

# ELV journal

1/89 Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik DM 5,80

**Prozessor-Netzteil**  
 0-40 V/3 A,  
 PNT 7000

9.960  
 9.999  
 10.00  
 12.34  
 24.68  
 45.69

40.00 V  
 0.249 A  
 9.960 W

Spannung Strom Leistung/Widerstand W/Ω

Ein Aus ELV Prozessor-Netzteil PNT 7000

Si 1,5 A  
 I const Trafo  
 Reset Endst.  
 Remote

- Ausgang +

- Video-Color-Prozessor/Copierschutz-Decoder
- FBAS-RGB-Konverter ● Wechsellspannungs-Detektor
- Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000
- Medizintechnik: Hochton-Trainings-Gerät
- Komfort-Lauflichtorgel KL 2000 ● Stereo-Indikator
- Stereovorverstärker mit Klangregelstufe
- Supraleitung – Strom ohne Widerstand



# Video-Kopierschutz-Verfahren Macrovision I, II, III ...?

**Zu Beginn des letzten Jahres berichtete ELV erstmals über ein neues Kopierschutz-Verfahren, das ein Überspielen von Video-Leihcassetten fürs Privat-Archiv unmöglich machen sollte. Dieses inzwischen weitverbreitete Kopierschutz-Verfahren mit der Bezeichnung Macrovision wurde weiterentwickelt (Macrovision II) einhergehend mit dem Bedarf an einer neuen Generation von Kopierschutz-Decodern - sehr zum Ärger der Kunden. Handelt es sich hier um eine Schraube ohne Ende? ELV liegen inzwischen schriftliche Informationen vor, die belegen, daß die Video-Hardware-Industrie den Wünschen der Software- (Film-) Hersteller entspricht und Videorecorder so ausstattet, daß sie grundsätzlich keine kopiergeschützte Cassetten aufzeichnen können. Im vorliegenden Artikel werden Hintergründe, Zukunftsperspektiven sowie ein Lösungsvorschlag von ELV vorgestellt.**

## Allgemeine Vorbemerkung

Es liegt auf der Hand, daß sowohl die Software- als auch die Hardware-Video-Industrie ein starkes Interesse daran hat, dem Videokunden die Möglichkeit zu nehmen, für den eigenen privaten Gebrauch eine Kopie von Video-Leihfilmen anzufertigen, obwohl per Gesetz dies eindeutig erlaubt ist. Auch die Hersteller von entsprechenden Kopierschutz-Decodern, die sich rechtlich keineswegs in einem Graubereich, sondern auf absolut gesichertem rechtlichen Boden befinden, erfreuen sich sicherlich nicht des Wohlwollens eingangs erwähnter Kreise. Wie anders ist es z. B. zu erklären, daß einige Video-Zeitschriften ihren Lesern, jegliche Hinweise auf die Existenz von Kopierschutz-Decodern versagen (Originalton eines Verlegers: Wir werden massiv unter Druck gesetzt).

Für den vorliegenden Bericht wurden von ELV sorgfältige umfangreiche Recherchen durchgeführt, so daß sich für die Redaktion ein schlüssiges Bild hinsichtlich der Marktsituation ergibt, wobei jedoch nicht alle Informationen belegbar sind. Der guten Ordnung halber weisen wir daher ausdrücklich an dieser Stelle darauf hin, daß die hier gemachten Angaben nach bestem Wissen und Gewissen erfolgen und die Meinung der Redaktion darstellen.

## Historisches

Die Software- als auch die Hardware-Video-Industrie hat bezüglich der Vermarktung von Video-Filmen ein gleichgeschaltetes Interesse. Je mehr interessante Leih-Filme dem Kunden angeboten werden, desto stärker ist das Interesse an entsprechender Hardware (Videorecorder). Die Erstellung von Filmen ist wie hinlänglich bekannt aufwendig und kostenintensiv. Der Kinobesucher bezahlt Eintritt, der Fernsehzuschauer die üblichen Gebühren und der Video-Kunde den Ausleih-Preis. So schließt sich für die verschiedenen Verkaufsformen der

Kreis und die Filmproduktionen können finanziert werden.

Beschaffen sich nun die sogenannten Videopiraten ihr Ausgangsmaterial, ohne daß für sie die eigentlichen Filmproduktionskosten anfallen, können entsprechende Kopien entweder preiswerter oder aber mit höheren Gewinnspannen für die Videopiraten angeboten werden. Auf diese Weise entsteht den seriösen Anbietern ein nennenswerter Schaden in Form von Umsatzverlusten. Ähnliches gilt für den Fall, daß ein Kunde, der einen Film ausleiht, diesen für Freunde oder Bekannte kopiert, da auch hier ein weiterer potentieller Ausleihkunde für die Leihfilmanbieter entfällt. Allein das Kopieren für den eigenen privaten Bedarf ist gestattet und rechtlich eindeutig abgesichert (UrhG § 94 IV, § 53 I, V). Jedoch ist bereits das unentgeltliche und natürlich erst recht das bezahlte Ausleihen von kopierten Videokassetten an Bekannte und Freunde strafbar.

Die Videoindustrie dachte nun über Kopierschutz-Verfahren nach und es entstand „Macrovision“. Die besondere Schwierigkeit für die Entwickler bestand und besteht darin, daß beim Abspielen entsprechend geschützter Leihfilme ein zur Wiedergabe dienendes Farbfernsehgerät einwandfreie Bilder liefert, ein aufzeichnender zweiter Videorecorder hingegen seinen Dienst versagt. An dieser Stelle müssen wir den Entwicklern von Macrovision ein großes Lob aussprechen, die diese anspruchsvolle Aufgabe in eindrucksvoller Weise gelöst haben. Da nicht alle Videorecorder auf den Kopierschutz ansprachen, verbündete sich die Software-Industrie mit den Hardware-Herstellern, um künftig nur noch Video-Recorder zu bauen, die bei macrovision-geschützten Cassetten ihren Dienst versagen. Bereits im April 1987 wurde von einem maßgebenden VHS-Videorecorder-Hersteller ein Schreiben verfaßt, in dem ab 1. Oktober 1987 VHS-Videorecorder so auszurüsten sind, daß sie auf bestimmte Störsignale reagieren. Im Juni 1987 entsteht im Hause eines der bedeutendsten europäischen Halbleiterhersteller ein Papier, das sich mit

dieser Problematik auseinandersetzt, da besagter Hersteller u. a. entsprechende ICs für die Recorderproduktion liefern möchte. Heute kennen wir das Resultat: Es gibt kaum noch Videorecorder des Systems VHS, die in der Lage sind, kopiergeschützte Leihfilme aufzuzeichnen. Daß hierdurch in erster Linie der Endgebraucher betroffen ist, steht hierbei auf einem anderen Blatt.

Kurz nach dem Erscheinen der ersten kopiergeschützten Video-Leihfilme wurde von ELV bereits ein entsprechender Kopierschutz-Decoder vorgestellt, der zu den ersten und besten Geräten seiner Art auf dem deutschen Markt zählte, wie dies auch ein Test der renommierten Zeitschrift „Video“ vom September 1987 eindrucksvoll bestätigte. Der VCD 1000 blendet auftretende Störsignale nach dem System Macrovision I vollständig und zuverlässig aus. Zu jener Zeit bot ELV offenkundig eine der besten Lösungen an. Aber die Zeit bleibt nicht stehen.

Die Entwickler von Macrovision brachten daraufhin ein zweites weiterentwickeltes Verfahren (Macrovision II) zur Serienreife, das soeben bei einigen Cassetten eingeführt wurde.

Selbstverständlich haben die Techniker von ELV bereits einen entsprechenden Decoder entwickelt, der nun für beide Verfahren geeignet ist. Dieser Decoder wird jedoch nie das Licht der Öffentlichkeit erblicken. Warum nicht?

## Zukunftsperspektiven

Als Insider und gut unterrichtete Technik-Redaktion weiß ELV bereits heute von der Existenz eines dritten noch verfeinerten Kopierschutz-Verfahrens (Macrovision III), das derzeit in Deutschland noch nicht eingesetzt wird. Würde sich der Kunde nun den Decoder der zweiten Generation kaufen, stünde zu erwarten, daß kurz darauf der Kopierschutz der dritten Generation folgt. Kommt anschließend der Decoder der dritten Generation und der Kopierschutz der vierten Generation und,



und, und? Dieser mögliche, für den Kunden höchst unbefriedigende Verlauf stellt sicherlich keine akzeptable Lösung des Problems dar. Aus diesem Grunde würde ELV sich aus diesem Kreislauf im Interesse der Kunden ausklinken, obwohl die Technik der Decoder von ELV perfekt beherrscht wird. Den Ingenieuren des ELV-Teams ist aber auch in dieser scheinbar etwas verfahrenen Situation eine wie wir meinen exzellente Lösung des Problems eingefallen.

---

### Die „endgültige“ Lösung

---

Das Resultat ist ein Video-Kopierschutz-Decoder, der nach einem völlig neuartigen Verfahren arbeitet:

Die bisherigen Decoder reagieren auf ein bestimmtes Störsignal, um dieses anschließend auszublenden. Ein neues Verfahren bedeutet daher einen neuen Decoder. Der VCD 7000 von ELV hingegen ist nicht auf das Ausblenden von Kopierschutz-Signalen programmiert, sondern vielmehr für das Einblenden der reinen Bildinformation. Derjenige Teil des Video-Signals, der für den sichtbaren Teil des Farbbildes verantwortlich ist, wird detektiert und auf den Ausgang gegeben. Alle übrigen Signale wie Horizontal- und Vertikal-Synchronimpulse, Vortrabanten, Nachtrabanten usw. werden in normgerechter Weise vollkommen neu generiert bzw. umfangreich bearbei-

tet. Auf diese Weise steht am Ausgang des VCD 7000 ein normgerechtes Video-Signal zur Verfügung, bei dem lediglich derjenige Signalanteil, der für den sichtbaren Bereich des Farbbildes verantwortlich ist, vom Eingangssignal direkt übernommen wird. Um ein übriges zu tun, wurde auch hier ein hochwertiger Video-Verstärker integriert, der zur Optimierung der Bildqualität hinsichtlich Pegel und Kontur dient. Auch bei stark gestörten Video-Eingangssignalen ist ein „sauberes“, normgerechtes Ausgangssignal zu erwarten, wobei es gleichgültig ist, ob die Störungen von einer schlechten Videoquelle oder einem Kopierschutz herrühren.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß ELV als seriöser Hersteller sowie gleichermaßen aus wettbewerbsrechtlichen Gründen keine Garantie dafür übernehmen kann, daß der VCD 7000 auch künftige, derzeit noch nicht erhältliche Kopierschutz-Verfahren in der gewünschten Weise verarbeitet. Aufgrund der technischen Schilderung mag sich jedoch der technisch interessierte Leser selbst ein Bild von diesem zukunftsweisenden Verfahren machen.

---

### Eine Auftragsentwicklung

---

Abschließend wollen wir an dieser Stelle kurz auf die Entwicklung selbst eingehen. Wie hinlänglich bekannt, entwickelt ELV Schal-

tungen sowohl für die Veröffentlichung im ELV journal als auch in nicht unbeträchtlichem Maße für Industriekunden. Bereits im vergangenen Jahr erhielt ELV von einem renommierten französischen Unternehmen den Auftrag, ein Gerät zu entwickeln, das im Videobereich gestörte FBAS/Video-Signale zu „sauberen“ normgerechten Signalen aufbereitet. Von einem Kopierschutz-Decoder war zu diesem Zeitpunkt nicht die Rede.

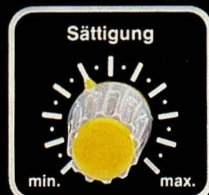
Als nun vor kurzem neue Kopierschutz-Verfahren auf den Markt kamen, bei denen es sich im weiteren Sinne auch um Störungen des normgerechten Videosignals handelt, brauchten nur leichte Anpassungen an die deutsche Fernsehnorm vorgenommen zu werden, und der „endgültige“ Kopierschutz-Decoder entstand. So ist es auch zu erklären, daß trotz der verhältnismäßig aufwendigen Schaltungstechnik dieses Gerät bereits unmittelbar nach Erscheinen eines neuen Kopierschutzes dem Videokunden zur Verfügung steht.

Für den Hobbyelektroniker, der gewohnt ist, seine Geräte üblicherweise selbst zu bauen, bleibt jedoch ein kleiner Wehrmutstropfen übrig: Das französische Unternehmen, das die Basisentwicklung bei ELV gekauft hat, ist verständlicherweise nicht daran interessiert, die Schaltung zu veröffentlichen. Diesen Wunsch müssen wir respektieren, wobei wir uns gleichzeitig darüber freuen, die Genehmigung erhalten zu haben, das Know-How für die Fertigeräteproduktion verwenden zu dürfen. **ELV**



# Video-Color-Prozessor VCP

- Optische Effekte/Farbprocessing
- Kopierschutz-Entfernung (auch der neuesten Generation)
- S-VHS/RGB-Konverter, sowie weitere Konvertierungsmöglichkeiten
- Einblendungen über Computer



Video-Color-Prozessor  
**ELV VCP 7001**

Farb  
Intensität

Farb  
Intensität

Farb  
Intensität

**Mit dem VCP 7001 wurde von ELV ein Video-Color-Prozessor der neuesten Generation entwickelt.**

**Neben der Hauptaufgabe, d. h. der nachträglichen Optimierung von Videoaufnahmen bietet das Gerät eine Vielzahl weiterer hochinteressanter Funktionsmerkmale wie die Erzielung optischer Effekte, die Einblendmöglichkeit, die S-VHS-RGB-Wandlung sowie die Kopierschutz-Entfernung, um nur einige zu nennen. Bei Einspeisung von S-VHS-Signalen besitzt der VCP 7001 eine Bandbreite (Qualität), die über dem S-VHS-Standard liegt – ein Gerät also, das verwöhntesten Ansprüchen gerecht wird.**

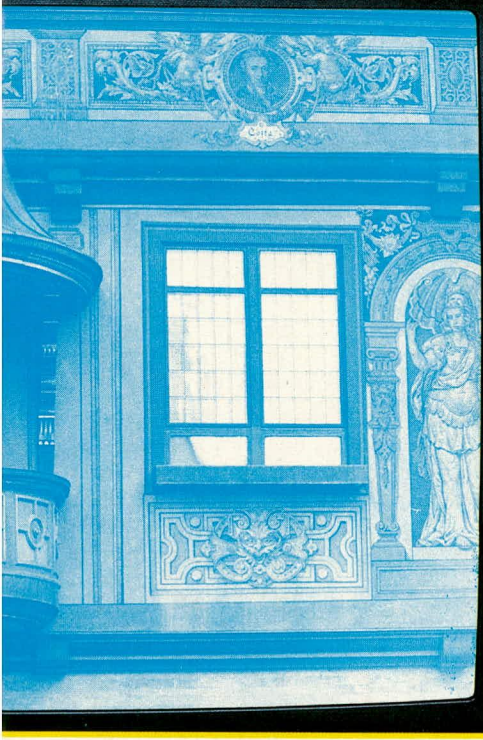
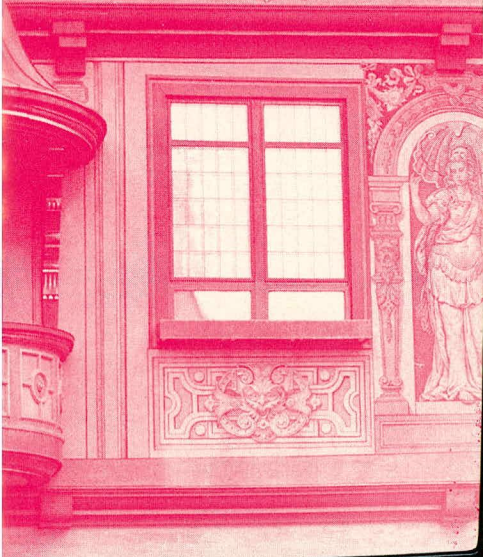
## Allgemeines

Der Video-Color-Prozessor VCP 7001 wurde von ELV konzipiert, um die Qualität von Kamera-Aufnahmen oder Video-Überspielungen zu korrigieren und zu optimieren. Darüber hinaus ist das Gerät auch zur Erzeugung optischer Effekte und zur gezielten Bildverfremdung einsetzbar. Hierzu dient die vollkommen unabhängige Einstellung aller drei Farbsignalanteile sowie die Korrektur von Farbsättigung, Kontrast und Helligkeit.

Bei der Konzeption wurden zahlreiche weitere Features vorgesehen, so daß hierdurch der VCP 7001 zu einem umfangreichen und universellen Video-Bearbeitungssystem erweitert werden konnte.

Einige wesentliche Merkmale sind be-





nen Kamera-Aufnahmen kann selbstverständlich in uneingeschränkter Form vorgenommen werden, sofern nicht Rechte Dritter tangiert werden.

### Bedienung und Funktion

Die Versorgung des ELV-Video-Color-Prozessors VCP 7001 erfolgt über ein 12 V/500 mA-Gleichspannungs-Steckernetzteil. Dieses wird mit der in der Gehäuserückwand eingebauten 3,5 mm-Klinkenbuchse verbunden. Die Polarität an dem 3,5 mm-Klinkenstecker ist unverwechselbar, während direkt am Steckernetzteil bei manchen Typen über eine weitere Steckverbindung die Polarität getauscht werden kann. In unserem Anwendungsfall ist die Plusseite des betreffenden Steckers mit der Plusseite der zugehörigen Buchse am Steckernetzteil zu verbinden, wobei sowohl der Stecker als auch die zugehörige Buchse eindeutig durch aufgedruckte „Pluszeichen“ und „Minuszeichen“-Symbole gekennzeichnet sind. Bei versehentlicher Vertauschung der Polarität nimmt der VCP 7001 hierdurch keinen Schaden, da die eingebaute Sicherung in Verbindung mit einer Schutzdiode in diesem Fall anspricht. Ggf. ist die Sicherung auszuwechseln (0,5 A, im Geräteinneren).

Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Kippschalter wird der VCP 7001 eingeschaltet. Die daneben angeordnete Kontroll-LED leuchtet auf.

Neben der Buchse für die Versorgungsspannung befinden sich auf der Geräterückseite noch sechs weitere Ein- und Ausgangsbuchsen, die je nach gewünschtem Einsatzfall mit den anzuschließenden Videogeräten zu verbinden sind. Hierauf gehen wir in der Bedienungsbeschreibung zu den einzelnen Anwendungsfällen noch detailliert ein.

Zunächst sollen die verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten in bezug auf die Bildbearbeitung besprochen werden.

Über die drei links auf der Frontplatte angeordneten Regler können die Farbsättigung, der Kontrast sowie die Bildhelligkeit individuellen Wünschen entsprechend in weiten Bereichen angepaßt werden. In der rechten Frontplattenhälfte sind drei weitere Regler angeordnet, die zur vollkommen unabhängigen Einstellung der drei Farbsignalanteile dienen für den Rot-, Grün- und Blauanteil.

Diesem Punkt ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da auch Geräte im Handel sind, die lediglich die Farbdifferenz-Signale R - Y und B - Y regeln. Diese Art der Farbeinstellung ist schaltungstechnisch wesentlich einfacher zu realisieren, während die Bedienung nach den von uns gemachten Erfahrungen wenig

praxisgerecht ist. Bei der Konzeption des VCP 7001 stand daher an erster Stelle die praxisorientierte Einsatz- und Bedienungsweise, wobei die Schaltungstechnik, auch wenn sie etwas aufwendiger ist, als interessantes Mittel zum Zweck dient. In der Grundstellung befinden sich alle sechs Regler ungefähr in Mittelstellung und die Eingangssignale durchlaufen praktisch unverändert den VCP 7001, mit dem einzigen Unterschied, daß evtl. vorhandene Kopierschutz-Signale restlos entfernt werden.

Anhand eines Testbildes kann ggf. die Einstellung der entsprechenden Regler korrigiert werden.

Nachfolgend sollen jetzt die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten detailliert besprochen werden.

### 1. Einsatz als Farbprozessor

Eines der wesentlichen Einsatzgebiete des VCP 7001 ist die Farbkorrektur von Video-Kameraaufnahmen. Dies beruht darauf, daß der Weißabgleich beim Videografieren, sei er automatisch oder manuell erfolgt, nicht immer optimal auf die jeweilige Bildsituation einzustellen ist. Mit dem VCP 7001 kann hier nachträglich die gewünschte Korrektur in weiten Bereichen vorgenommen werden. Selbst extreme Farbverfälschungen sind zu korrigieren, so daß nach der Bearbeitung das Bildmaterial mit den korrigierten Farbwerten zur Verfügung steht. Hierzu stehen drei separate Einstellregler für die Rot-, Grün- und Blau-Farbanteile zur Verfügung.

In gleicher Weise können die Farbsättigung, der Kontrast sowie die Bildhelligkeit verändert und den individuellen Wünschen angepaßt werden.

Weitere interessante Einsatzmöglichkeiten ergeben sich mit dem VCP 7001 zur Erzeugung optischer Effekte wie z. B. der gezielten Bildverfremdung in Form von verschiedenen Einfärbungen. Hierbei werden bestimmte Farben hervorgehoben bzw. andere zurückgenommen.

Für die Signaleinspeisung stehen auf der Geräterückseite drei Buchsen zur Verfügung:

1. 4polige S-VHS-Mini-DIN-Eingangsbuchse zur Einspeisung von Super-VHS-Signalen. Sobald an dieser Buchse ein entsprechendes Signal anliegt, schaltet der VCP 7001 automatisch auf S-VHS-Betrieb um, d. h. die übrigen Video-Eingänge sind deaktiviert mit Ausnahme des RGB-Einganges, der separat geschaltet werden kann, worauf wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher eingehen.
2. 6polige DIN-AV-Eingangsbuchse zur Einspeisung von FBAS/Video-Signalen.

reits im Vorwort dargestellt, während die kompletten Funktions- und Leistungsmerkmale in Kurzform in einer separaten Tabelle aufgeführt sind.

Besonders herauszustellen ist in diesem Zusammenhang der Einsatz als Kopierschutz-Decoder, der sämtliche derzeit eingesetzten Kopierschutz-Signale (auch der zweiten Generation) zuverlässig ausblendet.

Hinsichtlich der Überspielung von Videocassetten ist jedoch die Rechtslage zu beachten. Gemäß Urhebergesetz (§ 94 VI, 53 I, V) darf jeder, der sich eine Videocassette gegen Gebühr ausleiht, diese zur eigenen, rein privaten Nutzung kopieren. Jedoch ist bereits das unentgeltliche und erst recht das bezahlte Ausleihen von kopierten Videocassetten an Bekannte oder Freunde strafbar. Das Kopieren von eige-



Diese Buchse ist in der Videotechnik weit verbreitet.

3. 21polige Scart-Eingangsbuchse zur Einspeisung eines FBAS/Video-Signals alternativ zur DIN-AV-Buchse. Darüber hinaus können anstelle von FBAS/Video-Eingangssignalen auch RGB-Signale zur Ansteuerung des VCP 7001 dienen. Die Umschaltung auf die RGB-Eingänge erfolgt hierbei durch Anlegen des RGB-Status-Signals an Pin 16 (0 V bzw. unbeschaltet: RGB-Eingänge ausgeschaltet „High“-Pegel entsprechend ca. 2V bis 3 V: RGB-Eingänge aktiviert).

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß bei der Einspeisung von RGB-Signalen die Regler für Farbsättigung und Kontrast deaktiviert sind.

Nachdem die Eingangssignale den VCP 7001 durchlaufen haben unter Berücksichtigung der individuellen Einstellmöglichkeiten stehen sie in aufbereiteter und gepuffert Form an folgenden Ausgängen zur Verfügung:

1. 2 Stück 6polige DIN-AV-Ausgangsbuchsen. Hier stehen zwei getrennte, gepufferte FBAS/Video-Ausgangssignale zur Verfügung.
2. 21polige Scart-Ausgangsbuchse. Zum einen steht hier ein drittes ebenfalls gepuffertes FBAS/Video-Ausgangssignal zur Verfügung und zum anderen können in besonders hochwertiger Qualität RGB-Ausgangssignale entnommen werden. Eine Umschaltung auf RGB-Betrieb findet automatisch statt, sobald am angeschlossenen Verbraucher der RGB-Status-Eingang mit 75  $\Omega$  abgeschlossen ist, wie dies bei Fernsehgeräten mit RGB-Eingängen üblicherweise ausgeführt wird. Besteht im individuellen Anwendungsfall die Wahlmöglichkeit, ob das am Ausgang anzuschließende Gerät über FBAS/Video- oder RGB-Ausgänge angesteuert werden soll, so entscheidet man sich möglichst für die Ansteuerung über RGB-Ausgänge, da hier die Qualität besonders hoch ist. Auf diesen Punkt gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels jedoch noch näher ein.

## 2. Einsatz als Einblendprozessor

In Verbindung mit einem geeigneten Computer können in bestehende Videoaufnahmen während einer Überspielung Texte, Grafiken o. ä. farbig eingeblendet werden. Hierzu stellt der VCP 7001 für den Computer die erforderlichen Synchronisationssignale zur Verfügung und bietet die Einspeisungs- und damit Mischmöglichkeit der vom Computer kommenden RGB-Signale mit einem weiteren

## Übersicht der Funktions- und Leistungsmerkmale des VCP 7001:

### 1. Einsatz als Farbprozessor

Optimierung der Bildqualität sowie Erzielung optischer Effekte durch separate Einstellung der Farbintensität für Rot-, Grün- und Blauanteile. Zusätzliche Einstellung von Farbsättigung, Kontrast und Bildhelligkeit.

### 2. Einsatz als Einblendprozessor

In Verbindung mit einem geeigneten Computer können in bestehende Videoaufnahmen während einer Überspielung Text, Grafiken o. ä. farbig eingeblendet werden. Hierzu stellt der VCP 7001 die erforderlichen Synchronisationssignale für einen Computer zur Verfügung und bietet die Einspeisungs- und damit Mischmöglichkeit eines FBAS/Video-Signals mit einem RGB-Signal, das vom Computer bereitgestellt wird.

### 3. Einsatz als Kopierschutz-Decoder

Durch die Konvertierung der Video-Eingangssignale in die RGB-Ebene und die vollkommen neue Bildsignalgenerierung in Verbindung mit einer kompletten Synchronimpulserzeugung werden alle derzeit eingesetzten Video-Kopierschutzverfahren zuverlässig ausgeblendet (auch Kopierschutz der neuesten Generation seit Dezember 1988).

### 4. Einsatz als Signalkonverter

- a) Signalumwandlung von S-VHS- in RGB- Signale in 100 % S-VHS-Qualität zum Anschluß von S-VHS-Recordern an handelsübliche Farbfernsehgeräte mit RGB-Eingängen (die Bandbreite des VCP 7001 beträgt hierbei 6 MHz und liegt damit um 20 % über den S-VHS-Werten von 5 MHz).
- b) Signalumwandlung von S-VHS- in FBAS/Video-Signale in Standard-VHS-Qualität zum Anschluß von S-VHS-Recordern an Standard-Videoeräte mit FBAS/Video-Eingängen
- c) Signalumwandlung von RGB- in FBAS/Video-Signale in Standard-VHS-Qualität (z. B. zum Anschluß von Computern an Standard-Videoeräte)
- d) Signalumwandlung von FBAS-Video- in RGB-Signale in Standard-VHS-Qualität (z. B. zum Anschluß von Standard-Videoeräten an Monitore und Farbfernsehgeräte mit RGB-Eingängen)

Eingangssignal. Folgende Eingangssignale können verarbeitet werden:

1. 4polige Mini-DIN-Eingangsbuchse für die Einspeisung von S-VHS-Signalen
2. 6polige DIN-AV-Eingangsbuchse für die Einspeisung von FBAS/Video-Signalen
3. 21polige Scart-Eingangsbuchse für FBAS/Video-Eingangssignale (wie unter 2.) sowie zusätzlich für die Einspeisung von RGB-Eingangssignalen mit Composit-Synch-Signal. Zusätzlich stehen an dieser Buchse folgende Synchronisationssignale zur Verfügung, um z. B. einen hier angeschlossenen Computer extern zu synchronisieren:
  - a) Horizontal-Synchroneingang an Pin 14
  - b) Vertikal-Synchroneingang an Pin 10
  - c) Composit-Synch-Signal an Pin 12

An Pin 16 der Scart-Eingangsbuchse kann ein RGB-Status-Signal angelegt werden, das zur Umschaltung des VCP 7001 vom Video-Eingang auf den RGB-Eingang dient. Liegt der Pegel auf ca. 0 V, sind die RGB-Eingänge ausgeschaltet, und das FBAS/Video-Signal bzw. das S-VHS-Eingangssignal wird verarbeitet. Steht hingegen an Pin 16 „High“-Pegel an (ca. 2 V bis 3 V), sind die RGB-Eingänge aktiviert und die übrigen Ausgänge abgeschaltet.

Vorstehend beschriebene Umschaltung kann über einen Computer extrem schnell vorgenommen werden, d. h. innerhalb

eines zu übertragenden Videobildes kann zwischen den Video-Eingängen und den RGB-Eingängen hin- und hergeschaltet werden. Somit ist es möglich, den VCP 7001 in Verbindung mit einem entsprechenden Computer z. B. als Titeltextrgenerator oder als Bild-Im-Bild-Prozessor einzusetzen. Durch die präzisen Schaltmöglichkeiten bieten sich dem Anwender eine große Vielfalt von Einsatzmöglichkeiten.

Die Signalausgänge entsprechen der Beschreibung unter Punkt 1 (Farbprozessor)

## 3. Einsatz als Kopierschutz-Decoder

In verstärktem Maße werden bei Video-Leihcassetten Kopierschutz-Verfahren eingesetzt (z. B. Macrovision I und II), bei denen zwar die Wiedergabe über ein Fernsehgerät möglich, jedoch ein Kopieren der Leihfilme im allgemeinen ausgeschlossen ist. Der VCP 7001 blendet diese Kopierschutz-Signale zuverlässig aus.

Durch die Konvertierung der Video-Eingangssignale in die RGB-Ebene und die vollkommen neue Bildsignalgenerierung in Verbindung mit einer kompletten Synchronimpulserzeugung werden alle derzeit eingesetzten Video-Kopierschutz-Verfahren zuverlässig eliminiert (auch Kopierschutz-Verfahren der neuesten Generation seit Dezember 1988).



Für die Videosignale stehen als Eingangsbuchsen eine 6polige DIN-AV-Buchse eine S-VHS-Buchse sowie eine Scart-Buchse mit den entsprechenden Videoeingängen zur Verfügung. Alle drei Buchsen können wahlweise zur Signaleinspeisung dienen.

Die Ausgangssignale können an drei Buchsen entnommen werden, wie dies unter Punkt 1 beschrieben wurde.

#### 4. Einsatz als Signalkonverter

a) Signalumwandlung von S-VHS- in RGB-Signale in 100 % S-VHS-Qualität zum Anschluß von S-VHS-Recordern an handelsübliche Farbfernsehgeräte mit RGB-Eingängen. Hierdurch können in eleganter Weise herkömmliche Farbfernsehgeräte, die keine Mini-DIN-S-VHS-Eingangsbuchse besitzen, auch ohne Nachrüstung die volle Qualität von S-VHS-Recordern wiedergeben (die Bandbreite des VCP 7001 beträgt hierbei 6 MHz und liegt damit noch um 20 % über den S-VHS-Werten, die bei 5 MHz liegen).

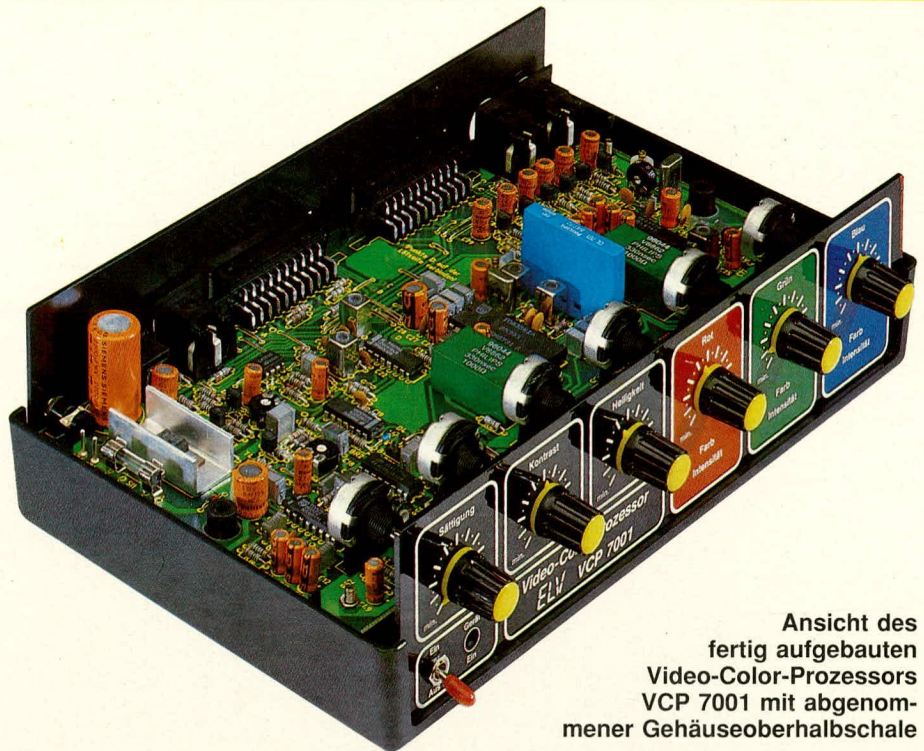
Als Eingang wird die 4 polige Mini-DIN-S-VHS-Buchse verwendet. Die konvertierten Bildsignale stehen an den RGB-Ausgängen der Scart-Ausgangsbuchse zur Verfügung. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß die Tonsignale separat vom S-VHS-Video recorder entweder direkt zum Farbfernsehgerät oder zur DIN-AV-Eingangsbuchse des VCP 7001 zu führen sind.

b) Signalumwandlung von S-VHS- in FBAS/Video-Signale in Standard-VHS-Qualität zum Anschluß von S-VHS-Recordern an Standard-Videogeräte mit FBAS/Video-Eingängen. Als Eingangsbuchse dient hier ebenfalls die 4polige Mini-DIN-S-VHS-Buchse, während drei unabhängig voneinander gepufferte Videoausgänge die Signale bereitstellen (zwei 6polige DIN-AV-Buchsen sowie eine Scart-Buchse, die neben den RGB-Ausgängen zusätzlich einen Videoausgang besitzt). Auch in diesem Fall sind die Tonsignale wie unter „a“ separat einzuspeisen.

c) Signalumwandlung von RGB- in FBAS/Video-Signale in Standard-VHS-Qualität zum Anschluß von Computer an Videogeräte.

Die Signale werden über die Scart-Eingangsbuchse an den entsprechenden RGB-Eingängen eingespeist, während die Auskopplung in gleicher Weise wie unter dem vorstehenden Punkt „b“ bereits beschrieben wurde, erfolgt.

d) Signalumwandlung von FBAS/Video- in RGB-Signale in Standard-VHS-Qualität zum Anschluß von Video geräten an Monitore und Fernsehgeräte mit RGB-Eingängen.



Ansicht des fertig aufgebauten Video-Color-Prozessors VCP 7001 mit abgenommener Gehäuseoberhalbschale

Die Einspeisung erfolgt hierbei wahlweise über die Video-Eingänge der 6poligen DIN-AV-Buchse oder der Scart-Buchse. Die konvertierten Bildsignale stehen an den RGB-Ausgängen der Scart-Ausgangsbuchse zur Verfügung.

Anhand vorstehender ausführlicher Beschreibung sind die vielfältigen und universellen Einsatzmöglichkeiten des VCP 7001 gut zu erkennen. Nachfolgend sollen noch einige grundlegende weitere Erläuterungen gegeben werden.

Mit Ausnahme der Einspeisung über die S-VHS-Eingangsbuchse werden zusätzlich Mono- und Stereo-Audiosignale durchgeschleift, d. h. es sind zwischen Videorecordern und Farbfernsehgeräten keine separaten NF-Leitungen erforderlich. Eine Bearbeitung der Tonsignale erfolgt hierbei nicht. Ausgänge und Eingänge werden lediglich direkt miteinander verbunden. Die sorgfältige Leiterbahnführung stellt sicher, daß keine unerwünschten Einstreuungen in die Tonkanäle erfolgen können.

#### Video-Übertragungsqualität

Durch den semiprofessionellen Charakter der Schaltung des VCP 7001 bietet das Gerät in den verschiedenen praktischen Einsatzfällen eine entsprechend angepaßte Übertragungsqualität. Hierbei sind drei Übertragungsstufen zu unterscheiden:

1. Bei der Einspeisung über die S-VHS-Buchse und der Auskopplung über die RGB-Ausgänge der Scart-Buchse bietet der VCP 7001 eine erlesene Übertragungsqualität, die mit 6 MHz deutlich über den Super-VHS-Werten liegt, die bei den immerhin ebenfalls

sehr guten Werten von 5 MHz angesiedelt sind. Eine mit dem VCP 7001 vorgenommene Signalkonvertierung läßt daher die volle S-VHS-Qualität erwarten, mehr noch, durch die Einstellregler kann eine Optimierung der Signale erfolgen und damit die Bildqualität z. B. bei nicht normgerechten Eingangsepegeln verbessert werden.

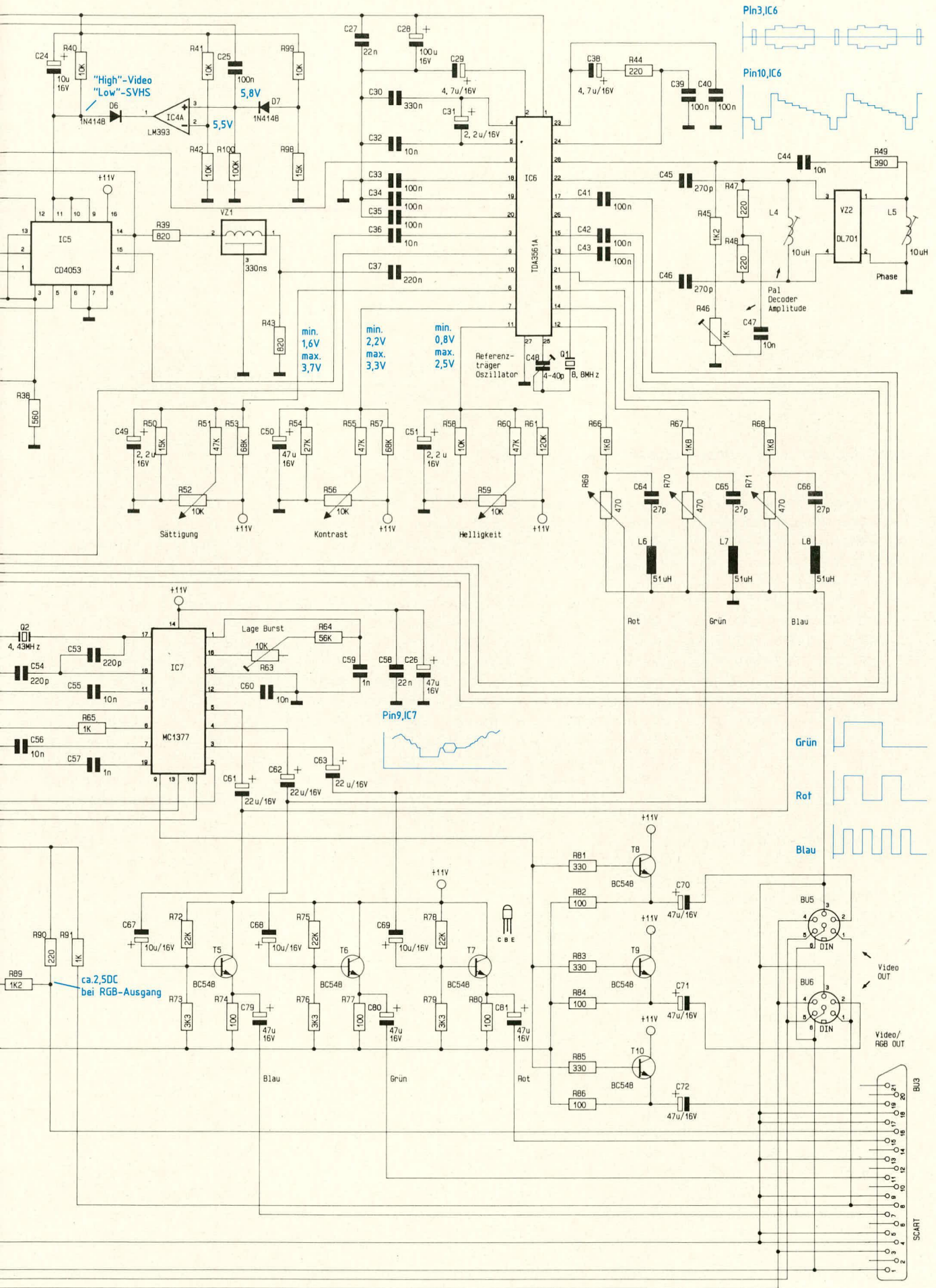
2. Bei der Einspeisung über FBAS/Video- oder RGB-Eingänge und einer Signalauskopplung über die RGB-Ausgänge der entsprechenden Scart-Buchse steht die volle Fernseh-Übertragungs-Bandbreite von 4 MHz zur Verfügung, Videoüberspielungen und Bildsignalbearbeitungen werden vom VCP 7001 in diesem Betriebsmodus in excellenter Qualität ausgeführt.

