall sollte ein Widerstandsdraht weiter als bis zur

halben Stärke angefeilt werden. Nötigenfalls ist ein weiterer Widerstandsdraht zu bearbeiten.

Sollte versehentlich zu weit abgefeilt worden sein, kann durch punktwises Anbringen von Lötzinn auch wieder in Richtung eines niedrigeren Widerstandswertes abgeglichen werden. Dies sollte jedoch wenn irgend möglich vermieden werden, da hierdurch die Belastbarkeit etwas absinkt, weil sich das Lötzinn bei 183°C wieder verflüssigt.

Wenn der PLS 200 längere Zeit in der Nähe der Vollast betrieben wurde, überzieht sich die Oberfläche der Manganindrähte mit einer dünnen Oxidschicht. Sicherheits halber sollte der Shunt danach noch einmal nachgemessen (und evtl. abgeglichen) werden.

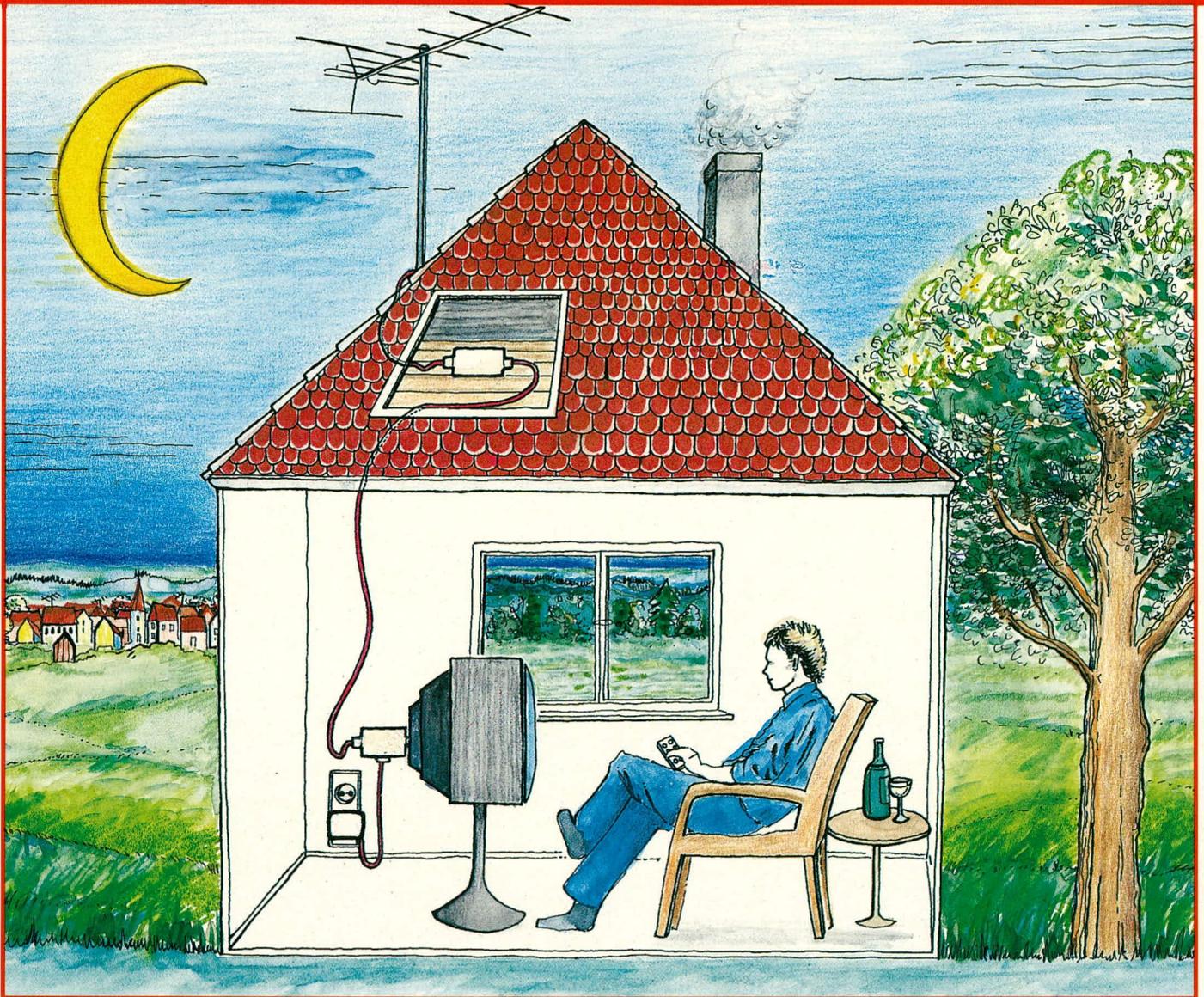
### Die Endmontage

Von unten werden 4 Schrauben M 4 x 10 mm durch die entsprechenden Bohrungen der Montageplatte gesteckt und auf der Oberseite zur Erzielung eines Mindestabstandes mit jeweils 2 Unterlegscheiben 0,6 mm versehen. Darüber wird der Shunt gesetzt und angeschraubt. Die 4 Ecken der Montageplatte werden mit den Gummifüßen bestückt. Hierzu werden diese von unten in die vorgesehenen Bohrungen gedrückt und mit einer geeigneten Flachzange am oben hervorstehenden Nippel eingezogen (Nachfassen erforderlich!), bis der Rastkragen hindurchgezogen ist. Der hochstehende Einzugsnippel kann dann auf Wunsch oberhalb des Kragenansatzes abgekniffen werden.

Nachdem die vergoldeten Terminalschrauben M 4 mit den zugehörigen Unterleggringen sowie entsprechend die Rändelschrauben M 6 eingesetzt sind, steht dem Einsatz des PLS 200 nichts mehr im Wege. **ELV**

### Stückliste PLS 200

- 2 Anschlußbockel 30 x 30 x 25 x 5 mm, Messing, vergoldet
- 2 Rändelmuttern M 6 x 10, Messing, vergoldet
- 2 Unterlegscheiben M 6, Messing, vergoldet
- 2 Terminalschrauben M 4 x 8, Messing, vergoldet
- 2 Unterlegscheiben M 4, Messing, vergoldet
- 4 Schrauben M 4 x 10, vergoldet
- 8 Unterlegscheiben M 4 x 0,6 mm, vergoldet
- 1 Grundplatte 105 x 40 x 3,2 mm, Epoxid-Glasfaser
- 4 Gummifüße, einrastend
- 16 Manganin-Widerstandsdrähte  
 $\varnothing$  1,2 x 50 mm



# Breitband- Antennenverstärker 40 MHz bis 860 MHz

*Dieser anspruchsvolle Antennenverstärker ist für sämtliche Fernsehkanäle von VHF bis UHF sowie für den UKW-Rundfunkempfang geeignet. Neben der großen Bandbreite zeichnet sich die Schaltung durch eine hohe Verstärkung von 20 dB (!) sowie eine Phantom-Speisung aus.*

## Allgemeines

Zur Erhöhung des Empfangssignals leistet ein Antennenverstärker wertvolle Dienste. Damit jedoch nicht das Rauschen, sondern das Nutzsignal verstärkt wird, ist es sinnvoll, einen Antennenverstärker möglichst nahe an die Signalquelle, d. h. in unserem Fall an die Antenne heranzubringen, um Verluste auf den Zuleitungen zu vermeiden (das Signal-Rauschverhältnis wird immer ungünstiger, je länger die Verbindungsleitung zwischen Antenne und Verstärkereingang ist).

Der ELV-Antennenverstärker ist so konzipiert, daß er mit nur einer kurzen Verbindungsleitung zur Antenne versehen unmittelbar in deren Nähe angebracht werden kann, ohne daß dort eine separate Stromversorgung erforderlich ist.

Seine Versorgungsspannung erhält der Verstärker in Form einer Phantom-Speisung, d. h. über die Antennenleitung.

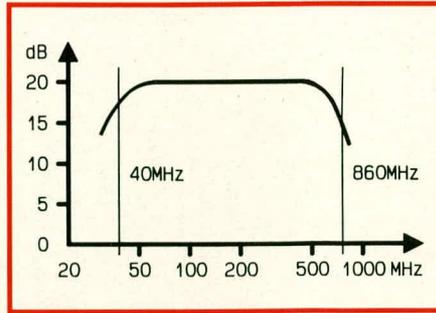
In Abbildung 1 ist der sehr breitbandige und ausgeglichene Kurvenverlauf der Verstärkung gezeigt.

## Einsatz und Funktion

Eingefügt wird der Antennenverstärker in eine bestehende Steckverbindung, in der Nähe der Antenne. Die Steckverbindung wird aufgetrennt und der Stecker, der von der Antenne kommenden Leitung, wird in die zugehörige Eingangsbuchse des ELV-Antennenverstärkers eingesteckt, während der Ausgangsstecker dieses Verstärkers mit der Buchse der zum Fernsehgerät weiterführenden Leitung verbunden wird. Im Bereich der Antenne sind keine weiteren Arbeiten erforderlich.

Über den ELV Antennenverstärker erfolgt nun eine Signalanhebung um ca. 20 dB, so daß auf den Leitungen auftretende Verluste einen deutlich geringeren Einfluß auf das Signal-Rauschverhältnis besitzen und am Leitungsende, d. h. am Antenneneingang des zu speisenden Fernsehgerätes ein höherer Signal-Nutzpegel bereitsteht.

Da es sich um einen aktiven Verstärker handelt, ist selbstverständlich eine Stromversorgung erforderlich. Diese wird dem Antennenverstärker, ohne zusätzliche Versorgungsleitung, direkt über die bereits bestehende Antennenleitung<sup>2</sup> zugeführt.



**Bild 1: Kurvenverlauf der Verstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz**

Diese Art der Speisung nennt man „Phantom-Speisung“.

Hierzu wird die Speiseeinheit in die Steckverbindung am Antenneneingang des Fernsehgerätes eingefügt. Der Antennenstecker wird am Fernsehgerät abgezogen und in die Eingangsbuchse der Phantom-Speiseeinheit eingesteckt und anschließend der Ausgangsstecker dieser Speiseeinheit in die Antenneneingangsbuchse des Fernsehgerätes gesteckt.

Die Versorgungsspannung für die Phantom-Speiseeinheit muß im Bereich zwischen 5 V und 8 V liegen. Hierzu kann sowohl ein stabilisiertes 5 V bis 8 V-Steck-

kernetzteil dienen als auch eine ungestabilisierte Version. Letztgenannte Version gibt im Leerlauf bzw. bei der hier vorliegenden geringen Belastung von wenigen mA im allgemeinen eine höhere Ausgangsspannung ab, als der aufgedruckte Nennspannung unter Vollast entspricht. Aus diesem Grund ist bei Einsatz eines ungestabilisierten Steckernetzgerätes der Wahlschalter auf 4,5 V zu stellen. Erfahrungsgemäß liegt dann die Leerlaufspannung bei ca. 6,5 V bis 7 V, die zur Versorgung der Phantom-Speiseeinheit geeignet ist.

Der 3,5 mm Klinkenstecker wird in die zugehörige Buchse der Phantom-Speiseeinheit eingesteckt. Die Speiseeinheit nimmt nun eine Verknüpfung von Versorgungsspannung und dem von der Antenne kommenden Signal vor, so daß die Versorgungsspannung über die Antennenleitung dem eigentlichen Verstärker zugeführt wird. Gleichzeitig trennt die Speiseeinheit im Bereich der Fernsehgeräte-Eingangsbuchse die Versorgungsspannung wieder ab, so daß am HF-Eingang des Fernsehgerätes das gleichspannungsfreie, verstärkte Antennensignal bereitsteht.

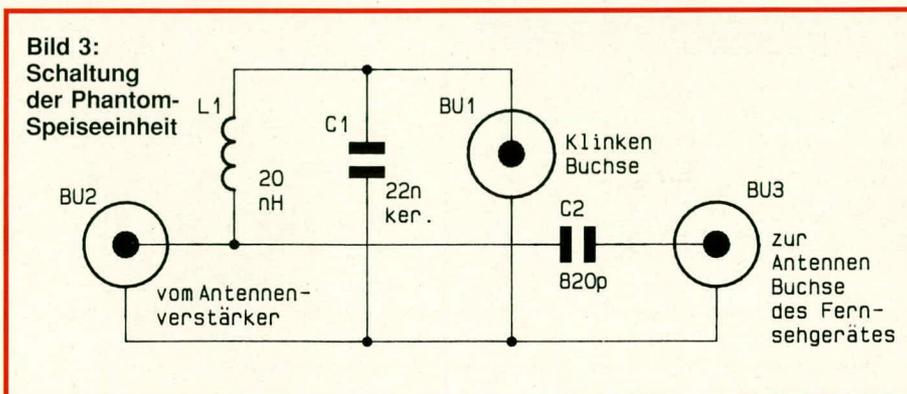
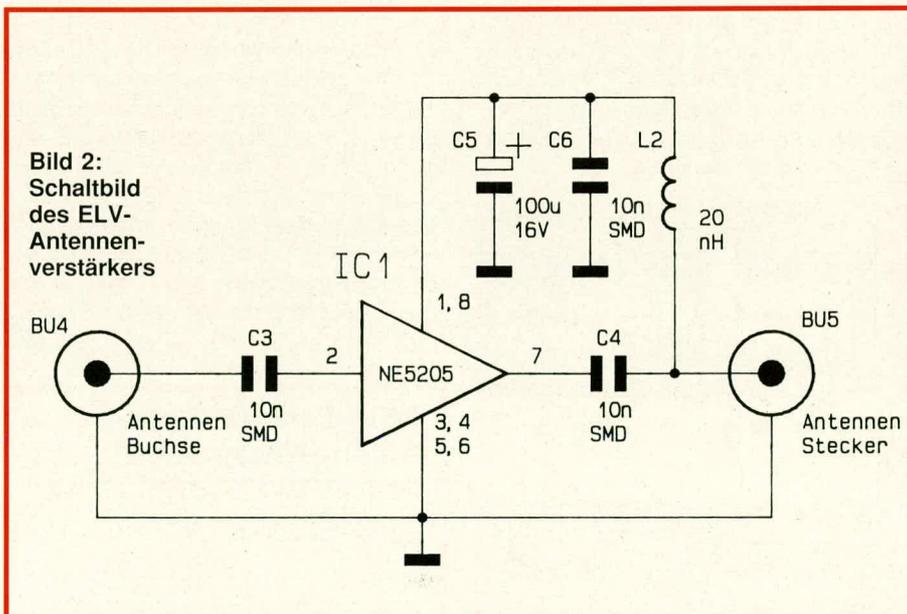
Der Vorteil der Phantom-Speisung liegt darin, daß am Ort des Spannungsbedarfes (Verstärker) keine separate Spannung (Netzanschluß) bereitzustehen braucht und auch keine separate Versorgungsleitung benötigt wird.

An der Antenne selbst wie auch am HF-Eingang des Fernsehgerätes darf keine Gleichspannung anstehen. Aus diesem Grunde ist sowohl der Ausgang der Phantom-Speisung in Richtung Fernsehgerät gleichspannungsmäßig entkoppelt als auch der zur Antenne hinweisende Eingang des eigentlichen Verstärkers.

## Zur Schaltung

In Abbildung 2 ist das Schaltbild des ELV-Antennenverstärkers dargestellt. Das von der Antenne kommende HF-Signal gelangt auf die Buchse BU 4 und von dort über den Entkoppelkondensator C 3 auf den Eingang des integrierten Verstärkers des Typs NE 5205. Hier erfolgt eine 10fache Verstärkung entsprechend 20 dB. Vom Ausgang (Pin 7) gelangt das verstärkte Signal über C 4 auf die Ausgangsbuchse BU 5. Von dort tritt das HF-Signal seinen Weg über die Antennenleitung zum Fernsehgerät an. L 2 stellt hierbei für das HF-Signal eine Sperre dar.

Gleichzeitig wird über die vom Fernsehgerät kommende Antennenleitung die Versorgungsspannung an der Buchse BU 5 eingespeist. Durch den Kondensator C 4 kann diese Spannung nicht auf den Ausgang des Verstärker-IC 1 gelangen, sondern nimmt ihren Weg über die Entkoppelungsspule L 2 zum Versorgungsspannungs-



anschluß 1, 8 des IC 1. C 5 und C 6 dienen der Abblockung von HF-Einstreuungen.

Abbildung 3 zeigt die Phantom-Speiseeinheit. Hier ist eine ähnliche Weiche eingebaut wie in der Verstärkerschaltung. Das vom Antennenverstärker kommende HF-Signal gelangt zur Buchse BU 2 und von dort über C 2 auf die Buchse BU 3, die am HF-Antenneneingang des Fernsehgerätes angeschlossen wird. Die Spule L 1 stellt für die HF-Signale eine Sperre dar, während die an der Versorgungsbuchse BU 1 anliegende Gleichspannung über L 1 auf die Buchse BU 2 gelangen kann. Von dort nimmt die Versorgungsspannung ihren Weg über die Antennenleitung zum eigentlichen Verstärker, während der Weg zum Fernsehgerät über C 2 gesperrt ist. Der Kondensator C 1 nimmt eine zusätzliche HF-Siebung vor, damit keine hochfrequenten Anteile auf die vom Steckernetzgerät kommende Versorgungsleitung führen.

### Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung ist recht einfach, etwas Praxis in Miniaturschaltungstechnik vorausgesetzt.

Wir beginnen mit dem Aufbau der Verstärkerstufe. Anhand des Bestückungsplanes zunächst die 3 in SMD-Technik ausgeführten Kondensatoren an die entsprechenden Stellen auf der Leiterbahnseite gesetzt und verlötet. Der genaue Umgang mit SMDs ist ausführlich im ELV journal 5/89 in dem Artikel „SMD: Revo-

lution auf der Leiterplatte“ beschrieben sowie auch in dem in der gleichen Ausgabe erschienenen Artikel „ELV-Design-Würfel“, so daß wir an dieser Stelle darauf nicht näher eingehen. Der Aufbau in SMD-Technik ist aufgrund der hohen Frequenzen angebracht, da Kondensatoren allein aufgrund ihrer Baugröße bei extrem hohen Frequenzen unterschiedliche Eigenschaften besitzen und in der hier vorliegenden Schaltung die kompakten Abmessungen erforderlich sind.

Jetzt wird das IC 1 auf die Bestückungsseite gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Anschließend ist die Spule L 2 ebenfalls auf der Bestückungsseite gemäß dem Bestückungsplan anzulöten. Zu beachten ist, daß sich hierbei keine Kurzschlüsse bilden.

Aus einem Weißblechstreifen wird gemäß der Abbildung ein Gehäuserahmen gebogen, der an seinen Stoßkanten allerdings noch nicht zu verlöten ist. An die eine Stirnseite wird von außen die Eingangsbuchse und an die andere Stirnseite, ebenfalls von außen, der Ausgangsstecker angesetzt und jeweils auf der Innenseite ringsum verlötet.

Nun kann die Leiterplatte von der Unterseite aus in den Gehäuserahmen eingesetzt werden, so daß die Bestückungsseite (mit dem IC 1) zu den Lötanschlüssen von Stecker und Buchse weist. Ca. 4 mm vom unteren Gehäuserand entfernt wird nun eine Längsseite der Leiterplatte an die Gehäuseinnenwandung angelötet.

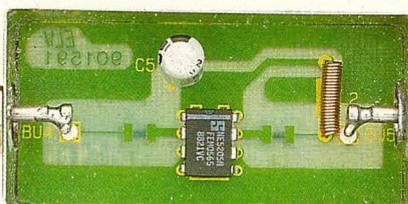
häuseteile für Verstärker und Phantom-Speiseeinheit sind gleich und die 6 mm Bohrung bei der Speiseeinheit ist für die 3,5 mm Klinkenbuchse erforderlich).

Alsdann wird die Eingangsbuchse mit einem ca. 15 mm langen Silberdrahtabschnitt mit der unmittelbar daneben liegenden Leiterplatten-Eingangsbohrung verbunden, um anschließend den Ausgangsstecker in gleicher Weise an den zugehörigen Platinenanschlußpunkt zu legen.

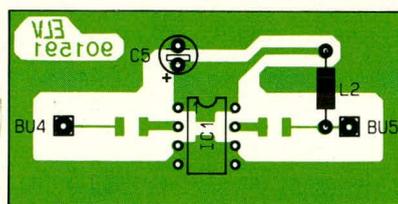
Für die Phantom-Speisung ist keine separate Platine erforderlich. Die Eingangsbuchse und der Ausgangsstecker werden in der bereits beschriebenen Weise in den Gehäuserahmen eingelötet. In die seitliche 6 mm Bohrung ist die 3,5 mm Klinkenbuchse von der Gehäuseinnenseite aus einzusetzen und von außen mit einer Rändelmutter fest zu verschrauben.

Über den Kondensator C 2 wird der Mittelanschluß der Eingangsbuchse mit dem Mittelanschluß des Ausgangssteckers verbunden. Des weiteren wird der Mittelanschluß der Eingangsbuchse über die Spule L 1 an den positiven Versorgungsspannungsanschluß der 3,5 mm Klinkenbuchse gelegt. Der Masseanschluß dieser Buchse ist mit der Innenwandung des Gehäuserahmens zu verlöten. Über beide Spannungsanschlüsse der 3,5 mm Klinkenbuchse wird der Entkoppelkondensator C 1 angelötet.

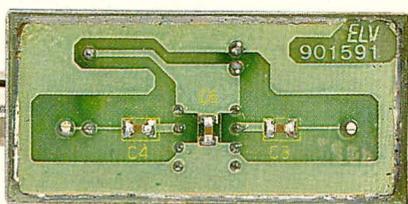
Ist der Aufbau von Verstärker und Phantom-Speisung nochmals sorgfältig überprüft, kann ein erster Testbetrieb erfolgen. Bei einwandfreiem Betrieb werden die Gehäuse zugelötet. Hierzu sind die passenden Weißblech-Abdeckplatten oben und unten bündig auf die Gehäuserahmen zu legen und ringsherum „wasserdicht“ zu verlöten. Jetzt ist der Antennenverstärker betriebsfertig. ELV



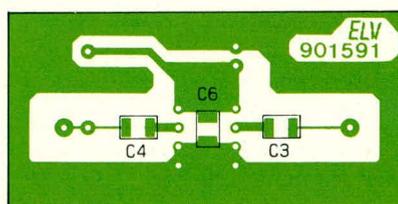
Ansicht der Platinenoberseite (Abschirmgehäuse geöffnet)



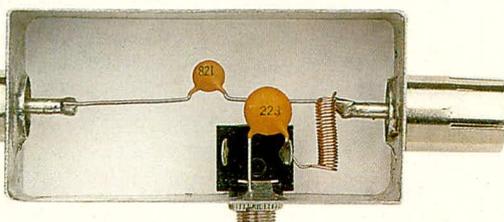
Bestückungsseite der Platine



Ansicht der Platinenunterseite (Abschirmgehäuse geöffnet)



Leiterbahnseite der Platine



Aufbauansicht der Phantom-Speiseeinheit mit geöffnetem Abschirmgehäuse

Als nächstes empfiehlt es sich, den Gehäuserahmen an seiner Stoßkanten zu verlöten. Danach erfolgt das Festlöten der Leiterplatte ringsherum mit der Gehäuseinnenwandung unter Zugabe von reichlich Lötzinn. Ebenfalls ist die seitliche 6 mm Bohrung mit Lötzinn zu verschließen (die Ge-

### Stückliste: Breitband-Antennenverstärker

#### Kondensatoren

820pF .....	C 2
10nF (SMD) .....	C 3, C 4, C 6
22nF, ker.....	C 1
100µF/16V .....	C 5

#### Halbleiter

NE5205 .....	IC 1
--------------	------

#### Sonstiges

Spule, 20nH .....	L 1, L 2
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono	BU 1
Koaxbuchse, Einbau .....	BU 2, BU 4
Koaxstecker, Einbau .....	BU 3, BU 5
2 Abschirmgehäuse	
70 mm Silberdraht	

# 230 V-LED

Als Vorschaltgerät für Standard-Leuchtdioden zum Anschluß an das 230 V-Wechselspannungsnetz dient diese kleine Schaltung.

## Allgemeines

Um eine handelsübliche Leuchtdiode mit einem Strom von 8 mA an das 230 V-Wechselspannungsnetz anschließen zu können, ist im einfachsten Fall ein 15 k $\Omega$ /2 W-Vorwiderstand sowie eine Diode in Reihe zur LED erforderlich. Durch diese Konstruktion fließt bei den positiven Halbwellen ein Strom von 16 mA, während die negativen Halbwellen gesperrt sind. Im Mittel fließt so durch die LED der halbe Strom von 8 mA. Die Gesamtverlustleistung beträgt hierbei ca. 2 W, während die Leuchtdiode selbst davon lediglich 16 mW, entsprechend einem Wirkungsgrad der Schaltung von weniger als 1 %, aufnimmt.

Um diese Verschwendung drastisch zu reduzieren, stellen wir Ihnen hier eine alternative, recht einfach zu realisierende Schaltung vor, die den Verlust von fast 2 W um das 20fache reduziert, d. h. die Verlustleistung beträgt nur noch knapp 100 mW. Wie diese Reduzierung ermöglicht wird, beschreiben wir nachfolgend detailliert.

## Zur Schaltung

Die 230 V-Netzwechselspannung liegt an den Platinenanschlußpunkten ST 1 und ST 2. Über C 1, R 1 gelangt diese Spannung auf einen Brückengleichrichter, bestehend aus den Dioden D 1 bis D 4. In der Brückenmitte ist die Leuchtdiode D 5 angeordnet.

Der Kondensator C 1 begrenzt aufgrund seines kapazitiven Innenwiderstandes (bei

50 Hz ca. 32 k $\Omega$ ) den Strom auf rund 8 mA.

Während der positiven Halbwellen fließt der Strom von ST 1 kommend über C 1, R 1, D 1, D 5 und D 4 nach ST 2 ab, während bei den negativen Halbwellen der Stromfluß von ST 2 über D 2, D 5, D 3, R 1 und C 1 nach ST 1 verläuft.

Wir sehen, daß durch den Einsatz eines Brückengleichrichters der Gesamtstrom auf 8 mA begrenzt werden kann, da beide Halbwellen zum Aufleuchten der angeschlossenen LED beitragen. Die Widerstände R 2 bis R 4 tragen zum Stromfluß nur unwesentlich bei (weniger als 0,1 mA) und sind lediglich dazu da, um nach dem Ausschalten des Gerätes den Kondensator C 1 zu entladen, damit hierdurch nicht versehentlich beim Anfassen der Anschlüsse ein kleiner Stromschlag hervorgerufen werden kann.

R 1 dient in diesem Zusammenhang der Einschaltstrombegrenzung, damit bei entladem Kondensator kein unzulässig hoher Spitzenstrom im Einschaltmoment durch die LED fließen kann.

Nachdem wir uns mit der Schaltung im einzelnen befaßt haben, wollen wir noch kurz auf die gravierende Reduzierung der Verlustleistung eingehen.

Multipliziert man den fließenden Strom von 8 mA mit der anliegenden Spannung, ergibt sich daraus zwar eine Gesamtleistung von knapp 2 W, jedoch ist hierbei der Anteil der Blindleistung absolut dominierend. Die tatsächliche Wirkleistung beläuft sich auf weniger als 100 mW und wird in den Bauelementen R 1 bis R 4 sowie D 1 bis D 5 vornehmlich in Wärme umge-

setzt. Im Haushalt wird vom E-Werk normalerweise ausschließlich die Wirkleistung berechnet, so daß sich gegenüber der erstgenannten „Simpel-Version“ eine Verlustleistungsreduzierung um den Faktor 20 (!) ergibt, bei gleicher Lichtausbeute der angeschlossenen LED.

## Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die 4 Dioden (auf Polarität achten), die 4 Widerstände und anschließend der Kondensator C 1 auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Leuchtdiode D 5 ist als letztes einzusetzen, wobei auch hier auf die korrekte Einbaulage zu achten ist. Bei falscher Polarität wird D 5 sofort zerstört, da die dann auftretende Sperrspannung weit oberhalb des zulässigen Bereiches liegt. Ggf. wird zunächst an die Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 eine 9 V-Blockbatterie angeschaltet und C 1 kurzfristig überbrückt, um den einwandfreien Betrieb von D 5 zu testen (R 1 dient hierbei zur Strombegrenzung auf ca. 6 mA).

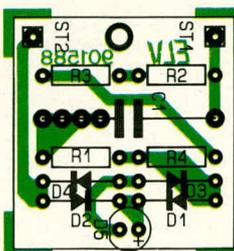
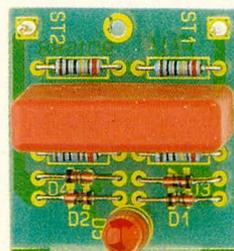
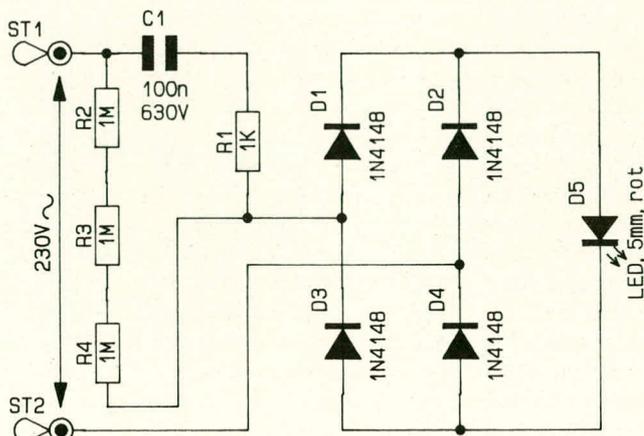
Nachdem Batterie und Kurzschlußbrücke von C 1 entfernt wurden, kann an ST 1 und ST 2 die 230 V-Netzwechselspannung angelegt werden, wozu ggf. (je nach Anwendungsfall) zuvor 2 Lötstifte in die entsprechenden Bohrungen eingesetzt werden können. Dem Betrieb dieser kleinen Zusatzschaltung steht nun nichts mehr im Wege.

## Achtung!

Die Schaltung muß in jedem Fall in ein absolut berührungssicheres Kunststoffgehäuse eingebaut werden, da die gesamte Schaltung mit der lebensgefährlichen Netzwechselspannung verbunden ist. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten. **ELV**

Unten: Schaltbild der 230 V-LED

Rechts: Foto und Bestückungsplan der Platine der 230 V-LED



## Stückliste: 230 V-LED

### Widerstände

1k $\Omega$  ..... R 1  
1M $\Omega$  ..... R 2-R 4

### Kondensatoren

100nF/630V ..... C 1

### Halbleiter

1N4148 ..... D 1-D 4  
LED, 5 mm, rot ..... D 5

### Sonstiges

2 Lötstifte, 1,3 mm

# Prozessor-Frequenz-zähler FZ 7001

## Teil 4

**Im vierten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die Aufbaubeschreibung und die Inbetriebnahme der im FZ 7001 integrierten hochwertigen Vorverstärker vor.**

### Zum Nachbau

Bei den im FZ 7001 integrierten Vorverstärkern handelt es sich um besonders leistungsfähige und anspruchsvolle Eingangsvorverstärker mit integrierten Komparatoren, deren Aufbau nicht zuletzt aufgrund ihrer hohen Eingangsempfindlichkeit besondere Sorgfalt erfordert. Trotzdem ist der Aufbau vergleichsweise einfach auszuführen, da alle wesentlichen Komponenten für jeden Verstärker getrennt auf jeweils einer einzigen Leiterplatte untergebracht sind. Beginnen wir bei unserer Beschreibung zunächst mit dem DC-100 MHz-Vorverstärker, der zweimal im FZ 7001 enthalten ist.

### DC - 100 MHz-Vorverstärker

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Etwas ungewöhnlich ist hierbei vielleicht die Gehäuseform des HF-Transistors T 104 des Typs BF979, der jedoch ähnlich anderen Gehäuseformen mit abzuwinkelnden Beinchen in die betreffenden Leiterplattenbohrungen einzusetzen und zu verlöten ist.

Neben den 6 kurzen Silberdrahtbrücken sind weitere 4 Verbindungen mit isolierten Leitungen zu ziehen, die die Platinenanschlußpunkte A, B, C, D miteinander verbinden, wobei jeweils zwischen den Punkten gleicher Bezeichnung die Verbindung herzustellen ist (A mit A, B mit B ...).

Wenden wir uns als nächstes dem Gehäuse zu, das aus dem Rahmen sowie den beiden Abdeckblechen in hochwertiger Weißblechqualität besteht. Der Gehäuserahmen wird in seine spätere Form gebracht, d. h. zu einem Rechteck gebogen, wobei die Knickkanten zum leichten und paßgenauen Abbiegen fein gelocht sind. Die Stoßkanten, an denen sich das Rechteck schließt, werden hierbei zunächst noch nicht verlötet, um die Leiterplatte später einfacher einsetzen zu können.

An der vorderen Stirnseite des Gehäuserahmens wird nun die BNC-Buchse in die zugehörige Bohrung bündig eingesetzt und auf der Gehäuseinnenseite ringsherum unter

Zugabe von reichlich Lötzinn angelötet. Das obere Seitenteil weist eine Bohrung auf, durch die später der Einstelltrimmer R 105 bedienbar ist, während das untere Seitenteil 2 Befestigungsbohrungen enthält. Durch diese beiden Bohrungen wird jetzt je eine Schraube M 3 x 5 mm gesteckt, die vorher an ihrer Kopffinnenfläche sorgfältig zu verzinnen ist (die Auflagefläche, die an der Gehäuseinnenseite anliegt). Nun wird das Gehäuse mit seinem unteren Seitenteil zur Tischplatte weisend in einem Abstand von 10 bis 20 mm zur Tischplatte fixiert, damit die Schrauben allein durch ihr Eigengewicht durch die Bohrungen fallen und die verzinnten Stirnflächen-Innenseiten der Schrauben an der Gehäuseinnenseite anliegen. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn werden jetzt die Schraubenköpfe sorgfältig mit der Weißblech-Innenwandung des Gehäuses verlötet.

Es folgt das Einsetzen der Leiterplatte in den soweit vorbereiteten Gehäuserahmen. Die Bestückungsseite weist hierbei in Richtung BNC-Buchse und die Bohrung im oberen Seitenteil liegt unmittelbar vor dem Einstelltrimmer R 105. Der Abstand zwischen Leiterplattenunterseite und Gehäuserahmen beträgt ca. 5 mm. Zunächst erfolgt das Verlöten der Leiterbahnen, die ringsherum am Rand der Platine verlaufen, mit derjenigen Gehäuseinnenseite, die auch die BNC-Buchse trägt. Anschließend werden die Stoßkanten des Gehäuserahmens verlötet, wie auch die in den Abkantungen liegenden Bohrungen mit Lötzinn verschlossen.

