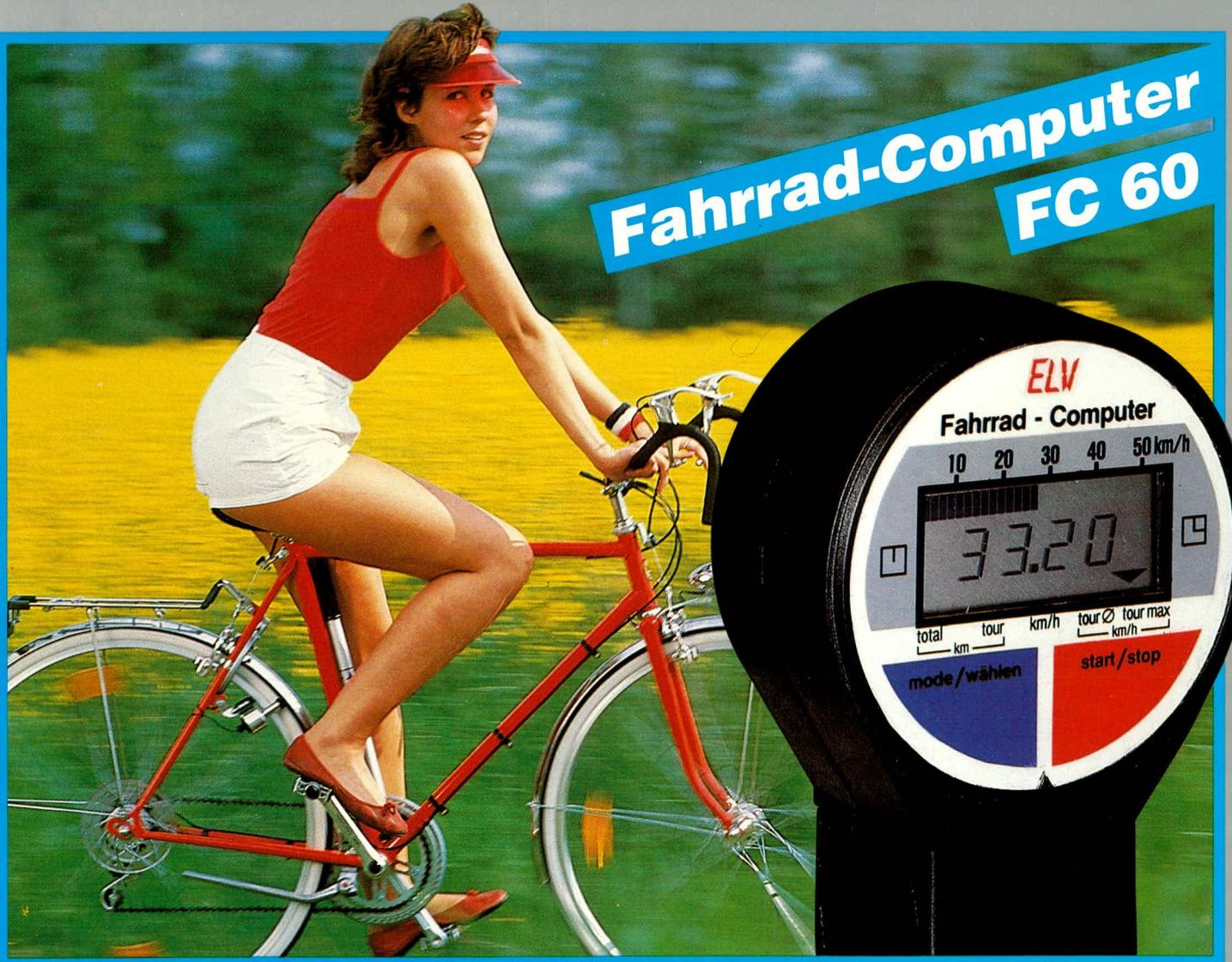


ELV journal

Mit Platinenfolien

3/89 Mai/Juli Fachmagazin für angewandte Elektronik DM 5,80



Fahrrad-Computer
FC 60

- Prozessor-Netzteil 0-40 V/0-3A
- RGB-FBAS-Konverter ● Prozessor-Digital-Multimeter
- Automatischer Mikrofon-Einblendverstärker
- 8-16-Bit-A/D-D/A-Wandlerkarte für PCs
- Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000
- Medizintechnik: Hochtון-Trainings-Gerät HTG 7000
- Peak-Anzeige für Lautsprecherboxen ● Supraleitung

Supraleitung – Strom ohne Widerstand

Teil 6

In diesem Beitrag der mehrteiligen Artikelserie zum Thema Supraleitung werden zunächst die Josephson-Effekte besprochen, wobei auch einige Hinweise für die Anwendung dieser Effekte gegeben werden. Der vorliegende Beitrag wird abgeschlossen mit einigen Erklärungsansätzen zum Verständnis der neuen keramischen Hochtemperatur-Supraleiter.

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

Als Konsequenz der BCS-Theorie leitete Josephson im Jahre 1962 Überlegungen zum Verhalten eines Tunnelkontaktes aus zwei Supraleitern her. Die nach ihm benannten Effekte treten in zwei Arten auf, und zwar als Gleichstrom-Josephson-Effekt und als Wechselstrom-Josephson-Effekt. Diese Vorhersagen stießen zunächst auf Skepsis, wurden aber schon wenige Jahre später experimentell bestätigt. Bereits im Jahre 1973 erhielten D. Josephson, I. Giaever und L. Esaki für diese Arbeiten den Nobelpreis für Physik.

Bevor die Josephson-Effekte genauer erklärt werden, soll zunächst einiges zum Tunneleffekt allgemein gesagt werden. Der prinzipielle Aufbau für ein solches Tunnelexperiment ist in Abbildung 34 dargestellt. Dort sind zwei metallische Leiter, zwischen denen sich eine Isolatorschicht befindet, mit einer Spannungsquelle verbunden. Das ebenfalls angeschlossene Amperemeter zeigt einen Tunnelstrom an, wenn die Isolatorschicht ausreichend dünn ist (ungefähr 10^{-8} m). Auch ohne äußere Spannung durchdringen die Elektronen der beiden Leiterkomponenten die dazwischen liegende Isolatorschicht. Im Mittel gelangen dabei jedoch gleich viel Elektronen vom linken Leiter auf die rechte Seite wie vom rechten Leiter auf die linke Seite, so daß sich im Gleichgewichtszustand die Tunnelströme kompensieren. Erst durch die Vorgabe einer Vorzugsrichtung, wie sie durch die angelegte Spannung gegeben ist, fließt ein von Null verschiedener und damit meßbarer Tunnelstrom. Dabei durchdringen die Elektronen eine Barriere, als ob sie durch einen Tunnel laufen. Unter dieser Barriere hat man sich eine Energiebarriere vorzustellen, die mit Hilfe des Energiebändermodells verständlich wird. Grundvoraussetzung für die Stromleitung ist die Existenz frei beweglicher Elektronen, die in einem nur teilweise besetzten Energieband – dem Leitungsband – vorhanden sind. Dagegen ist ein Isolator dadurch charakterisiert, daß außerhalb des voll besetzten Valenzbandes im darüberliegenden Energieband kein einziges Elektron vorhanden ist. Dazu

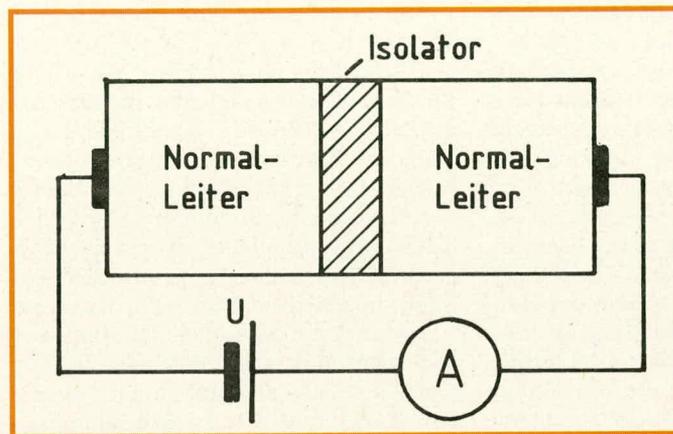


Bild 34: Prinzipieller Aufbau zur Messung von Tunnelströmen

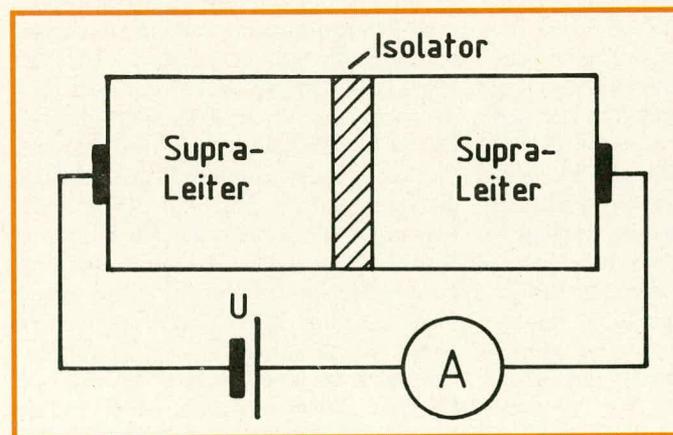


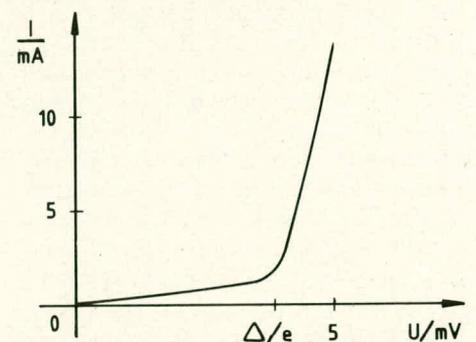
Bild 35: Supraleiter-Supraleiter Tunnelkontakt

links: Prinzipieller Aufbau

unten: Strom-Spannungscharakteristik
 $U = \Delta/e$ ist die zum Aufbrechen eines Cooper-Paares notwendige Spannung

kommt noch, daß der Energieabstand zwischen Valenzband und Leitungsband extrem groß ist. Daraus resultiert eine Energiebarriere für Elektronen, die von einer Seite des Isolators auf die andere Seite gelangen wollen. Da die entsprechende Energie nicht zur Verfügung steht, können die Elektronen diese Barriere nur überwinden, indem sie sie durchtunneln.

Ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn zwei supraleitende Proben durch eine dünne Schicht aus isolierender Substanz mit einer Dicke von ca. 10^{-8} m getrennt sind. Der prinzipielle Aufbau für ein entsprechendes Tunnelexperiment ist in Abbildung 35a gezeigt und stimmt in den wesentlichen Komponenten mit der Abbildung 34 überein; allerdings mit dem Unterschied, daß die Substanzen auf Temperaturen in die Nähe des absoluten Null-



punkts gebracht sein müssen. In Abbildung 35b ist die zugehörige Strom-Spannungscharakteristik gezeigt. Während bei extrem niedrigen Spannungen nahezu kein Tunnelstrom fließt, nimmt er bei $U = \Delta/e$ stark zu (e : Ladung eines Elektrons, U : an-

liegende Spannung). Dieser Tunnelstrom besteht völlig aus ungepaarten Elektronen.

Dagegen ist ein Tunnelstrom, der von Cooper-Paaren unter Beibehaltung der Paarkorrelation getragen wird, nur dann möglich, wenn die isolierende Schicht zwischen den beiden Supraleitern noch deutlich kleiner ist als der o. g. Wert. Dieser Fall wird weiter unten bei der näheren Erläuterung der Josephson-Effekte nochmals aufgegriffen.

Zunächst soll noch dargelegt werden, wie die Strom-Spannungscharakteristik der Abbildung 35b zu deuten ist. Die anliegende Spannung U sorgt dafür, daß die Energie der Elektronen auf einer Seite in Bezug zur Energie der Elektronen auf der anderen Seite um den Wert $e \cdot U$ erhöht wird. Solange $e \cdot U < \Delta$ ist, steht nicht genügend Energie zur Verfügung, um ein Cooper-Paar aufzubrechen, da Δ die Bindungsenergie eines Cooper-Paares ist. Sobald die Bedingung $e \cdot U = \Delta$ erfüllt ist, werden die Cooper-Paare in frei bewegliche Elektronen aufgebrochen. Die beweglichen Elektronen können dann das Hindernis einzeln durchtunneln und so zum Strom beitragen. Wegen der zusätzlichen ungepaarten Elektronen, die zum Strom beitragen, wird daher bei der Spannung $U = \Delta/e$ der Tunnelstrom stark ansteigen. Aus dem Spannungswert, bei dem die plötzliche Zunahme der Tunnelstromstärke vorliegt, kann die Energielücke – bedingt durch die Paarkorrelation bei den Cooper-Paaren – bestimmt werden. Da das Produkt aus $e \cdot U$ eine Energie darstellt, kann aus der Messung dieser kritischen Spannung $U = \Delta/e$ direkt die Bindungsenergie eines Cooper-Paares bestimmt werden. Die plötzliche Zunahme der Stromstärke ist bei tiefen Temperaturen besonders stark ausgeprägt, da mit wachsender Temperatur die Anzahl der Cooper-Paare abnimmt, so daß dann bei $U = \Delta/e$ auch weniger ungepaarte Elektronen erzeugt werden können. Der plötzliche Anstieg der Tunnelstromstärke verwischt sich daher mit zunehmender Temperatur.

Wenn die isolierende Schicht zwischen zwei Supraleitern noch weiter verringert wird – auf ungefähr 10^{-9} m und kleiner –, können nicht nur die eben besprochenen Übergänge von Einzelelektronen erfolgen, sondern es können auch Cooper-Paare tunneln. Dieser von Cooper-Paaren getragene Tunnelstrom wäre dann widerstandsfrei wie in einem einzelnen Supraleiter. Somit würde er ohne von außen angelegte Spannung durch das isolierende Hindernis fließen. Dies ist der Gleichstrom-Josephson-Effekt.