3. Bei der Einspeisung von Bildsignalen über beliebige Eingangsbuchsen (S-VHS-, FBAS/Video-, RGB) und der Signalausgabe über die Videoausgangsbuchsen bietet der VCP 7001 zwar eine gute Übertragungsqualität, die jedoch systembedingt eine Qualitätsstufe unterhalb der unter Punkt 2 genannten Qualität angesiedelt ist. In weiterem Sinne könnte man dies mit Videorecorder-Qualität bezeichnen, d. h. daß bei einer Überspielung in diesem Betriebsmodus für einen anspruchsvollen Betrachter leichte Qualitätseinbußen im direkten Vergleich sichtbar werden. Für die Profis unter unseren Lesern sei in diesem Zusammenhang angemerkt, daß die maximale Farbintensität in diesem Betriebsmodus auf 75 % Farbsättigung begrenzt ist, was für den praktischen Einsatz bedeutungslos ist, da im Standard-Video signal die Werte 75 %











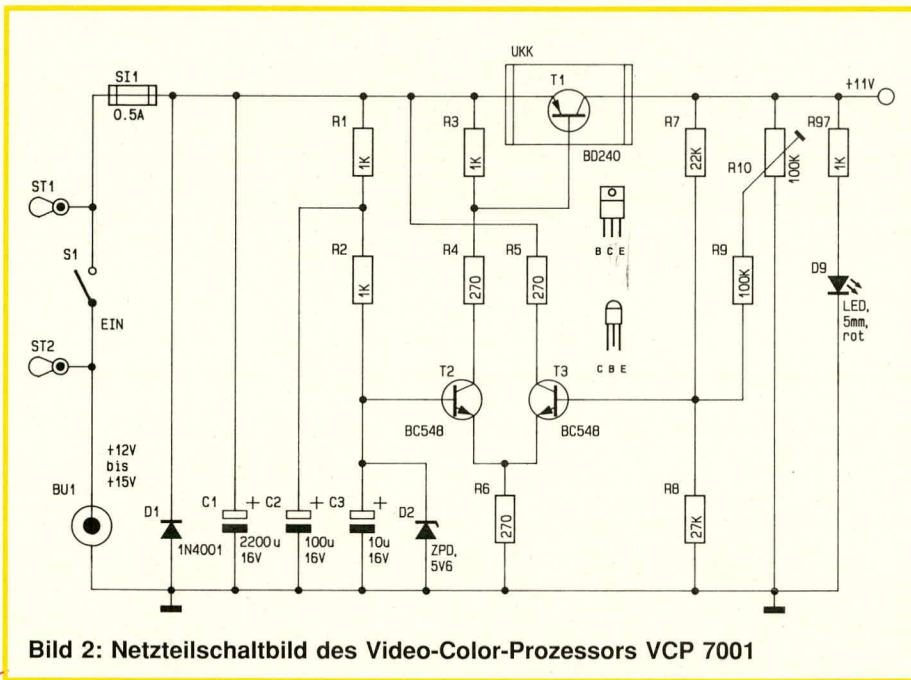


Bild 2: Netzteil Schaltbild des Video-Color-Prozessors VCP 7001

ohnehin nicht überschreiten. Lediglich bei der Einspeisung über einen Farbbalkengenerator, der bis zu 100 % Farbsättigung bereitstellt, würde man einen deutlichen Unterschied, d. h. die Begrenzung auf 75 % feststellen. Dies ist jedoch eher eine theoretische Betrachtung, die nicht den praktischen Gegebenheiten entspricht. Trotzdem sollte man wo immer möglich die qualitativ besonders hochwertigen RGB-Ausgänge benutzen, die eine semiprofessionelle Qualität bieten.

### Zur Schaltung

Funktionell besteht die Schaltung im wesentlichen aus vier Baugruppen:

1. Der Synchronimpulsaufbereitung und -erzeugung mit den Bausteinen IC 1 des Typs TDA 2579, IC 2 des Typs CD 4528 und IC 3 des Typs CD 4030
2. Der Eingangssignalumschaltung mit dem IC 5 des Typs CD 4053 und IC 4 des Typs LM393
3. Dem PAL-Decoder, aufgebaut mit dem IC 6 des Typs TDA 3561 A sowie
4. dem PAL-Encoder aufgebaut mit dem IC 7 des Typs MC 1377.

Betrachten wir zunächst die Einspeisung eines Videosignals über Pin 2 der Buchse 4 (DIN-AV-Buchse) bzw. Pin 20 der Buchse 2 (Scart). Zunächst wird das Eingangssignal auf die mit L 1 und L 2 aufgebaute Filterschaltung gegeben. Hier erfolgt die Auftrennung in Chrominanz- und Luminanz-Signal.

Über IC 5 werden das Y-Signal über die Y-Verzögerungsleitung VZ 1 und das Farbsignal direkt auf den PAL-Decoder IC 6 gegeben. Eine Verzögerung des Y-

Signals ist erforderlich durch die unterschiedlichen Signalverarbeitungszeiten. Zusätzlich gelangt das Eingangssignal über C 20 auf die mit T 4 und Zusatzbeschaltung aufgebaute Pufferstufe und von dort über R 22 auf den Eingang Pin 5 des IC 1 des Typs TDA 2579. Hierbei handelt es sich um eine PLL-Schaltung zur Signalaufbereitung und Synchronimpulserzeugung für die Vertikal- und Horizontal-Ansteuerung. An Pin 1 des IC 1 steht der Vertikal-Synchronimpuls an. Zusätzlich steht an Pin 11 von IC 1 ein zeilenfrequenter Impuls mit einem Tastverhältnis von ca. 1 : 1 zur Verfügung. Die ansteigende Flanke dieses Impulses triggert IC 2 A sowie IC 2 B. Mit Hilfe von IC 2 B und R 26, C 78 wird ein Zeilenrückschlagimpuls mit einer Breite von ca. 10 µs simuliert. Dieser Impuls wird dem IC 1 über R 26 an Pin 12 wieder eingespeist, um einen stabilen Betrieb sicherzustellen (kein Jitter usw.). IC 2 A erzeugt den horizontalen Synchronimpuls mit einer Impulsbreite von 4,7 µs. Diese Zeiten sind mit den Trimmern R 92 und R 101 genau einzustellen.

Die Horizontal- und Vertikal-Synchronimpulse werden über R 28 und R 30 auf die Scart-Eingangsbuchse gegeben. Mit den „Jumper“ BR 1 und BR 2 ist es möglich, die Polarität der zur Verfügung gestellten Synchronisationssignale vorzuwählen. (Bei Fertigeräten werden negative Horizontal- und Vertikalimpulse eingestellt.) Die horizontalen und vertikalen Synchronisationssignale werden über IC 3 B miteinander verknüpft und stehen an Pin 10 des IC 3 C als Composit-Synch-Signal sowohl für die Scart-Eingangsbuchse als auch für den PAL-Encoder MC 1377 zur Verfügung.

Des Weiteren generiert IC 1 den für die Burst-Austastung im PAL-Decoder benötigten Sandcastle-Impuls. Dieser Impuls wird an Pin 17 des IC 1 bereitgestellt.

Zur eigentlichen Farbdecodierung in die RGB-Anteile wird ein PAL-Decoder-IC des Typs TDA 3561 A der Firma VALVO verwendet. Diesem IC wird an Pin 10 das Y-Signal und an Pin 3 das Farbsignal zugeführt. Zusätzlich steht an Pin 8 der Sandcastle-Impuls von IC 1 zur Burst-austastung an. Damit ist eine Generierung der in Quadratur modulierten Farbinformationen (Farbton und Farbsättigung) möglich.

Zur Kompensation und Phasenverschiebung, die sich als Farbtonänderung bemerkbar machen würde, ist beim PAL-System noch die Verzögerungsleitung VZ 2 mit einer Verzögerungszeit von 64 µs erforderlich.

Kontrast, Farbsättigung und Helligkeit können am Decoder über elektronische Potentiometer eingestellt werden. Hierzu werden die entsprechenden Eingänge (Pin 6, 7 und 11 des IC 6) mit einer Steuerungsspannung belegt. Nach der Decodierung stehen an Pin 12, 14 und 16 die RGB-Signale zur Verfügung. Die drei Farben können mit Hilfe der Potis R 69, R 70 und R 71 den individuellen Wünschen angepaßt werden. Die mit C 64, L 6, C 65, L 7 sowie C 66, L 8 aufgebauten Saugkreise dienen zur Unterdrückung von Farbträgerresten. Die an den drei Farbeinstellpotis abgegriffenen Signale werden über C 64 bis C 66 auf den PAL-Encoder MC 1377 gegeben und über C 67 bis C 69 auf die mit T 5 bis T 7 aufgebauten drei Pufferstufen. Diese speisen wiederum direkt die Scart-Ausgangsbuchse.

Beim MC 1377 handelt es sich um einen kompletten PAL-Encoder. Dieses IC setzt aus dem an den Pins 3 bis 5 angelegten RGB-Signalen und dem an Pin 2 anstehenden Composit-Synch-Signal wieder ein komplettes FBAS-Signal zusammen. Über Pin 9 in Verbindung mit den Pufferstufen T 8, 9, 10 steuert der MC 1377 die beiden DIN-AV-Buchsen BU 5 und BU 6 sowie die Scart-Buchse (Pin 19) mit dem FBAS/Video-Signal an.

Ist an der Scart-Buchse ein Fernsehgerät mit RGB-Eingängen angeschlossen, so ist auch der RGB-Status-Anschluß Pin 16 der Scart-Buchse beschaltet, d. h. hier liegt ein Widerstand von 75 Ω nach Masse. Über R 90 wird dort eine Steuerungsspannung von ca. 2 V bis 3 V eingespeist. Diese Spannung veranlaßt den Fernseher, intern auf RGB-Betrieb umzuschalten. Durch den Spannungsabfall an R 90 wird T 11 durchgeschaltet und somit der Farbanteil des PAL-Encoders MC 1377 nach Masse kurzgeschlossen. Somit steht an Pin 19 der Scart-Buchse





nur noch das Y-Signal mit den entsprechenden Synchronisationsimpulsen zur Verfügung. Alles in allem eine genauso einfache wie komfortable automatische Umschaltung.

Betrachten wir als nächstes die Einspeisung eines RGB-Signals an der Scart-Eingangsbuchse (BU 2).

Die Farbsignalanteile werden den Pins 7, 11, 15 zugeführt. An Pin 16 der Scart-Buchse wird das RGB-Statussignal angelegt und der PAL-Decoder schaltet auf RGB-Betrieb um. Wird hier eine Wechselspannung bzw. ein Videosignal angelegt, schaltet der PAL-Decoder seine Eingänge im Rhythmus dieser Spannung um.

Dadurch ist es möglich, z. B. mit Hilfe eines Computers einen Text in bestehende Videoaufnahmen einzublenden. Auch bei RGB-Eingangssignalen können die Parameter der Farbanteile und die Helligkeit individuellen Wünschen angepaßt werden, während alle sechs auf der Frontplatte angeordneten Regler in ihrer Gesamtheit nur für FBAS/Video- und S-VHS-Eingangssignale wirksam sind.

Kommen wir als letztes zur S-VHS-Eingangsbuchse. Die neuen S-VHS-Recorder stellen das Y- und Chroma-Signal getrennt zur Verfügung. Daher ist es nicht mehr erforderlich, wie beim FBAS-Signal vor dem PAL-Decoder eine Aufspaltung der beiden Signale vorzunehmen. Daraus resultiert eine wesentlich höhere Y-Bandbreite, die bei S-VHS-Geräten bis ca. 5 MHz reicht und beim VCP 7001 sogar bis 6 MHz.

Das an Pin 3 anliegende Y-Signal wird mit R 35 abgeschlossen und auf Pin 12

des CMOS-Schalters IC 5 gegeben. Gleichzeitig wird dieses Signal über C 25 dem Komparator IC 4 A zur Verfügung gestellt. Mit R 41, 42 wird die Komparatorschwelle von 5,5 V festgelegt. Liegt kein S-VHS-Eingangssignal an, ist der nicht invertierende (+) Eingang Pin 1 des IC 4 A geringfügig positiver (ca. 5,7 V) als die Komparatorschwelle. Durch Anlegen eines Videosignals wird der Synchronpegel ca. 0,7 V unterhalb der an Pin 2 anliegenden Spannung geklemmt. Der Ausgang des IC 3 nimmt für die Dauer der Synchronimpulse „Low“-Potential an. Diese negativen Impulse werden mit Hilfe des Spitzenwertgleichrichters D 6, C 24 gleichgerichtet und dienen als Schaltspannung für IC 5. Dieses IC schaltet jetzt die Eingangsfilter ab und läßt das Y- und Chrominanz-Signal direkt zum PAL-Decoder passieren. Die Zeitkonstante für R 40, C 24 wurde mit 0,1 s relativ groß gewählt, damit kurze Videoaussetzer nicht zum sofortigen Umschalten der Eingänge führen.

In Bild 2 ist die elektronische Stabilisierung der Versorgungsspannung des VCP 7001 dargestellt. Die vom Steckernetzgerät (12 V bis 15 V/500 mA) kommende Versorgungsspannung wird über die 3,5 mm-Klinkenbuchse BU 1 eingespeist. Über den Kippschalter S 1 und die Schmelzsicherung SI 1 gelangt die Spannung zum Längstransistor T 1, dessen Ansteuerung über den Differenzverstärker, bestehend aus T 2, T 3 mit Zusatzbeschaltung, erfolgt. Die eine Seite des Differenzverstärkers (Basis von T 2) liegt auf einer stabilisierten Referenz-

spannung von ca. 5,6 V, während der zweite Eingang (Basis von T 3) über den Spannungsteiler R 7, R 8, die Vergleichsspannung vom Ausgang dieses Schaltungsteils zur Verfügung gestellt bekommt. Ein Feinabgleich wird mit dem Trimmer R 10 in Verbindung mit R 9 vorgenommen. Die Einstellung erfolgt so, daß am Ausgang (Kollektor von T 1) eine Spannung von exakt 11,0 V bezogen auf die Schaltungsmasse zur Verfügung steht.

C 1 bis C 3 dienen der allgemeinen Pufferung und Stabilisierung, während D 1 den Verpolungsschutz darstellt. Sobald die Eingangsspannung eine falsche Polarität besitzt, wird D 1 leitend und schließt somit die Eingangsspannung kurz. Bei größerer Belastung spricht dann die Schmelzsicherung SI 1 an. Grundsätzlich bestünde auch die Möglichkeit, D 1 in Reihe zur Sicherung zu legen, wie dies allgemein üblich ist. Der Nachteil besteht jedoch in dem zusätzlichen Spannungsabfall von ca. 0,7 V und die Sicherheitsreserve für den Betrieb mit Standard-Steckernetzteilen wäre nicht mehr ausreichend, so daß ein Spezial-Steckernetzteil eingesetzt werden müßte. Wir haben uns daher für die vorliegende Konfiguration entschieden, die auch in zahlreichen anderen Konsumergeräten Einsatz findet, und zwar bevorzugt dann, wenn ein hoher Anteil der Versorgungsspannung bei geringsten Verlusten gewünscht wird.

Die Kontroll-Leuchtdiode D 9 dient in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 97 zur optischen Anzeige der Betriebsbereitschaft.



**Zum Nachbau**

Obwohl es sich um eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung handelt, ist der Nachbau doch recht einfach möglich. Hierzu trägt nicht zuletzt das ausgereifte Platinenlayout bei. Lediglich der Abgleich stellt etwas erhöhte Anforderungen an den Elektroniker. Durch den ELV-Reparaturservice, der ggf. den Abgleich auch einzeln durchführt, hat man jedoch die Sicherheit, daß am Ende des Nachbaus ein funktionstüchtiges semiprofessionellen Anforderungen gerecht werdendes Gerät steht. Insgesamt sind für den Aufbau drei bis vier Stunden und für den Abgleich nochmals ca. zwei Stunden an Zeitaufwand einzuplanen.

Bis auf den Kippschalter sind sämtliche Bauelemente auf einer einzigen übersichtlich gestalteten Platine untergebracht. Beim Nachbau hält man sich genau an den Bestückungsplan. Zuerst werden die 62 Brücken, anschließend die Widerstände usw. in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und verlötet. Die höheren Bauelemente sind zuletzt zu verarbeiten.

Als nächstes werden auf der Platinenoberseite noch drei etwas längere Drahtverbindungen hergestellt, welche die Punkte A mit A, B mit B und C mit C verbinden. Anschließend wird von der Platinenunterseite eine kurze isolierte Masseleitung eingelötet, die die beiden Platinenschlußpunkte D miteinander verbindet.

Ist die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert worden, kann die Montage im Gehäuse erfolgen. Zuerst werden die Potiachsen soweit gekürzt, daß sie ca. 35 mm aus dem Potihals hervorstehen.

Die Leiterplatte besitzt an den Eckpunkten vier Bohrungen mit einem Durchmesser von 3,5 mm. An entsprechender Stelle werden in der Gehäuseunterhalbschale ebenfalls vier Bohrungen eingebracht, durch die von unten jeweils eine Schraube M 3 x 30 mm zu stecken ist. Über diese Schrauben wird von oben je ein 19 mm langes Abstandsröllchen gesetzt. Hierzu werden Standard-Abstandsröllchen mit einer Länge von 20 mm um 1 mm gekürzt. Gleichzeitig mit dem Einsetzen der Platine wird sowohl die Frontplatte als auch die Rückplatte in die entsprechenden Nuten der Gehäuseunterhalbschale geschoben. Das Festsetzen der Platine erfolgt durch vier Muttern M 3, die von der Bestückungsseite aus auf die entsprechenden Schrauben fest aufgeschraubt werden.

Nun werden die sechs Spannzangen-Drehknöpfe auf die Potiachsen gesetzt und

**Stückliste: VCP 7001**

**Widerstände**

82 Ω.....	R 20, R 34, R 35, R 37, R 93-R 96
100 Ω.....	R 74, R 77, R 80, R 82, R 84, R 86
220 Ω.....	R 44, R 47, R 48, R 90
270 Ω.....	R 4-R 6
330 Ω.....	R 81, R 83, R 85
390 Ω.....	R 49
470 Ω.....	R 87
560 Ω.....	R 11, R 38
820 Ω.....	R 21, R 39, R 43
1 kΩ.....	R 1-R 3, R 18, R 22, R 23, R 28, R 33, R 36, R 62, R 65, R 91, R 97, R 104
1,2 kΩ.....	R 45, R 88, R 89
1,8 kΩ.....	R 66-R 68
3,3 kΩ.....	R 73, R 76, R 79
4,7 kΩ.....	R 27, R 31, R 102, R 103
5,6 kΩ.....	R 29
6,8 kΩ.....	R 13, R 19
10 kΩ.....	R 16, R 26, R 30, R 32, R 40-R 42, R 58, R 99
12 kΩ.....	R 12
15 kΩ.....	R 50, R 98
22 kΩ.....	R 7, R 72, R 75, R 78
27 kΩ.....	R 8, R 17, R 54
47 kΩ.....	R 51, R 55, R 60
56 kΩ.....	R 64
68 kΩ.....	R 53, R 57
82 kΩ.....	R 25
100 kΩ.....	R 9, R 14, R 100
120 kΩ.....	R 61
150 kΩ.....	R 24
1 kΩ, Trimmer, liegend.....	R 46
5 kΩ, Trimmer, liegend.....	R 15
10 kΩ, Trimmer, stehend.....	R 63, R 92, R 101
100 kΩ, Trimmer, liegend.....	R 10
470 Ω, Poti, 6 mm Achse ..	R 69-R 71
10 kΩ, Poti, 6 mm Achse ....	R 52, R 56, R 59

**Kondensatoren**

27 pF.....	C 64-C 66
33 pF.....	C 21
100 pF.....	C 22
120 pF.....	C 10, C 23, C 75
220 pF.....	C 53, C 54
270 pF.....	C 45, C 46
470 pF.....	C 19
1 nF.....	C 15, C 16, C 57, C 59, C 73, C 74, C 78
3,3 nF.....	C 8
10 nF.....	C 32, C 36, C 44, C 47, C 55, C 56, C 60, C 76
22 nF.....	C 27, C 58
100 nF.....	C 7, C 9, C 17, C 18, C 25, C 33-C 35, C 39-C 43

150 nF.....	C 6, C 12
220 nF.....	C 37
330 nF.....	C 30
470 nF.....	C 20
1 µF/16 V.....	C 11, C 77
2,2 µF/16 V.....	C 31, C 49, C 51
4,7 µF/16 V.....	C 29, C 38
10 µF/16 V.....	C 3, C 14, C 24, C 67-C 69
22 µF/16 V.....	C 5, C 13, C 61-C 63
47µF/16 V.....	C 26, C 50, C 70-C 72, C 79-C 81
100 µF/16 V.....	C 2, C 28, C 82, C 83
220 µF/16 V.....	C 4
2200 µF/16 V.....	C 1
2-40 µF, Trimmer.....	C 48, C 52

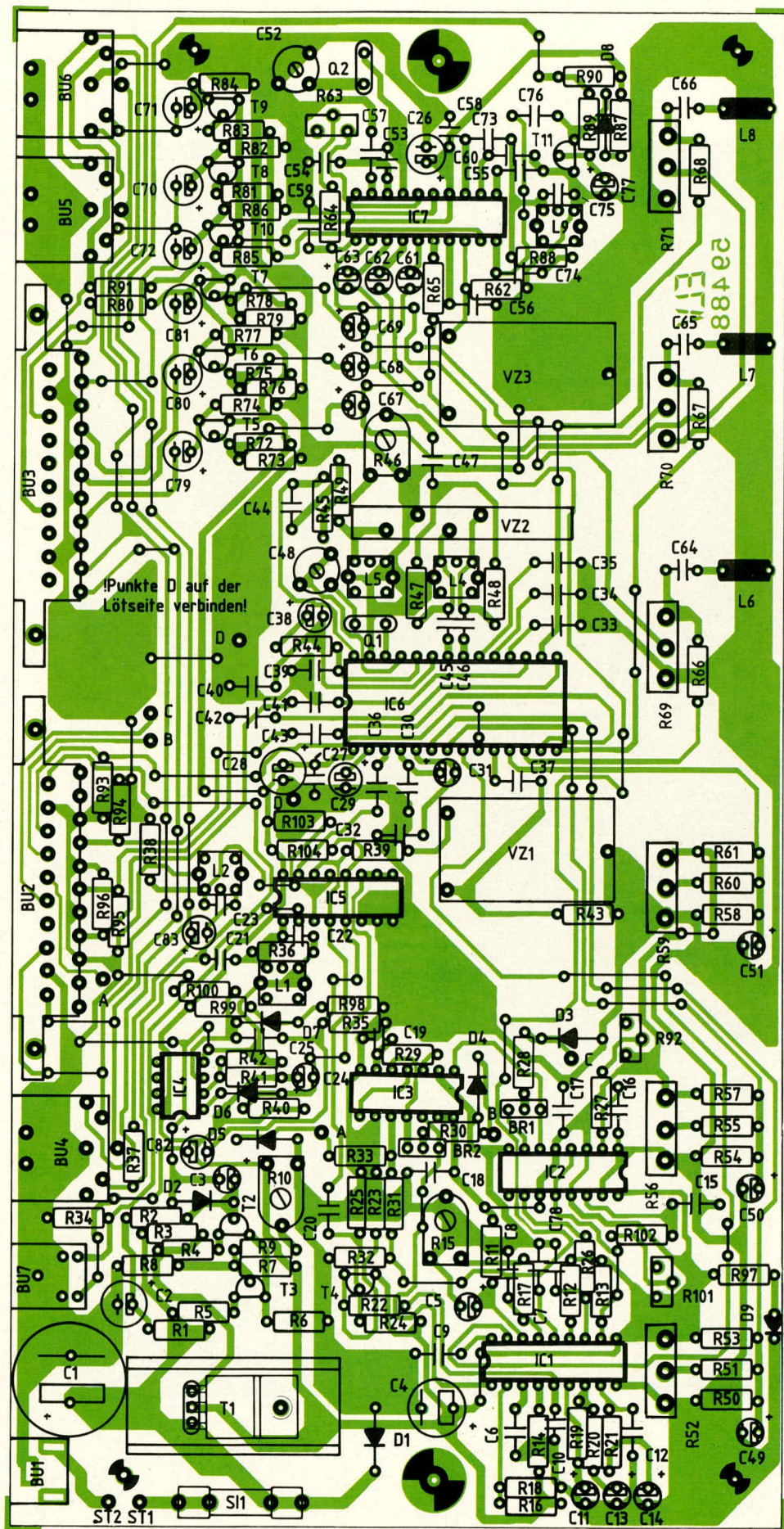
**Halbleiter**

TDA 2579.....	IC 1
TDA 3561 A.....	IC 6
MC 1377.....	IC 7
LM 393.....	IC 4
CD 4030.....	IC 3
CD 4053.....	IC 5
CD 4528.....	IC 2
BC 546.....	T 4
BC 548.....	T 2, T 3, T5-T 10
BC 558.....	T 11
BD 240.....	T 1
1 N 4001.....	D 1
1 N 4148.....	D 6-D 8
ZPD 5, 1 V.....	D 3-D 5
ZPD 5,6 V.....	D 2
LED, 5 mm, rot.....	D 9

**Sonstiges**

10 µH.....	L 1, L 2, L 4, L 5, L 9
51 µH.....	L 6-L 8
330 ns.....	VZ 1, VZ 3
DL 701.....	VZ 2
4,43 MHz.....	Q 2
8,8 MHz.....	Q 1
3,5 mm Klinkenbuchse.....	Bu 1
Scart Buchse.....	Bu 2, Bu 3
DIN-AV Buchse.....	Bu 4-Bu 6
S-VHS Buchse.....	Bu 7
1 U-Kühlkörper SK 13	
1 Sicherung 0,5 A	
1 Platinensicherungshalter	
1 Kippschalter 1 x um	
1 M 3 x 6 mm Schraube	
1 M 3 Mutter	
8 Lötstifte	
80 cm Silberdraht	
30 cm flexible Leitung, min 0,12 mm	
40 cm flexible Leitung, 0,4 mm	
2 3polige, einreihige Stiftleisten	
2 Codierstecker	





Bestückungsplan des Video-Color-Prozessors VCP 7001

festgezogen. Nachdem auch die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt wurde, steht dem Einsatz dieses interessanten Gerätes nichts mehr im Wege. Zuvor ist jedoch noch der Abgleich sorgfältig durchzuführen.

### Inbetriebnahme und Einstellung

Unmittelbar nach dem Einschalten wird zunächst die Versorgungsspannung gemessen. Hierzu ist, wie auch für alle folgenden Messungen, ein Spannungsmeßgerät mit seinem Minusanschluß an die Schaltungsmasse anzuschließen (z. B. Pin 8 von IC 3 oder Pin 7 von IC 2), um danach am Platinenanschlußpunkt ST 1 die positive Versorgungsspannung zu messen. Sie sollte minimal 12 V und maximal 15 V betragen. Als nächstes wird die stabilisierte Betriebsspannung am Kollektor von T 1 gemessen und mit dem Trimmer R 10 auf 11,0 V eingestellt ( $\pm 0,1$  V). Wer noch ein übriges tun möchte, kann zusätzlich die Stromaufnahme messen, die zwischen 350 mA und 450 mA liegen sollte.

Der nachfolgend ausführlich beschriebene Abgleich ist angesichts der komplexen Schaltung verhältnismäßig einfach durchzuführen, setzt jedoch einige Erfahrungen im Umgang mit elektronischen Geräten voraus. Vorteilhaft ist es, wenn ein Oszilloskop zur Verfügung steht. Zweckmäßigerweise wird der Abgleich anhand eines Testbildes durchgeführt, das üblicherweise von den Fernsehanstalten morgens gesendet wird. Um ein entsprechendes Testbild auf den Eingang des VCP 7001 geben zu können, wird ein Videorecorder auf Aufnahme geschaltet, so daß am Ausgang ein Videosignal abgegriffen werden kann. Als nächstes wird ein Farbfernsehgerät mit RGB-Eingängen an die entsprechenden RGB-Ausgänge des VCP 7001 angeschlossen (über die entsprechenden Scart-Buchsen). Steht kein Farbfernsehgerät mit RGB-Eingängen zur Verfügung, kann alternativ einer der drei FBAS/Video-Ausgänge des VCP 7001 mit dem AV-Eingang des Fernsehgerätes verbunden werden.

Die Voraussetzung für einen problemlosen Abgleich ist ein einwandfreies Farbvideosignal als Signalquelle. Im folgenden werden einige Voreinstellungen durchgeführt.

Alle sechs Regler auf der Frontplatte werden in Mittelstellung gebracht. Des weiteren sollten alle Trimmer mit Ausnahme von R 10 ebenfalls Mittelstellung einnehmen.

Als nächstes wird an eine der drei Eingangsbuchsen das Videosignal eingespeist. Für den ersten Abgleich ist es sinnvoll, wie bereits erwähnt, die RGB-Ausgänge



der Scartbuchse zu verwenden, da sowohl der Abgleich des PAL-Decoders (TDA 3561 A) als auch der Abgleich des PAL-Encoders (MC 1377) zunächst noch stark verstimmt sein könnte. Sollte kein Farbfernsehgerät mit RGB-Eingängen vorhanden sein, ist es auch möglich, die Einstellungen mit Hilfe eines Oszilloskops zu überprüfen.

Nachdem die Eingangssignalquelle sowie das Fernsehgerät angeschlossen sind, wird mit R 15 die Zeilensynchronisation eingestellt, wobei R 15 ungefähr in der Mitte des Fangbereiches belassen werden sollte.

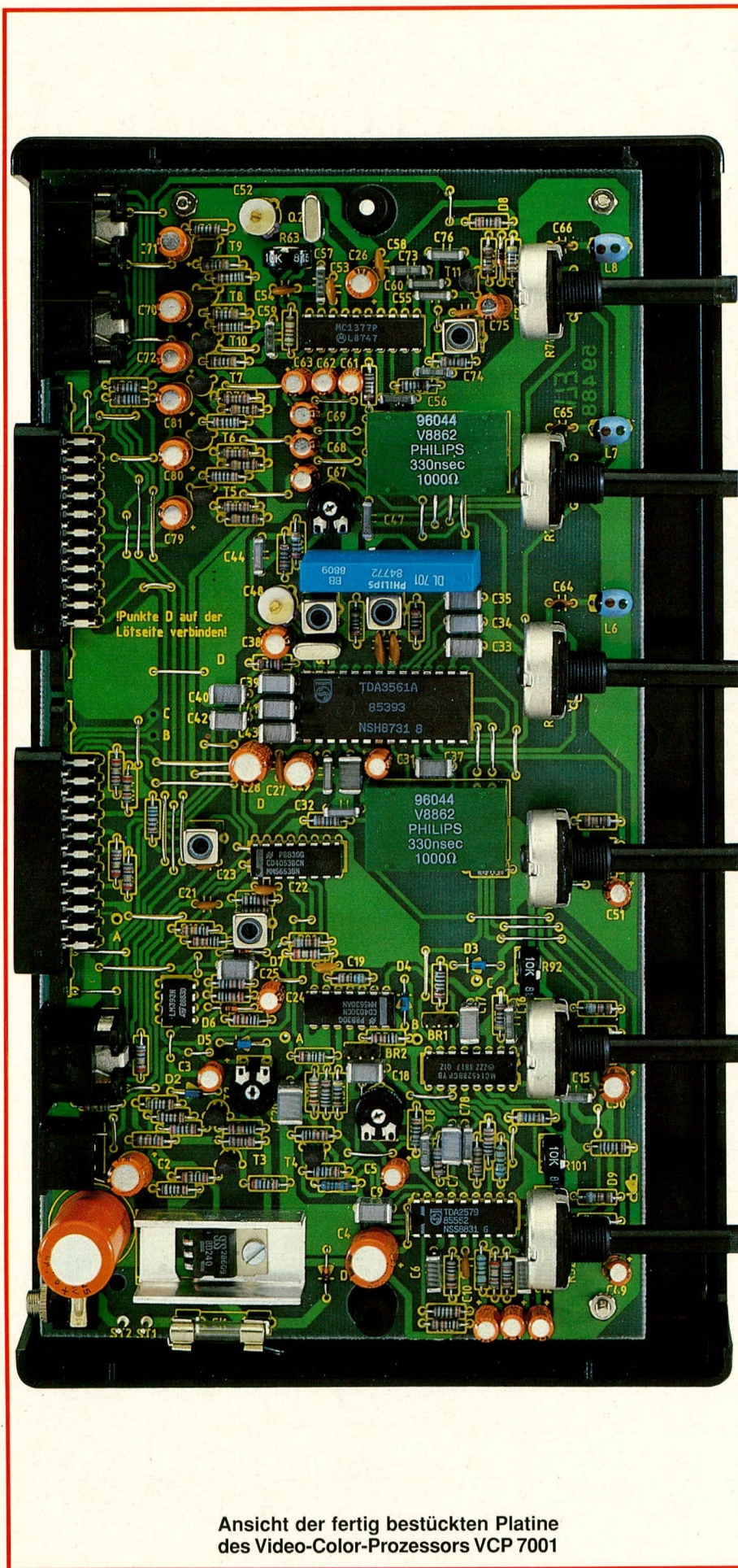
Jetzt wird das Oszilloskop an Pin 17 des IC 1 angeschlossen. Mit R 101 wird die untere Impulszeit des Sandcastle-Impulses auf  $10 \mu\text{s}$  eingestellt. Danach wird das Oszilloskop an Pin 10 des IC 3 C angeschlossen. Bei den hier anliegenden Composit-Synch-Signalen ist auf die Horizontal-Impulse zu triggern (negativ triggern). Mit R 92 wird eine Zeit von exakt  $4,7 \mu\text{s}$  eingestellt. Zu diesem Zeitpunkt sollte bereits ein einwandfrei stehendes Bild auf dem Bildschirm zu sehen sein. Da vermutlich noch keine Farbe vorhanden ist, wird mit Hilfe eines Abgleichstiftes C 48 langsam verdreht.

Jetzt wird das Eingangssignal abgenommen und gleich wieder angeschlossen, um zu sehen, ob der Farbräger-Oszillator sofort wieder einwandfrei synchronisiert. Sollte dies nicht der Fall sein, ist C 48 nochmals nachzustimmen. Diese Einstellung ist unter Umständen mehrfach zu wiederholen.

Nun kommen wir zum Abgleich des PAL-Decoders. Dieser Abgleich läßt sich am besten mit Hilfe des FuBK-Testbildes durchführen. Hierzu werden in erster Linie die  $+/-V$ ,  $+U$ -Sägezahn- und Unbuntfelder  $+V$  und  $+/-U$  betrachtet. Die in den Unbuntfeldern auftretende horizontale Streifenstruktur (PAL-Jalousie) deutet auf Amplitudenfehler hin und kann mit R 46 bzw. L 4 ausgeglichen werden. Treten im G-Y-Feld (Gesichtsfarbenfeld) Jalousie-Effekte auf, deutet dies auf einen Phasenfehler hin. Phasenfehler werden mit Hilfe von L 5 ausgeglichen. Der Abgleich ist wechselseitig so lange zu wiederholen, bis die optimale Bildqualität erreicht ist. Es ist unbedingt erforderlich, daß zum Abgleich des PAL-Decoders ein Kunststoff-Abgleichstift verwendet wird, da ein Metallschraubendreher die Induktivität der Spulen zu stark beeinflussen würde.

Für den weiteren Abgleich wird einer der Video-Ausgänge benutzt, d. h. die RGB-Ausgänge sind deaktiviert.

Der Abgleich der PAL-Encoder-Schaltung MC 1377 ist besonders sorgfältig vorzunehmen und sollte zuerst mit Hilfe eines Testbildes durchgeführt werden, um



Ansicht der fertig bestückten Platine des Video-Color-Prozessors VCP 7001



dann mit Hilfe von Videoaufnahmen ggf. nochmals zu korrigieren.

Mit R 63 wird die Lage des Burstes auf der hinteren Schwarzscherle des Videosignals eingestellt. Der Abstand Horizontal-Synch-Impuls zum Burst sollte ca. 0,6 bis 0,9  $\mu$ s betragen.

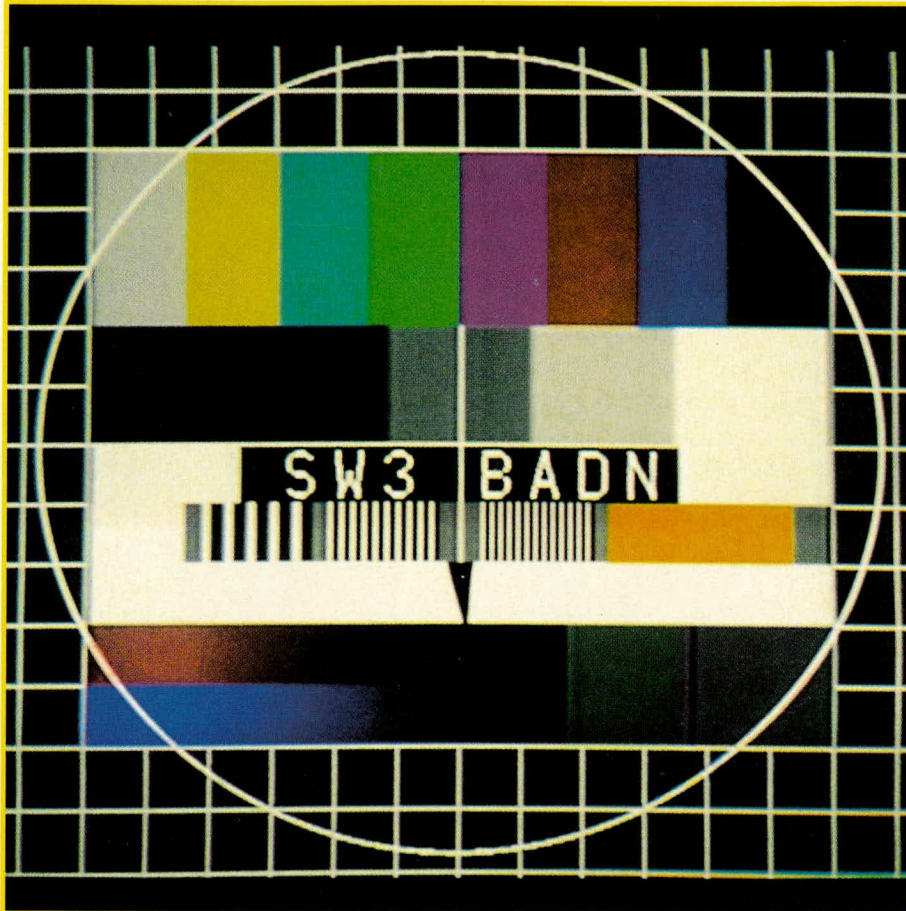
Jetzt wird C 52 langsam verdreht, um auf Farbe abzugleichen. Die Einstellung

von C 52 wird durch mehrmaliges Aus- und Einschalten des Videosignals optimiert. Falls jetzt noch leichte Farbaussetzer auftreten, sollte die Einstellung von R 63 so weit verändert werden, bis die Farbwiedergabe optimal ist.

Evtl. noch auftretende Jalousieeffekte in den einzelnen Feldern des Farbbalkentestbildes können durch Verdrehen des

Spulenkerns von L 9 eliminiert werden. Für den korrekten Abgleich des PAL-Encoder-Bausteines MC 1377 ist es unbedingt erforderlich, daß die Lage sowie die Breite des Horizontal-Synchronisationsimpulses exakt stimmt. Diese Einstellung ist ggf. mit Hilfe eines Oszilloskops an Pin 2 des MC 1377 zu überprüfen.