Nachdem die Position der Platine im Gehäuserahmen nochmals geprüft wurde, können nun ringsherum die am Rande verlaufenden Leiterbahnen mit den Innenseiten des Gehäuserahmens verlötet werden.

Eine ca. 20 mm lange isolierte Leitung, deren Enden vorverzinnt sind, wird in die Bohrung des Platinenanschlußpunktes ST 101 eingesetzt und verlötet. Das andere Leitungsende ist mit dem Mittelanschluß der BNC-Buchse zu verbinden. Der zugehörige Masse-Platinenanschlußpunkt ST 102 braucht nicht separat angeschlossen zu werden, da hier die Verbindung zur BNC-Buchse über das leitende Gehäuse erfolgt.

6 weitere isolierte Leitungen mit einer

Länge von zunächst ca. 80 mm werden an ihrem einen Ende auf 3 mm abisoliert, vorverzinnt und in die Bohrungen der Platinenanschlußpunkte ST 103 bis ST 108 eingesetzt und verlötet. Anschließend werden diese Leitungen durch die jeweils unmittelbar dahinterliegenden Bohrungen in der rückwärtigen Gehäusestirnseite geführt und für einen ersten Test mit den zugehörigen Platinenanschlußpunkten des FZ 7001 verbunden. Zu diesem Zeitpunkt empfiehlt es sich, einen ersten Testlauf dieses Bausteins vorzunehmen, um anschließend den Gehäusedeckel und den Gehäuseboden aufzusetzen und ringsherum „wasserdicht“ zu verlöten. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Hitzeentwicklung an den rückwärtigen Leitungsdurchführungen nicht zum Schmelzen der Isolierungen führt.

Der soweit fertig gestellte und überprüfte Vorverstärker kann nun auf die Basisplatine des FZ 7001 gesetzt werden, wobei die auf der unteren Seitenfläche herausragenden M 3 Schrauben durch die beiden zugehörigen Bohrungen der Basisplatine zu stecken sind. Abschließend folgt das Verschrauben mit je einer Mutter M 3 auf der Leiterbahnseite.

Aufbau und Einbau des zweiten DC - 100 MHz-Vorverstärkers werden in identischer Weise vorgenommen, um danach die Anschlußleitungen auf ihr optimales Maß zu kürzen, d. h. die Leitungen sollten nicht unnötig lang belassen werden, jedoch auch nicht unter mechanischer Spannung stehen.

### 20 MHz - 1,3 GHz-Vorverstärker

Der Aufbau dieses Vorverstärkers ist, obwohl extrem hohe Frequenzen verarbeitet werden, sehr einfach durchführbar, da als einziges aktives Bauelement lediglich das IC 301 vorhanden ist.

Anhand des Bestückungsplanes werden die Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet. Der Einbau in den Gehäuserahmen erfolgt in gleicher Weise wie beim DC - 100 MHz-Vorverstärker, wie auch das Einsetzen von BNC-Buchse und den beiden M 3 x 5 mm Befestigungsschrauben.

Der Mittelanschluß der BNC-Buchse wird mit dem Platinenanschlußpunkt ST 304 verbunden, wobei die Abschirmung entsprechend dem Anschluß der Schaltungsmasse über das Metallgehäuse erfolgt.

Die externen Anschlüsse beschränken sich auf die Zuführung der positiven 5 V-Versorgungsspannung (ST 301) und der Schaltungsmasse (ST 303) sowie dem Herausführen des Meßausgangs (ST 302). Hierfür dienen, genau wie bei DC - 100 MHz-Vorverstärker, isolierte Leitungen, deren vorverzinnte Enden direkt in die zugehörigen Bohrungen der Platinenanschlußpunkte zu setzen und zu verlöten sind.

Beim Aufsetzen und Verlöten der Ge-

## Stückliste: FZ 7001

### Vorverstärker DC - 100 MHz (2x)

#### Widerstände

51Ω	.....R 112, R 115, R 116, R 120, R 124, R 129
100Ω	.....R 110, R 118, R 123, R 132
220Ω	.....R 114, R 126
270Ω	.....R 127, R 135
330Ω	.....R 136
390Ω	.....R 119
470Ω	.....R 111, R 128, R 137, R 138, R 145
820Ω	.....R 125
1kΩ	.....R 117
1,8kΩ	.....R 133, R 134
2,7kΩ	.....R 107
5,6kΩ	.....R 104
6,8kΩ	.....R 130, R 131
10kΩ	.....R 108, R 109, R 140, R 142, R 144, R 146, R 147
27kΩ	.....R 139
47kΩ	.....R 106
100kΩ	.....R 143
120kΩ	.....R 141
470kΩ	.....R 102, R 103
10MΩ	.....R 113
Trimmer, PT 10, steh., 100 kΩ	.....R 105

#### Kondensatoren

100pF	.....C 103
470pF	.....C 102
10nF	.....C 101
22nF	.....C 114, C 117
22nF, ker	.....C 120, C 122
100nF	.....C 105, C 107, C 110-C 113, C 116, C 118
1μF/16V	.....C 119
10μF/16V	.....C 104, C 106, C 115, C 121

#### Halbleiter

SP9680	.....IC 102
10125	.....IC 104
LM358	.....IC 103
TL081	.....IC 101
S483T	.....T 102, R 103, T 105
BF979	.....T 104
J305	.....T 101
BC548	.....T 106, T 107
DX400	.....D 105, D 106
1N4148	.....D 102-D 104

#### Sonstiges

Reed-Relais	.....RE 101, RE 102
Spule, 51μH	.....L 101, L 102
1 BNC-Buchse, Einbau	

2 Schrauben M 3 x 8
2 Muttern M 3
1 Abschirmgehäuse
750 mm flexible Leitung, 0,22 mm <sup>2</sup>
70 mm Silberdraht

### Vorverstärker 20 MHz - 1,3 GHz (1x)

#### Widerstände

Trimmer, PT 10, lieg., 10kΩ	.....R 301
-----------------------------	------------

#### Kondensatoren

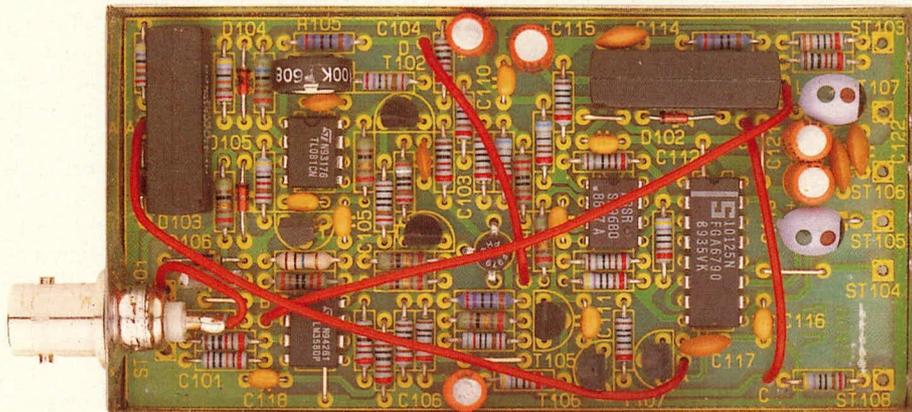
1nF, ker	.....C 302
1,5nF, ker	.....C 301
22nF, ker	.....C 303, C 305
10μF/16V	.....C 304

#### Halbleiter

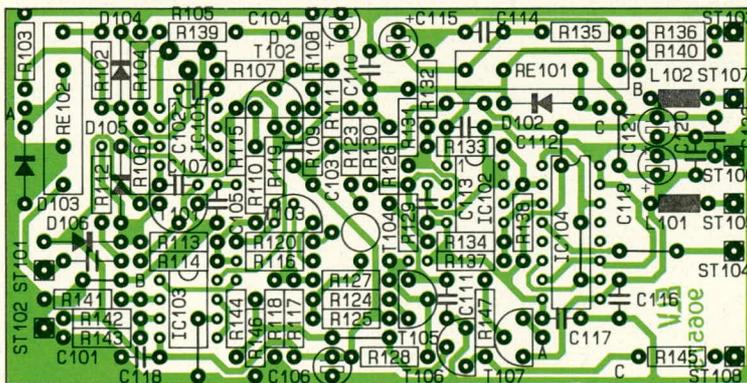
U664B	.....IC 301
-------	-------------

#### Sonstiges

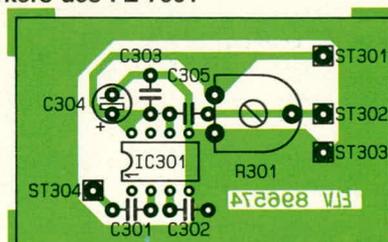
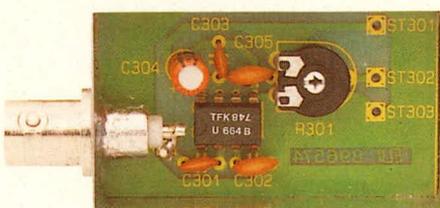
1 BNC-Buchse, Einbau
2 Schrauben M 3 x 5
2 Muttern M 3
1 Abschirmgehäuse
200 mm flexible Leitung, 0,22 mm <sup>2</sup>



Ansicht des DC - 100 MHz-Vorverstärkers mit geöffnetem Abschirmgehäuse



Bestückungsplan des DC - 100 MHz-Vorverstärkers des FZ 7001



Ansicht und Bestückungsplan des 20 MHz - 1,3 GHz-Vorverstärkers des FZ 7001

häuseseitenflächen ist darauf zu achten, daß die Bohrung zur Betätigung des Trimmers R 301 auch genau über dem Mittelpunkt dieses Trimmers zu liegen kommt. Zuvor ist ein erster kurzer Test durchzuführen.

Ohne Eingangssignal können aufgrund der hohen Eingangsempfindlichkeit des Vorverstärkers Schwingungen am Ausgang auftreten, die jedoch im selben Moment, in dem ein definiertes Eingangssignal anliegt, unterbleiben und am Ausgang erscheint die zum Eingangssignal korrespondierende, durch den Faktor 64 geteilte, Frequenz.

### Einstellung

Beim DC - 100 MHz-Vorverstärker ist lediglich der Trimmer R 105 so einzustellen, daß sich die größte Eingangsempfindlichkeit im AC-Bereich ergibt, die bei ca. 20 mV<sub>eff</sub> liegt. Im DC-Bereich ist der Einfluß dieses Trimmers unwirksam, da hier der Triggerpunkt mit dem von der Frontplatte her zugänglichen Einstellregler R 101 individuellen Erfordernissen anpaßbar ist.

Der 20 MHz - 1,3 GHz-Vorverstärker wird über den Trimmer R 301 in seinem DC-Ausgangspegel angepaßt. Hierzu wird eine möglichst hohe Frequenz (bis zu 1 GHz) an den Eingang gelegt, der Frequenzzähler auf Ereigniszählung geschaltet und der Trimmer R 301 langsam vom linken zum rechten Anschlag gedreht. Der Bereich, in dem die Ereigniszählung arbeitet (Anzeige läuft hoch) wird markiert und anschließend die Einstellung genau in die Mitte dieses Arbeitsbereiches gelegt. Damit kann auch dieser Vorverstärker seinen Dienst aufnehmen.

In der kommenden Ausgabe des ELV journals stellen wir den Nachbau des Frequenzzählers selbst vor. **ELV**

# Video-Signalquellenumschalter VSU 7000

## Schaltungserweiterung

**Damit Super-VHS- und Standard-VHS-Videogeräte gemeinsam am VSU 7000 angeschlossen und betrieben werden können, wurde die hier vorgestellte Schaltungserweiterung entwickelt, die eine Signalkonvertierung beinhaltet.**

### Allgemeines

Der im ELV journal 6/89 vorgestellte Video-Signalquellenumschalter VSU 7000 ermöglicht es, bis zu 4 Videogeräte gleichzeitig anzuschließen und deren Signale umzuschalten und zu verteilen. Einzige Einschränkung hierbei bestand darin, daß entweder nur Super-VHS- oder nur Standard-VHS-Videogeräte einsetzbar waren. Eine gemischte Anschaltung war hierbei nicht vorgesehen.

Nach Drucklegung des betreffenden Artikels konkretisierte sich jedoch die Idee, daß gerade auch der Betrieb mit unterschiedlichen Geräten interessant sein könnte. Wir haben daher eine vergleichsweise einfache Zusatzschaltung entwickelt, die es ermöglicht, sowohl Super-VHS- als Standard-VHS-Geräte im Mischbetrieb an den VSU 7000 anschließen und betreiben zu können. Hierbei erfolgt eine automatische Signalkonvertierung von Super-VHS nach Standard-VHS.

Bevor wir auf die detaillierte Beschreibung der Schaltungsmodifikation eingehen, wollen wir gleich an dieser Stelle erwähnen, daß sowohl die Bausatz- als auch die Fertigergeräteproduktion rechtzeitig umgestellt werden konnten, so daß alle ausgelieferten Geräte dieses Typs bereits mit der neuen Schaltung ausgestattet sind.

### Anschlußbeispiel

Anhand eines kleinen Beispiels, das stellvertretend für unterschiedliche Kombinationen steht, sollen die erweiterten Anschlußmöglichkeiten aufgezeigt werden. Auf unser Beispiel bezogen, soll am Anschluß „Recorder 1“ ein S-VHS-Recorder (BU 9) als Wiedergaberecorder angeschlossen sein. Die Signale sollen auf einen zweiten S-VHS-Recorder, der am Anschluß „Re-

recorder 2“ liegt (BU 6), gegeben werden.

Gleichzeitig soll die Aufzeichnung mit einem dritten Recorder, der am Anschluß „Recorder 3“ (BU 3) liegt erfolgen, wobei es sich um ein Standard-VHS-Gerät handelt. Daneben wird an BU 4 ein Farbfernsehgerät mit Video-Eingang (FBAS) angeschlossen.

Die Signalverteilung und Konvertierung läuft wie folgt ab:

Das vom Super-VHS-Recorder (Recorder 1) eingespeiste S-VHS-Signal wird in voller Super-VHS-Qualität dem Recorder 2 zugeführt. Gleichzeitig erfolgt eine Signalkonvertierung von S-VHS zu Standard-VHS (FBAS). Diese umgesetzten Signale stehen an den entsprechenden Scart-Buchsen zur Verfügung. Hier nimmt der Recorder 3 in Standard-VHS-Qualität die Signale auf und gleichzeitig erfolgt die Wiedergabe über das Farbfernsehgerät, das am vierten Ausgang liegt.

Beim Anschluß von S-VHS-Recordern werden im allgemeinen nur die Mini-DIN- und Cinch-Buchsen benutzt, obwohl S-VHS-Recorder normalerweise auch zusätzlich Standard-VHS-Signale über eine separate Scart-Buchse verarbeiten können. Durch die Konvertierungsmöglichkeit des VSU 7000 kann auch ohne Beschaltung der Scart-Buchse am S-VHS-Recorder eine Aufzeichnung in Standard-VHS-Qualität bei den Standard-VHS-Recordern erfolgen. Ein umgekehrter Weg ist unter Nutzung der von den Recordern bereitgestellten Qualität nicht möglich, da ein „Heraufziehen“ von Standard-VHS auf S-VHS nicht möglich ist.

Um dennoch mit dem VSU 7000 auch ohne Umstecken von Leitungen im Mischbetrieb Überspielungen vom Standard-VHS-Recorder zum S-VHS-Recorder vornehmen zu können, müßte der S-VHS-Recorder zwei Kanäle belegen. Kanal 1 wird, wie in vorstehendem Beispiel beschrieben, über die Mini-DIN- und Cinch-Buchsen angekop-

pelt, während die FBAS-Ein- und Ausgänge des ersten Recorders über seine Scart-Buchse mit der zugehörigen Scart-Buchse des Kanals 2 des VSU 7000 verbunden werden (quasi so, als handele es sich um einen zweiten Recorder). Jetzt kann von Recorder 3 in Standard-VHS-Qualität zum S-VHS-Recorder überspielt werden, dessen Aufzeichnung allerdings auch nur in Standard-VHS-Qualität abläuft. Diese Möglichkeit besteht allerdings nur dann, wenn der S-VHS-Recorder von seinen Eingängen her umschaltbar ist, d. h. wenn die S-VHS-Eingangsbuchse abschaltbar ist.

### Die Schaltungserweiterung

Die detaillierte Beschreibung der Ergänzungsschaltung zum VSU 7000 wollen wir zur besseren Veranschaulichung auf unser ursprüngliches Beschaltungsbeispiel beziehen (2 S-VHS-Recorder, ein Standard-VHS-Recorder, ein Farbfernsehgerät).

Über den Widerstand R 92 wird das vom IC 4 kommende BAS-Signal über R 93 mit dem von IC 5 kommenden F-Signal verknüpft. Gleichzeitig findet hier für beide Signale eine Spannungsteilung durch 2 statt, so daß an der Basis des Transistors T 20 ein FBAS-Signal mit  $1 V_{ss}$  anliegt. Der in Kollektorschaltung betriebene Darlington-Transistor T 20 dient als Impedanzwandler, so daß am Emitter das FBAS-Video-signal niederohmig zur Verfügung steht. Dieses Signal wird an Pin 19 der Scart-Buchse BU 2 ausgekoppelt.

Wird anstatt eines S-VHS-Videosignals am Eingang (Pin 20 der Buchse BU 1) ein FBAS-Video-signal eingespeist, dienen die beiden Widerstände R 92 und R 93 lediglich als Spannungsteiler. Auch in diesem Fall liegt an der Basis des Transistors T 20 ein FBAS-Signal mit einer Amplitude von  $1 V_{ss}$  an.

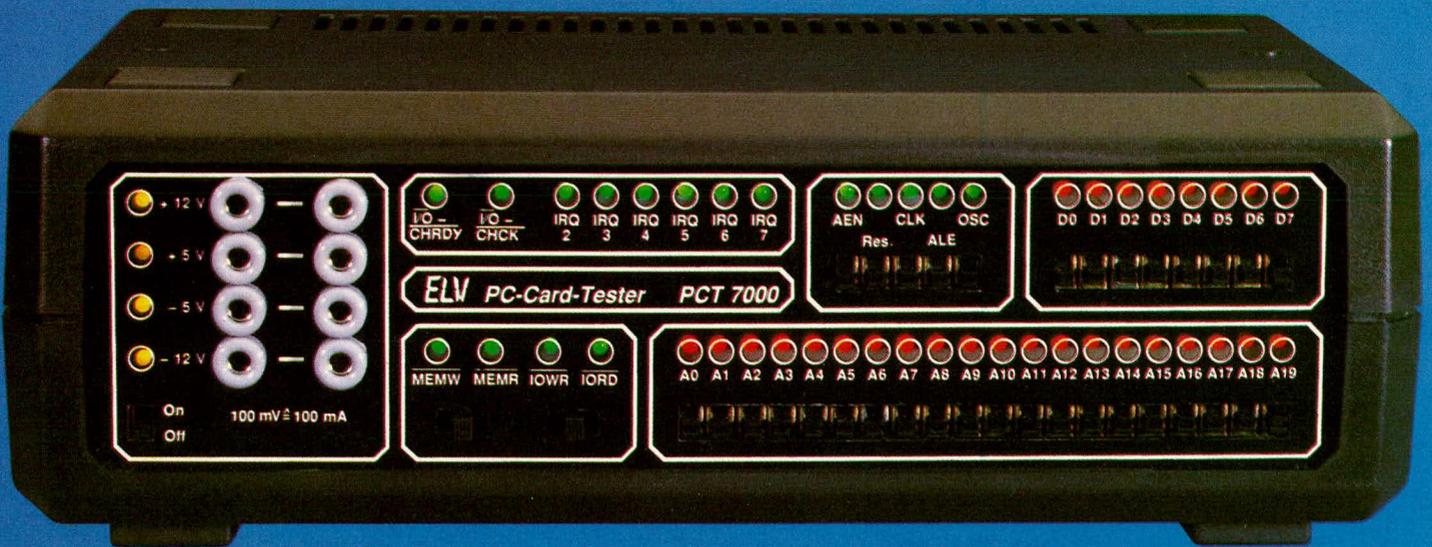
Die 3 weiteren mit den Transistoren T 19, T 21 und T 22 sowie den Widerständen R 88 bis R 91 und R 96 bis R 103 aufgebauten Teilschaltungen arbeiten in gleicher Weise wie der mit T 20 und Zusatzbeschaltung aufgebaute Bereich.

Soll der VSU 7000 nur in Standard-VHS-Konfiguration betrieben werden, sind die eben beschriebenen Bauelemente zusätzlich erforderlich, es können jedoch folgende Bauelemente ersatzlos entfallen:

Transistoren: T 1, T 5, T 9, T 13  
Widerstände: R 43, R 48, R 53, R 57, R 59, R 61, R 63, R 65, R 67, R 69, R 71, R 73.

Das neue Hauptschaltbild ist nebenstehend abgedruckt (Ersatz für Bild 1 Seite 53, ELV journal 6/89), während das Teilschaltbild der Audio-Umschaltung des VSU 7000 unverändert bestehen bleibt. **ELV**





# PC-Karten-Tester PCT 7000

**Selbst entwickelte, neu aufgebaute oder defekte PC-Einsteckkarten sollten einem unabhängigen Test unterzogen werden, um den Rechner nicht zu gefährden. Hierzu dient der von ELV entwickelte PC-Karten-Tester, der ohne externen Rechner arbeitet und mit dem wesentliche Funktionsprüfungen an PC-Einsteckkarten vorgenommen werden können.**

## Allgemeines

Engagierte Elektroniker, die zudem Besitzer eines PCs sind, bauen nicht selten ihre PC-Zubehör-Einsteckkarten selbst bzw.

nehmen auch Reparaturen vor. Hierbei besteht oft das Problem, eine neu aufgebaute oder zur Reparatur vorliegende PC-Einsteckkarte auf ihre grundsätzliche Funktionstüchtigkeit hin zu überprüfen. Dabei ist nicht auszuschließen, daß die vorlie-

gende Einsteckkarte einen Kurzschluß im Adreß- oder Datenbus bzw. sonstige nicht zulässige Spannungspegel aufweist.

Hier leistet der von ELV entwickelte PC-Karten-Tester PCT 7000 wertvolle Unterstützung, da er als Stand-alone-Gerät ohne PC arbeitet und die Überprüfung der unterschiedlichen Status-, Steuer- und Versorgungsspannungsleitungen ermöglicht. Darüber hinaus können die I/O-Adreßdecodierung sowie entsprechende Schreib-Leseumschaltungen getestet werden. Erst wenn alle Überprüfungen mit dem PCT 7000 erfolgreich abgeschlossen wurden, erfolgt das Einsetzen der soweit getesteten Einsteckkarte in den PC.

Dynamische Vorgänge müssen allerdings nach wie vor direkt in Verbindung mit einem PC überprüft werden, da die Testmöglichkeiten des PCT 7000 auf den statischen Bereich konzentriert sind.

Der gesamte Aufbau findet bis auf den Slot-Steckverbinder in einem Gehäuse der

ELV-Serie 7000 Platz. Für ein komfortables Arbeiten ist der PC-Slot-Steckerverbinder über ein 64poliges Flachbandkabel mit dem Basisgerät verbunden. Dies hat den Vorteil, daß die zu überprüfende Einsteckkarte über die Flachband-Zuleitung frei beweglich ist und somit auf bequeme Weise verschiedene Messungen durchgeführt werden können.

### Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Teilschaltbild der Adreßeinstellung des PCT 7000 dargestellt. Die Einstellung der Adressen A 0 bis A 19 sowie AEN, Reset, CLK, ALE und OSC erfolgt über die Umschalter S 1 bis S 25.

Für die folgende Beschreibung gehen wir vom Schalter S 1 aus, entsprechend der Adresse A 0, die aber ebenso für die übrigen Schalter Gültigkeit hat.

Mit S 1 wird zwischen positiver (+5 V) Versorgungsspannung und Masse umgeschaltet. Der Schutzwiderstand R 1 dient zur Strombegrenzung, falls die zu überprüfende I/O-Adresse auf der Karte einen Kurzschluß zur positiven Versorgungsspannung oder zum Massepotential aufweist. Mit Hilfe der Leuchtdiode D 1 und des Vorwiderstandes R 3 kann der tatsächliche logische Pegel an den betreffenden Adressen der PC-Einsteckkarte abgelesen werden.

Bei den vorstehend beschriebenen Leitungen handelt es sich aus Sicht der Einsteckkarte um Eingänge (Signalleitungen), die vom PC angesteuert werden. Im Gegensatz dazu ist beim Datenbus die Signalrichtung sowohl vom PC zur I/O-Karte als auch in entgegengesetzter Richtung möglich. Für den Test dieser Anschlüsse ist die in Abbildung 2 gezeigte Schaltung konzipiert.

Bei einem simulierten Schreibzugriff auf die zu testende Karte schaltet der Tristatepuffer IC 1 den durch die Schalter S 26 bis S 33 eingestellten Pegel auf den Datenbus. Über die Inverter/Treiber IC 2 A bis IC 2 F sowie IC 3 A, B steuern die 470  $\Omega$ -Widerstände die Pegel-Indikatorioden D 26 bis D 33 an, die den Datenleitungen D 0 bis D 7 entsprechen.

Bei einem simulierten Lesezugriff auf die zu testende Karte wird der Treiberbaustein IC 1 des Typs 74 LS 245 über den Anschluß Pin 19 in den Tristate-Zustand geschaltet. Der logische Zustand der Bits D 0 bis D 7 wird mit Hilfe der Leuchtdioden D 26 bis D 33 angezeigt. Die Schalterstellung von S 26 bis S 33 hat bei dieser Meßart keinen Einfluß.

Über eine Steuerleitung, die im Normalfall einen Lesezugriff auf die zu testende Einsteckkarte simuliert, wird das IC 1 an seinem Anschlußpin 19 angesprochen. Mit Hilfe der Schalter S 34 oder S 35 kann ein I/O- bzw. Memory-Schreibzugriff einge-

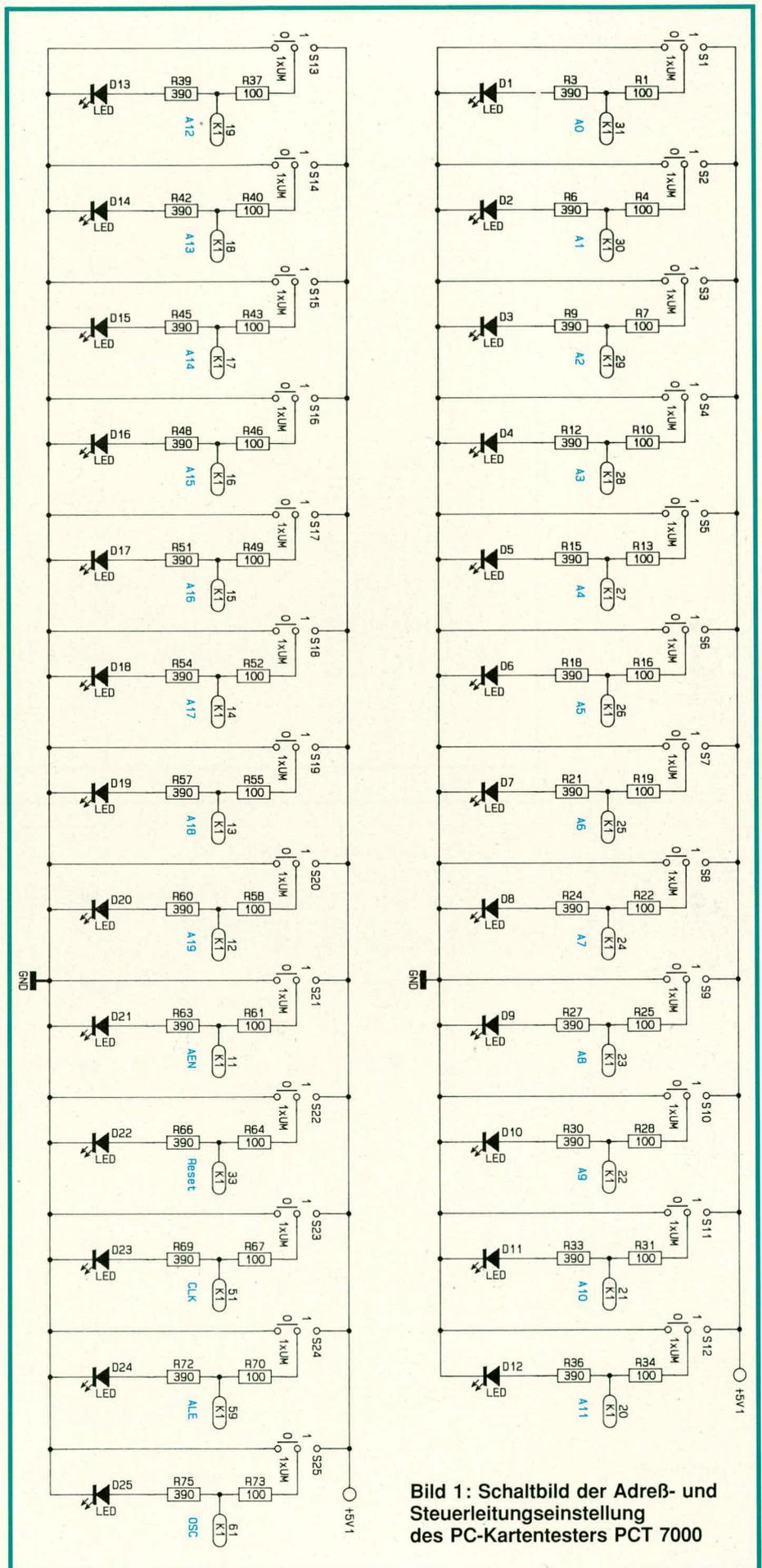
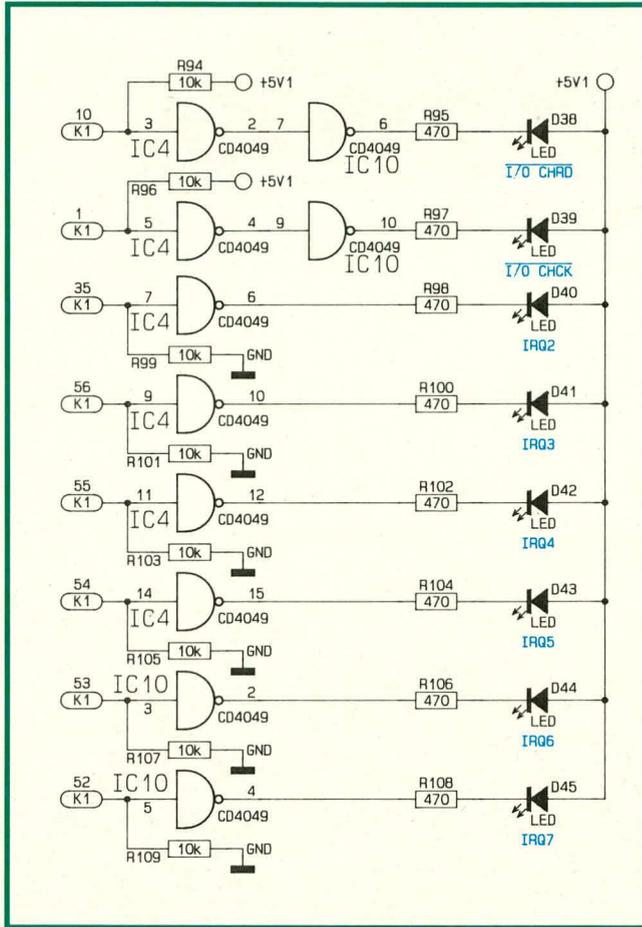
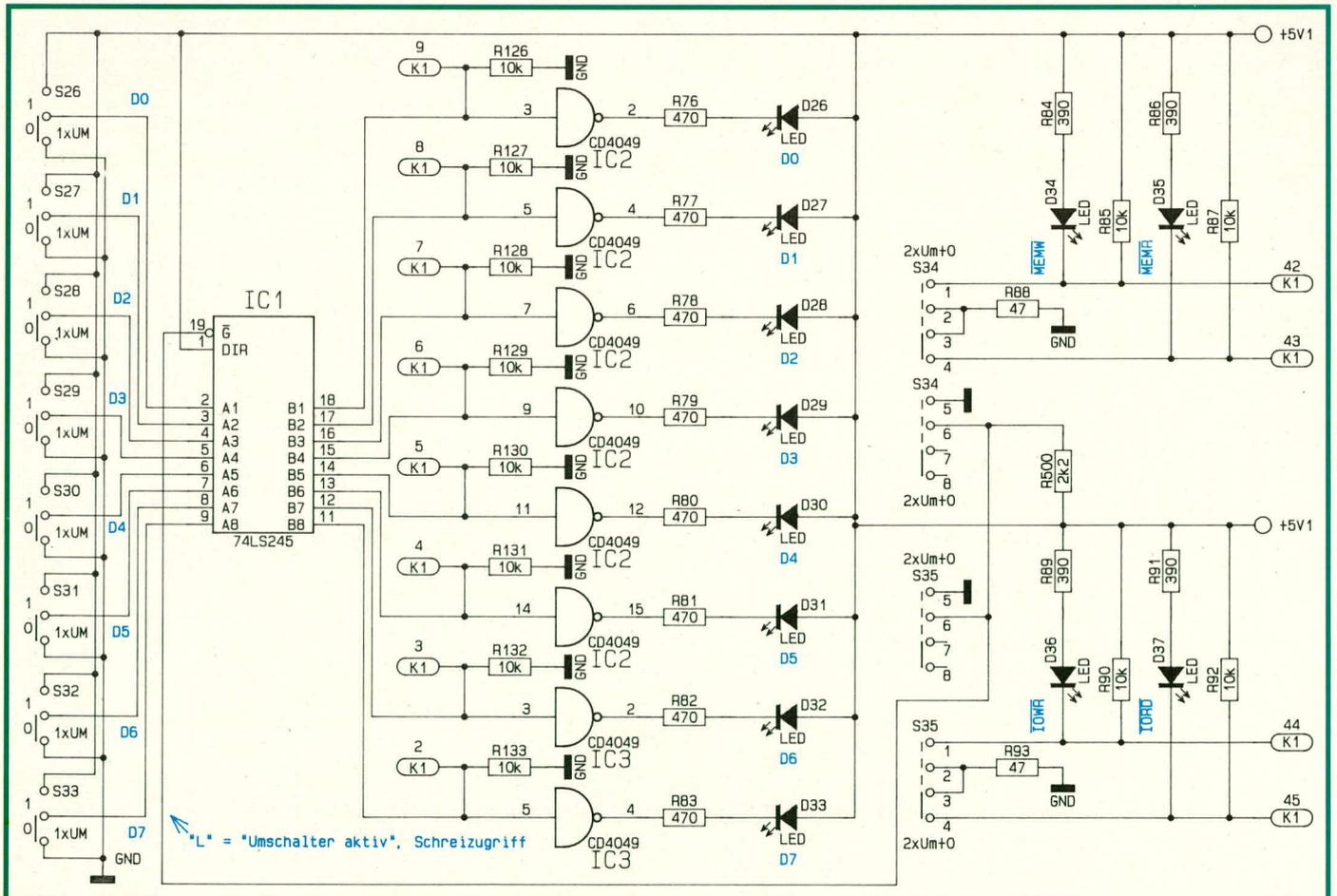


Bild 1: Schaltbild der Adreß- und Steuerleitungseinstellung des PC-Kartentesters PCT 7000

**Bild 2:**  
Schaltbild  
zur Ansteuerung  
der Status-  
Leuchtdioden des  
PCT 7000



**Bild 3:**  
Schaltbild  
der Datenbus-  
Steuerlogik  
des  
PCT 7000



stellt werden, indem die betreffende Steuerleitung des IC 1 auf Massepotential geschaltet wird. Die gegenüberliegende Schalterstellung entspricht jeweils einem I/O- bzw. Memory-Lesezugriff.