Das Entscheidende hierbei ist, daß zwei Supraleiter durch eine Oxidschicht nur schwach gekoppelt sind. Diese schwache Kopplung läßt sich auch durch einen

Punktkontakt oder – wie schon erwähnt – durch einen dünnen normalleitenden Film realisieren. Die tatsächlich auftretende Stärke des Josephson-Gleichstroms ist begrenzt, da bei entsprechender Stromstärke die Cooper-Paare, die das Hindernis durchtunneln, eine ausreichende Energie besitzen, um in ungepaarte Elektronen zu zerfallen. Diese ungepaarten Elektronen können sich aber nicht widerstandsfrei bewegen, da sie durch Stöße mit den Gitterionen Energie verlieren, was zu einem endlichen Widerstand führt. Daher existiert eine obere Grenze für die Größe des Josephson-Gleichstroms.

Von besonderer Bedeutung ist die Wirkung eines äußeren Magnetfeldes auf den Josephson-Gleichstrom. Wenn die Richtung des Magnetfeldes parallel zur isolierenden Schicht verläuft, wird der maximale Josephson-Gleichstrom so verändert, daß er mit steigender Feldstärke periodisch ab- und zunimmt. Dieses Verhalten ist in Abbildung 36 gezeigt. Genauere Untersuchungen zeigen, daß der Strom immer dann Null wird, wenn der Kraftfluß durch das isolierende Hindernis gerade mit einem ganzzahligen Vielfachen von $h/2e$ (Flußquant) überstimmt, wobei h das Planck'sche Wirkungsquantum ist. Besonders empfindlich reagiert der Josephson-Gleichstrom auf Magnetfelder, deren magnetischer Fluß bei $h/2e = 2 \cdot 10^{-15}$ Wb liegt. Dabei ist das Weber mit dem Einheitenzeichen Wb die Einheit des magnetischen Flusses, der identisch ist mit dem Produkt aus der magnetischen Kraftflußdichte B und der von ihm durchsetzten Fläche A . Die Einheit der magnetischen Kraftflußdichte B ist das Tesla mit dem Formelzeichen T, wobei die Beziehungen $T = \text{Vs}/\text{m}^2$ und $\text{Wb} = \text{Vs} = T \cdot \text{m}^2$ gelten. Diese Empfindlichkeit des Josephson-Effektes auf äußere Magnetfelder wird zum Nachweis sehr schwacher Magnetfelder ausgenutzt. Unter Ausnutzung dieses Effektes können Änderungen der magneti-

schen Kraftflußdichte von kleiner als 10^{-11} T innerhalb einer Kraftflußdichte von 0,25 T nachgewiesen werden. Damit läßt sich ein Auflösungsvermögen von größer als 10^{10} realisieren.

Daher wird dieser Effekt in empfindlichen Magnetfeldmessern – sogenannte SQUID's (Superconducting Quantum Interference Device) – ausgenutzt. Mit solchen Magnetfeldsonden können Magnetfelder berührungslos ausgemessen werden, die kleiner als der 10^6 te Teil des magnetischen Erdfeldes sind. Unter dem Abschnitt „Anwendungen“ wird dieser Punkt erneut aufgegriffen.

Beim Wechselstrom-Josephson-Effekt wird eine konstante Spannung U an dem isolierenden Hindernis aufrechterhalten. Dann tritt am Tunnelkontakt auch eine Normalstromkomponente auf. Die außerdem noch vorhandene Suprastromkomponente oszilliert mit einer Frequenz, die zur anliegenden Spannung proportional ist. Man erhält dabei einen Wechselstrom mit der Frequenz $2eU/h$. Da $2e/h = 483,6 \text{ MHz}/\mu\text{V}$ gilt, ergeben sich sehr große Frequenzen. So ergibt sich bereits bei einer Spannung von etwas mehr als $2 \mu\text{V}$ eine Frequenz von $1 \text{ GHz} = 1000 \text{ MHz}$. Auch diese Vorhersage von Josephson ist längst experimentell bestätigt und wird inzwischen etwa zur Festlegung eines Spannungsnormals ausgenutzt.

Zum Abschluß dieses Kapitels sollen noch einige Bemerkungen zum Leitungsmechanismus in den neuen keramischen Hochtemperatur-Supraleitern gemacht werden. Auch bei diesen beruht die Supraleitung auf Paarbildung. Durch eine Reihe von Experimenten kann diese Aussage als belegt gelten. Allerdings sind Details noch strittig und unklar.

G. Bednorz und K. A. Müller gingen bei ihrer Suche nach Supraleitern mit höherer Sprungtemperatur von folgender Idee aus. Die Elektronen-Phononen-Kopplung spielt für die Supraleitung eine we-

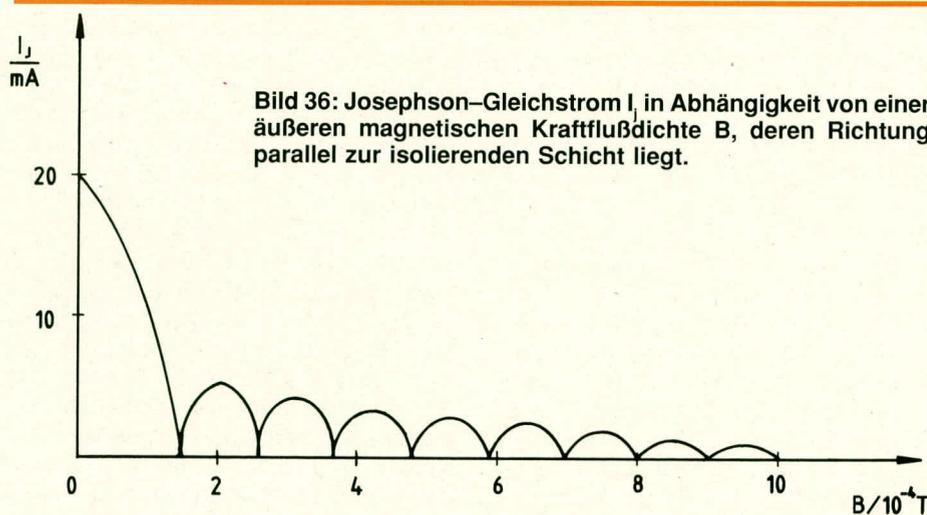


Bild 36: Josephson-Gleichstrom I_J in Abhängigkeit von einer äußeren magnetischen Kraftflußdichte B , deren Richtung parallel zur isolierenden Schicht liegt.

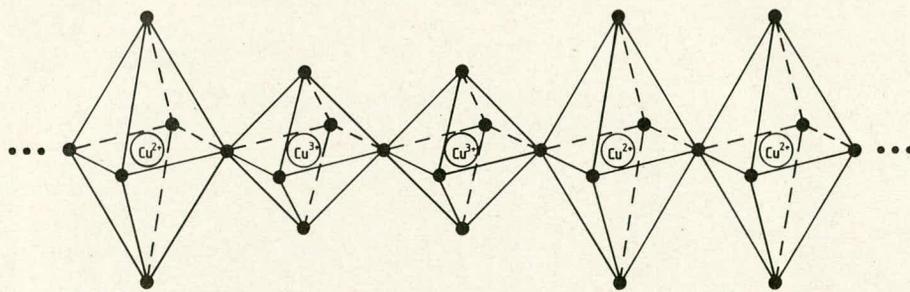
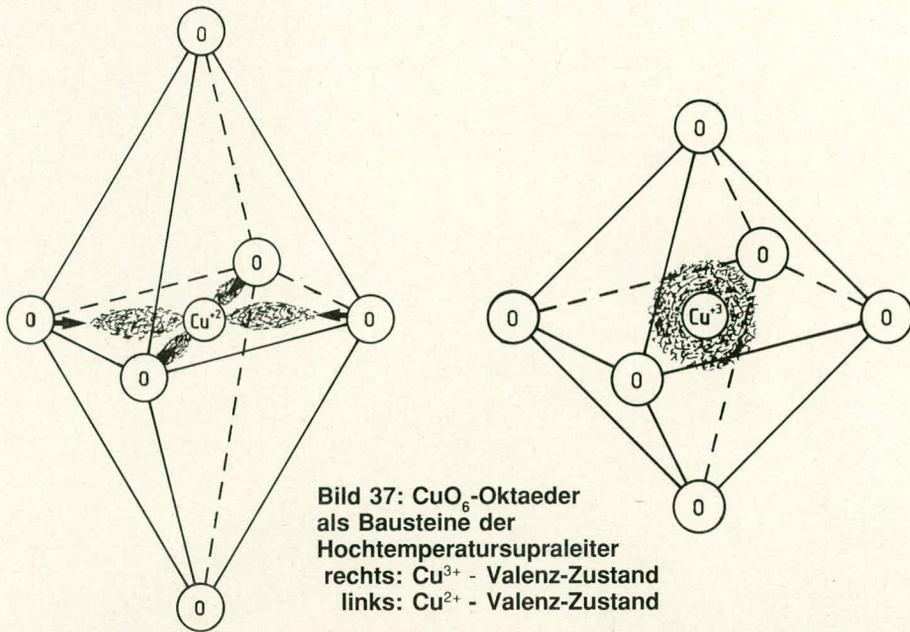


Bild 38: Ausschnitt eines Keramik-Gitters La_{1,85}Sr_{0,15}CuO₄. Durch die Zugabe von Sr wird die Valenzänderung der Cu-Ionen von Cu²⁺ nach Cu³⁺ erreicht.

sentliche Rolle. Diese Kopplung ist bei Kupferoxiden relativ stark ausgeprägt. Dementsprechend enthalten die neuen Hochtemperatur-Supraleiter als Bausteine CuO₆-Oktaeder. Dabei tritt Kupfer in den beiden Valenzzuständen Cu²⁺ und Cu³⁺ auf. Im Valenzzustand Cu³⁺ liegen nur abgeschlossene Elektronenschalen vor. In der Atomhülle sind die Elektronen in Schalen angeordnet, wobei gemäß Pauli-Prinzip in den einzelnen Schalen jeweils nur eine ganz bestimmte Anzahl von Elektronen unterzubringen ist. Eine abgeschlossene Schale bedeutet, daß die Elektronen insgesamt kugelsymmetrisch verteilt sind. Im zweiten Valenzzustand Cu²⁺ liegt zusätzlich ein ungepaartes Elektron vor. Dieses ungepaarte Elektron hält sich bevorzugt in einer Ebene auf. Dies führt dazu, daß die sechs Sauerstoffnachbarn darauf durch eine tetragonale Verzerrung reagieren (Jahn-Teller-Effekt). Die Konsequenz ist daher eine extrem starke Gitterpolarisation, die wiederum Vorausset-

zung für die Bildung von Cooper-Paaren ist. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 37 dargestellt. Während Abbildung 37a die kugelsymmetrische Elektronenverteilung des Cu³⁺-Valenzzustandes zeigt, vermittelt Abbildung 37b einen Eindruck der tetragonalen Verzerrung im Cu²⁺-Valenzzustand durch das zusätzliche ungepaarte Elektron.

Die Zusammenfügung dieser Bausteine mit unterschiedlichen Valenzzuständen der Kupferionen ist ausschnittsweise noch einmal in Abbildung 38 gezeigt. Dargestellt ist dort ein Hochtemperatur-Supraleiter mit der Struktur La_{1,85}Sr_{0,15}CuO₄. Die Dotierung (Zugabe) mit Strontium (Sr) erzwingt eine Valenzänderung der Kupferionen von Cu²⁺ nach Cu³⁺. Die ursprünglich gestreckten Oktaeder mit den zentralen Cu²⁺-Ionen werden durch diese Maßnahme deformiert und führen zu CuO₆-Oktaedern mit zentralen Cu³⁺-Ionen in gestauchter Form.

Es soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, daß die skizzierte Erklärung für die Paarbildung in den neuen keramischen Hochtemperatur-Supraleitern nur eine Möglichkeit von einer ganzen Reihe von Vorschlägen ist. Auf die Beschreibung anderer Modellansätze wird im Rahmen dieser Ausführungen verzichtet, da hier nur ein Überblick vermittelt werden kann. Die Vertreter für die breit gefächerten Erklärungsansätze sind sich weitgehend darin einig, daß die Ursachen für die ungewöhnlichen Eigenschaften der Hochtemperatur-Supraleiter wohl in den extrem starken elektronischen Korrelationen zu suchen sind.

Zusammenfassend darf mit Sicherheit festgestellt werden, daß die Entdeckung der neuen Hochtemperatur-Supraleiter für die moderne Festkörper-Forschung eine wichtige Weichenstellung repräsentiert. Dies gilt auch für die Möglichkeit einer breiten Anwendung der Supraleitung in der Technik. Schwerpunktmäßig wird dabei im Forschungsbereich vor allem die Optimierung der kritischen Parameter T_c, B_{c2} und j_c stehen. Voraussetzung dafür ist ein besseres Verständnis der Vorgänge, die für die besonderen Daten der keramischen Hochtemperatur-Supraleiter von Bedeutung sind. Dementsprechend werden auch vom Bundesministerium für Forschung und Technologie erhebliche Mittel für die Förderung von Forschungsschwerpunkten der Supraleitungs- und Tieftemperaturtechnik zur Verfügung gestellt. Dabei werden sowohl Projekte an Hochschulen, Großforschungseinrichtungen und Max-Planck-Instituten als auch sogenannte Verbundprojekte gefördert. Die Verbundprojekte laufen dabei unter Beteiligung von Forschungsinstituten und industriellen Unternehmen. Gerade für die letztgenannten Projekte sind die Förderungsmittel in den Haushaltsjahren 1987 und 1988 erheblich aufgestockt worden. Es bleibt die Frage, inwieweit dieses Engagement im Bereich der Hochtemperatur-Supraleitungsforschung im Vergleich zur internationalen Konkurrenz ausreichend ist. Vor allem in den USA und in Japan werden für dieses Arbeitsgebiet sowohl im sächlichen als auch im personellen Bereich erheblich mehr Mittel bereitgestellt als in der Bundesrepublik Deutschland. Das derzeitige „Know-How“ auf diesem Gebiet entspricht im Moment in der BRD dem internationalen Standard und sollte nicht durch mangelnde Unterstützung aufs Spiel gesetzt werden.