In den einzelnen Farbbalken des Testbildes sind zum Teil noch leichte gräuliche Balken zu sehen, die im Hintergrund leicht durchschimmern. Durch langsames Verdrehen des Kerns der Spule L 2 wird diese Erscheinung eliminiert. Wer noch ein übriges tun möchte, kann diese Einstellung an Pin 10 des PAL-Decoders TDA 3561 A mit Hilfe eines Oszilloskops überprüfen. Hierzu sollte möglichst ein einfacher Farbbalken in den VCP 7001 eingespeist werden. Durch Verdrehen von L 2 wird an Pin 10 des TDA 3561 A auf minimalen Farbanteil abgeglichen. Hierzu ist das Oszilloskop in seine größte Empfindlichkeit zu bringen. Die Einstellung von L 1 ist allgemein recht unkritisch, kann aber auch mit Hilfe eines Oszilloskops an Pin 3 des PAL-Decoders überprüft werden. Hier sollte dann jedoch auf maximalen Farbanteil, d. h. maximale Amplitude abgeglichen werden. Damit ist der etwas aufwendigere Abgleich des VCP 7001 beendet, dem jedoch für eine saubere Funktion besondere Bedeutung zukommt. **ELV**



links:  
Ansicht eines  
FuBK-Testbildes

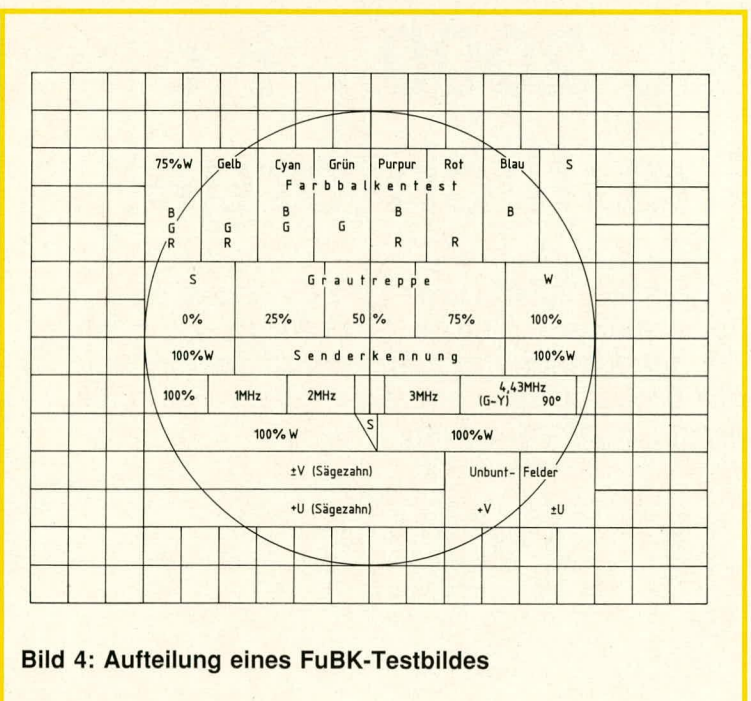
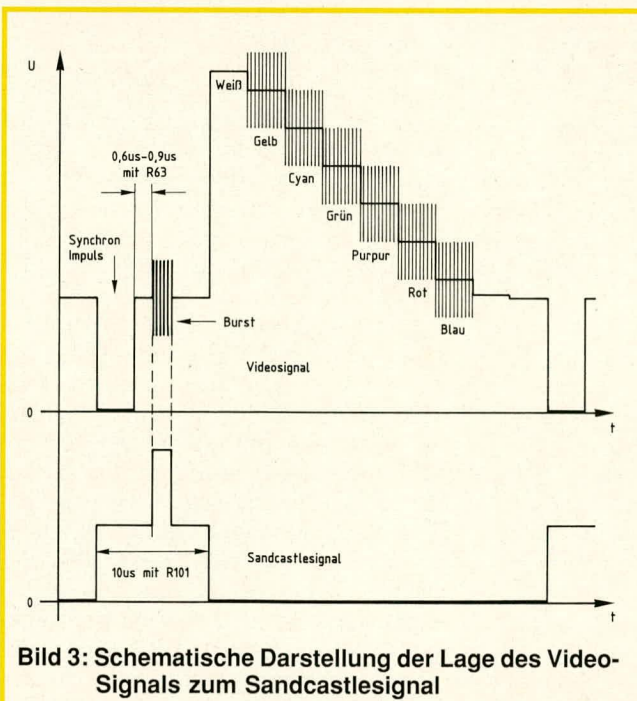


Bild 4: Aufteilung eines FuBK-Testbildes





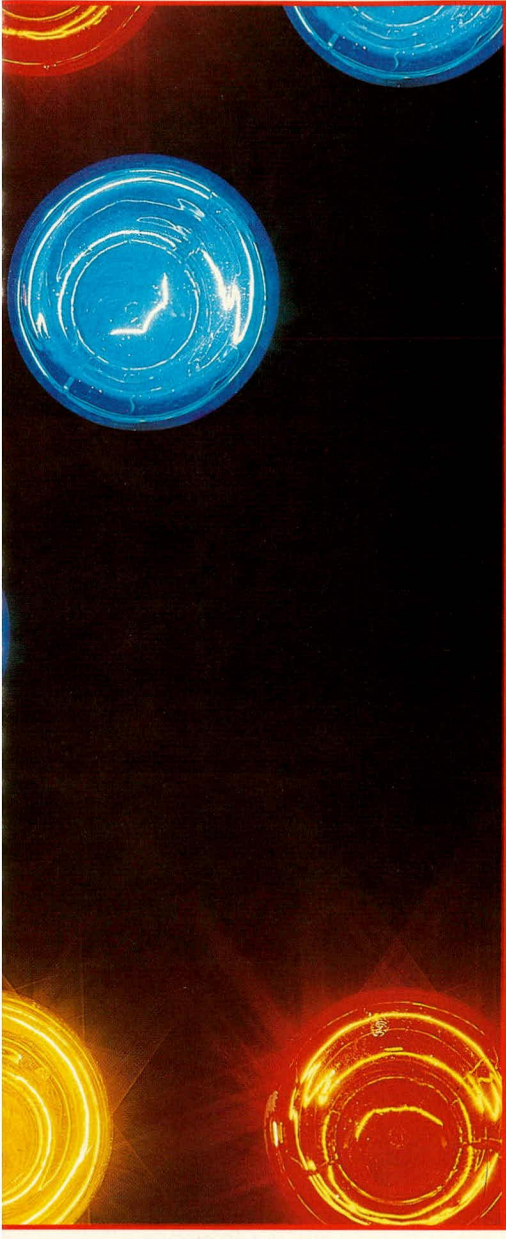
# KL 2000 Komfort-Laufflichtorgel

*Mit der KL 2000 wurde im ELV-Labor eine konventionelle 3-Kanal-Lichtorgel entwickelt, die hinsichtlich ihrer Ausstattungsmerkmale der Spitzenklasse entsprechender Lichtsteuergeräte zuzuordnen ist.*

## Allgemeines

Der kompetente Hobby-Elektroniker weiß, mit welchen einfachen Mitteln sich bereits Standard-Lichtorgeln aufbauen lassen. Auch im „ELV journal“ (Nr. 48) wurde bereits eine entsprechend günstig zu realisierende Schaltung vorgestellt. Vielfach wird jedoch das recht harte Lichterspiel, besonders bei längerem Einsatz, weniger angenehm empfunden als bei einem weichen Ein- und Ausblenden, wie es eine Phasenanschnittsteuerung ermöglicht. Allein für dieses Feature steigt jedoch der erforderliche Aufwand nicht zuletzt aufgrund der damit im Zusammenhang stehenden Entstörmaßnahmen erheblich an. Auch im Hinblick auf die weiteren Möglichkeiten wurde die KL 2000 für den anspruchsvollen, semiprofessionellen Bereich entwickelt. Die vielfältigen Funktions- und Leistungsmerkmale sind in der Tabelle in übersichtlicher Form zusammengestellt.





anschluß, der im Schaltbild mit dem Platinenanschlußpunkt „f“ bezeichnet ist.

Die eigentliche Phasenanschnittsteuerung der Ausgänge ist dreimal; also separat für jeden Ausgang vorhanden. Stellvertretend für alle drei Teilschaltungen wollen wir uns auf den für die Höhen zuständigen Kanal konzentrieren.

Zentrales Bauteil ist das IC 5 des Typs TEA 1007 der Firma TELEFUNKEN elektronik. Hierin sind alle wesentlichen für die Phasenanschnittsteuerung erforderlichen aktiven Funktionsgruppen integriert. Die Versorgungsspannung wird an die Anschlußbeinchen Pin 8 (positive Spannung - hier: Schaltungsmasse) und Pin 1 (negative Spannung - hier: -15 V) angelegt.

Über R 46 wird dem IC 5 an Pin 5 die zur Phasensynchronisierung erforderliche Spannung zugeführt, während R 48 an Pin 4 den Nachzündeingang versorgt. Sollte aufgrund von Phasenverschiebungen bei induktiver Belastung des Ausgangs der Triac Tri 1 nicht einwandfrei gezündet haben, wird dies über Pin 4 registriert, und weitere Zündimpulse sorgen für ein sicheres Durchschalten des Triacs.

Pin 2 stellt den Zündausgang zur direkten Ansteuerung des Triacs über den Vorwiderstand R 47 dar.

C 22 (an Pin 7) sowie R 44, R 45 (an Pin 3) sind die zeitbestimmenden Glieder für den integrierten Rampenoszillator. Mit dem Trimmer R 45 kann die Rampensteilheit und somit das Verhältnis von Eingangsteuerspannung zum Zündzeitpunkt eingestellt werden.

Die eigentliche Eingangsteuerspannung wird dem IC 5 an Pin 6 zugeführt. Im Ruhezustand wird hier über R 40, R 41, D 9 sowie die Basis-Emitter-Strecke von T 4 eine Spannung von ca. -9 V (auf die Schaltungsmasse bezogen) angelegt. R 42 stellt den Belastungswiderstand (nach -15 V) und C 21 den Pufferkondensator dar. Bei dem genannten Spannungspegel an Pin 6 des IC 5 gibt der Ausgang (Pin 2) keine Zündimpulse auf den Triac Tri 1.

Steigt die Steuerspannung an Pin 6 auf weniger negative Werte, d. h. in Richtung Schaltungsmasse an (-8 V, -7 V, -6 V...), erscheinen am Ausgang (Pin 2) des IC 5 Zündimpulse, deren Phasenlage sich mit positiver werdender Steuerspannung von 180 Grad in Richtung 0 Grad verschiebt. Je kleiner der Phasenwinkel, desto größer ist die Einschaltdauer der angeschlossenen Lampen, d. h. 0 Grad entspricht einer maximalen Helligkeit.

Die Art der Ansteuerung kann auf zwei verschiedene Weisen vorgenommen werden:

### 1. Laufflichtfunktion

Hierbei wird über D 10 und R 43 ein digitaler Steuerimpuls von ca. -2 V auf den Eingang (Pin 6) des IC 5 gegeben.

C 21 entlädt sich schnell auf diese Spannung, um anschließend über R 42 wieder geladen zu werden, und zwar bis zum ursprünglichen Wert von ca. -9 V. In der Zeitspanne der positiveren bzw. weniger negativen Eingangsspannung wird der Triac durch IC 5 gezündet, d. h. die angeschlossene Lampe leuchtet auf, um nach einer bestimmten, einstellbaren Zeit wieder sanft zu verlöschen.

In gleicher Weise werden nacheinander auch die weiteren Ausgänge über die ICs 6 und 7 angesteuert, so daß sich die Funktion eines Laufflichtes ergibt.

Der eigentliche Laufflichtgenerator ist mit dem Oszillator OP 5 mit Zusatzbeschaltung sowie dem nachgeschalteten Zähler IC 4 des Typs CD 4017 aufgebaut. IC 4 ist als 3stufiger Zähler geschaltet, dessen Ausgänge nacheinander die ICs 5, 6, 7 ansteuern. Der Eingang (Pin 14) wird vom Ausgang des Oszillators (Pin 1) des OP 5 gespeist. Die Oszillatorfrequenz kann von 0,2 Hz bis 2,5 Hz über das von der Frontseite des Gerätes her zugängliche Poti R 28 eingestellt werden.

Ursprünglich stellt das IC 4 des Typs CD 4017 einen Teiler durch 10 dar mit 10 getrennten Ausgängen. Die Begrenzung auf drei Stufen erfolgt durch vorzeitiges Rücksetzen von Pin 7 über D 8 auf den Reset-Eingang Pin 15.

In der eingezeichneten Position des Kippschalters 2 ist T 1 gesperrt und Pin 15 des IC 4 liegt über R 35, R 33 sowie R 34 auf -15 V, d. h. dieser Schaltungsteil ist freigegeben, und das Gerät arbeitet als Laufflicht.

In der unteren Stellung von S 2 („Aus“) ist T 1 durchgesteuert und Pin 15 des IC 4 liegt über T1 auf ca. 0 V, d. h. IC 4 ist gesperrt. Zusätzlich wird T 2 über R 33 durchgesteuert und macht damit den Einfluß des auch im Ruhezustand auf ca. 0 V liegenden „0“-Ausgangs des IC 4 unwirksam (R 71 wird auf -15 V gezogen). Die Laufflichtfunktion ist deaktiviert.

In Mittelstellung („Automatik“) ist der Schalter S 2 unwirksam und die Basis von T 1 wird vom Ausgang des OP 6 über D 7 und R 31 angesteuert. OP 6 ist als Komparator geschaltet und vergleicht die aufbereitete NF-Eingangsspannung mit einer an Pin 6 anliegenden Referenzspannung. Wird ein hinreichendes NF-Signal registriert, wechselt der Ausgang (Pin 7 des OP 6) auf ca. -15 und steuert somit T 1 durch, d. h. IC 4 ist deaktiviert. Ohne anliegendes NF-Signal nimmt der Ausgang (Pin 7) des OP 6 „High“-Potential (ca. -1,5 V) an, T 1 ist gesperrt und Pin 15 des IC 4 liegt auf -15 V, d. h. die Laufflichtfunktion ist aktiviert.

### 2. Lichtorgelfunktion

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der NF-Ansteuerung, d. h. zur eigentlichen Lichtorgelfunktion.

## Zur Schaltung

Die zur Versorgung der Schaltung erforderliche Spannung wird über R 20, R 21, C 10 sowie D 5 und der zur Spannungsbegrenzung dienenden Z-Diode D 6 direkt aus der negativen Halbwelle der 220 V-Netzwechselspannung gewonnen. Die positive Halbwelle fließt über D 4 sowie R 17, R 18 bzw. R 19 und die Kontroll-LED D 3. C 11 und C 12 dienen der Pufferung und Störunterdrückung. Es schließt sich der 15 V-Festspannungsregler IC 2 des Typs 7915 an mit seinem Puffer-Ausgangskondensator C 13. Insgesamt „schwimmt“ diese 15 V-Versorgungsspannung auf einem Anschluß der Netzwechselspannung, d. h. genau genommen liegt die Versorgungsspannung der Schaltung 15 V darunter (Masse sowie -15 V). Nach dem Schließen des Netzschalters S 1 befindet sich die Schaltungsmasse, d. h. der Bezugspunkt somit auf gleichem Potential wie der Netzspannungs-



## Übersicht über die Funktions- und Leistungsmerkmale der Komfort-Lauflichtorgel KL 2000:

- Drei 220 V Lichtstuerenausgänge mit einer Belastbarkeit von je 400 VA entsprechend einer Gesamtleistung von 1200 VA.
- Phasenanschnittsteuerung der Ausgänge mit entsprechenden Entstörmaßnahmen zum sanften Auf- und Abblenden der Lampenhelligkeit
- Aktiv-Filter zur sauberen Trennung von tiefen (Kanal 1), mittleren (Kanal 2) und hohen (Kanal 3) Frequenzanteilen.
- Zwei getrennte miteinander mischbare NF-Steuerungsmöglichkeiten:
  - a) Über eingebautes Mikrofon
  - b) Universaleingang für externe NF-Signale
- Zusätzlich getrennte Pegelanpassung für jeden der drei Ausgangskanäle
- Umschaltmöglichkeit von frequenzgesteuerter NF-Lichtorgel zur Lauflichtorgel, d. h. die drei Lichtstuerenausgänge werden in Form eines Lauflichtes nacheinander angesteuert mit einstellbarer Wechselfrequenz (die NF-Steuerung ist auch bei Lauflichtfunktion wirksam).
- Automatikmodus, d. h. beim Anliegen eines NF-Signals arbeitet die KL 2000 als frequenzgesteuerte NF-Lichtorgel, während in den Signalpausen eine automatische Umschaltung zur Lauflichtorgel und wieder zurück erfolgt.

Das NF-Eingangssignal gelangt über den Spannungsteiler R 79, R 80 auf die Primärseite des NF-Übertragers Tr 1 mit dem Verhältnis 4 : 1. Die Sekundärseite dieses Übertragers speist den Lautstärke-einstellregler R 1, dessen Mittelabgriff mit den beiden Schutzdioden D 1, 2 beschaltet ist. Über R 2 gelangt das so aufbereitete NF-Signal auf den nicht invertierenden (+)Eingang (Pin 12) des Summierverstäkers OP 1. Gleichfalls wird an diesem Punkt ein über R 5 kommendes NF-Signal eingespeist, das wie folgt aufbereitet wurde:

Auf der Frontplatte der KL 2000 ist ein Elektret-Kondensatormikrofon angeordnet, das die Raum-Schallereignisse aufnimmt. Dieses Mikrofon ist an den Platinenanschlußpunkten „c“, „d“ und „e“ angeschlossen. Die in elektrische Signale umgewandelten Schallereignisse werden vom Platinenanschlußpunkt „d“ über C 5 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) des OP 3 gegeben, der eine Verstärkung um ca. 30 dB vornimmt. Der Ausgang (Pin 7) speist den Lautstärkereglere R 13. Die so aufbereiteten NF-Signale gelangen vom Mittelabgriff von R 13 über C 3 und den bereits erwähnten Widerstand R 5 auf den Summierverstäker OP 1.

Die Verstärkung dieses Schaltungsteils wird mit den Widerständen R 3, R 4 auf ebenfalls ca. 30 dB festgelegt. C 1 und C 6 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung sowie zur Begrenzung des Frequenzganges im oberen Bereich.

Vom Ausgang (Pin 14) des OP 1 gelangen die NF-Signale auf eine weitere Verstärkerstufe, die mit OP 2 und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Der Ausgang (Pin 1) speist die drei nachgeschalteten Filtereinheiten für die Höhen (C 17, C 18, R 36 bis R 39 sowie T 3), die Mitten (C 25 bis

C 28, R 51 bis R 57 sowie T 5, 6) und die Bässe (R 67 bis R 69, C 34, C 35 sowie T 8).

Die nachfolgenden über C 19, C 29, C 36 angesteuerten Transistorstufen T 4, T 7, T 9 dienen sowohl der Pufferung als auch der Spitzenwertgleichrichtung, wobei die Arbeitspunkte über den Spannungsteiler R 40, R 41 in Verbindung mit den Dioden D 9, 11, 13 festgelegt sind.

Anzumerken ist noch, daß die NF-Vorverstärker OP 1 bis OP 3 mit einer virtuellen Masse, die auf der halben Betriebsspannung liegt, arbeiten. Die Erzeugung dieser Spannung (-7,5 V) erfolgt mit Hilfe des Puffer-OP 4 mit Zusatzbeschaltung.

### Zum Nachbau

Bei der Bestückung der Basisplatine beginnen wir zunächst mit dem Einsetzen der sechs Brücken. Dann werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente entsprechend dem Bestückungsplan auf die Platine gesetzt und verlötet.

Über einige Leiterbahnabschnitte, die bereits breiter ausgeführt wurden, fließen Leistungsströme bis zu 10 A. Damit die Leiterbahnbreiten in vertretbaren Grenzen gehalten werden konnten, ist es erforderlich, in diesen Bereichen eine zusätzliche Verstärkung vorzunehmen.

Diejenigen Leiterbahnabschnitte, die in dem Bestückungsplan durch eine breite gestrichelte Linie gekennzeichnet sind, müssen mit Hilfe eines Silberschalt drahtes entlang des Leiterbahnverlaufes verstärkt werden. Dieser Silberschalt draht wird mit reichlich Lötzinn auf der Leiterbahnseite aufgebracht. Zu beachten ist hierbei, daß die Löt kolbenleistung zwar ausreichend ist, jedoch keine unnötige

Überhitzung der Leiterbahnen erfolgt, damit sich diese beim Löt vorgang nicht vom Basismaterial ablösen.

Die vorstehend beschriebene Querschnittverstärkung der leistungsführenden Leitungen ist wichtig, da sonst bei voller Belastung unverstärkte Leiterbahnen abschmelzen können.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Platine in die Unterhalbschale des Kunststoffgehäuses gesetzt werden, wobei gleichzeitig die zuvor angesetzte Frontplatte in die entsprechende Gehäuse nut der Unterhalbschale geführt wird.

Zuvor sind folgende Bauelemente an der Frontplatte zu befestigen:

Der 2 polige Netzkippschalter wird von der Frontplattenrückseite aus unter Zwischenfügen einer 6,5 mm-Lötöse eingesetzt und auf der Frontseite fest verschraubt. Gleiches gilt für den 1 poligen Funktions-Kippschalter mit Mittelstellung, der sich im mittleren Bereich der Frontplatte befindet. Wichtig ist auch hier das Zwischenfügen einer 6,5 mm-Lötöse. Als nächstes wird die Lautsprecher-Eingangsbuchse ebenfalls von der Frontplattenrückseite aus eingesetzt und mit zwei Schrauben M 3 x 10 mm von der Frontplattenfrontseite aus befestigt. Vor dem Aufsetzen der zugehörigen M 3 Muttern ist auch hier jeweils eine Lötöse darüber zu setzen, die in diesem Fall einen Durchmesser von 3,2 mm besitzen.

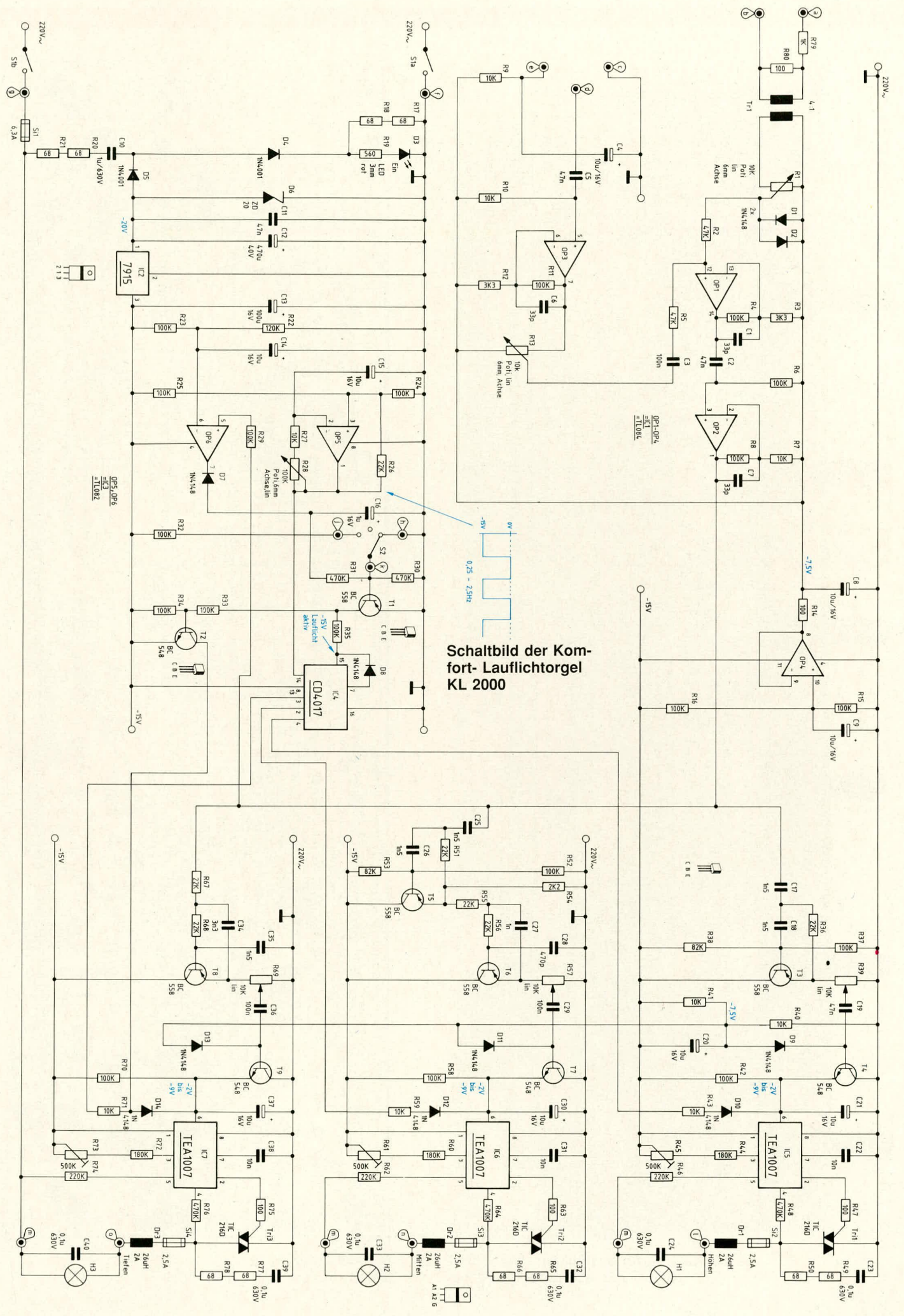
Das Elektret-Kondensator-Mikrofon wird mit etwas Zweikomponentenkleber o. ä. vorsichtig an der Frontplatteninnenseite festgeklebt, wobei darauf zu achten ist, daß kein Klebstoff in die Schalleintrittsöffnung des Mikrofons gelangt.

Nachdem die Frontplatte über die sechs Potiachsen gesetzt wurde, erfolgt die Verdrahtung zwischen Lautsprecherbuchse, Mikrofon und Funktions-Kippschalter mit der Platine.

An entsprechender Stelle in der linken und rechten vorderen Ecke der Gehäuseunterhalbschale wird je eine 3,5 mm Bohrung im Gehäuseboden angebracht. Von der Gehäuseunterseite aus ist je eine Schraube M 3 x 40 mm durch die beiden Bohrungen zu stecken, mit je einer Lötöse zu versehen, um anschließend mit einer Mutter M 3 festgesetzt zu werden. Es folgt eine weitere Mutter M 3, deren Oberkante einen Abstand von genau 29 mm zur Innenseite des Gehäusebodens aufweisen sollte. Dies ist auch die Länge der beiden hellgrauen Kunststoff-Abstandsrollchen, die über die beiden inneren Gehäusezapfen zu setzen sind.

Die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutztülle wird in die entsprechende Bohrung in der Gehäuserückwand gesetzt und mit einer Mutter

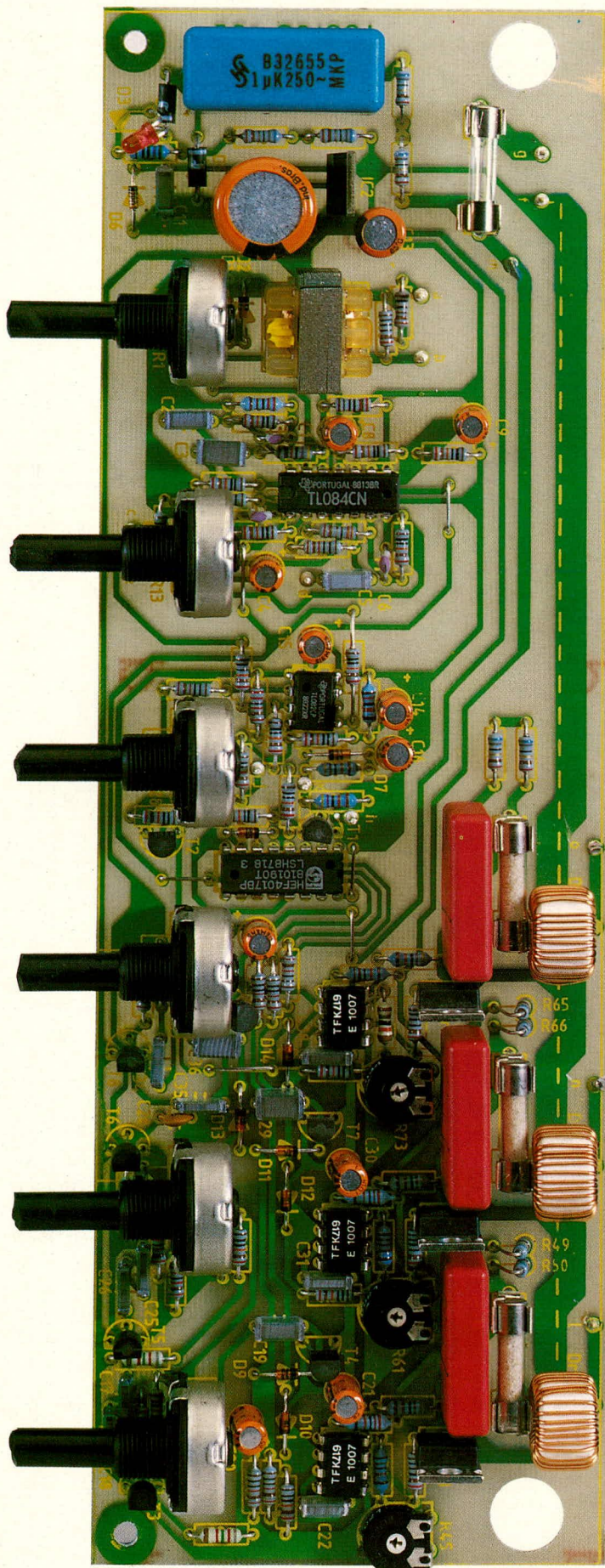




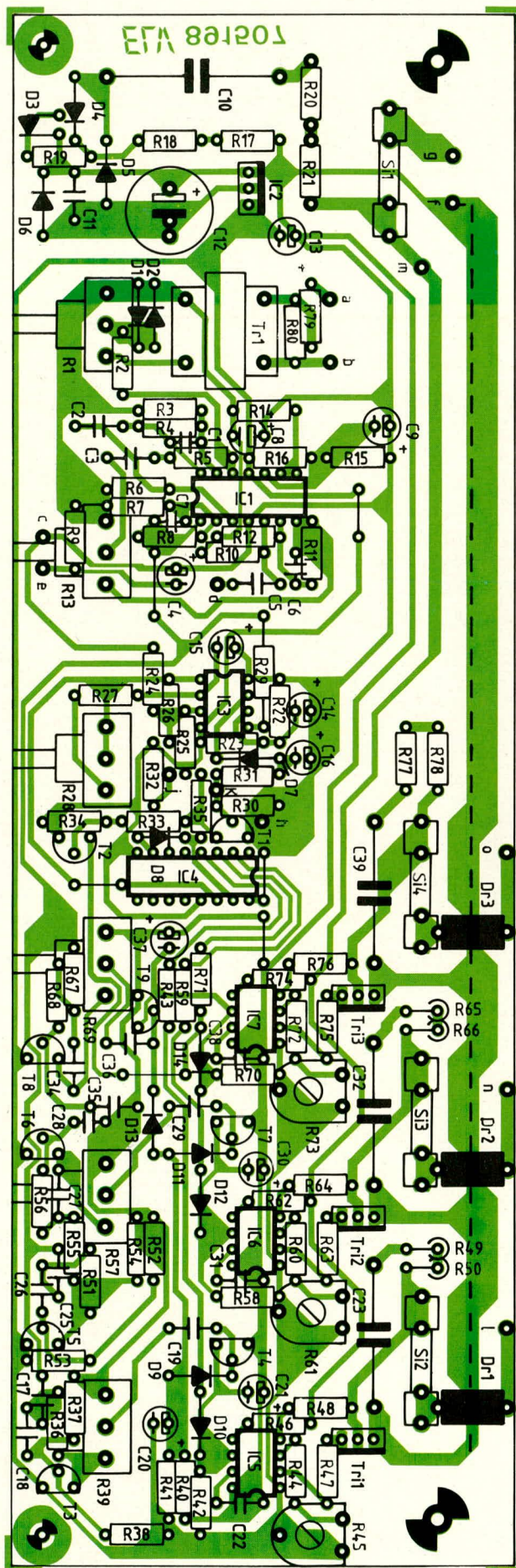
Schaltbild der Komfort-Lauflichtorgel KL 2000







Ansicht der fertig bestückten Platine der Komfort-Lauflichtorgel KL 2000



Bestückungsplan der Komfort-Lauflichtorgel KL 2000



von der Innenseite fest verschraubt. Die 3adrige Netzzuführung mit angespritztem Schuko-Stecker wird ca. 180 mm weit hindurchgesteckt, um anschließend die Zugentlastung festzuziehen. Die beiden Adern (blau und braun) der Netzzuleitung werden an die beiden unteren Pole des Netz-Kippschalters angelötet. Von den beiden mittleren Anschlüssen dieses Kippschalters führen zwei Leitungen mit einem Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> zu den beiden Platinenanschlußpunkten „f“ und „g“.

Der gelbgrüne Schutzleiter der Netzzuleitung wird an sämtliche von außen berührbare Metallteile gelegt. Hierfür sind entsprechende Lötösen vorgesehen (Netz-Kippschalter, Funktions-Kippschalter, zwei Schrauben der Lautsprecher-Eingangsbuchse sowie zwei Befestigungsschrauben in der Gehäuseunterhalbschale). Hierfür werden flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> verwendet.

Die drei Euro-Einbaubuchsen werden von der Gehäuserückseite durch die ent-

sprechenden Bohrungen gesteckt. Von der Gehäuseinnenseite werden jetzt auf jeden der beiden Anschlüsse der Euro-Einbaubuchsen ein Befestigungsring aufgesetzt und fest bis an die Gehäuserückwand angepreßt, und zwar so weit, daß die Euro-Einbaubuchsen unverrückbar fixiert sind.

Der obere Anschluß jeder der drei Euro-Einbaubuchsen wird jetzt mit dem zur zugehörigen Sicherung hinweisenden Platinenanschlußpunkt verbunden. Es sind dies die Punkte „l“, „n“ sowie „o“.

Die unteren Anschlüsse dieser Buchsen werden gemeinsam mit dem Platinenanschlußpunkt „m“ verbunden. Für alle Verdrahtungsarbeiten auch im Zusammenhang mit den Euro-Einbaubuchsen sind flexible isolierte Zuleitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75mm<sup>2</sup> zu verwenden. Die Entstörkondensatoren C 24, C33, C 40 sind direkt über die Anschlüsse der Euro-Buchsen zu leiten.

Nun kann die Leiterplatte gemeinsam mit Front- und Rückplatte in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden. Die

Fixierung der Platine erfolgt über zwei Muttern M 3, die fest anzuziehen sind. Die Gehäuseoberhalbschale wird darübergesetzt und von der Gehäuseunterseite aus verschraubt.

## Inbetriebnahme und Einstellung

Sofern das Gehäuse nicht geschlossen ist und Messungen am Gerät vorgenommen werden sollen, darf dies ausschließlich von Fachleuten unter Laborbedingungen vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen hinreichend vertraut sind. Darüber hinaus ist unbedingt ein Sicherheits-Trenntrafo mit ausreichender Leistung (Minimum 300 VA beim Anschluß von je einer Glühlampe 60 W pro Ausgang).

Zunächst wird mit einem Multimeter die Eingangs-Versorgungsspannung zwischen Pin 1 und Pin 2 des Festspannungsreglers IC 2 gemessen. Sie sollte zwischen 18 V und 22 V liegen. Als nächstes ist die Ausgangsspannung zwischen Pin 2 und Pin 3 zu messen, die zwischen 14,5 V und 15,5 V liegt.

Mit den Trimmern R 45, R 61 sowie R 73 kann das Verhältnis von Eingangs-Steuer Spannung zum Zündzeitpunkt der Phasenanschnittsteuerbausteine des Typs TEA 1007 eingestellt werden. Zunächst wird hier die Mittelstellung gewählt, um anschließend während des Betriebes der KL 2000 die Regler so zu verstellen, daß im Ruhezustand (ohne NF-Signal) die Lampen vollständig ausgeschaltet sind, um bis zur maximalen Helligkeit bei größter vorkommender Lautstärke aufzuleuchten.

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, das Gerät in geschlossenem Zustand ohne Trenntransformator in Betrieb zu nehmen und dann ggf. die notwendigen Trimmereinstellungen vorzunehmen, nachdem das Gerät von der Netzwechselspannung getrennt wurde. Nach dem Ziehen des Netzsteckers ist jedoch mindestens eine Minute abzuwarten, damit die Kondensatoren Zeit für eine Entladung haben, um erst danach das Gehäuse aufzuschrauben.

## Achtung!

Die Schaltung darf nur eingesetzt werden, wenn sie sich in einem berührungssicheren isolierten Kunststoffgehäuse befindet.

Da die gesamte Schaltung lebensgefährliche 220 V Netzwechselspannung führt, darf sie nur von Profis aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

## Stückliste: Komfort-Lauflichtorgel KL 2000

### Widerstände

68 Ω	.....R 17, R 18, R 20, R 21, R 49, R 50, R 65, R 66, R 77, R 78
100 Ω	.....R 14, R 47, R 63, R 75 R 80
560 Ω	.....R 19
1 kΩ	.....R 79
2,2 kΩ	.....R 54
3,3 kΩ	.....R 3, R 12
10 kΩ	.....R 7, R 9, R 10, R 27, R 40, R 41, R 43, R 59, R 71
22 kΩ	.....R 26, R 36, R 51, R 55, R 56, R 67, R 68
47 kΩ	.....R 2, R 5
82 kΩ	.....R 38, R 53
100 kΩ	.....R 4, R 6, R 8, R 11, R 15, R 16, R 23-R 25, R 29, R 32-R 35, R 37, R 42, R 52, R 58, R 70
120 kΩ	.....R 22
180 kΩ	.....R 44, R 60, R 72
220 kΩ	.....R 46, R 62, R 74
470 kΩ	.....R 30, R 31, R 48, R 64, R 76
500 kΩ, Trimmer, liegend	.....R 45, R 61, R 73
10 kΩ, Poti, 6 mm Achse	.....R 1, R 13, R 39, R 57, R 69
100 kΩ, Poti, 6 mm Achse	.....R 28

### Kondensatoren

33 pF	.....C 1, C 6, C 7
470 pF	.....C 28
1 nF	.....C 27
1,5 nF	.....C 17, C 18, C 25, C 26, C 35
3,3 nF	.....C 34
10 nF	.....C 22, C 31, C 38
47 nF	.....C 2, C 5, C 11, C 19
100 nF	.....C 3, C 29, C 36

0,1 µF/630 V	.....C 23, C 24, C 32, C 33, C 39, C 40
1 µF/16 V	.....C 16
1 µF/630 V	.....C 10, C 16
10 µF/16 V	.....C 4, C 8, C 9, C 14, C 15, C 20, C 21, C 30, C 37
100 µF/16 V	.....C 13
470 µF/40 V	.....C 12

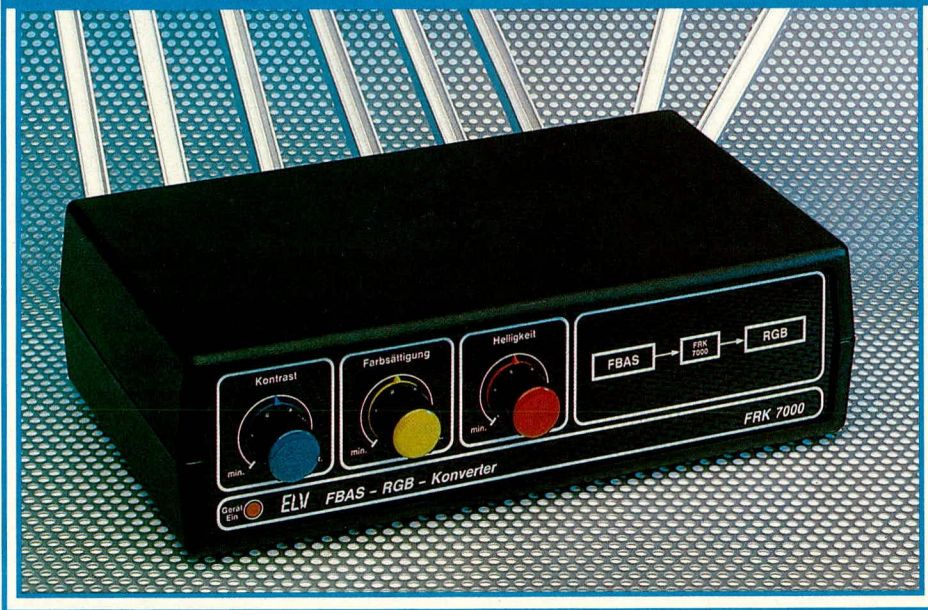
### Halbleiter

TL 082	.....IC 3
TL 084	.....IC 1
TEA 1007	.....IC 5-IC 7
CD 4017	.....IC 4
7915	.....IC 2
BC 548	.....T 2, T 4, T 7, T 9
BC 558	.....T 1, T 3, T 5, T 6, T 8
TIC 216 D	.....Tri1-Tri 3
ZD 20	.....D 6
1 N 4001	.....D 4, D 5
1 N 4148	.....D 1, D 2, D7-D 14
LED, 3 mm, rot	.....D 3

### Sonstiges

26 µH/2 A Drossel	.....Dr 1-Dr 3
NF-Übertrager	.....Tr 1
Sicherung 6,3 A	.....Si 1
Sicherung 2,5 A	.....Si 2-Si 4
Kippschalter 2 x um	.....S 1
Kippschalter 1 x um + 0	.....S 2
4 Platinensicherungshalter	
16 Lötstifte	
50 cm Siberdraht	
4 3,2 mm Lötösen	
2 6,5 mm Lötösen	
2 Schrauben M 3 x 10 mm	
2 Muttern M 3	
100 cm 2adrige Leitung 1,5 mm <sup>2</sup>	
40 cm Schalt draht	





# FBAS-RGB-Konverter FRK 7000

**Zur Umsetzung von FBAS- (Video-) Signalen in RGB-Signale dient dieser Konverter. Hierdurch wird es möglich, z. B. preiswerte Computermonitore an Videorecorder usw. anzuschließen.**

## Allgemeines

Videogeräte, wie Recorder, Kameras, Bildbearbeitungsgeräte usw. besitzen üblicherweise Ausgänge, die ein FBAS-Signal abgeben, das allgemein auch mit Videosignal bezeichnet wird. Farbmonitore hingegen, die für den Anschluß an Computer bestimmt sind, benötigen zur Ansteuerung im allgemeinen RGB-Signale. Entsprechende Monitore werden häufig recht preisgünstig im Elektronik-Verbandhandel angeboten. Sie sind üblicherweise im Farbteil nur mit den Farbstufen bestückt und besitzen weder eine Helligkeits-, Kontrast- bzw. Farbsättigungsregelung. Mit Hilfe des ELV-FBAS-RGB-Konverters erfolgt eine Umsetzung von Video- in RGB-Signale zur Ansteuerung dieser Monitore. Selbstverständlich besitzt der FRK 7000 als komfortable Bedienungsfeatures die Einstellmöglichkeit von Farbsättigung, Farbkontrast und Helligkeit.

## Bedienung und Funktion

Auf der Rückseite des ELV-FBAS-RGB-Konverters FRK 7000 befindet sich eine 3,5 mm Klinkenbuchse (von der Rückseite aus gesehen ganz rechts), in die

ein 3,5 mm Klinkenstecker von einem Steckernetzgerät eingesteckt wird. Es kann jede unstabilierte Gleichspannung im Bereich zwischen 12,7 V bis 15 V mit einer Belastbarkeit von mindestens 300 mA zur Versorgung des FRK 7000 dienen (z. B. 12 V / 300 mA Steckernetzgerät). Die links auf der Gerätefrontseite angeordnete Kontroll-LED „Ein“ signalisiert die Betriebsbereitschaft.

In der Grundstellung sollten sich die drei Regler für Kontrast, Farbsättigung und Helligkeit ungefähr in ihrer Mittelstellung befinden. Während des Betriebes des FRK 7000 können diese Regler zur individuellen Korrektur des Bildsignals dienen.

Als Eingangsbuchsen stehen für das Video-Signal eine DIN-AV- und eine BNC-Buchse zur Verfügung. Bei der DIN-AV-Buchse wird neben dem Videosignal auch das NF-Tonsignal gleichzeitig mit eingespeist, während die BNC-Buchse nur als Video-Signaleingang dient, so daß für die Toneingangsbuchsen noch zwei Cinch-Buchsen erforderlich sind (bei Monosignalen wird nur die Cinch-Buchse des linken Kanals benötigt). Beim FRK 7000 wird das NF-Tonsignal direkt durchgeschleift und steht an den entsprechenden Pins der Scart-Buchse und als Monosignal an der Submin-D-Buchse zur Verfügung.

Für die Signalauskopplung stehen sowohl eine Scart-Buchse als auch eine 9polige Submin-D-Buchse zur Verfügung.

Da die im Handel befindlichen Monitore hinsichtlich der Ansteueramplitude recht verschieden sein können, wurde der FRK 7000 mit zwei getrennten RGB-Ausgängen versehen. Der erste Ausgang liefert an einer Scart-Buchse die normgerechte Ansteueramplitude von ca 1 V. Der zweite Ausgang ist mit einer 9poligen Submin-D-Buchse versehen. Hier können die RGB-Signale mit einer Amplitude von ca. 5 V (ungefähr TTL-Pegel) entnommen werden. Letztgenannte Buchsen werden häufig in der Computertechnik eingesetzt.