Als Kurzschlußstrombegrenzung dienen die Widerstände R 88 bzw. 93. Anzeigt werden die Lese- bzw. Schreibzugriffe durch die Leuchtdioden D 34 bis D 37.

Abbildung 3 zeigt die Schaltung der Status-Leuchtdioden I/O-CHRDY und I/O-CHCK, IRQ 2 bis IRQ 7. Diese Informationsleitungen steuern über IC 4 und IC 10 die Leuchtdioden D 38 bis D 45 an. Durch die Pull-up-Widerstände R 94 und R 96 sowie die Pull-down-Widerstände R 99, R 101, R 103, R 105, R 107 und R 109 werden, bei den von der Einsteckkarte nicht angesteuerten Eingängen, die Leuchtdioden desaktiviert.

In Abbildung 4 ist das Teilschaltbild des Netzteils dargestellt. Zur Versorgung dient ein vergossener Netztransformator mit integrierter Thermosicherung und direkt eingesetzter Netzzuleitung einschließlich Eurostecker. Als Printanschlüsse sind lediglich die Niederspannungs-Sekundärwicklungen herausgeführt, so daß keinerlei gefährliche Spannungen berührbar sind. An den Platinenpunkten ST 5 und ST 6 steht eine 8 V-Wechselspannung bereit, die über D 64 bis D 67 gleichgerichtet und mit C 8,





## ELV-Labor-Netzteil-Serie

**PS 7015: 0-15 V/ 4,0 A**

**PS 7020: 0-20 V/ 3,0 A**

**PS 7030: 0-30 V/ 2,0 A**

**PS 7040: 0-40 V/ 1,5 A**

**PS 7060: 0-60 V/ 1,0 A**

*Die neue von ELV entwickelte Power-Supply-Reihe PS 70xx bietet dem Anwender insgesamt 5 preis-leistungs-optimierte Labornetzgeräte für fast jeden Einsatzfall. Spannung und Strom sind getrennt einstellbar und werden auf 2 gut ablesbaren LED Digital-Displays angezeigt. Weitere Features: Kurzschlußfestigkeit, Dauerbelastbarkeit, Anzeige des aktiven Strom- oder Spannungsreglers über LED.*

### Allgemeines

Jedem Anwender sein maßgeschneidertes Netzgerät! Unter dieser Prämisse wurden im ELV-Labor fünf weitgehend baugleiche Labornetzgeräte entwickelt, deren Hauptunterscheidungsmerkmale in der maximalen Ausgangsspannung und der zugehörigen Strombelastbarkeit liegen. Die Leistungsklasse liegt bei allen 5 Geräten bei 60 VA.

Ausgehend von dem Gedanken, daß zahlreiche Anwender häufig niedrigere Spannungen, dafür aber höhere Ströme benötigen (wie z. B. im Computerbereich), andere Anwendungen hingegen zum Teil erheblich höhere Spannungen erfordern, wurde von ELV ein Power-Supply-Grundtyp konzipiert mit verschiedenen Transformatoren und Gleichrichter/Puffereinheiten, um individuellen Anforderungen gerecht zu werden. Die weitergehenden Anpassun-

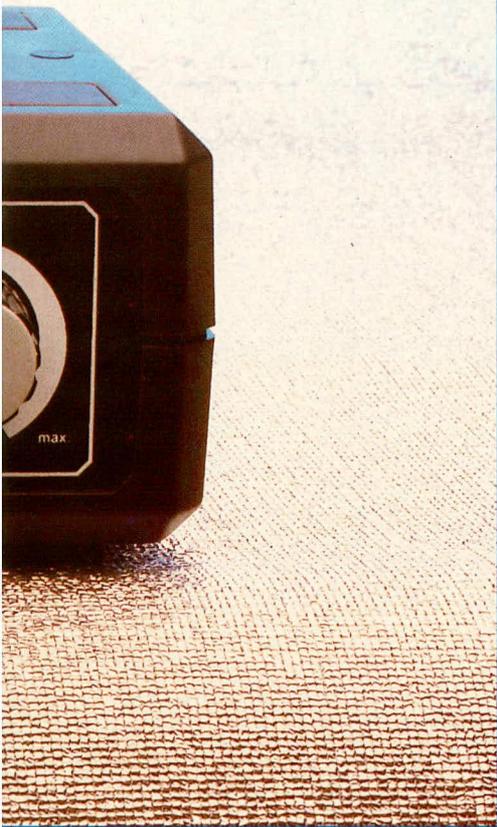


Tabelle 1:

Technische Daten: ELV-Power-Supply PS 70xx		
Bezeichnung	Ausgangs- spannung	Ausgangs- strom
PS 7015	0-15 V	0-4,0 A
PS 7020	0-20 V	0-3,0 A
PS 7030	0-30 V	0-2,0 A
PS 7040	0-40 V	0-1,5 A
PS 7060	0-60 V	0-1,0 A
gemeinsame Daten:		
• Spannung und Strom getrennt einstellbar und auf zwei 3stelligen Digitaldisplays ablesbar		
• Brumm und Rauschen:		
Spannungskonstanter:	1 mV <sub>eff</sub>	
Stromkonstanter:	0,01 %	
• Innenwiderstand:		
Spannungskonstanter:	0,01Ω (!)	
Stromkonstanter:	20 kΩ	
• kurzschlußfester Ausgang		

### Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Hauptschaltbild des ELV-Power-Supply PS 70xx dargestellt. Die 230 V-Netzwechselspannung wird der Schaltung an den Platinenanschlußpunkten ST 3 und ST 4 zugeführt und gelangt über die Schmelzsicherung SI 1 und den Netzschalter S 1 auf die Primärwicklung des 100 VA-Transformators.

Die erste Sekundärwicklung ist bei allen Netzgeräteversionen dieser Reihe gleich und gibt eine Spannung von 2 x 9 V bei einer Strombelastbarkeit von 0,5 A ab. Diese Wicklung dient zur Speisung der Steuerelektronik sowie der beiden 3stelligen Digitalanzeigen. Hierzu wird zunächst eine

nach Anzahl der angesteuerten Segmente, in weiten Bereichen schwanken kann. Um hier den Einfluß auf die Steuerelektronik gering zu halten, wurde eine getrennte +5 V-Versorgungsspannung vorgesehen zur Speisung des A/D-Wandlers und der Digital-Anzeigen. Hierfür ist der Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805 zuständig, der zudem mit einem U-Kühlkörper zur besseren Wärmeabfuhr versehen ist. Am Ausgang (Pin 3) stellt dieses IC die erforderliche 5 V-Betriebsspannung bereit. Die Kondensatoren C 2, C 3 und C 14 dienen der allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen Steuer- und Regelschaltung dieser Netzgeräteserie.

Von der zweiten Primärwicklung, deren Beschaffenheit dem jeweiligen Netzgerätetyp angepaßt ist, gelangt die Wechselspannung auf den Brückengleichrichter, bestehend aus D 5 bis D 8. C 7 nimmt eine Pufferung und Siebung vor, so daß an diesem Ladekondensator die unstabilisierte Versorgungsspannung ansteht.

Die Werte der Gleichrichterdiode D 5 bis D 8, des Ladekondensators C 7, der Emitterwiderstände R 16 bis R 23 sowie einiger weiterer Bauelemente, die je nach Netzgerätetyp unterschiedlich sind, wurden in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Endstufe ist als Längsregler ausgeführt und mit den Darlingtons-Leistungstransistoren T 2 bis T 5 aufgebaut. In deren Emitterleitung sind die Widerstände R 16 bis R 23 eingefügt, um sowohl unterschiedliche Transistordaten auszugleichen als auch eine Meßspannung, die dem Ausgangstrom proportional ist, zu gewinnen.

Über die zur Entkopplung dienenden Vorwiderstände R 12 bis R 15 gelangt diese

gen beschränken sich lediglich auf das Einsetzen anderer Widerstandswerte, selbstverständlich unter Beachtung der Spannungsfestigkeit der verwendeten Bauelemente. Leiterplatten und auch das Gehäuse sind weitgehend identisch.

Die technischen Daten der Geräte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Einsatzmöglichkeiten dieser leistungsfähigen Power-Supplies erstrecken sich aufgrund ihrer hochwertigen Technik über den gesamten Labor- und Werkstattbereich, wobei neben industriellem Einsatz auch der private Anwender nicht zuletzt aufgrund des günstigen Preises diese Geräte optimal einsetzen kann.

Auch der Nachbau ist mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich, zumal sämtliche Bauelemente auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht sind und keine aufwendige Verdrahtung erforderlich ist.

Tabelle 2:

Netzgerä- typ	2. Trafo-Sekun- därwicklung	R 16- R 19	R 20- R 23	C 7	R 8	R 9	R 10	C 12	R 45
PS 7015	15V/6,00A	1,0Ω	1,0Ω	10mF/ 25V	15k	18k	82k	100µF/16V	270k
PS 7020	20V/4,50A	1,2Ω	1,5Ω	10mF/ 40V	12k	12k	68k	10µF/25V	120k
PS 7030	30V/3,00A	1,8Ω	2,2Ω	4,7mF/ 40V	8,2k	8,2k	39k	10µF/40V	56k
PS 7040	40V/2,25A	2,7Ω	2,7Ω	2,2mF/ 63V	5,6k	6,8k	33k	10µF/40V	39k
PS 7060	60V/1,50A	3,9Ω	3,9Ω	1,0mF/100V	3,9k	4,7k	18k	10µF/63V	22k

Gleichrichtung und Pufferung mit D 1 bis D 4 sowie C 1, C 13 vorgenommen.

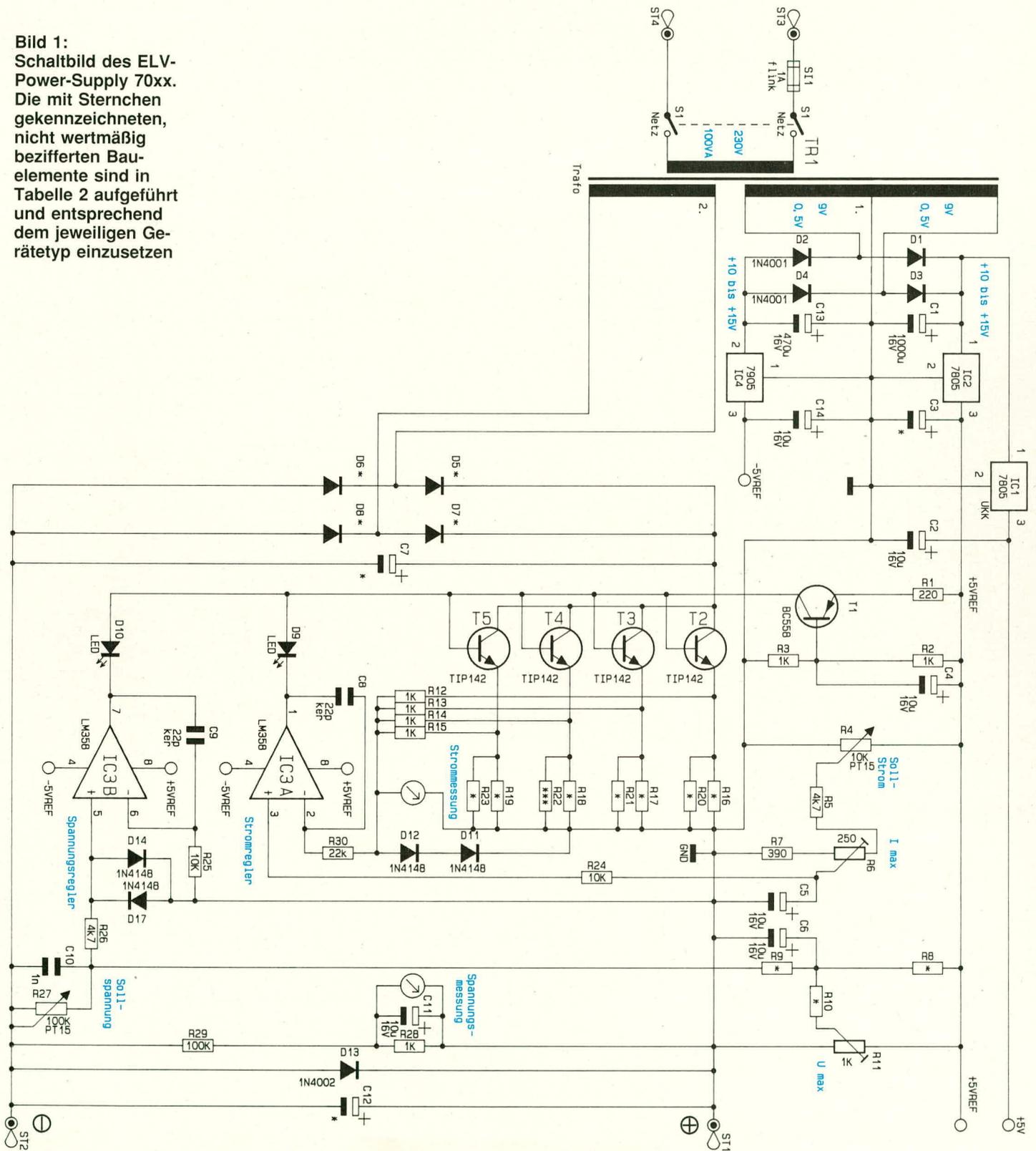
Mit dem Festspannungsregler IC 2 des Typs 7805 wird eine positive Festspannung von 5 V erzeugt, während IC 4 des Typs 7905 eine negative Festspannung von -5 V generiert. Die +/-5 V-Versorgungsspannungen dienen zur Speisung der Steuerelektronik, wobei die -5 V zusätzlich die negative Versorgungsspannung für die A/D-Wandler (Abbildung 2) bereitstellt.

Für die Ansteuerung der Digital-Anzeigen benötigen die A/D-Wandler einen vergleichsweise großen Strom, der zudem, je

Meßspannung, die auf die Schaltungsmasse bezogen ist (positive Ausgangsspannung des Netzgerätes), zum einen auf den Meßeingang des digitalen Amperemeters und zum anderen auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des für die Stromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 3 A. D 11 und D 12 dienen zum Schutz der Elektronik im Kurzschlußfall. Der Rückkopplungskondensator C 8 unterdrückt eventuelle Schwingneigungen dieses OPs.

Seinen Sollwert, d. h. die Vorgabe für den maximal zulässigen Ausgangsstrom, erhält IC 3 A über R 24 an seinem nicht

**Bild 1:**  
Schaltbild des ELV-Power-Supply 70xx.  
Die mit Sternchen gekennzeichneten, nicht wertmäßig bezifferten Bauelemente sind in Tabelle 2 aufgeführt und entsprechend dem jeweiligen Gerätetyp einzusetzen



invertierenden (+) Eingang (Pin 3). Eingestellt wird der Sollwert mit Hilfe des von der Frontplatte her zugänglichen Stromeinstellers R 4 in Verbindung mit den Wider-

ständen R 5 bis R 7, wobei R 6 zur einmaligen Feinanpassung des Bereichsendwertes (maximaler Ausgangsstrom des betreffenden Netzgerätetyps) dient.

Ist der Stromregler (IC 3 A) aktiviert, leuchtet die betreffende LED D 9, wobei die Funktion dieses Regelkreises im Detail wie folgt aussieht:

Die Endstufentransistoren T 2 bis T 5 erhalten an ihren Basen einen Steuerstrom, der durch eine Stromquelle bereitgestellt wird, die mit T 1 und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Diese Stromquelle liefert einen Konstantstrom von ca. 8 mA. Sind D 9 und D 10 gesperrt, fließt der gesamte Steuerstrom in die Basen der Endstufentransistoren T 2 bis T 5, d. h. diese Transistoren wären komplett durchgesteuert.

Zur Veranschaulichung wollen wir die weitere Funktion des Stromreglers an einem kompletten Regelzyklus beschreiben. Hierzu nehmen wir an, daß der Ausgang kurzgeschlossen bzw. hinreichend niederohmig belastet ist, das Stromeinstell-Poti R 4 am Rechtsanschlag steht (in der 15 V-Version entsprechend 4 A) und der Stromregler IC 3 A somit an Pin 3 eine Sollspannung von 0,5 V vorgegeben erhält.

Überschreitet nun der Ausgangsstrom einen Wert von 4 A, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen R 16 bis R 23, der ebenfalls 0,5 V übersteigt. Am invertierenden Eingang (Pin 2) des IC 3 A stellt sich somit ein höheres Potential als an Pin 3 ein, und der Ausgang (Pin 1) strebt in Richtung negativer Spannung. Hierdurch wird D 9 leitend und zieht einen Teil des Basisstromes aus der mit T 1 aufgebauten Stromquelle von den Endstufentransistoren ab. Der von T 1 gelieferte Konstantstrom teilt sich somit auf und fließt sowohl in die Basen der Endstufentransistoren als auch über D 9 ab. Wir gehen hierbei davon aus, daß D 10 gesperrt ist, da der Ausgang des IC 3 B (Pin 7) High-Potential führt.

Doch kehren wir zum Stromregler IC 3 A zurück. Der Ausgang (Pin 1) wird soweit negativ, daß der Endstufen-Steuerstrom gerade so groß bleibt, daß der Netzgeräte-Ausgangsstrom einen Spannungsabfall an R 16 bis R 23 hervorruft, der ein Spannungsgleichgewicht an beiden Eingängen des IC 3 A bewirkt.

Wird z. B. der Strom-Einstellregler R 4 in Mittelstellung gebracht, d. h. auf halben Maximal-Strom eingestellt, bewirkt dies an Pin 3 des IC 3 A eine Soll-Vorgabespannung von 0,25 V, und der Ausgang (Pin 1) des IC 3 A stellt sich nun so ein, daß ein gleicher Spannungsabfall an R 16 bis R 23 entsteht, entsprechend einem Netzgeräte-Ausgangsstrom von 2 A. Auf diese Weise kann der Ausgangsstrom von 0 A bis Maximum vorgewählt werden.

Als nächstes wenden wir uns dem Spannungsregler IC 3 B zu. Hierzu nehmen wir an, daß der Netzgeräteausgang (ST 1, 2) weitgehend unbelastet ist, so daß der dem Stromregler IC 3 A an Pin 3 bereitgestellte Vorgabewert über dem tatsächlichen Netzgeräte-Ausgangsstrom liegt und Pin 1 somit High-Potential führt (D 9 ist gesperrt).

Der invertierende (-) Eingang (Pin 6) des

Spannungsreglers IC 3 B liegt über R 25 an der Schaltungsmasse, entsprechend der positiven Netzgeräte-Ausgangsspannung (ST 1). Die mit R 8 bis R 11 sowie R 27 erzeugte Referenzspannung gelangt über

R 9 auf den gemeinsamen Summenpunkt (dort, wo sich R 9 und R 26 treffen), auf den auch die negative Ausgangsspannung über den Spannungs-Einstellregler R 27 geführt wird. R 26 verbindet nun diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht invertierenden (+) Eingang des IC 3 B, dessen Ausgang über D 10 (sofern leitend) einen Teil des Basis-Steuerstroms von den Endstufentransistoren abzweigt.

Nehmen wir an, R 27 ist auf maximalen Widerstand eingestellt und die Ausgangsspannung kleiner als mit R 27 vorgegeben.

#### Ansicht der 5 in dieser Labor-Netzteil-Serie beschriebenen Power-Supplies



Dies bedeutet, daß der nicht invertierende (+) Eingang des IC 3 B über R 9 und R 26 positiveres Potential führt als der invertierende (-) Eingang. Der Ausgang (Pin 7) strebt somit in Richtung positiver Spannung, und die Endstufentransistoren werden über den Konstantstrom durchgesteuert. Hierdurch erhöht sich die Netzgeräte-Ausgangsspannung, d. h. die Spannung an ST 2 wird bezogen auf die Schaltungsmasse (ST 1) negativer. Der Strom durch R 27 nimmt dabei soweit zu, bis die Spannung an Pin 5 des IC 3 B leicht unterhalb der Spannung an Pin 6 absinkt. Pin 7 strebt sofort in Richtung negativer Spannung und zieht über die nun leitende LED D 10 soviel Basisstrom von den Endstufentransistoren ab, bis sich ein Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des IC 3 B einstellt. Dieses Gleichgewicht ist dann vorhanden, wenn die Netzgeräte-Ausgangsspannung denjenigen Wert aufweist, der sich durch Multiplikation des durch R 9 eingepprägten Stromes mit dem durch R 27 vorgewählten Widerstandswert ergibt. Auf diese Weise ist mit R 27 die Ausgangsspannung von 0 V bis Maximum einstellbar.

Es ist jeweils immer derjenige Regler (Strom- oder Spannungs-Regler) in Betrieb, der den mit R 24 bzw. R 27 vorgewählten

niedrigeren Ausgangswert beschreibt. Ist beispielsweise die Ausgangsspannung auf 12 V und der Ausgangsstrom auf 1 A vorgegeben, wird die Ausgangsspannung solange auf 12 V gehalten, wie der Ausgangsstrom unterhalb von 1 A liegt. Reduziert sich der Belastungswiderstand (an ST 1, 2) soweit, daß bei den eingestellten 12 V der Ausgangsstrom 1 A überschreiten würde, übernimmt der Stromregler die Aktivitäten und begrenzt die Ausgangswerte so, daß der Ausgangsstrom den vorgewählten Wert nicht überschreiten kann, d. h. die Ausgangsspannung sinkt bei reduziertem Belastungswiderstand (Stromkonstanter).

## Digitales Volt-/Amperemeter

Beide im PS 70xx eingesetzten digitalen Anzeigegeräte mit jeweils 3 Digit sind weitgehend identisch aufgebaut. Die Schaltung ist in Abbildung 2 dargestellt. Die linke Hälfte zeigt den Spannungs- und die rechte Hälfte den Strommesser. Die Unterschiede liegen einzig in der Ansteuerung der Dezimalpunkte (R 37, R 44) und im Widerstand R 45, der beim Strommesser eine Spannungsteilung der Eingangs-Meßspannung vornimmt.

Die eingesetzten A/D-Wandler des Typs ICL 7107 setzen eine an ihren Eingangs-

pins 30, 31 anliegende Meßspannung in einen digitalen Anzeigewert um, wobei 7-Segment-LED-Anzeigen direkt angesteuert werden.

## Zum Nachbau

Diese von ELV neu konzipierten Netzgeräte sind besonders nachbausicher, da sämtliche Bauelemente einschließlich Trafo, Netzschalter, Endstufentransistoren und Einstellregler auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht sind. Darüber hinaus sind keinerlei Verdrahtungsarbeiten erforderlich, was sowohl den Nachbau vereinfacht als auch die Aufbauzeit auf ca. 3 h reduziert.

Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die hier vorliegende Beschreibung sorgfältig zu studieren, um sich mit den erforderlichen Arbeiten vertraut zu machen. Ist dies geschehen, kann mit der Bestückung der Platinen anhand der Bestückungspläne begonnen werden.

Zunächst werden die 22 Brücken der Basisplatine eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Es folgen die weiteren niedrigen Bauelemente und anschließend die höheren, wobei die größten Teile den Abschluß bilden.

Der Festspannungsregler IC 1 des Typs

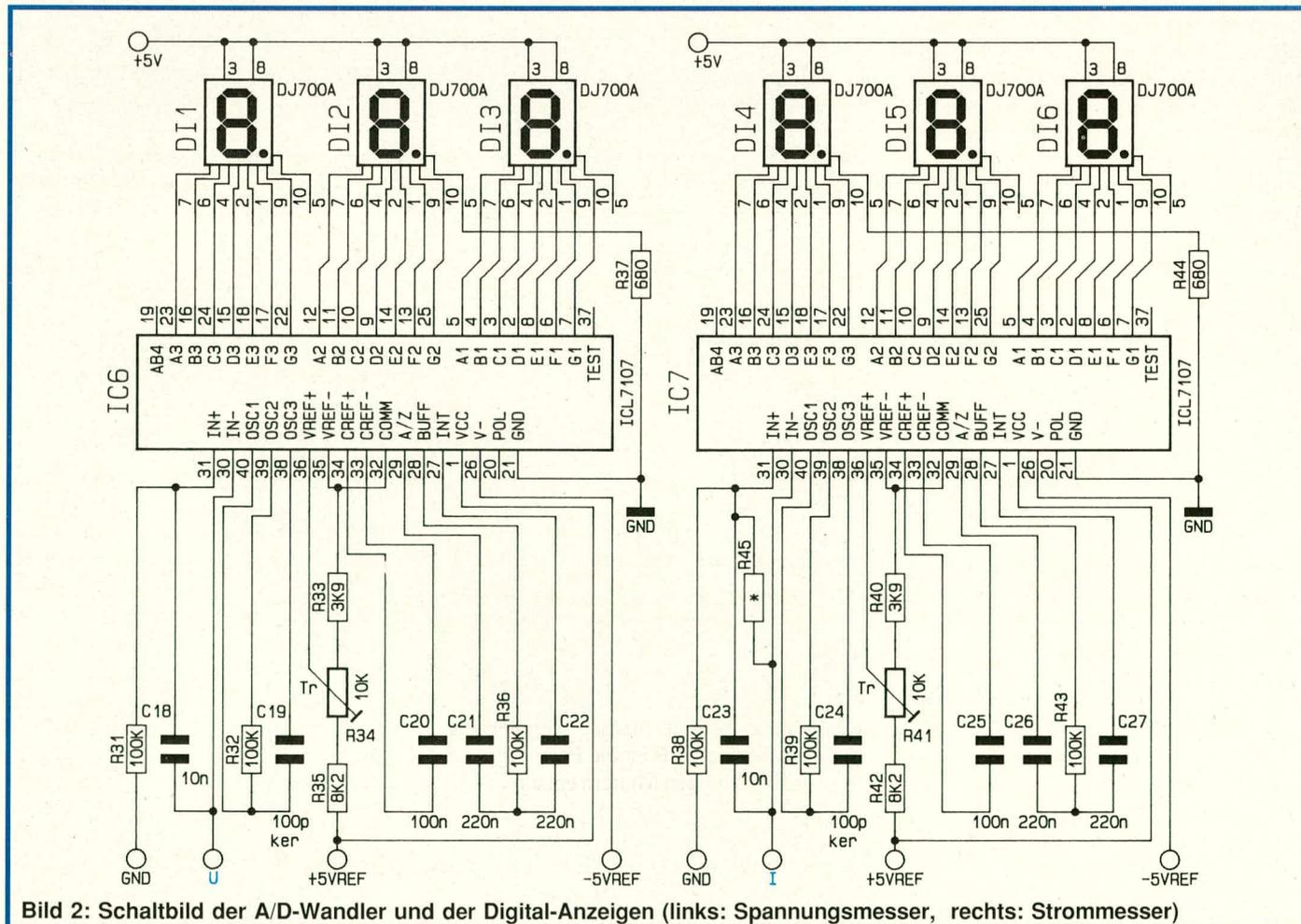
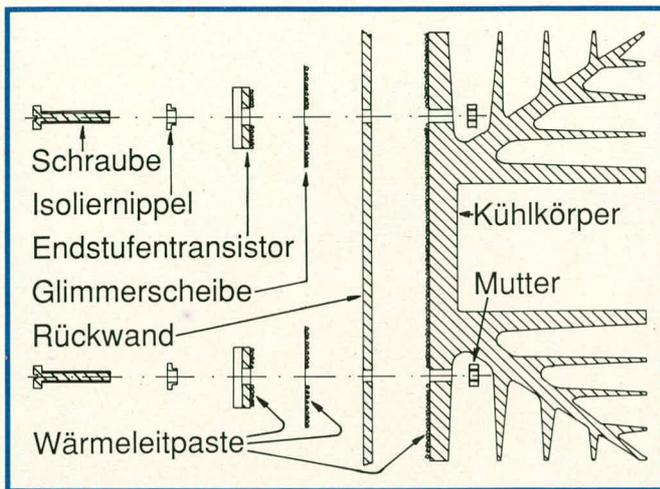


Bild 2: Schaltbild der A/D-Wandler und der Digital-Anzeigen (links: Spannungsmesser, rechts: Strommesser)

**Bild 3:**  
Montageskizze  
der Endstufen-  
transistoren-  
Kühlkörper-  
Einheit



7805, der zur Speisung der Digital-Displays dient, wird zur besseren Wärmeabfuhr mit einem U-Kühlkörper versehen. Hierzu sind die 3 Anschlußbeinchen des IC 1 ca. 3 mm vom Gehäuseaustritt entfernt im rechten Winkel nach unten abzubiegen und durch die Längsbohrung des U-Kühlkörpers zu stecken. Als dann wird der U-Kühlkörper mit dem Festspannungsregler auf die Basisplatte gesetzt und die Anschlußbeinchen in die zugehörigen Bohrungen eingeführt. Eine Schraube M 3 x 8 mm ist von der Bestückungsseite aus durch das IC 1, den U-Kühlkörper und die Basisplatte zu stecken und auf der Leiterbahnseite mit einer Mutter M 3 fest zu verschrauben. Erst jetzt erfolgt das Anlöten der 3 Anschlußbeinchen des IC 1.

Die 4 Endstufentransistoren T 2 bis T 5 werden vor ihrem Einsetzen in die Basisplatte zunächst mechanisch mit der Rückwand, die gleichzeitig als Kühlfläche dient, verbunden. Hierzu besitzt die 2 mm starke Aluminium-Rückwand an den entsprechenden Stellen 4 Bohrungen mit einem Durchmesser von 3,2 mm. Die Leistungskühlkörper des Typs SK 88, die zur Verbesserung der Wärmeabfuhr, gemäß der Abbildung 3, von außen an die Alu-Rückwand zu setzen sind, werden an den entsprechenden Stellen mit 3,5 mm Bohrungen versehen. Unter Zwischenfügen von etwas Wärmeleitpaste (nur dünn auftragen) sind diese Kühlkörper nun an die Alu-Rückwand zu setzen. 4 Schrauben M 3 x 15 mm dienen zur Verbindung von Endstufentransistoren, Alu-Rückwand und Kühlkörpern. Hierzu wird jeder der 4 Leistungs-Endstufen-Transistoren zunächst mit einem Isolierrippel versehen, durch den eine Schraube M 3 x 15 mm zu stecken ist. Die zum Kühlkörper hinweisende Metallfläche der Transistoren wird dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen. Anschließend ist je eine Isolier-Glimmerscheibe aufzusetzen, die ebenfalls hauchdünn mit Wärmeleitpaste zu bestrichen ist.

Die so vorbereiteten Transistoren werden anschließend an die Innenseite der Alu-

Rückwand angesetzt, wobei gleichzeitig die 4 Schrauben M 3 x 15 mm durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken sind. Von außen werden die beiden vorbereiteten Kühlkörper angesetzt und mit 4 Muttern M 3 fest verschraubt. Die Anschlußbeinchen der Endstufentransistoren weisen hierbei auf der Längsseite senkrecht nach unten.

Die insgesamt 12 Transistor-Anschlußbeinchen werden in die zugehörigen Bohrungen der Basisplatte gesteckt. Bei einem Probeeinbau in die Gehäuseunterhalbschale (Lüftungsschlitze weisen zur Frontseite), bei der sowohl Basisplatte als auch Endstufentransistoren ihre spätere Position einnehmen, werden die Anschlußbeinchen vorsichtig gebogen, entsprechend den späteren Gegebenheiten. Diese Position merkt man sich, löst die gesamte Konstruktion aus der Gehäuseunterschale und verlötet die Endstufentransistoren. Abschließend sind die jetzt noch überstehenden Anschlußbeinchen zu kürzen.

Den Abschluß der Bestückungsarbeiten bildet das Einsetzen des Netztransformators. Hierzu werden zunächst 4 Schrauben M 4 x 55 mm von der Leiterbahnseite der Basisplatte aus durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und mit je einer Mutter M 4 auf der Bestückungsseite fest verschraubt. Es folgt das Aufsetzen je einer weiteren Mutter M 4, deren Oberkante einen Abstand zur Platine von exakt 15 mm aufweist. Nun ist der Transformator darüberzusetzen, so daß die Unterseite seines Blechpaketes an den zuletzt aufgedrehten Muttern anliegt. Die Lötschwerter fallen hierbei in die zugehörigen Bohrungen. Der Abstand zwischen den beiden Kunststoff-Fußleisten des Transformators und der Leiterplatte beträgt hierbei weniger als 0,5 mm. Nötigenfalls ist die Position der 4 zuletzt aufgedrehten Muttern entsprechend zu korrigieren. Durch Aufdrehen von 4 weiteren Muttern M 4 erfolgt das Fixieren des Netztransformators. Erst jetzt werden die Printanschlüsse des Transformators auf der Platinenunterseite verlötet.

Nach dem Bestücken der Frontplatte wird diese mit der Basisplatte verlötet. Hierzu wird die Anzeigenplatte im rechten Winkel an die Basisplatte gesetzt, und zwar so, daß die Anzeigenplatte ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorsteht. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn sind nun die zueinandergehörenden Leiterbahnen sorgfältig miteinander zu verlöten. Zu beachten ist, daß an den Verbindungspunkten der beiden Leiterplatten zwischen den einzelnen Leiterbahnen keine Lötzinnbrücken entstehen. Die so vorbereitete Konstruktion kann nun in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden, wobei die Alu-Rückwand in die zugehörige Gehäusenut faßt.