In der folgenden Ausgabe wird diese Artikelserie zum Thema Supraleitung abgeschlossen. Dort werden einige der vielen möglichen Anwendungsaspekte der Supraleitung besprochen. **ELV**

ELV Fahrrad-Computer

9 Funktionen, Digitalanzeige plus Balkenanzeige, 2 Jahre Betrieb mit einem Batteriesatz - das sind die herausragenden Leistungsmerkmale des ELV-Fahrrad-Computers FC 60. Besonders interessant auch durch den außerordentlich günstigen Aufbau.

Allgemeines

Rechtzeitig zu Beginn der warmen Jahreszeit stellen wir unseren Lesern einen besonderen Leckerbissen in Form einer interessanten Schaltung vor. Es handelt sich um einen digitalen, elektronischen Fahrrad-Tachometer mit einer großen Vielfalt von weiteren Funktionsmöglichkeiten.

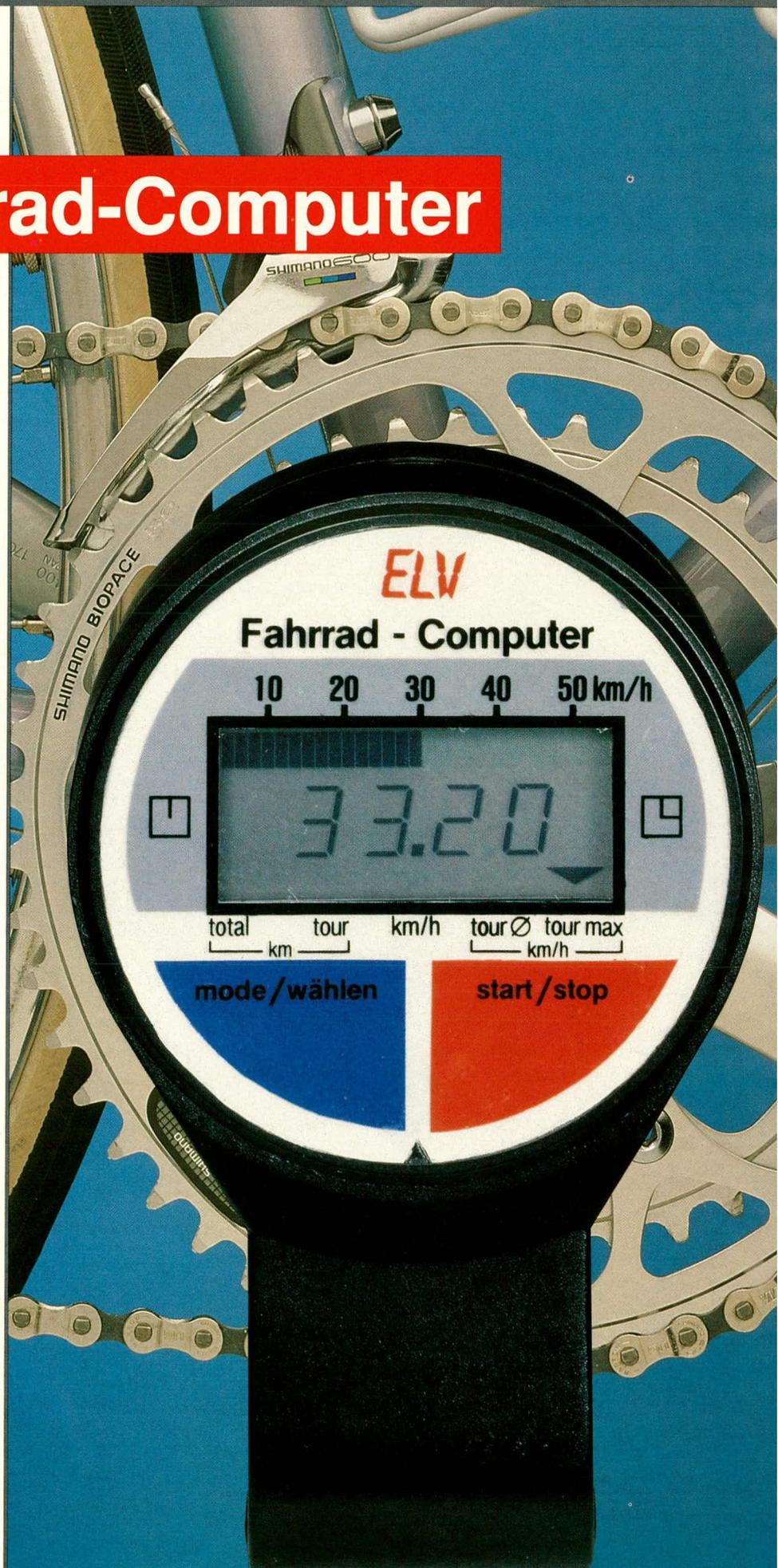
Bei der Entwicklung wurde großer Wert auf eine professionelle Ausführung der gesamten Konstruktion gelegt, die auch eine günstige industrielle Serienfertigung ermöglicht. Dies kommt selbstverständlich auch dem eigenen Nachbau sehr entgegen, da sämtliche Bauelemente, sowohl die elektronischen wie die mechanischen, mit hoher Präzision aufeinander abgestimmt sind. Die Bearbeitung der einzelnen Mechanikkomponenten ist perfekt vorbereitet, so daß keine speziellen Werkzeuge, weder für den Aufbau noch für den Anschluß, benötigt werden.

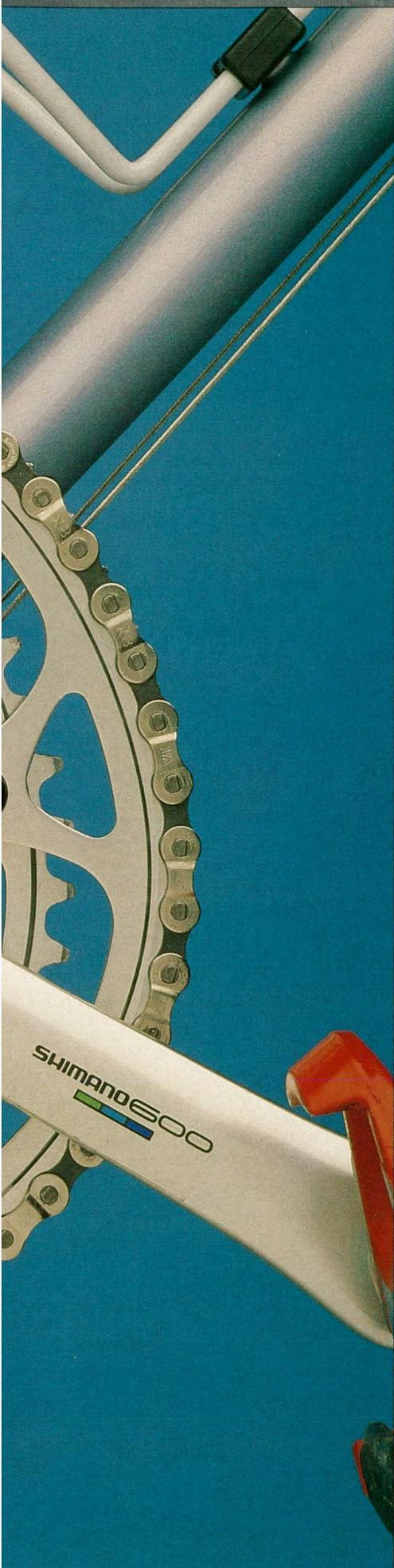
Durch den Einsatz eines speziellen hochintegrierten CMOS-Mikroprozessors der Firma Texas-Instruments konnte die hohe Funktionenvielfalt bei einem Minimum an externen Bauelementen realisiert werden.

Der ELV-Fahrrad-Computer ist genauso einfach in der Handhabung wie komfortabel in den Funktionen. Hierauf wollen wir zunächst näher eingehen.

Bedienung und Funktionen

Der Einsatz eines hochintegrierten CMOS-Mikroprozessors ermöglicht beim ELV-Fahrrad-Computer, insgesamt 9





verschiedene Funktionen anzuwählen:

1. Bargraph

Strichbalken-Anzeige der Geschwindigkeit gleichzeitig zu allen anderen Funktionen

2. Quarzuhr

mit 24-Stunden-Digital-Anzeige

3. Stoppuhr

mit wahlweise manueller oder automatischer Start-Stopp-Funktion

4. Fahrzeitermittlung pro Tour

5. Gesamtkilometer bis 9.999 km

6. Tourenkilometer bis 999,9 km

7. Geschwindigkeit

Digitale Anzeige der aktuellen Geschwindigkeit mit 2 Ziffern

8. Durchschnittsgeschwindigkeit

während einer Tour

9. Maximalgeschwindigkeit

während einer Tour

Anhand vorstehender Kurzbeschreibung der Funktionen lassen sich die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des ELV-Fahrrad-Computers gut erkennen. Nachfolgend soll die Bedienung ausführlich im einzelnen beschrieben werden.

Mit den beiden unterhalb des LC-Displays angeordneten Schaltastern „mode/wählen“ und „start/stop“ erfolgt die gesamte Bedienung. Durch Betätigen der Taste „mode/wählen“ wird die gewünschte Funktion eingestellt und durch eine Pfeilspitze im LC-Display angezeigt. Jede Tastenbetätigung schaltet um eine Funktion weiter.

1. Bargraph

Diese quasi analoge Strichbalken-Anzeige der aktuellen Fahrt-Geschwindigkeit erfordert keine separate Bedienung, da sie gleichzeitig unabhängig von der eingestellten Funktion ablesbar ist, d. h. auch bei der Digitalanzeige der Geschwindigkeit.

2. Quarzuhr

Unmittelbar nach dem ersten Einschalten des ELV-Fahrrad-Computers, d. h. nach dem Einsetzen der Batterien, erscheint automatisch auf dem Display die eingestellte Radgröße (Einstellung wird separat beschrieben). Nach ca. 3 Sekunden wechselt die Anzeige automatisch auf „0 : 00“, wobei der Doppelpunkt blinkt. Die aktuelle Uhrzeit wird nun wie folgt eingestellt:

- Die Taste „start/stop“ drücken und solange festhalten (ca. 3 Sekunden), bis der Doppelpunkt permanent erscheint (ohne Blinken). Danach die Taste loslassen. Jetzt blinkt die Stundenanzeige links neben dem Doppelpunkt. Bei jeder erneuten Betätigung der Taste „start/stop“ wird die Stundenanzeige um eine Stunde erhöht. Längeres Festhalten dieser Taste bewirkt nach ca. 2 Sekunden ein schnelles Hochlaufen der Stundenanzeige, wodurch ein zügiges Setzen leicht erfolgen kann.

- Nach erfolgter Einstellung der Stun-

den wird die Taste „mode/wählen“ einmal betätigt. Daraufhin blinkt die Minutenanzeige. Mit der Taste „start/stop“ kann jetzt in gleicher Weise wie bei der Stundenanzeige die Minuteneinstellung vorgenommen werden.

- Ist die Einstellung von Stunden und Minuten abgeschlossen, wird die Taste „mode/wählen“ erneut betätigt und festgehalten (ca. 3 Sekunden), bis der Doppelpunkt wieder zu blinken beginnt. Nach dem Loslassen dieser Taste arbeitet die Uhr quarzgenau.

Zu beachten ist, daß die Uhrzeit nur bei ausgeschalteter Stoppuhr eingestellt werden kann.

3. Stoppuhr

Ist mit der Funktionstaste „mode/wählen“ die Stoppuhrenfunktion gewählt, wird dies durch Markierung des entsprechenden Symbols durch die Pfeilspitze im LC-Display signalisiert.

Die Stoppuhr kann auf 2 verschiedene Arten gestartet und gestoppt werden:

a) Manueller Betrieb

Durch kurze Betätigung der Taste „start/stop“ beginnt die Stoppuhr zu laufen. Erneute kurze Betätigung dieser Taste stoppt die Zeitzählung. Ein weiteres Drücken der Taste „start/stop“ läßt die Zeitzählung fortfahren, wobei die bisherige Zeit addiert wird.

Die Stoppuhr kann auf „0.00“ zurückgesetzt werden, indem die Taste „start/stop“ länger als 3 Sekunden gedrückt wird.

b) Automatik-Betrieb

Diese Funktion entspricht der Fahrzeitermittlung und wird im folgenden Punkt 4 ausführlich beschrieben.

4. Fahrzeitermittlung

Für die Funktion der Fahrzeitermittlung wird der gleiche Bereich wie unter 3. angewählt, d. h. „Stoppuhr“. Gestartet wird die Fahrzeitermittlung wie folgt: Durch Betätigen der Taste „start/stop“ länger als 3 Sekunden wird bei stehendem Fahrrad die Stoppuhr auf „0.00“ eingestellt.

Beim Anfahren des Fahrrades wird nun die Stoppuhr automatisch gestartet und stoppt bei Radstillstand. Erneutes Anfahren startet die Stoppuhr wieder, und die bisherige Zeit wird addiert.

Damit wird die Stoppuhr als reiner Fahrzeitzähler betrieben. Eine Beeinflussung während der Fahrt durch Tastendruck ist ausgeschlossen. Lediglich durch Betätigen der Taste „start/stop“ für länger als 3 Sekunden im Stoppuhr-Modus schaltet der Fahrzeitzähler auf „0.00“. Der Start erfolgt automatisch, wenn nach dem Loslassen der Taste das Vorderrad läuft oder aber sie läuft als Stoppuhr im manuellen Betrieb, wenn entsprechend Punkt 3 a) diese Taste nur kurz betätigt wurde.

Sowohl Stoppuhr als auch Fahrzeitzähler schalten nach 59 Minuten und 59

Sekunden auf Stunden- und Minutenzählung um. Insgesamt können Zeiten bis 99 Stunden und 59 Minuten erfaßt werden.