Hinsichtlich der Synchronisation stehen am Ausgang des FRK 7000 eine Vielzahl von Synchronisationsimpulsen zur Verfügung. Es werden sowohl die Horizontal- und Vertikal-Synchronimpulse getrennt ausgegeben als auch das Composit-Synch-Signal. Die Polarität der Synchronimpulse ist mit Hilfe von Codiersteckern an den jeweiligen Monitor anzupassen. Hier sei besonders darauf hingewiesen, daß auch die Impulsrichtung gemischt einstellbar ist, d. h. z. B. negative Vertikal- und positive Horizontalimpulse.

Insgesamt handelt es sich beim FRK 7000 um den kompletten Farbteil einschließlich Synchronimpulserzeugung eines Farbfernsehgerätes, wobei lediglich die Farbstufen fehlen, da sie in den Monitoren im allgemeinen vorhanden sind. Durch die universellen Ein- und Ausgänge können nahezu alle FBAS/Video-Signalquellen (also auch Computer mit FBAS-Ausgängen) an alle gängigen Farbmonitore mit RGB-Eingängen angeschlossen werden.

## Zur Schaltung

Die Einspeisung der Audio-Tonsignale erfolgt bei der DIN-AV-Buchse über die Pins 4 und 6 (BU 3). Parallel dazu liegen die beiden Cinch-Buchsen BU 5 und BU 6. Von dort erfolgt die Weiterleitung zu den Audio-Ausgängen der Scart-Buchse (BU 4) und der Submin-D-Buchse, wobei hier der Ton nur in Mono zur Verfügung steht.

Das FBAS/Video-Signal wird an Pin 2 der DIN-AV-Buchse bzw. an der BNC-Buchse eingespeist. Über C 19 gelangt dieses Signal auf die mit T 1 aufgebaute Treiberstufe. Da T 1 in Kollektorschaltung arbeitet, wird das Signal unverstärkt am Emitter abgenommen und über R 17 auf Pin 5 des IC 2 geführt. Gleichzeitig wird mit T 1 ein für IC 2 erforderlicher Gleichspannungsoffset am Eingang erzeugt.

Beim IC 2 des Typs TDA 2579 handelt es sich um eine komplette Horizontal-Vertikal-Kombination zur Erzeugung der



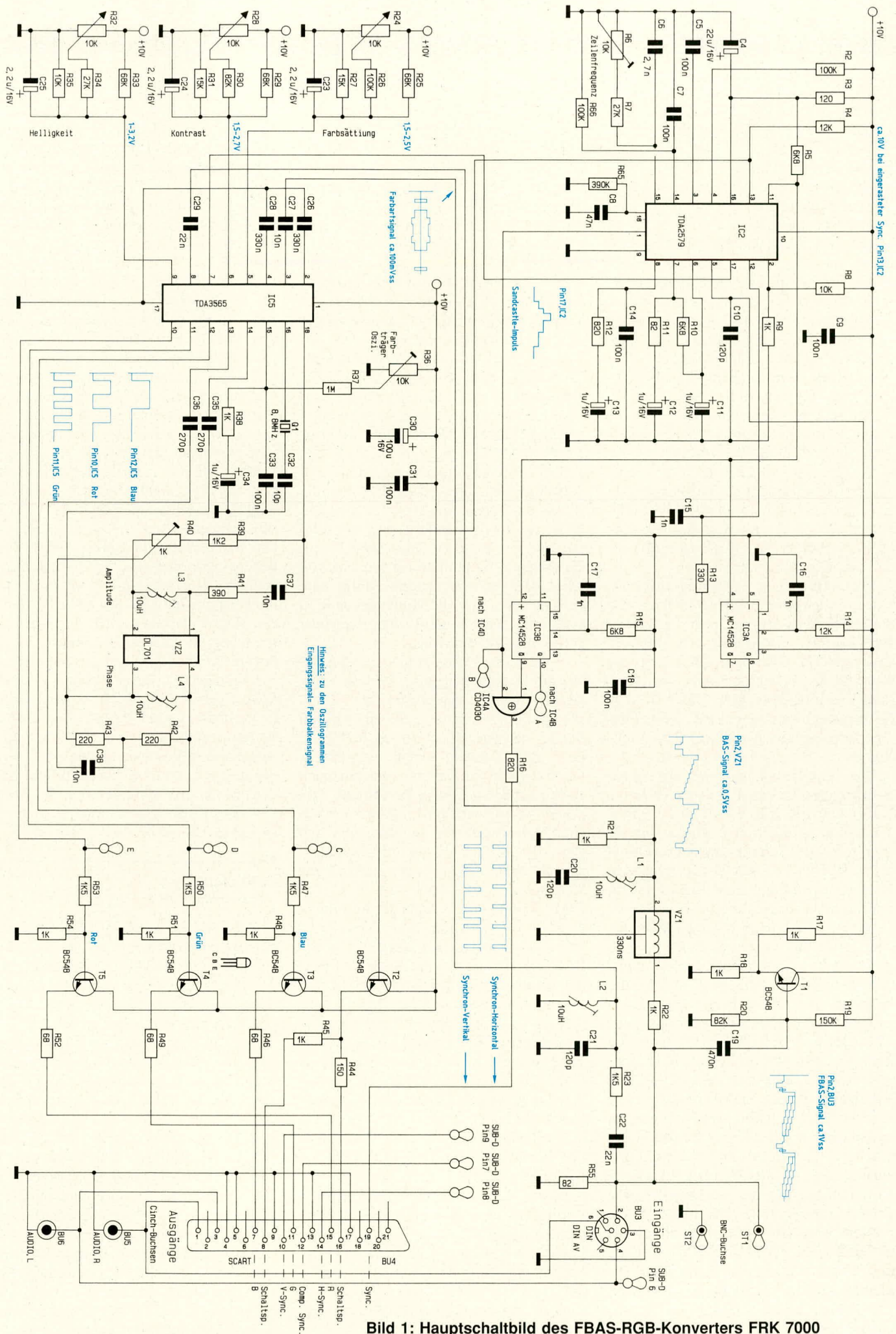


Bild 1: Hauptschaltbild des FBAS-RGB-Konverters FRK 7000



horizontalen und vertikalen Synchronisationsimpulse. An Pin 11 des IC 2 steht ein zeilenfrequenter Impuls mit einem Tastverhältnis von ca. 1 : 1 zur Verfügung. Die ansteigende Flanke dieses Synchronimpulses triggert IC 3 A. Das mit dem IC 3 A aufgebaute Monoflop simuliert einen Zeilenrückschlagimpuls von ca. 12 µs Länge. Mit Hilfe von R 13, C 15 wird dieser Synchronimpuls verzögert. Hierdurch wird die Speicherzeit der Zeilenendstufe simuliert. Der verzögerte Zeilenrückschlagimpuls wird dem Phasendetektor zugeführt, der im IC 2 integriert ist. Dieses IC ist dadurch in der Lage, am Ausgang einen zum Eingangssignal exakt synchronen Impuls zu liefern.

Der zeilenfrequente Impuls an Pin 11 des IC 2 triggert ebenfalls mit der positiven Flanke IC 3 B. In Verbindung mit C 17, R 15 wird ein Zeilenimpuls von ca. 4,7 µs Länge erzeugt. Dieser horizontale Synchronimpuls wird über ein EXOR-Gatter (IC 4 A) zum Composit-Synch-Signal verknüpft, das über R 16 auf Pin 19 der Scart-Buchse gelangt.

Die horizontalen Synchronisationsimpulse werden auf Pin 6 des IC 4 B und die vertikalen Synchronisationsimpulse auf Pin 13 des IC 4 D gegeben. Mit Hilfe der Codierstecker BR 1 und BR 2 kann die Polarität der Synchronimpulse am Ausgang dieser beiden EXOR-Gatter (IC 4 B, D) festgelegt werden. Über IC 4 C erfolgt eine Verknüpfung zum Composit-Synch-Signal.

Die drei vorstehend beschriebenen Synchronisationssignale gelangen über die Widerstände R 56 bis R 58 auf die Pins 10, 12 und 14 der Scart-Buchse sowie die Pins 7, 8, 9 der Submin-D-Buchse. Durch die Z-Dioden D 6 bis D 8 erfolgt eine Begrenzung der Signalamplituden auf ca. 5 V, d. h. auf ungefähr TTL-Pegel.

Das IC 2 liefert neben den horizontalen und vertikalen Synchronisationsimpulsen an Pin 17 den Super-Sandcastle-Impuls, der zur Burstaustastung im PAL-Decoder benötigt wird. Dieser Impuls gelangt direkt auf Pin 7 des PAL-Decoders des Typs TDA 3565. Mit Hilfe von R 6 ist die Zeilensynchronisation der im IC 2 integrierten PLL-Schaltung einzustellen. Die Regelzeitkonstante dieser PLL-Schaltung wird im IC 2 den Eingangsbedingungen automatisch angepaßt. Durch externe Beschaltung von Pin 18 kann die Einstellung auch zwangsgesteuert werden. So wird z. B. durch einen Widerstand von 390 kΩ nach Masse bewirkt, daß lediglich die mittlere und kleine Regelzeitkonstante aktiviert werden können. Wird hingegen ein 180 kΩ-Widerstand eingesetzt, ist die kleinste Regelzeitkonstante eingeschaltet.

Kommen wir als nächstes zur eigentlichen Farbdecodierung. Das von Pin 2 der

DIN-AV-Buchse bzw. von der BNC-Buchse gelieferte Videosignal wird über C 22, R 23 auf einen mit L 2 und C 21 aufgebauten Parallelkreis gegeben, der auf die Farbhilfsträgerfrequenz von 4,43 MHz abgestimmt ist. Da dieser Schwingkreis nur bei Resonanz hochohmig ist, gelangen lediglich die Farbanteile des Videosignals über C 27 auf Pin 3 des PAL-Decoders IC 5.

Gleichzeitig wird das Videosignal von der Eingangsbuchse über R 22 auf die Verzögerungsleitung VZ 1 gegeben. Hier werden Laufzeitunterschiede zwischen Schwarz-Weiß- und Farbkanal ausgeglichen. Mit Hilfe des Saugkreises L 1, C 20, der ebenfalls auf 4,43 MHz abgestimmt ist, erfolgt die Ausfilterung der Farbanteile. Über C 29 wird nur das reine Y-Signal auf Pin 8 des IC 5 gegeben. Dieses IC des Typs TDA 3565, das auch in vielen Farbfernsehgeräten eingesetzt wird, nimmt die eigentliche Signalkonvertierung vor. Mit Hilfe des internen Referenzträgeroszillators und des externen Quarzes Q 1 wird die doppelte Farbhilfsträgerfrequenz von 8,86 MHz erzeugt. Intern erfolgt eine Teilung auf 4,43 MHz. Mit Hilfe von R 36 kann die Farbträgeroszillatorfrequenz genau eingestellt werden.

Mit der PAL-Verzögerungsleitung DL 701 mit Zusatzbeschaltung wird das Farbsignal in seine Komponenten „F<sub>R-Y</sub>“ und „F<sub>B-Y</sub>“ zerlegt. Das „F<sub>R-Y</sub>“-Signal wird an Pin 14 und das „F<sub>B-Y</sub>“-Signal an Pin 13 dem PAL-Decoder wieder zugeführt. Diese Signale werden üblicherweise auch als Fu- und Fv-Signale bezeichnet. Das „G-Y“-Signal wird im IC 5 intern durch eine Matrixschaltung generiert. An den Pins 10 bis 12 stehen die drei Ausgangssignale „Rot“, „Grün“ und „Blau“ zur Verfügung.

Mit R 40 bzw. L 3 kann die Amplitude und mit L 4 die Phasenlage des PAL-Decoders nachgeglichen werden. Die drei RGB-Signale werden mit Hilfe der Spannungsteiler R 47 bis R 54 auf jeweils ca. 2 V heruntergeteilt und auf die drei Treiber-Transistoren T 3 bis T 5 gegeben. Die drei Emitter-Widerstände von jeweils 68 Ω nehmen eine Leistungsanpassung an die zu speisenden RGB-Endstufen vor. Außerdem gelangen die drei RGB-Signale über C 39 bis C 41 auf die mit T 6 bis T 8 aufgebauten Treiberstufen. Mit Hilfe der Dioden D 3 bis D 5 wird hier eine Klemmung auf 0 V vorgenommen. Am Ausgang der drei Kollektorstufen steht somit eine Signalamplitude von ca. 0 bis 4,5 V zur Verfügung.

Mit den drei Potis R 24, R 28 und R 32 können die Werte für Kontrast, Farbsättigung und Helligkeit von der Gerätefrontseite aus den entsprechenden Anforderungen angepaßt werden.

Da das für die Synchronisation zuständige IC 2 des Typs TDA 2579 an Pin 13 zusätzlich ein Identifikationssignal zur Verfügung stellt, kann dieses Signal zu Schaltzwecken genutzt werden. Sobald ein Eingangssignal am FRK 7000 anliegt und IC 2 synchronisiert hat, wird an Pin 13 ein High-Signal ausgegeben, das T 2 ansteuert. Am Emitter dieses Transistors steht bei Synchronisation die Schaltspannung zur Verfügung, die über R 44 und R 45 auf die entsprechenden Pins (8, 16) der Scart-Buchse gegeben wird. Hiermit könnte z. B. ein Fernsehgerät auf AV- und RGB-Betrieb umgeschaltet werden.

Darüber hinaus lassen sich diese Schaltspannungen auch für weitere Anwendungen nutzen. So könnte z. B. ein Monitor in „Stand-By“ geschaltet werden, sobald kein Eingangssignal mehr anliegt.

In Abbildung 3 ist das Netzteilschaltbild des FRK 7000 dargestellt. Gespeist wird die Schaltung durch ein 12 V / 300 mA-Steckernetzteil. Diese unstabilierten Steckernetzteile geben meist eine höhere Spannung als die aufgedruckte Nennspannung ab, sofern sie nicht mit ihrer maximalen Leistung betrieben werden. Die Einspeisung der Versorgungsspannung erfolgt über die Buchse BU 1, um von dort über Si 1 und die Verpolungsschutzdiode D 1 auf den Eingang des 10 V-Festspannungsreglers IC 1 zu gelangen. In Verbindung mit C 1 bis C 3 nimmt das IC 1 eine Stabilisierung auf 10 V vor. D 2 signalisiert in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 1 die Betriebsbereitschaft. Für den einwandfreien Betrieb des FRK 7000 kann die Eingangsspannung im Bereich zwischen 12,7 V bis 18 V schwanken.

---

## Zum Nachbau

---

Aufgrund des ausgefeilten Platinenlayouts ist der Aufbau dieses interessanten Gerätes recht einfach durchführbar. Mit Ausnahme der BNC-Buchse finden sämtliche Bauelemente auf einer übersichtlich gestalteten Leiterplatte Platz.

Bei der Bestückung der Platine wird zunächst mit den niedrigen Bauelementen begonnen, d. h. zuerst werden die Brücken bestückt, danach folgen die Widerstände und anschließend die höheren Bauelemente. Zuletzt werden die drei Potis und die Buchsen auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Sind die Arbeiten sorgfältig durchgeführt, kontrolliert man sicherheitshalber die Platine nochmals auf Lötzinnbrücken und Bestückungsfehler. Danach kann die Gehäuserückwand befestigt werden. Mit zwei Schrauben M 3 x 10 erfolgt die Befestigung der Rückwand an die Scart-Buchse. Ebenfalls mit Schrauben M 3 x



10 mm wird die Rückwand an der 9poligen Submin-D-Buchse angeschraubt. Als weitere Befestigung dient die vorher von der 3,5 mm Klinkenbuchse abgeschraubte Rändelmutter, die jetzt von der Rückseite

aus wieder auf den Buchsenhals aufgeschraubt und festgezogen wird.

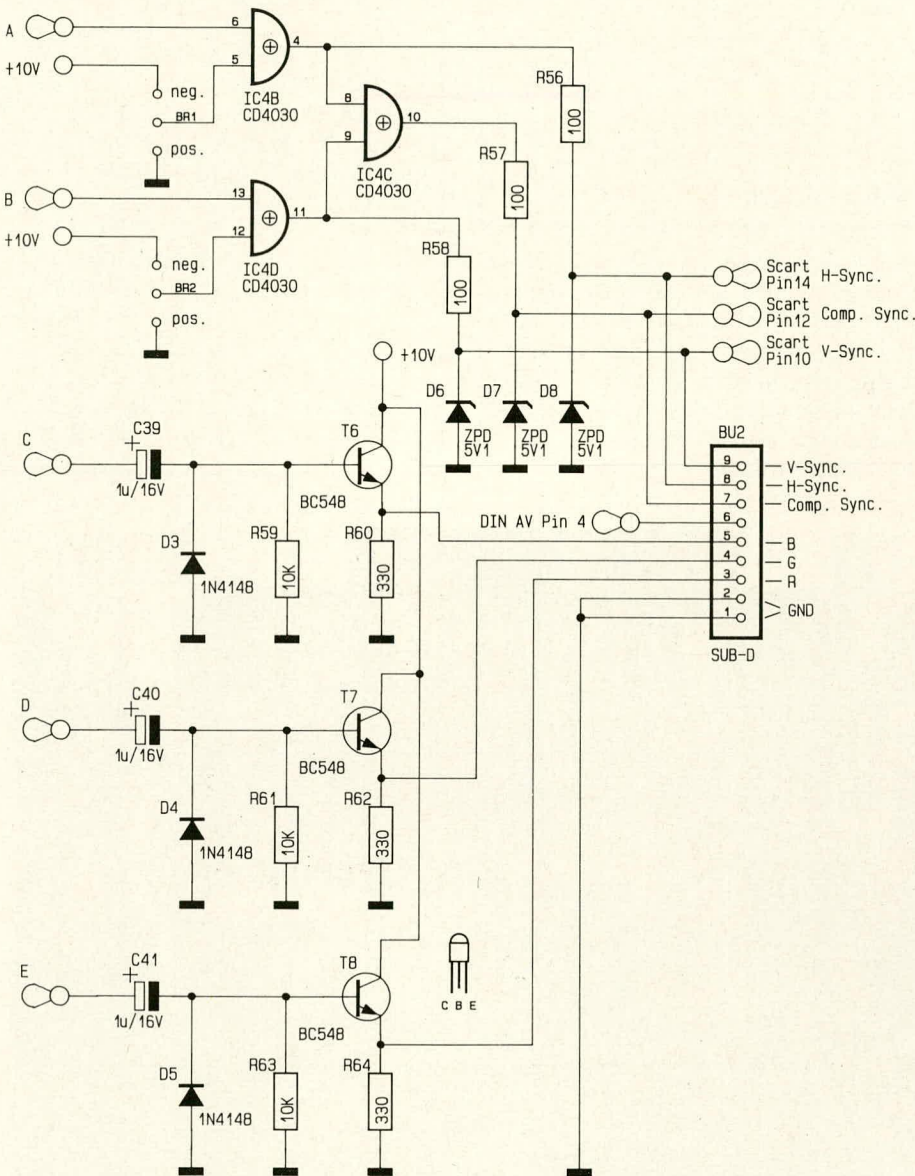
Die Befestigung der Frontplatte erfolgt in ähnlicher Weise. Zunächst sind die Befestigungsmuttern der drei Potis abzu-

schrauben und die Frontplatte aufzusetzen. Sodann werden die Muttern von der Frontplattenvorderseite aus auf die Potihälse geschraubt und festgezogen.

In dieser derart vorbereiteten Konfiguration kann jetzt die Platine mit angeflanschter Front- und Rückplatte in die entsprechenden Gehäusenuten der Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden.

Die Kontroll-LED D 2, die als Besonderheit nicht von der Bestückungsseite, sondern von der Leiterbahnseite aus eingesetzt wurde, ist im rechten Winkel so zur Frontplatte hin abzubiegen, daß sie an der entsprechend vorgesehenen Stelle zum Einsatz kommt und von außen im aktiven Zustand gut sichtbar ist.

Nachdem der Abgleich des Gerätes sorgfältig erfolgte, kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt werden.



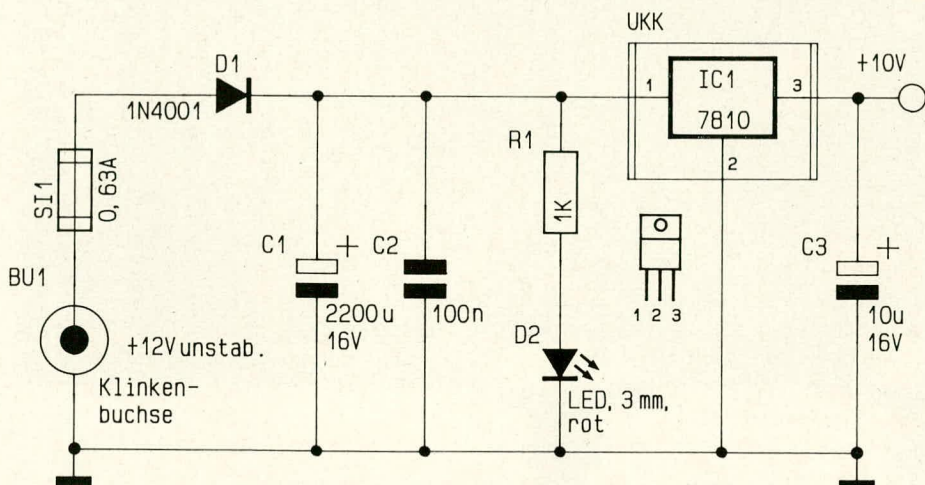
### Zum Abgleich

Der Abgleichaufwand dieser recht komplexen Schaltung ist verhältnismäßig einfach und ohne aufwendige technische Hilfsmittel durchführbar. Nachdem die Eingangssignalquelle und der Monitor angeschlossen sind, wird mit Hilfe von R 6 die Zeilensynchronisation eingestellt. Sodann sollte bereits ein einwandfrei stehendes Bild auf dem Monitor zu sehen sein.

Als nächstes wird mit Hilfe von R 36 die Farbhilfsträgerfrequenz abgeglichen. R 36 wird langsam so weit verdreht, bis auf dem Monitor die Farbe erscheint. Um sicherzustellen, daß der Farbhilfsträgeroszillator auch nach dem Ausschalten wieder richtig anschwingt, wird das Gerät mehrmals aus- und eingeschaltet, um die optimale Stellung von R 36 zu ermitteln.

Für den weiteren Abgleich ist es sinnvoll, das von den Fernsehsendeanstalten

**Bild 2:**  
Teilschaltbild  
der Ausgangstreiber



**Bild 3:**  
Netzteil-  
schaltbild

vorwiegend vormittags ausgestrahlte FuBk-Testbild zu nutzen. Hierzu ist das Testbild mit Hilfe eines Videorecorders aufzuzeichnen und in den FRK 7000 einzuspeisen. Für den Abgleich des PAL-Decoders sind in erster Linie die  $\pm V+U$ -Sägezahn- und die Unbunfelder  $+V$  und  $\pm U$  sowie das „G-Y“-Feld (Gesichtsfarbenfeld) von Interesse. Die in den Unbunfeldern auftretende horizontale Streifenstruktur (PAL-Jalousie) deutet auf Amplitudenfehler hin und kann mit Hilfe von R 40 bzw. L 3 ausgeglichen werden.







82 kΩ	R 20, R 30
100 kΩ	R 2, R 26, R 66
150 kΩ	R 19
390 kΩ	R 65
1 MΩ	R 37
10 kΩ, Poti, 6 mm Achse	R 24, R 28, R 32
1 kΩ, Trimmer, liegend	R 40
10 kΩ, Trimmer, liegend	R 6, R 36

### Kondensatoren

10 pF	C 32
120 pF	C 10, C 20, C 21
270 pF	C 35, C 36
1 nF	C 15-C 17
2,7 nF	C 6
10 nF	C 27, C 37, C 38
22 nF	C 22, C 29
47 nF	C 8
100 nF	C 2, C 5, C 7, C 9, C 14, C 18, C 31, C 33

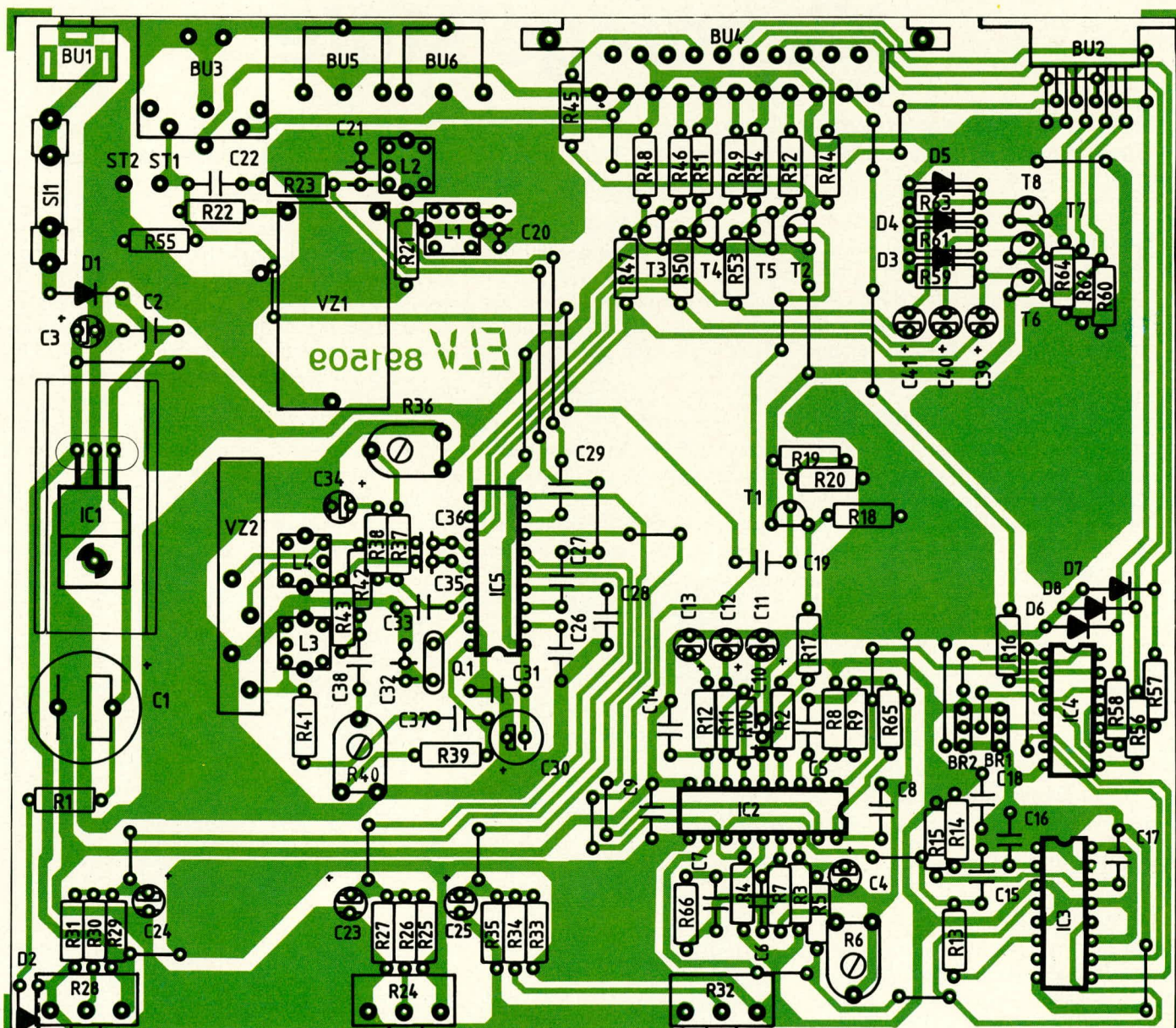
330 nF	C 26, C 28
470 nF	C 19
1 µF/16 V	C 11-C 13, C 34, C 39-C 41
2,2 µF/16 V	C 23-C 25
10 µF/16 V	C 3
22 µF/16 V	C 4
100 µF/16 V	C 30
2200 µF/16 V	C 1

### Halbleiter

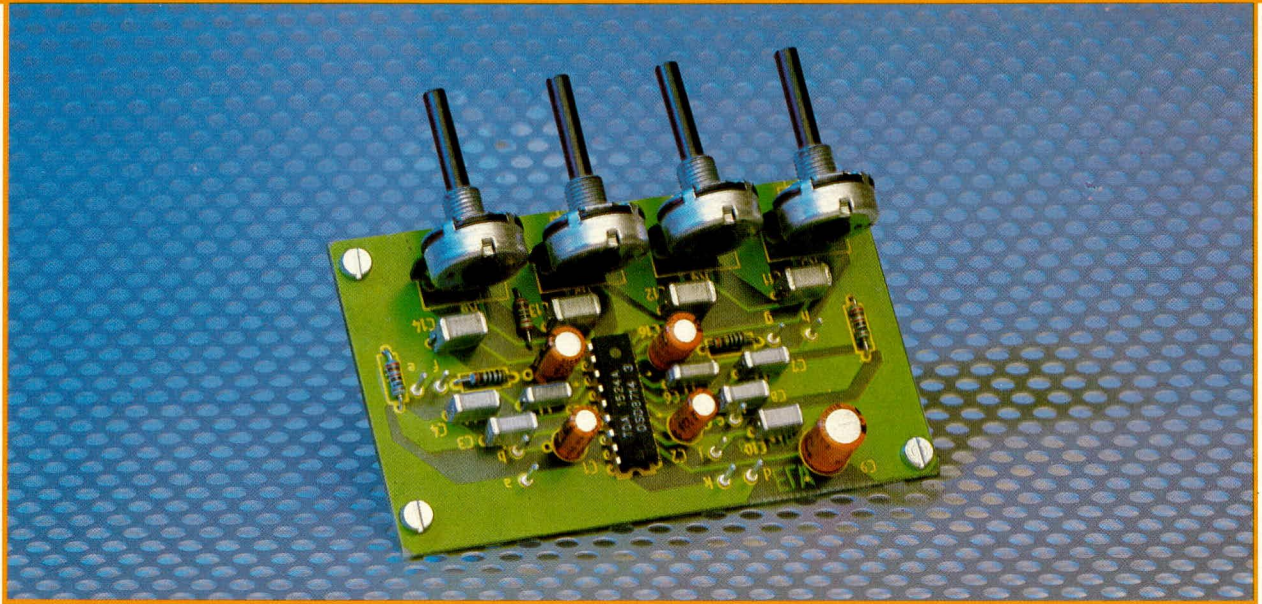
7810	IC 1
TDA 2579	IC 2
TDA 3565	IC 5
CD 4030	IC 4
CD 4528	IC 3
BC 548	T 1-T 8
1 N 4001	D 1
1 N 4148	D 3-D 5
ZPD 5,1	D 6-D 8
LED, 3 mm, rot	D 2

### Sonstiges

10 µH Spule	L 1-L 4
8,8 MHz Quarz	Q 1
330 ns	VZ 1
DL 701	VZ 2
Klinkenbuchse 3,5 mm	Bu 1
Sub-D Buchse	Bu 2
DIN-AV Buchse	Bu 3
Scart-Buchse	Bu 4
Cinch-Buchse	Bu 5, Bu 6
1 BNC-Buchse	
1 Platinsicherungshalter	
1 Sicherung 0,63 A	
1 U-Kühlkörper SK 13	
1 Schraube M 3 x 8	
1 Mutter M 3	
2 3polige Stiftleisten	
2 Lötstifte	
20 cm flexible Leitung	
40 cm Silberdraht	
2 Codierstecker	







# Stereo-Vorverstärker mit Klangregelstufe

**Wie mit nur einem einzigen IC und wenigen externen Bauelementen ein qualitativ guter Stereo-Klangregelverstärker mit großem Dynamikumumfang aufgebaut werden kann, zeigt die hier vorgestellte Schaltung.**

## Allgemeines

Wichtiger Bestandteil einer jeden guten Verstärkeranlage ist der Vorverstärker mit Klangregelung und Balanceeinstellung. Besonders der Klangregelung kommt eine wichtige Bedeutung zu, da hierdurch der Wiedergabeeindruck individuellen Wünschen entsprechend angepaßt werden kann.

Aus dem Hause VALVO kommt der zentrale Baustein für die hier vorgestellte Schaltung. Es handelt sich um den Typ TDA 1524 A, der es ermöglicht, mit nur diesem einen IC und einer kleinen Anzahl externer Bauelemente einen Stereo-Vorverstärker mit Lautstärkeeinstellung, getrennter Klangregelung für Höhen und Tiefen sowie Balanceeinstellung aufzubauen. Es handelt sich hierbei um eine qualitativ gute und doch höchst einfach aufzubauende Schaltung. Weitergehende technische Daten finden Sie in einer übersichtlichen Tabelle zusammengestellt.

## Zur Schaltung

Die NF-Eingangsspannungen für den linken bzw. rechten Stereokanal werden an den Platinenanschlußpunkten „b“ und „c“ der Schaltung zugeführt und über die Kondensatoren C 1 und C 2 auf die Ein-

gänge Pin 15 und Pin 4 des IC 1 gegeben. Der in dieser Schaltung eingesetzte integrierte Schaltkreis des Typs TDA 1524 A beinhaltet sämtliche aktiven Komponenten, so daß lediglich eine überschaubare Anzahl passiver Bauteile extern anzuschließen ist.

Zur Tiefenbeeinflussung dienen die Bauelemente R 1, C 3, C 4 (linker Kanal) bzw. R 2, C 7, C 8 (rechter Kanal). Für die Höhen ist jeweils nur ein Kondensator (C 5 bzw. C 6) erforderlich. Zur Einstellung dienen integrierte elektronische Potentiometer, die über eine extern anzulegende

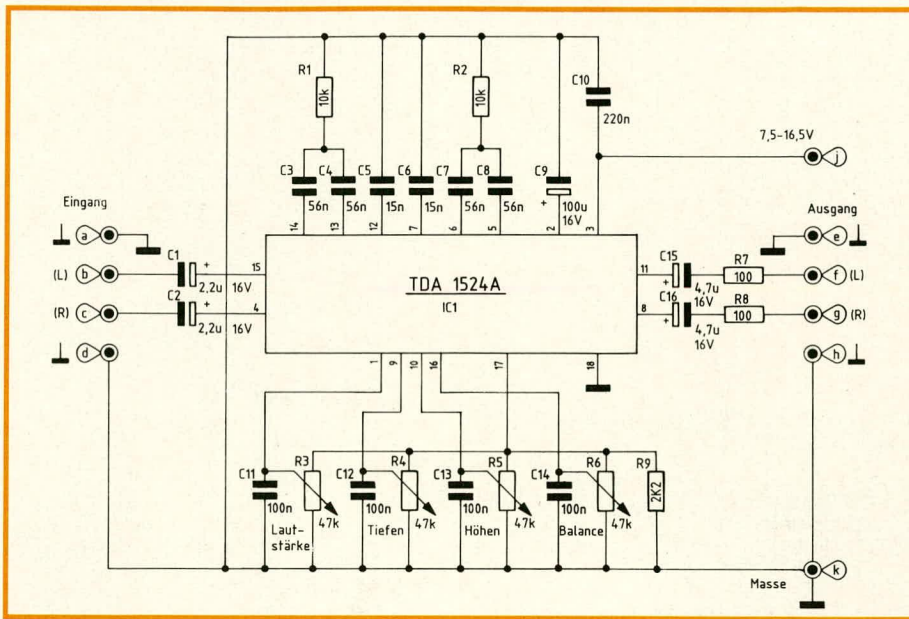
Spannung gesteuert werden. Zur Lautstärkeeinstellung ist der Steuereingang Pin 1 zuständig, für die Tiefen Pin 9, für die Höhen Pin 10 und für die Balance Pin 16. Die hier einzuspeisenden Steuerspannungen liegen im Bereich zwischen 0,25 bis 3,8 V (bei einer Versorgungsspannung von 8,5 V) bzw. bis 7 V (bei einer Versorgungsspannung von 16,5 V). Um die genauen Werte braucht man sich nicht zu kümmern, sofern die an Pin 17 des IC 1 zur Verfügung stehende Referenzspannung zur Speisung der Einstellpotentiometer R 3 bis R 6 dient (wie auch in der vorliegen-

## Technische Daten:

Versorgungsspannung:	7,5 V bis 16,5 V (typ. 12 V)
Versorgungsstrom:	25 mA bis 60 mA (typ. 35 mA)
NF-Eingangsspannungsbereich	
(für 700 mV Ausgangsspannung):	70 mV bis 1400 mV
Maximale Ausgangsspannung:	1400 mV
Lautstärke-Einstellbereich:	-80 dB bis +20 dB
Höhen-Einstellbereich:	+/-16 dB
Tiefen-Einstellbereich:	+22 bis -40 dB
Balance-Einstellbereich:	+/-40 dB
Klirrfaktor (f = 1 kHz):	0,1 %
Übersprechdämpfung:	60 dB
Gleichlaufabweichung:	1,5 dB
Brummunterdrückung:	50 dB
Umgebungstemperatur:	-30 bis +80°C

Angegeben sind typische Werte. Technische Änderungen vorbehalten.





### Schaltbild des Stereo-Vorverstärkers mit Klangregelstufe

den Schaltung). C 11 bis C 14 besitzen die Aufgabe, störende Schleifgeräusche der Potentiometer auszuschleichen.

In der vorliegenden Konfiguration ist die Schaltung mit einer physiologischen Lautstärkeeinstellung ausgestattet. Dies bewirkt, daß bei niedrigeren Lautstärken die tiefen Frequenzen automatisch leicht angehoben werden, so daß sich dem Hörer ein subjektiv gesehen ausgewogenes Klangbild darstellt. Ist dies nicht gewünscht, wird einfach zwischen den Anschlußbeinchen 17 und 18 ein 2,2 kΩ-Widerstand angeschlossen. Durch den dadurch erzeugten zusätzlichen Stromfluß wird dem Schaltkreis signalisiert, die physiologische Lautstärkeregelung auszuschalten und zu einer linearen Lautstärkebeeinflussung zu wechseln.

Der Elko C 9 puffert die intern aufbereitete Versorgungsspannung, während C 10 eine erste Siebung der anliegenden Versorgungsspannung vornimmt.

Die entsprechend aufbereiteten NF-Eingangsspannungen werden nach Durch-

### Stückliste: Stereo-Vorverstärker mit Klangregelstufe

#### Widerstände

100 Ω .....	R 7, R 8
10 kΩ .....	R 1, R 2
2,2 kΩ .....	R 9
47 kΩ, Poti, 4 mm Achse	R 3–R 6

#### Kondensatoren

15 nF .....	C 5, C 6
56 nF .....	C 3, C 4, C 7, C 8
100 nF .....	C 11–C 14
220 nF .....	C 10
2,2 µF/16 V .....	C 1, C 2
4,7 µF/16 V .....	C 15, C 16
100 µF/15 V .....	C 9

#### Halbleiter

TDA 1524 A .....	IC 1
------------------	------

#### Sonstiges

10 Lötstifte	
--------------	--

laufen der Schaltung an Pin 11 (linker Kanal) bzw. Pin 8 (rechter Kanal) über C 15, R 7 bzw. C 16, R 8 ausgekoppelt und stehen an den Platinenanschlußpunkten „f“ und „g“ zur Verfügung.

Für die Signalzu- und -weiterführung sollten abgeschirmte isolierte Zuleitungen verwendet werden, deren Abschirmungen jeweils an den zugehörigen Masseanschluß zu legen sind, der sich unmittelbar neben dem zugehörigen Signal-Platinenanschlußpunkt befindet (Innenader zur NF-Signalführung für den linken Kanal an Platinenanschlußpunkt „b“ und zugehörige Abschirmung an Platinenanschlußpunkt „a“ usw. ).

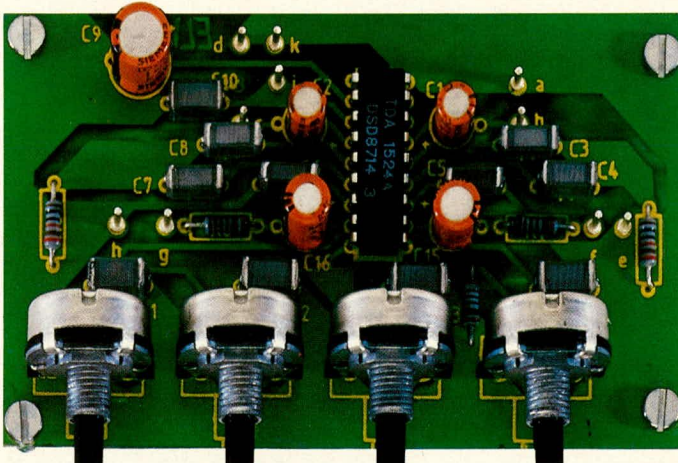
Die Versorgungsspannung, die im Bereich zwischen +7,5 V und +16,5 V liegen kann, ist an die Platinenanschlußpunkte „j“ (+) und „k“ (Masse) zu legen.

### Zum Nachbau

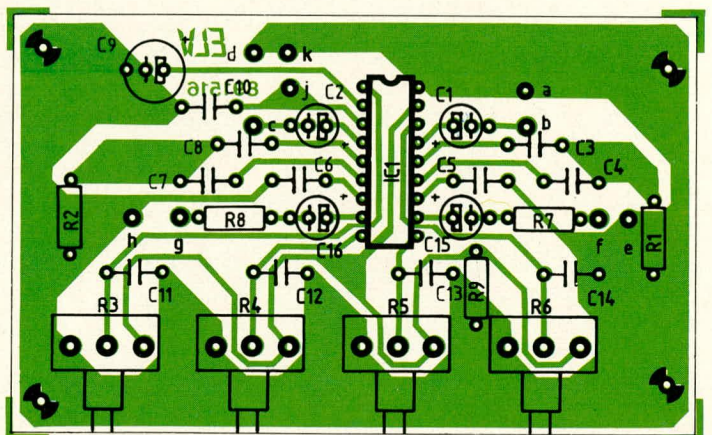
Obwohl es sich bei der vorliegenden Schaltung um eine durchaus anspruchsvolle Technik handelt, für deren Realisierung man noch vor geraumer Zeit einen nicht unerheblichen Aufwand benötigt hätte, ist der Aufbau der hier vorliegenden Konstruktion denkbar einfach. Sämtliche Bauelemente finden auf einer übersichtlich gestalteten Platine Platz, deren Bestückung in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen wird. Zunächst sind die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine zu setzen und auf der Leiterbahnseite zu verlöten.