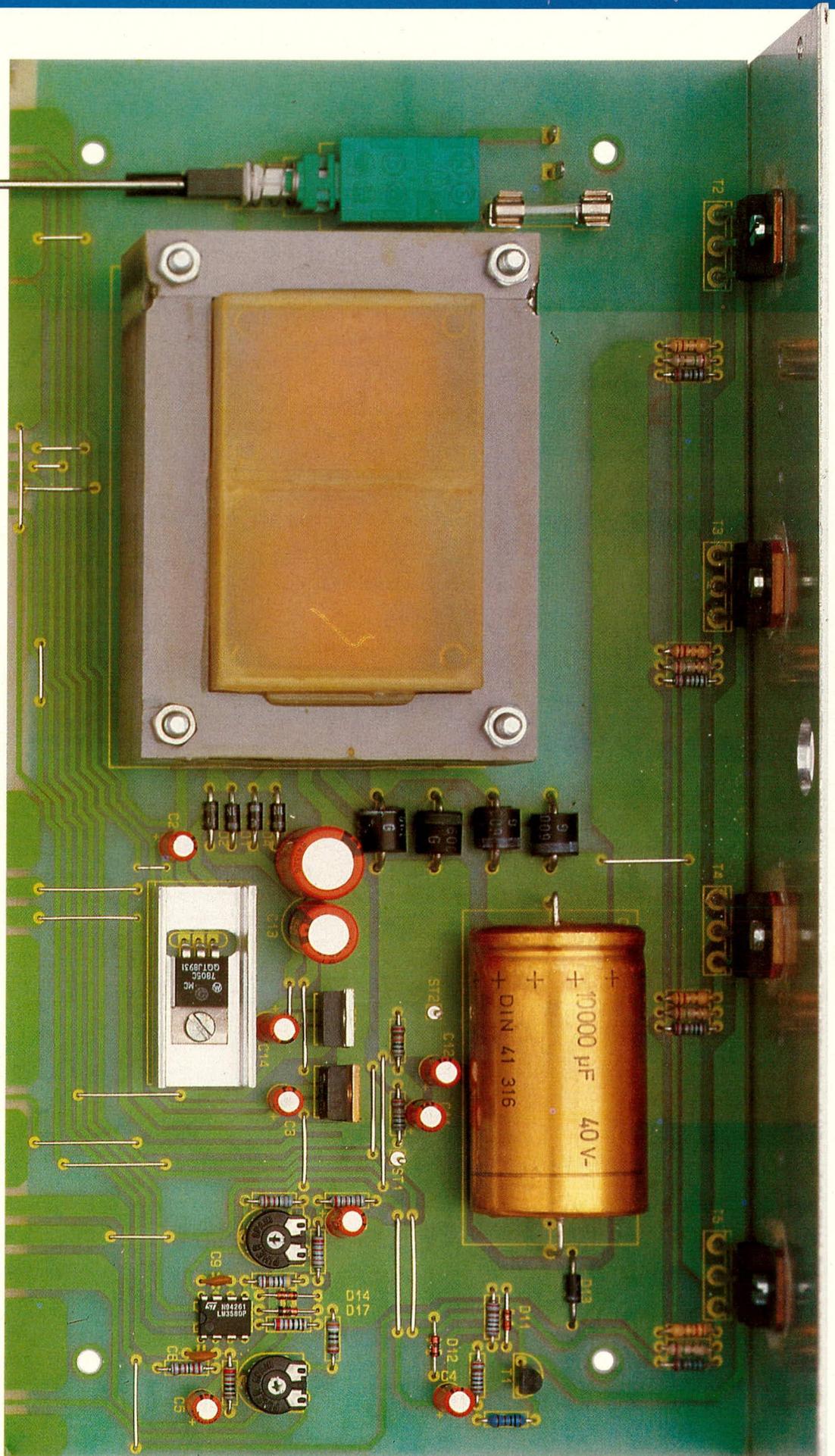
In die Gehäuserückwand wird an der entsprechenden Stelle (hinter dem Sicherungshalter) in die dafür vorgesehene Bohrung die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutztülle eingesetzt und auf der Gehäuseinnenseite mit der zugehörigen Mutter fest verschraubt. Die Zugentlastung selbst wird durch Drehen der Knickschutztülle entgegen dem Uhrzeigersinn entlastet und die vorher abisolierte Netzzuleitung soweit durchgesteckt, daß die äußere Isolation ca. 1 cm auf der Gehäuseinnenseite hervorsteht. Jetzt wird die Zugentlastung durch Verdrehen der Knickschutztülle im Uhrzeigersinn festgezogen.

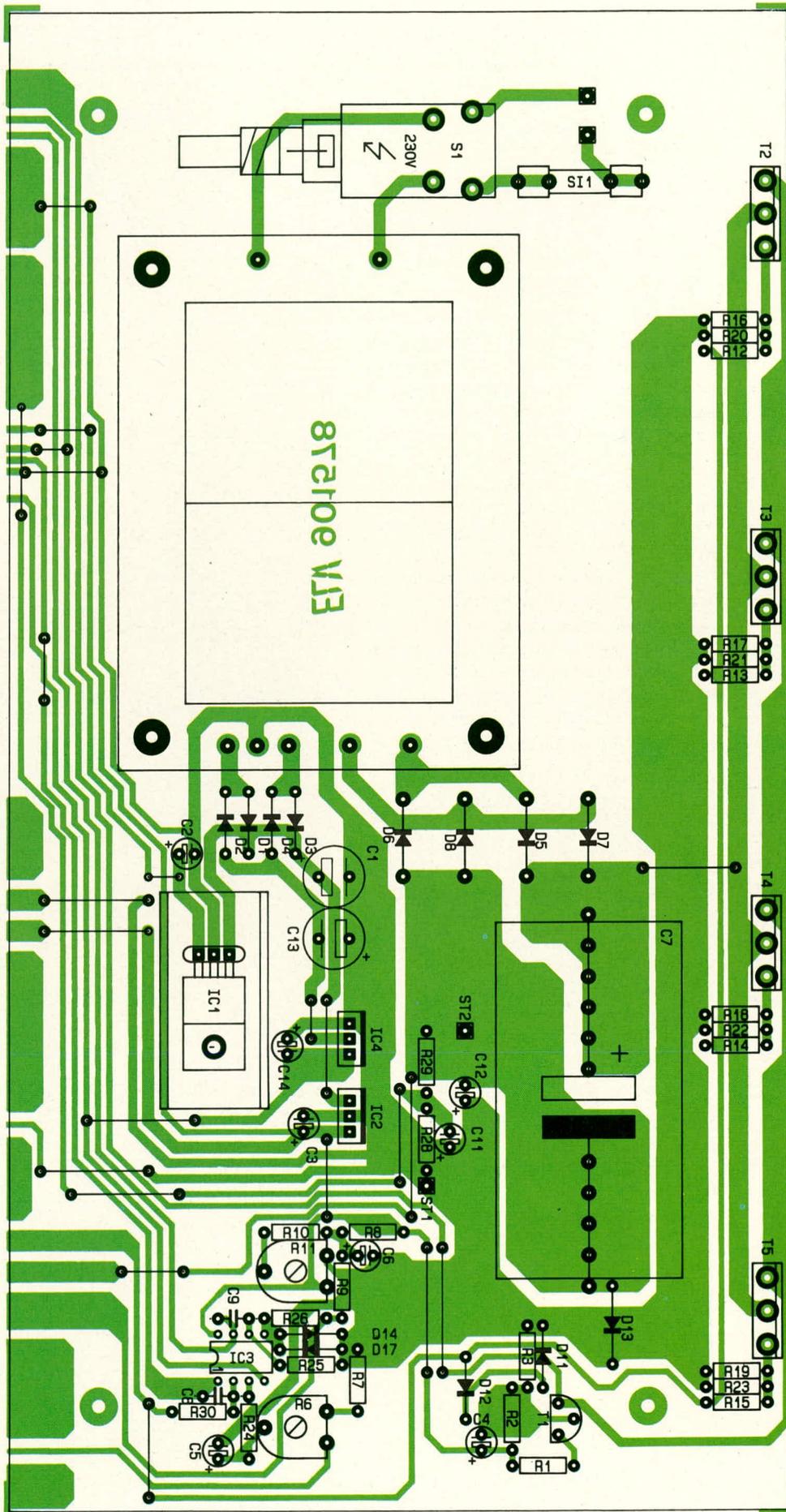
Die Adern der Netzzuleitung sind vorher auf ca. 80 mm Länge von ihrer äußeren Isolation zu befreien (eigentliche Adernisolation bleibt bestehen), wobei nur der gelb-grüne Schutzleiter in voller Länge bestehen bleibt und die beiden Netzaern auf die Hälfte, d. h. auf 40 mm zu kürzen sind. Als nächstes werden die Adernenden auf ca. 8 mm Länge abisoliert und vorverzinnt. Mit einer Rund- oder Flachzange werden die so vorbehandelten Adernenden zu u-förmigen Ösen gebogen. Die Ösen der beiden Netzaern sind durch die zugehörigen Printösen auf der Basisplatte (ST 3 und ST 4) zu führen (neben dem Sicherungshalter SI 1) und sorgfältig zu verlöten.

Der gelb-grüne Schutzleiter ist an alle leitenden von außen berührbaren Teile anzuschließen, d. h. in unserem Fall an die Alu-Gehäuse Rückwand. Hierzu wird durch die unmittelbar in der Nähe der Netzkabeldurchführung angeordnete 3,2 mm Bohrung von außen eine Schraube M 3 x 10 mm gesteckt, auf der Innenseite mit einer Fächerscheibe und anschließend einer Lötöse versehen und mit einer Mutter M 3 fest verschraubt. In die Anschlußfahne dieser Lötöse wird die mit der Zange gebogene vorverzinnte Öse des gelb-grünen Schutzleiters eingehängt und sorgfältig verlötet.

Der Sinn der Kürzung der beiden Netzaern bzw. in der doppelten Länge der gelb-grünen Schutzleitung besteht darin, daß beim gewaltsamen Herausziehen der

Ansicht  
der fertig  
aufgebauten  
Basisplatte  
des ELV-Power-  
Supply 7020





Bestückungsplan  
 der Basisplatine  
 des Power-Supply  
 PS 7020  
 Die anderen  
 Gerätetypen  
 dieser Serie  
 werden  
 äquivalent  
 aufgebaut,  
 wobei die zu  
 ändernden  
 Bauelemente  
 in Tabelle 2  
 aufgeführt sind

Netzzuleitung aus der Zugentlastung zunächst die Netzdadern abreißen würden und erst ganz zum Schluß der gelb-grüne Schutzleiter, d. h. die Schutzerdung des Gerätes bleibt am längsten bestehen.

Es folgt das Einsetzen der Ausgangsbuchsen (Polklemmen). Diese werden mit der bedruckten Frontplatte verschraubt. An die Buchsenrückseite ist je ein 20 mm langer Leitungsabschnitt mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> anzulöten. Jetzt kann die Frontplatte ins Gehäuse eingesetzt werden, wobei die an die Ausgangsbuchsen angelöteten Leitungen durch die unmittelbar hinter der Frontplatte liegenden Bohrungen der Frontplatte zu stecken und an die Platinenanschlüßpunkte ST 1 (+) und ST 2 (-) auf der Basisplatte zu löten sind.

Der links neben dem Netztrafo angeordnete Print-Netzschalter wird gemäß der Abbildung mit dem entsprechenden Kuppungs-Ersatzstück versehen, in das die 2 mm Metallachse einzustecken ist, damit diese Achse einen geraden Verlauf durch die Netzschalterbohrung auf der Frontplatte nehmen kann. An ihrem aus der Frontplatte herausragenden Ende ist der rote Betätigungsknopf fest aufzudrücken. Bei korrekter Montage schaut dieser Knopf in ausgeschaltetem Zustand ca. 5 mm und in gedrücktem Zustand ca. 1 mm aus der Frontplatte heraus. Wichtig ist, daß die Metallachse bis zum Anschlag sowohl in den roten Knopf als auch in das Verbindungsstück am Netzschalter eingesteckt wird und fest sitzt.

Für die Betätigung der beiden Einstellregler sind 2 Steckachsen durch die passenden Bohrungen der Frontplatte zu stecken. Nach der Endmontage des Gehäuses, auf die wir später noch eingehen, werden die Steckachsen soweit gekürzt, daß sie ca. 10 mm aus der Frontplatte hervorstehen, und danach werden die Drehknöpfe angebracht. Zuvor ist jedoch das Gerät in Betrieb zu nehmen, und die Einstellarbeiten sind durchzuführen.

Zu beachten ist noch, daß beim Umgang mit den bestückten Platinen diese grundsätzlich vorsichtig zu handhaben und möglichst immer mit beiden Händen zu transportieren sind, wobei eine Hand den Transformator festhält (selbstverständlich ist hierbei das Gerät nicht ans Netz angeschlossen).

### Achtung:

Die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

### Inbetriebnahme und Einstellung

Die erste Inbetriebnahme bei geöffnetem Gehäuse hat über einen ausreichend leistungsfähigen Trenntrafo zu erfolgen.

Unmittelbar nach dem Einschalten des Gerätes werden die Spannungen der bei-

den Sekundärwicklungen des Netztransformators mit einem Wechselspannungsmeßgerät überprüft. Die Spannung der ersten Wicklung muß zwischen 9 V und 11 V liegen und die der zweiten Wicklung je nach Gerätetyp in folgenden Bereichen (ohne externe Belastung):

- PS 7015: 16 V bis 22 V
- PS 7020: 22 V bis 28 V
- PS 7030: 32 V bis 42 V
- PS 7040: 45 V bis 55 V
- PS 7060: 70 V bis 80 V

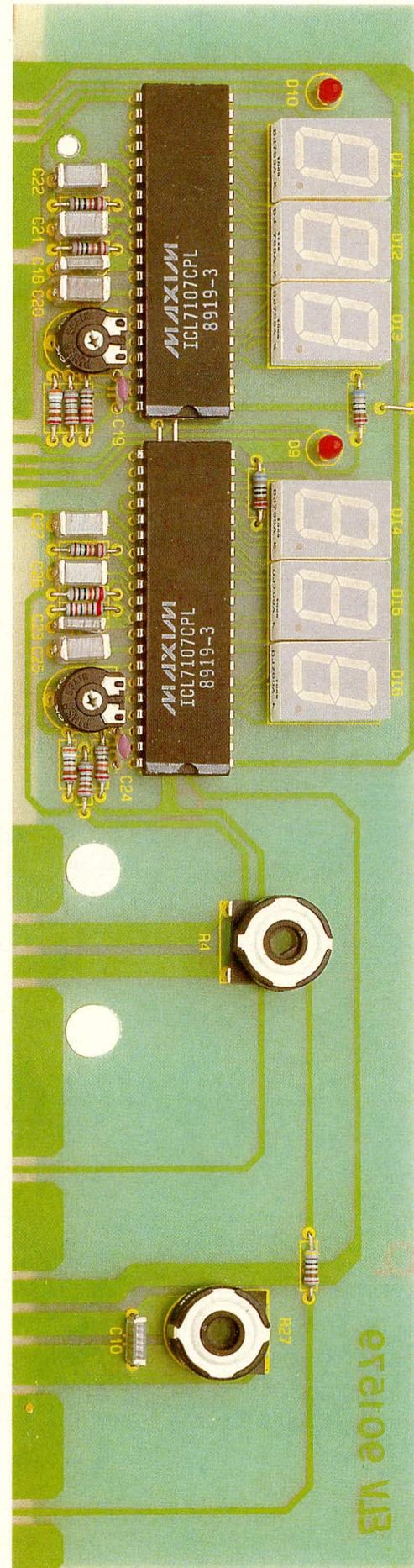
Die verhältnismäßig große Toleranzbreite liegt weniger am Transformator, als zum einen an möglichen Eingangsspannungsschwankungen (Netzspannung) und zum anderen an der Art des angeschlossenen Meßgerätes (Spitzenwertgleichrichter oder echter Effektivwertgleichrichter), da auch im Leerlauf bzw. bei sehr geringer Belastung keine rein sinusförmige Ausgangsspannung vom Transformator abgegeben wird.

Es folgen kurzfristig einige Gleichspannungsmessungen. Hierzu wird der negative Meßspannungseingang des Prüfgerätes mit der positiven Ausgangsklemme bzw. dem Platinenanschlußpunkt ST 1 des Netzgerätes verbunden. Mit der positiven Meßspitze werden im 20 V-Meßbereich folgende Messungen durchgeführt:

1. Pin 1 des IC 1: +10 V bis +15 V
2. Pin 1 des IC 2: Spannung identisch wie unter Punkt 1
3. Pin 2 des IC 1: 0 V bis max. 0,01 V
4. Pin 2 des IC 2: 0 V bis max. 0,01 V
5. Pin 1 des IC 4: 0V bis max. 0,01 V
6. Pin 3 des IC 1: +4,75 V bis +5,25 V
7. Pin 3 des IC 2: +4,75 V bis +5,25 V
8. Pin 2 des IC 4: -10 V bis -15 V
9. Pin 3 des IC 4: -4,75 V bis -5,25 V
10. Pin 4 des IC 3: -4,75 V bis -5,25 V
11. Pin 8 des IC 3: +4,75 V bis +5,25 V
11. Emitter von T 2, 3, 4, 5: 0 V bis max. 0,01 V (ohne externe Last)

Sind die Messungen soweit zur Zufriedenheit ausgefallen, wird zunächst der für die Stromeinstellung zuständige Regler R 4 auf Maximum, d. h. im Uhrzeigersinn an den Rechtsanschlag gedreht. Gleiches gilt für den Spannungseinsteller R 27. Hierbei sind die Ausgangsklemmen des Netzgerätes unbeschaltet. Mit einem hinreichend genauen Spannungsmeßgerät, das an die Ausgangsbuchsen anzuklemmen ist, wird nun die Spannung gemessen und mit dem Trimmer R 11 auf den maximalen Sollwert eingestellt (je nach Netzgerätetyp 15 V, 20 V, 30 V, 40 V bzw. 60 V).

In einem zweiten Einstellschritt wird die 3stellige Digitalanzeige des integrierten Spannungsmessers mit Hilfe des Trimmers R 34 ebenfalls auf genau diesen Wert eingestellt. Beide erwähnten Abgleichschritte



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigeplatine des PS 7020

## Stückliste: Power-Supply PS 70xx

### Widerstände

xx	.....	R 8-R 10
xx	.....	R 16-R 23
xx	.....	R 45
220Ω	.....	R 1
390Ω	.....	R 7
680Ω	.....	R 37, R 44
1kΩ	.....	R 2, R 3, R 12-R 15, R 28
3,9kΩ	.....	R 33, R 40
4,7kΩ	.....	R 5, R 26
8,2kΩ	.....	R 35, R 42
10kΩ	.....	R 24, R 25
22kΩ	.....	R 30
100kΩ	.....	R 29, R 31, R 32, R 36, R 38, R 39, R 43
Trimmer, PT 10, 250Ω, lieg.	.....	R 6
Trimmer, PT 10, 1kΩ, lieg.	.....	R 11
Trimmer, PT 10, 10kΩ, lieg.	.....	R 34, R 41
Trimmer, PT 15, 10 kΩ, lieg.	.....	R 4
Trimmer, PT 15, 100kΩ, lieg.	.....	R 27

### Kondensatoren

xx	.....	C 12
xx	.....	C 7
22pF	.....	C 8, C 9
100pF	.....	C 19, C 24
1nF	.....	C 10
10nF	.....	C 18, C 23
100nF	.....	C 20, C 25
220nF	.....	C 21, C 22, C 26, C 27
10µF/16V	.....	C 2--C 6, C 11, C 14,
470µF/16V	.....	C 13
1000µF/16V	.....	C 1

### Halbleiter

ICL7107	.....	IC 6, IC 7
LM358	.....	IC 3

7805	.....	IC 1, IC 2
7905	.....	IC 4
BC558	.....	T 1
TIP142	.....	T 2-T 5
xx	.....	D 5-D 8
1N4001	.....	D 1-D 4
1N4002	.....	D 13
1N4148	.....	D 11, D 12, D 14, D 17
DJ700A	.....	DI 1-DI 6
LED, 3 mm, rot	.....	D 9, D 10

### Sonstiges

Schalter, 2 x um, print	.....	S 1
Sicherung, 1 A, flink	.....	SI 1
1 Druckknopf		
1 Verlängerungsstab		
1 Verbindungsstück		
1 Trafo, prim.: 230 V/100 VA sek I.: 2 x 9 V/0,5 A sek II.: xx		
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)		
2 Kühlkörper SK88		
1 Kühlkörper SK13		
2 Printösen		
1 Lötöse, 3,2 mm		
1 Fächerscheibe		
4 Schrauben M 4 x 55		
4 Schrauben M 3 x 15		
1 Schraube M 3 x 10		
1 Schraube M 3 x 8		
16 Muttern M 4		
6 Muttern M 3		
4 Isoliernippel		
4 Glimmerscheiben		
200 mm flexible Leitung, mind. 1,5 mm <sup>2</sup>		
400 mm Silberdraht		

(xx siehe Tabelle 2)

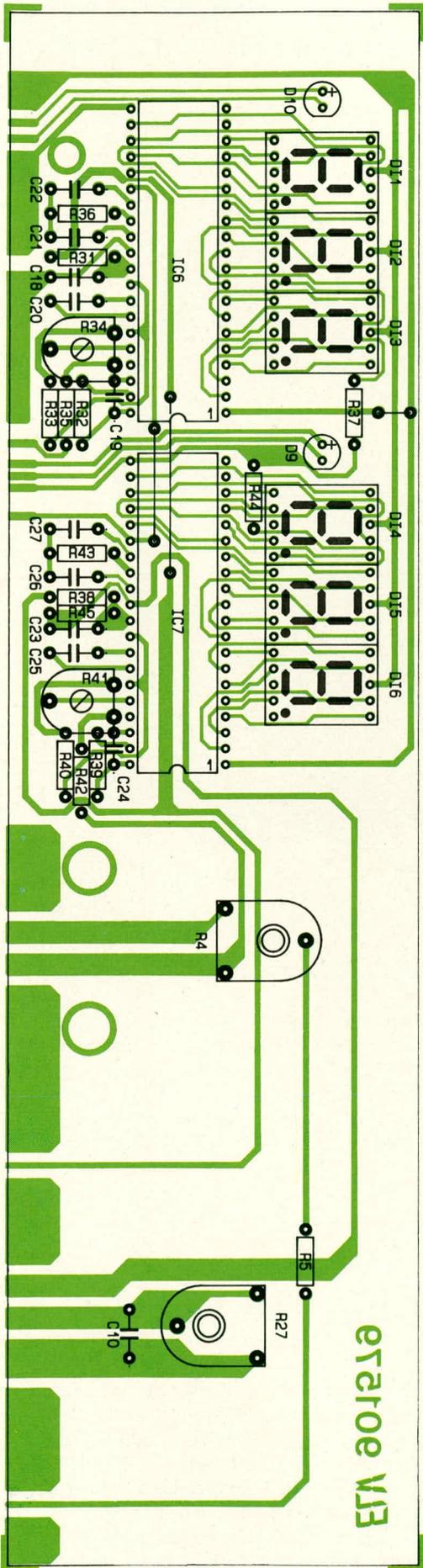
was zur Betriebs- und Meßsicherheit der Werte beiträgt.

Es folgt die Einstellung des Stromreglers. Hierzu empfiehlt es sich, zunächst die Ausgangsspannung auf ca. 5 V zurückzufahren. Die Ausgangsbuchsen sind anschließend über einen hinreichend genauen Strommesser miteinander zu verbinden, wobei der betreffende Einstellregler (R 4) weiterhin am Rechtsanschlag verbleibt (maximaler Ausgangsstrom). Mit dem Trimmer R 6 ist nun der maximale Soll-Ausgangsstrom gemäß dem angeschlossenen externen Vergleichs-Amperemeter einzustellen (1 A, 1,5 A, 2 A, 3 A bzw. 4 A).

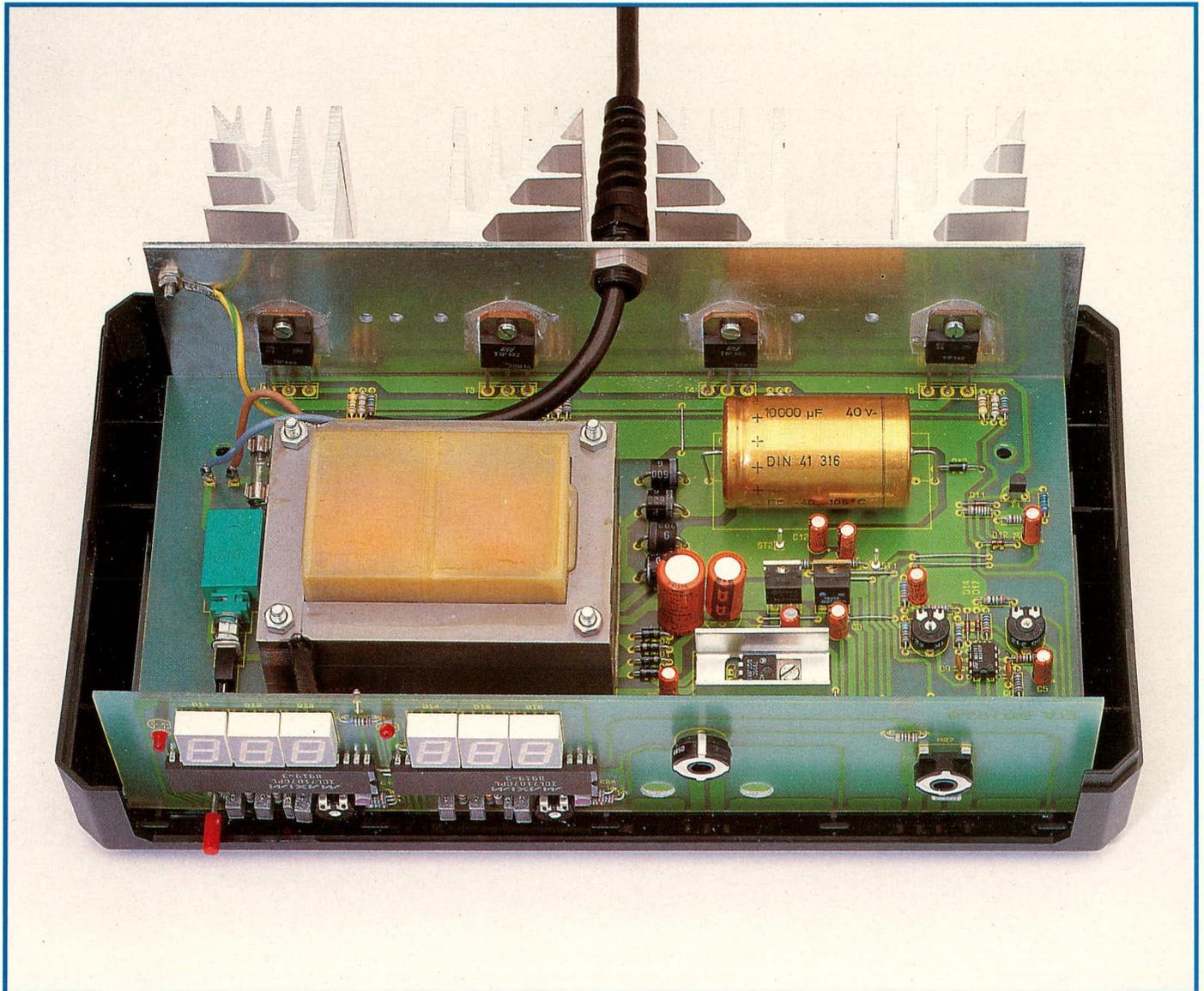
Mit dem Trimmer R 41 erfolgt danach die Einstellung der digitalen Stromanzeige auf genau diesen Wert. Auch hier sind die beiden letztgenannten Abgleichschritte voneinander unabhängig.

In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, daß die vorgesehene Auflösung der digitalen Stromanzeige bei allen 5 Gerätetypen auf 10 mA festgelegt ist. Bei der 60 V/1 A-Version besteht allerdings die Möglichkeit, die Auflösung auf 1 mA zu

erhöhen bei einem Meßbereichsendwert von 999 mA. Um dies zu erreichen, wird R 45, der mit 22 kΩ in dieser Version angegeben ist, ausgebaut und R 40 überbrückt. Mit R 41 kann nun die Anzeige auf „999“ eingestellt werden bei einem entsprechenden Ausgangsstrom. Diese oben beschriebene Änderung ist im allgemeinen jedoch nicht empfehlenswert, besonders dann nicht, wenn mehrere verschiedene Geräte dieser Serie eingesetzt werden sollen. Die einheitliche Anzeige mit gleicher Wertigkeit der einzelnen Digits stellt in der Praxis ein angenehmeres Arbeiten sicher. Bei entsprechenden Erfordernissen kann allerdings in der beschriebenen Weise eine Umrüstung der 60 V-Version erfolgen (Hinweis: bei einer Meßbereichsüberschreitung von z. B. 1003 mA zeigt die Anzeige allerdings „003“). Die Trimmer R 6 und R 11 sind für die entsprechenden Einstellarbeiten leicht zugänglich, während zur Einstellung von R 34 und R 41 die Frontplatte etwas anzuheben ist, um die betreffenden Trimmer verdrehen zu können.



Bestückungsplan der Anzeigenplatine des PS 7020



Kommen wir nun zur Endmontage des Gerätes. Hierzu werden durch die 4 Montage-sockel der Gehäuseunterhalbschale von unten 4 Schrauben M 4 x 70 mm gesteckt, die gleichzeitig auf der Gehäuseinnenseite durch die zugehörigen Bohrungen in der Basisplatte fassen. Die Gehäuseunterhalbschale steht hierbei auf einer waagerechten, ebenen Unterlage (z. B. Tischplatte). Über jede der 4 auf der Gehäuseinnenseite hervorstehenden Schrauben wird jetzt eine Futterscheibe 10 x 1,5 mm und anschließend eine Abstandsrolle 8 x 60 mm aufgesetzt. Um die weitere Montage möglichst einfach zu gestalten, wird die Gehäuseunterhalbschale ca. 10 mm angehoben und in dieser Position belassen, z. B. durch Unterlegen von einem gefalteten Taschentuch, von Bleistiften o. ä.. Hierdurch ragen die Schraubenköpfe ca. 10 bis 15 mm hervor. Der tiefere Sinn liegt darin, daß nun die innen aufgesetzten Abstandsrollen über die Schraubenenden ragen.

In die 4 Befestigungsbohrungen der oberen Halbschale werden von außen

### Innenansicht des fertig aufgebauten Power-Supply PS 7020 mit abgenommenener Gehäuseoberhalbschale

Führungsstifte eingesetzt (z. B. Drahtstifte oder überzählige Schrauben M 4 x 70 mm), die dann von der Oberhalbschale aus in die oben offenen, vom Unterteil hochstehenden Abstandshülsen geführt werden. Die Oberhalbschale wird nun gleichmäßig auf das Unterteil abgesenkt und man kann sich in aller Ruhe auf die richtige Lage von Gehäusefront- und -rückplatte konzentrieren.

Abschließend erfolgt das Verschrauben, wobei das Gerät jeweils soweit über die Tischkante hervorgezogen wird, daß die entsprechende Schraube von unten hochgedrückt und betätigt werden kann. Der jeweilige Führungsstift fällt oben wieder heraus und die Mutter kann aufgelegt und eingezogen werden.

Diese zunächst etwas aufwendig klingende Montagebeschreibung ist jedoch in der Praxis sehr einfach durchführbar, hat

man erst die betreffenden Teile vor Augen. Zum Abschluß werden in die beiden mittleren, nicht benötigten Montagebohrungen der Gehäuseoberhalbschale Abdeckstopfen eingesetzt, um die Öffnungen zu verdecken. Sollen weitere Gehäuse aufgestapelt werden, bleiben die oberen quadratischen Gehäusevertiefungen bestehen, während sie anderenfalls mit je einem Abdeckmodul, das einzudrücken ist, zu verschließen sind.

Die äquivalenten Vertiefungen auf der Gehäuseunterseite werden mit den darin einzudrückenden Fußmodulen versehen, in die zuvor je ein Gummifuß einzusetzen ist. Da die Gummifuße formschlüssig in die Bohrungen der Fußmodule passen, leistet ggf. ein kleiner Schraubendreher gute Dienste, um am Rand das Durchdrücken der Füße durch die Bohrungen zu erleichtern. Ein zusätzliches Verkleben der Abdeck- und Fußmodule in den Gehäusevertiefungen ist im allgemeinen nicht erforderlich, da diese einen guten Halt gewährleisten (man denke auch an eine eventuelle spätere Demontage). **ELV**



# Laser-Modulator-Interface

## LMI 7000

**Vielseitigkeit ist keine Hexerei!**

*Zur Erzielung optimaler Laser-Grafik-Effekte wurde das LMI 7000 konzipiert als maßgeschneidertes Ansteuergerät für den Laser-Akustik-Modulator AM 25 (ELV journal 6/89). Zusammen mit einer geeigneten Laser-Lichtquelle bilden das LMI 7000 und der AM 25 ein perfektes Lightshow-Trio.*

### Allgemeines

Der Laser-Akustik-Modulator AM 25, unser einfallsreiches, neuartiges Laser-Ablenk-System, hat sich in kurzer Zeit die Gunst unserer Leser erobert. In den Strahlengang eines Lasers gebracht, wandelt dieses besonders effektvolle Ablenk-System Musik oder andere Tonsignale frequenz- und amplitudenabhängig in Laserfiguren um. Es ergeben sich pulsierende zweidimensionale Lissajous- oder Rosetten-Projektionsmuster, zum Teil mit 3-D-Effekt, die rhythmussynchron immer wieder neu entstehen und ausklingen.

Grundlage dieses Systems ist ein freischwingend aufgehängter Spezialspiegel, der über einen dahinter angeordneten Miniaturlautsprecher angetrieben wird. Der Anschluß kann an jede beliebige 8  $\Omega$ -Si-

**Tabelle 1**

- Ausgang über Lautsprecherbuchse zur überlastsicheren Ansteuerung des AM 25
- 2 voneinander unabhängige Synchroningänge zur Einspeisung externer NF-Signale (eine Lautsprecherbuchse zum Anschluß eines Verstärkerausgangs sowie eine Cinch-Buchse für kleine Pegel)
- integriertes Elektret-Mikrofon zur Aufnahme der Raumgeräusche für Stand-alone-Betrieb
- automatische Eingangspegelanpassung in weiten Bereichen für alle NF-Funktionen
- 2 Regler zum gezielten manuellen Einstellen von Laser-Grafik-Mustern
- Automatik-Modus zur Erzeugung unterschiedlicher, wechselnder Bildmuster
- Einstellregler für Bildgrößenvorwahl
- übersichtliche, funktionelle Anordnung aller Bedienelemente
- LED-Funktionsanzeigen für Dunkelbetrieb
- Buchsenein- und -ausgänge zum Anschluß aller externen Komponenten
- Betrieb über 12 V-Steckernetzteil

gnalquelle über eine Lautsprecherbuchse erfolgen, wobei die Signalamplituden jedoch exakt angepaßt werden müssen und der zur Ansteuerung dienende Verstärker nicht mal eben „hochgezogen“ werden darf. So wurde die maßgeschneiderte Ansteuerereinheit in Form des Laser-Modulator-Interface LMI 7000 entwickelt, die den Laser-Akustik-Modulator AM 25 direkt antreibt. Neben der Erzeugung musiksynchroner Effekte besteht darüber hinaus die Möglichkeit, in Verbindung mit integrierten Ansteuerungen individuelle Muster zu erzeugen.