Beim Stoppen läuft die Uhr nach dem letzten Impuls noch ca. 2 Sekunden weiter. Hierdurch werden Verzögerungen beim Einschalten (pro Radumdrehung wird nur ein Impuls abgegeben) ausgeglichen.

5. Gesamtkilometer

Nach dem Einsetzen der Batterien wird der Gesamtkilometerspeicher in Nullstellung gebracht. Jeder gefahrene Kilometer wird ab jetzt erfaßt und addiert. Ein Löschen ist nur durch Herausnehmen der Batterien möglich. Um bei einem Batteriewechsel den Speicherwert zu erhalten, ist ein Pufferkondensator integriert, der für ca. 10 Sekunden den Speicher stützt. Wichtig ist hierbei, daß sich das Gerät im Stand-by-Modus befindet, d. h. die Anzeige ist erloschen. Dieser Modus wird automatisch nach 5minütigem Ruhezustand (keine Eingangsimpulse durch das Vorderrad und keine Tastenbetätigung) eingenommen.

Ansicht des ELV - Fahrrad-Computers FC 60 montiert am Lenker eines Sportrades. Für eine bestmögliche und kontrastreiche Ablesbarkeit des LC-Displays ist eine Position zwischen leicht schräg bis zu 45° Neigung günstig.



6. Tages-/Tourenkilometer

Mit der Taste „mode/wählen“ wird die entsprechende Funktion eingestellt. Unmittelbar vor dem Anfahren des Fahrrades, d. h. bei Beginn einer Tour wird die Taste „start/stop“ einmal kurz betätigt, um den Tourenkilometerzähler sowie eine „innere Uhr“ auf „000.0“ zu stellen. Dies ist vor allem für die Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit von Bedeutung.

Mit dem Anfahren wird die Addition der Tourenkilometer automatisch gestartet. Eine Löschung kann durch Betätigen der Taste „start/stop“ erfolgen, sofern sich der ELV-Fahrrad-Computer in dieser entsprechenden Betriebsart befindet.

7. Geschwindigkeit

Durch Anwählen der Funktion „km/h“ wird die aktuelle Geschwindigkeit digital in 2 Ziffern angezeigt. Zusätzlich erscheint auch in dieser Funktion der Geschwindigkeitswert auf einer quasi analogen Strichbalken-Anzeige (Bargraph) wie dies bereits unter Punkt 1 beschrieben wurde.

8. Durchschnittsgeschwindigkeit

Wird mit der Taste „mode/wählen“ während der Fahrt die Funktion der Durchschnittsgeschwindigkeit eingeschaltet, kann der entsprechende Wert digital mit einer Auflösung von 0,1 km/h abgelesen werden.

Wichtig ist, daß unmittelbar vor dem Anfahren der Tourenkilometerzähler auf „000.0“ eingestellt wurde, wie dies auch unter Punkt 6 beschrieben ist.

Bei Radstillstand erfolgt der allmähliche Abbau der Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Anzeige kann nur gelöscht werden, wenn in der Funktion „Tourenkilometer“ mit der Taste „start/stop“ die gefahrenen Tourenkilometer auf „000.0“

zurückgesetzt werden (wie auch unter Punkt 6 beschrieben).

9. Maximalgeschwindigkeit

Zum Ablesen der Höchstgeschwindigkeit wird mit der Taste „mode/wählen“ diese Funktion eingeschaltet. Seit dem Beginn einer Tour kann nun der Maximalwert der gefahrenen Geschwindigkeit abgelesen werden.

Besonderheiten

Eine Sparschaltung verhindert, daß die Batterien unnötig belastet werden. Deshalb schaltet der ELV-Fahrrad-Computer automatisch nach ca. 5 Minuten in einen stromsparenden Stand-by-Betrieb, wenn weder Eingangsimpulse vom Vorderrad

noch Tastenbetätigungen registriert wurden.

Alle gespeicherten Werte bleiben erhalten. Die Wiederinbetriebnahme erfolgt automatisch durch Betätigen einer Taste oder durch Anfahren, wobei die zuletzt gewählte Funktion erscheint.

Während der Nacht um „0.00 Uhr“ schaltet die Elektronik den ELV-Fahrrad-Computer automatisch auf die Funktion 5 „Gesamtkilometer“ um, auch wenn durch die Sparschaltung die Anzeige deaktiviert ist. Zu beachten ist noch, daß beim Wechseln der Batterien möglichst keine Stromunterbrechung länger als 10 Sekunden andauert, da sonst alle gespeicherten Daten einschließlich der Gesamtkilometer gelöscht werden.

Montageanleitung

Der ELV-Fahrrad-Computer ist für Radgrößen von 20" bis 28" geeignet. Das Gerät besteht aus 3 Grundeinheiten:

- Gehäuse mit integrierter Elektronik mit Lenkerbefestigung
- Schaltelement mit Gabelbefestigung, Kabel und Stecker
- Magnet mit Speichenbefestigung

Zur Befestigung am Lenker wird der hintere Gehäusedeckel durch die beiden von außen zugänglichen Schrauben gelöst und der Gehäusedeckel entfernt. Anschließend sind die jetzt zugänglichen 4 Schrauben der Befestigungsschelle zu lösen. Nun kann das Gehäuse auf den Lenker gesetzt und mit der Befestigungsschelle durch die 4 Schrauben festgesetzt werden. Es sollte eine Schrägstellung nach oben von ca. 45 Grad gewählt werden, wobei bezüglich der Kontrastwirkung des LC-Displays auf den günstigsten Blickwinkel zu achten ist.

Bei Lenkerrohrdurchmessern unter 24 mm wird die mitgelieferte Reduzierhülse eingesetzt. Nun reichen Durchmesser von weniger als 22 mm aus. Lenkerrohrdurchmesser größer als 25 mm erfordern ein Herausschaben der Rippen im inneren Bereich der Befestigungsschellen. Im allgemeinen wird diese Arbeit jedoch nicht erforderlich sein, und die Montage aufgrund der einigermaßen standardisierten Lenkerrohrdurchmesser ohne Verzögerung möglich sein.

Jetzt wird der Magnet auf der linken Seite des Vorderrades (in Fahrtrichtung gesehen) in den Speichen befestigt. Der Magnet selbst zeigt hierbei nach außen zur Gabelseite.

Als nächstes wird das Schaltelement an der linken Gabelseite befestigt. Die Schaltdose zeigt hierbei nach vorne in Fahrtrichtung und der weiße Punkt zum Magneten. Die Befestigungshöhe ist dann korrekt, wenn der weiße Punkt auf der

Schaltdose und der Magnet in den Speichen genau in gleicher Höhe liegen. Magnet und Schaltelement dürfen sich hierbei selbstverständlich nicht berühren, d. h. es ist ein Abstand zwischen 2 mm und 10 mm wünschenswert (typ. 5 mm).

In dem Schaltelement befindet sich ein Reed-Kontakt, der durch die Einwirkung des Magneten schließt und dadurch dem ELV-Fahrrad-Computer eine Radumdrehung signalisiert. Immer dann, wenn der Magnet an der Position des Schaltelementes vorbeikommt, wird ein Impuls ausgelöst.

Nun wird der Stecker des Schaltelementkabels auf die 2 einzelnen nebeneinanderliegenden Stifte der Unterseite des Tacho-Gehäuses gesteckt.

Inbetriebnahme und Einstellung

Der ELV-Fahrrad-Computer FC 60 wird mit 2 Trockenbatterien des Typs „Lady“ zu je 1,5 V versorgt. Die Lebensdauer der Batterien beträgt ca. 2 Jahre.

Die Batterien werden in die Halterung an der Unterseite des Tacho-Gehäuses eingelegt. Hierbei ist unbedingt auf die korrekte Polarität (+ und -) zu achten. Die entsprechenden Symbole sind am Gehäuseboden gekennzeichnet, d. h. der Pluspol einer jeden Batterie muß in Richtung des entsprechenden Zeichens im Gehäuseboden zeigen. Ein falsches Einlegen der Batterien kann die Elektronik zerstören.

Unmittelbar nach dem Einsetzen der Batterien wird im Sichtfenster für ca. 3 Sekunden die gewählte Radgröße angezeigt. Fertigeräte sind ab Werk auf die Radgröße 27/28" eingestellt.

Die Neueinstellung der Radgröße geschieht wie folgt:

Oberhalb der Batteriehalterung an der Unterseite des Gerätes befinden sich 5

Kontaktstifte, die mit den Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnet sind. Mit einem Stecker können jeweils 2 Stifte miteinander verbunden werden. Hierdurch wird dem ELV-Fahrrad-Computer die betreffende Radgröße mitgeteilt.

Üblicherweise kann die Bezeichnung der Radgröße auf den Reifen entnommen werden. Die nachstehenden Steckverbindungen bestimmen folgende Größen:

- 20" = 4 mit 5 verbinden
- 24" = 2 mit 3 verbinden
- 26" = 1 mit 2 verbinden
- 27" und 28" = 3 mit 4 verbinden

Der Stecker wird entsprechend vorstehender Angaben aufgesetzt. Die Batterien dürfen hierbei noch nicht eingelegt sein. Soll die Reifengröße geändert werden, sind zunächst die Batterien für mindestens eine Minute zu entfernen, um in dieser Zeit die Radgröße neu zu bestimmen. Die gespeicherten Daten werden dabei gelöscht.

Anschließend ist der Gehäusedeckel durch 2 Schrauben zu verschließen, und dem Einsatz des ELV-Fahrrad-Computers

FC 60 steht nichts mehr im Wege.

Nachfolgend soll nun für den technisch interessierten Leser auf die übersichtliche Schaltungstechnik des FC 60 eingegangen werden.

Die Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung des ELV-Fahrrad-Computers FC 60 dargestellt.

Das Herzstück bildet der hochintegrierte CMOS-Mikroprozessor des Typs TMS 4000 der Firma Texas Instruments. Hierbei handelt es sich um einen kundenspezifischen Bauelement, in dem sämtliche für die Funktion des Gerätes erforderlichen Programme implementiert sind. Die Taktfrequenz wird quarsgenau mit Hilfe des integrierten Oszillators in Verbindung mit dem Quarz Q 1 sowie dem Kondensator C 1 erzeugt.

Als weitere externe Bauelemente finden wir den Kondensator C 2 sowie die beiden zum Reed-Kontakt in Reihe lie-

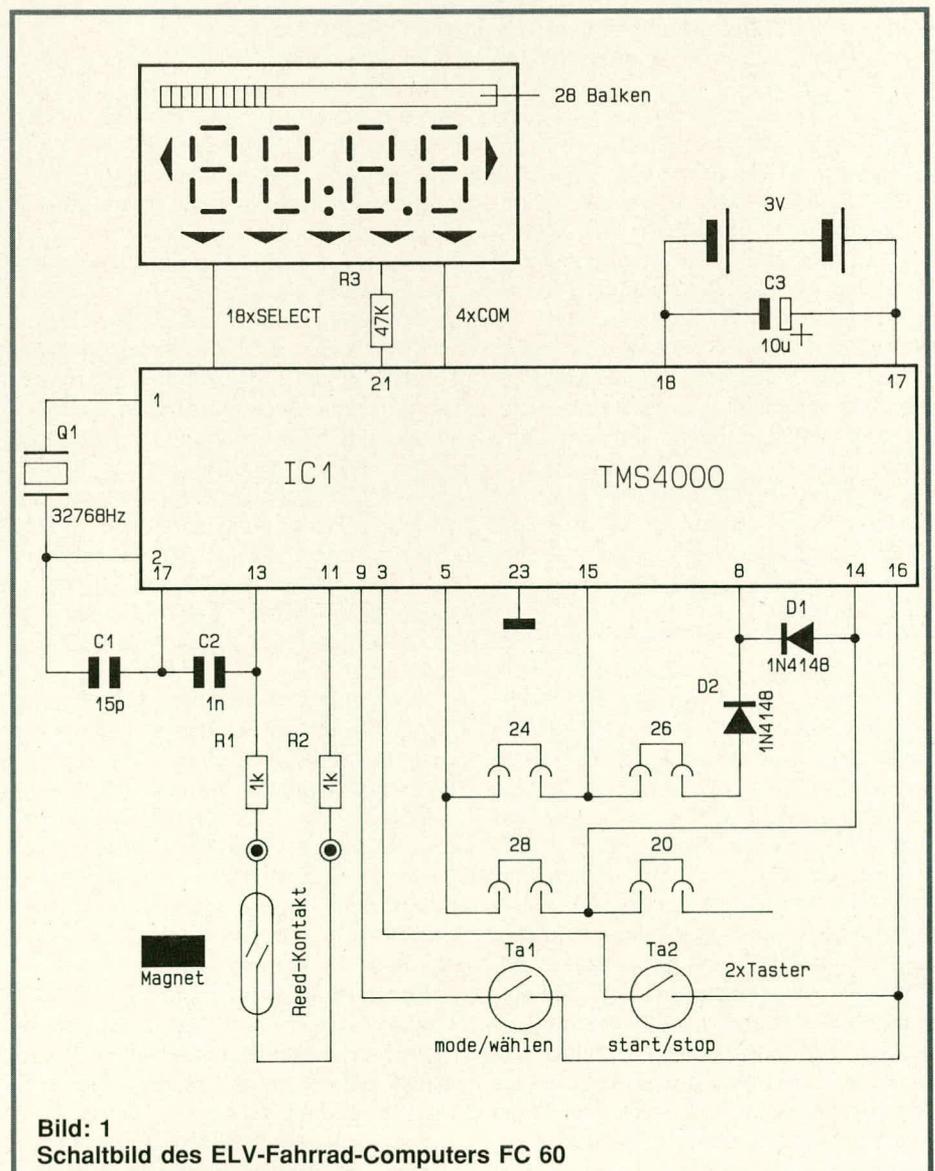
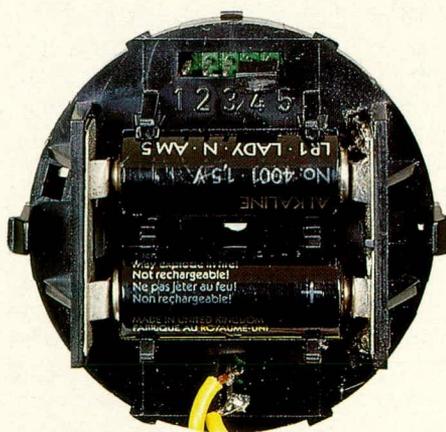


Bild: 1
Schaltbild des ELV-Fahrrad-Computers FC 60

Rückansicht des FC 60 vom Innenteil mit Batteriehalterung

genden Schutzwiderstände R 1 und R 2. Diese Bauelemente dienen zur Impulserfassung.