Vor dem Anlegen der Versorgungsspannung überprüft man nochmals die korrekte Position einschließlich der Einbaulage der fünf Elkos und des ICs.

Wichtig ist der sorgfältige Anschluß der Signalleitungen, bei denen es sich unbedingt um möglichst kurze isolierte abgeschirmte Zuleitungen handeln sollte. Danach steht dem Einsatz dieser interessanten Schaltung nichts mehr im Wege. **ELV**

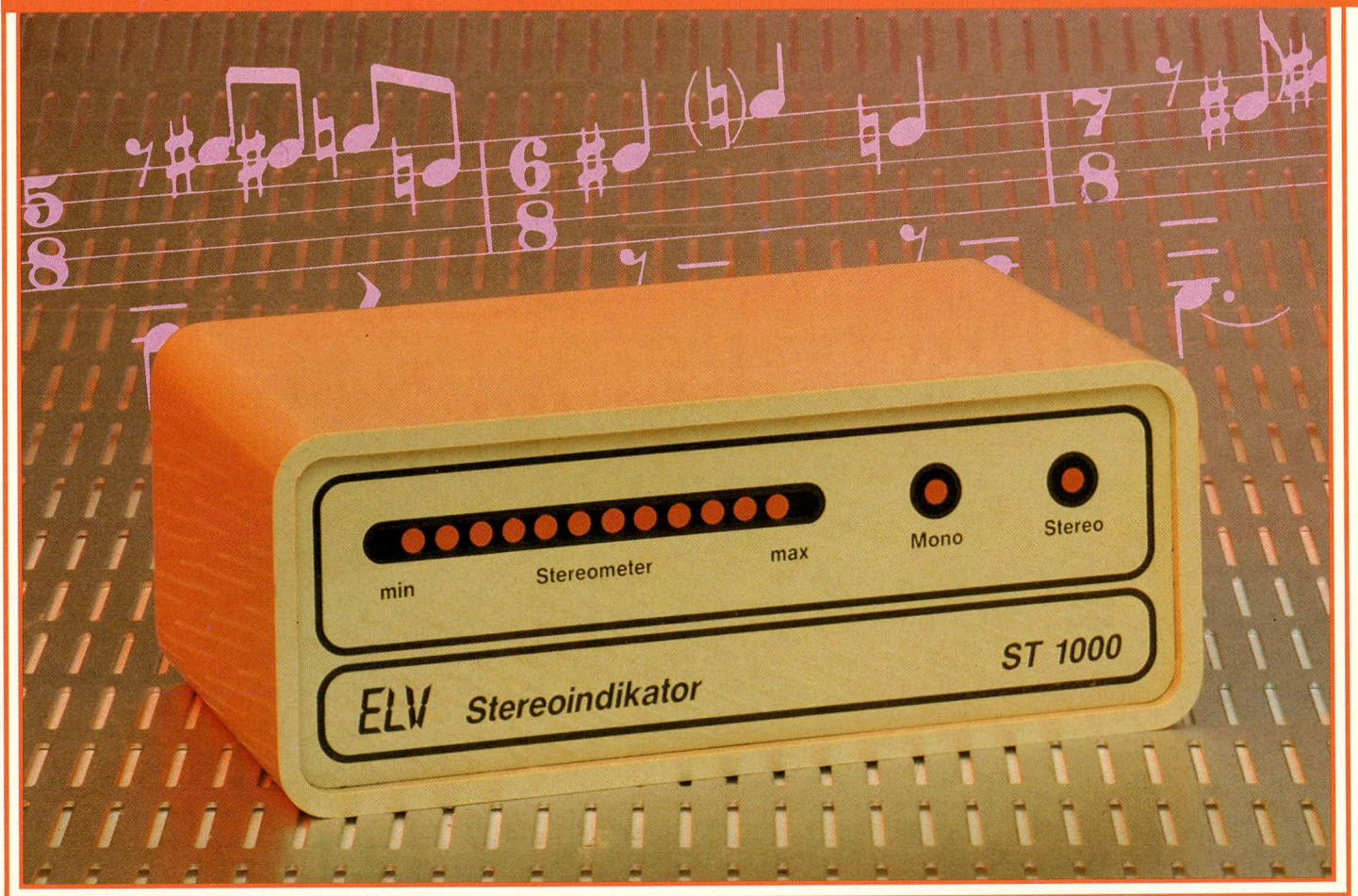


Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsplan des Stereo-Vorverstärkers





# Stereoindikator

**Unabhängig vom Pilotton zeigt der ELV-Stereoindikator an, ob es sich um eine Mono- bzw. eine Stereosendung handelt. Der besondere Vorteil liegt darin, daß auch nachträgliche Aufzeichnungen von Cassettenrecordern nach Mono bzw. Stereo unterschieden werden können.**

## Allgemeines

Den Profis und Audio-Insidern ist das Problem seit langem bekannt:

Zahlreiche UKW-Sender strahlen den Pilotton für Stereosendungen permanent bei allen Sendungen mit aus. Hierbei wird häufig keine Rücksicht darauf genommen, ob es sich bei dem zu übertragenden Schallereignis auch tatsächlich um eine Stereo- oder lediglich um eine Mono-Aufzeichnung handelt. Der Grund ist vermutlich darin zu suchen, daß es sich um einen zusätzlichen Aufwand handelt, den Sender jeweils umzuschalten. Für den anspruchsvollen Hörer verliert damit die konventionelle Stereoanzeige ihre Aussagekraft.

Ist eine Aufnahme erst einmal auf Tonband oder Cassette aufgezeichnet, stellt sich außerdem das Problem des Erkennens einer Stereoaufnahme, insbesondere auch, wenn es sich um ältere Schallkonserven handelt.

Wir stellen Ihnen daher in dem vorliegenden Artikel eine besonders interessante Schaltung vor, mit deren Hilfe unabhängig vom Pilotton bzw. auch nachträglich nach erfolgter Aufzeichnung die Möglichkeit besteht, zwischen Mono- und Stereoaufzeichnungen zu unterscheiden.

Darüber hinaus bietet der ELV-Stereoindikator als Besonderheit eine Information über die Ausprägung des Stereocharakters. Hier ist zwar kein allgemein gültiges Maß zu benennen, jedoch kann aufgrund von Erfahrungswerten vom Anwender ein ungefährer Rückschluß auf die Kanaltrennung bzw. die Qualität des Stereocharakters erfolgen. Je größer der "Ausschlag" auf dem LED-Leuchtband des ELV-Stereoindikators ist, desto ausgeprägter ist der Stereocharakter der betreffenden Aufzeichnung.

Die Schaltung, die zum Einbau in ein formschönes Gehäuse der ELV-Serie micro-line ausgelegt ist, wird einfach über zwei Cinch-Buchsen (für linken und

rechten Kanal) an einen Cassettenrecorder, einen Tuner oder einen Vorverstärker angeschlossen. Die Versorgung erfolgt über ein 12 V/300 mA-Stecker-netzteil.

## Zur Schaltung

Die Funktion ist am anschaulichsten aus dem Blockschaltbild (Bild 1) zu erkennen. Angesteuert wird die Schaltung mit einer NF-Eingangsspannung von ca. 500 mV von einem Tuner, Magnetband- oder Phonogerät.

Der Verstärker V 1 wird zur Entkopplung und zur Verstärkung des linken Stereokanals eingesetzt, während V 2 zur Entkopplung, Verstärkung und zusätzlich als Phasenumkehrstufe für den rechten Kanal dient.

In einer weiteren Stufe (V 3) werden beide Signale addiert, wodurch sich bei Monobetrieb beide Signale aufheben. Im



Stereobetrieb ergibt sich ein Differenzsignal, das über die Stufe V 3 verstärkt wird, wobei die Phasendrehung von 180 Grad in dieser Stufe für die grundsätzliche Funktion der Schaltung bedeutungslos ist.

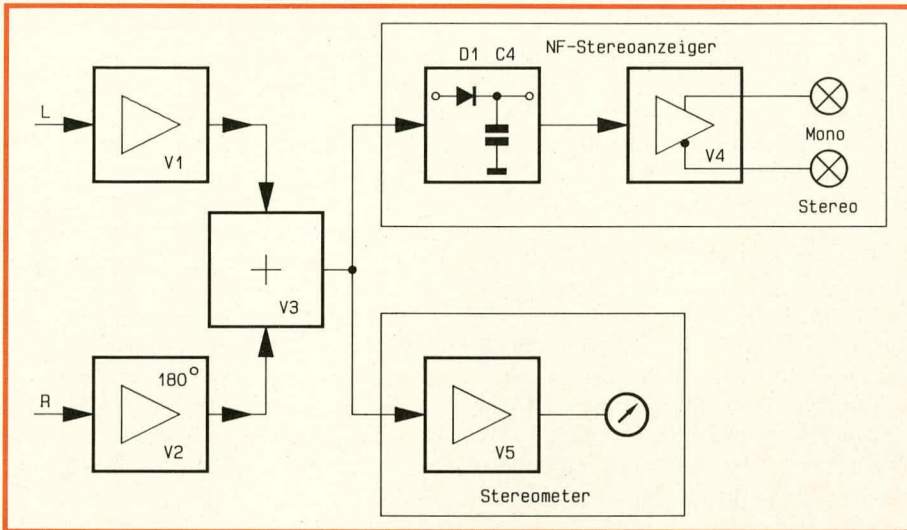
Anschließend gelangt das so aufbereitete NF-Signal zum einen auf den NF-Stereo-Anzeiger zur Mono-Stereo-Erkennung und zum anderen auf das Stereome-

ter zur Anzeige der Ausprägung des Stereocharakters über ein aus 12 LEDs bestehendes Leuchtband.

In der praktischen Realisierung wird der Verstärker V 1 mit Hilfe der Transistorstufe T 1 mit Zusatzbeschaltung und der Verstärker V 2 mit Hilfe von T 2 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut. Die um 180 Grad differierende Phasenlage wird dadurch erreicht, indem die Auskopplung

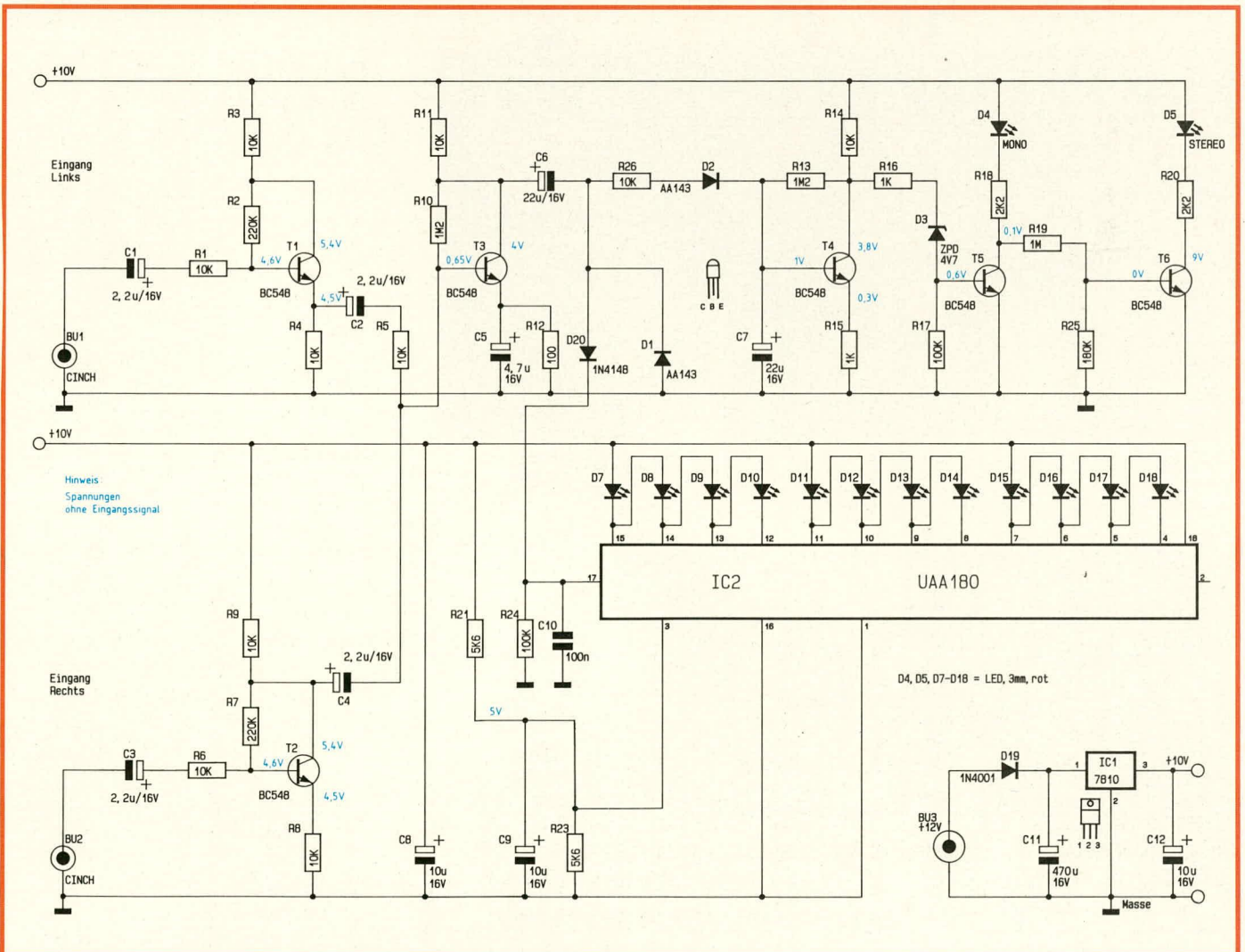
zum einen am Emitter von T 1 und zum anderen am Kollektor von T 2 erfolgt. Der Summiervverstärker V 3 besteht aus T 3 mit Zusatzbeschaltung.

Von dort wird das so aufbereitete Signal über C 6 der Klemm- und Gleichrichterschaltung D 1, D 2 sowie C 7 zugeführt. Die so erzeugte Gleichspannung wird von der folgenden mit T 4 und Zusatzbeschaltung aufgebauten Stufe verstärkt und gleichzeitig invertiert. Vom Kollektor dieser Stufe gelangt das Signal über R 16 und D 3 auf den Treiber-Transistor T 5, der über R 18 die Mono-Leuchtdiode D 4 treibt. Die Z-Diode D 3 dient in diesem Zusammenhang zur Verschiebung des Gleichspannungspotentials in Verbindung mit der Festlegung einer Ansprechschwelle. Ein weiterer Inverter (T 6 mit Zusatzbeschaltung) treibt über R 20 die Stereo-LED D 5. Je nachdem, ob es sich um eine Mono- oder Stereo-Aufzeichnung handelt, leuchtet wahlweise eine der



links: Bild 1 Blockschaltbild des Stereoindikators

unten: Bild 2: Schaltbild des Stereoindikators





beiden LEDs auf. Ohne anliegendes Eingangssignal ist D 4 (Mono) aktiviert.

Zusätzlich wird das Signal am Kollektor des Summierverstärkers T 3 über C 6 und D 20 ausgekoppelt und auf den Eingang (Pin 17) der Leuchtbandanzeige (IC 2) gegeben, die mit dem IC des Typs UAA 180 nebst Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Insgesamt werden von diesem IC direkt 12 LEDs in Form eines Leuchtbandes angesteuert.

Mit Hilfe von R 21 und R 23 sowie C 9 wird eine Referenzspannung erzeugt, die dem Eingang Pin 3 des IC 2 zugeführt wird. Der zweite Referenzspannungseingang (Pin 16) liegt auf Masse.

Je größer die am Eingang Pin 17 des IC 2 anliegende Spannung ist, desto mehr LEDs (D 7 bis D 18) leuchten auf. Dies signalisiert die Größe des Unterschiedes zwischen den beiden Stereokanälen.

Die Spannungsversorgung erfolgt aus einem 12 V/300 mA-Gleichspannungs-Steckernetzteil (maximal 15 V), das über die 3,5 mm Klinkenbuchse (BU 3) angeschlossen wird. D 19 dient dem Verpolungsschutz. Der Festspannungsregler IC 1 stabilisiert die Versorgungsspannung in Verbindung mit C 11 und C 12 auf 10 V.

### Zum Nachbau

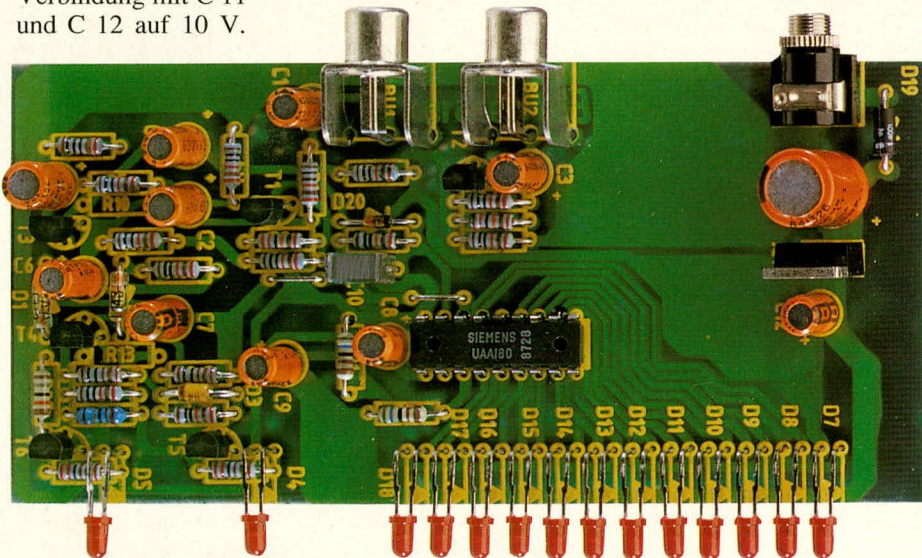
Sämtliche Bauelemente einschließlich der Buchsen und der Leuchtdioden finden auf einer einzigen übersichtlich gestalteten Platine Platz.

Zunächst werden in gewohnter Weise die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Neben den Bauelementen sind lediglich zwei Brücken zu setzen. Verdrahtungsarbeiten gibt es gar keine.

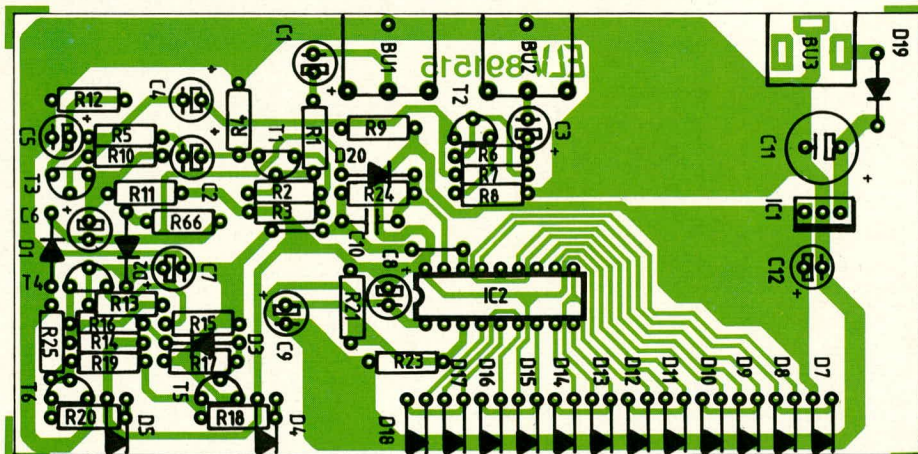
Grundsätzlich kann der ELV-Stereoindikator an beliebiger Stelle in eine Stereoanlage integriert werden. Um aus dem Baustein ein vollständiges Gerät werden zu lassen, steht auch ein formschönes Gehäuse aus der ELV-Serie micro-line zur Verfügung mit bedruckter Frontplatte. Hier kann die betriebsfertige Leiterplatte mit der Bauteileseite nach unten weisend in die oberen Gehäusenuten eingeschoben werden. Die Befestigungsmutter für die 3,5 mm Klinkenbuchse wird von der Gehäuserückwand aufgesetzt und dient gleichzeitig für die zusätzliche Fixierung

der Leiterplatte im Gehäuse. Damit die Leuchtdioden an der korrekten Stelle hinter der Frontplatte angeordnet sind, werden diese so in die Platine gesetzt, daß die Leuchtdiodenvorderseite einen Abstand von exakt 18 mm zur Platinenoberseite aufweist. Anschließend werden die Beinchen im rechten Winkel nach vorne gebogen, und zwar in einem Abstand von 5 mm zur Platinenoberseite. Für den Einbau in andere Gehäuse ist die LED-Anordnung ggf. individuellen Wünschen entsprechend anzupassen.

Für das Einsetzen der Frontplatte ins Gehäuse ist etwas Kraftaufwand erforderlich, da eine gute Passung zwischen Gehäusekontur und Frontplattenabmessungen besteht. Ohne Frontplatte ist das Gehäuse leicht nach innen gewölbt. Dies ist beabsichtigt, damit sich die Gehäusekontur nach dem Einsetzen der Frontplatte letzterer gut anpaßt. In Verbindung mit der Frontplatte ergibt sich selbstverständlich eine gerade Gehäusekontur, wie dies auch auf der Abbildung ersichtlich ist. Die Gefahr, daß die Frontplatte beim Einsetzen beschädigt wird, ist gering (sofern nicht gerade rohe Kräfte walten), da sowohl Gehäuse als auch Frontplatte aus hochwertigem ABS-Kunststoff bestehen. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des Stereoindikators



Bestückungsplan des Stereoindikators

### Stückliste: Stereoindikator

#### Widerstände

100 Ω	.....	R 12
1 kΩ	.....	R 15, R 16
2,2 kΩ	.....	R 18, R 20
5,6 kΩ	.....	R 21, R 23
10 kΩ	.....	R 1, R 3–R 6, R 8, R 9, R 11, R 14, R 26
100 kΩ	.....	R 17, R 24
180 kΩ	.....	R 25
220 kΩ	.....	R 2, R 7
1 MΩ	.....	R 19
1,2 MΩ	.....	R 10, R 13

#### Kondensatoren

100 nF	.....	C 10
2,2 µF/16 V	.....	C 1–C 4
4,7 µF/16 V	.....	C 5
10 µF/16 V	.....	C 8, C 9, C 12
22 µF/16 V	.....	C 6, C 7
470 µF/16 V	.....	C 11

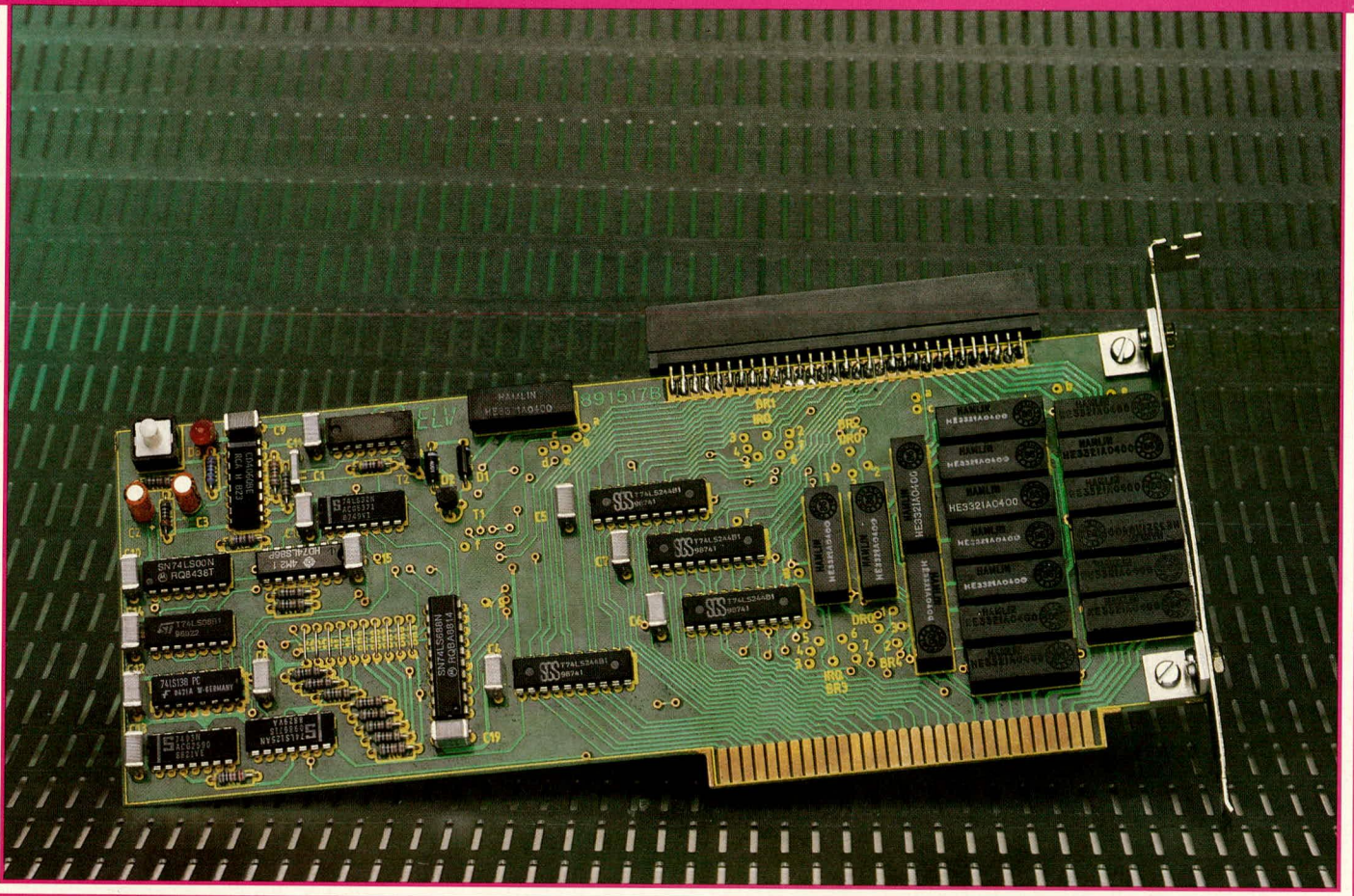
#### Halbleiter

UAA 180	.....	IC 2
7810	.....	IC 1
BC 548	.....	T 1–T 6
AA 143	.....	D 1, D 2
1 N 4001	.....	D 19
1 N 4148	.....	D 20
ZPD 4,7	.....	D 3
LED, 3 mm, rot	.....	D 4, D 5, D 7–D 18

#### Sonstiges

Cinchbuchse	.....	Bu 1, Bu 2
Klinkenbuchse 3,5 mm	.....	Bu 3





# IBM-PC-Einsteck-Servicekarte

*Im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels wird der Nachbau und die Inbetriebnahme der ELV-Servicekarte ausführlich beschrieben.*

## Zum Nachbau

Die gesamte Schaltung der ELV-Servicekarte ist auf einer doppelseitig durchkontaktierten Einsteckplatine mit den Abmessungen 233 mm x 104 mm untergebracht. An der Busrückwand befindet sich ein Abdeckstreifen, der mit 2 Winkeln gemäß Abbildung 3 an der Hauptplatine befestigt wird.

Die Bestückung der ELV-Servicekarte wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zuerst

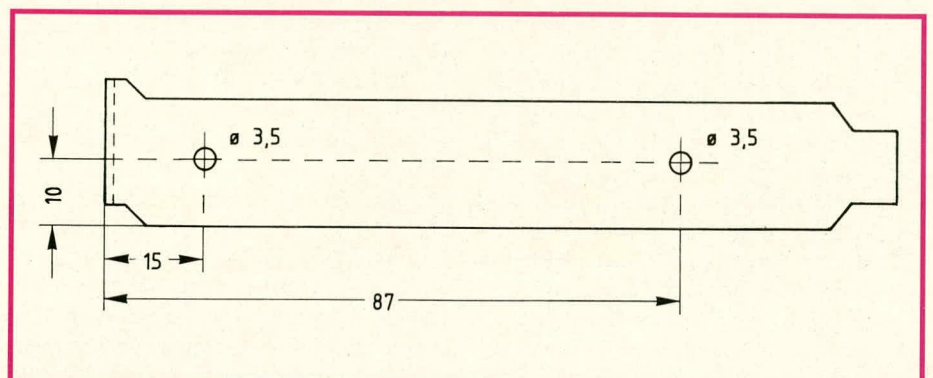
werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseite der Platine gesetzt und auf der gegenüberliegenden Seite verlötet. Es ist darauf zu achten, daß die Bauteile möglichst dicht auf die Platine gesetzt werden, um spätere Berührungen mit der im nächsten Slot eingesteckten Platine zu vermeiden.

Der 62polige Direktsteckverbinder wird auf der einen Platinenstirnseite festgelötet, wie dies auch aus der Abbildung ersichtlich ist. Dies geschieht in der Weise, daß die eine Seite der Buchse an der

Bestückungsseite und die andere Seite an der Lötseite der Platine angelötet wird. Hierzu ist es notwendig, die Anschlußpins etwas zusammendrücken, damit diese vor dem Verlöten fest auf der Platine aufliegen.

In Abbildung 3 ist eine Bohrzeichnung für den Abdeckstreifen der Gehäuserückwand gezeigt. Hier werden zwei Schrauben M 3 x 6 mm durchgesteckt zur Befestigung an den Aluwinkeln auf der Platine, wie dies auch auf dem entsprechenden Foto zu sehen ist.

Bevor die ELV-Servicekarte ihrer Be-



**Bild 3:** Bearbeitungsskizze für den Abdeckstreifen in der Gehäuserückwand des Rechners



stimmung übergeben wird, müssen noch die Brücken für die I/O-Ansprechadresse eingelötet werden. Eine nähere Beschreibung der zur Verfügung stehenden I/O-Adreßbereiche ist in Tabelle 4 zu finden.

**Tabelle 4: Der E/A-Adreßbereich des IBM-PC**

E/A-Adresse	Funktion
000H..00FH	DMA-Controller (8237A-5)
020H..021H	Interrupt-Controller (8259-5)
040H..043H	Zeitgeber/Zähler (8253-5)
060H..063H	Systemregister (8255A-5)
080H..083H	DMA-Seitenregister (74 LS 670)
0A0H..0BFH	NMI-Interrupt-Register
0C0H..0FFH	Reserviert
100H..1FFH	Frontplattencontroller
200H..20FH	Für Computerspiele (Game Port)
210H..217H	Erweiterungseinheit
220H..24FH	Reserviert
278H..27FH	Zweiter Drucker
2F8H..2FFH	Zweite serielle Schnittstelle
300H..31FH	Prototypkarte
320H..32FH	Festplatten-Controller
378H..37FH	Druckerschnittstelle (parallel)
380H..38FH	SDLC-Schnittstelle
3A0H..3AFH	Reserviert
3B0H..3BFH	Monochromadapter und Drucker
3C0H..3CFH	Reserviert
3D0H..3DFH	Farbgrafikkarte
3E0H..3E7H	Reserviert
3F0H..3F7H	Floppy-Controller
3F8H..3FFH	Serielle Schnittstelle

Zur Erläuterung der Einstellung des I/O-Adreßdecoders, bestehend aus BR 5 bis BR 10, soll als Beispiel die Adresse „300 H“ als Ansprechadresse für die IBM-PC-Einsteck-Servicekarte dienen. Die erste Ziffer der hexadezimalen I/O-Adresse kann maximal eine 3 sein, da der 16 Bit-I/O-Adreßraum der IBM-PC nur mit 10 Bit, d. h. maximal „400 H“ decodiert ist. Diese Zahl 3 wird binär mit den Brücken BR 13 und BR 14 eingestellt. In unserem Beispiel für die I/O-Basisadresse „300 H“ müssen also die Brücken BR 5 bis BR 12 mit einer Drahtbrücke geschlossen sein, und die Brücken BR 13 und BR 14 bleiben offen.

**Tips zur Inbetriebnahme**

Sollte die IBM-PC-Einsteck-Servicekarte nach der Inbetriebnahme nicht sogleich arbeiten oder der Rechner „abstürzen“, empfiehlt es sich, anhand der nachfolgend aufgeführten Tips eine Überprüfung vorzunehmen.

Um die Karte zu testen, ist diese aus dem PC zu entnehmen und so anzuordnen, daß die Bauelemente auf der Platine gut zugänglich sind. Über ein externes 5-V-Netzteil ist die Versorgungsspannung anzuschließen. Die positive 5 V-Spannung kann entweder an Pin B 29 oder B 03 auf

der Unterseite der Platine angeklemt werden und die dazugehörige Masseleitung läßt sich an B 01, B 10 oder B 31 ebenfalls auf der Platinenunterseite anschließen. Zweckmäßigerweise ist die Stromaufnahme unmittelbar nach dem Einschalten zu messen, die im Bereich zwischen 200 mA und maximal 300 mA liegen sollte.

Als nächster Schritt ist der Taster Ta 1 zu betätigen. Daraufhin müßte mit einer Verzögerungszeit von etwa 0,5 sec die Leuchtdiode D 3 aufleuchten.

Ist dies nicht der Fall, überprüft man zunächst den Oszillator/Teiler IC 6. Im Normalfall ist der Oszillator über Pin 12 (Reset) gesperrt. Durch den Tastendruck bekommt der Zähler IC 10 einen Taktimpuls. Daraufhin erscheint an Pin 3 von IC 11 A ein High-Impuls. Sodann müßte der Zähler hochlaufen und beim Erreichen des Zählerstandes „0“ bzw. „4“ den Oszillator/Teiler IC 6 sperren. Die Ruhezustände des Zählers, die an Pin 1, 2 und 3 von IC 9 zu messen sind, müssen demnach „000 B“ bzw. „100B“ betragen. Die Zustände der Ausgänge ST 1 bis 5 müssen sich wie in Tabelle 2 ("ELV journal" Nr. 60, Seite 24) verhalten.

Nach Erreichen des aktiven Zustandes steigt die Stromaufnahme um rund 70 mA an, d. h. sie liegt bei typ. 290 mA (maximal 360 mA).

Die Überprüfung des I/O-Adreßdecoders kann ebenfalls manuell erfolgen, wenn dieser beim Ablauf des Testprogramms nicht ansprechen sollte. Als eingestellte Beispieladresse nehmen wir wiederum „300 H“. Hierzu sind, wie bekannt, die Brücken BR 5 bis BR 12 zu schließen. Die Eingänge Pin RA 24 bis RA 31 sollten dann jeweils für den Test mit Massepotential verbunden werden. Die Leitung an Pin RA 11 (AEN) sollte in jedem Fall auf Massepotential liegen. Die Adreßleitungen A 8 und A 9 an Pin RA 23 und Pin RA 22 müssen sich auf unser Beispiel bezogen auf „High“-Potential (+5 V) befinden. An Pin 1 des 8-Bit-Vergleichers IC 14 ist jetzt ein Low-Pegel zu messen. Alle anderen Eingänge müßten ebenfalls Low-Potential aufweisen und in dessen Folge auch Pin 19 von IC 14. Durch einen kurzen Low-Impuls an RB 13 ( $\overline{IOWR}$ ) muß die ELV-Servicekarte immer den Grundzustand, d. h. den Einschaltzustand annehmen. Nachdem RB 13 wiederum auf High-Potential liegt, kann mit einem kurzen Low-Impuls an RB 14 ( $\overline{IORD}$ ) die Karte aktiviert bzw. bei Wiederholung deaktiviert werden. Dies wird durch die Gatter IC 13 A und IC 13 B durchgeführt.

Sollte die ELV-Servicekarte nach dem Einstecken in den PC nicht einwandfrei arbeiten, empfiehlt es sich, nach dem Anlegen der +5 V-Versorgungsspannung zunächst die Relaiskontakte RE 1 bis RE

17 durchzumessen. Dies kann auf einfache Weise dadurch geschehen, indem bei geschalteter und aktivierter Servicekarte jeweils von der Platinenoberseite zur Unterseite im Bereich des Direktsteckverbinders mit einem Ohmmeter der Durchgangswiderstand gemessen wird. Er sollte im Bereich von wenigen Ohm liegen. Bei den Messungen an den IRQ- bzw. DRQ-Leitungen muß selbstverständlich jeweils eine der Brücken BR 1 bis 4 geschlossen sein.

Um die Bustreiber IC 1 bis IC 4 zu überprüfen, wird an die zugehörigen Pins auf der Platinenunterseite jeweils ein High- oder Low-Signal gelegt, um anschließend bei aktivierter Karte an dem oben auf der Platine befestigten Direktsteckverbinder messen zu können.

Sind alle Messungen und Tests zur Zufriedenheit verlaufen, steht dem Einsatz dieser nützlichen ELV-Servicekarte nichts mehr im Wege.

Abschließend sei noch angemerkt, daß die ELV-Servicekarte, auch wenn sie nicht benutzt wird, in dem dafür vorgesehenen Slot verbleiben kann.

ELV

**Stückliste:  
IBM-PC-Einsteck-Servicekarte**

**Widerstände**

- 100 Ω ..... R 18
- 220 Ω ..... R 16
- 1 kΩ ..... R 5
- 4,7 kΩ ..... R 3, R 4
- 10 kΩ ..... R 2, R 6-R 15, R 17
- 22 kΩ ..... R 1

**Kondensatoren**

- 2,2 nF ..... C 1
- 100 nF ..... C 4-C 17
- 10 µF/16 V ..... C 2, C 3

**Halbleiter**

- 74 LS 00 ..... IC 7
- 74 LS 08 ..... IC 11
- 74 LS 14 ..... IC 8
- 74 LS 32 ..... IC 13
- 74 LS 86 ..... IC 12
- 74 LS 93 ..... IC 10
- 74 LS 125 ..... IC 5
- 74 LS 138 ..... IC 9
- 74 LS 244 ..... IC 1-IC 4
- 74 LS 688 ..... IC 14
- CD 4060 ..... IC 6
- BC 548 ..... T 1, T 2
- 1 N 4001 ..... D 1, D 2
- LED, 5 mm, rot ..... D 3

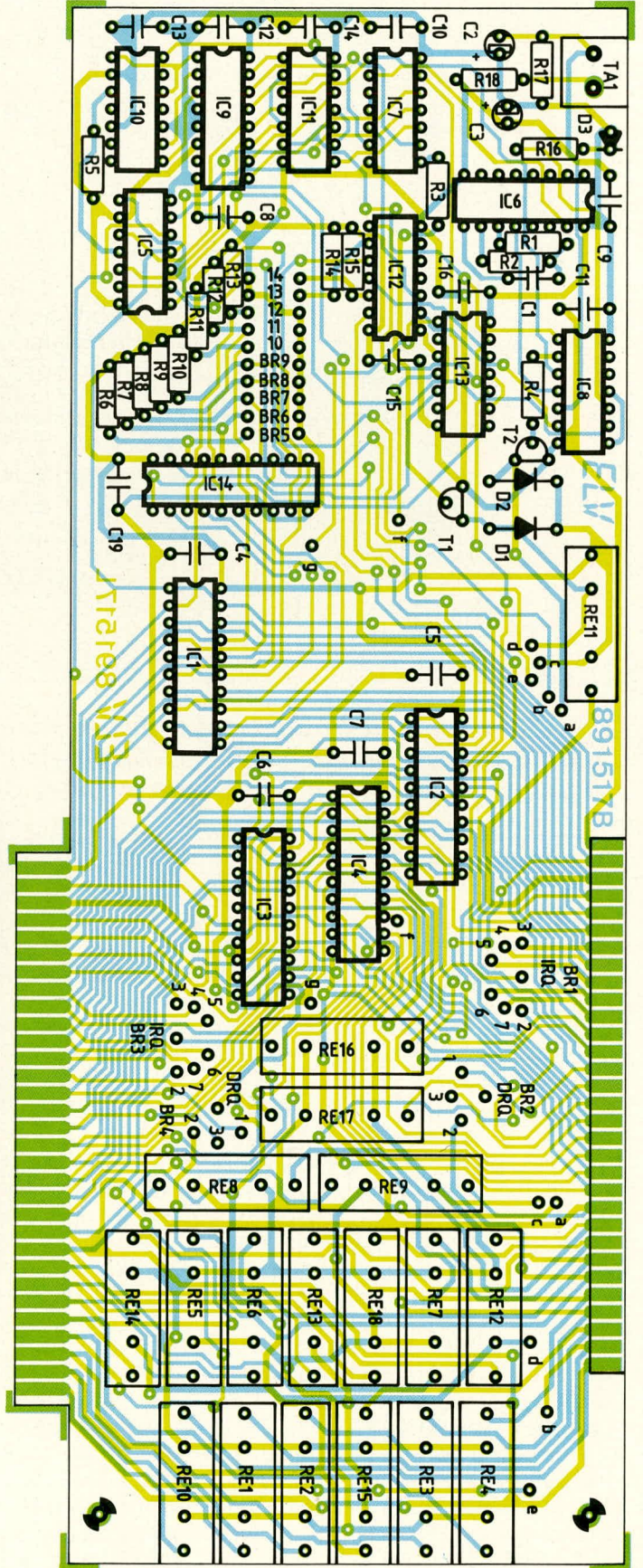
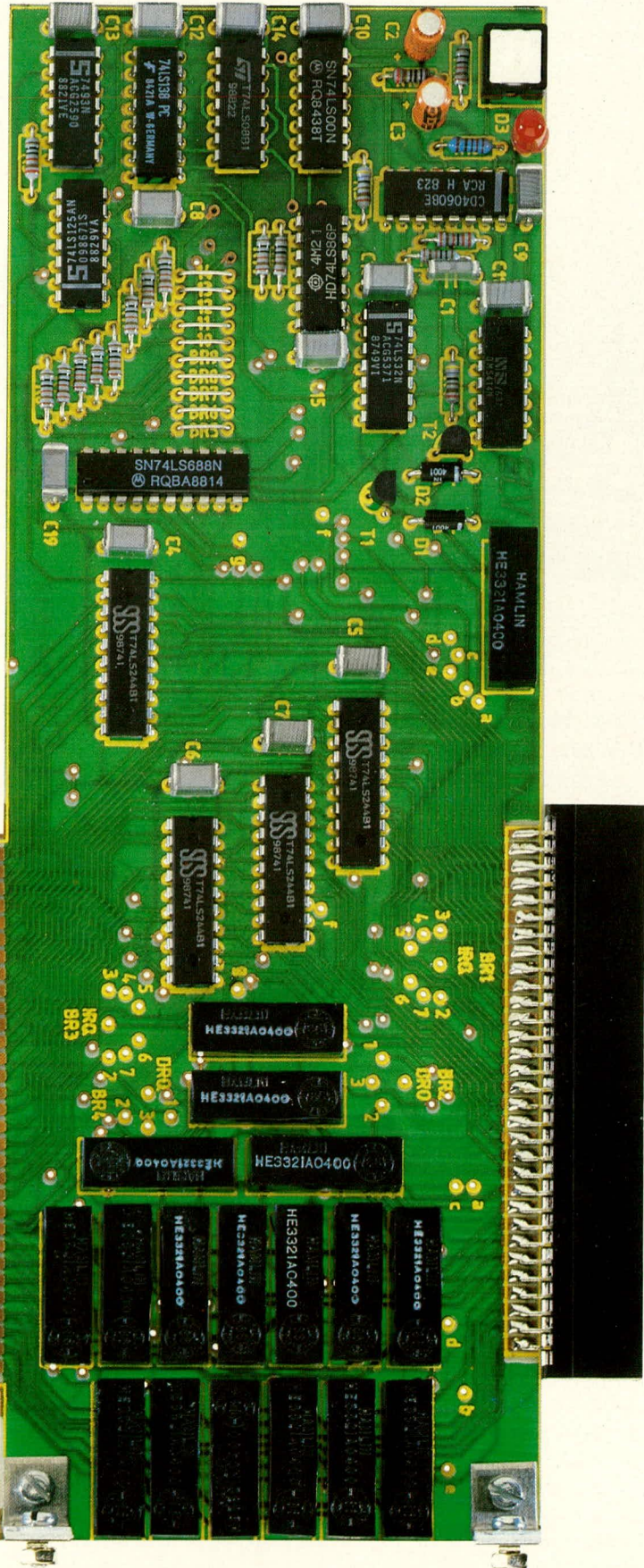
**Sonstiges**

- Reed-Relais ..... Re 1-Re 18
- Printtaster ..... Ta 1
- 1 Direkt-Steckverbinder 32polig
- 100 cm Schaltdraht
- 20 cm Silberdraht



Ansicht der fertig bestückten Platine der ELV-Servicekarte

Bestückungsplan der ELV-Servicekarte





# ELV Serie 7000: Prozessor-Netzteil PNT 7000 0 - 40 V, 0 - 3 A



**Nachdem wir uns in der vergangenen Ausgabe ausführlich mit der Bedienung und der grundsätzlichen Funktion des PNT 7000 befaßt haben, folgt im vorliegenden zweiten Teil sowie dem folgenden dritten Teil dieses Artikels die Schaltungsbeschreibung.**

## Das Blockschaltbild

Zur Veranschaulichung der Funktion dieser komplexen Schaltung ist in Abbildung 1 das Blockschaltbild des PNT 7000 dargestellt. Das Zusammenwirken der verschiedenen Schaltungsteile kann hier anschaulich erläutert werden.