Bedenkt man, daß sowohl der AM 25 als auch das LMI 7000 in vielerlei Hinsicht technisches Neuland darstellen, so wird man den betreffenden ELV-Technikern, die diese Systeme konzipiert haben, sicherlich einen gewissen Entwicklerstolz zubilligen; denn in der Tat konnten alle wünschenswerten Features realisiert werden, ohne daß nennenswerte Kompromisse erforderlich waren. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Merkmale des LMI 7000 in Kurzform aufgelistet.

## Betriebsarten des LMI 7000

Die große Vielseitigkeit des AM 25 hinsichtlich Montage und Lichtwegkonzeption findet ihre Fortsetzung im LMI 7000. Über einen einzigen Drehschalter sind 5 unterschiedliche, voneinander völlig unabhängige Betriebsarten zu wählen. Mit demselben Drehschalter wird gleichzeitig das Gerät eingeschaltet. Im Betrieb werden die dem jeweiligen Arbeitsmodus zugeordneten Einstellregler über LEDs angezeigt, so daß der zielsichere Einsatz des LMI 7000 selbst in völliger Dunkelheit möglich ist. Im einzelnen wählbar sind die Betriebsarten:

1. Synchronisation über Lautsprecheranschluß (Speaker)
2. Synchronisation über Verstärkeranschluß/ Cinch-Buchse (Line)

3. Synchronisation über Innenmikrofon (Micro)
4. manuelle Laser-Muster-Einstellung
5. automatische Laser-Muster-Erzeugung

Die Modi „Speaker“ und „Line“ sind dabei für den gekoppelten Betrieb mit bestehenden Phonoanlagen vorgesehen, d. h. die eingespeisten Musiksignale werden zur Erzeugung und Synchronisation von Laser-Mustern eingesetzt, während die restlichen Funktionen einen Stand-alone-Betrieb ermöglichen, also keine externen Verbindungen oder Geräte erfordern. Einzig ein Laser-Akustik-Modulator AM 25 muß natürlich vorhanden sein, der sich gemäß Bausatzbeschreibung frei positionieren läßt und vom LMI 7000 über eine fast beliebig lange Lautsprecherverbindungsleitung angesteuert wird.

In allen Betriebsarten wirksam (und somit auch immer beleuchtet) ist der Intensity-Regler, der die Signalempfindlichkeit des Interfaces vorgibt und somit letztlich die Ablenkintensität des AM 25 festlegt. Dies spiegelt sich in unterschiedlicher Größe der erzeugten Lasermuster wieder. Mit dem Intensity-Regler wird also, abhängig von Raumgrößen und sonstigen Gegebenheiten, die Bildgröße eingestellt, entsprechend einem Öffnungswinkel der Laser-Muster zwischen Null und etwa 20 Grad.

In der Betriebsart „Speaker“ wird das LMI 7000 über eine Lautsprecherbuchse im Heck mit einem Lautsprecherausgang eines Verstärkers verbunden oder parallel zu einer Lautsprecherbox geschaltet. Entsprechend aufbereitet werden diese NF-Signale auf den AM 25 gegeben, wodurch unmittelbar musiksynchrone Bildmuster entstehen. Die Anpassung an die jeweilige Boxenleistung und Musikhautstärke nimmt das LMI 7000 dabei automatisch vor, so daß Verstärkerausgänge für Leistungen bis 100 W problemlos anschließbar sind. Bei darüberliegenden Leistungen treten durch den eingebauten Begrenzer allenfalls leicht

te Unlinearitäten auf, jedoch keine Defekte, sofern die Eingangsspannung am Lautsprechereingang 100 V<sub>ss</sub> nicht überschreitet. Das NF-Signal wird dabei durch den LMI 7000 weder nennenswert belastet noch in irgendeiner Weise rückwirkend beeinflusst.

In der Betriebsart „Line“ verarbeitet das LMI 7000 ebenfalls Audiosignale, die jedoch Vorverstärker- oder Mischpultpegel aufweisen sollten und über eine Cinch-Buchse eingespeist werden. Auch hier erfolgt eine extrem breitbandige automatische Anpassung der Eingangsempfindlichkeit an die jeweilige Signalthöhe, so daß man sich im praktischen Einsatzfall mit derartigen Problemen nicht befassen muß.

„Speaker“- und „Line“-Modus sind übrigens völlig unabhängig voneinander, d. h. es können gleichzeitig auch 2 ganz unterschiedliche Tonsignale eingespeist werden, die je nach Stellung des entsprechenden Wahlschalters zur Synchronisation dienen.

Im „Micro“-Modus arbeitet das LMI 7000 im Stand-alone-Betrieb. Ein eingebautes Mikrofon nimmt den Raumschall auf, und das Interface generiert daraus entsprechende Steuersignale für den AM 25. Bemerkenswert ist an dieser Funktion die automatische Empfindlichkeitsanpassung, die dafür sorgt, daß lauter wie auch leiser Raumschall zu ansehnlichen Laserfiguren verarbeitet wird. Die hierzu eingebaute Aussteuerungselektronik ist in ihrer Ansprechcharakteristik so eingestellt, daß die Empfindlichkeitsanpassung langsam, innerhalb mehrerer Sekunden, erfolgt, wodurch sich alle Dynamikunterschiede unverfälscht im Laser-Bildmuster wiederfinden und sie nicht etwa ausgeregelt werden.

Die Einstellung „manual“ ist sozusagen die Kreativ-Funktion des LMI 7000, da sie das freie Justieren von Bildmustern per Hand ermöglicht. Die 3 NF-Modi „Speaker“, „Line“ und „Micro“ erzeugen in aller Regel rasch veränderliche Muster, während der AM 25 aufgrund seiner Konzeption auch zur Erzeugung einer Vielzahl stehender, unveränderlicher Laserfiguren herangezogen werden kann, wenn nur die entsprechend stationären Eingangsfrequenzen vorliegen. Zustände kommen diese stillstehenden Muster durch Wechselwirkung von gut einem Dutzend Resonanzfaktoren innerhalb des AM 25, die, entsprechend angeregt, zyklische Bewegungsvorgänge des Ablenkspiegels hervorrufen. Projiziert werden hierbei dann in sich geschlossene Kreis-, Schleifen-, Lissajous- oder asymmetrische Bildmuster von hohem ästhetischen Reiz (siehe auch Abschnitt „Einsatzpraxis“!), die von Arbeitsfrequenzen und Signalintensitäten abhängen.

Über 2 komplexe elektronische Systeme werden im LMI 7000 zwei getrennte Ablenkfrequenzen für den AM 25 erzeugt, die in Kurvenform und Regelbereich genau auf

diesen abgestimmt sind. Einstellbar sind diese beiden Frequenzen in Stellung „manual“ über die Regler „Speed 1“ und „Speed 2“, und zwar zwischen ca. 1 Hz und 100 Hz. Intern werden sie dann elektronisch addiert, so daß sich neben stationären Mustern auch pulsierende Schwebungen und quasi-räumliche Bildbewegungen erzeugen lassen.

Die Funktion „auto.“ schließlich rundet die vielseitigen Funktionen des LMI 7000 ab, indem die vorgenannten beiden Ablenkfrequenzen nunmehr automatisch geregelt und verändert werden. Ein Eingriff in diese Automatik ist dennoch möglich, da sich über den Regler „Autospeed“ die Änderungsgeschwindigkeit einer dieser beiden Frequenzen etwa um den Faktor 5 variieren läßt. In der Automatik-Funktion produziert der AM 25 also sich allmählich ändernde Bildmuster, die sich etwa für Blickfang-Anwendungen ideal eignen (Zykluszeit des nicht verstellbaren Frequenzgenerators: ca. 90 s; Zykluszeit des verstellbaren Generators: 20 bis 95 s).

Nachdem wir uns mit den vielfältigen Betriebsmöglichkeiten des LMI 7000 ausführlich befaßt haben, wollen wir uns nachfolgend dem praktischen Einsatz zuwenden.

## Einsatzpraxis

Für den Betrieb ist ein handelsübliches, unstabiliertes 12 V/300 mA-Steckernetzteil erforderlich, dessen 3,5 mm-Klinken-

stecker in die rechts auf der Geräterückseite des LMI angeordneten 3,5 mm-Klinkenbuchse einzustecken ist.

Direkt neben der Stromversorgungsbuchse befinden sich die beiden Eingangsbuchsen (Lautsprecher- und Cinch-Buchse) zur externen Einspeisung eines Musiksignals, das zur Synchronisation der erzeugten Laserfiguren dient. Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Wahlschalter kann eines dieser beiden Eingangssignale ausgewählt werden. In Drehschalterstellung „Speaker“ werden die an der Lautsprecherbuchse anstehenden NF-Signale zur Synchronisation herangezogen, während in der Stellung „Line“ die an der Cinch-Buchse anstehenden NF-Signale zum Tragen kommen.

In der Stellung „Micro“ werden die Raumgeräusche (z. B. ein Gemisch aus Hintergrundmusik und Klatschen o. ä.) zur Synchronisation, d. h. zur Erzeugung von Laserfiguren herangezogen.

In den vorstehend benannten Schalterstellungen leuchtet einzig die LED „On“ über dem Intensity-Regler auf zur Kennzeichnung, daß dieser Regler in Funktion ist. Hiermit kann nun die Ansteuerintensität des vom Laser-Modulator-Interface LMI 7000 angesteuerten Laser-Akustik-Modulators AM 25 bestimmt werden, d. h. letztendlich die Bildgröße.

In der Betriebsart „manual“ leuchten zusätzlich die beiden LEDs über den Drehreglern „Speed 1“ und „Speed 2“ auf zur Kennzeichnung, daß diese beiden Regler

nun zur Einstellung von Lasermustern bereit sind.

Da das System einige Zeit benötigt, sich zu einer gegebenen Anregefrequenz gleichförmig einzuschwingen, empfiehlt es sich, diese Regler nur sehr langsam zu verstellen, da man sonst leicht die interessantesten Muster unentdeckt „überrennt“. Der Regler „Speed 2“ sollte zunächst im niederfrequenten Bereich stehen (linker Anschlag, d. h. entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) und erst zugemischt werden, wenn über den Regler „Speed 1“ ein interessantes, „stehendes“ Bildmuster justiert wurde.

In der Drehschalterstellung „auto.“ leuchtet zur LED über dem Intensity-Regler zusätzlich die LED „automatic“ auf. Mit dem zugehörigen Regler „Autospeed“ kann die automatische Änderungsgeschwindigkeit einer der beiden miteinander gemischten und sich überlagernden Ansteuerfrequenzen variiert werden.

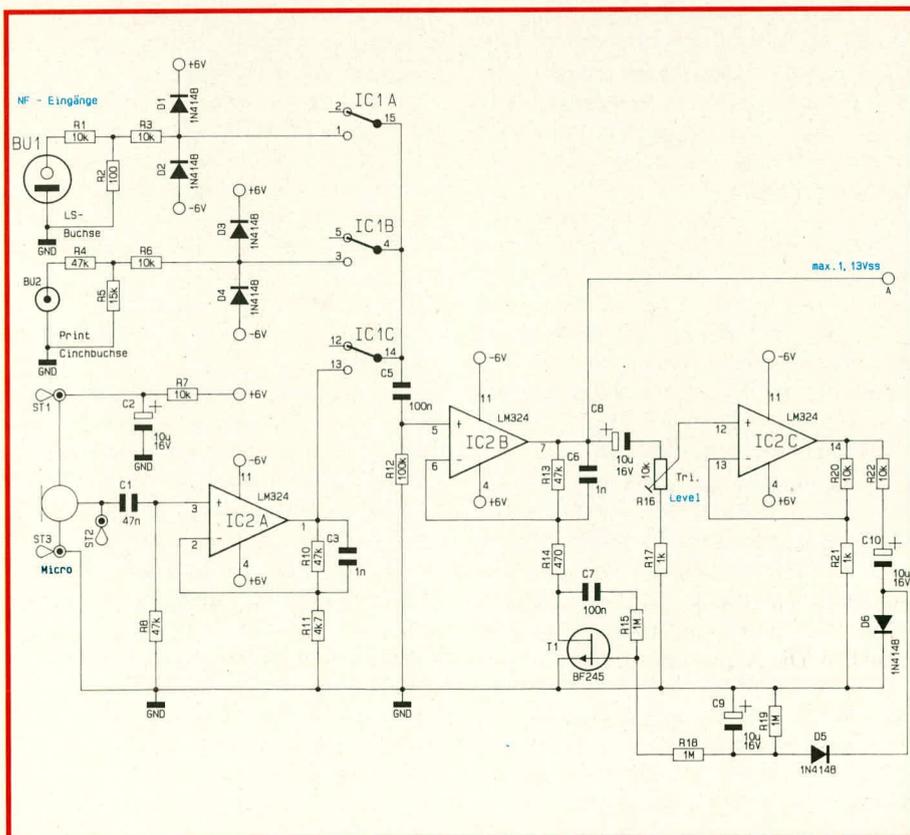
Zum Ausschalten des LMI 7000 wird der links auf der Frontplatte angeordnete Drehschalter in Stellung „Off“ gebracht, wobei das angeschlossene Steckernetzteil angekoppelt bleiben kann. Für längere Betrieunterbrechungen sollte allerdings auch das Steckernetzteil vom 230 V-Wechselspannungsnetz getrennt, d. h. aus der Netzsteckdose gezogen werden.

## Zur Schaltung

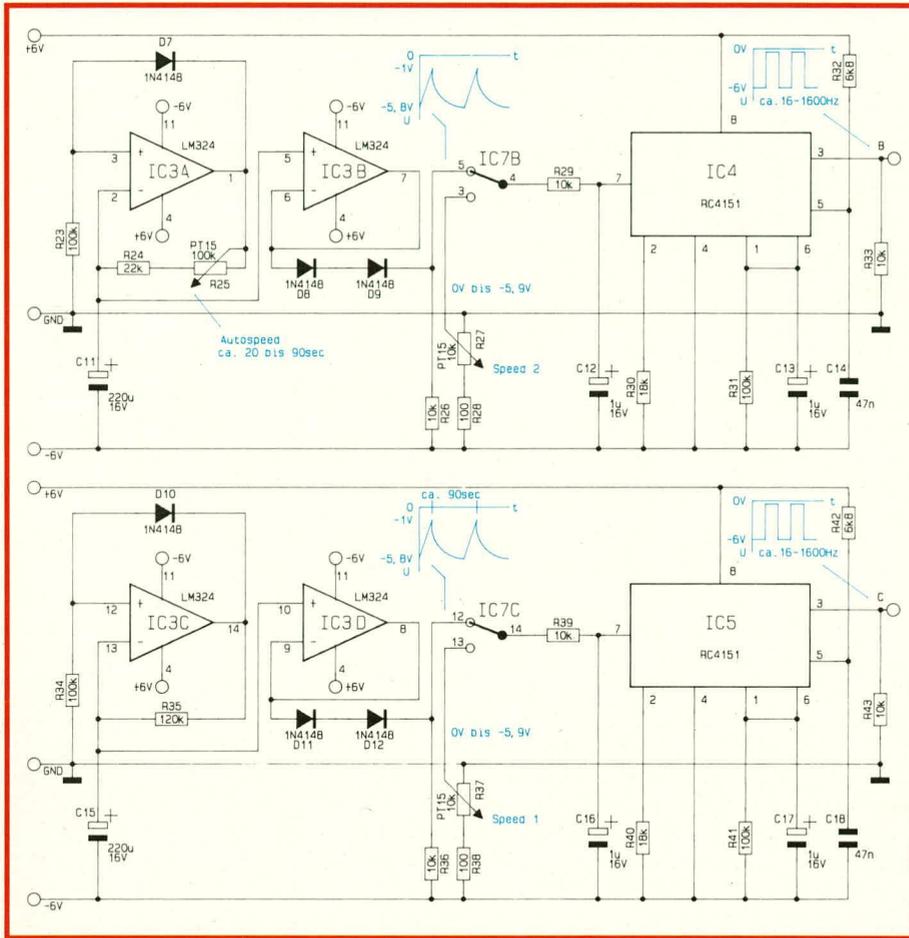
In den Abbildungen 1 bis 4 ist das Schaltbild des Laser-Modulator-Interface LMI 7000 dargestellt. Zur besseren Übersicht wurde eine Aufteilung in 4 Teilschaltbilder vorgenommen, von denen jedes für sich eine weitgehend abgeschlossene Funktionseinheit bildet.

Die Eingangsstufen zur Synchronisation und Bildmuster-generierung in Verbindung mit NF-Signalen ist in Abbildung 1 dargestellt. An der Buchse BU 1 wird ein Lautsprecher-signal, das von einem Leistungsverstärker kommt, eingespeist. Da der Innenwiderstand an dieser Buchse 10 kΩ beträgt und das betreffende Eingangssignal daher kaum belastet, kann dieser Eingang auch parallel zu einer Lautsprecherbox angeschlossen werden. Mit R 1, R 2 wird ein Spannungsteiler 100 : 1 aufgebaut, der auch große Signalamplituden auf für die Schaltung zuträgliche Werte herunterteilt. R 3 nimmt in Verbindung mit D 1, D 2 einen Schutz vor Überspannungen vor.

In ähnlicher Weise arbeitet die Eingangsbeschaltung für die Cinch-Buchse BU 2,



**Bild 1:**  
Eingangsschaltung zur Einkopplung von NF-Signalen



**Bild 2:**  
Schaltbild der Impuls-  
generatoren zur internen  
Bildmustererzeugung

Die Zeitkonstanten dieses automatischen Pegelreglers sind so gewählt, daß alle interessierenden Dynamikunterschiede verarbeitet und lediglich Intensitätsschwankungen, die langsam ablaufen, ausgeregelt werden. An Pin 7 des IC 2 B steht somit ein Signal mit einer durchschnittlichen Amplitude von 400 mV<sub>eff</sub> zur externen Synchronisation und Bildmustererzeugung zur Verfügung (Schaltungspunkt „A“).

In Abbildung 2 ist die Schaltung zur internen, d. h. eigenständigen Laser-Muster-Erzeugung dargestellt. Der mit IC 3 A, B sowie IC 4 aufgebaute Schaltungsteil ist weitgehend identisch mit dem darunter eingezeichneten Bereich, so daß wir uns auf die Beschreibung des oberen Abschnittes konzentrieren wollen.

IC 4 stellt einen Impulsgenerator dar mit einer einstellbaren Frequenz zwischen 1 Hz und 100 Hz. Die Frequenzveränderung wird durch eine Steuerspannung erzeugt, die über R 29 auf Pin 7 des IC 4 gelangt. Befindet sich der Umschalter IC 7 B in der entgegengesetzten Stellung zur eingezeichneten Position, wird die mit dem Regler R 27 eingestellte Steuerspannung auf den Eingang Pin 7 des IC 4 gegeben, d. h. mit diesem Regler kann nun die Impulsfrequenz der IC 4 variiert werden. Die entsprechenden Ausgangsimpulse stehen an Pin 3 des IC 4 zur Verfügung.

In der eingezeichneten Stellung des IC 7 B dient eine dreieckförmige Spannung zur Frequenzveränderung des IC 4. Diese Dreiecksspannung wird mit dem Oszillator IC 3 A mit Zusatzbeschaltung erzeugt und über IC 3 B gepuffert. D 8, D 9 dienen in Verbindung mit R 26 zur Verschiebung des Gleichspannungspegels, damit die Eingangsspannung an Pin 7 des IC 4 im gewünschten Bereich liegt.

Mit dem Regler R 25 kann die Periodendauer dieser Dreiecksspannung zwischen 20 s und 95 s variiert werden, entsprechend einer sich in diesen Zeiträumen periodisch ändernden Impulsfolgefrequenz am Ausgang des IC 4 (Pin 3). R 25 ist auf der Frontplatte mit „Autospeed“ bezeichnet.

Die darunter angeordnete Schaltung entspricht in ihrer Funktionsweise der eben beschriebenen Teilschaltung mit dem einzigen Unterschied, daß die Reihenschaltung, bestehend aus R 24, R 25 hier durch den Festwiderstand R 35 ersetzt wurde, d. h. in Stellung „Autospeed“ wird eine im festen Rahmen veränderbare Impulsfrequenz mit einer weiteren sich ändernden Impuls-

aufgebaut mit den Widerständen R 4 bis R 6 sowie den Schutzdioden D 3, D 4.

Für die sehr kleinen Mikrofon-Pegel werden die vom eingebauten Elektret-Mikrofon kommenden NF-Signale mit dem Operationsverstärker IC 2 A zunächst vorverstärkt, damit am Ausgang (Pin 1) ausreichend hohe, für die Weiterverarbeitung geeignete Signale bereitstehen.

Welche dieser 3 Signalquellen zur Synchronisation und Generierung der Laserfiguren herangezogen wird, entscheidet der Anwender durch die Einstellung des auf der Frontplatte angeordneten Drehschalters, der wiederum einen der 3 elektronischen Schalter (IC 1 A, IC 1 B oder IC 1 C) durchschalten läßt. Sofern der betreffende Drehschalter in Stellung „manual“ oder „auto.“ steht, sind alle 3 Schalter geöffnet, und die externen NF-Signale bleiben unberücksichtigt.

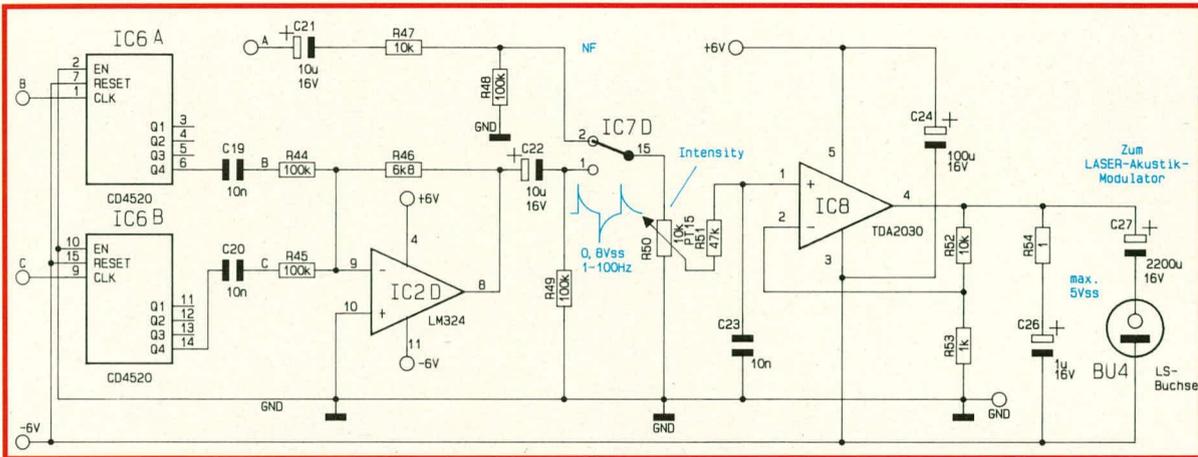
Ist einer dieser Schalter geschlossen, gelangt das betreffende NF-Signal über C 5 auf den Eingang eines elektronisch steuerbaren Vorverstärkers. Ist der FET T 1 durchgesteuert, beträgt die Verstärkung ca. 40 dB, während die Verstärkung auf 0 dB sinkt, wenn T 1 sperrt. Auf diese Weise ist eine Verstärkungsänderung dieser Stufe um den Faktor 100 möglich.

Über C 8 wird das Ausgangssignal des IC 2 B auf eine weitere Verstärkerstufe gegeben, deren Empfindlichkeit mit dem

Trimmer R 16 einstellbar ist. Die nachfolgende Klemm- und Gleichrichterstufe, bestehend aus C 9, C 10, D 5, D 6 sowie R 18, R 19 und R 22, generiert eine Steuerspannung zur Ansteuerung des Gate von T 1. Diese Schaltungskonfiguration stellt einen geschlossenen Regelkreis dar, der zur Stabilisierung der Ausgangsamplitude des IC 2 B (Pin 7) dient. Nachfolgendes Funktionsbeispiel soll die Schaltungsfunktion verdeutlichen:

Steigt die Spannung an Pin 7 des IC 2 B, erhöht sich auch die Ausgangsspannung an Pin 14 des IC 2 C. Über die nachfolgende Klemm- und Gleichrichterschaltung wird an C 9 eine vom Betrag her größere negative Steuerspannung für das Gate von T 1 erzeugt, die zur Erhöhung des Innenwiderstandes dieses FETs beiträgt. Hierdurch steigt der Gesamtwiderstand, bestehend aus R 14 und T 1, so daß die Verstärkung der mit dem IC 2 B aufgebauten Stufe absinkt. Infolgedessen wird auch die Ausgangsspannung an Pin 7 des IC 2 B wieder kleiner, d. h. diese Schaltungskonfiguration bewirkt eine weitgehende Konstanthaltung des Pegels an Pin 7.

Der Trimmer R 16 wird später so eingestellt, daß bei Einspeisung eines mittleren Signalpegels im Bereich zwischen 2 V und 10 V<sub>eff</sub> an der Buchse BU 1 die Ausgangsspannung an Pin 7 des IC 2 B 0,4 V<sub>eff</sub> beträgt.



**Bild 3:** Schaltbild zur weiteren Signalbearbeitung und Umschaltung mit nachgeschalteter Endstufe

**Bild 4:** Schaltbild der Stromversorgung und Betriebsartwahl

frequenz überlagert, deren Änderungsgeschwindigkeit mit R 25 einstellbar ist, wodurch interessante Effekte entstehen.

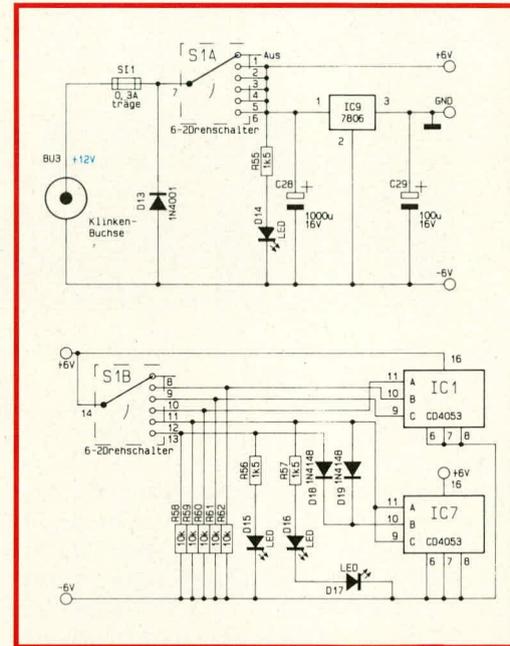
Wenden wir uns als nächstes der in Abbildung 3 gezeigten Teilschaltung zu. Mit den beiden im IC 6 integrierten Teilern wird jeweils die Ausgangsfrequenz der Impulsoszillatoren IC 4 und IC 5 durch den Faktor 16 geteilt. Dies ist erforderlich und sinnvoll, damit der Frequenzbereich der ICs 4, 5 in einem praktikablen Rahmen verläuft.

Am Ausgang Q 4 (Pin 6) des IC 6 A sowie am Ausgang Q 4 (Pin 14) des IC 6 B steht somit eine in ihrer Frequenz veränderbare Rechteckspannung an, die über C 19, R 44 sowie C 20, R 45 auf den Summationseingang (Pin 9) des IC 2 D gelangen. Im Rückkopplungszweig legt der Widerstand R 46 den Verstärkungsfaktor dieser Stufe fest. Am Ausgang (Pin 8) des IC 2 D steht die summierte, d. h. überlagerte Mischfrequenz der beiden Rechteckfrequenzen zur Verfügung, jedoch mit einer frequenzunabhängigen Impulsbreite, die sich durch die Differenzglieder C 19, R 44 und

C 20, R 45 ergibt.

Je nach Stellung des elektronischen Umschalters IC 7 D gelangt entweder die aufbereitete externe NF-Frequenz über C 21, R 47 oder die intern erzeugte Impulsfrequenz über C 22 auf die Endstufe, bestehend aus dem Leistungsverstärker IC 8 mit Zusatzbeschriftung. Mit dem Regler R 50 kann die Intensität entsprechend der erforderlichen Bildgröße gewählt werden. Über C 27 wird das aufbereitete Signal auf den Ausgang (BU 4) und von dort auf den AM 25 gegeben.

In Abbildung 4 ist im oberen Teil die Stromversorgung dargestellt. Befindet sich S1A in den Stellungen 2 bis 6, so kann die Versorgungsspannung über SI 1 und den Drehschalter auf den Festspannungsregler IC 9 des Typs 7806 gelangen. C 28, C 29 dienen der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung. Als Besonderheit ist hier anzumerken, daß der Ausgang (Pin 3) schal-



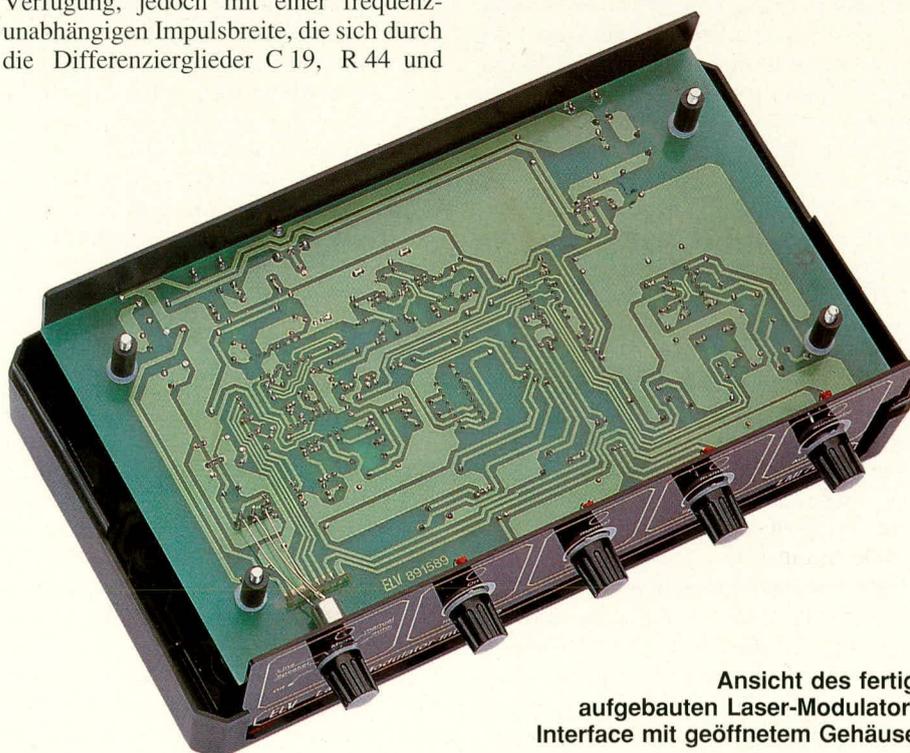
tungstechnisch als Bezugspunkt, d. h. Schaltungsmasse gewählt wurde und dadurch eine negative stabilisierte 6 V-Spannung zur Verfügung steht, während die positive Spannung (+6 V) unstabilisiert bleibt. Die eigentliche Versorgungsspannung wird über BU 3 von einem 12 V/300 mA-Steckernetzgerät eingespeist.

Bei einer Verpolung schützt D 13 die Elektronik und bringt die Schmelzsicherung SI 1 zum Ansprechen.

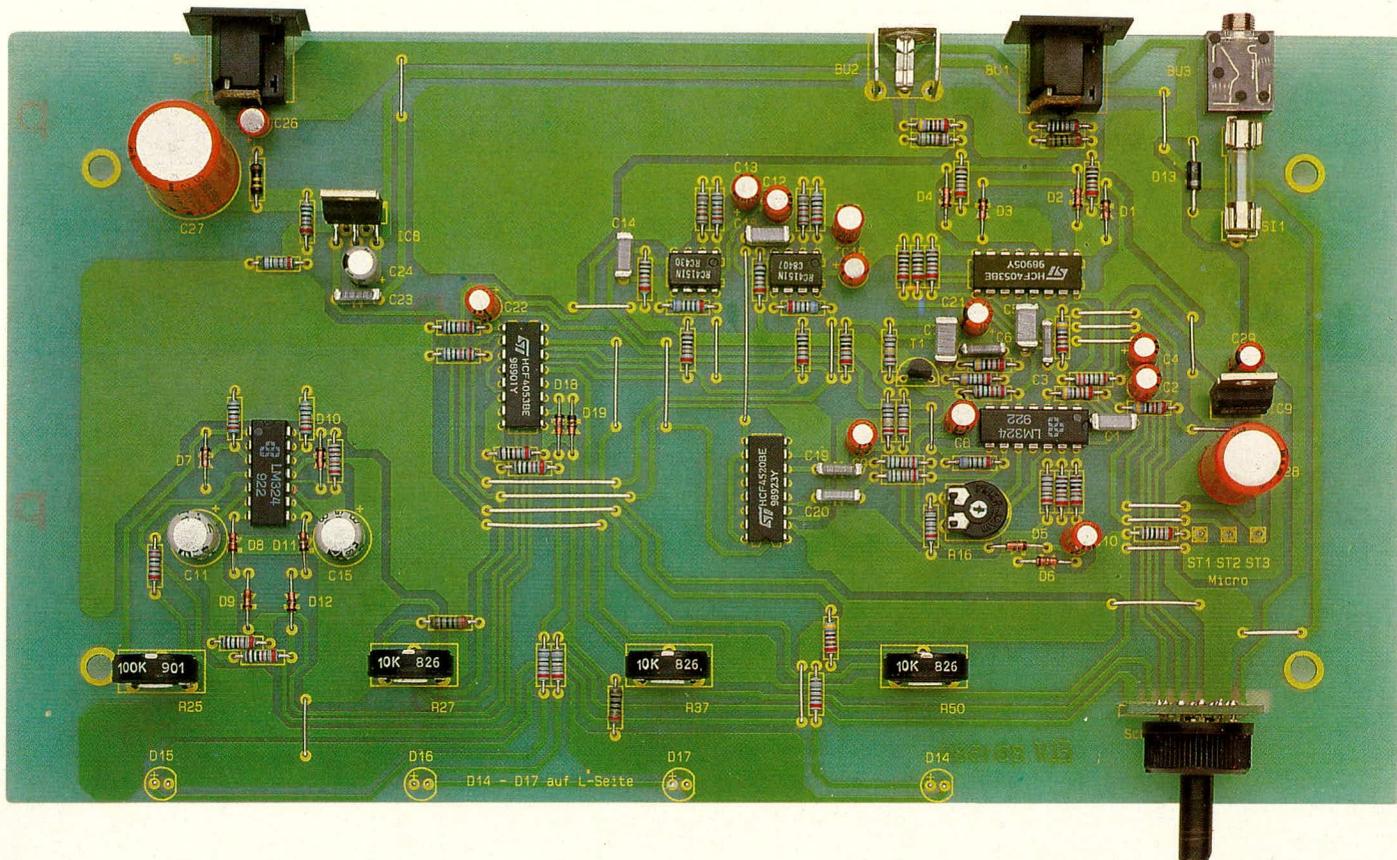
Die zweite Drehschalterhälfte (S1B) dient zur Auswahl der einzelnen Betriebsfunktionen und steuert die Eingänge der elektronischen Umschalter IC 1 und IC 7 an.