Angesteuert wird der Prozessor über den eben erwähnten Reed-Kontakt, der von einem im Vorderrad befindlichen Magneten bei jeder Umdrehung einmal geschaltet wird. Die Eingangselektronik des Prozessors ist so ausgelegt, daß ein mehrfaches Schalten (Prellen) während des Schließens des Reed-Kontaktes nicht zu Störungen führen kann.

Um die Genauigkeit des Gerätes auch bei unterschiedlichen Radgrößen zu gewährleisten, kann der Benutzer beim Einbau durch Umstecken mit einem Kurzschlußbügel zwischen den 4 verschiedenen Radgrößen 20", 24", 26" sowie 27"/28" wählen. Im Schaltbild finden wir den Kurzschlußbügel unter den Brückenbezeichnungen „20, 24, 26, 28" wieder, von denen, wie beschrieben, nur eine Brücke zum Tragen kommt. Die beiden Dioden D 1 und D 2 dienen in diesem Zusammenhang zur Entkopplung.

Die Taster „mode/wählen" sowie „start/stop" verbinden den Anschlußpunkt „16" mit Pin 3 bzw. Pin 9 zu Programmierzwecken.

Die 3 V-Stromversorgung wird dem Prozessor an den Anschlußbeinchen „17" (+3 V) und „18" zur Verfügung gestellt.

Zur direkten Ansteuerung des Multifunktions-LC-Displays besitzt der Prozessor insgesamt 22 Treiberausgänge. 4 Ausgänge davon stellen Backplane-Signale dar, während die restlichen 18 Ausgänge die zu den jeweiligen Backplane-Signalen gehörenden Segmente ansteuern. Die kompletten Verarbeitungs- und Ansteuerroutinen sind im Prozessor implementiert.

Der Kondensator C 3 bewirkt eine Pufferung und Störunterdrückung der Batteriespannung.

Der Nachbau

Obwohl es sich um ein hochprofessionelles Gerät mit einer großen Funktionsvielfalt handelt, ist der Aufbau vergleichsweise einfach möglich. Etwas Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen sollte man jedoch bereits gesammelt haben, da das Einsetzen des zentralen CMOS-Mikroprozessors eine Besonderheit darstellt. Dieser Baustein besitzt nämlich 40 Anschlußbeinchen, die sich in einem 30% geringeren Abstand zueinander befinden als üblich. Das normalerweise verwendete Rastermaß von 2,56 mm ist hierbei auf lediglich 1,8 mm verringert, und es werden dadurch erhöhte Anforderungen an ein feines und sauberes Löten gestellt. Dies jedoch nur als Vorabinformation.

Die Bestückung der kreisrunden, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte mit einem Durchmesser von knapp 49 mm wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die drei Widerstände, anschließend die beiden Dioden, gefolgt von den Kondensatoren C 1 und C 2 auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Bestückungsseite ist hierbei diejenige Seite, die auch später den Mikroprozessor trägt, während die Leiterbahnseite durch die vergoldeten Anschlußpads zur Kontaktierung des LC-Displays gekennzeichnet ist.

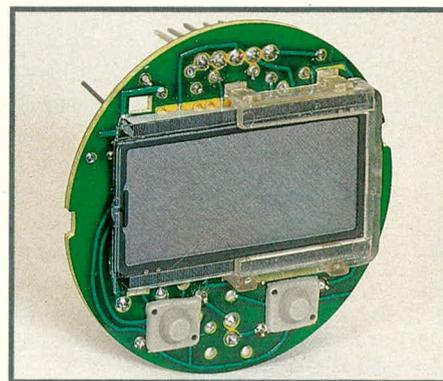
Die vergoldeten Anschlußpads sind durch eine abziehbare Lötstopmmaske geschützt. Nach Abziehen dieses Schutzes sind die Anschlußpads mit einem Glaspinsel zu reinigen (ersatzweise mit einem sauberen in Spiritus getränkten Wattebausch).

Jetzt werden die 2polige und die 5polige Stiftleiste eingesetzt, gefolgt von den gleichlangen Stiften für die Stromversorgung. Der 32,768 kHz Quarz Q 1 ist liegend einzubauen.

Die letzte zu bestückende Position stellt der CMOS-Mikroprozessor IC 1 dar. Die Richtungsmarkierung (u-förmige Gehäusekerbe) weist hierbei zum Quarz Q 1 hin. Die Beinchen werden vorsichtig in die entsprechenden Bohrungen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Wichtig ist hierbei eine kurze aber ausreichend intensive Erhitzung der einzelnen Lötstellen. Zweckmäßigerweise werden die einzelnen Beinchen nicht nacheinander erwärmt, sondern beginnend z. B. mit Pin 1, um anschließend mit einem Beinchen fortzufahren, das räumlich möglichst weit vom ersten entfernt ist usw. Hierdurch wird eine recht gleichmäßige Erwärmung des gesamten Bausteins vorgenommen, ohne daß sich dabei eine erhöhte Gefahr der partiellen Überhitzung ergibt. Zu beachten ist auch, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Anschlußbeinchen ergeben.

Als nächstes sind die beiden Platinentaster an die entsprechenden Stellen auf der Leiterbahnseite zu setzen. Die Gummi-Befestigungsnoppen werden hierzu vorsichtig in die zugehörigen Bohrungen gepreßt. Eine aufgebogene Büroklammer leistet dabei gute Dienste. Mit ihr werden die beiden Gummi-Befestigungsnoppen der Taster von der Bestückungsseite aus durch die Bohrungen gedrückt.

Kommen wir nun zur Montage des LC-Displays. Hierzu wird der Befestigungsrahmen mit seiner Stirnseite auf eine ebene Unterlage (Tischplatte) gelegt. Das LC-Display wird mit seiner Anzeigenseite zur Unterlage weisend in den Befestigungsrahmen eingefügt (liegt lose im Rahmen).



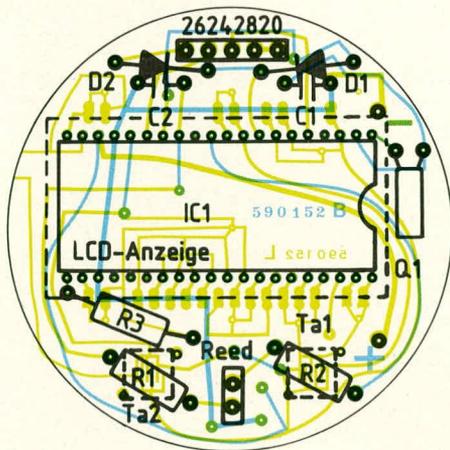
Ansicht des LC-Displays auf der Platine. Zur Veranschaulichung des Aufbaus von Display, Leitgummi und Befestigungsrahmen ist die Konstruktion angeschnitten dargestellt.

Schaut man sich die beiden Kontaktseiten des LC-Displays gegen schräg einfallendes Licht an, so ist zu erkennen, daß auf der einen Seite deutlich mehr Kontaktierungsflächen angebracht sind wie auf der anderen. Ein gleiches Erscheinungsbild bietet die Leiterbahnseite mit den vergoldeten Kontaktierungs pads. Die Platine ist nun so auf das LC-Display zu setzen, daß die entsprechenden Kontaktreihen zueinander passen.

Zuvor wird auf die Rückseite der Kontaktstreifen des LC-Displays je ein Leitgummistreifen lose aufgelegt. Der Befestigungsrahmen und das Display liegen hierbei mit der Vorderseite nach unten nach wie vor auf der Tischplatte. Die Leitgummistreifen sind an ihren Seiten hellgrau, während die Kontaktflächen dunkelgrau bzw. schwarz sind. Jeweils eine der Kontaktflächen weist zum Display, während die gegenüberliegende Seite des Leitgummistreifens direkt nach oben zeigt.

Nun wird die doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte vorsichtig mit den Goldkontakten zum Display weisend (also nach unten) über den Befestigungsrahmen gesetzt. An jeder Seite besitzt der Rahmen 3 Klemmhaken, die nun durch die zugehörigen rechteckigen Aussparungen in der Platine zu führen sind. Mit leichtem Druck auf die Platine rasten die 6 Klemmhaken ungefähr gleichzeitig ein. Hierbei ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Leitgummistreifen den gewünschten Kontakt zwischen LC-Display und Platine herstellen und nicht etwa gekippt sind. Ggf. ist unter Assistenz einer zweiten Person der Befestigungsrahmen wieder abzunehmen, indem alle 6 Klemmhaken gleichzeitig in Richtung Prozessor, d. h. nach innen gebogen und herausgezogen werden.

Anzumerken ist noch, daß diese Art der Display-Kontaktierung im professionellen



Bestückungsplan der Platine des ELV-Fahrrad-Computers FC 60



Ansicht der fertig bestückten Platine des FC 60 von der Bestückungsseite aus gesehen.



Ansicht der fertig bestückten Platine des FC 60 von der Display-Seite (Lötseite) aus gesehen

Bereich weitverbreitet ist, da es sich um eine dauerhafte und höchst zuverlässige Verbindung für entsprechende Anwendungsfälle handelt, die auch thermischen Beanspruchungen gut standhält.

Nachdem die Leiterplatte so weit bestückt und fertiggestellt wurde, wenden wir uns den weiteren mechanischen Komponenten dieses Gerätes zu.

Wir nehmen uns den Kunststoff-Gehäuseeinsatz, der später auch die beiden Batterien trägt, zur Hand und legen ihn so vor uns auf die Unterlage, daß die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 lesbar sind. Der doppelpolige Batterie-Kontaktstreifen wird an der linken hervorstehenden Kunststofffläche ange-setzt, und zwar so, daß die beiden schmalen Blechlaschen durch den Kunststoffboden hindurchgesteckt werden, um sie auf der Unterseite nach außen umzubiegen. In gleicher Weise sind die beiden einpoligen Batteriekontaktstreifen an die rechte hervorstehende Kunststofffläche anzusetzen, wobei die zugehörigen Blechlaschen auch hier auf der Unterseite nach außen umzubiegen sind. Ein kleiner Tantal-Kondensator (C 3) wird unter Beachtung der korrekten Polarität an die beiden letztgenannten Blechlaschen auf der Unterseite angelötet. Liegt das Kunststoffteil in der beschriebenen Weise auf der Unterlage, ist die Polarität auf dem Kunststoffteil direkt neben den Batteriekontakten ablesbar (im Kunststoffteil eingepreßt).

Die fertig bestückte und nochmals überprüfte Leiterplatte wird mit dem LC-Display nach unten weisend so vor sich hingelegt, daß der Quarz Q 1 bzw. die Markierung des IC 1 nach rechts weist. Die 5polige Stiftleiste weist jetzt nach oben.

Das entsprechend vorbereitete Kunststoff-Innenteil mit den Batterieklemmen wird nun von oben über die auf der Tisch-

Stückliste: ELV-Fahrrad-Computer

Widerstände

1k Ω R1, R2
47k Ω R3

Kondensatoren

15pF C1
1nF C2
10 μ F/3V, Tantal C3

Halbleiter

TMS 4000 IC 1

Sonstiges

Quarz 37, 768 KHz Q1
1 x LC-Display
1 x LCD-Halterung
2 x Leitgummi
1 x Stiftleiste 5 polig (19mm)
1 x Stiftleiste 2 polig (19mm)
2 x Stiftleiste 1 polig (19mm)
1 x Kurzschlußstecker
2 x Gummitasten
1 x Batteriekontakt, doppelt
1 x Batteriekontakt, einfach
1 x Reedrelais mit Kabel
1 x Magnethaltereinheit
1 x Gehäuse-Oberteil
1 x Gehäuse-Unterteil
1 x Gehäuse-Innenteil
1 x Lenker-Ausgleichsstück
6 x Kreuzschlitzschrauben 2,9 x 12
2 x Kreuzschlitzschrauben 2,9 x 10
1 x Schraube M3 x 10
1 x Zahnscheibe 3,2 mm
1 x Mutter M3

platte liegende Platine gesetzt. Die Stiftleisten sowie die beiden Spannungs-Zuführungsstifte werden hierbei durch entsprechende Aussparungen in dem Kunststoffteil gesteckt. Mit 2 Rastnocken wird anschließend die Leiterplatte an dem Kunststoffteil gehalten. Nachdem die beiden Spannungs-Zuführungsstifte seitlich an die entsprechenden Batteriekontakte gelötet wurden, kann eine erste provisorische Inbetriebnahme erfolgen. Hierzu sind einfach 2 Trockenbatterien des Typs „Lady“ unter Beachtung der Polarität einzusetzen, und die Anzeige ist aktiviert. Bei nicht korrekter Funktion ist die Bestückung nochmals zu kontrollieren, wobei insbesondere das korrekte Einsetzen des LC-Displays zu prüfen ist. Ebenso sieht man sich die einzelnen Lötstellen, besonders auch im Bereich des IC 1 nochmals sorgfältig an, ggf. unter Benutzung einer Lupe.

Bei korrekter Funktion kann jetzt das vorbereitete Modul in das Gehäusevorderteil eingesetzt werden. Die Befestigung erfolgt durch 3 Rastnocken. Eine Demontage kann mit Hilfe von 2 kleinen Schraubenziehern, die gleichzeitig an 2 Rastnocken anzusetzen sind, vorgenommen werden.