Der Netztransformator Tr 1 setzt die 220 V-Netzwechselspannung auf ca. 24 V herunter bei gleichzeitiger galvanischer Trennung. Es folgt der Gleichrichter mit schaltbarem Spannungsverdoppler. Bei Ausgangsspannungen über 20 V wird vom Prozessor die Spannungsverdopplung aktiviert.

Die so aufbereitete Spannung gelangt über die Leistungsendstufe bestehend aus vier Darlington-Längstransistoren sowie dem Strom-Shunt-Widerstand zum positiven Ausgangsspannungsanschluß „+U<sub>aus</sub>“ bzw. zum Anschluß „-U<sub>aus</sub>“.

Je nach Stellung des elektronischen Schalters ES 1 wird die Leistungsendstufe entweder vom U-Regler oder vom I-Regler angesteuert. Die Entscheidung hierüber, welcher der beiden Regler die Steuerung vornimmt, trifft der Komparator, des-

sen Ausgang ES 1 umschaltet und gleichzeitig dem zentralen Prozessor die Information der Schalterstellung übermittelt.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die gesamte Regelelektronik auf der positiven Ausgangsspannung („+U<sub>aus</sub>“) „schwimmt“, d. h. diese Spannung stellt den Bezugspunkt (interne Schaltungsmasse) dar.

Über die Bedientaster erfolgt in Verbindung mit dem Display die Eingabe der Sollwerte von Spannung, Strom und Leistung. Die gewählten Werte können unmittelbar auf der insgesamt 12stelligen Digitalanzeige abgelesen werden.

Die Prozessoreinheit nimmt daraufhin die Steuerung der beiden D/A-Wandler sowie des A/D-Wandlers (zur Rückführung) vor. Hierzu wird der eingestellte Wert für die Soll-Spannung, der im Prozessor digital vorliegt, in einen analogen Wert umgewandelt. Eine Vorgabe von 40 V Ausgangsspannung bewirkt am D/A-Wandler eine Vorgabe-Referenzspannung  $U_{\text{soll}} = 1 \text{ V}$ . Diese Referenzspannung wird über einen zur Spannungs-Strom-Wandlung dienenden Vorwiderstand „R“ dem Eingang des U-Reglers zugeführt. Dieser stellt seinen Ausgang so ein, daß

sein Eingang auf 0 V liegt (wie auch der zweite mit dem Massesymbol versehene Eingang). Der von der negativen Ausgangsspannung kommende Widerstand „40R“ nimmt eine Gewichtung vor, so daß die am Ausgang des PNT 7000 anliegende Spannung dem 40fachen der vom D/A-Wandler vorgegebenen Referenzspannung entspricht. Die eigentliche sehr schnelle Regelung bewirkt der U-Regler.

In ähnlicher Weise gibt die Prozessoreinheit über einen weiteren D/A-Wandler die Referenzspannung  $I_{\text{soll}}$  auf einen der beiden Eingänge des I-Reglers. Eine Referenzspannung,  $I_{\text{soll}} = 0,75 \text{ V}$  entspricht einem Ausgangsstrom von 3 A. Der zweite Eingang erhält seine Information vom Strom-Shunt. Auch dieser Regler versucht, seinen Ausgang so einzustellen, daß die Potentiale an seinen beiden Eingängen übereinstimmen. Je nachdem, welcher der beiden Regler (U oder I) den niedrigeren Wert vorgibt, registriert dies der Komparator und schaltet den entsprechenden Regler über ES 1 auf die Leistungsendstufe durch. Dies entspricht dem idealen Verhalten einer U/I-Regelkennlinie weitgehend ohne die sonst üblichen Verrundungen.



Da immer nur einer der beiden Regler aktiviert ist, kennt der Prozessor auch nur diesen entsprechenden Ausgangswert. Wurde z. B. eine Spannung von 40 V bei einem Strom von 1 A vorgewählt, ist der U-Regler aktiviert, sofern ein Ausgangsstrom von kleiner als 1 A fließt, d.h. der U-Regler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 40 V. Um den tatsächlichen Wert des aktuell fließenden Stromes zu erfahren, schaltet der Prozessor den elektronischen Umschalter ES 2 auf den Strom-Shunt (eingezeichnete Schalterstellung). Dem A/D-Wandler wird jetzt eine dem Strom proportionale Spannung zugeführt, der diese umsetzt und der Prozessoreinheit den entsprechenden Digitalwert liefert. Jetzt kennt der Prozessor sowohl die Ausgangsspannung als auch den Ausgangsstrom.

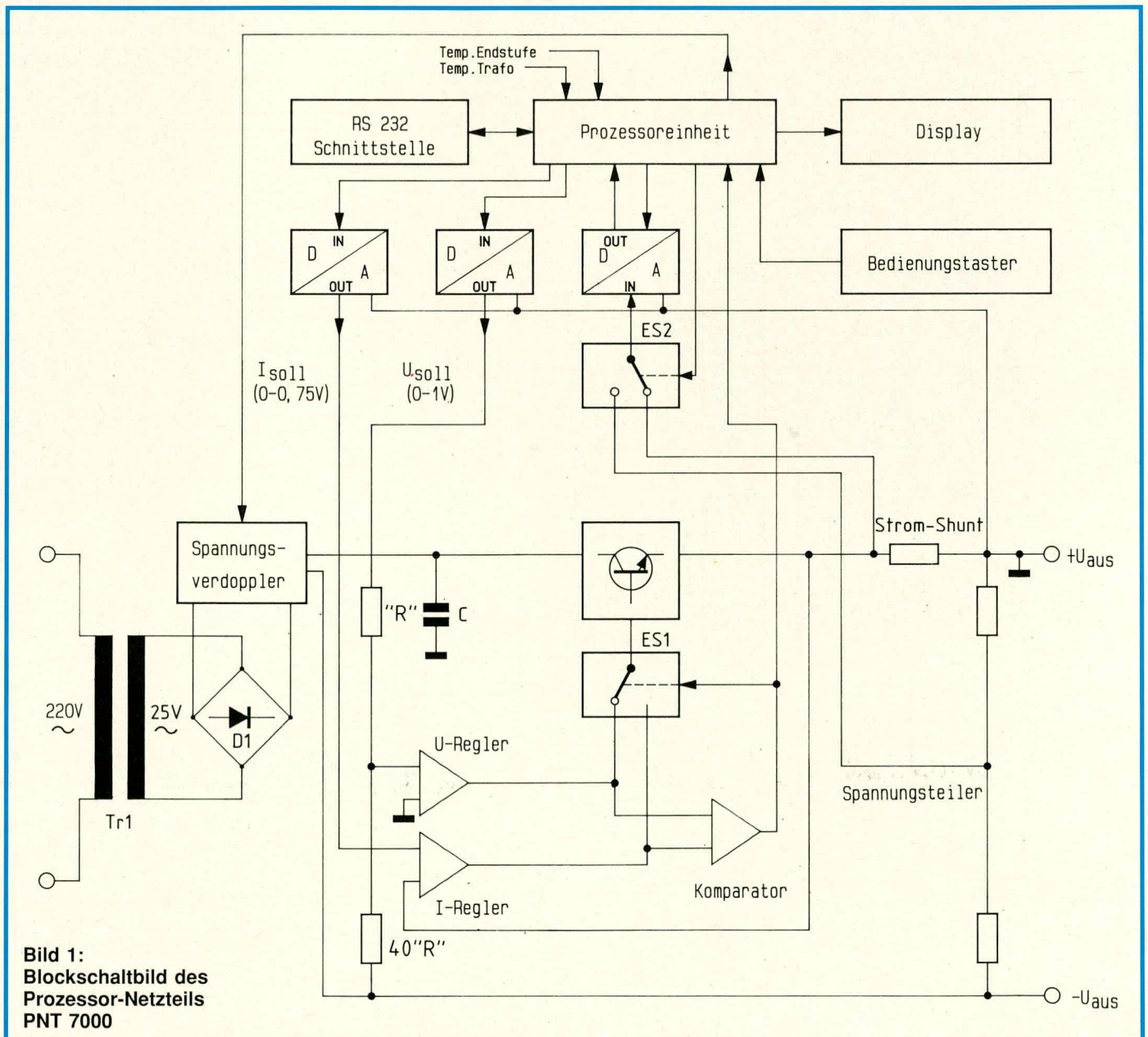
Wird die Belastung am Ausgang so weit erhöht, daß der I-Regler in Aktion tritt

und die vorgewählte Spannung auf Werte unterhalb 40 V (auf unser Beispiel bezogen) reduziert, muß hierzu vom Komparator der elektronische Schalter ES 1 auf den I-Regler umgeschaltet werden, wobei die Prozessoreinheit gleichzeitig diese Information vom Komparator erhält. Die Prozessoreinheit schließt daraus, daß nun aktuell der Ausgang mit dem vorgewählten Strom belastet wird, die Spannung jedoch nicht mehr dem Sollwert entspricht. Der elektronische Schalter ES 2 erhält daraufhin von der Prozessoreinheit den Befehl, die Ausgangsspannung zu messen, d. h. ES 2 schaltet auf den Spannungsteiler um. Die Ausgangsspannung wird gemessen, über den A/D-Wandler umgesetzt und der Prozessoreinheit in digitaler Form zugeführt. Auch in diesem Betriebsfall kennt nun der Prozessor wiederum alle relevanten Daten.

Durch vorstehend beschriebene Art der

Steuerung in Verbindung mit der Meßwerterfassung steht bereits nach einem Wandlungszyklus des hochauflösenden A/D-Wandlers der exakte Meßwert zur Verfügung.

Aus den aktuellen Meßwerten für Ausgangs-Spannung und -Strom errechnet die Prozessoreinheit die Leistung. Es folgt ein Vergleich mit den über die Bedientaster vorgewählten Daten. Ergibt sich daraus die Notwendigkeit zur Leistungsreduzierung, entscheidet die Prozessoreinheit, über welchen der beiden D/A-Wandler (U oder I) eine Reduzierung des Sollwertes zur gewünschten Reduzierung der Leistung führt. Für diese dritte in Netzgeräten neuartige Regelung wird im vorliegenden Fall keine zusätzliche Hardware benötigt, sondern es erfolgt eine reine Softwareregelung über die Prozessoreinheit in Verbindung mit der entsprechenden Steuerung von U- und I-Regler. Der Vorteil



**Bild 1:**  
Blockschaltbild des  
Prozessor-Netzteils  
PNT 7000



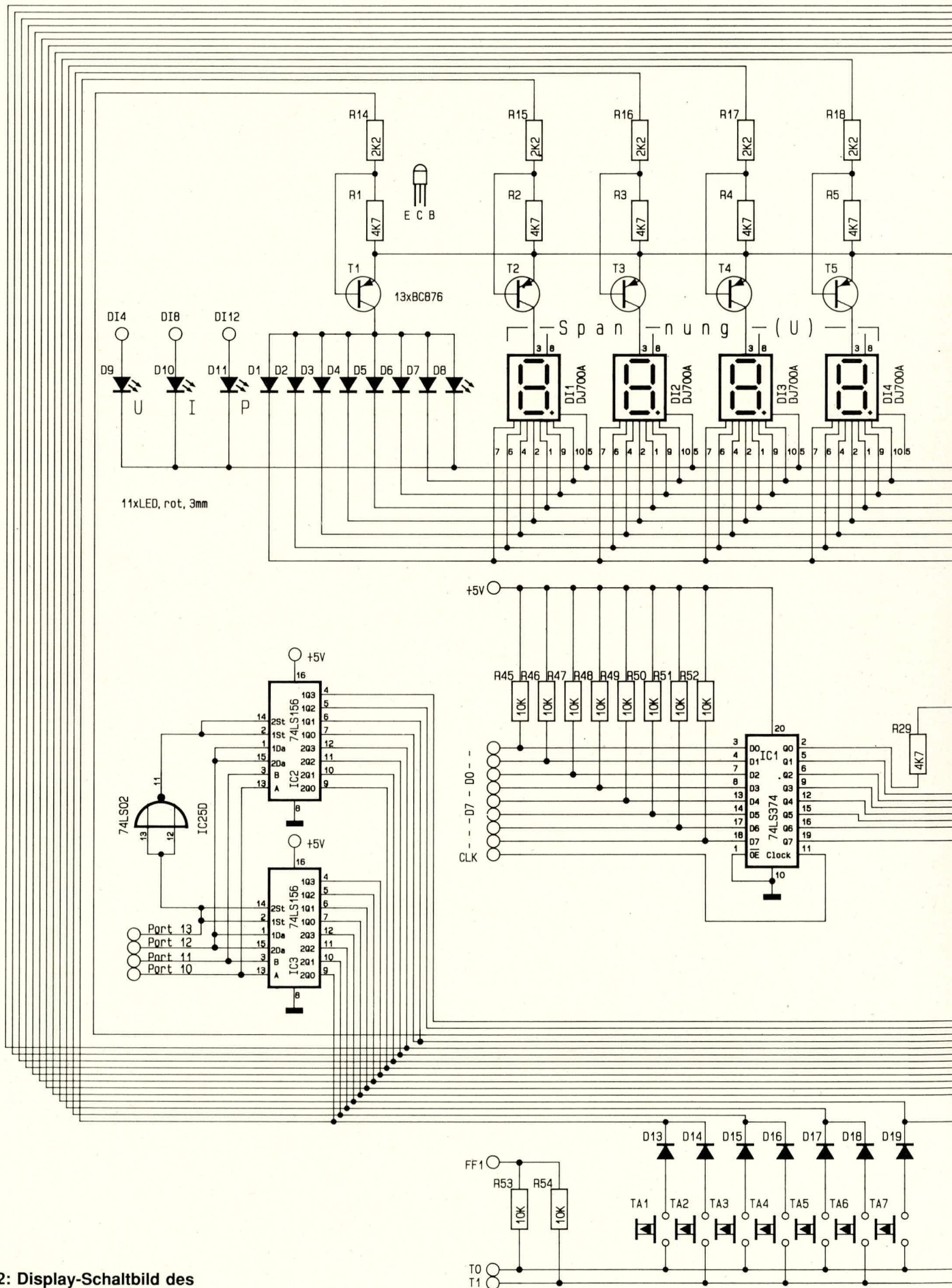
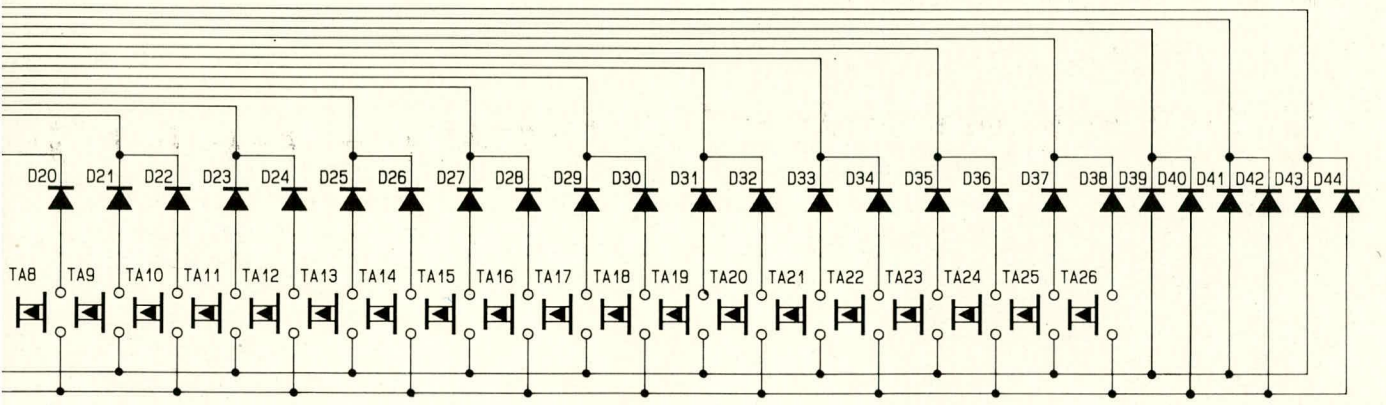
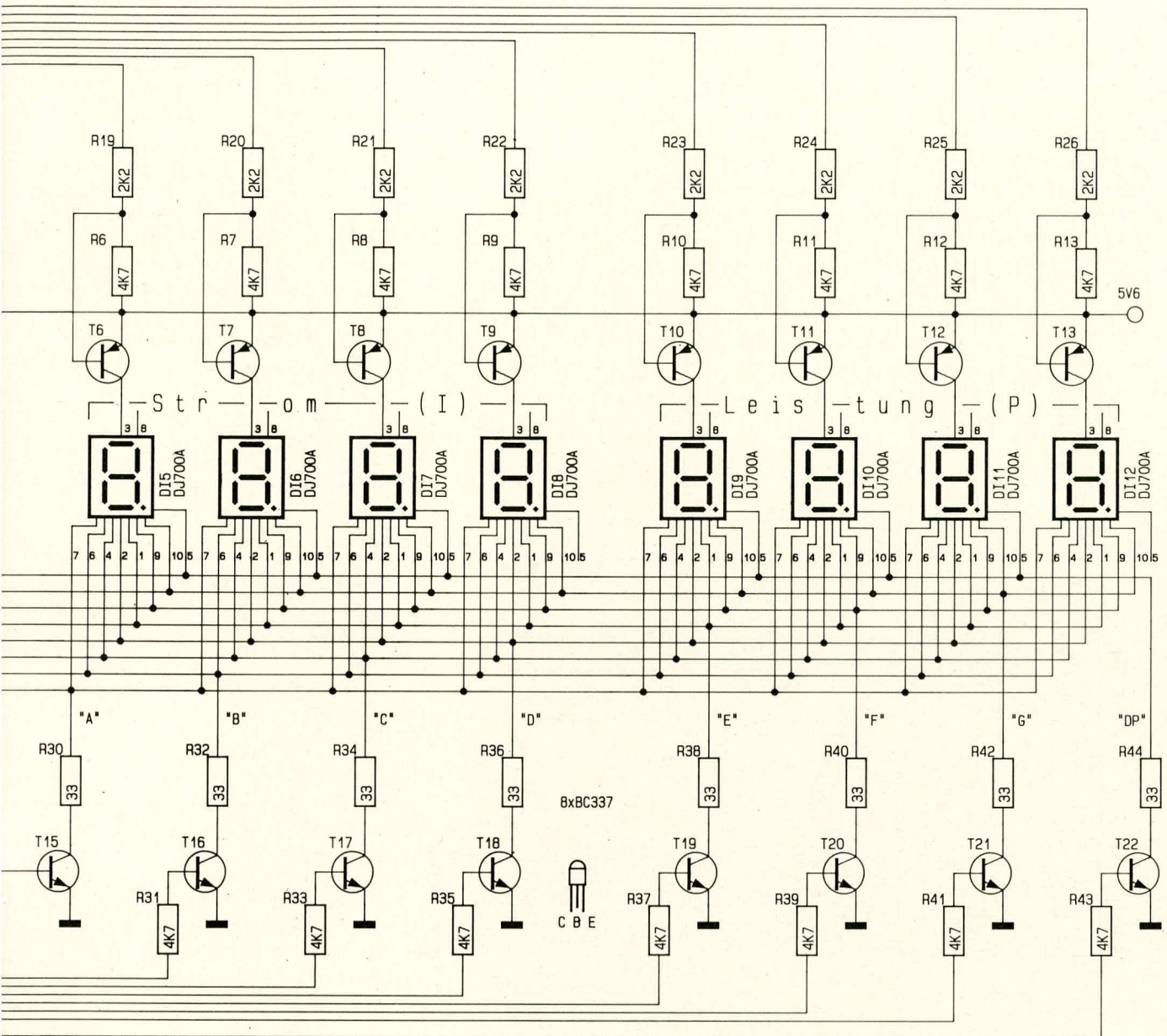


Bild 2: Display-Schaltbild des Prozessor-Netzteils PNT 7000







liegt in der besonders hohen Auflösung verbunden mit einer exzellenten Genauigkeit. Als Nachteil ist die Regelzeitkonstante zu nennen, die im wesentlichen in der Erfassung der Istwerte über den A/D-Wandler besteht und bei ca. 0,5 Sekunden liegt. Für schnelle Regelvorgänge ist der Leistungsregler in der vorliegenden Softwareversion nicht geeignet. Bei den üblicherweise vorkommenden Anwendungsfällen spielt dies jedoch eine untergeordnete Rolle, zumal es sich bei dem U- und I-Regler des PNT 7000 um besonders schnelle Varianten handelt.

Taster-Zuordnung			Spannung
TA 1	Tausender	↑	
TA 2	Hunderter	↑	
TA 3	Zehner	↑	
TA 4	Einer	↑	
TA 5	Tausender	↓	
TA 6	Hunderter	↓	
TA 7	Zehner	↓	
TA 8	Einer	↓	
			Strom
TA 9	Tausender	↑	
TA 10	Hunderter	↑	
TA 11	Zehner	↑	
TA 12	Einer	↑	
TA 13	Tausender	↓	
TA 14	Hunderter	↓	
TA 15	Zehner	↓	
TA 16	Einer	↓	
			Leistung/Widerstand
TA 17	Tausender	↑	
TA 17	Hunderter	↑	
TA 19	Zehner	↑	
TA 20	Einer	↑	
TA 21	Tausender	↓	
TA 22	Hunderter	↓	
TA 23	Zehner	↓	
TA 24	Einer	↓	
TA 25	W/Ω		
TA 26	Reset		

LED-Zuordnung	
D 1	W (Watt)
D 2	Ω (Ohm)
D 3	Si (elektr. Si ein)
D 4	I constant
D 5	1,5 A
D 6	Trafo (Temp. Si)
D 8	Remote
D 9	U (Spannung)
D 10	I (Strom)
D 11	P (Leistung)

Die zentrale Prozessoreinheit erhält zusätzlich Informationen über den thermischen Zustand des Netztransformators sowie der Leistungsendstufe, um ggf. die Endstufe zu sperren.

Über eine V 24-Schnittstelle, die noch einige Besonderheiten aufweist, auf die wir im weiteren Verlauf der detaillierten Schaltungsbeschreibung noch näher eingehen, kann die Prozessoreinheit des PNT 7000 mit externen Rechnern kommunizieren. Zum einen können vom externen Rechner Vorgabedaten dem PNT 7000 übermittelt werden, d. h. die Bedienung

Diodencodierung			
Diode	eingesetzt		entfernt
D 39	keine Parität		mit Paritätsprüfung
D 40	gerade (even) Parität		ungerade (odd) Parität
D 41	2 Stopbits		1 Stopbit
D44	D43	D42	eingestellte Ansprechadresse
0	0	0	"0"
0	0	1	"1"
0	1	0	"2"
0	1	1	"3"
1	0	0	"4"
1	0	1	"5"
1	1	0	"6"
1	1	1	"7"
0 ≙ Diode eingesetzt 1 ≙ Diode entfernt			

kann wahlweise über die Eingabetasten des PNT 7000 oder über den Rechner erfolgen, wobei die Umschaltung automatisch geschieht. Zum anderen stellt das PNT 7000 über diese Schnittstelle einem externen Rechner sämtliche Einstell- und Ausgangsinformationen zur Verfügung. Hierdurch kann z. B. ein angeschlossener Verbraucher von einem externen Rechner überwacht werden.

Nachdem wir uns ausführlich mit der grundsätzlichen internen Arbeitsweise des PNT 7000 vertraut gemacht haben, kommen wir als nächstes zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

### Display-Schalbild

In Abbildung 2 ist das Teilschalbild der Displayansteuerung sowie der Eingabetasten dargestellt.

Die Ansteuerung der insgesamt 13 Digits (12 Stück 7-Segment-Anzeigen sowie 11 Leuchtdioden) erfolgt im Multiplexbetrieb. Zur Decodierung des Binärcodes für das jeweils aktive Digit dienen IC 2 und IC 3 des Typs 74 LS 156, die ihre Eingangsdaten direkt von der Prozessoreinheit erhalten. Über die Open-Kollektor-Ausgänge dieser beiden ICs werden in Verbindung mit den Vorwiderständen R 14 bis R 26 die PNP-Transistoren T 1 bis T 13 angesteuert. Jeweils einer dieser Transistoren schaltet die gemeinsame Anode der zugehörigen 7-Segment-Anzeige auf die positive Versorgungsspannung (5V6).

Die Ansteuerung der Segmente, der Dezimalpunkte sowie der LEDs D 1 bis D11 erfolgt über die Transistoren T 15 bis T 22. Zur Begrenzung der Segmentströme dienen die Vorwiderstände in den Kollektorleitungen dieser Transistoren (R 30 bis R 44).

Angesteuert werden die Segment-Treiber-Transistoren vom IC 1 des Typs 74 LS 374 über die Basis-Vorwiderstände R 29 bis R 43. Beim IC 1 handelt es sich um einen 8fach-Speicher-Baustein, der vom Prozessor wie ein externer Speicher adressiert und geladen wird, wobei die Umwandlung in den 7-Segment-Code ebenfalls der Prozessor übernimmt.

Anstelle der Dezimalpunkte der jeweils niederwertigsten Stelle des Spannungs-, Strom- und Leistungsdisplays sind die Leuchtdioden D 9 bis D 11 vorgesehen. Sie sind jeweils links neben den einzelnen Displays zur Anzeige der Reglerfunktionen angeordnet. Die Ansteuerung der Leuchtdioden D 1 bis D 8 erfolgt in gleicher Weise wie eine 7-Segment-Anzeige einschließlich Dezimalpunkt.

Des weiteren ist in Abbildung 2 die Teilschaltung zur Abfrage der 27 Bedientasten dargestellt. Die Abfrage erfolgt über die Prozessoreingänge T 0 und T 1. Bei unbetätigten Tasten wird das Potential an diesen hochohmigen Eingängen mit 5 V durch die Widerstände R 53 und R 54 vorgegeben. Zur gegenseitigen Entkopplung sind die Dioden D 13 bis D 38 eingesetzt, während mit den Dioden D 39 bis D 43 die Adresse der seriellen Schnittstelle codiert wird. Die Abfrage der Eingänge T 0 und T 1 erfolgt synchron mit der Multiplexfrequenz und wird vom Prozessor der entsprechenden Funktion zugeordnet.

In der folgenden Ausgabe des ELV journal wird im dritten Teil dieser Artikelserie zunächst das Teilschalbild der digitalen Steuerung einschließlich Prozessoreinheit beschrieben, anschließend der Leistungs- und Analogteil und abschließend die Seriell-Schnittstelle. Es folgt im vierten Teil die ausführliche Beschreibung des Nachbaus. ELV



# Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000



Das ELV-Schrittmotoren-Interface SMS 7000 ermöglicht die gleichzeitige Ansteuerung von vier unabhängigen Schrittmotoren, das Schalten über zwei Hochstromrelais sowie das Abfragen von vier Endschaltern. Der Anschluß dieses universellen Interface erfolgt über die 8-Bit-Parallelschnittstelle eines IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computers.

## Allgemeines

Schrittmotoren sind Antriebsaggregate, die im Gegensatz zu Gleich- oder Wechselstrommotoren eine recht komplizierte Ansteuerung benötigen. Der große Vorteil liegt jedoch in der exakten Steuerbarkeit, die keiner Rückführung (Weglängenmessung) bedarf. Für den Einsatz von Schrittmotoren als Steuer-, Stellglieder oder Antriebsaggregate sprechen viele Gründe.

Durch direktes Verarbeiten digitaler Steuerbefehle wird ein sehr gutes Positionsverhalten ermöglicht. Der große Drehzahlbereich, das hohe Haltemoment bei Stillstand des Läufers, die kurzen Start- und Stopzeiten, die hohe technische Zuverlässigkeit in Verbindung mit langer Lebensdauer und Wartungsfreiheit der Schrittmotoren ermöglichen einen vielseitigen Einsatz. Für unterschiedliche Anforderungen werden Motore mit einem breiten Leistungsspektrum angeboten.

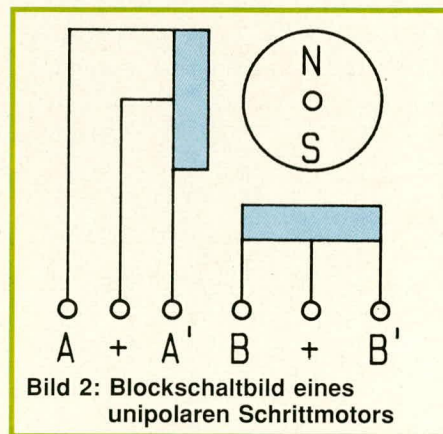
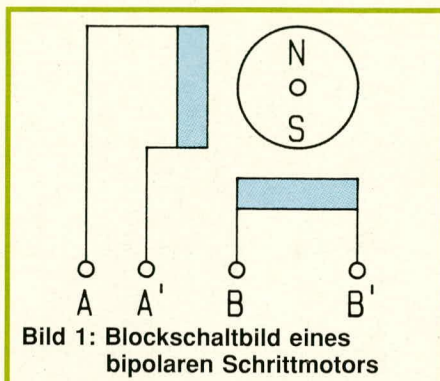
Überall, wo eine punktgenaue und reproduzierbare Ansteuerung von mechanischen Teilen erforderlich ist, bietet sich der Einsatz von Schrittmotoren an. Typische Anwendungen hierfür sind u. a. Werkzeugmaschinen, Roboter, Plotter, Drucker, Schreibmaschinen usw.

## Zwei Arten von Schrittmotoren

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen zwei Arten von Schrittmotoren. Bipolare (Vierstrang-)Motoren weisen ein hohes Drehmoment auf, dabei der Ansteuerung alle Wicklungen bestromt werden. Ein weiterer Vorteil liegt in dem guten Wirkungsgrad. Dagegen ist die Ansteuerung dieses Motortyps besonders aufwendig.

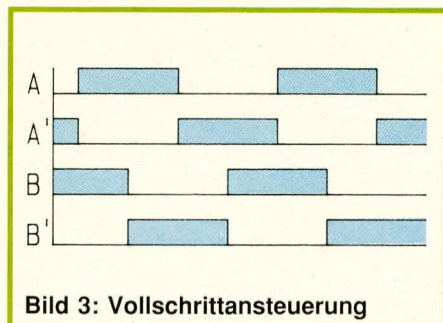
Der Unipolar- (Sechsstrang-) Motor bietet den Vorteil einer einfacheren Ansteuerung im Gegensatz zum bipolaren Motor.

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

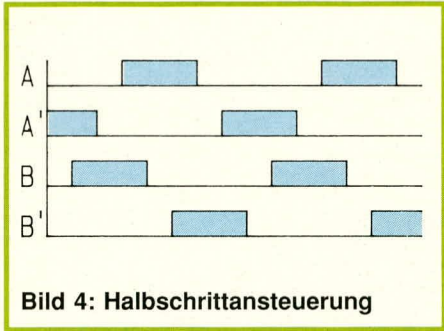


## Zwei verschiedene Betriebsarten

Schrittmotoren können in zwei verschiedenen Betriebsarten angesteuert werden. Am einfachsten ist der Vollschrittbetrieb







**Bild 4: Halbschrittansteuerung**

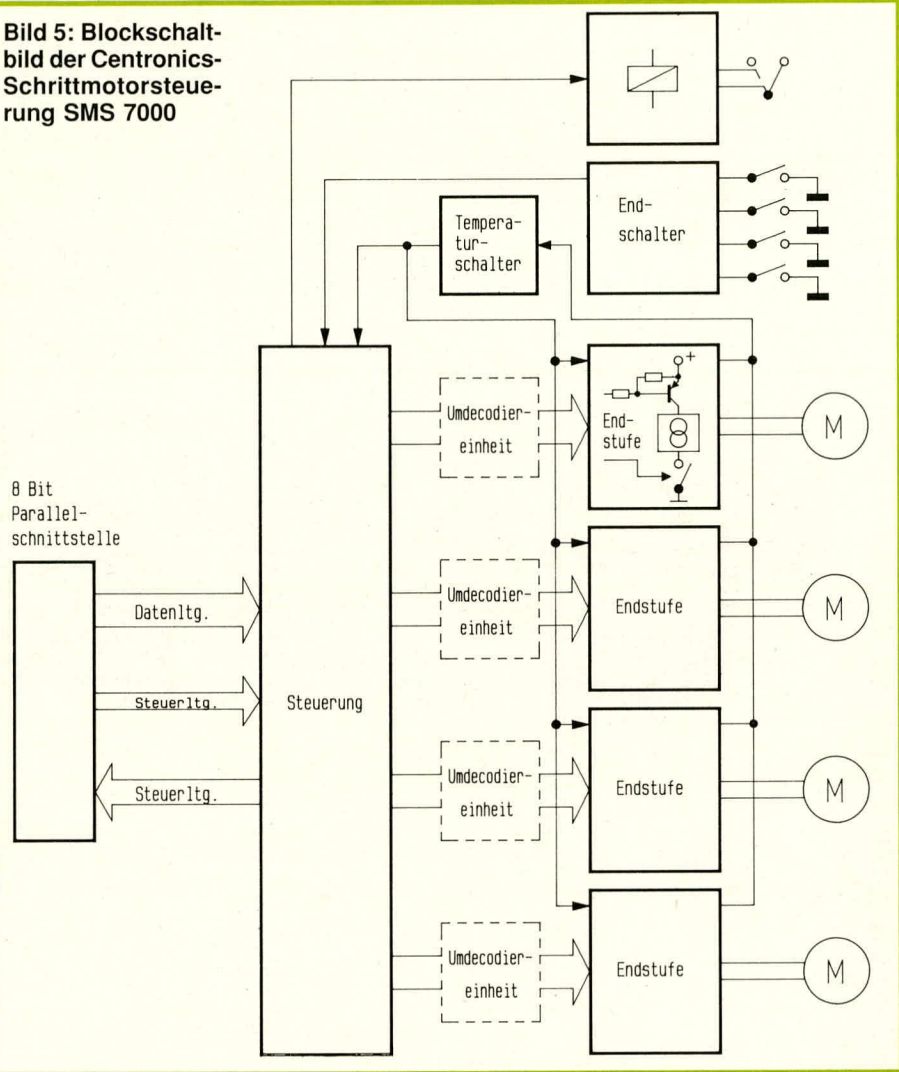
zu handhaben. In dieser Betriebsart ist ein recht großes Dreh- bzw. Haltemoment erreichbar. Abbildung 3 zeigt die entsprechende Ansteuerung der Wicklungen (Vollschrittmodus). Die Auflösung des Drehbereiches ist, wie der Name schon sagt, auf volle Schritte begrenzt.

Daneben besteht die Möglichkeit, Schrittmotoren mit einer Halbschrittansteuerung zu betreiben. Diese Betriebsart ist in Abbildung 4 dargestellt. Neben der doppelten Auflösung sind Vibrationen und Resonanzerscheinungen deutlich reduziert. Allerdings ist auch der Haltemoment entsprechend geringer.

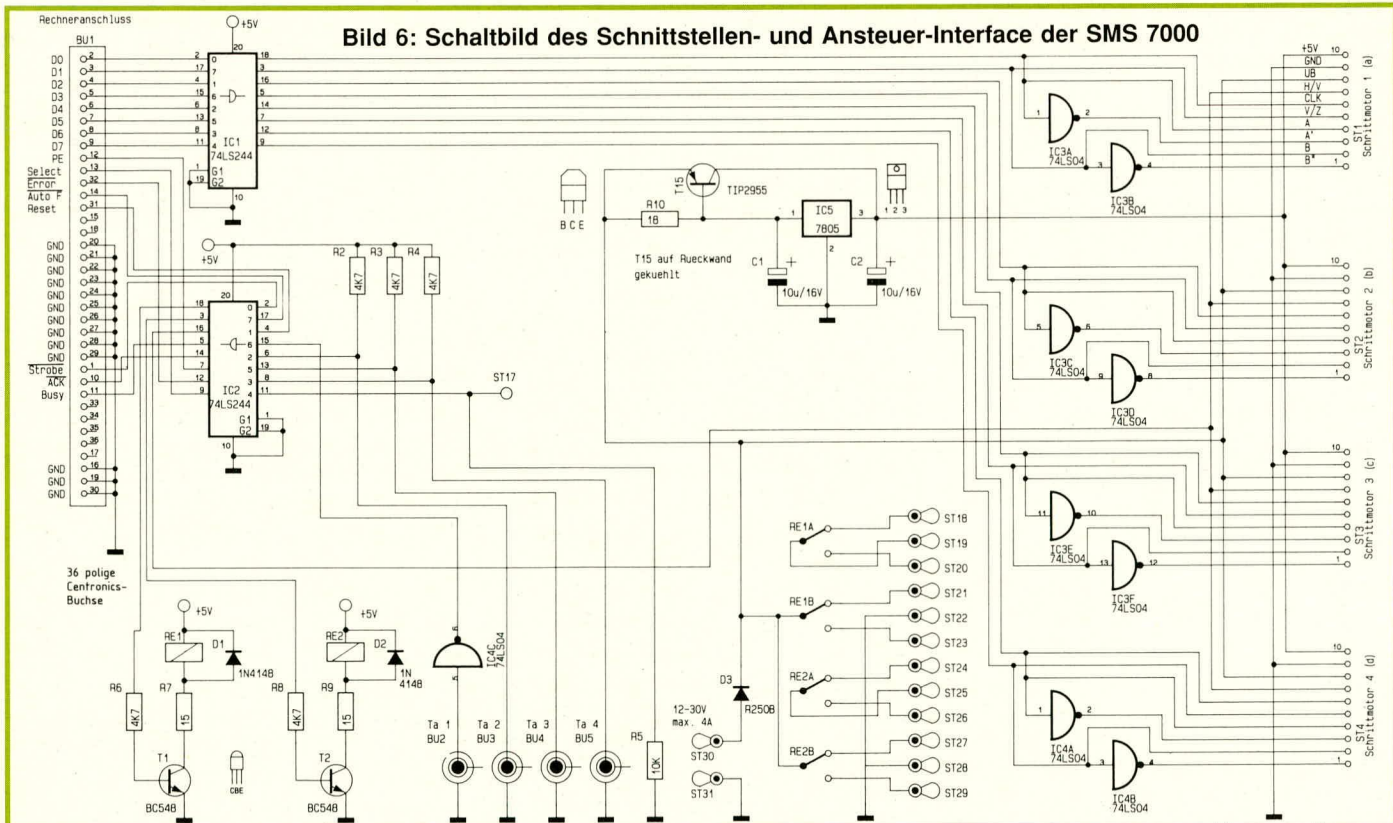
### Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000

Bei der von ELV entwickelten SMS 7000 handelt es sich um ein universelles Schrittmotoren-Interface, das direkt an eine 8-Bit-Parallelschnittstelle eines IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computer an-

**Bild 5: Blockschaltbild der Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000**



**Bild 6: Schaltbild des Schnittstellen- und Ansteuer-Interface der SMS 7000**





geschlossen wird. In Verbindung mit dem externen Rechner ermöglicht die SMS 7000 die Ansteuerung sowohl bipolarer als auch unipolarer Schrittmotoren, die wiederum wahlweise im Voll- oder Halbschrittbetrieb arbeiten können. Es sind somit alle Arten von Schrittmotoren in jeglicher Betriebsart über die SMS 7000 zu betreiben.