### Zum Nachbau

Für den Aufbau steht eine großzügig ausgelegte Leiterplatte zur Verfügung, auf der alle wesentlichen Komponenten dieses interessanten Steuergerätes Platz finden. Zunächst werden die niedrigen Bauelemente, später die größeren Teile und zum Abschluß die ICs gemäß dem Bestückungsplan in die Platine gesetzt, auf der Leiter-



**Ansicht des fertig aufgebauten Laser-Modulator-Interface mit geöffnetem Gehäuse**



**Ansicht der bestückten  
Platine des  
Laser-Modulator Interface  
LMI 7000**

bahnseite verlötet und die überstehenden Drahtenden abgekniffen. Ausgespart hiervon bleiben lediglich die 4 LEDs D 14 bis D 17 sowie das Mikrofon nebst Lötstiften, die auf der Leiterbahnseite der Platine eingesetzt und verlötet werden. Die LED-Anschlußdrähte sollen hierbei etwa 12 mm freie Länge behalten, wodurch sich die LEDs später, durch Umbiegen dieser Drähte, in der erforderlichen Weise ausrichten lassen. Der LED-Körper zeigt hierbei parallel zur Platine liegend nach vorne, und die LED-Spitze schließt bündig mit der Platinevordere Kante ab bei einem Abstand von LED-Körper zur Leiterplattenunterseite von 7-8 mm. Bei korrekter Polarität müssen die abgeflachten Seiten aller LED-Gehäuse zur gegenüberliegenden Platine Kante weisen, nach Umbiegen der LEDs also entsprechend von oben zu sehen sein.

Die Mikrofonanschlüsse werden mit 3 je 50 mm langen, geraden Silberdrahtstücken verlängert und dann, ebenfalls von der Leiterbahnseite her, mit den Platinenanschlußpunkten ST 1 bis ST 3 verlötet. Dabei gehört der unter dem Mikrofon mit einem „+“ gekennzeichnete Anschluß an ST 1, der mit einem Massestreifen versehene an ST 3 und der verbleibende demzufolge an ST 2.

Der Drehschalter wird in die kleine Zusatzplatine eingesetzt, verlötet und dann mit dieser von der Bestückungsseite her in die Hauptplatine eingesetzt, so daß der Drehschalter nach vorne weist. Beim anschließenden Verlöten der Hilfsplatine mit

der Hauptplatine ist zu beachten, daß das Drehschaltergehäuse am tiefsten Punkt etwa 0,5 mm Abstand zur Hauptplatinenfläche erhalten sollte, damit die Schalterachse auf derselben Höhe liegt wie die später einzusetzenden Drehachsen der 4 Potis. Wird die Drehschalterplatine zu tief eingelötet, kann der Drehschalter selbst an die Hauptplatine anstoßen und die Betätigung dadurch erschwert werden.

Ist die Bestückung der Platine soweit abgeschlossen und nochmals sorgfältig, d. h. Bauteil für Bauteil kontrolliert, kann eine erste Funktionsüberprüfung und danach der Einbau ins Gehäuse erfolgen.

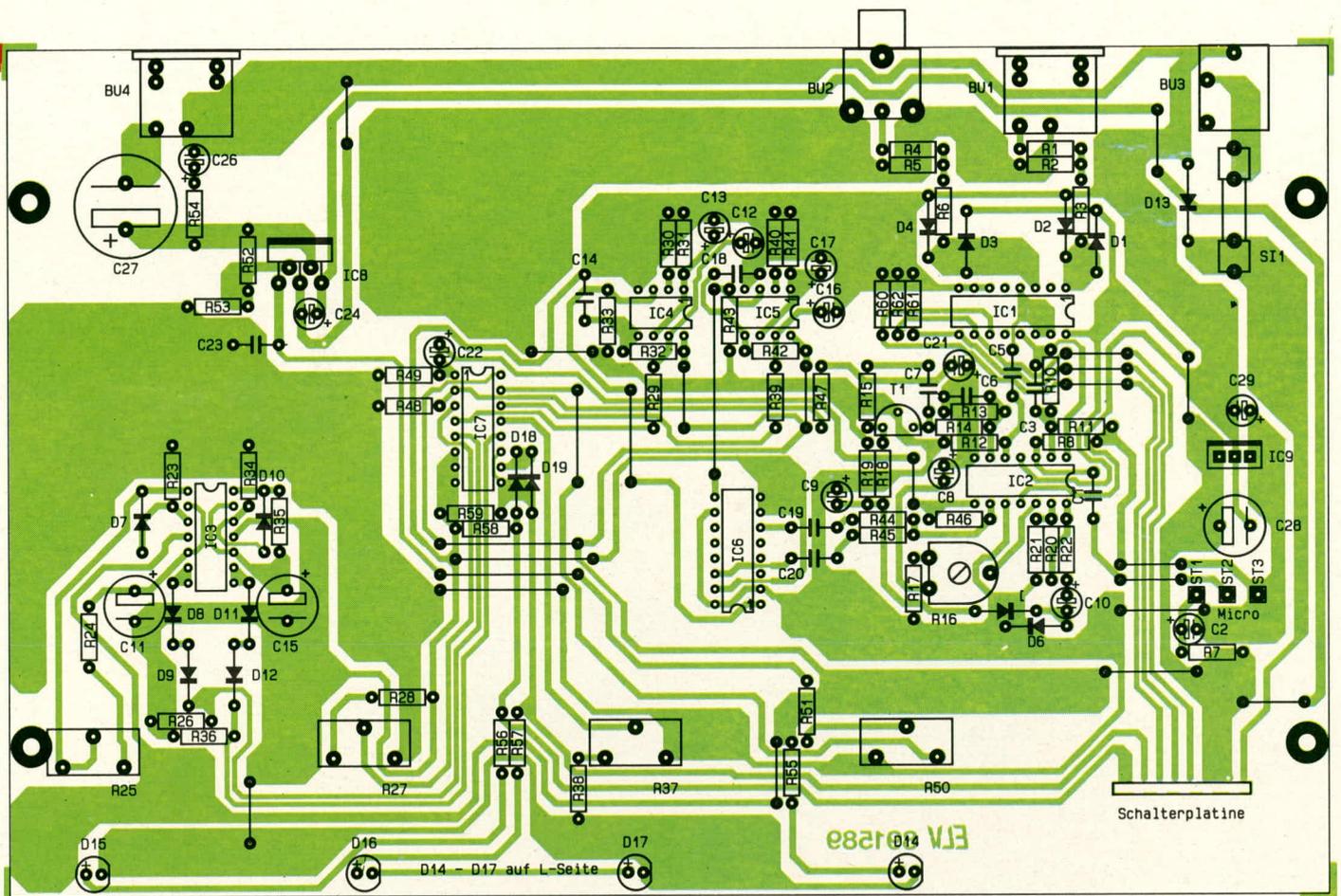
Hier ergibt sich nun eine Besonderheit: die gesamte Chassiseinheit wird „im Kopfstand“ montiert, so daß später die Lötseite der Leiterplatte nach oben zeigt. Grund für diese ungewöhnliche Montage sind die 4 Anzeige-LEDs, die somit später oberhalb der Betätigungselemente angeordnet sind, ohne daß sich Platz- oder Abstandsprobleme auf der Platine ergeben hätten.

Als Montagehilfe ist eine etwa 5 mm dicke Unterlage zu empfehlen, auf die die untere Gehäusehalbschale mit den von unten eingesetzten Schrauben M 4 x 70 mm zu stellen ist. Die Schraubenköpfe der 4 zur Gehäusemontage dienenden 70 mm langen Schrauben ragen somit aus der Gehäuseun-

terhalbschale heraus, an der Unterlage vorbei und liegen auf der Arbeitsplatte auf. Es werden nun von innen zunächst 4 Abstandsrollen á 45 mm aufgeschoben, danach folgt die Platine (einschließlich Front- und Rückplatte), wobei die Leiterbahnseite nach oben weisen muß. Das Lüftungsgitter soll sich im Bereich der Platinenvorderseite befinden.

Sind Platine und Frontplatte eingepaßt, wird die korrekte Lage der LEDs zu den durchscheinenden Anzeigefenstern in der Frontplatte kontrolliert und nötigenfalls nachkorrigiert sowie das Mikrofon in seine Endstellung gebracht. Es soll sich unmittelbar hinter der dafür vorgesehenen Öffnung befinden, was sich durch entsprechendes Biegen der verhältnismäßig stabilen Anschlüsse leicht und präzise erreichen läßt. Eine weitere Fixierung des Mikrofons ist angesichts dessen geringen Gewichts nicht erforderlich, kann auf Wunsch aber natürlich mit handelsüblichem Alleskleber vorgenommen werden (Achtung: Filzfläche des Mikrofons nur am Rand bestreichen!).

Auf die eingelegte Platine folgt für jede Schraube eine Fetterscheibe 1,5 x 10 mm sowie ein 15 mm langes Abstandsrollchen. Diese 4 Abstandsrollchen werden nun aufgrund des unter die Gehäusehalbschale gelegten 5 mm hohen Abstandsstückes nach oben hin auf mehrere mm Tiefe offen sein. Hierdurch ist die Verwendung von 4 Hilfsführungsstiften möglich (Nägel, überzählige Schrauben M 4 x 70 mm ö. ä.). Diese werden von außen in die Befestigungsboh-



## Stückliste: LMI 7000

### Widerstände

1Ω	.....	R 54
100Ω	.....	R 2, R 28, R 38
470Ω	.....	R 14
1kΩ	.....	R 17, R 21, R 53
1,5kΩ	.....	R 55-R 57
4,7kΩ	.....	R 11
6,8kΩ	.....	R 32, R 42, R 46
10 kΩ	.....	R 1, R 3, R 6, R 7, R 20, R 22, R 26, R 29, R 33, R 36, R 39, R 43, R 47, R 52, R 58-R 62
15kΩ	.....	R 5
18kΩ	.....	R 30, R 40
22kΩ	.....	R 24
47kΩ	.....	R 4, R 8, R 10, R 13, R 51
100kΩ	.....	R 12, R 23, R 31, R 34, R 41, R 44, R 45, R 48, R 49
120kΩ	.....	R 35
1MΩ	.....	R 15, R 19, R 18
Trimmer, PT10, lieg., 10kΩ	.....	R 16
Trimmer, PT15, steh., 10kΩ,	.....	R 50, R 27, R 37
Trimmer, PT15, steh., 100kΩ	.....	R 25

### Kondensatoren

1nF	.....	C 3, C 6
10nF	.....	C 19, C 20, C 23
47nF	.....	C 1, C 14, C 18
100nF	.....	C 5, C 7
1μF/16V	.....	C 12, C 13,

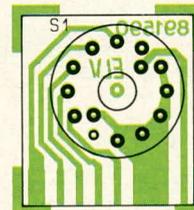
1μF/16V	.....	C 16, C 17, C 26
10μF/16V	.....	C 2, C 8-C 10, C 21, C 22
100μF/16V	.....	C 24, C 29
220μF/16V	.....	C 11, C 15
1000μF/16V	.....	C 28
2200μF/16V	.....	C 27

### Halbleiter

RC4151	.....	IC 4, IC 5
TDA2030	.....	IC 8
CD4053	.....	IC 1, IC 7
CD4520	.....	IC 6
LM324	.....	IC 2, IC 3
7806	.....	IC 9
BF245	.....	T 1
1N4001	.....	D 13
1N4148	.....	D 1- D 12, D 18, D 19
LED, 3 mm, rot	.....	D 14-D 17

### Sonstiges

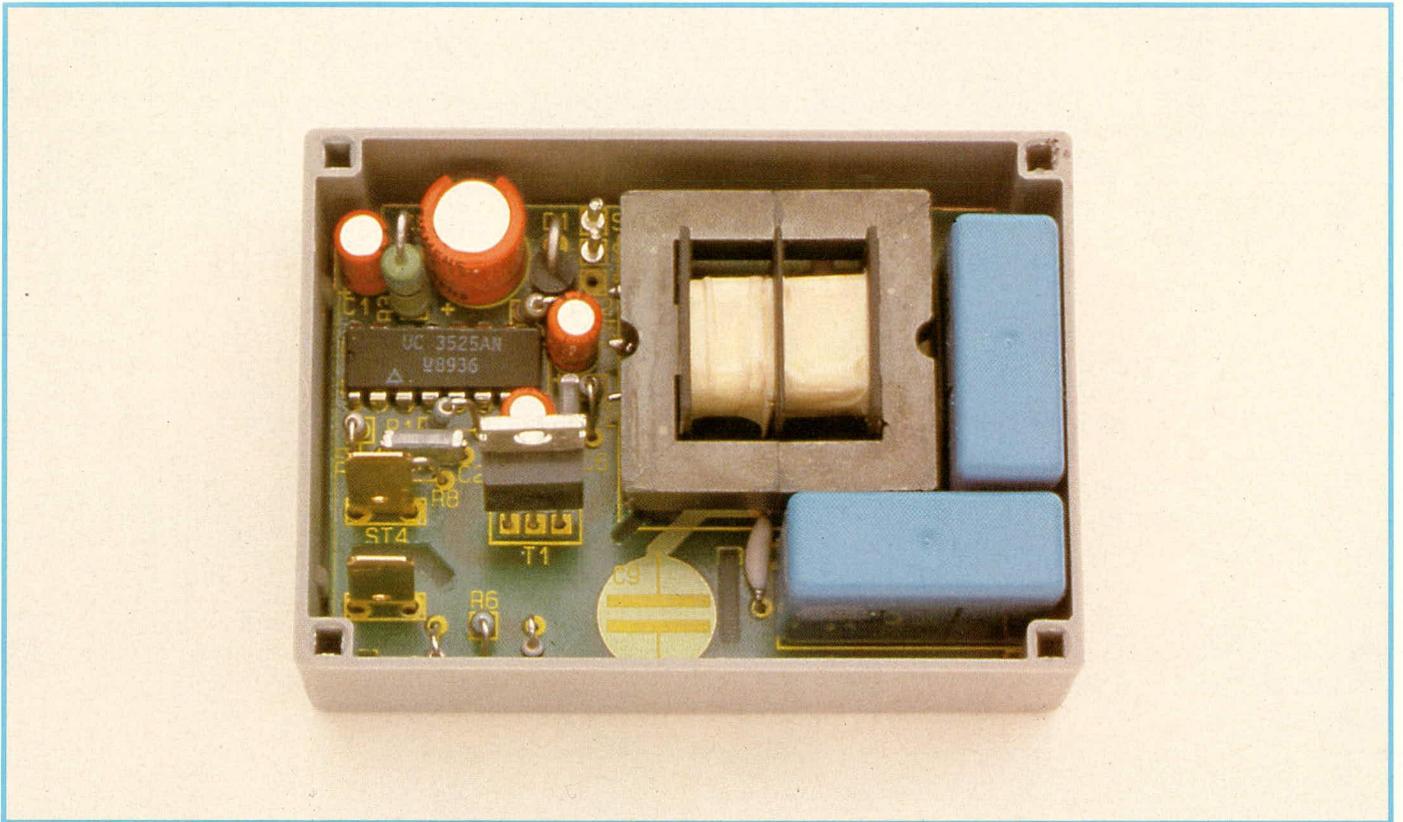
1 Lautsprecherbuchse, print	.....	BU 1, BU 4
1 Cinchbuchse, print	.....	BU 2
1 Klinkenbuchse, print, 3,5 mm	.....	BU 3
1 Drehschalter, 6 x 2, print	.....	S 1
1 Sicherung, 300 mA, träge	.....	SI 1
3 Lötstifte		
1 Mikrofonskapsel (Elektret)		
1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)		
600 mm Silberdraht		



oben: Bestückungsplan der Basisplatte  
links: Bestückungsplan der Drehschalterplatte

runger der oberen Halbschale gesteckt und dann, während sie über das Unterteil gehalten wird, nacheinander in die zugehörigen, oben offenen Abstandsrollen geführt (Lüftungsgitter zeigt nach hinten!). Ist dies bewerkstelligt, wird die obere Halbschale aufs Unterteil abgesenkt, wobei sich die Zentrierstifte ein Stück nach außen herauschieben.

Sobald Front- und Rückplatte korrekt sitzen, kann die Gehäuseverschraubung erfolgen. Hierzu wird das Gerät mit einer Ecke über die Kante der Arbeitsplatte gezogen, die entsprechende Montageschraube mit einem passenden Schraubendreher von unten hochgedrückt und, nachdem der Zentrierstift oben herausfällt, eine entsprechende Mutter M 4 eingezogen. Ist dies nacheinander für alle 4 Gehäuseschrauben erfolgt, werden die Gummifüße in die Fußmodule gesteckt, Fuß- und Abdeckmodule von unten bzw. oben eingesetzt, die Mittelöffnungen des Gehäuseoberteils durch die Abdeckzylinder unsichtbar gemacht und die Rändelmutter der Versorgungsbuchse sowie die 5 Drehknöpfe montiert (Achsen eventuell passend kürzen), worauf dem Einsatz dieses innovativen Laser-Effektgerätes nichts mehr im Wege steht. **ELV**



# 12 V-Laser-Power-Supply

## LPS 12

*Zur Versorgung der 2 mW-Laserröhre, die von ELV als Basis für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt wird, stellen wir hier ein 12 V-Netzteil vor.*

### Allgemeines

Seit Mitte 1987, als im ELV journal Nr. 52 die vollkommen neu konzipierte ELV-Show-Laser-Anlage vorgestellt wurde, trat die darin eingesetzte hochwertige 2 mW-Laserröhre ihren Siegeszug sowohl im Hobby- als auch aufgrund ihrer professionellen Daten im Industriebereich an. Die inzwischen 10.000fach bewährte Laserröhre stellt auch weiterhin die Basis des von ELV ständig erweiterten Laserprogramms dar. Erst durch das Angebot dieser hochwertigen Laserröhre mit ihrem kompromißlos günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis sind zahlreiche Anwendungen sinnvoll und überhaupt möglich geworden.

Neben der im ELV journal Nr. 52 vorgestellten Netzversorgung wird das ELV-Laser-Programm nun um eine 12 V-Speiseeinheit erweitert, die sich zudem durch einen außergewöhnlich hohen Wirkungsgrad auszeichnet. Eine ungestabilisierte Gleich-

spannung zwischen 9 V und 15 V wird mit einem Schaltnetzteil zur erforderlichen Zünd- und Betriebsspannung, einschließlich der elektronischen Stromstabilisierung für die Laserröhre, umgewandelt bei einem Strombedarf von nur 0,85 A (bei 12 V). So ist z. B. die Speisung über ein 12 V/1 A-Steckernetzteil, einen Autoakku oder auch mit NC-Akkus (als transportable Version) möglich.

Im vorliegenden Artikel stellen wir das eigentliche Netzteil vor, während ein separater Artikel die komplette Laser-Einheit, d. h. Netzteil, Laserröhre und Gehäuse beschreibt.

### Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des Laser-Power-Supply LPS 12 dargestellt. Die 12 V-Betriebsspannung, die im Bereich zwischen 9 V und 15 V schwanken darf, wird an die Platinenanschlußpunkte ST 1 (+12 V) und ST 2 (Masse) angeschlossen.

Von ST 1 gelangt die Betriebsspannung über die Verpolungsschutzdiode D 1 auf den Puffer- und Ladeelko C 5, der eine Siebung vornimmt. Verzichtet man auf den Verpolungsschutz durch D 1 und ersetzt diese Diode durch eine Brücke, reichen sogar nur 8 V für den Betrieb aus. Bei einem versehentlichen Verpolen wird allerdings die Schaltung zerstört, so daß es, von Ausnahmefällen abgesehen, ratsam ist, D 1 einzusetzen.

Die eine Seite der Primärwicklung des Ferrit-Übertragers liegt an der positiven Versorgungsspannung, während das „kalte“ Ende über den schnellen Hochspannungs-Schaltransistor T 1 des Typs BU406 an der Schaltungsmasse liegt. Dieser Transistor steuert die Primärwicklung von TR 1 impulsartig an. R 4 und C 6 dienen hierbei der Begrenzung von Impulsspitzen.

Die Basis von T 1 wiederum wird vom Ausgang Pin 11 des Schaltregler-IC 1 gespeist. Bei diesem IC des Typs SG3525 handelt es sich um einen Puls-Breiten-

Schaltregler, der das Puls-Pausen-Verhältnis seiner Ausgangs-Steuerspannung (an Pin 11) in Abhängigkeit von seinen Eingangsinformationen regelt. Die Versorgungsspannung steht dem IC 1 an Pin 15 zur Verfügung, wobei Pin 12 die Schaltungsmasse darstellt. Pin 3 zur externen Synchronisation sowie Pin 10 als zusätzlicher Abschalteneingang werden nicht benötigt und liegen an der Schaltungsmasse. Der Soft-Start-Eingang Pin 8 ist mit dem Kondensator C 3 beschaltet und der Kompensations-Eingang Pin 9 mit der Reihenschaltung, bestehend aus C 4 und R 2. Pin 5, 6, 7 legen die Arbeitsfrequenz des integrierten Oszillators in Verbindung mit den externen Komponenten R 1 und C 2 fest, die sich in unserem Fall bei ca. 25 kHz bewegt. Pin 4 zur Einspeisung einer externen Clock-Frequenz sowie Pin 14 (zweite Ausgangs-Endstufe) werden in der vorliegenden Schaltungskonzeption nicht benötigt und sind unbeschaltet. Die im IC 1 integrierte Endstufe erhält ihren Versorgungsstrom an Pin 13 über R 3, der intern nach Pin 11 zur Ansteuerung des Ausgangstransistors T 1 durchgeschaltet werden kann.

Die wesentlichen Steuereingänge des IC 1 bilden die Anschlußpins 1, 2. Die an Pin 16 anliegende Referenzspannung von 5,1 V wird mit C 1 gepuffert und gelangt direkt

auf den einen der beiden Differenz-Verstärkereingänge Pin 2. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Referenzspannung herstellerseitig auf +/- 1 % genau getrimmt ist, so daß keine Abgleicharbeiten in Verbindung mit der vorliegenden Schaltungskonzeption erforderlich werden.

Der zweite Eingang (Pin 1) erhält über den Schutzwiderstand R 9 seine Steuerinformationen, die auf der Sekundärseite des Hochspannungs-Transformators TR 1 gewonnen werden. Das Puls-Breiten-Verhältnis der an Pin 11 anliegenden Treiber-Spannung wird vom IC 1 so eingestellt, daß die Rückführungs-Spannung an Pin 1 dem Wert der Referenzspannung (5,1 V) an Pin 2 entspricht.

Aufgrund der vorliegenden Schaltung muß im Sekundärkreis ein Strom von 5,1 mA fließen, damit am Widerstand R 8 eine Spannung von 5,1 V abfällt. ( $U = R \times I = 1 \text{ k}\Omega \times 5,1 \text{ mA} = 5,1 \text{ V}$ ).

Fließt ein geringerer Strom und stellt sich somit über R 8 eine kleinere Spannung als 5,1 V ein, so wird das Puls-Pausen-Verhältnis erhöht, wodurch sich die Ausgangsspannung auf der Sekundärseite des Transformators TR 1 erhöht, was den Ausgangsstrom vergrößert und auf 5,1 mA bringt. Wird hingegen der Ausgangsstrom

zu groß und überschreitet der Spannungsabfall an R 8 5,1 V, wird das Puls-Pausen-Verhältnis zur Ansteuerung auf der Primär-Seite reduziert, d. h. die zugeführte Leistung sinkt und damit auch die Ausgangsspannung und demzufolge der Ausgangsstrom - der Regelkreis ist geschlossen.

Die Aufbereitung der Ausgangs-Wechselspannung auf der Sekundärseite des Transformators TR 1 läuft wie folgt ab:

Bei jeder positiven Halbwelle wird C 7 über D 3 auf- bzw. nachgeladen, entsprechend dazu C 8 über D 2 bei jeder negativen Halbwelle. An der Reihenschaltung von C 7 und C 8 steht somit die doppelte Spitzenspannung der Sekundär-Wechselspannung an. Im normalen Betrieb der Laserröhre gelangt diese Betriebsspannung über D 4 sowie R 5, 6, 7 auf die Anode der Laserröhre und fließt von der Katode über R 8 nach Masse ab. R 8 stellt hierbei den Strom-Shunt dar, an dem die Rückführungs-Spannung (5,1 V) zur Regelung abgegriffen wird. An der Laserröhre liegt dabei eine Spannung von ca. 1.250 V an, während an der Reihenschaltung von R 5 bis R 7 nochmals ca. 150 V abfallen, so daß die Betriebs-Gleichspannung auf der Hochspannungs-Seite bei ca. 1.400 V bis 1.500 V liegt.

Bevor die Laserröhre gezündet hat, stellt

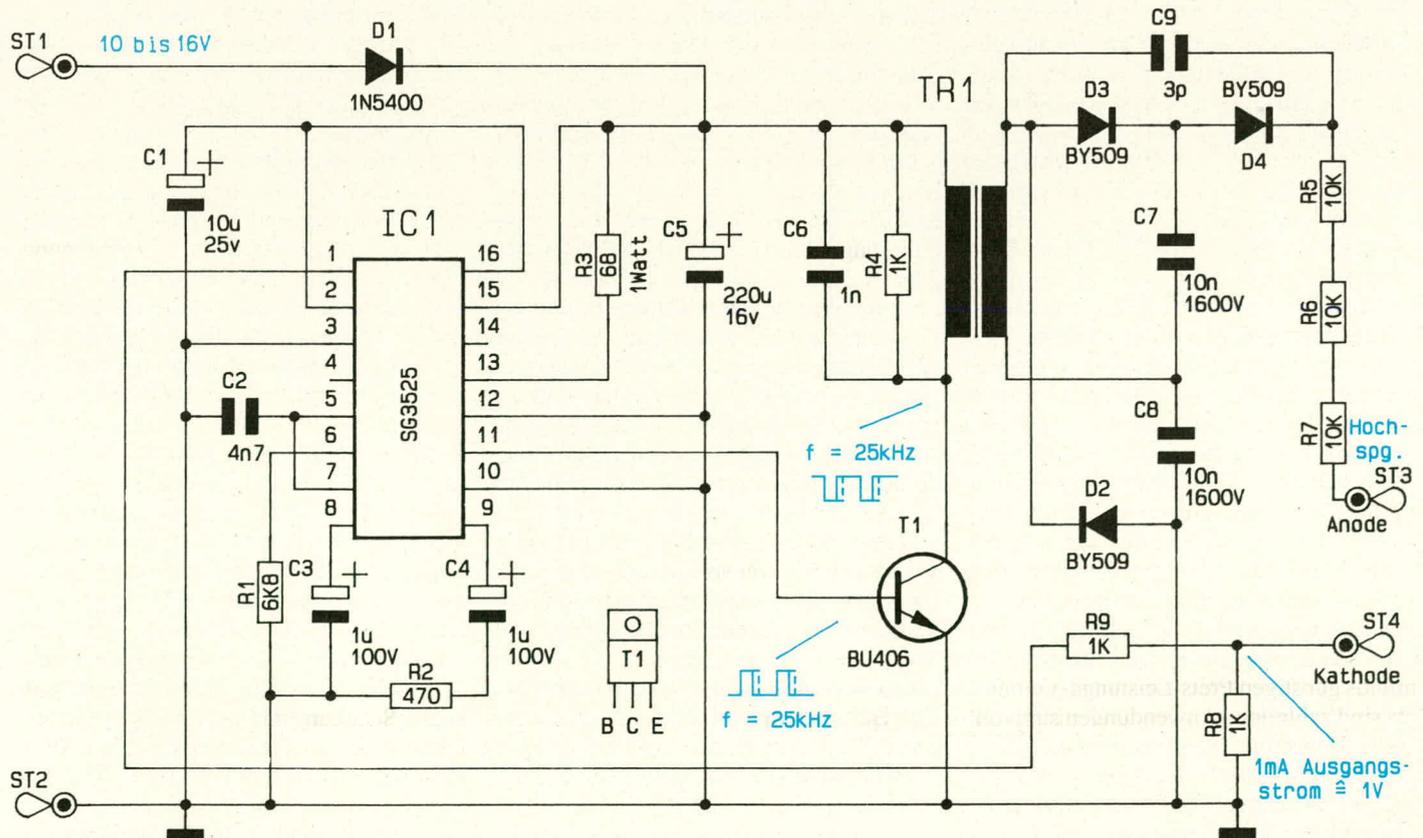


Bild 1: Schaltbild des 12 V-Laser-Power-Supply LPS 12

sie quasi eine Leitungs-Unterbrechung dar, d. h. die Sekundärseite des Transformators TR 1 ist nahezu unbelastet. IC 1 erhält gleichzeitig die Information, daß der Ausgangsstrom zu erhöhen ist, da an R 8 praktisch keine Spannung abfällt. Das Puls-Pausen-Verhältnis wird nun auf annähernd 1 : 1 erhöht, wodurch die maximal mögliche Ausgangsspannung erzielt wird. Zusätzlich wird mit D 4 und C 9 eine weitere Spannungserhöhung bewirkt, die allerdings nur für sehr geringe Belastung ausgelegt ist. Im Bruchteil einer Sekunde steigt die Ausgangsspannung auf mehrere kV an, und die Laserröhre zündet. Im selben Moment bricht die hohe Zündspannung zusammen, D 4 schaltet durch, und C 9 ist praktisch wirkungslos, d. h. die Laserröhre wird jetzt aus der Spannungsverdopplerschaltung D 3, C 7 sowie D 2, C 8 versorgt.

Zu beachten ist, daß das Laser-Power-Supply LPS 12 nur mit angeschlossener Laserröhre betrieben werden darf, da sonst ohne Belastung die Ausgangsspannung unzulässig hohe Werte annehmen kann mit der Folge eines möglichen Schaltungsdefektes.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Schaltungstechnik dieses anspruchsvollen, elektronisch stromstabilisierten Laser-Netzteils befaßt haben, kommen wir zur praktischen Realisierung.

### Sicherheitshinweise

Obwohl der Aufbau vergleichsweise einfach durchführbar ist, darf er ausschließlich von Profis vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind. Dies ist umso wichtiger, als Betriebsspannungen von 2.000 V und mehr sowie Zündspannungen bis zu 10.000 V auftreten können. Durch die begrenzte Übertragungsleistung des Transformators TR 1 sind diese Werte in Verbindung mit den möglichen Strömen im allgemeinen nicht lebensgefährlich, jedoch recht unangenehm im Falle der Berührung. Nicht sachgemäßer oder gar leichtfertiger Umgang muß daher zuverlässig ausgeschlossen sein, denn auch Ströme der hier auftretenden Größe können zumindest für Personen mit schwacher Konstitution lebensgefährlich sein.

Nachdem wir nachdrücklich auf die elektrische Betriebsgefahr hingewiesen haben, wollen wir der Vollständigkeit halber auf den sorgfältigen und verantwortungsbewußten Umgang mit der ELV-Laserröhre hinweisen. Aufgrund der vergleichsweise hohen Laser-Ausgangsleistung von 2 mW darf niemals direkt in den Laserstrahl geblickt werden. Dies gilt besonders, wenn man sich nahe der Austrittsöffnung befindet. In größerer Distanz, wenn

der Laserstrahl aufgrund seiner Divergenz einige cm Durchmesser erreicht hat, ist kurzer (!) direkter Augenkontakt unbedenklich. Das gleiche gilt für rasch abgelenkte Strahlen, die das Auge jeweils nur für Mikrosekunden treffen.

Unsachgemäße Anwendungen wie das Blenden von Autofahrern können Irritationen und damit gefährliche Situationen erzeugen und müssen unbedingt unterbleiben.

### Zum Nachbau

Die Bestückung der „doppelseitigen“, ausnahmsweise nicht durchkontaktierten Leiterplatte wird anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseite der Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf folgende Besonderheiten ist dabei zu achten:

1. Den Kondensator C 9 wird man als separates Bauteil vergeblich suchen. Er ist bereits auf der Leiterplatte integriert. Die kreisförmige Fläche auf der Leiterbahnseite findet ihr Gegenstück auf der Bestückungsseite. Das glasfaserverstärkte Trägermaterial der Platine bildet hierbei das Dielektrikum. Die Verbindung der Kupferfläche auf der Bestückungsseite mit der Leiterbahnseite erfolgt über das Anschlußbeinchen von D 3, das sowohl oben als auch unten anzulöten ist. Selbstverständlich hätte man sich hier im Rahmen der Durchkontaktierungsmöglichkeit diese Lötstelle ersparen können. Da es sich jedoch nur um eine einzige tatsächlich erforderliche Durchkontaktierung handelt, haben wir im vorliegenden Fall darauf bewußt verzichtet, um die Leiterplattenkosten möglichst niedrig zu halten. Für die Profis unter unseren Lesern sei an dieser Stelle gesagt, daß die Kupfer-Beschichtung auf der Bestückungsseite, d. h. also eine doppelseitige Beschichtung, die Leiterplattenkosten weit weniger erhöhen als die sehr aufwendige anschließende Durchkontaktierung, die mit mehreren recht komplizierten Arbeitsschritten verbunden ist. Nichtsdestoweniger werden im allgemeinen zweiseitig beschichtete, d. h. also doppelseitige Leiterplatten auch durchkontaktiert, da dies den technisch sinnvollen Anforderungen entspricht (von Ausnahmen wie der hier vorliegenden einmal abgesehen).