Nachdem die Radgröße mit einem Kurzschlußstecker festgelegt und auch das fertig vormontierte Schaltelement angesteckt wurde, kann die Montage in bereits beschriebener Weise am Fahrrad erfolgen, um abschließend den Gehäuseunterdeckel anzusetzen und festzuschrauben. Für die Durchführung der Zuleitung zum Schaltelement besitzt der Gehäusedeckel im Bereich zwischen den beiden Befestigungsschrauben eine kleine Aussparung.

Damit steht dem langfristigen Einsatz dieses interessanten Fahrrad-Computers nichts mehr im Wege.

ELV



Hochton-Trainings-Gerät HTG 7000

Teil 3

Im dritten und abschließenden Teil dieses Artikels wird der Nachbau und die Inbetriebnahme des Hochton-Trainings-Gerätes HTG 7000 ausführlich beschrieben. Curt Menke

Zum Nachbau

Die praktische Realisierung des Hochton-Trainings-Gerätes HTG 7000 erfolgt mittels vier Leiterplatten:

1. Basisplatte mit den Filterbausteinen MF 10
2. Frontplatte mit den beiden Leuchtbandanzeigen
3. Potiplatine
4. Buchsenplatte mit dem Mikrofonvorverstärker

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der zugehörigen Bestückungspläne vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Leiterplatten gesetzt und auf der Platinenunterseite verlötet. Auf folgende Besonderheiten ist dabei zu achten:

1. Frontplatte

Die beiden DIN-Eingangsbuchsen werden erst dann eingelötet, wenn die Frontplatte vor die Frontplatte gesetzt wurde, d. h. die beiden Buchsen werden von der Frontseite aus durch die Frontplatte gesteckt, um anschließend in die Bohrungen der Frontplatte geführt und auf der Leiterbahnseite verlötet zu werden.

Die Potis R 7, R 8 sowie R 60 werden von der Platinenrückseite aus eingesetzt und von der Bestückungsseite mit den zugehörigen Muttern festgesetzt. Der elektrische Anschluß erfolgt durch Lötverbindungen auf der Leiterbahnseite.

Die Leuchtdioden sind so einzusetzen, daß der Abstand zwischen Leiterplattenoberseite und Leuchtdiodenspitze 14 mm beträgt.

Links neben der DIN-Ausgangsbuchse 1 sowie rechts neben der DIN-Ausgangsbuchse 2 wird je ein vernickelter Metall-Abstandsstift mit einem Durchmesser von

5 mm von der Bestückungsseite aus in die entsprechende Bohrung der Frontplatte gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Diese beiden Stifte dienen in Verbindung mit dem späteren Einsetzen der beiden Ausgangsbuchsen zur zusätzlichen Fixierung der Frontplatte.

Der 2polige Kippschalter wird eingesetzt und verlötet, wobei eine Mutter mit einer Unterlegscheibe so weit auf den Kippschalterhals zu drehen ist, daß der Abstand zur Platinenoberseite genau wie bei den Leuchtdioden 14 mm beträgt.

2. Potiplatine

Von den Ausgangslautstärke-Einstellpotis R 77 und R 85 werden die Muttern entfernt und die beiden Potis auf die entsprechende kleine Platine gesetzt und verlötet. Zusätzlich sind die vier Elkos einzulöten. Alsdann kann diese Platine im rechten Winkel an die Frontplatte gelötet werden, wobei die Potiachsen aus der Bestückungsseite der Frontplatte herausragen. Zu beachten ist, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen dieser beiden zu verbindenden Platinen ergeben.

3. Basisplatte

Als Besonderheit ist hier lediglich das Verlegen von zwei einadrigen abgeschirmten isolierten Leitungen zu nennen. Hierzu werden zwei entsprechende Leitungsabschnitte mit einer Länge von 38 mm von ihrer äußeren Ummantelung (auf der einen Seite um 7 mm und auf der anderen Seite um 11 mm) befreit. Auf der um 7 mm von der Ummantelung befreiten Seite wird auch das Abschirmgeflecht auf dieser Länge abgetrennt. Auf der anderen Seite ist das Abschirmgeflecht zu verdrillen. Zuletzt ist die Isolierung der Innenader auf beiden Seiten auf einer Länge von ca. 3 mm zu entfernen, die Litzenenden zu verdrillen und zu verzinnen. Die

Seite mit dem entfernten Abschirmgeflecht wird nur mit der Innenader an dem Löt-punkt oberhalb von Pin 11 eines jeden der beiden ICs MF 10 angelötet. Die Innenader stellt dann die Verbindung zur äußersten Leiterbahn der Basisplatte her, während die Abschirmung an den entsprechend gekennzeichneten Punkten der davorliegenden Leiterbahn anzulöten ist. Im Detail geht dies auch aus dem Bestückungsplan hervor.

Alsdann kann die Frontplatte im rechten Winkel an die Basisplatte gelötet werden, und zwar so, daß die Unterseite der Frontplatte ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorsteht. Auch hier ist sorgfältig darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnverbindungen beider Platinen ergeben.

4. Buchsenplatte

Die Buchsenplatte wird in gewohnter Weise bestückt, wobei die beiden Alu-Befestigungswinkel von der Bestückungsseite aus an den beiden äußeren Leiterplattenecken aufgesetzt und mit je einer Schraube M 3 x 6 mm sowie einer Mutter festgezogen werden.

Danach erfolgt das Ansetzen dieser Platine an die Innenseite der Gehäuserückwand, so daß die fünf Buchsen (4 x Cinch und 1 x Klinenbuchse) durch die entsprechenden Bohrungen hindurchsehen. Von der Außenseite der Gehäuserückwand werden zwei Schrauben M 3 x 6 mm durch die zugehörigen Bohrungen von Rückwand und Aluwinkel gesteckt und mit je einer Mutter M 3 verschraubt. Eine zusätzliche Fixierung erfolgt durch das Aufsetzen und Festziehen der Befestigungsmutter für die 3,5 mm Print-Klinenbuchse.

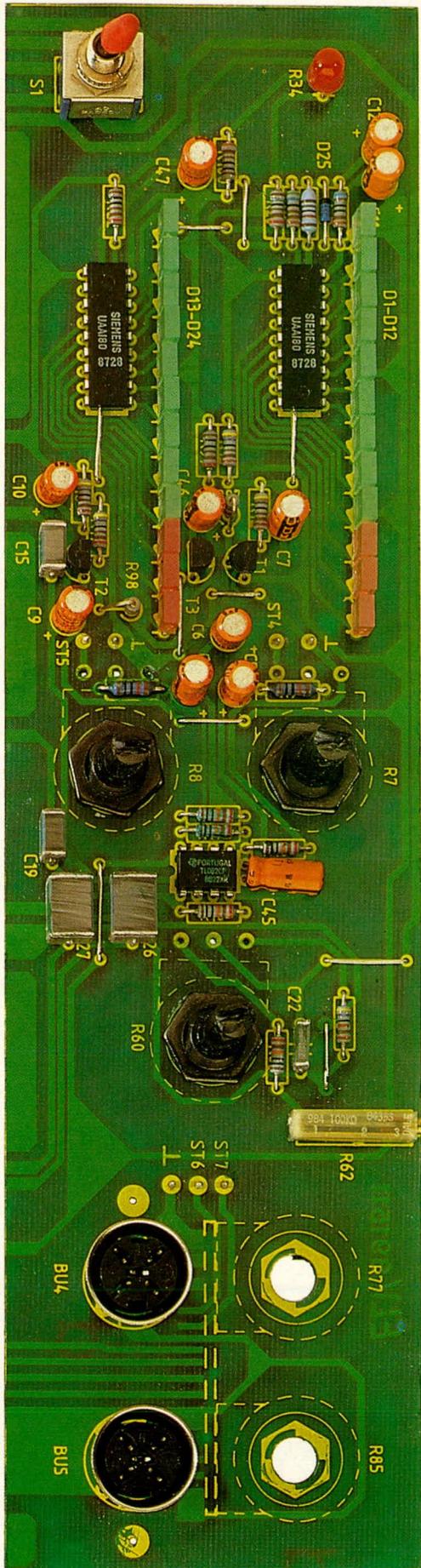
Als nächstes ist der 2polige Kippschalter zur Umschaltung zwischen „Line“ und „Mic.“ einzusetzen und zu verschrauben.

Von der Kippschalterrückseite aus gesehen (Stiftseite) werden folgende Leitungsverbindungen gezogen:

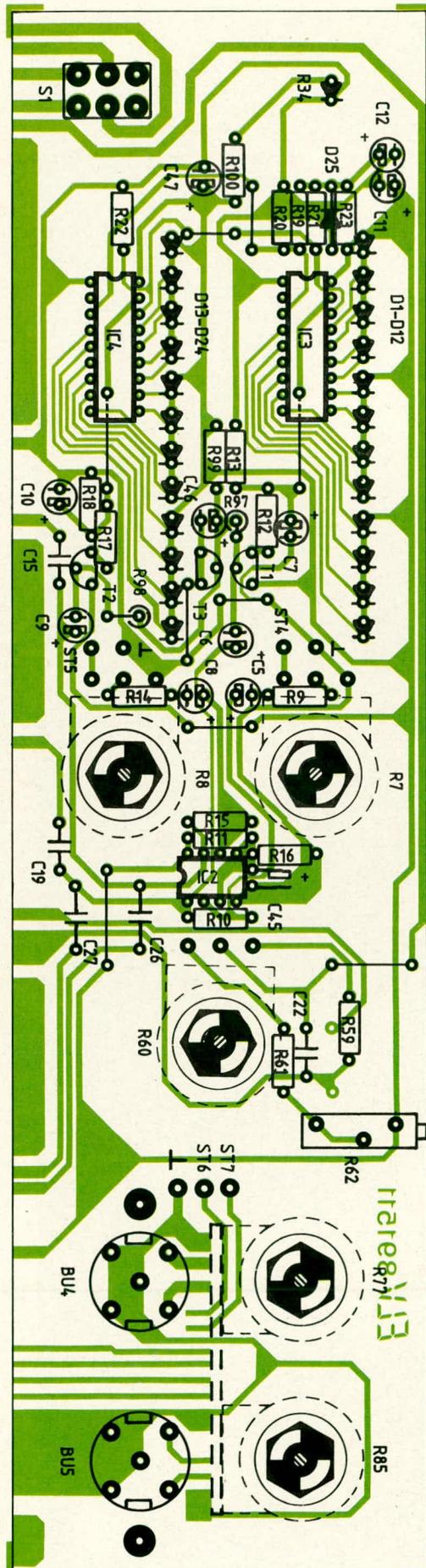
- Linker oberer Anschluß zum Platinenanschlußpunkt ST 2 der Buchsenplatte
- rechter oberer Anschluß sowie rechter unterer Anschluß gemeinsam zum Platinenanschlußpunkt ST 1 der Buchsenplatte
- linker unterer Anschluß zum Platinenanschlußpunkt ST 3 der Buchsenplatte
- mittlerer oberer Anschluß zum Platinenanschlußpunkt ST 5 der Frontplatte (Leiterbahnseite)
- mittlerer unterer Anschluß zum Platinenanschlußpunkt ST 4 der Frontplatte (Leiterbahnseite).

Für die Verbindungsleitungen zur Frontplatte (ST 4, 5) werden einadrige abgeschirmte Zuleitungen mit einer Länge von ca. 120 mm verwendet. Die Abschirmung

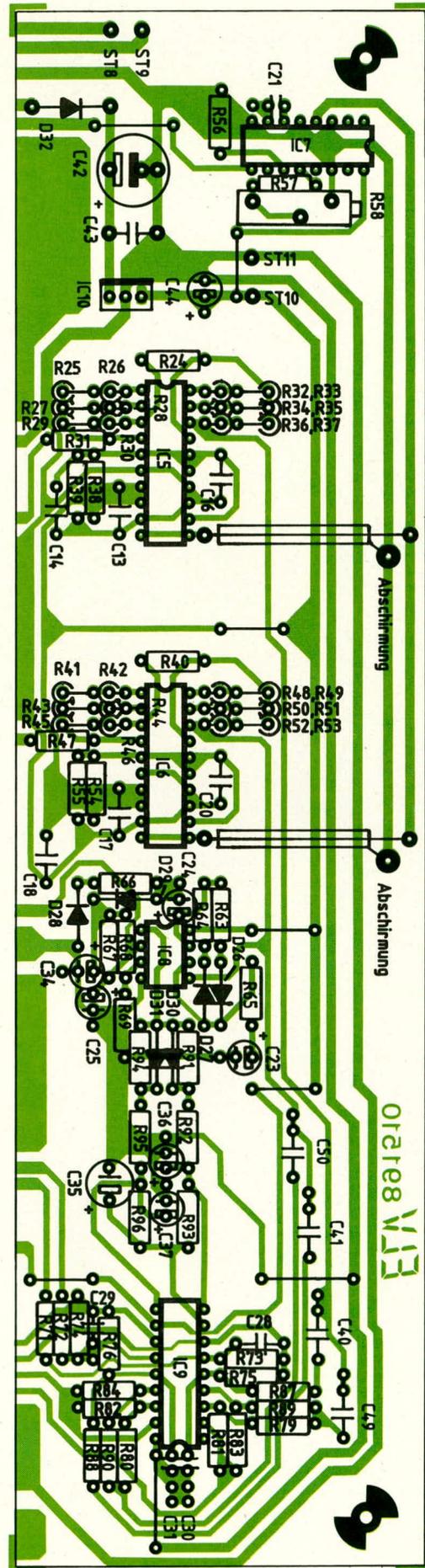
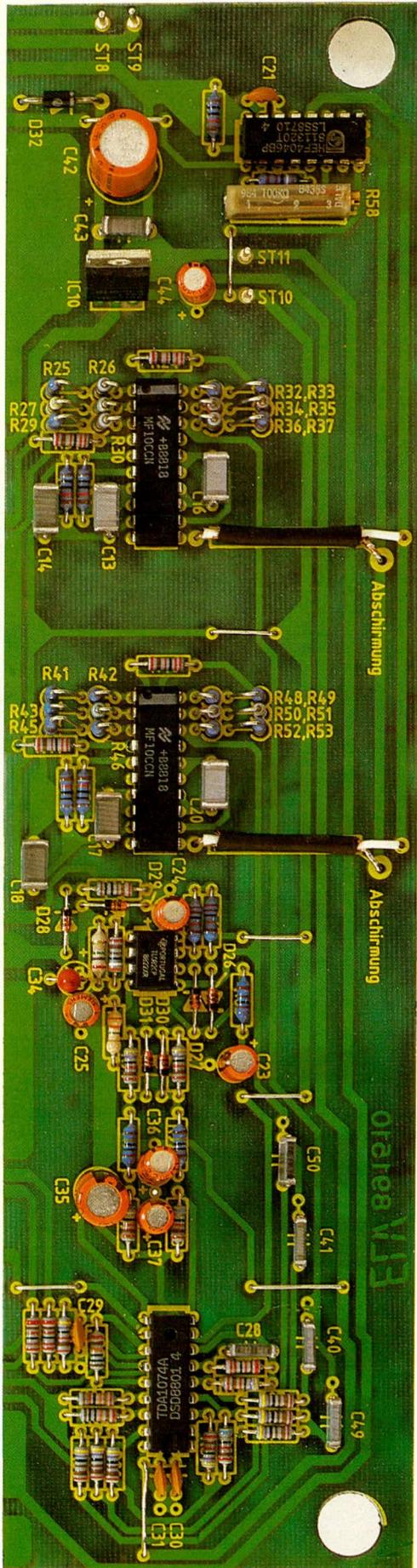
Ansicht
der fertig
bestückten
Frontplatte
des Hochton-
Trainings-
Gerätes
HTG 7000