## Das Blockschaltbild

In Abbildung 5 ist das Blockschaltbild der Centronics-Schrittmotorensteuerung SMS 7000 dargestellt. Die 8-Bit-Parallelschnittstelle des PC (Rechner) wird bidirektional genutzt, d. h. vom Rechner werden Daten und Steuerleitungen zur SMS 7000 gegeben, und zusätzlich gelangen Signale zurück zum Rechner. Mit den erstgenannten Leitungen erfolgt der Informationsfluß zur eigentlichen Steuereinheit der SMS 7000. Diese Steuereinheit übernimmt die Ansteuerung der Endstufen zum Betrieb der Schrittmotoren. Dazwischen befinden sich gestrichelt eingezeichnet die Umcodiereinheiten. Diese Schaltungsteile können entfallen, wenn die Schrittmotoren nur im Vollschrittmotus an die SMS 7000 angeschlossen werden sollen.

Zur Ansteuerung eines Schrittmotors sind je nach Betriebsart bis zu 8 Leistungs-Endstufentransistoren erforderlich, d. h. insgesamt ist die SMS 7000 mit 32 Endstufentransistoren bestückt. Um eine thermische Überlastung auch in ungünstigen Betriebszuständen zu vermeiden, wurden getrennt voneinander arbeitende Temperatursicherungen integriert - für jeden Endstufensatz eines Schrittmotors separat. Diese elektronischen Sicherungen werden zurückgeführt auf die Steuereinheit, wo bei Übertemperatur die jeweilige Motoransteuerung deaktiviert wird.

Daneben besitzt die SMS 7000 eine Abfragemöglichkeit für insgesamt vier unabhängig voneinander arbeitende Endschalter, deren Position über die Steuereinheit und die Schnittstelle dem Rechner gemeldet wird.

Als weiteres Feature können vom Rechner aus zwei Umschaltrelais mit einer Belastbarkeit von 220 V/2 A angesteuert werden, so daß sich insgesamt ein universelles Interface zum Betrieb unterschiedlichster Aufgaben im weiten Feld der Robotik ergibt.

## Zur Schaltung

Abbildung 6 zeigt das Schnittstellen- und Ansteuer-Interface für die Endschalter, Relais und Schrittmotoren. Jeweils zwei der acht Datenleitungen D 0 bis D 7

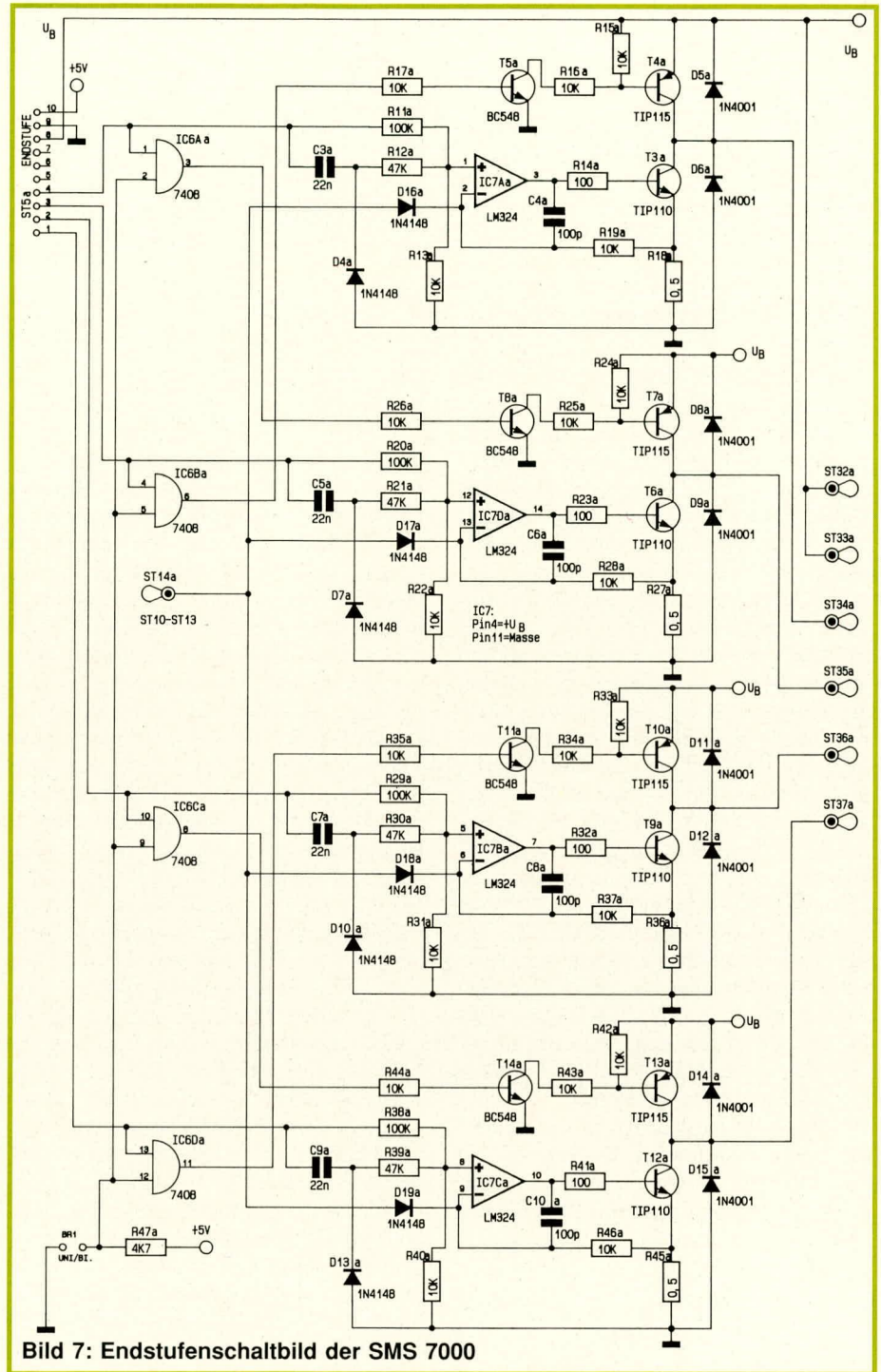


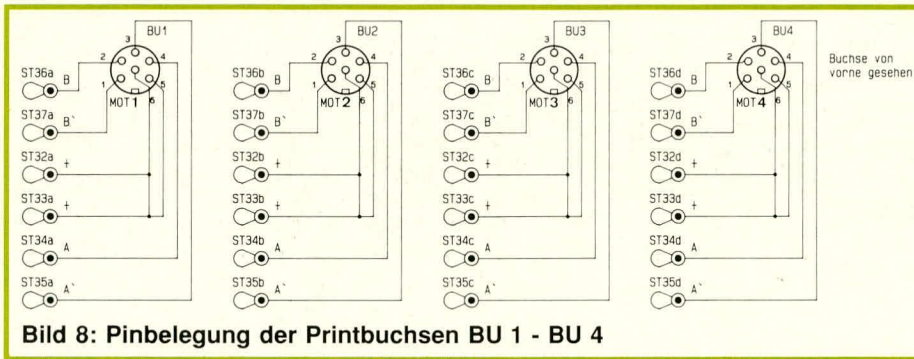
Bild 7: Endstufenschaltbild der SMS 7000

steuern einen Schrittmotor an. Gepuffert über den Bus-Treiber des Typs 74 LS 244 (IC 1) gelangen die Daten auf die Endstufen bzw. den Umcodierteil. Die Inverter IC 3 A-F sowie IC 4 A, B erzeugen jeweils das invertierte Signal zu den Ansteuerleitungen (180 Grad Phasenverschiebung). Bei nicht benutzter Umcodierschaltung werden die vier Steuerleitungen A,  $\bar{A}$ , B und  $\bar{B}$  direkt zur Endstufe geführt. Die Umcodierplatine nutzt dagegen die beiden Steuerleitungen V/Z und CLK. Mit Pin 31 (Reset) der Centronics-Buchse kann die Umcodierschaltung über die Steuerleitung H/V in Halb- oder Vollschrittbetrieb geschaltet werden.

Die Steuerleitungen der Centronics-Buchse Pin 14 (Auto Feed XT) und Pin 1 (Strobe) steuern jeweils gepuffert über IC 2 (74 LS 244) die Relais Re 1 und Re 2 an. Jedes Relais besitzt zwei Umschaltkontakte, von denen jeweils einer direkt auf die Frontplatte geführt ist. Die anderen beiden Relaiskontakte sind entweder als Schließer oder Öffner geschaltet und können somit eine externe passive Last direkt ansteuern.

Die Eingänge für die vier extern anschließbaren Schalter oder Taster werden über IC 2 gepuffert und direkt auf die Eingangsleitungen der 8-Bit-Parallelschnittstelle des Rechners gegeben. Ein-

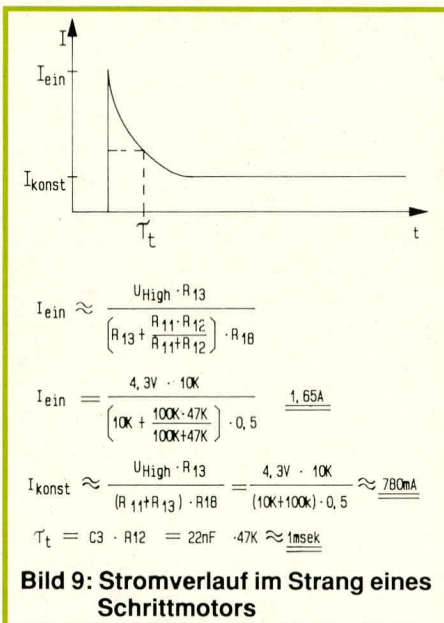




gang 1 gelangt zusätzlich über den Inverter IC 4 C auf Pin 11 (Busy) der Centronics-Buchse. Die Eingänge 2, 3, 4 gelangen auf Pin 10 (ACK), Pin 12 (Paper Empty) und Pin 32 (Error) der 36poligen Centronics-Buchse. Der Anschluß der SMS 7000 an den Rechner kann über ein handelsübliches Druckerkabel erfolgen.

Die Stromversorgung für die Schrittmotoren muß extern über zwei auf der Frontplatte angeordnete Buchsen zugeführt werden. Der steuernde Rechner kann diese Aufgabe im allgemeinen nicht übernehmen, weil der Strom und die Spannung, die das Rechnernetzteil zur Verfügung stellt, hierfür nicht ausreichen. Über die Schutzdiode D 3 gelangt die Versorgungsspannung zum einen direkt zu den Endstufen und zum anderen über die Spannungsregelschaltung R 10, T 15 und IC 5 auf den 5 V Versorgungskreis für das eigentliche Schrittmotoren-Interface. Hieraus werden die sich auf dieser Karte befindlichen TTL- und CMOS-ICs mit einer geregelten 5 V-Spannung versorgt, die der Computer an der 8-Bit-Parallelschnittstelle nicht zur Verfügung stellt.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der Endstufen für die Ansteuerung der vier Schrittmotoren. Die Funktionsweise soll anhand der ersten im Schalt-



**Bild 9: Stromverlauf im Strang eines Schrittmotors**

plan (Abbildung 7) dargestellten Stufe erläutert werden.

Das IC 7 Aa stellt in Verbindung mit dem Transistor T 3 a und Zusatzbeschaltung eine geschaltete Stromquelle dar. Diese kann zwei zeitlich aufeinanderfolgende unterschiedliche Konstantströme liefern. Nachdem die Ansteuerleitung, die von ST5 a Pin 4 kommt auf High-Pegel wechselt, ist C 3 a zunächst noch entladen. Hieraus ergibt sich ein Anfangsstrom, der durch den Spannungsteiler R 11a parallel zu R 12a und R 13a festgelegt ist. Diese sich hier einstellende Spannung an Pin 1 des IC 7 Aa gibt den maximalen Anfangsstrom für die Stromquelle vor. Sobald sich der Kondensator C 3 a aufgeladen hat, ist nur noch der Spannungsteiler bestehend aus R11a und R13a an Pin 1 des IC 7 Aa wirksam. Hieraus ergibt sich eine Reduzierung des Ausgangsstromes, der über den Kollektor von T 3 a fließen kann. Der gesamte Schaltungsteil entspricht somit einer geschalteten Stromquelle, die den Konstantstrom über die Masseleitung abfließen läßt.

Den zeitlichen Verlauf des Stromes zeigt die Abbildung 9. Die darunter angegebenen Formeln geben die Dimensionierung der Widerstände R 11, 12, 13 und des Kondensators C 3 für den von ELV angebotenen Schrittmotor an. Beim Einsatz anderer Motortypen sind die Werte für  $I_{ein}$ ,  $I_{konst}$  und  $\tau_t$  ggf. empirisch neu zu ermitteln. Für die übrigen Endstufen gilt verständlicherweise eine entsprechende Dimensionierung, da die Schaltungstechnik aller vier Endstufen zum Betrieb eines Schrittmotors gleich ist.

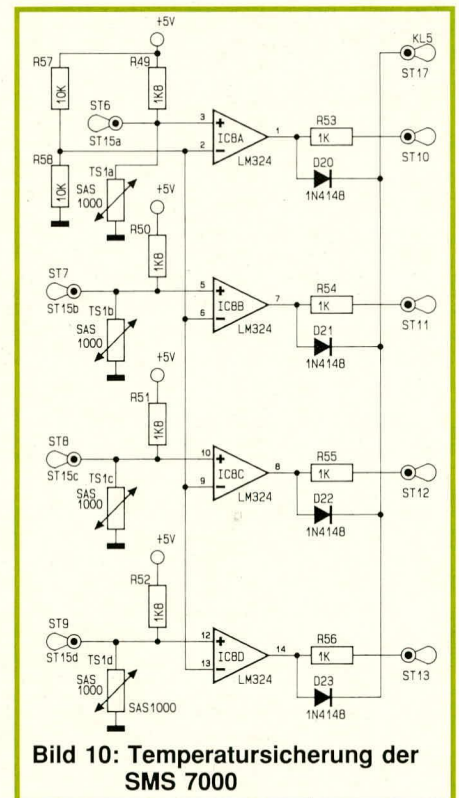
Ist die Brücke BR 1, die eingangsseitig auf die Und-Gatter IC 6 Aa bis IC 6 Da wirkt, geschlossen, so werden die dazugehörigen Treiber-Transistoren nicht angesteuert und bleiben gesperrt. Dieses ist bei Unipolar-Motoren (6 Stränge) auch nicht notwendig, da der Strom über ST 32a und ST 33a nach  $U_B$  abfließen kann. Beim Betrieb mit Bipolar-Motoren (4 Stränge) werden jeweils die Spulen an ST 34a bis ST 37a angeschlossen. Hierzu muß die Brücke BR 1 offenbleiben. Wird jetzt die Steuerleitung ST 5 a Pin 4 auf High-Pegel gesetzt, wechselt der Ausgangspegel von

IC 6 Aa auf High, und die Transistoren T 8 a und T 7 a schalten durch. Jetzt kann der Strom von  $U_B$  über T 7 a, ST 35a, Wicklung 1, ST 34a und die Stromquelle bestehend aus IC 7 Aa, T 3 a und den zugehörigen Bauelementen nach Masse hin abfließen.

Abbildung 8 zeigt die Pinbelegung der Printbuchse BU 1 - BU 4 die zum Anschluß der Schrittmotoren dienen.

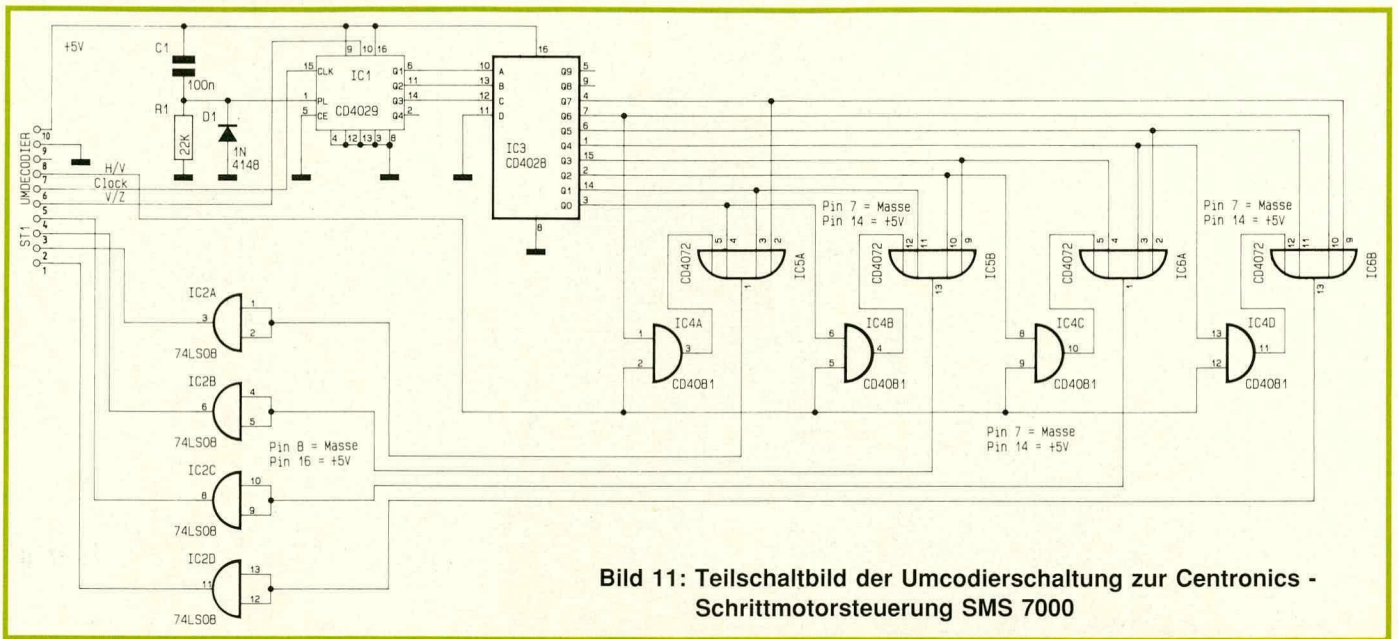
In Abbildung 10 ist die Schaltung der Temperatursicherung dargestellt. Jeweils ein Sensor des Typs SAS 1000 ist zwischen zwei dazugehörigen Endstufen vom Typ TIP 110 auf der Alurückwand montiert. Steigt die Temperatur einer Endstufe über die zulässigen Werte, so schaltet einer der Komparatoren IC 8 A bis D um. Dies bewirkt das Abschalten der betreffenden Endstufe über die Dioden D 16a bis D 19a. Außerdem leitet eine der Dioden D 20 bis D 23 dieses Signal auf den Eingang (Pin 11) des IC 2, an dessen Ausgang (Pin 9) es zur Weitergabe an Pin 13 der Centronics-Buchse zur Verfügung steht. Sinkt die Temperatur der betreffenden Endstufe auf zulässige Werte ab, erfolgt automatisch eine Freigabe.

Die komplette Umcodierschaltung ist in Abbildung 11 dargestellt. IC 1 beinhaltet einen ladbaren Vor-/Rückwärtszähler, der über die Leitung ST 1 Pin 7 getaktet wird. Die Richtungssteuerung arbeitet auf ST 1 Pin 6. Das binär codierte Signal gelangt auf den Binär-/Dezimalwandler des Typs CD 4028 (IC 3). Von hier aus werden die vier Steuerleitungen der Endstufe angesprochen. Die Steuerleitung ST



**Bild 10: Temperatursicherung der SMS 7000**





**Bild 11: Teilschaltbild der Umcodierschaltung zur Centronics - Schrittmotorsteuerung SMS 7000**

1 Pin 8 (H/V) dient zum Umschalten der Endstufe von Halb- auf Vollschrittbetrieb. Tabelle 1 zeigt in Tabellenform die entsprechende Ansteuerlogik. Die Umcodierschaltung ist nur dann erforderlich, wenn die Schrittmotoren im Halbschrittbetrieb genutzt werden sollen. Hierbei ist zu beachten, daß die Ansteuerung durch jeweils zwei Bit nicht wie in Abbildung 3, 4 gezeigt erfolgen muß, sondern daß jetzt die Datenbits D 0, D 2, D 4, D 6 für die Taktung des Zählers IC 1 zuständig sind und daß D 1, D 3, D 5, D 7 die Richtungssteuerung bewirken. Die Umschaltung von Halb- auf Vollschritt kann hierbei gemeinsam für alle vier Schnittmotoren über Pin 31 (Reset) der Centronics-Buchse erfolgen.

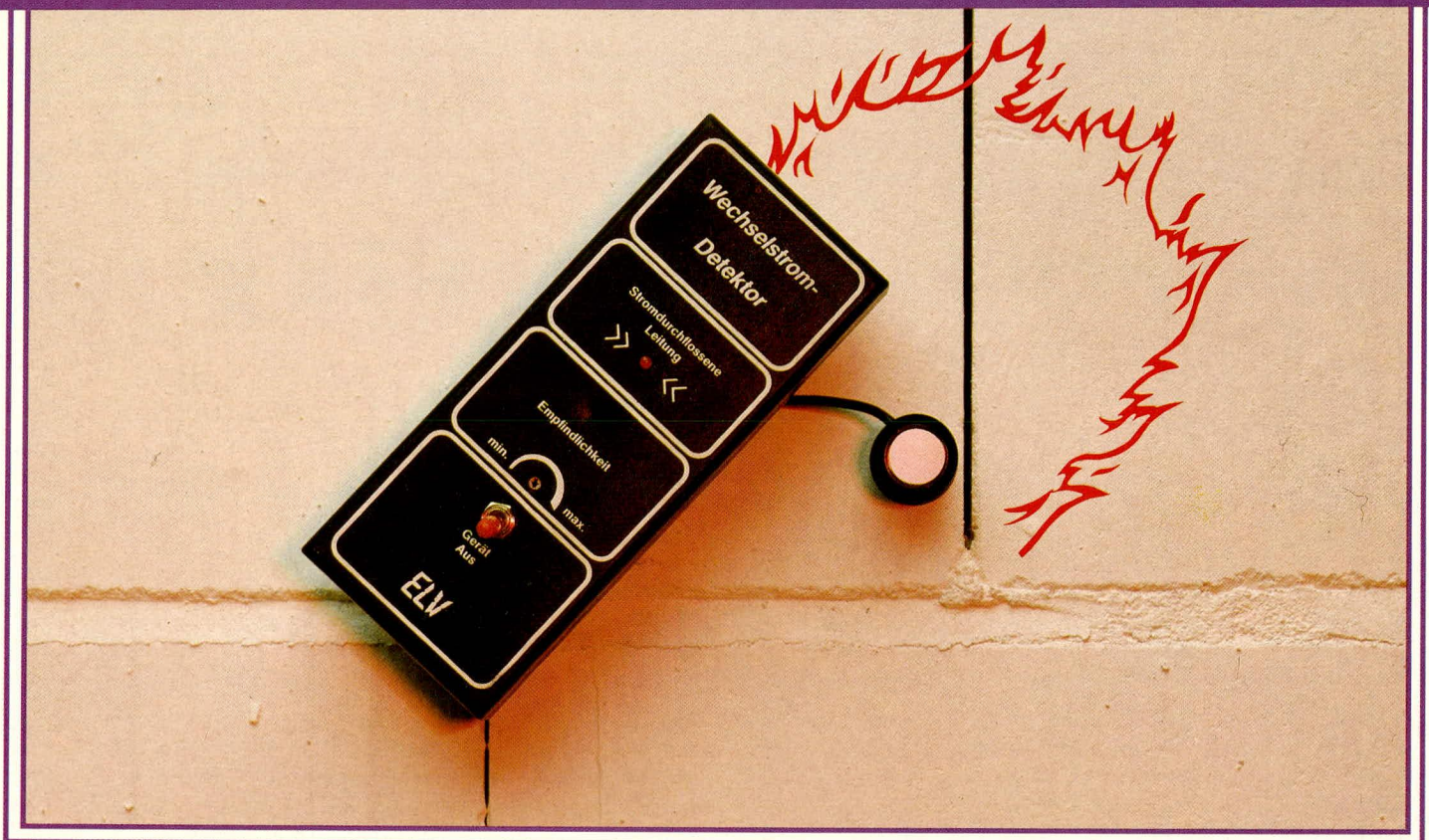
Die Beschreibung der Ansteuerung in Verbindung mit einer komfortablen Anwendersoftware sowie die umfangreichen Programmier- und Einsatzmöglich-

keiten der Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000 folgt in der kommenden Ausgabe des ELV journal 2/89 im zweiten Teil dieses Artikels.

**Tabelle 1**

Zählstand IC 1	Binärcode C B A	aktiver Ausgang IC 3	H/V = "1"				H/V = "0"			
			Ausgang aktiv IC 2				Ausgang aktiv IC 2			
			A	B	C	D	A	B	C	D
0	0 0 0	Q0	1	1	0	0	1	0	0	0
1	0 0 1	Q1	1	1	0	0	1	1	0	0
2	0 1 0	Q2	0	1	1	0	0	1	0	0
3	0 1 1	Q3	0	1	1	0	0	1	1	0
4	1 0 0	Q4	0	0	1	1	0	0	1	0
5	1 0 1	Q5	0	0	1	1	0	0	1	1
6	1 1 0	Q6	1	0	0	1	0	0	0	1
7	1 1 1	Q7	1	0	0	1	1	0	0	1





# Wechselstrom-Detektor

**Zum Aufspüren von stromführenden Wechselspannungsleitungen dient diese kleine Schaltung. Für Heimwerker ein unentbehrliches Hilfsmittel.**

## Allgemeines

Leitungssucher basieren üblicherweise auf dem Prinzip des Aufspürens von Metallen, d. h. es handelt sich im allgemeinen um Metalldetektoren. Je dicker die verlegten Leitungen sind, desto besser können sie aufgespürt werden. Eine Unterscheidung zwischen Wasser- und Heizungsrohren zu Stahlbewehrungen und zu Leitungen ist kaum möglich. Besonders auch dünne Leitungen sind schwer zu finden.

Der hier vorgestellte Stromdetektor basiert auf einem anderen Verfahren, das speziell in Ergänzung zu einem Metalldetektor besondere Vorteile bietet. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Der in einer Leitung fließende Wechselstrom ruft ein mehr oder weniger starkes Magnetfeld hervor, das die stromführende Leitung umgibt. Je größer der fließende Strom, desto ausgeprägter das Magnetfeld. In der Art eines luftgekoppelten Transformators stellt die Aufnehmerspule die Sekundär- oder auch Empfangswicklung dar. Die hier induzierte Wechselspannung wird verstärkt und ausgewertet.

Ein besonderer Vorteil des Stromdetektors besteht darin, daß nur stromführende Leitungen detektiert werden. Leitungen, an denen lediglich eine Spannung anliegt, die also sehr wohl angeschlossen sind, jedoch in denen kein Strom fließt, werden nicht erkannt, wie auch Wasser- und Heizungsrohre keine Anzeige hervorrufen, so daß der hier vorgestellte Wechselstromdetektor in Verbindung mit einem Metalldetektor eine zusätzliche Aussage zuläßt.

In diesem Zusammenhang sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß als alleiniger Leitungssucher diese Schaltung ungeeignet ist und nur in Ergänzung zu einem Metalldetektor eingesetzt werden sollte.

## Zur Schaltung

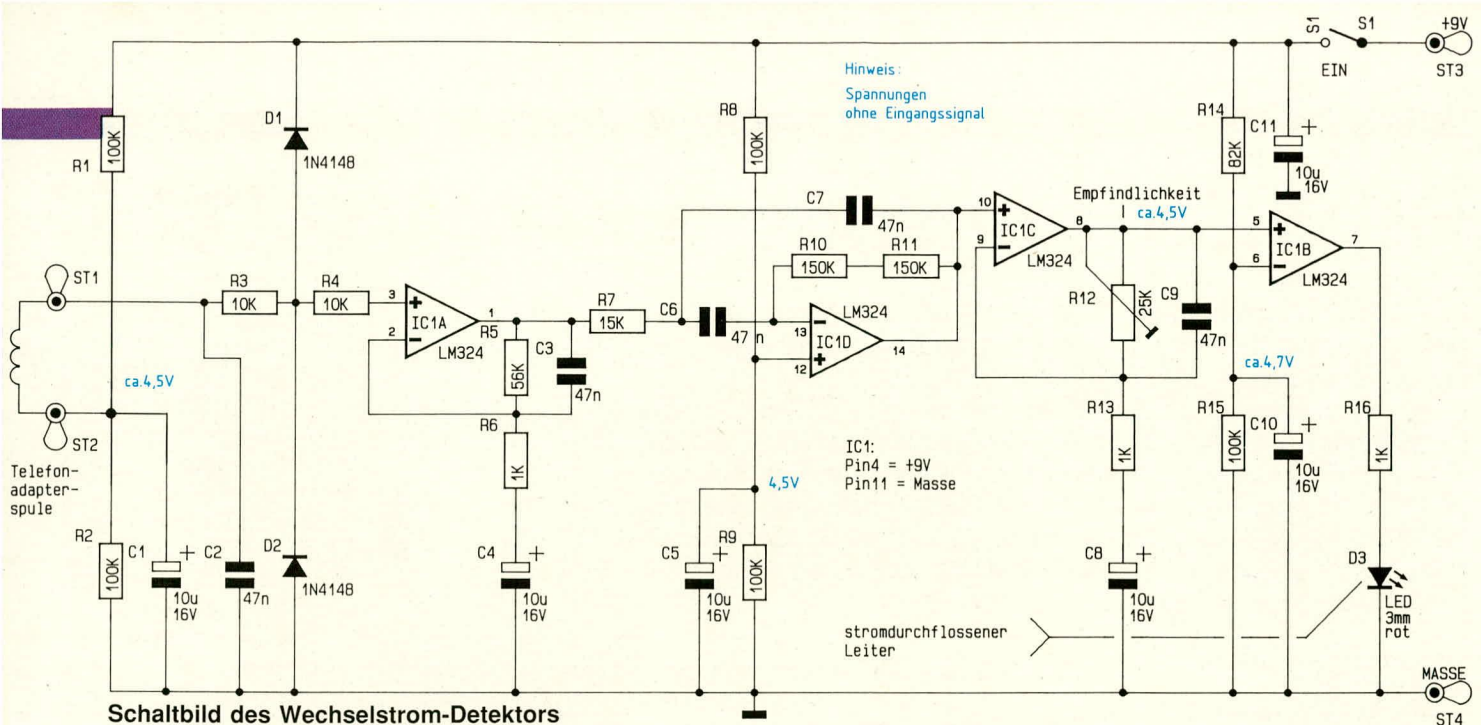
Als Sensor dient eine handelsübliche Telefonadapterspule, die mit Saugnapf ursprünglich zur Ankopplung von Telefonmithörverstärkern angeboten wird. Kommt diese Spule durch Abtasten einer Wand in die Nähe einer stromführenden Wechselspannungsleitung, wird durch das Magnetfeld eine Spannung induziert, die dann an den Schaltungspunkten ST 1 und ST 2 der Schaltung zur Verfügung stehen.

R 1 und R 2 stellen in Verbindung mit C 1 einen Versorgungsspannungsmittelpunkt her, der gleichspannungsmäßig über die Aufnehmerspule in Verbindung mit R 3 und R 4 den Arbeitspunkt des IC 1 A an Pin 3 festlegt. C 2 dient zur Unterdrückung von höherfrequenten Störimpulsen, während D 1 und D 2 einen allgemeinen Überspannungsschutz bewirken.

Das IC 1 A stellt in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung (R 5, 6 sowie C 3, 4) die erste Stufe mit einer Wechselspannungsverstärkung von 35 dB dar, während Gleichspannungen lediglich mit 0 dB ( $V = 1$ ) verarbeitet werden. Es folgt ein aktives Bandfilter mit einer Mittenfrequenz von 50 Hz, das mit IC 1 D und Zusatzbeschaltung (R 7 bis R 11 sowie C 5 bis C 7) realisiert ist. R 8, 9 legen hierbei den Gleichspannungs-Arbeitspunkt fest. Am Ausgang (Pin 14) steht das gefilterte Eingangssignal an. Durch die Güte dieses Schaltungsteils werden Störfrequenzen weitgehend unterdrückt.

Eine weitere mit IC 1 C und Zusatzbeschaltung aufgebaute Verstärkerstufe dient in Verbindung mit dem Einstelltrimmer R 12 der Empfindlichkeitsanpassung der Schaltung an individuelle Gegebenheiten. Hier kann mit Hilfe von R 12 eine zusätz-





liche Verstärkung zwischen 0 dB und 28 dB eingestellt werden, so daß die Gesamtverstärkung ca. zwischen 57- und 1500-fach variabel ist.

Der Ausgang (Pin 8) steuert den Eingang (Pin 5) des als Komparator arbeitenden IC 1 B. Die Schaltschwelle ist durch R 14, 15 in Verbindung mit dem Siebkondensator C 10 festgelegt. Der Ausgang (Pin 7) speist über den Vorwiderstand R 16 direkt die Anzeige-Leuchtdiode D 3. Ein Aufleuchten von D 3 signalisiert die Nähe eines stromdurchflossenen Leiters.

Mit dem Kippschalter S 1 wird die Schaltung an die Versorgungsspannung (9 V Blockbatterie) angekoppelt. Die Stromaufnahme liegt bei ca. 5 mA.

### Zum Nachbau

Der Aufbau ist genauso einfach wie preiswert mit handelsüblichen Bauelementen durchführbar. Anhand des Bestückungsplanes werden zuerst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet. Vor dem Einsetzen des IC 1 ist die einzige Brücke einzulöten, die sich teilweise unterhalb des ICs befindet. Auch der Kipp-

### Stückliste: Wechselstrom-Detektor

#### Widerstände

1 kΩ .....	R 6, R 13, R 16
10 kΩ .....	R 3, R 4
15 kΩ .....	R 7
56 kΩ .....	R 5
82 kΩ .....	R 14
100 kΩ .....	R 1, R 2, R 8, R 9, R 15
150 kΩ .....	R 10, R 11
25 kΩ, Trimmer, liegend .....	R 12

#### Kondensatoren

47 nF .....	C 2, C 3, C 6, C 7, C 9
10 µF/16 V .....	C 1, C 4, C 5, C 8, C 10, C 11

#### Halbleiter

LM 324 .....	IC 1
1 N 4148 .....	D 1, D 2
LED, 3 mm, rot .....	D 3

#### Sonstiges

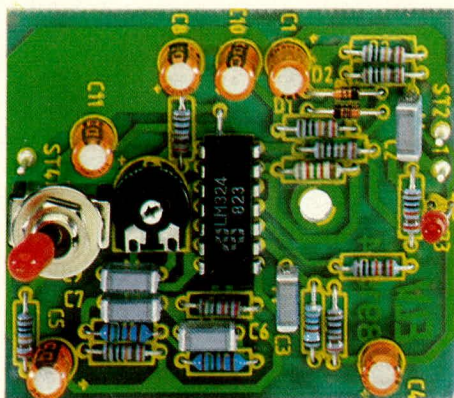
Kippschalter 1 x um .....	S 1
1 9 V Batterieclip	
2 Lötstifte	
1 Telefonadapter	

schalter S 1 wird direkt auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite ange-lötet.

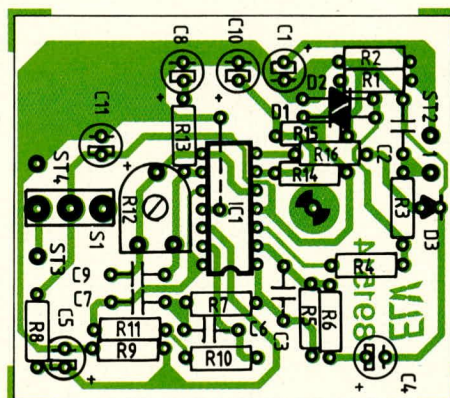
Es steht ein formschönes mattschwarzes Kunststoffgehäuse zur Verfügung, das zur Aufnahme der Schaltung dient. An entsprechender Stelle sind Bohrungen für die Anzeigen-Leuchtdiode, den Kippschalter sowie die Durchführung der Telefonadapterspule einzubringen. Ggf. kann auch eine weitere Bohrung zur nachträglichen Verstellmöglichkeit des Trimmers vorgesehen werden.

Die Schaltung selbst ist anschließend in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen, wobei die Fixierung automatisch durch das spätere Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale erfolgt.

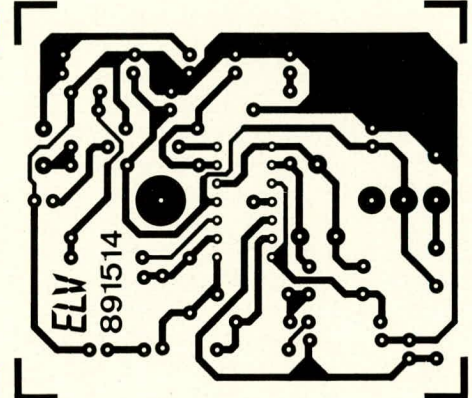
Die Telefonadapterspule, an deren Ende sich im allgemeinen ein 3,5 mm Klinkenstecker befindet, wird von letzterem befreit. Sodann führt man die Leitung durch die entsprechende Bohrung im Gehäuse. Ein Knoten dient der Zugentlastung. Die Innenader ist an den Platinenanschlußpunkt ST 1 und die Abschirmung an den Platinenanschlußpunkt ST 2 zu löten. Nach dem Einsetzen und Anschließen der 9 V-Blockbatterie ist das Gehäuse zu verschrauben, und der ersten Kontrollmessung steht nichts mehr im Wege. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsplan



Leiterbahnseite der Platine



# Hochton-Trainings-Gerät HTG 7000

**Die folgende Bauanleitung befaßt sich mit einem der wohl ungewöhnlichsten Geräte, das je im ELV-Journal oder einer vergleichbaren Publikation beschrieben wurde. Es basiert auf der inzwischen empirisch abgesicherten Erkenntnis, daß eine bestimmte Frequenzbeeinflussung beim Abhören klassischer Musik über Kopfhörer auf dem Weg über das Unbewußte eine unerhört ausgleichende, zugleich aber auch stimulierende und in zahlreichen Fällen auch therapeutische Wirkung auf den Hörenden ausübt. Besonders wirksam ist das Verfahren bei Streichquartetten und Violinkonzerten von Mozart und Vivaldi.**

Curt Menke

## Allgemeines

Wer sich grundlegend über die faszinierende Welt dieses Hochton-Trainings informieren will, dem sei das bei Rowohlt/Reinbek erschienene Buch von Dr. A. Tomatis „Der Klang des Lebens“ zum Preise von 28 DM empfohlen. Wer darüber hinaus erleben möchte, wie diese wissenschaftliche Leistung in gewisser Weise vereinfacht und zugleich kommerzialisiert wurde, der möge außerdem das im Verlag Bruno Martin erschienene Buch von Patricia Joudry „Gesundheit aus dem Walkman“ anschaffen, in dem versucht wird, die Grundlage für einen breit angelegten Vertrieb vorgefertigter Compact-Cassetten eher umstrittener Qualität zu schaffen. Doch beschäftigen wir uns hier zunächst systematisch mit den Grundlagen des Hochton-Trainings:

Bekanntlich enthalten die meisten natürlichen Schallereignisse, insbesondere Musik, sowohl tiefe, mittlere als auch hohe Frequenzen. Hohe Frequenzen oberhalb 4000 Hz beispielsweise werden fast nie „pur“ angeboten. Die fortlaufende Übertragung desselben Schallereignisses abwechselnd mit einem mäßigen Höhenabfall oberhalb einer bestimmten Eckfrequenz und dann wieder mit einem steilen Tiefenabfall unterhalb dieser Eckfrequenz scheint sowohl im Mittelohr als auch im Innenohr und in der zentralen Nervenverarbeitung bisher unbekannte Phänomene auszulösen, die aber für jeden Hörenden Menschen hilfreich und entspannend wirken. Die erwähnte Eckfrequenz muß dabei offenbar zwischen 4000 und 8000 Hz individuell gleitend veränderlich sein. Hier ist die Vorgeschichte dieser Erkenntnis:

Dr. A. Tomatis, ein französischer Hals-Nasen-Ohren-Arzt, der aus einer traditionsreichen Opernsänger-Familie stammt, wurde eines Tages mit einem ungewöhnlichen Problem konfrontiert: Ein Kollege seines Vaters, also ebenfalls ein Sänger, war stark beunruhigt darüber, daß seine Stimme über einen längeren Zeitraum

stetig an Brillanz verloren hatte. Und zwar war das nicht etwa nur sein eigenes subjektives Empfinden, sondern es wurde durch fachkundige Musikkritiker bestätigt und ließ sich sogar durch ältere Tonbandaufzeichnungen beweisen, indem deren Frequenzspektren mit entsprechenden Aufzeichnungen aus jüngster Zeit verglichen wurden:

Eindeutig stellte sich heraus, daß der Anteil höherer Frequenzen bei den neuen Aufnahmen deutlich nachgelassen hatte; die Stimme klang nun mulischig und wirklich nicht mehr so brillant wie früher. Das brachte diesen HNO-Spezialisten auf eine ungewöhnliche Idee: Er nahm von diesem Sänger ein Audiogramm auf, aus dem sich dann das Hörvermögen bei den verschiedenen Frequenzen erkennen ließ. Im Vergleich zu einem früheren Audiogramm dieses Sängers ergab sich, daß das Hörvermögen dieses Mannes genau bei den hohen Frequenzen nachgelassen hatte, die er nun nicht mehr hervorbringen konnte. Daraus zog unser HNO-Spezialist den treffenden Schluß, daß jeder Mensch nur diejenigen Frequenzen hervorbringt, die er auch selbst wahrnehmen kann. Wer je mit Menschen zu tun hatte, die bereits mit einer Hörbehinderung geboren wurden, kennt auch die Erscheinung, daß deren Aussprache der Laute f, s, x und z voneinander oft kaum unterscheidbar ist. Die oftmals undeutliche Aussprache vieler älterer Menschen dürfte eine ähnliche Ursache haben.

Um seine Theorie vollends zu untermauern und zugleich dem betreffenden Sänger wirksam zu helfen, spielte er ihm nun über Kopfhörer sowohl seine eigene Stimme als auch klassische Musik — vorzugsweise Mozart-Werke — mit einer ganz bestimmten Verfremdung vor, und zwar mit einer jeweils nur kurzzeitig andauernden steilen Absenkung aller Frequenzen unterhalb einer bestimmten Frequenz zwischen 4000 und 8000 Hz unter gleichzeitiger Anhebung der Frequenzen oberhalb dieser Frequenz. Die so verfremdete Musik, deren Pegel für das

rechte Ohr noch etwas angehoben wurde, hörte der Sänger einige Stunden pro Tag über mehrere Wochen. Als Ergebnis konnte zunächst festgestellt werden, daß sich die Stimme des Sängers stetig verbesserte und schließlich ihre ursprüngliche Brillanz wieder voll erreichte.