2. Der Hochspannungs-Transformator TR 1 wird gemäß dem Bestückungsplan mit seinen Anschlußstiften in die zugehörigen Bohrungen gesetzt. Von den insgesamt 12 Anschlußstiften (6 auf jeder Seite) sind 8 abzukneifen, da hierfür keine Bohrungen auf der Platine vorhanden sind und auch wegen der dadurch auftretenden Überschlagsgefahr nicht vorgesehen werden

konnten. Welche Beinchen unmittelbar am Spulenkörper abzukneifen sind, ist leicht feststellbar, indem die einzelnen Anschlüsse genau betrachtet werden. Auf der Sekundär-Seite (Hochspannungsseite) sind die beiden Wicklungsenden an die Stifte 2 und 4 geführt und dort angelötet, d. h. die 2 dazwischenliegenden und die beiden äußeren Anschlußbeinchen sind abzukneifen. Auf der gegenüberliegenden, ebenfalls 6poligen Stifreihe ist die Primär-Wicklung (Niederspannungswicklung) an 2 Stiften angelötet mit einem einzigen dazwischenliegenden Stift, so daß dieser und die weiteren nicht benötigten Stifte abzukneifen sind. Alsdann kann TR 1 auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet werden.

3. Der Hochspannungs-Schalttransistor T 1 wird ohne Kürzen seiner Anschlußbeinchen nur so weit durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesetzt, daß seine Anschlußbeinchen ca. 1,5 mm aus der Leiterbahnseite der Platine hervorragen, wo sie dann verlötet werden. Der Transistor steht somit verhältnismäßig weit auf der Bestückungsseite hervor. Dies dient der besseren Wärmeabfuhr durch die günstigere Konvektion.

4. Die beiden Hochspannungs-Anschlußschwerer in Form von 6,3 mm-Kfz-Flachsteckern in Printausführung werden in die entsprechenden Bohrungen der Platinenanschlußpunkte ST 3 und ST 4 eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

5. Die 12 V-Versorgungsspannungsanschlüsse können in Form von 2 Lötstiften (an ST 1 und ST 2 angelötet) ausgeführt sein, oder aber in die entsprechenden Leiterplattenbohrungen werden gleich die Anschlußleitungen eingesteckt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Der Leitungsquerschnitt sollte mindestens 0,4 mm<sup>2</sup> betragen. Soll später der fertige Baustein zusammen mit der ELV-Laserröhre in das dafür vorgesehene Ganzmetallgehäuse eingebaut werden, reicht für die Anschlußleitungen eine Länge von 100 mm aus, die dann an die ins Gehäuse eingeschraubten Telefonbuchsen angelötet wird.

Ist die Bestückung soweit vervollständigt und nochmals sorgfältig kontrolliert, kann die ELV-Laserröhre über ihre Steckschuhe an die Hochspannungsanschlüsse gesteckt werden, wobei sorgfältig auf die richtige Polarität zu achten ist. Die Anode der Laserröhre wird über die schwarze Anschlußleitung versorgt, in der auch ein 22 k $\Omega$ -Widerstand eingeschleift ist, was durch eine Verdickung in dieser Anschlußleitung zu erkennen ist. Dieser Anschluß wird mit dem Kfz-Flachstecker des Platinenanschlußpunktes ST 3 verbunden, der sich nur ca. 8 mm von der einen Platinenlängsseite entfernt befindet.

Der negative Hochspannungsanschluß

(ST 4), dessen Kfz-Flachstecker ca. 18 mm von der Längsseite entfernt angeordnet ist, wird mit der Katode (weiße Anschlußleitung der Laserröhre) verbunden.

Die 12 V-Versorgungsgleichspannung wird an die Platinenanschlußpunkte ST 1 (+) und ST 2 (Masse), eventuell unter Zwischenschalten eines Amperemeters, angeschlossen. Je nach Höhe der Versorgungsspannung liegt die Stromaufnahme zwischen 0,6 A und 1,2 A, wobei eine höhere Betriebsspannung entgegen einem gewohnten Verhalten im vorliegenden Fall einen geringeren Strom hervorruft. Dies beruht auf der elektronischen Regelung und

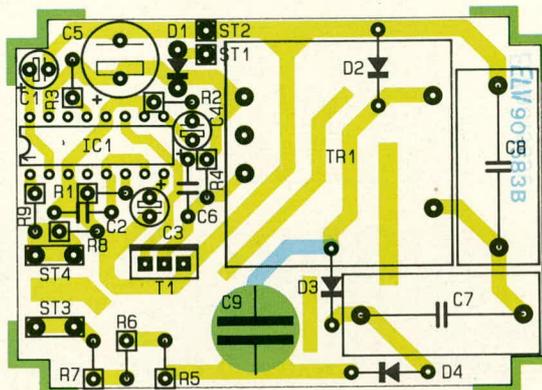
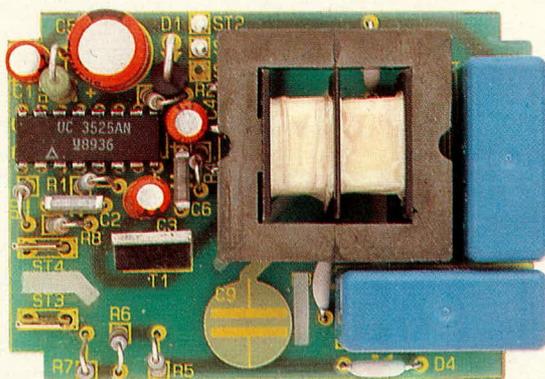
sichtigen!), ansonsten wird der anteilige Spannungsabfall an einem der Teilwiderstände bestimmt und entsprechend umgerechnet. Ersatzweise reicht auch die Überprüfung des Spannungsabfalls an R 8 (typ. 5,1 V).

Auf die vorstehend beschriebene Weise kann die wesentliche Funktion des LPS 12, nämlich die Stremeinprägung von 5,1 mA, recht zuverlässig getestet werden, allerdings nicht die Zündspannung. Ist jedoch der Betriebsstrom korrekt, besteht wenig Gefahr, daß die dann angeschlossene ELV-Laserröhre im Betrieb Schaden nimmt. Unmittelbar nach dem Einschalten müßte,

wie bereits erwähnt, die Laserröhre zünden und ihren Betrieb aufnehmen. Ist dies nicht der Fall, jedoch bei dem vorangegangenen Test mit Belastungswiderständen der Betriebsstrom einwandfrei gewesen, muß die Schaltung im Bereich der Bauteile D 4 und C 9 geprüft werden.

Sind alle Funktionen getestet und für gut befunden, d. h. die Laserröhre arbeitet einwandfrei, wird die Schaltung außer Betrieb genommen, in das dafür vorgesehene glasfaserverstärkte Kunststoffgehäuse eingesetzt und vergossen. Hierzu wird das Gehäuse mit der Öffnung nach oben auf eine waagerechte Unterlage gelegt und

Ansicht des fertig aufgebauten 12 V-Laser-Power Supply vor dem Vergießen



Bestückungsplan des 12 V-Laser-Power-Supply LPS 12

Konstanthaltung des Ausgangsstromes in Verbindung mit dem daraus resultierenden konstanten Leistungsbedarf und den Vorzügen eines Schaltnetzteils. Unmittelbar nach dem Anlegen der 12 V-Versorgungs-Gleichspannung (die Laserröhre muß unbedingt vorher angeschlossen sein) muß die Laserröhre zünden und ihren ordnungsgemäßen Betrieb aufnehmen. Mit Hilfe eines gut isolierten Spannungsmeßgerätes kann der Spannungsabfall über R 8 geprüft werden. Er muß im Bereich zwischen 5,0 V und 5,2 V liegen, d. h. bei typ. 5,1 V. Ist dies nicht der Fall, muß das Gerät sofort ausgeschaltet und die Leiterplatte nochmals sorgfältig überprüft werden.

Damit im Falle eines Defektes die Laserröhre nicht geschädigt wird (bei Strömen über 5,2 mA wird die Lebensdauer stark reduziert), kann für den ersten Testbetrieb anstelle einer Laserröhre eine ohmsche Belastung an die Platinenanschlußpunkte ST 3 und ST 4 angeschlossen werden. Damit sich eine der Laserröhre ähnliche Spannung einstellt, sollte ein Widerstandswert von 250 k $\Omega$  gewählt werden, den man im einfachsten Fall unter Berücksichtigung der Spannungsfestigkeit und Belastbarkeit aus 25 in Reihe geschalteten 10 k $\Omega$ -Widerständen mit einer Einzelbelastbarkeit von 0,33 W realisiert. Daran müßte im Betriebsfall eine Spannung zwischen 1.250 V und 1.300 V abfallen. Diese Spannung kann mit einem Meßgerät entsprechender Spannungsfestigkeit direkt gemessen werden (Innenwiderstand berücksichtigen!).

### Stückliste: Laser-Power-Supply LPS 12

#### Widerstände

68 $\Omega$ , 1W .....	R 3
470 $\Omega$ .....	R 2
1k $\Omega$ .....	R 4, R 8, R 9
6,8k $\Omega$ .....	R 1
10k $\Omega$ .....	R 5-R 7

#### Kondensatoren

1nF .....	C 6
4,7nF .....	C 2
10nF/ 1600V .....	C 7, C 8
1 $\mu$ F/100V .....	C 3, C 4
10 $\mu$ F/25V .....	C 1
220 $\mu$ F/16V .....	C 5

#### Halbleiter

SG3525 .....	IC 1
BU406 .....	T 1
BY509 .....	D 2-D 4
1N5400 .....	D 1

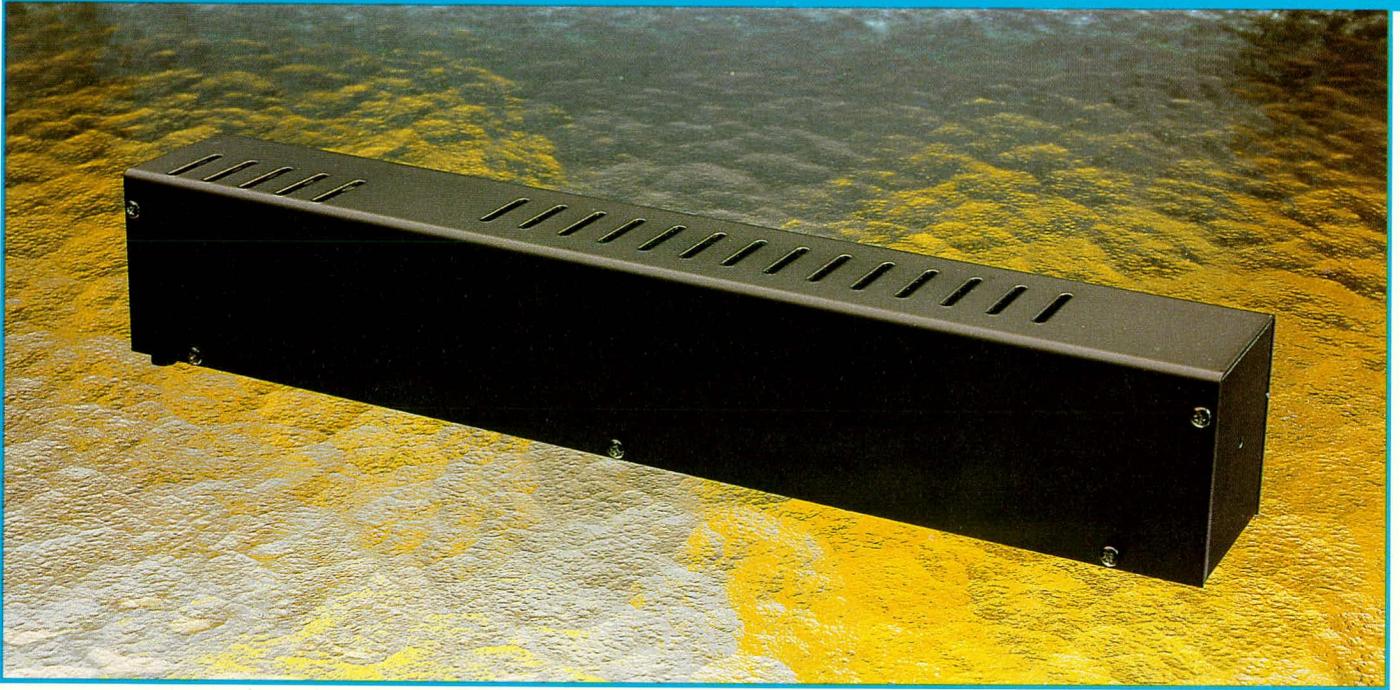
#### Sonstiges

- 1 Hochspannungstrafo
- 2 Flachstecker, print, 6,3 mm
- 1 Kunststoffgehäuse
- 50 g 2-Komponenten-Vergußmasse
- Anschlußleitung rot-schwarz, 10 cm

der funktionstüchtige Baustein LPS 12 mit der Lötseite nach unten weisend eingesetzt und bis zum Boden abgesenkt. Auf der den 12 V-Anschlüssen entgegengesetzten Längsseite wird das Gehäuse nun ca. 1 cm angehoben und durch Unterlegen eines geeigneten Abstandshalters fixiert. Es folgt das Vergießen mit 2-Komponenten-Vergußmasse, die im Verhältnis 5 : 1 anzurühren ist. Hierzu werden ein Teil Härter und 5 Teile Binder sorgfältig vermischt und anschließend davon 40 cm<sup>3</sup> langsam an der unteren Längsseite (die nicht angehoben wurde) eingefüllt. Hierbei fließt die Vergußmasse unter anderem auch unter die Leiterplatte und drückt die dort befindliche Luft auf der angehobenen Längsseite heraus. Die angegebene Menge von 40 cm<sup>3</sup> füllt das Gehäuse bis gut zur Hälfte auf, wobei am Schluß des Gießvorgangs das Gehäuse wieder waagrecht auf der Unterlage stehen soll. Die anfängliche schräge Position ist jedoch von großer Wichtigkeit, damit die unterhalb der Platine befindliche Luft herausgedrückt wird. Das Vergießen selbst erhöht die langfristige Betriebssicherheit dieses Bausteins, insbesondere im Hinblick auf Spannungsüberschläge. Ohne ein Vergießen könnten Umgebungsfeuchtigkeit, Staubablagerungen o. ä. zu Überschlägen und in der Folge zu Defekten führen.

Ist die Vergußmasse über Nacht ausgehärtet, kann der Baustein in ein entsprechend berührungssicheres Gehäuse zusammen mit der Laserröhre eingebaut und seiner Bestimmung übergeben werden.

ELV



# 12 V-Laser-Anlage

**Man nehme:**

**Die ELV-Laserröhre, das Laser-Power-Supply LPS 12 sowie ein passendes Ganzmetallgehäuse - fertig ist die 12 V-Laser-Anlage**

## Allgemeines

Das im ELV journal 1/90 vorgestellte Laser-Power-Supply LPS 12 ist optimal für den Betrieb der ELV-Laserröhre ausgelegt und stellt sowohl die hohe Zünd- als auch die stromstabilisierte Betriebsspannung zur Verfügung bei einer Eingangsversorgungsspannung von 8 V bis 15 V. Für den praktischen Einsatz ist es sinnvoll und wichtig, das Laser-Power-Supply in ein berührungssicheres Gehäuse einzubauen, so daß man mit der Hochspannung nicht in Berührung kommen kann. Die Laserröhre selbst sollte sich im selben Gehäuse befinden, wodurch sie gleichzeitig vor äußerer Beschädigung geschützt wird. Von ELV wurde dafür eigens ein optimiertes mattschwarzes Ganzmetallgehäuse konzipiert mit den erforderlichen Durchbrüchen für die sehr wichtige Belüftung und die Befestigung von Laserröhre und Netzteil.

Die intensiv hellrot strahlende Laserröhre gibt eine Strahlungsleistung von ca. 2 mW ab bei einer Versorgungsspannung von ca. 1.150 V (+/-100 V) und einem Versorgungsstrom von 5 mA. In die Anodenleitung ist darüber hinaus ein Vorwiderstand von 22 k $\Omega$  integriert, und das LPS 12 besitzt 3 weitere Vorwiderstände à 10 k $\Omega$ , d. h. insgesamt liegen zur Laserröhre Widerstände mit einem Gesamtwert von rund 50 k $\Omega$  in Reihe, entsprechend einem zusätzlichen Spannungs-

abfall von 250 V. (Der im Datenblatt der Röhre angegebene Ballastwiderstand von mindestens 68 k $\Omega$  kann im vorliegenden Fall unterschritten werden, da die Röhre eine präzise rückgekoppelte Stromregelung erhalten hat und ein instabiles Verhalten der Gasentladung wegen der hohen Frequenz der Restwelligkeit (25 KHz) nur noch sehr begrenzt auftreten kann.) Die Versorgungsspannung beträgt somit ca. 1.400 V, entsprechend einer Leistung von ca. 7,2 W bei einem Strom von 5,1 mA. Berücksichtigt man noch den vergleichsweise hohen Wirkungsgrad des LPS 12, ergibt sich eine zugeführte Leistung von rund 10 W. Setzt man dazu die Abgabeleistung der Laserröhre von 2 mW ins Verhältnis, so ergibt sich ein Wert von 1 : 5000, d. h. der Wirkungsgrad liegt bei 0,02 % (!), wobei der wesentliche Anteil der Laserröhre mit den erforderlichen Vorwiderständen zuzuschreiben ist. Letztendlich bedeutet dies ein Umsetzen fast der gesamten zugeführten Leistung in Wärme, d. h. nur 0,02 % davon wird in Strahlungsleistung umgesetzt. Aus diesem Grunde ist es von großer Wichtigkeit, das mit rund 10 W belastete Gehäuse durch sinnvoll angebrachte Lüftungsschlitze mit einer ausreichenden Konvektion zu versehen. Ein geschlossenes Gehäuse würde zu recht hohen Innentemperaturen und einer beträchtlichen Verkürzung der Lebensdauer der Laserröhre führen.

Beim Aufstellen und bei der Inbetrieb-

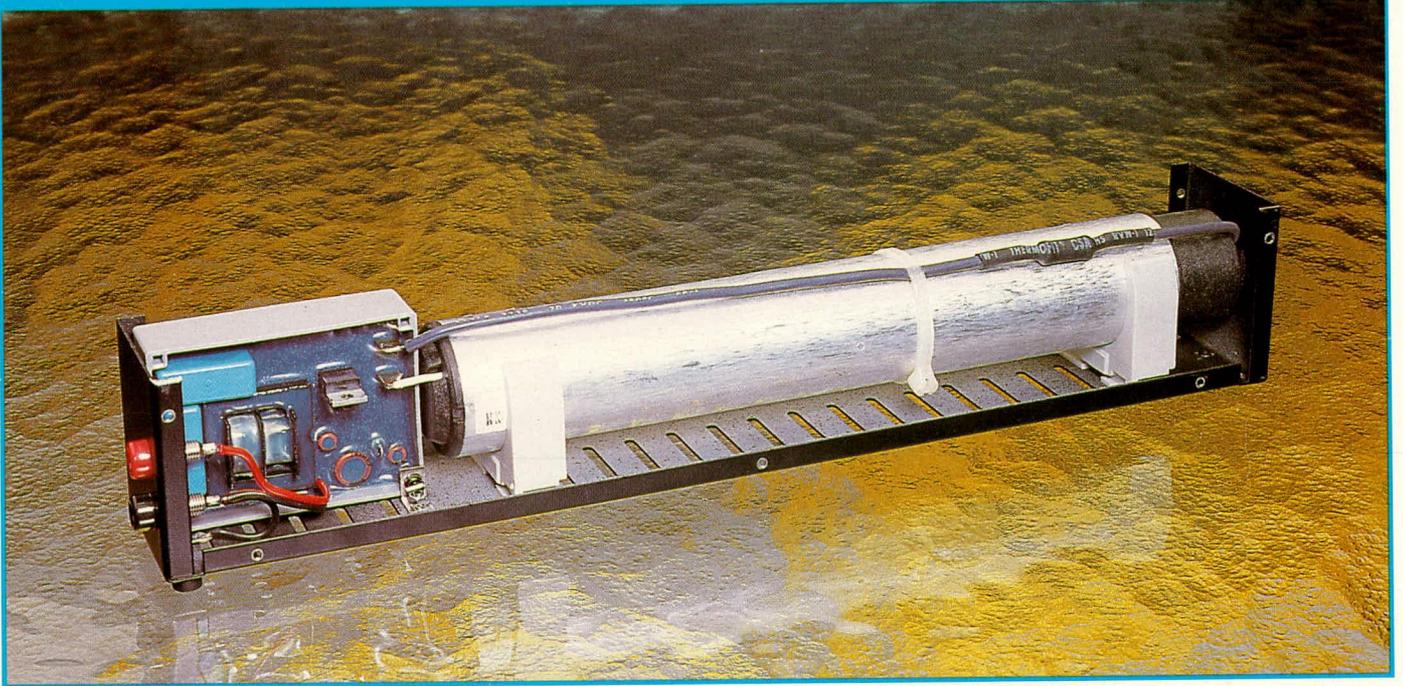
nahme der ELV-12 V-Laser-Anlage ist daher für eine gute Belüftung des Gehäuses zu sorgen; die Lüftungsschlitze dürfen nicht verdeckt werden. In Verbindung mit dem optimierten, stromstabilisierten Laser-Power-Supply LPS 12 ergeben sich für die ELV-Laserröhre ideale Betriebsbedingungen, wodurch sich eine Lebensdauer von 20.000 h (!) erreichen läßt.

## Der Aufbau

Anhand der Abbildung des geöffneten Ganzmetallgehäuses läßt sich der vergleichsweise einfache Aufbau gut erkennen.

Das Gehäuseunterteil wird zunächst mit den 3 Gummifüßen bestückt, die von unten eingesetzt, an den Nippeln bis zum Einrasten nach innen gezogen und auf ca. 2 mm Länge abgekniffen werden. Dann wird der fertige Laser-Power-Supply-Baustein LPS 12 in das Gehäuseunterteil eingebaut. Hierzu werden die beiden Befestigungswinkel über je eine Schraube gemäß der Abbildung mit dem Gehäuse des LPS 12 verschraubt, und zwar an derjenigen Längsseite, an der die 12 V-Zuleitungen austreten.

Das LPS 12 wird in das Gehäuseunterteil eingesetzt, wobei von der Gehäuseunterseite aus durch die entsprechenden Bohrungen 2 Schrauben M 3 x 6 mm zu stecken sind. Auf der Innenseite werden die Bohrungen der Befestigungswinkel darübersetzt, mit je einer Fächerscheibe versehen und anschließend mit je einer Mutter M 3 fest verschraubt. Bei der rückwärtigen Verschraubung ist zusätzlich zwischen Montagewinkel und Fächerscheibe eine Lötflanke einzulegen, die über ein kurzes Leitungsstück mit der Massebuchse



Innenansicht der komplett aufgebauten 12 V-Laser-Anlage mit abgenommenem Gehäuseoberteil

des Gerätes verbunden wird. Daß das Gehäuse des LPS 12 dabei nicht bündig an der Innenseite des Gehäuseunterteils anliegt, ist gewollt, da hierdurch eine leichte Federwirkung als Stoßschutz erreicht wird. Trotzdem ist die komplette Einheit vorsichtig zu handhaben, da vor allem die Laserröhre recht stoßempfindlich ist (wegen der darin eingebauten dünnen Quarz-Kapillare).

In die rückwärtige Gehäusestirnwand werden zwei 4 mm-Bananenbuchsen eingesetzt und auf der Innenseite zunächst mit dem Isolierstück und anschließend je einer Mutter fest verschraubt. Die untere, schwarze Buchse wird mit der schwarzen 12 V-Versorgungsspannungsleitung des LPS 12 verbunden (Platinenanschlußpunkt ST 4 des LPS 12) und die obere, rote Buchse entsprechend dazu mit der roten Versorgungsspannungsleitung (Platinenanschlußpunkt ST 3 des LPS 12). Die Leitungen sollten nicht unnötig lang belassen werden, andererseits aber auch nicht unter mechanischer Spannung stehen (ca. 80 mm lang).

Die Laserröhre wird mit 2 Kunststoffhalterungen, die das Rohr zu ca. 3/4 umschließen, im Gehäuse befestigt. An diesen sind zunächst die einseitig überstehenden Anreihnocken abzukneifen (Platzersparnis im Gehäuse!), dann werden von der Gehäuseunterseite aus 2 Schrauben M 4 x 10 mm durch die betreffenden Bohrungen gesteckt. Auf der Gehäuseinnenseite sind die Kunststoffhalterungen darüberzusetzen und mit je einer Mutter M 4 zu verschrauben. Zunächst wird die Schraubverbindung noch nicht ganz festgezogen, damit sich die Kunststoffhalterungen beim Einsetzen der Laserröhre oben ausreichend dehnen können. Danach erfolgt das Festziehen der

beiden Schrauben. Der Abstand der Stirnseite der Laserröhre zur Strahlaustrittsöffnung im Gehäuse beträgt ca. 0,5 mm.

Es empfiehlt sich übrigens, die linear polarisiert strahlende Laserröhre so einzubauen, daß die Polarisationsebene horizontal liegt. Die Löcher des Röhrengehäuses müssen dann ebenfalls waagrecht (rechts und links) angeordnet sein, und man kann später bei praktischen Aufbauten sehr elegant Oberflächenreflexe vermeiden (Brewster-Effekt).

Für einen ersten Probetrieb können die Steckbuchsen der Laserröhren-Anschlußleitungen direkt auf die Flachstecker des LPS 12 aufgesteckt werden. Die schwarze Laserröhren-Anschlußleitung mit dem

eingefügten 22 k $\Omega$ -Widerstand (erkennbar durch die Verdickung in dieser Leitung) wird an den positiven Hochspannungs-Versorgungsanschluß des LPS 12 angeschlossen, der sich ganz oben in der Nähe der oberen Längsseite des LPS 12 befindet. Die Katoden-Anschlußleitung der Laserröhre (Minus-Anschluß) ist mit einer weißen Zuleitung versehen und wird an den darunterliegenden Flachstecker des LPS 12 gesteckt, der sich ca. 18 mm von der oberen Gehäuse längsseite des LPS 12 entfernt befindet. Ein Vertauschen der Polarität führt zur unmittelbaren Zerstörung der Laserröhre.

Für einen Probetrieb kann nun die 12 V-Versorgungsspannung angelegt und die Konstruktion unter sorgfältiger Aufsicht kurz getestet werden.

Für die Endmontage werden die verhältnismäßig großen Steckanschlüsse der Laserröhre abgekneifen und die Anschlußleitungen direkt an die Flachstecker des LPS 12 angelötet. Zur Verminderung der Überschlagsgefahr an den Flachsteckern sollte deren Distanz nicht durch die Lötstellen unnötig verkürzt werden, so daß es sich empfiehlt, die Laserröhren-Anschlußleitungen an den Außenseiten der Flachstecker anzulöten; nicht an der Seite, die zum jeweils anderen Flachstecker hinweist.

Als dann kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt werden, wobei die 5 leicht aus der Mitte versetzten Lüftungsschlitze im Bereich des LPS 12 angeordnet sind, was eine optimale Konvektion ermöglicht.

Dem Einsatz dieser hochkompakten, stabilen und sehr langlebigen Lasereinheit steht damit nichts mehr im Wege.

Auf die Einhaltung der Sicherheits- und VDE-Bestimmungen ist zu achten. **ELV**

### Stückliste: 12 V-Laser-Anlage

- 1 untere Halbschale
- 1 obere Halbschale
- 10 Knippingschrauben 2,9 x 6,5, schwarz
- 3 Gehäusefüße  $\varnothing$  8 x 5
- 2 Laserhalterungen
- 2 Schrauben M 4 x 8 (schwarz)
- 2 Muttern M 4
- 2 Befestigungswinkel 10 x 10
- 4 Schrauben M 3 x 6 (schwarz)
- 4 Muttern M 3
- 2 Fächerscheiben M 3
- 1 Lötöse (für M 3)
- 5 cm flexible Leitung
- 1 Telefonbuchse, rot
- 1 Telefonbuchse, schwarz
- 1 Laserröhre (nicht im Bausatz enthalten)
- 1 Netzteilmodul, 12 V (nicht im Bausatz enthalten)



# Leistungshalbierer

**Volle Leistung - halbe Leistung - aus:  
Diese Funktionen können mit der hier vorgestellten  
Schaltung auf höchst einfache Weise realisiert werden.**

## Allgemeines

Beim Einsatz zahlreicher Verbraucher wie Glühlampen, Bohrmaschinen, kleinen Heizlüftern o. ä. wird nicht grundsätzlich immer die volle Leistung gewünscht, sondern vielfach ist in bestimmten Situationen die halbe Leistung angemessen.

Eine komfortable Lösung stellt hier die inzwischen weit verbreitete Phasenanschnittsteuerung dar. Doch auch mit einfacheren Mitteln läßt sich eine Leistungsreduzierung erreichen und zwar durch das Vorschalten einer Leistungsdiode. Zwar ist hier keine Regelung möglich, doch hat man den Vorteil, die dann zugeführte Spannung genau zu kennen (jede zweite Halbwellen entfällt).

Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, daß keine Geräte angeschlossen werden dürfen, bei denen induktive oder kapazitive Anteile für die Funktion erforderlich

sind, kurzum es dürfen nur Geräte angeschlossen werden, die auch mit Gleichspannungen zu betreiben sind. Dies gilt für alle Glühlampen aber auch für viele Heizlüfter und für fast alle Handbohrmaschinen. In jedem Fall muß man sich vor dem Anschluß an den Leistungshalbierer davon überzeugen, ob ein Anschluß zulässig ist. Ein Transformator würde sofort zerstört werden, da durch das Fehlen jeder zweiten Halbwellen ein unzulässig hoher Gleichstromanteil den Kern in die Sättigung fährt, wodurch ein extrem hoher Strom fließt und die Windungen zerstört sofern nicht vorher die in Reihe geschaltete Schmelzsicherung anspricht (ob erst der Trafo durchbrennt oder die Sicherung anspricht, hängt im wesentlichen von der Belastbarkeit der Transformatorwicklungen ab. Es sollte jedoch von vornherein gar nicht erst ausprobiert werden).

Wie bereits erwähnt, gibt es jedoch zahl-

reiche Anwendungsfälle, bei denen die hier vorgestellte Schaltung auf recht einfache und preisgünstige Weise ihren Dienst tut. Durch den Einbau in ein Stecker-Steckdosen-Gehäuse kann das Gerät universell eingesetzt werden, während grundsätzlich auch die kleine für die Schaltung vorgesehene Leiterplatte je nach Einsatzfall auch in bestehende Gehäuse integriert werden kann.

## Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des Leistungshalbierers dargestellt. Die 230 V-Netzwechselspannung wird vom Schutzkontaktstecker kommend den beiden Platinenanschlüßpunkten ST 1 und ST 2 zugeführt. Von ST 1 geht es über die Schmelzsicherung zum Bockpol des Kippschalters S1A. In der eingezeichneten Stellung verläuft der Stromfluß über ST 3 zur Steckdose, über den angeschlossenen Verbraucher, dann über ST 4, S1B zurück zu ST 2, d. h. der Stromkreis ist geschlossen.

In der vorstehend beschriebenen Schalterstellung erhält der angeschlossene Verbraucher die volle Betriebsspannung. Anzeigt wird dies durch Aufleuchten der beiden LEDs D 2 und D 3, die ihren Betriebsstrom über den Vorwiderstand R 1 zugeführt bekommen.

In Mittelstellung des Kippschalters S 1 ist die Schaltung deaktiviert und der Verbraucher ausgeschaltet. D 2 und D 3 sind beide erloschen.

In der unteren Stellung von S 1 liegt die Leistungsdiode D 1 in Reihe zum Verbraucher. Hierdurch werden nur die positiven Halbwellen zum Verbraucher weitergeschaltet und die negativen Halbwellen abgetrennt, d. h. jede zweite Halbwellen der Versorgungsspannung entfällt. Anzeigt wird dies durch Aufleuchten der roten LED D 3, während D 2 erloschen bleibt.

## Zum Nachbau

Für den Aufbau steht eine kleine übersichtliche Platine zur Verfügung auf der sämtliche Bauelemente Platz finden.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die Diode D 1, dann die Lötstifte, die beiden Sicherungshalterhälften und anschließend der Leistungswiderstand auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Bei dem Leistungswiderstand R 1 sollte ein Abstand von ca. 2 mm zur Platine eingehalten werden, um eine gute Konvektion und damit Wärmeabfuhr zu erzielen.

Als dann wird der Kippschalter ebenfalls direkt auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Zu beachten ist, daß zwischen den Kippschalteranschlüssen die Abstände nicht durch Verschmut-

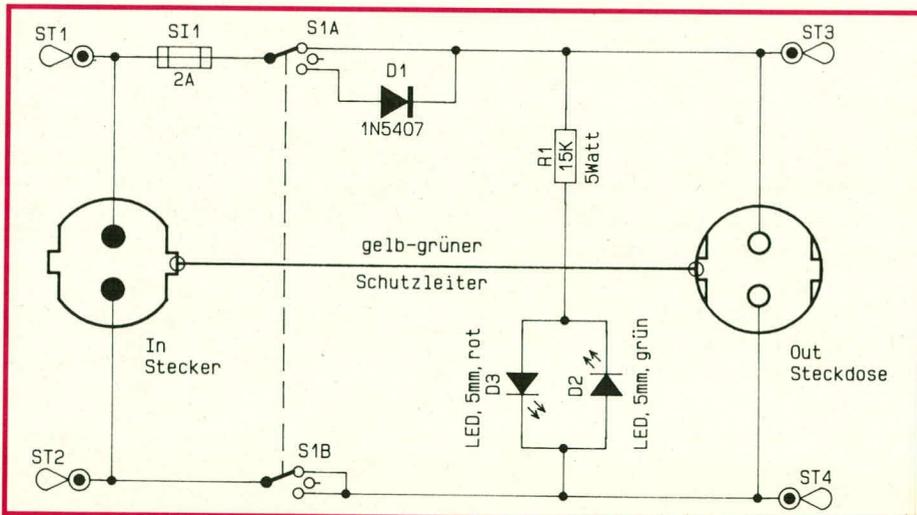
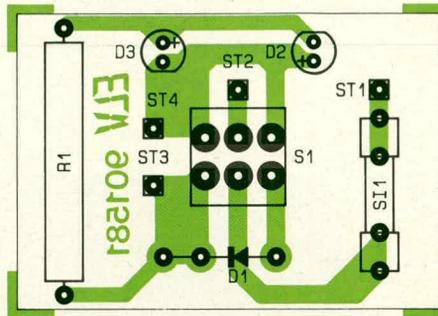
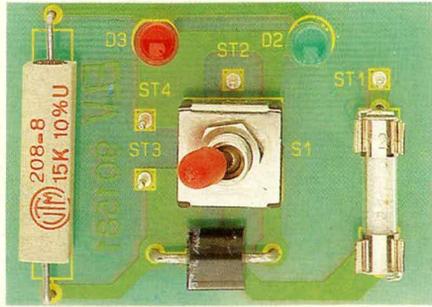


Bild 1: Schaltbild des Leistungshalbierers (nur für ohmsche Lasten)

Ansicht der fertig bestückten Platine sowie des Bestückungsplanes des Leistungshalbierers



zungen oder nicht gewollte Leiterbahnausbuchtungen verkürzt werden, da hier immerhin die volle 230 V-Netzwechselspannung ansteht.