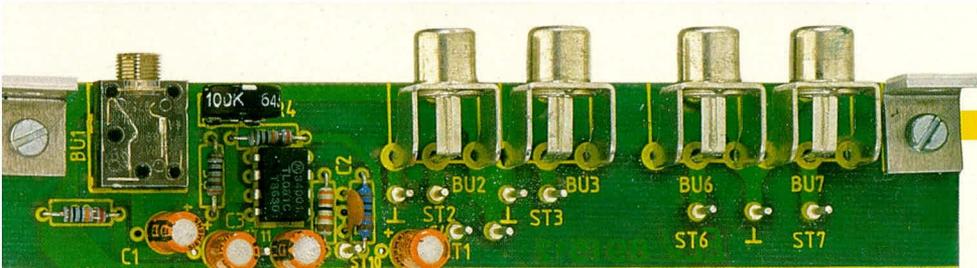
Bestückungs-
plan der
Frontplatte
des Hochton-
Trainings-
Gerätes
HTG 7000



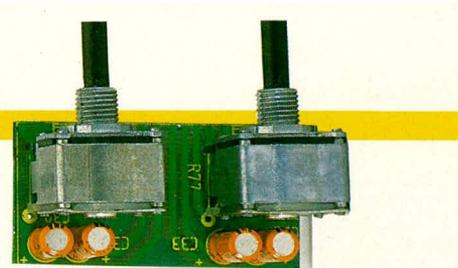
Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des Hochton-Trainings-Gerätes HTG 7000



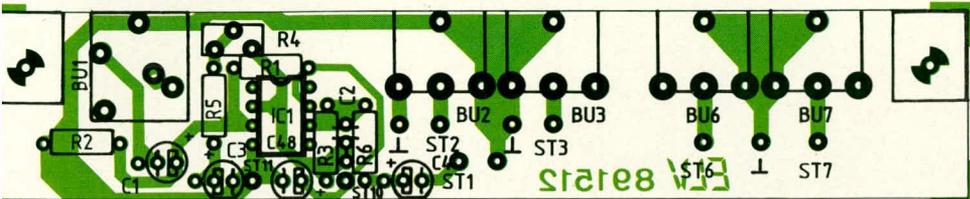
Bestückungsplan der Basisplatte des Hochton-Trainings-Gerätes HTG 7000



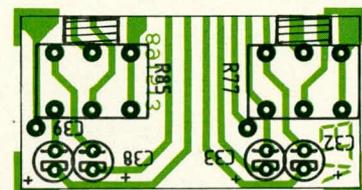
Ansicht der fertig bestückten Buchsenplatine des HTG 7000



Ansicht der Potiplatine



Bestückungsplan der Buchsenplatine des HTG 7000



Bestückungsplan der Potiplatine

Stückliste: HTG 7000

Widerstände

680Ω	.....	R23
1kΩ	.....	R5, R66, R99, R100
1,5kΩ	.....	R20, R22
2,7kΩ	.....	R28, R44
3,9kΩ	.....	R35, R51, R68
4,7kΩ	.....	R12, R17, R79, R80 R87-R90
8,2kΩ	.....	R27, R43, R65
10kΩ	.....	R6, R9, R14, R25, R26, R29, R30, R32, R33, R36-R39, R41, R42, R45, R46, R48, R49, R52-R56
12kΩ	.....	R19
22kΩ	.....	R21, R24, R31, R34, R40, R47, R50, R71-R73
39kΩ	.....	R57
47kΩ	.....	R13, R18, R59, R74, R75, R81, R91, R94
68kΩ	.....	R83, R93, R96
100kΩ	.....	R1, R2, R10, R11, R15, R16, R61, R76, R82, R97, R98
120kΩ	.....	R84
270kΩ	.....	R63, R64
680kΩ	.....	R3
1MΩ	.....	R92, R95
2,7MΩ	.....	R67
3,3MΩ	.....	R69
100kΩ, Trimmer, stehend	.....	R4
100kΩ, Spindeltrimmer	..	R58, R62
47kΩ, Poti, 6mm Achse	R7, R8, R60	
10kΩ, Tandempoti,		
4mm Achse	.....	R77ab, R85ab

(R78, R86, R70 entfallen)

Kondensatoren

33pF	.....	C2
56pF	.....	C21
100pF	.....	C30, C31
820p	.....	C29
1,8nF	.....	C28
10nF	.....	C22
22nF	.....	C40, C41, C49, C50
47nF	.....	C43
100nF	.....	C13-C20

1μF	.....	C 26, C27
1μF/16V/Tantal	.....	C25
1μF/16V	.....	C1, C4, C6, C9, C23, C24, C34
2,2μF/16V	.....	C5, C8, C36, C37
10μF/16	....	C3, C7, C10-C12, C32, C33, C38, C39, C44-C48
100μF/16V	.....	C35
470μF/16V	.....	C42

Halbleiter

MF 10	.....	IC5, IC6
TL 081	.....	IC1
TL 082	.....	IC8
UAA 180	.....	IC2, IC4
TDA 1074	.....	IC9
CD 4046	.....	IC7
7810	.....	IC10
BC 548	.....	T1-T3
Rechteck-LED, grün	.....	D1-D9 D13-D21
Rechteck-LED, rot	.....	D10-D12 D22-D24
LED, 5mm, rot	.....	D34
1N4001	.....	D32
1N4148	.....	D26-D31
ZPD 5, 6	.....	D25

(D33 entfällt)

Sonstiges

Cinchbuchsen	.....	BU2, BU3, BU6, BU7
Klinkenbuchse,		
3,5 mm, Stereo	.....	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm mit		
Schaltkontakt	.....	BU8
Würfel-Buchsen	.....	BU4, BU5
Kippschalter 2xUm	.....	S1, S2
2 Aluwinkel		
4 Schrauben M3x8		
4 Mütter		
22 Lötstifte		
35cm 1adrige abgeschirmte Leitung		
15cm 2adrige abgeschirmte Leitung		
40 cm 2adrige Leitung, 0,4 mm ²		

wird jeweils an den masseführenden Lötanschlüssen neben ST 4 und ST 5 angelötet, während auf der zur Buchsenplatine hinweisenden Seite die beiden Abschirmungen miteinander zu verbinden und zu isolieren sind. Hier erfolgt kein Anlöten an die Platine.

Über eine ca. 150 mm lange zweiadrige isolierte abgeschirmte Zuleitung erfolgt die Verbindung der Platinenanschlußpunkte ST 6 und ST 7 sowie der zugehörigen Massekontakte von der Buchsen- zur Frontplatine.

Die Verbindung der beiden Platinenanschlußpunkte ST 10 der Buchsenplatine mit ST 10 der Basisplatine sowie ST 11 der Buchsenplatine und ST 11 der Basisplatine erfolgt über je eine flexible isolierte, ca. 80 mm lange Zuleitung.

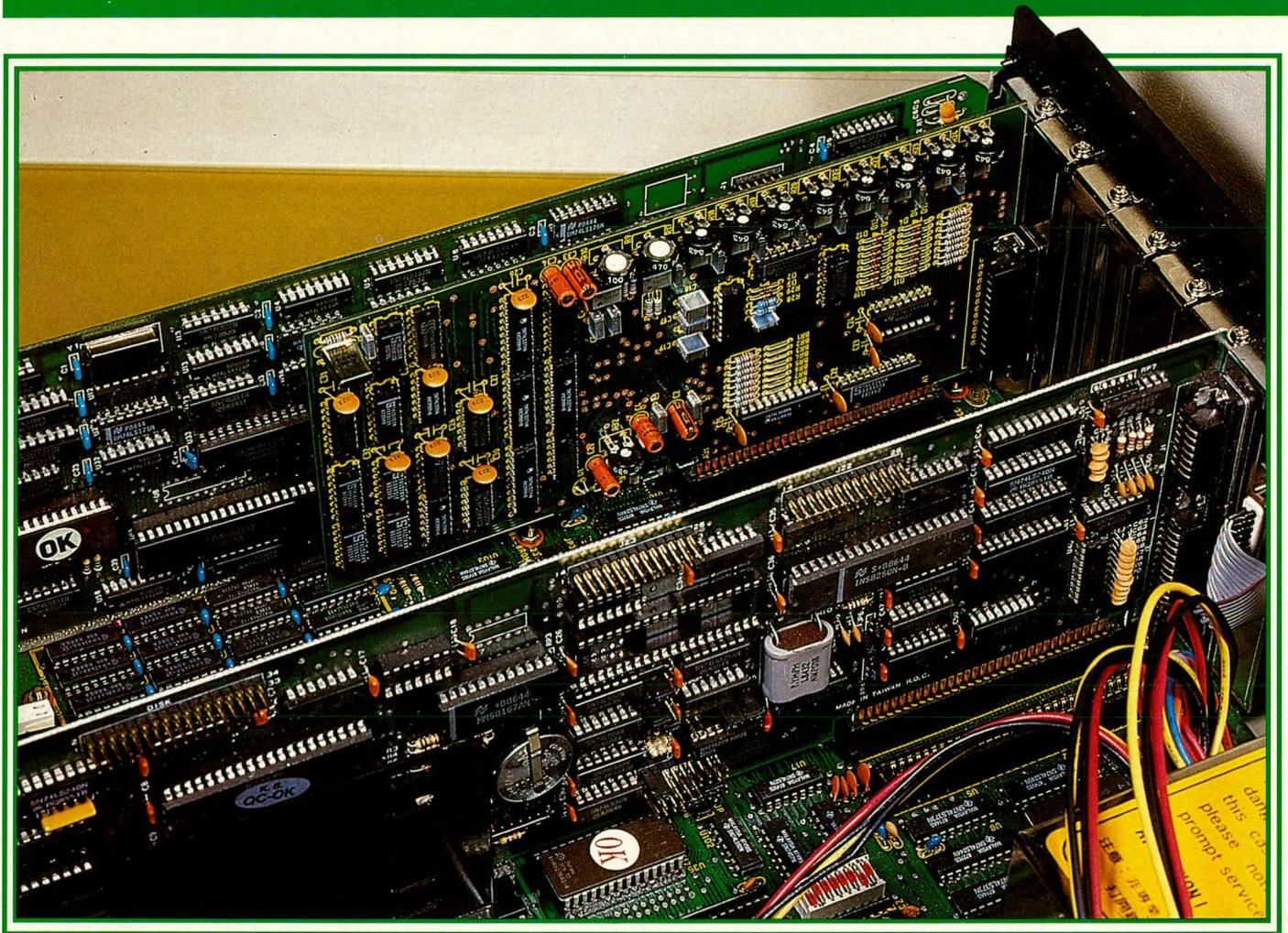
Als nächstes kann die 3,5mm Klinkenbuchse für die 12 V Spannungsversorgung in die Gehäuserückwand gesetzt und verschraubt werden. Die Verbindung erfolgt zu den Platinenanschlußpunkten ST 8 und ST 9 über ca. 100 mm lange flexible isolierte Zuleitungen. Der zur Rückwand hinweisende Lötanschluß der 3,5 mm Klinkenbuchse (mittlerer Anschluß) ist hierbei mit ST 9 zu verbinden und der rechte, seitliche Buchsenkontakt (von der Rückseite aus gesehen) mit ST 8.

Jetzt wird die Frontplatte vor die Frontplatine gesetzt und zunächst mit der Befestigungsmutter für den links vorne angeordneten Kippschalter fixiert.

Erst jetzt sind die beiden DIN-Ausgangsbuchsen von der Frontplattenseite aus in die Frontplatine einzusetzen und auf der Leiterbahnseite zu verlöten.

Nun können die Platinen gemeinsam mit Front- und Rückplatte in die untere Gehäusehalbschale eingesetzt werden, wobei die Nuten zur Führung von Front- und Rückplatte dienen.

Nachdem die Einstellung der beiden Trimmer R 58 und R 62 vorgenommen wurde, wie dies auch unter dem Kapitel „Zur Schaltung“ beschrieben steht, kann die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt werden. Das Hochton-Trainings-Gerät HTG 7000 kann nun seiner Bestimmung zugeführt werden. **ELV**



ADA 16

Teil 3

8-16 Bit-A/D-D/A-Wandlerkarte für PCs

Im abschließenden Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen das Teilschaltbild des Analog/Digital-Wandlers vor. Es folgen Nachbau und Abgleich dieser Einsteckkarte für IBM-PCs und kompatible Rechner, mit der sowohl A/D- als auch D/A-Wandlungen mit hoher Auflösung durchgeführt werden können.