Das ermutigte den HNO-Arzt, dieses Verfahren generell bei seinen sämtlichen Patienten zur Verbesserung ihres Hör- und Sprechvermögens einzusetzen. Beispielsweise erklärte Dr. Tomatis, daß dieses Hochton-Hörtraining sowohl eine vorbeugende Wirkung gegen den stetigen Abfall des Hörvermögens in den höheren Frequenzen mit zunehmendem Alter als auch gegen Tinnitus, also störende Ohrgeräusche, habe. Derartige Tinnitus-Geräusche sind, wie erst kürzlich einer Fernsehsendung zu entnehmen war, für viele Leidende nahezu unerträglich.

Alle bisherigen Therapieversuche gegen Tinnitus haben sich als weitgehend wirkungslos erwiesen. Um diese von Dr. Tomatis behaupteten heilenden Wirkungen seines Hochton-Trainings bei Tinnitus, das bisher fast ausschließlich im Großraum Paris praktiziert wurde, wissenschaftlich zu überprüfen, fand im letzten Halbjahr an der Medizinischen Hochschule Hannover unter der Leitung von Herrn Dr. med. Gerhard Hesse eine ausführliche Erprobung an einer größeren Zahl von Tinnitus-Patienten statt, deren Ergebnis uns soeben als erster deutscher Zeitschrift bekannt wurde. Dabei haben wir die vielleicht nicht jedem ELV-Leser geläufigen Fachausdrücke vorab erläutert:

### Anamnese

= Vorgeschichte einer Krankheit einschließlich des gegenwärtigen Beschwerdebildes nach Angaben des Kranken

### audiometrisch

= mit dem Audiometer ermittelt

### Audiometer

= Gerät zum Messen des menschlichen Hörvermögens auf elektroakustischem Wege

### Diagnostik

= Fähigkeit und Lehre des Erkennens von Krankheiten

### neural

= vom Nervensystem ausgehend

### randomisieren

= eine vom Zufall bestimmte Auswahl treffen

### Placebo

= einem echten Arzneimittel in Aussehen, Geschmack usw. gleichendes, aber unwirksames Scheinmedikament (hier die unbeflußten Cassetten mit „Mozart-pur“)

### Therapie

= Heilbehandlung



## Hochton-Training

### Kurzer Abriss einer klinischen Tinnitus-Studie an der HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover

Von April bis September 1988 wurde an der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (Direktor: Professor Dr. Dr. E. Lehnhardt) unter Leitung von Dr. med. Gerhard Hesse im Rahmen der Tinnitus-Sprechstunde eine Studie an freiwilligen Tinnitus-Patienten durchgeführt. Die insgesamt 34 Patienten – 22 Männer und 12 Frauen – wurden nach ausführlicher Anamneseerhebung eingehend untersucht und dabei einer umfassenden audiometrischen Diagnostik unterzogen. Insbesondere eine neurale Form der Schwerhörigkeit wurde bei allen Patienten ausgeschlossen; sämtliche vorangegangenen Behandlungsversuche des Tinnitus-Leidens waren erfolgreich geblieben.

In Anlehnung an Versuche des Pariser Otologen Dr. Alfred A. Tomatis mit dem „elektronischen Ohr“ wurden den Patienten im Sinne einer randomisierten placebokontrollierten Studie bespielte Tonbandcassetten mitgegeben, die die Patienten täglich 1–3 Stunden über Kopfhörer bei leiser Lautstärke hören sollten. Auf ausreichend qualitative Übertragungsmöglichkeiten des Tonträgers wurde explizit hingewiesen. Dabei erhielten 20 der Patienten die speziell bearbeiteten Cassetten, bei denen abschnittsweise unterhalb einer festgelegten Frequenz von 4000 Hz steilflankige Absenkungen, also Unterdrückungen der tiefen Frequenzen, eingeblendet waren; bei den übrigen 14 Patienten war dieselbe Musik, nämlich Streichquartette von Mozart, ohne jegliche Frequenzbeeinflussung aufgezeichnet worden.

## Ergebnisse

Das Durchschnittsalter der Patienten war 44,8 Jahre. Der Tinnitus trat bei 19 Patienten beidseitig auf, bei 15 war er auf ein Ohr beschränkt. 32 Patienten litten unter einem hochfrequenten Tinnitus, 2 gaben das Ohrgeräusch als dumpf an. Bei 11 Patienten war das Ohrgeräusch tonal, 23 beschrieben es als Rauschen, Zischen, Singen, Klirren.

Von den 34 Patienten erschienen 5 Patienten nicht mehr zu den Kontrolluntersuchungen, und zwar 3 aus der Therapie-Gruppe und 2 aus der Placebo-Gruppe. Hier muß von mangelnder Akzeptanz und Erfolglosigkeit ausgegangen werden. Von den übrigen 29 Patienten wurde die Arbeit mit diesen Mozart-Streichquartetten durchweg gut akzeptiert, und zwar sowohl in der Therapie- als auch in der

Placebo-Gruppe: 9 Patienten hörten die Musik sehr gern (5 aus der Therapie- und 4 aus der Placebo-Gruppe), insbesondere fanden sie die Musik sehr beruhigend. Weitere 17 Patienten hörten die Musik gern (9 aus der Therapie- und 8 aus der Placebo-Gruppe); nur 3 Patienten aus der Therapie-Gruppe fanden die Frequenzbeeinflussungen lästig (2) beziehungsweise sehr gewöhnungsbedürftig (1).

Keiner der Patienten berichtete, sein Tinnitus sei ganz verschwunden; bei 4 Patienten war jedoch eine Besserung eingetreten, das heißt sie empfanden den Tinnitus als weniger störend beziehungsweise waren insgesamt ruhiger geworden und fühlten sich durch das Ohrgeräusch weniger beeinträchtigt (2). Diese 4 Patienten hatten durchweg präparierte Cassetten bekommen, aus der Placebo-Gruppe gab kein Patient eine Besserung an. 3 dieser 4 Patienten litten unter hochfrequentem, beiderseitigem Rauschen, 1 Patient unter tonalem, ebenfalls hochfrequentem einseitigen Tinnitus, aufgetreten nach einer Mittelohrentzündung.

24 Patienten gaben keine Veränderung des Tinnitus an, allerdings spürten 20 ihr Ohrgeräusch während der Klangtherapie nicht mehr, der Tinnitus setzte dann nach Absetzen des Kopfhörers wieder ein (Verdeckung). Nur 1 Patient berichtete, sein Tinnitus sei seit der Klangtherapie – nach ca. 3 Wochen regelmäßigen Hörens – schlimmer geworden; ihm wurde der Abbruch des Versuchs empfohlen.

## Zusammenfassung

Nur bei 4 Patienten (kein Placebo!) Besserung, insgesamt aber sehr gute bis gute Akzeptanz und positive Auswirkungen auf die seelische Grundstimmung. Hervorzuheben ist, daß das Hochton-Training mit keinerlei Nebenwirkungen behaftet ist, vorausgesetzt, die Musik wird über Kopfhörer in einer moderaten Lautstärke gehört. Da bei den verwendeten Hochton-Therapie-Cassetten keine Rücksicht auf spezielle Formen des Hörverlustes genommen wurde, sondern einheitlich eine Grenzfrequenz von 4000 Hertz gewählt wurde, bekamen alle Therapie-Patienten gleichermaßen veränderte Cassetten beziehungsweise Musikeinspielungen. Deshalb dürfte – auch in Anlehnung an die Original-Literatur des Dr. A. Tomatis – das individuelle Feststellen der für jeden Patienten in Anpassung an seinen eventuellen Hörverlust und an seine Tinnitusqualität richtigen Grenzfrequenz und deren stufenlose Einstellbarkeit mit einer entsprechenden apparativen Einrichtung der sinnvollere Weg sein.

Hannover, 12. 10. 1988  
Dr. med. Gerhard Hesse

## Resultierendes Gerätekonzept

Dieser Bericht und eine Reihe von Selbstversuchen, die von unseren ELV-Mitarbeitern und -Freunden angestellt wurden, haben die Erkenntnis bestärkt, daß der Vertrieb von vorgefertigten Cassetten, die ja nur mit einer bestimmten Grenzfrequenz überspielt werden können und auch nur ein begrenztes Repertoire enthalten, nicht sinnvoll sein dürfte. Statt dessen hat ELV sich entschlossen, zwei völlig neuartige Hochton-Trainings-Geräte zu entwickeln, deren Grenzfrequenzen für das pegelgesteuerte Anheben der hohen Frequenzen zwischen 4 kHz und 8 kHz stufenlos veränderbar sind:

Mit dem ersten dieser Geräte soll jeder am Hochton-Training interessierte Arzt, Hörakustiker, Atem-, Sprech- und Stimmlehrer, Logopäde in die Lage versetzt werden, eigene Erfahrungen mit dem Hochton-Training an den unterschiedlichsten Patienten zu sammeln; dieses Modell wird deshalb auch wesentlich umfangreicher ausgestattet und nur als Fertigergerät an die genannten Berufsgruppen abgegeben. Mit der zweiten Ausführung, dem nachfolgend beschriebenen HTG 7000, wird auch jeder ELV-Leser imstande sein, jede bei ihm vorhandene Schallkassette, also seine Langspielplatten, seine Musikkassetten und vor allem seine CDs, in der beschriebenen Weise zu filtern. Im Gegensatz zu den käuflich erhältlichen Cassetten, auf denen diese Filterung bereits unveränderbar nur an bestimmten Titeln vorgenommen wurde, bringt dies zunächst den Vorteil, daß der Benutzer sein gesamtes vorhandenes Musikrepertoire für diesen Zweck verwenden kann. Während es sich bei den bisher erhältlichen Cassetten überwiegend um Überspielungen von monophonen Schallplatten handelt, genießt er so echte Stereo-Qualität. Außerdem läßt sich die Eckfrequenz zwischen 4 und 8 kHz stufenlos verändern, was bei den käuflichen Cassetten natürlich nicht möglich ist, sondern jeweils eine neue Cassette kostet. Und schließlich gibt es einen weiteren Kopfhörer-Ausgang, der es zusätzlich erlaubt, nur gefilterte Musik gewissermaßen pur zu hören, die dann lediglich im Pegel umgeblendet wird.

Bei der Entwicklung dieses HTG 7000 ist es ELV offenkundig sogar gelungen, die ursprünglichen Absichten von Dr. Tomatis, die sich eindeutig aus seinen inzwischen abgelaufenen Patentschriften ablesen, wesentlich besser zu realisieren als auf den erwähnten käuflich angebotenen Compact-Cassetten: Tomatis fordert nämlich, daß bei der eingangs schon erläuterten pegelabhängigen Umblendung tatsächlich die tiefen Frequenzen so scharf



wie irgend möglich abgeschnitten werden, damit die hohen Frequenzen oberhalb der jeweils eingestellten Eckfrequenz rein zu hören sind. Mit diesem scharfen Abschneiden scheint es bisher gehapert zu haben; und das ist kein Wunder:

Die Amplituden-Statistik natürlicher Musikereignisse, vor allem klassischer Musik, weist einen starken Abfall zu höheren Frequenzen auf. Um aus solcher Musik nur hohe Frequenzen zu übertragen, bedarf es schon eines sehr steilflankigen Filters, damit die tiefen Frequenzen auch wirksam unterdrückt werden. Anfängliche Versuchsaufbauten im ELV-Labor mit einer Flankensteilheit von 12 dB/Oktave erwiesen sich als unzulänglich; der Klangeindruck entsprach etwa den käuflichen Compact-Cassetten, die vermutlich schlicht mit herkömmlichen Equalizern hergestellt wurden. Deshalb sind auch in der für Nicht-Therapeuten bestimmten Ausführung HTG 7000 sehr aufwendige Filter mit einer Flankensteilheit von 24 dB/Oktave (!) verwendet worden.

### Bedienung des HTG 7000

Das Hochtton-Trainings-Gerät HTG 7000 wird sowohl als Bausatz wie auch als Fertiggerät geliefert. Anschluß und Bedienung des HTG 7000 sind denkbar einfach: Im Interesse absoluter Berührungssicherheit wird es mit einer Gleichspannung von 12 Volt betrieben, die aus einem Steckernetzteil über eine Anschlußbuchse in der Rückwand zugeführt wird. In dieser Rückwand sind außerdem für den linken und den rechten Kanal die beiden Eingangs- sowie die beiden Ausgangs-Cinch-Buchsen für Überspielzwecke angebracht. Dann folgt ein Eingangs-Umschalter zwischen dem für Plattenspieler, Cassetten-Recorder und CD-Spieler bestimmten Cinch-Buchsen-Eingang und einer 3,5-mm-Klinkenbuchse für ein Mikrofon. Neben dieser Mikrofon-Eingangsbuchse befindet sich auch noch eine Bohrung für die Einstellung des Trimpotis zum Angleichen der Mikrofon-Empfindlichkeit.

Auch die Vorderfront des Gerätes ist sauber gegliedert. Ganz links unten findet sich der Ein/Aus-Schalter; darüber läßt eine Leuchtdiode den Einschaltzustand erkennen. Rechts daneben finden sich zwei Leuchtdioden-Bänder sowie getrennte Eingangspegel-Einsteller für jeden Kanal. Dann folgt der Einsteller für die stufenlos zwischen 4 kHz und 8 kHz veränderbare Eckfrequenz des Hochpasses. Ganz rechts erlaubt der Ausgang 1 das Abhören des abwechselnd in den Höhen und in den Tiefen pegelabhängig veränderten Musik-



ereignisses, während am Ausgang 2 stets die hochpaß-gefilterte Musik zu hören ist, deren Pegel dann lediglich umgeblendet wird. Beide Ausgänge sind in ihrer Lautstärke getrennt einstellbar.

Soll beispielsweise die von einem CD-Spieler kommende Musik zum Zwecke des Hochtton-Trainings verfremdet und über Kopfhörer abgehört werden, so braucht lediglich die von diesem CD-Spieler kommende Anschlußleitung mit ihren beiden genormten Cinch-Steckern in die beiden Eingangsbuchsen eingeführt zu werden. An die Ausgangsbuchse 1 wird dann ein breitbandiger Kopfhörer mit seinem Würfel-Fünf-Stecker angeschlossen. Während einer Fortissimo-Passage werden die beiden Eingangspegel-Einsteller so weit aufgedreht, daß in den Spitzen die erste der drei rechten roten Leuchtdioden gelegentlich aufleuchtet. Nach der Wahl der Eck-Frequenz wird die Lautstärke des Ausgangs 1 so eingestellt, daß über den angeschlossenen Kopfhörer die Musik bei den Hochpaß-Passagen leise wahrgenommen wird. Dabei ist die geringfügige Betonung des rechten Kanals in Übereinstimmung mit den Intentionen des Dr. A. Tomatis absichtlich vorgenommen worden.

Soll ein Musikereignis zusätzlich oder anstatt auf einen Cassetten-Recorder überspielt werden, so ist lediglich eine Verbindung zu einem Stereo-Cassetten-Recorder herzustellen. Urheberrechtlich ist dabei zu beachten, daß Kopien für den persönlichen Gebrauch auch von CDs zulässig sind, daß dagegen für kommerzielle Überspielungen eine kostenpflichtige Genehmigung von der GEMA einzuholen ist. Als Quellenmaterial für das Hochtton-Training empfiehlt sich besonders die Philips-CD-Einspielung aller Mozart-Streichquartette durch das Quartetto Italiano auf 8 CDs mit der Bestellnummer 416419-2.

### Psychohygienische Wirkungen

Welche psychohygienischen Wirkungen kann nun der ELV-Leser vom Einsatz dieses Hochtton-Trainings-Gerätes HTG 7000 erwarten? Wer ohnehin Musik liebt, kann sich neben der bereits empfohlenen Filterung von Streichquartetten und Violinkonzerten auch sein übriges Repertoire getrost gefiltert anhören. Er wird überrascht sein, welche bisher kaum oder gar nicht wahrgenommenen Hochtton-Anteile

darin enthalten sind, und wird sehr wahrscheinlich beim nächsten ungefilterten Abhören dieser Titel die betreffenden Hochtton-Anteile ebenfalls wahrnehmen und so mehr Musikgenuß erleben.

Wer gelegentlich zu trüben Stimmungen oder gar beginnenden Depressionen neigt, wird sich vorsorglich einige Titel auswählen, bei denen die Filterung erfahrungsgemäß ein Aufhellen seiner Stimmung bewirkt. Da sich das HTG 7000 einschließlich des CD-Spielers aber nicht gut überall hin mitnehmen läßt, wäre hier das Überspielen solcher Titel auf eine Compact-Cassette zu empfehlen, die sich dann auf einem mühelos mitführbaren Walkman-Gerät abspielen ließe. Wegen der erwähnten Höhenanhebung an bestimmten Stellen sollte auf die Auswahl von Cassetten mit guter Aussteuerbarkeit in den Höhen geachtet werden.

Wer dagegen unter den ELV-Lesern tatsächlich unter Tinnitus, also den erwähnten störenden Ohrgeräuschen leidet, sollte sich auf das Abhören der oben erwähnten Einspielungen von Mozart-Streichquartetten konzentrieren. Möglichst mehrere Stunden pro Tag sollte sich der Tinnitus-Leidende diese Musik zuführen, und zwar in möglichst geringer Lautstärke, vorzugsweise über sehr breitbandige Kopfhörer, beispielsweise der Sennheiser-Typen HD 50 als Mini-Hörer oder HD 530 als ausgesprochenem HiFi-Hörer. Um die mehreren Stunden pro Tag auch als Berufstätiger unterzubringen, empfiehlt sich auch hier das schon erwähnte Überspielen auf Cassette und Abhören mit einem Walkman-Gerät.

Wer seine eigene Artikulation überprüfen und verbessern möchte, schließt an die erwähnte Mikrofon-Eingangsbuchse ein geeignetes Mikrofon mit 3,5-mm-Klinkenstecker an, schaltet auf Mikrofon um, steuert richtig aus und schließt seinen Kopfhörer, und zwar für diesen Zweck vorzugsweise eine geschlossene Ausführung – zum Beispiel Sennheiser HD 250 – an den Ausgang 2 an. Dieser Ausgang liefert, wie schon oben erläutert, immer gefilterte Information, deren Intensität pegelabhängig gesteuert wird. Es ist schon eine eigenartige, aber zugleich auch belebende Erfahrung, seiner eigenen Stimme so zu lauschen und Nuancen festzustellen, die beim ungefilterten Hören buchstäblich untergehen. Das gilt natürlich in verstärktem Maße auch für den Sänger und den Musiker.

Schaltung und Nachbau folgen im ELV journal 2/89



# Supraleitung - Strom ohne Widerstand

Teil 5

**Die mehrteilige Artikelserie zum Thema Supraleitung wird fortgesetzt mit einem Beitrag zum grundsätzlich andersartigen Verhalten der Elektronen bei Supraleitung (Cooper-Paare). Die dieser Theorie zugrundeliegende Idee liefert auch eine qualitative Erklärung der Eigenschaften eines Supraleiters, wobei insbesondere das Zustandekommen des Nullwiderstandes beim Unterschreiten der kritischen Temperatur  $T_c$  verständlich wird.**

von  
Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Fellmann  
Fachbereich Naturwissenschaftliche Technik  
Fachhochschule Ostfriesland  
2970 Emden

## 5.2 Supraleitung

Solange sich ein Metall im normalleitenden Zustand befindet, bewegen sich alle Leitungselektronen völlig unabhängig voneinander, allerdings mit der Einschränkung, daß die gemäß Pauli-Prinzip erlaubten Zustände für die Leitungselektronen sämtlich nur einmal besetzt sein dürfen. Unterhalb der Sprungtemperatur  $T_c$  tritt plötzlich eine Kopplung zwischen zwei Elektronen auf. Bedingt durch diese Wechselwirkung zwischen zwei Elektronen bewegen sich diese nicht mehr unabhängig voneinander. Dieser mikroskopische Mechanismus kann nur mit Hilfe der Quantenmechanik verstanden werden. Die entsprechende Theorie wurde von J. Bardeen, L. Cooper und J. Schrieffer 1957 publiziert und in den folgenden Jahren auch nach ihnen benannt (BCS-Theorie). Bardeen, Cooper und Schrieffer erhielten 1972 für ihre Theorie der Supraleitung den Nobelpreis für Physik.

Die genannten Elektronenpaare werden auch als Cooper-Paare bezeichnet. Entsprechend der Theorie der Supraleitung beträgt der mittlere Abstand zwischen den Elektronen eines Cooper-Paares etwa  $10^{-6}$  m. Elektronen im supraleitenden Zustand bewegen sich nicht mehr unabhängig voneinander wie im Normalzustand, sondern sie treten paarweise als Cooper-Paare auf. Diese Cooper-Paare tragen den durch keinen Widerstand gebremsten Strom. Man kann daher auch sagen, daß das Zustandekommen des Supraleitungsstroms durch einen höheren Ordnungsgrad gekennzeichnet ist im Vergleich zum Strom im normalleitenden Zustand. Die Elektronen des Supraleitungsstroms bewegen sich paarweise geordnet im Gegensatz zur voneinander völlig unabhängigen Bewegung der Einzelelektronen des Normalleitungsstroms.

Im wesentlichen beschreibt diese Theorie auch die neuen keramischen Hochtem-

peratursupraleiter, wobei im Detail noch unterschiedliche Modellansätze für die Elektronenpaarbildung existieren.

Da sich Elektronen aufgrund ihrer gleichen Ladung nach dem Coulombschen Gesetz abstoßen, ist eine anziehende Kraft zwischen zwei Elektronen auf den ersten Blick nicht einzusehen. Man kann dazu folgende Vorstellung entwickeln. Die positiven Atomrümpfe des Gitters sind nicht fest an ihre Ruhelagen gebunden, sondern können aus dieser Ruhelage ausgelenkt werden. Dies kann einmal durch die temperaturbedingte Schwingungsbewegung erfolgen. Dieser Beitrag wird mit abnehmender Temperatur immer kleiner. Zum anderen können die positiven Atomrümpfe durch ein Elektron aus ihrer Normallage angezogen werden, wobei das Gitter durch die negative Ladung der Elektronen polarisiert wird. Entsprechendes kann man sich auch für ein zweites Elektron vorstellen. Die das Elektron umgebenden positiven Atomrümpfe schirmen dabei einmal die negative Ladung des Elektrons ab, so daß die abstoßende Kraft zwischen zwei Elektronen im Gitter weitgehend kompensiert wird. Andererseits bedeutet die Polarisation des Gitters gegenüber einer gleichmäßigen Verteilung der positiven Ladungen eine Anhäufung von positiver Ladung in der Umgebung der polarisierenden negativen Ladung des Elektrons. Man spricht dann von einem Polaron. Darunter versteht man die Polarisation des Gitters durch ein Elektron. Die positiven Atomrümpfe rücken dabei gegenüber ihrer Normallage zusammen. Ein zweites Elektron mit seiner Polarisation bemerkt die Polarisation des ersten Elektrons. Daraus resultiert eine anziehende Kraft zur Stelle der Polarisation und damit zum ersten Elektron und umgekehrt. Insgesamt ergibt sich daher eine anziehende Wechselwirkungskraft zwischen zwei negativ geladenen Elektronen über die beschriebene Polarisation des Gitters.



**Bild 31: Deformation eines Kristallgitters mit resultierender Anziehung von zwei Elektronen (Cooper-Paar).**

Diese Überlegung ist in Abbildung 31 veranschaulicht. Dort ist zum einen die zweidimensionale Anordnung eines regelmäßigen Kristallgitters gezeichnet, so daß nur eine Gitterebene der räumlichen Kristallstruktur erkennbar ist. Außerdem sind aus der Vielzahl von frei beweglichen Elektronen willkürlich nur zwei Elektronen herausgegriffen, um das Prinzip der polaronischen Anziehung zwischen zwei negativ geladenen Elektronen möglichst übersichtlich zu demonstrieren. Man erkennt, daß die die Elektronen umgebenden positiven Atomrümpfe etwas aus ihrer Ruhelage herausgerückt werden. Jedes der beiden Elektronen kann nun mit seiner Polarisation diejenige des anderen Elektrons bemerken, da die jeweilige Polarisation gegenüber der gleichmäßigen Verteilung der positiven Atomrümpfe eine Anhäufung von positiver Ladung in der Nähe der polarisierenden negativen Elektronen bedeutet. Daher ergibt sich für beide Elektronen eine Anziehung in Richtung des anderen. Als Ergebnis erhält man also eine anziehende Wechselwirkungskraft zwischen zwei sich primär abstoßenden Elektronen über die Deformation bzw. Polarisation des Gitters.

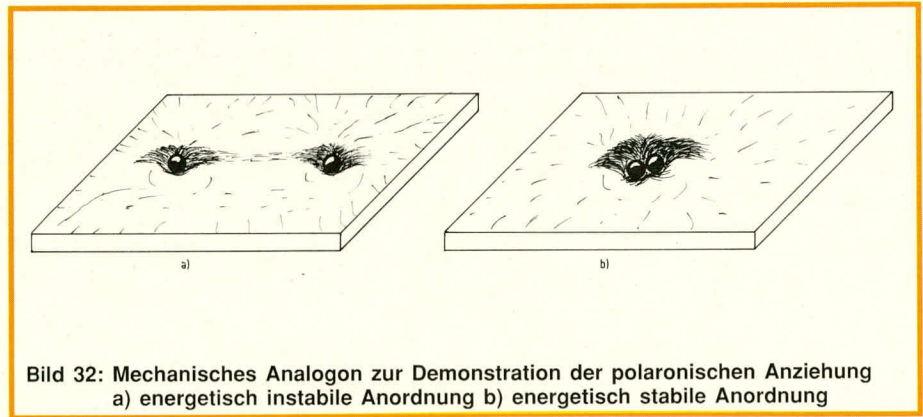
Der eben beschriebene Sachverhalt kann auch makroskopisch veranschaulicht werden. Dazu bedient man sich eines mecha-



nischen Analogons. So kann das elastische und damit deformierbare Kristallgitter der positiven Atomrümpfe mit Hilfe einer elastischen Haut (z. B. eine Gummimembran) oder aber auch mit Hilfe der Oberfläche einer Flüssigkeit dargestellt werden. Diese Veranschaulichung ist in Abbildung 32 angedeutet. Wenn man etwa eine kleine Glaskugel mit dem Radius von  $r = 1 \text{ mm}$  auf eine Glycerinoberfläche legt, so bleibt dieses Kügelchen auf der Oberfläche liegen, ohne unterzugehen. Allerdings wird dabei die Oberfläche etwas eingedrückt – es bildet sich ein „Polaron“. Das Eindringen der elastischen Oberfläche entspricht dabei der Deformation des Gitters der positiven Atomrümpfe durch ein Elektron. Legt man nun ein zweites Glaskügelchen auf die Oberfläche, so wird es die Oberfläche ebenfalls eindrücken. Wenn die Kügelchen genügend weit voneinander entfernt sind, wird jedes Kügelchen für sich die Membran deformieren. Für nicht zu große Entfernungen der beiden Kügelchen auf der Oberfläche der Membran werden die Kügelchen jedoch aufeinander zulaufen, bis sie zusammenkleben und in einer gemeinsamen Mulde liegen (Anziehung zwischen zwei Polaronen). In diesem Zustand werden beide Kügelchen tiefer als jedes für sich eindrücken. Dies bedeutet aber, daß sie im Schwerfeld der Erde eine geringere potentielle Energie besitzen. Daraus resultiert schließlich eine Abnahme der Gesamtenergie des Systems aus Membran und Kügelchen.

Der Übergang vom Anfangszustand in den Endzustand wird durch eine Schwingung der Membran herbeigeführt, wobei der Energieunterschied zwischen beiden Zuständen durch die schwingende Oberfläche der Flüssigkeit über Reibungseffekte in Wärme umgewandelt wird. Mit dieser Betrachtung läßt sich also zeigen, daß zwischen zwei Kügelchen eine anziehende Wechselwirkungskraft existiert, die über die schwingende Membran zustande kommt. Diese Vorstellung führt daher zu einem energetisch besonders günstigen Zustand mit minimaler Oberflächenenergie für zwei auf der Membran eng beieinanderliegende Kügelchen in einer einzigen Mulde. Dieser Sachverhalt kann auch so gedeutet werden, daß das Kügelchenpaar einen gebundenen Zustand repräsentiert, der energetisch günstiger ist als zwei voneinander unabhängige – nicht gebundene – Kügelchen.

Bei der bisherigen Betrachtung konnte demonstriert werden, daß sich über elastische Deformationen eine anziehende Wechselwirkungskraft realisieren läßt. Nun besitzen die Elektronen – wie bereits erwähnt – im Metall erhebliche Geschwindigkeiten. Daher kann die bisherige stati-



**Bild 32: Mechanisches Analogon zur Demonstration der polaronischen Anziehung**  
a) energetisch instabile Anordnung b) energetisch stabile Anordnung

sche Betrachtung nur als Einstieg für die angesprochene Problematik dienen. In der Praxis ist zu berücksichtigen, daß die sich schnell bewegenden Elektronen das Gitter längs ihres Weges polarisieren. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei, mit welcher Geschwindigkeit das Gitter seinerseits der polarisierenden Wirkung eines Elektrons folgen kann. So wird von Bedeutung sein, wie schnell die Atomrümpfe aus ihrer Normlage herausgelenkt werden können. Dabei wird die Masse der Rumpffionen eine wesentliche Rolle spielen. Gitterionen mit großer Masse werden wegen ihrer größeren Trägheit der polarisierenden Wirkung eines vorbeifliegenden Elektrons weniger schnell folgen können als Gitterionen mit geringerer Masse. Je größer die Masse der Atomrümpfe ist, desto langsamer werden sie um ihre Ruhelage schwingen können, so daß ein sich schnell bewegendes Elektron kaum polarisierend wirken kann. Umgekehrtes Verhalten zeigen dementsprechend Gitterionen mit geringerer Masse. Die massenabhängige Eigenfrequenz des Gitters ist daher ein Maß für die Stärke der Wechselwirkung zweier Elektronen untereinander, da die anziehende Kraft zwischen zwei Elektronen um so größer wird, je größer die von ihnen hervorgerufene Polarisation ist. Da Substanzen mit großer Atommasse der Gitterionen eine geringere Wechselwirkung mit Elektronen zeigen, erfolgt auch der Übergang in den supraleitenden Zustand bei niedrigeren Temperaturen. Insgesamt läßt sich daraus folgern, daß die kritische Temperatur  $T_c$  für den Übergang aus dem normalleitenden in den supraleitenden Zustand mit wachsender Masse der Rumpffionen sinkt. Dieser Zusammenhang wird durch die experimentellen Ergebnisse bestätigt (Isotopeneffekt).

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß die Elektronen eines Supraleiters durch Gitterschwingungen zu Paaren gebunden werden. Vorstellungsmäßig geht man dabei davon aus, daß ein Elektron durch seine elektrische Ladung das Gitter etwas deformiert. Dabei wird eine Gitterschwingung angeregt, wodurch das

andere Elektron ein wenig angezogen wird. Die anziehende Wechselwirkung zwischen den Leitungselektronen in einem Metall kommt also dadurch zustande, daß die Elektronen über das Ionengitter sog. Phononen – das sind elementare Schwingungsformen des Gitters – austauschen. Diese Phononen heißen auch Schallquanten. Daher können Elektronen miteinander über Phononen wechselwirken. Diese Wechselwirkung kann unter bestimmten Bedingungen, wie sie in Supraleitern vorliegen, so groß sein, daß sie die abstoßende Kraft von zwei gleichgeladenen Elektronen aufgrund der Coulombkraft überwiegt. Daraus resultiert der energetisch günstigere Zustand für zwei aneinander gebundene Elektronen. Diese Paarkorrelation ist die Grundlage für die mikroskopische (atomistische) Theorie der Supraleitung.

Allerdings muß hier einschränkend festgehalten werden, daß bei diesen Überlegungen eine strenge Teilchenvorstellung (Teilchenmodell) benutzt wurde. Insbesondere die bereits erwähnte große Ausdehnung der Elektronenpaare von etwa  $10^{-6} \text{ m}$  macht deutlich, daß sich bei einer normalen Elektronendichte in Metallen von etwa  $10^{28} \text{ m}^{-3}$  wohl kaum benachbarte Elektronen zu Paaren binden. Vielmehr bringt es die verhältnismäßig große Ausdehnung der Paare mit sich, daß sich viele Paare ausdehnungsmäßig überlappen. Daher dürfen von einer korrekten Beschreibung die Leitungselektronen eines Metalls nicht als lokalisierte Kügelchen angesehen werden, sondern als Wellen, die sich über den ganzen Kristall ausdehnen können (Wellenbild). Dementsprechend bilden nicht benachbarte Elektronen ein Paar, sondern eben die angesprochenen über den ganzen Kristall ausgedehnten Wellen mit gleicher Wellenlänge und entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung. Diese quantenmechanische Betrachtung ist relativ abstrakt und wird daher hier nicht weiterverfolgt, da sich auch mit dem Teilchenmodell die wesentlichen Merkmale der Supraleitungstheorie veranschaulichen lassen.

Als Konsequenz der Paarkorrelationen der Leitungselektronen im supraleitenden

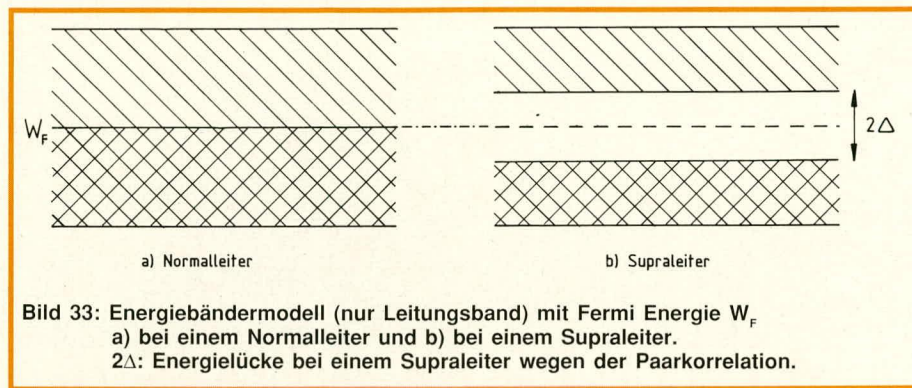


Zustand entsteht im Leitungsband eine Energielücke  $2\Delta$  bei der Fermi-Energie  $W_F$ . Dabei ist  $2\Delta$  die Bindungsenergie eines Cooper-Paares. Bei einem Normalleiter ist das Leitungsband teilweise gefüllt, und zwar bis zur Fermi-Energie  $W_F$ . Anhand von Abbildung 33 wird dieser Zusammenhang verdeutlicht. Da – wie früher erwähnt – vollbesetzte Valenzbänder zur Leitung nicht beitragen, sind in dieser Abbildung nur noch die Leitungsänder für einen Normalleiter und einen Supraleiter wiedergegeben. Man erkennt, daß im Normalleiter Elektronen mit  $W \approx W_F$  auch mit minimaler Zusatzenergie höher gelegene und frei zugängliche Energieniveaus einnehmen können. Dagegen ergibt sich bei einem Supraleiter in der Umgebung von  $W_F$  eine Energielücke, die man auch als verbotenes Band innerhalb des Leitungsbandes interpretieren kann. Diese Energielücke ist die Folge der Korrelation der Supraleitungselektronen. Daher gibt es eine minimale Energie, die zum Aufbrechen eines Cooper-Paares notwendig ist. Diese minimale Energie wird mit  $2\Delta$  bezeichnet und heißt Energielücke. Bei hinreichend tiefen Temperaturen reicht die thermische Energie der Elektronen nicht aus, um die Energie  $2\Delta$  aufzubringen und somit die Cooper-Paare aufzubrechen. Dann können die Elektronen nicht mehr an den Gitterbausteinen gestreut werden, so daß letztlich Supraleitung resultiert.

Wie schon erwähnt, hat ein Cooper-Paar in einem reinen Supraleiter eine mittlere Ausdehnung von etwa  $10^{-6}$  m. Dagegen beträgt der mittlere Abstand von zwei Leitungselektronen nur ca.  $10^{-10}$  m. Daher ist die Ausdehnung der Cooper-Paare groß gegenüber dem mittleren Abstand von zwei Leitungselektronen, so daß sich die Cooper-Paare extrem überlappen. Aus den genannten Daten folgt, daß innerhalb eines Cooper-Paares bis zu  $10^4$  andere Elektronen liegen, die ebenfalls paarweise gebunden sind. Daraus läßt sich ableiten, daß die einzelnen Paare nicht unabhängig voneinander sind. In der Tat ergeben sowohl Theorie als auch experimenteller Befund, daß die Paare ihrerseits ebenfalls stark korreliert sind.

Im Gegensatz zu freien Elektronen gilt für Cooper-Paare das gemäß Pauli-Prinzip existierende Verbot der mehrfachen Besetzung von Energiezuständen nicht. Alle Cooper-Paare besitzen im supraleitenden Zustand denselben Gesamtimpuls. Dies bedeutet in der Sprache der Quantenmechanik, daß sich alle Cooper-Paare in einem einzigen quantenmechanischen Zustand befinden, was für frei bewegliche Elektronen wegen des Pauli-Verbots unmöglich ist.

Im Teilchenbild kann man dies wie folgt erklären: Die einzelnen Elektronen kön-



**Bild 33: Energiebändermodell (nur Leitungsband) mit Fermi Energie  $W_F$  a) bei einem Normalleiter und b) bei einem Supraleiter.  $2\Delta$ : Energielücke bei einem Supraleiter wegen der Paarkorrelation.**

nen jeweils individuelle Bahnen beschreiben, wobei aber der Schwerpunkt je zweier Elektronen dieselbe Bahn durchlaufen kann wie die Schwerpunkte anderer Elektronenpaare. Schließlich ist daher vorstellbar, daß sogar die Schwerpunkte sämtlicher Elektronenpaare dieselbe Bahn beschreiben. Gegenüber der voneinander unabhängigen Bewegung einzelner Elektronen stellt die Paarbildung zu einem Cooper-Paar eine höhere Ordnung dar. Ein noch höheres Ordnungsprinzip ist dann gegeben, wenn sich die Schwerpunkte aller Elektronenpaare auf der gleichen Bahn bewegen. Dieses Bild ergibt sich z. B. auf einem Tanzboden, wenn die einzelnen Tanzpaare die Tanzfläche umrunden. Jede Person beschreibt dabei ihre individuelle Bahn, während die Schwerpunkte aller Paare auf der gleichen Bahn umlaufen.

Mit Hilfe des angesprochenen Ordnungsprinzips kann die plötzliche Änderung des Widerstandes von einem endlichen Wert auf den Wert Null bei einem Supraleiter erklärt werden. Von Bestand ist diese Ordnung allerdings nur dann, wenn die Bindungskraft für die Cooper-Paare größer ist als die durch die Wärmebewegung bedingte aufbrechende Kraft. Diese Bindungskraft ist die Paarbindung über Gitterschwingungen (Phononen). Da diese Kraft jedoch nur sehr schwach ist, kann sie erst in der Nähe des absoluten Nullpunktes wirksam werden. Damit wird verständlich, daß die Supraleitung erst bei tiefen Temperaturen auftritt. Die Sprungtemperatur  $T_C$  wird größer, je stärker die Wechselwirkung zwischen Elektronen und Gitterschwingungen ist. Gleichbedeutend damit ist allerdings auch, daß der Widerstand im normalleitenden Zustand schlechter wird. Damit wird verständlich, warum schlechte Normalleiter wiederum gute Supraleiter sind. Gerade bei metallischen Oxiden – wie bei den neuen keramischen Hochtemperatursupraleitern – ist die für die Supraleitung nötige Wechselwirkung der Elektronen mit dem Gitter besonders groß. Andererseits sind Oxide bei Normaltemperatur weniger gute Leiter.

Solange sich die Elektronen im gepaarten Zustand befinden, sind sie in einem

geordneten Zustand. Um sie aus diesem geordneten Zustand in einen anderen Zustand zu bringen – was zu einem endlichen elektrischen Widerstand führt –, muß man die Cooper-Paare aufbrechen. Dies ist nur durch Überwindung der oben erwähnten Energielücke möglich. Im Gegensatz zur verbotenen Energiezone eines Isolators wird hier mit der erwähnten Energielücke keine Leitunfähigkeit, sondern genau das Gegenteil – nämlich die Supraleitfähigkeit – erklärt.

Dieser plötzliche Übergang zwischen zwei ganz unterschiedlichen Zuständen bei einer bestimmten Temperatur ist auch bei anderen Vorgängen eine vertraute Erscheinung. So verfestigen sich z. B. Flüssigkeiten bei ganz bestimmten Temperaturen, oder aber Gase verflüssigen sich bei diesen charakteristischen Temperaturen. Diese schlagartigen Änderungen im Verhalten von Substanzen bei einer ganz bestimmten Temperatur zeigen ähnliche Charakteristika wie das sprunghaft andersartige Verhalten von Leitern beim Übergang vom normalleitenden in den supraleitenden Zustand. Auch bei diesen Erscheinungen ändert sich im atomaren Bereich nichts anderes als die Temperatur bzw. die in der ungeordneten Bewegung der atomaren Teilchen steckende Energie. Dagegen bleiben die Kräfte, die zwischen den atomaren Teilchen wirken, dieselben. Nur ab einer bestimmten Temperatur können sie der ungeordneten Wärmebewegung plötzlich widerstehen und Bindungen zwischen den einzelnen Teilchen aufbauen. Aus der ungeordneten Bewegung der Flüssigkeitsmoleküle ergibt sich schlagartig die Ordnung der einzelnen Bausteine in einem Kristall. Ähnlich muß man sich auch den Übergang vom normalleitenden Zustand in die supraleitende Phase vorstellen. Bei der Sprungtemperatur  $T_C$  gehen die vorher völlig unabhängig voneinander sich bewegendes Elektronen in gepaarte Zustände – Cooper-Paare – über.

In der folgenden Ausgabe werden im 6. Teil dieser Artikelserie die für die Anwendung wichtigen Josephson-Effekte beschrieben