Zu guter Letzt sind die beiden Leuchtdioden D2 und D3 einzusetzen, deren Abstand zur Leiterplatte individuellen Anforderungen anzupassen ist. Für den Einbau in das vorgesehene Stecker-Steckdosen-Gehäuse sollte der Abstand zwischen Platinenoberseite und Diodenspitze 19 mm betragen, damit die LED später nur gerade eben aus den zugehörigen Gehäusebohrungen herauschaut.

Von dem im Gehäuseunterteil integrierten Schutzkontaktstecker werden 2 ca. 80 mm lange Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> zu den Platinenanschlußpunkten ST 1 und ST 2 gezogen und mit den Lötstiften verlötet. 2 weitere, ca. 50 mm lange, ebenfalls einen Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> aufweisende Leitungen werden von ST 3 und ST 4 zur in der Gehäuseoberhalbschale eingebauten Schutzkontaktsteckdose gezogen. Der gelbgrüne, 100 mm lange Schutzleiter mit einem Querschnitt von ebenfalls 0,75 mm<sup>2</sup> verbindet den Schutzkontakt des Steckers direkt mit dem Schutzkontakt der Steckdose.

Zur Befestigung im Gehäuseoberteil dient lediglich die Zentralbefestigung des Kippschalters, die eine ausreichende Stabilität erreichen läßt. Hierzu wird eine Sechskant-Mutter ca. 5 mm weit auf den Kippschaltherhals geschraubt. Es folgt eine Lötöse

mit einem Innendurchmesser von 6,5 mm. An diese Lötöse wird ein ebenfalls ca. 100 mm langer gelb-grüner Schutzleiter mit einem Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> angelötet und mit dem Schutzleiter des Steckers verbunden. Anschließend wird die Anordnung ins Gehäuseoberteil eingesetzt und mit einer weiteren Mutter von außen fest verschraubt. Mutteroberseite und Kippschaltherhals bilden hierbei ungefähr eine Ebene, d. h. der Kippschaltherhals steht nicht unnötig weit hervor. Ggf. ist die Position der Mutter auf der Gehäuseinnenseite nochmals zu korrigieren und die Außenmutter anschließend wieder festzuziehen.

Die Leiterplatte ist bewußt etwas breiter, nämlich 57 mm, ausgelegt worden als dies für die elektrischen Erfordernisse des Layouts erforderlich wäre. Der Grund liegt

**Stückliste:  
Leistungshalbierer**

**Widerstände**

15kΩ/5W ..... R 1

**Halbleiter**

1N5407 ..... D 1  
LED, 5 mm, grün ..... D 2  
LED, 5 mm, rot ..... D 3

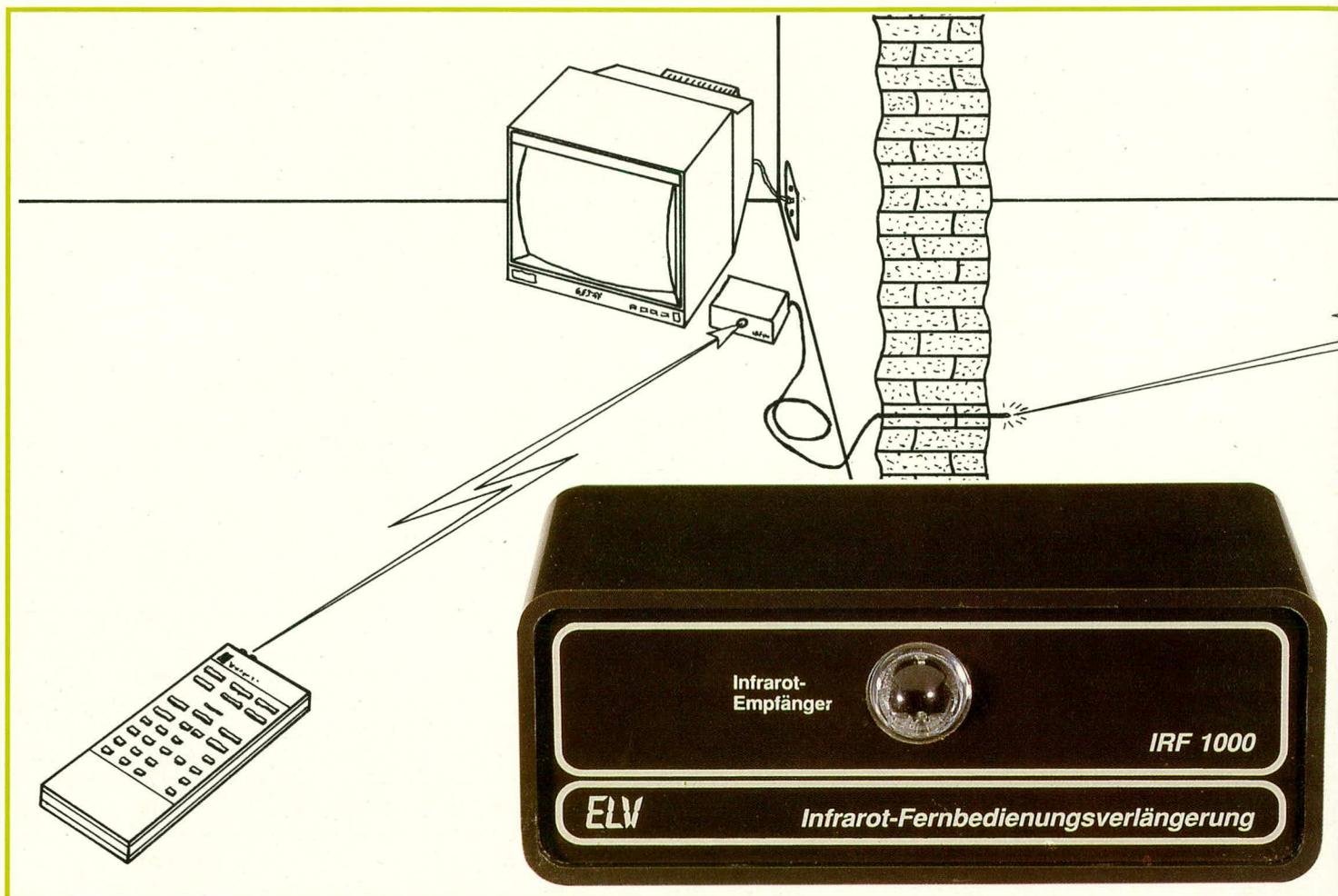
**Sonstiges**

Sicherung, 2A ..... SI 1  
Schalter, 2 x um + 0 ..... S 1  
1 Platinensicherungshalter  
(2 Hälften)  
1 Lötöse, 6,5 mm  
4 Lötstifte, 1,3 mm  
260 mm flexible Leitung, 0,75 mm<sup>2</sup>  
200 mm flexible Leitung,  
0,75 mm<sup>2</sup>, grün-gelb

darin, daß hierdurch die Anordnung vor mechanischem Verdrehen im Gehäuse gesichert ist. So kann die Befestigung problemlos nur über die zentrale Schraubverbindung des Kippschaltherhals erfolgen, ohne daß sich die Befestigungsmuttern durch Verdrehen lösen können. Nach dem Verschrauben des Gehäuses kann diese kleine und interessante Schaltung ihren Dienst aufnehmen.

Wird die Schaltung anderweitig, d. h. nicht in dem vorgesehenem Stecker-Steckdosen-Gehäuse eingesetzt, kann je nach individuellen Erfordernissen die Leiterplatte im zulässigen Rahmen gekürzt werden. In jedem Fall ist die Schaltung absolut berührungssicher einzubauen. Die VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind zu beachten.





# IR-Fernbedienungs-Verlängerung

**Der Videorecorder steht im Wohnzimmer, ein Zweitfernseher im Schlafzimmer. Mit der IR-Fernbedienungs-Verlängerung kann nun der IR-Sender des Videorecorders vom Schlafzimmer aus zur Steuerung des Recorders im Wohnzimmer dienen. In gleicher Weise sind auch HiFi-Anlagen fernsteuerbar.**

## Allgemeines

Die Videorecorder-Industrie hat in den vergangenen Jahren einen wahren Boom erlebt, so daß inzwischen ein Großteil der bundesdeutschen Haushalte mit einem entsprechenden Gerät ausgerüstet ist. Zweit- und Drittfernseher sind ebenfalls weitverbreitet, so daß der Wunsch naheliegt, aufgezeichnete Videofilme auch in anderen Räumen wiedergeben zu können. Für die Verstärkung und Verteilung sorgt z. B. der Multi-Video-Amplifier MVA 7000, der ausführlich im ELV journal 1/90 beschrie-

ben ist, so daß ein einziger Videorecorder bis zu 5 Fernseher ansteuern kann.

Der Komfort der Fernbedienbarkeit des Recorders von einem anderen Raum aus ist hierbei jedoch nicht automatisch gegeben, da die Infrarot-Signale eine „Sichtverbindung“ benötigen. Hier setzt der Nutzen der von ELV entwickelten Infrarot-Fernbedienungs-Verlängerung ein. Der im Schlafzimmer (oder in anderen Räumen) neben dem Zweitfernseher angeordnete Infrarot-Detektor verstärkt die Signale, transportiert sie per Leitung zum Wohnzimmer und gibt sie dort über eine IR-Sendediode auf den Recorder. So kann z. B. am Sonn-

tagmorgen der am Vorabend aufgezeichnete Krimi im Schlafzimmer angeschaut und der im Wohnzimmer befindliche Recorder so bedient werden, als stünde er ebenfalls im Schlafzimmer.

In gleicher Weise können auch beliebige andere Infrarot-Fernbedienungs-signale z. B. für die HiFi-Anlage von Raum zu Raum transportiert werden.

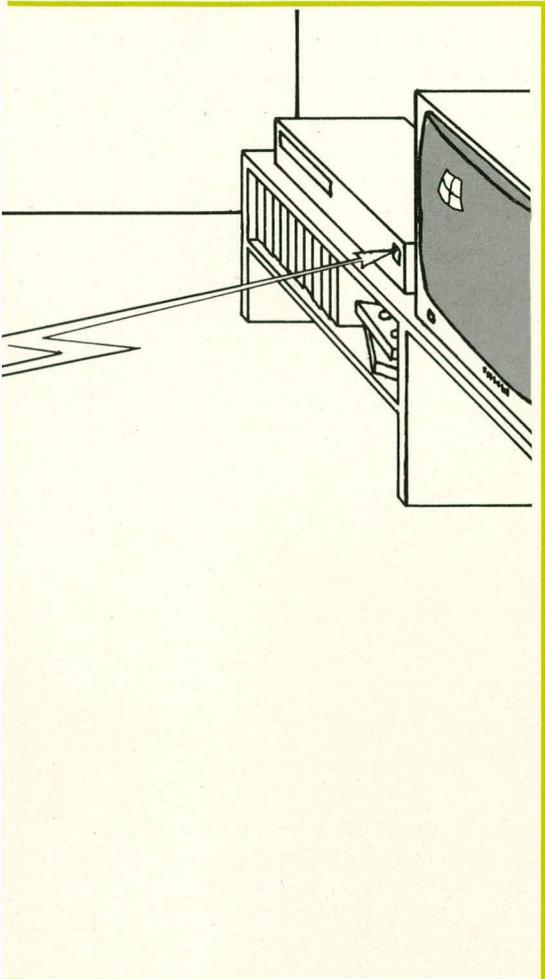
## Der praktische Einsatz

Die Elektronik der IR-Fernbedienungs-Verlängerung findet in einem schwarzen Hochglanz-Gehäuse mit den Maßen 131 mm x 50 mm x 68 mm Platz. Auf der Frontseite ist lediglich die Linse mit der Empfangsdiode zu erkennen, welche die vom IR-Sender kommenden Signale aufnimmt.

Auf der Geräterückseite befinden sich 2 3,5 mm-Klinkenbuchsen. Die rechte, mit „12 V“ gekennzeichnete Buchse dient zur Zuführung der Betriebsspannung durch ein Steckernetzteile (12 V/300 mA).

Die zweite, mit „Ausgang“ bezeichnete Buchse dient zum Anschluß der Infrarot-Sendediode, die über eine bis zu 100 m lange Verbindungsleitung mit dem Gerät verbunden wird.

Als Sendediode kommt eine leistungsfähige Miniatur-Ausführung zum Einsatz,



deren Kopf nur unwesentlich größer ist als der Durchmesser der verwendeten 1adrigen, abgeschirmten Zuleitung. Für das Verlegen der Leitung von Raum zu Raum reichen im Falle von Durchbrüchen kleine Bohrungen mit einem Durchmesser von 6 mm aus, die Leitung mit dem Diodenkopf durchzuführen.

Die im Gerät integrierte stromgesteuerte Leistungs-Endstufe ist in der Lage, die Sendediode auch über eine Verbindungsleitung von bis zu 100 m Länge anzusteuern.

Die Anordnung der Sendediode, die selbstverständlich direkten „Blickkontakt“ zum zu steuernden Empfangsgerät besitzen muß, sollte so vorgenommen werden, daß der Abstand zum Recorder nicht unter 0,5 m und nicht über 5 m beträgt. Videorecorder mit besonders empfindlichen Eingangsverstärkern können teilweise bis zu 10 m von der Sendediode entfernt platziert sein. Hierbei muß die Sendediode jedoch direkt auf den IR-Empfangsteil des Recorders ausgerichtet sein.

Aufgrund des hochwertigen Eingangsverstärkers der Infrarot-Fernbedienungsverlängerung kann der Abstand zwischen dem Basisgerät und dem zur Ansteuerung dienenden Handsender ungefähr in gleicher Größe liegen, wie dies bei direkter

Fernbedienung des Videorecorders über den zugehörigen Handsender möglich ist.

## Zur Schaltung

Fragt man nach dem Sinn eines diskret aufgebauten Infrarot-Verstärkers, wo es doch im Zeitalter der ICs auch entsprechend hochwertige integrierte Verstärker gibt, so ist zu sagen, daß übliche Schaltungen im allgemeinen mit selektiven Eingangs- und Filterkreisen arbeiten, die auf die jeweilige Frequenz des zugehörigen Infrarot-Handsenders optimal abgestimmt sind. Beim hier vorliegenden Konzept der Infrarot-Fernbedienungsverlängerung hingegen besteht die Forderung nach größtmöglicher Flexibilität, d. h. alle gängigen Infrarot-Fernbedienungen sollen unabhängig von ihrem Arbeits-Frequenzbereich mit dieser Verlängerung zusammenarbeiten können. Hierzu müssen Frequenzen von 30 kHz bis hin zu 455 kHz in unterschiedlicher Weise verstärkt werden, wodurch sich besondere Anforderungen an die Schaltung ergeben, die von der vorliegenden diskret aufgebauten Version in hervorragender Weise erfüllt werden.

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über ein 12 V/300 mA-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm-Klinkenstecker mit der Buchse BU 2 verbunden wird. Im Ruhezustand wird das Steckernetzteil nur geringfügig von der Schaltung belastet, so daß Spannungen zwischen 15 V und 20 V anstehen, die im Sendebetrieb auf 13 V bis 15 V absinken. In Verbindung mit einem integrierten Festspannungsregler können jedoch entsprechende Spannungsschwankungen zwischen 13 V und 20 V verarbeitet werden, so daß ein handelsübliches unstabiliertes Steckernetzteil, dessen Spannungswahlschalter auf 12 V zu schalten ist, eingesetzt werden kann.

Die vom Steckernetzteil kommende Versorgungsspannung, deren Wert zwischen 13 V und 20 V schwanken darf, gelangt über die Klinkenbuchse BU 2 auf die Schaltung. Von dort führt der Weg über die als Verpolungsschutz dienende Diode D 4 zum Festspannungsregler IC 1 des Typs 7810. C 8 und C 9 nehmen eine Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung vor.

Die Leistungsendstufe T 6 mit der vorgeschalteten Treiberstufe T 5 wird mit der unstabilierten Versorgungsspannung betrieben, während für die gesamte übrige Schaltung eine stabilisierte 10 V-Festspannung bereitsteht.

Das von einem nahezu beliebigen Infrarot-Handsender kommende IR-Signal wird von der Empfangsdiode D 1 detektiert. Hierbei handelt es sich um eine Fotodiode mit integriertem Tageslicht-Filter und vorgeschalteter Optik (Sammellinse) zur opti-

malen Signalausbeute. Die Empfangssignale werden von D 1 in entsprechende Spannungssignale umgesetzt, die von der Impedanzwandlerstufe T 2 und dem nachgeschalteten, bei niedrigen Frequenzen wirkenden Emitterfolger T 3 gepuffert werden. R 2 dient der Vorspannung der Eingangsstufe T 2.

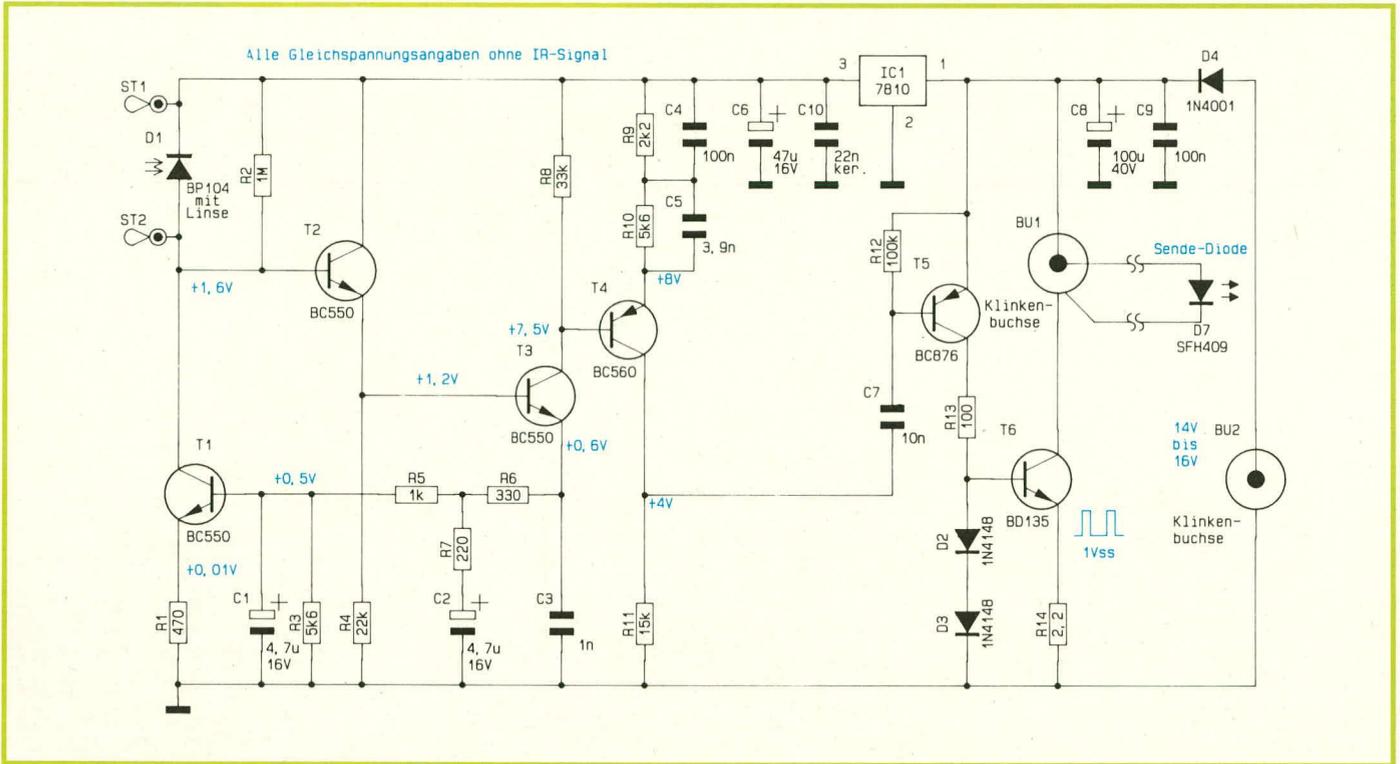
Der Gleichspannungs-Arbeitspunkt der Eingangsschaltung wird den sich ändernden Lichtverhältnissen in sehr weiten Grenzen automatisch angepaßt. Dies geschieht mit Hilfe der Regelschaltung, aufgebaut aus T 1 und Zusatzbeschaltung. Hierzu wird am Emitter von T 3 das gepufferte Eingangssignal abgenommen und über R 6 und R 5 auf die Basis des als Stromquelle geschalteten Transistors T 1 gegeben.

Erhöht sich durch eine stärkere Beleuchtung die Spannung an ST 2, tritt dieser Spannungsanstieg auch am Emitter von T 3 auf. Über R 6, R 5 wird T 1 weiter durchgesteuert, und der Kollektor dieses Transistors zieht somit die Eingangsspannung an ST 2 auf einen kleineren Wert herunter. Die Folge ist ein weitgehend stabiles Eingangspotential zur Erzielung einer optimalen Eingangsempfindlichkeit sowohl bei geringer als auch bei höherer Umgebungshelligkeit sowie bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärken durch den Infrarot-Handsender. Sehr hohe Umgebungshelligkeiten (z. B. Lichtkegel einer starken Lampe) können zu Störungen führen und sollten daher vermieden werden.

C 3 hebt bei hohen Frequenzen die Nutzsignalverstärkung der Stufe T 3 an, und R 7, C 2 legen die untere Grenzfrequenz fest. C 1, R 3 bestimmen die maximale Ausregelgeschwindigkeit bei Eingangsschwankungen, und R 1 beeinflusst den Stromverstärkungsfaktor der mit T 1 aufgebauten Stromquelle.

Nachdem wir uns mit der wichtigen Eingangsstufe ausführlich befaßt haben, kommen wir zur weiteren Signalverarbeitung. Am Kollektor von T 3 steht das durch T 2 gepufferte und mit T 3 verstärkte Empfangssignal an. T 4 nimmt eine weitere Verstärkung vor. Die Gleichspannungsverstärkung dieser Stufe wird mit R 9, R 10 im Verhältnis zu R 11 festgelegt und beträgt ca. 6 dB. Für Frequenzen oberhalb 1 kHz wird C 4 wirksam und erhöht die Verstärkung auf rund 10 dB, während ab ca. 10 kHz, d. h. dem eigentlich interessierenden Bereich, die Verstärkung dieser Stufe auf mehr als 20 dB ansteigt.

Vom Kollektor des Transistors T 4 gelangt das Signal über C 7 auf die Basis des Darlington-Transistors T 5 des Typs BC876. Mit dem Widerstand R 12 wird die Basis gleichspannungsmäßig auf das Emitterpotential gelegt, wodurch diese Darlingtonstufe erst bei negativ gerichteten Steuer-



Schaltbild der IR-Fernbedienungs-Verlängerung

spannungen ab ca. 1 V zu arbeiten beginnt. Rauschanteile, Störimpulse und eventuelle Schwingneigungen werden auf diese Weise wirksam unterdrückt.

Der Kollektor von T 5 steuert über R 13 die Leistungs-Stromquelle, bestehend aus T 6, D 2, D 3 sowie R 14, an. Am Kollektor von T 6 wird ein Impulsstrom von ca. 450 mA eingepreßt, dessen Impulsfolge eine exakte Abbildung des von D 1 empfangenen Eingangssignals darstellt.

Dieser Strom gelangt über eine ladrige abgeschirmte Leitung auf die Sendediode D 7 des Typs SFH 409, die mit einem 3,5 mm-Klinkenstecker an die Gerätebuchse BU 1 angeschlossen wird. Aufgrund der gewählten Schaltungstechnik können Leitungslängen bis zu 100 m problemlos angeschlossen werden.

### Zum Nachbau

Für die praktische Ausführung steht eine Leiterplatte zur Verfügung, die sämtliche Bauelemente einschließlich der beiden Printbuchsen aufnimmt. Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. In die Bohrungen der Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 werden Lötstifte eingesetzt, an die später die Fotodiode D 1 anzulöten ist. Hierauf gehen wir jedoch noch separat ein.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Montage des Abschirmgehäuses erfolgen, das aus dem Gehäuserahmen und den bei-

den Abdeckplatten besteht.

Hierzu wird der Gehäuserahmen in seine rechteckige Form gebogen. Zum leichten Abknicken sind die entsprechenden Knickstellen fein gelocht, so daß der ursprünglich aus einem Weißblechstreifen bestehende Rahmen leicht in die rechteckige Form zu überführen ist. Die beiden Stoßkanten sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht miteinander zu verlöten.

Zunächst wird nun die Platine in den Gehäuserahmen eingesetzt, wobei gleichzeitig die Buchsenhäuse von BU 1 und BU 2 durch die entsprechenden Bohrungen des Gehäuserahmens gesteckt werden. Die beiden Rändelmutter der Buchsen werden vorher abgeschraubt, und die Platine wird jetzt so ausgerichtet, daß der Gewindehals der Ausgangsbuchse BU 1 den Gehäuserahmen nicht berührt. Dies ist wichtig, weil die Klinkenbuchsen unterschiedliche Spannungspotentiale führen. In dieser Stellung erfolgt die vorläufige Fixierung über die Rändelmutter von BU 2. Jetzt kann der Gehäuserahmen an seinen Stoßkanten zusammengelötet werden, wobei gleichzeitig auch die fein gelochten Knickkanten mit Lötzinn zu verschließen sind. Alsdann erfolgt das Verlöten der am Rand der Platine verlaufenden Masseverbindung mit den Innenseiten des Gehäuserahmens unter Zu-

gabe von reichlich Lötzinn. Einzige freie Stelle ist hierbei der Bereich unterhalb der Buchse BU 1.

Es folgt das Einsetzen der Infrarot-Empfangsdiode D 1, die werkseitig bereits mit der entsprechenden Optik verbunden wurde. Der Verbindung zwischen D 1 und der Optik kommt große Bedeutung zu, da sich leicht Reflexionsschichten bilden können, die den Empfang beträchtlich vermindern können. So muß das Verkleben möglichst im Vakuum mit speziellen hochwertigen Klebern erfolgen, damit optimale Ergebnisse erzielt werden. Die bereits werkseitig vorgefertigte Einheit wird von außen durch die entsprechende stirnseitige Bohrung des Gehäuserahmens eingesetzt, so daß die beiden Diodenanschlüsse unmittelbar an den Lötstiften der Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 anliegen. Nötigenfalls sind die Anschlußstifte von D 1 mit Schaltdraht zu verlängern. Die Katode von D 1 ist mit einem schwarzen Punkt am Linsenrand markiert, entsprechend der Diodenseite, in die die Pfeilspitze des Symbols weist. Dieser Anschluß ist mit ST 1 zu verlöten, während die Anode an ST 2 zu legen ist.

Die soweit vorbereitete Empfangseinheit sollte vor dem endgültigen Verschließen des Abschirmgehäuses getestet werden. Hierzu wird zunächst die Verbindungsleitung mit der Sendediode hergestellt. Die Leitungslänge wird den späteren Gegebenheiten entsprechend festgelegt, und die Leitungsenden werden abisoliert und vorverzinkt. Auf der einen Seite ist ein 3,5 mm-Klinkenstecker anzusetzen, wobei die Innen-

ader an den Mittelstift und die Abschirmung an den Masseanschluß des Steckers anzulöten ist.

Am anderen Leitungsende wird die Sendediode D 7 des Typs SFH409 angelötet. Die äußere Isolation der Leitung wird soweit entfernt, daß über die isolierte Innenader ein ca. 20 mm langer Isolierschlauch gezogen werden kann, der später die Lötstelle der Innenader gegen Berührung zur Abschirmung schützt. Der Anodenanschluß der Sendediode wird dann auf 10 mm gekürzt und mit der Innenader der Zuleitung verlötet. Anschließend wird der Isolierschlauch über die Lötstelle geschoben, und zwar bis zum Diodenkopf, so daß der gesamte blanke Teil dieser Leitung gegen Berührung zur Abschirmung gesichert ist.

Danach erfolgt das Verlöten des Katodenanschlusses (diejenige Diodenseite, in die die Pfeilspitze des Diodensymbols weist) mit der Abschirmung.

Zum Abschluß dieser Arbeiten wird ein 30 mm langer Schrumpfschlauchabschnitt über den Diodenkopf geschoben, so daß lediglich die vordere Hälfte der Sendediode herauschaut. Nach dem Verschrumpfen mit Heißluft (Vorsicht, damit die Diode keinen Schaden nimmt) entsteht eine kompakte, berührungssichere Einheit. Wichtig ist hierbei, daß selbstverständlich keinerlei blanken Leitungsteile oder Diodenanschlüsse sichtbar und berührbar bleiben, d. h. der Schrumpfschlauch reicht von der Diode auf der einen Seite bis über die äußere Isolation auf der Leitungsseite.

Steht kein Heißluftgebläse zur Verfügung, kann auch das vorsichtige Überstreichen des Schrumpfschlaches mit einem heißen LötKolben den Schrumpfprozeß ersatzweise auslösen. Dieser Vorgang ist sogar zu bevorzugen, falls kein Heißluftgebläse mit genau dosierbarer Düse bereitsteht, da, wie bereits erwähnt, die Diode selbst dem heißen Luftstrom nur eingeschränkt ausgesetzt werden darf.

Nun kann ein erster Test vorgenommen werden, indem die Sendediode auf den Recorder gerichtet wird und das Empfangsteil in einem anderen Raum Impulse vom Infrarot-Handsender erhält. Arbeitet das Gerät erwartungsgemäß, erfolgt das Aufsetzen der beiden Weißblechabdeckplatten und das anschließende „wasserdichte“ Verlöten der Berührungskanten unter Zugabe von reichlich Lötzinn. Es ist zu beachten, daß die Hitze im Bereich der Optik vorsichtig zu dosieren ist, damit die Sammellinse nicht schmilzt.

Zur Montage in einem bereits bestehendem Gehäuse dienen 2 Bohrungen in der Stirnseite des Abschirmgehäuses mit einem Durchmesser von 3,2 mm. Falls gewünscht, kann unmittelbar hinter diese Bohrungen je eine Mutter M 3 angelötet werden, wodurch später das Gehäuse mit 2

Schrauben M 3 an geeigneter Stelle angeschraubt werden kann. Für den Einbau in das von ELV vorgesehene micro-line-Gehäuse werden diese Bohrungen nicht benötigt.

Die Befestigung erfolgt auf der Gehäuserückseite über die Gewindehülse der 3,5 mm-Klinkenbuchsen. Hierzu sind die Rändelmuttern abzunehmen, und das Abschirmgehäuse wird ins micro-line-Gehäuse eingesetzt. Der Buchsenhals von BU

1 weist hierbei durch die auf der Gehäuserückseite mit „Ausgang“ bezeichnete Bohrung und BU 2 entsprechend durch die Bohrung mit der Kennzeichnung „+12 V“.

Die Gewindehülse der Klinkenbuchsen ragen nun auf der Rückseite des micro-line-Gehäuses hervor, so daß die Rändelmuttern wieder aufzusetzen und festzuziehen sind. Den Abschluß bildet das Einsetzen der micro-line-Frontplatte, durch die das zuvor leicht durchgebogene Gehäuse

## Stückliste: Infrarot-Fernbedienungs-Verlängerung

### Widerstände

2,2Ω .....	R 14
100Ω .....	R 13
220Ω .....	R 7
330 Ω .....	R 6
470Ω .....	R 1
1kΩ .....	R 5
2,2kΩ .....	R 9
5,6kΩ .....	R 10, R 3
15kΩ .....	R 11
22kΩ .....	R 4
33kΩ .....	R 8
100kΩ .....	R 12
1MΩ .....	R 2

### Kondensatoren

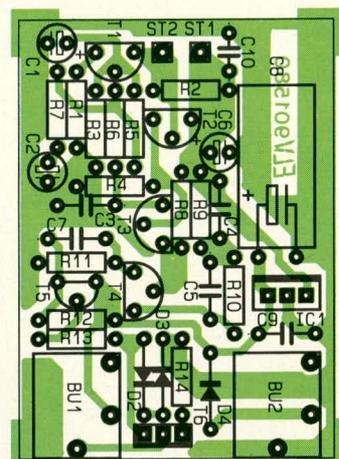
1nF .....	C 3
3,9nF, .....	C 5
10nF .....	C 7
100nF .....	C 4, C 9
4,7µF/16 V .....	C 1, C 2
47µF/16V .....	C 6
100µF/40V .....	C 8
22nF, keramik .....	C 10

### Halbleiter

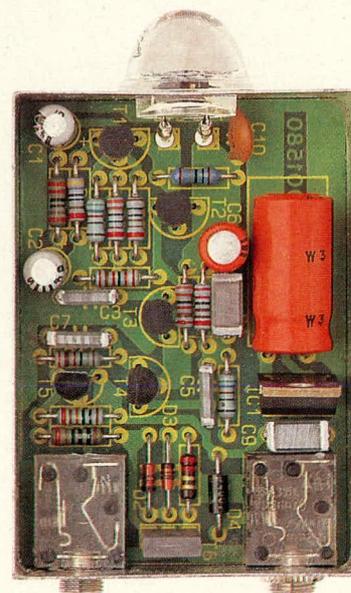
BD135 .....	T 6
BC550 .....	T 1-T 3
BC560 .....	T 4
BC876 .....	T 5
BPB104 mit Speziallinse .....	D 1
7810 .....	IC 1
1N4001 .....	D 4
1N4148 .....	D 2, D 3

### Sonstiges

2 Klinkenbuchsen, 3,5 mm, print .....	BU 1, BU 2
1 Sendediode SFH 409	
1 Abschirmgehäuse	
1 Klinkenstecker, 3,5 mm, mono	
2 Lötstifte	
30 mm Schrumpfschlauch	
20 mm Isolierschlauch	



Bestückungsplan der Platine der IR-Fernbedienungs-Verlängerung



Ansicht der bestückten Platine im geöffnetem Abschirmgehäuse

seine endgültige Form erhält. Die Frontplatte wird an einer schmalen Gehäusesseite angesetzt und langsam über die Gehäusesmitte hinaus immer weiter eingedrückt, bis sie formschlüssig einrastet. Hierzu ist ein gewisser Kraftaufwand erforderlich, da die leicht nach innen gewölbten Gehäuseflächen einen starken Anpreßdruck ausüben und die Frontplatte ohne zusätzliche Schraubbefestigung später sicher gehalten wird.

ELV