Der Analog/Digital-Wandler

Kommen wir zunächst zur Beschreibung des Analog/Digital-Wandlers, der in Abbildung 4 dargestellt ist. Das Herzstück dieser Teilschaltung stellt der 4 Phasen, 2 Rampen-Analog/Digital-Wandler IC 35 des Typs TSC 500 dar. In Tabelle 2 sind

die verschiedenen Ansteuerkombinationen und ihre Bedeutung angegeben.

Der Baustein TSC 500 beinhaltet CMOS-Schalter, Eingangspuffer, Operationsverstärker, 2Stufen-Komparator sowie digitale Steuerlogik. Die Einheiten stellen einen Analog-Prozessor dar, dessen Auflösung von 7 Bit bis 16 Bit einstellbar ist. Der TSC 500 benötigt somit eine externe Ansteuerlogik über seine

beiden Eingänge A und B (Pin 12, 13). In Abbildung 5 ist das Steuertiming zum TSC 500 gezeigt. Während der ersten beiden Abgleichphasen (Zero-Integrator-Output, Auto Zero) spielt der Ausgang COMP (Pin 14) keine Rolle.

In der Signalintegrationsphase zeigt der Steuerausgang COMP die Polarität des Eingangssignals an. Bei positiver Eingangsspannung ist dieser Ausgang auf „H“-Pegel und bei negativer Eingangsspannung auf „L“. Es folgt die Deintegrationsphase wobei der COMP-Ausgang zuerst einen „H“-Pegel ausgibt. Sobald die Deintegrationsphase abgeschlossen ist, (ist abhängig von der Eingangsspannung an Pin 1 des TSC 500) wechselt der COMP-Ausgang von „H“ auf „L“-Pegel. Hiermit wird angezeigt, daß die laufende Messung abgeschlossen ist. Damit keine Abgleich-

Schritt	Steuerleitung		Funktion
	A	B	
0	0	0	Zero Integrator Output
1	0	1	Auto Zero
2	1	0	Signal Integrate
3	1	1	Deintegrate

Tabelle 2:
Ansteuerkombinationen und ihre Bedeutung für den TSC 500

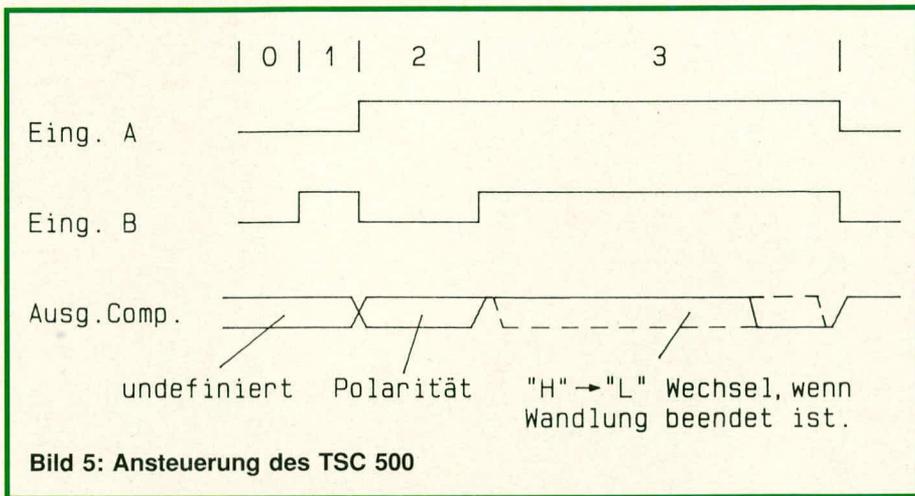


Bild 5: Ansteuerung des TSC 500

probleme für den nächsten Meßzyklus auftreten, sollten anschließend die Steuerleitungen A und B den TSC 500 in den Zero-Integrator-Output-Mode versetzen.

Die Taktfrequenz für die Ablaufsteuerung wird mit Hilfe des Oszillators IC 20 A, B in Verbindung mit C 16, R 25, 26 sowie Q 1 erzeugt. Diese Frequenz wird mit IC 21 A durch 16 geteilt, d.h. auf 250 kHz. Der Zähler IC 21 B des Typs 74 LS 393 ist als Ablaufzähler für die Steuerung des TSC 500 geschaltet. Die Ablaufgeschwindigkeit und damit die

Wandlungszeit bzw. Auflösung steuert der Teiler IC 22 des Typs CD 4020 in Verbindung mit dem „1 aus 4“-Schalter IC 23 A,B und dem IC 24 A.

Die Auswahl erfolgt über den 8 Bit-Zwischenspeicher IC 37 des Typs 74 LS 374. Aus Tabelle 3 sind die Steuerbitkombinationen zu entnehmen. Die Schaltung, bestehend aus IC 20 D sowie IC 30 A, B erzeugt einen kurzen „L“-Impuls an Ausgang Q von IC 30 B, nachdem der Zählerstand des IC 21 B den Stand „4“ erreicht hat.

Tabelle 3: Auflösungssteuerung des TSC 500

D7	D6	D5	D4	Auflösung	Wandlungszeit ca.	Messungen sec. c.a.
0	0	0	0	16 Bit	500 ms	2
0	0	0	1	15 Bit	260 ms	4
0	0	1	0	14 Bit	130 ms	7,5
0	0	1	1	13 Bit	65 ms	15
0	1	0	0	12 Bit	32 ms	30
0	1	0	1	11 Bit	16 ms	61
0	1	1	0	10 Bit	8 ms	122
0	1	1	1	9 Bit	3 ms	244
1	0	0	0	8 Bit	2 ms	488
1	1	0	0	7 Bit	1 ms	976

IC 20, 31, 32 übernehmen die Steuerung des TSC 500. Die Zähler IC 26, 27 des Typs 74 LS 393 sind so geschaltet, daß sie bis zu 16 Bit hochzählen können. Getaktet mit einer Frequenz von 250 kHz durch IC 25 A bzw. IC 25 B zählen IC 26, 27 während der Deintegrationsphase solange hoch, bis der COMP-Ausgang des IC 35 von „H“ auf „L“-Pegel wechselt. Bei einer Auflösung von 7 Bit würde diese Zählerkette maximal bis 127 hochzählen, während bei einer 16 Bit-Auflösung der Zählerstand bis zu 65.535 hochlaufen kann. Die beiden Zählerzustände werden über IC 28, 29 des Typs 74 LS 374 ausgelesen.

Das D-Flip-Flop IC 33 B des Typs 74LS 74 speichert die Polarität während des Überganges zwischen Integrations- und Deintegrationsphase. Hat der COMP-Ausgang während der Deintegrationsphase seinen Zustand noch nicht auf „L“ gewechselt, so liegt ein Überlauf vor. Dies wird dann im D-Flip-Flop IC 33 A gespeichert.

Sobald eine Wandlung abgeschlossen ist, wechselt der Ausgang des IC 34 A auf „H“-Pegel. Dieser Zustand sowie die Informationen über den Überlauf und die Polarität können durch den Tristate-Bus-Treiber IC 38 des Typs 74 LS 125 in den Rechner eingelesen werden. Die Datenbits D 3 bis D 7 sind hier nicht von Bedeutung. Nach Beendigung des Einlesevorgangs wird IC 34 A über IC 34 B angesteuert und der Q-Ausgang (von IC 34 A) wechselt wieder auf „L“-Pegel. Hierdurch wird das Wandlungsende signalisiert. Die Informationen für Überlauf und Polarität sind nur eine gewisse Zeit nach Wandlungsende gültig. Deshalb ist darauf zu achten, daß möglichst schnell nach Abschluß einer Wandlung ebenfalls Polarität und Überlauf geprüft werden. Den Gültigkeitsbereich für diese Informationen zeigt Abbildung 6.

Die Referenzspannung sowohl für den TSC 500 als auch den AD 7545 liefert

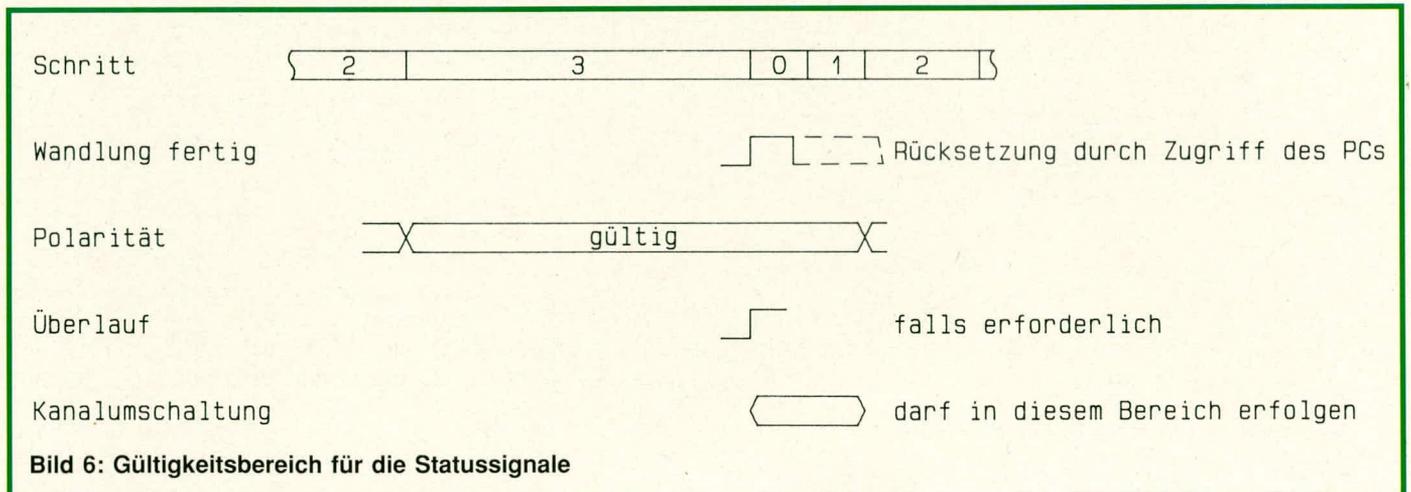
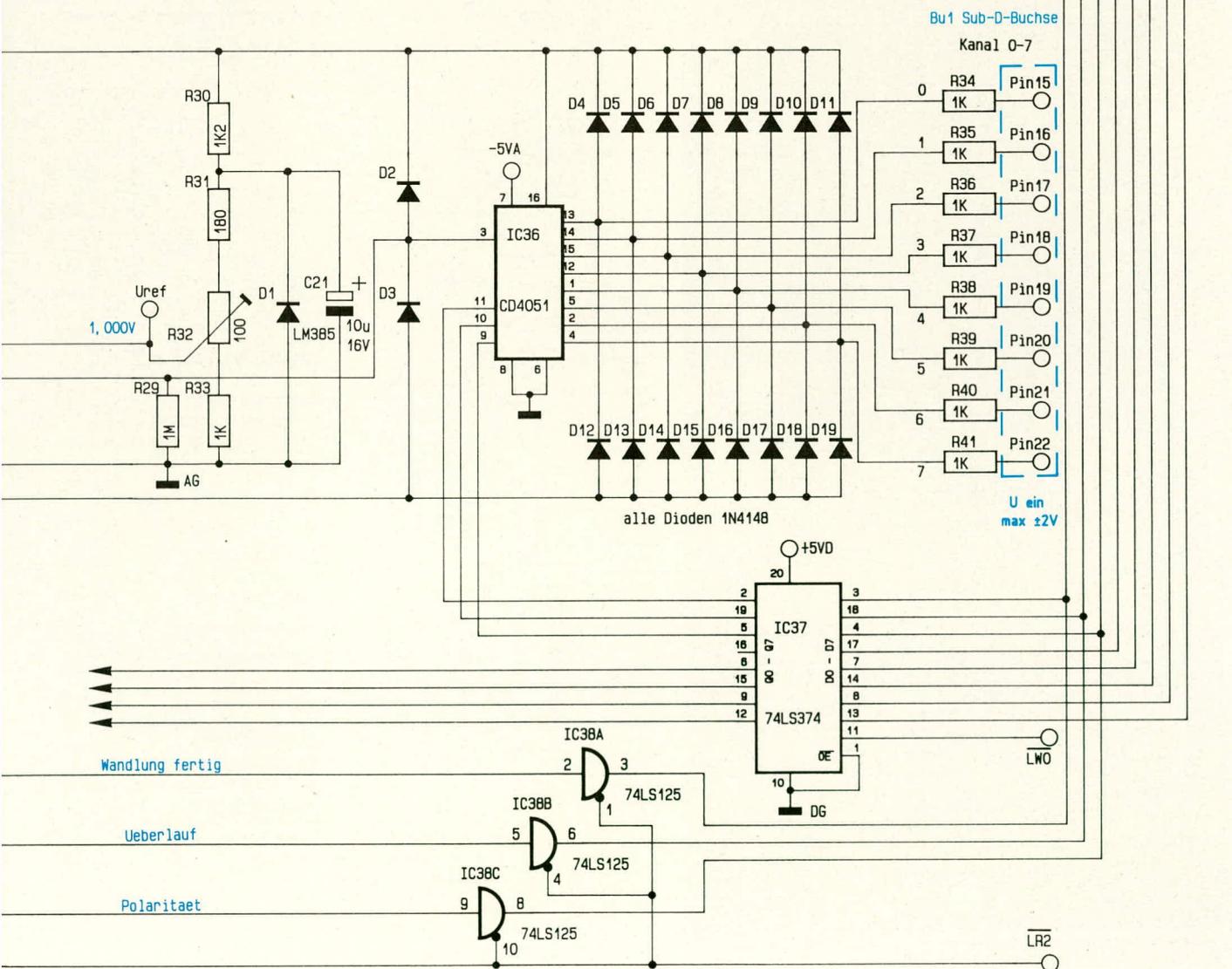
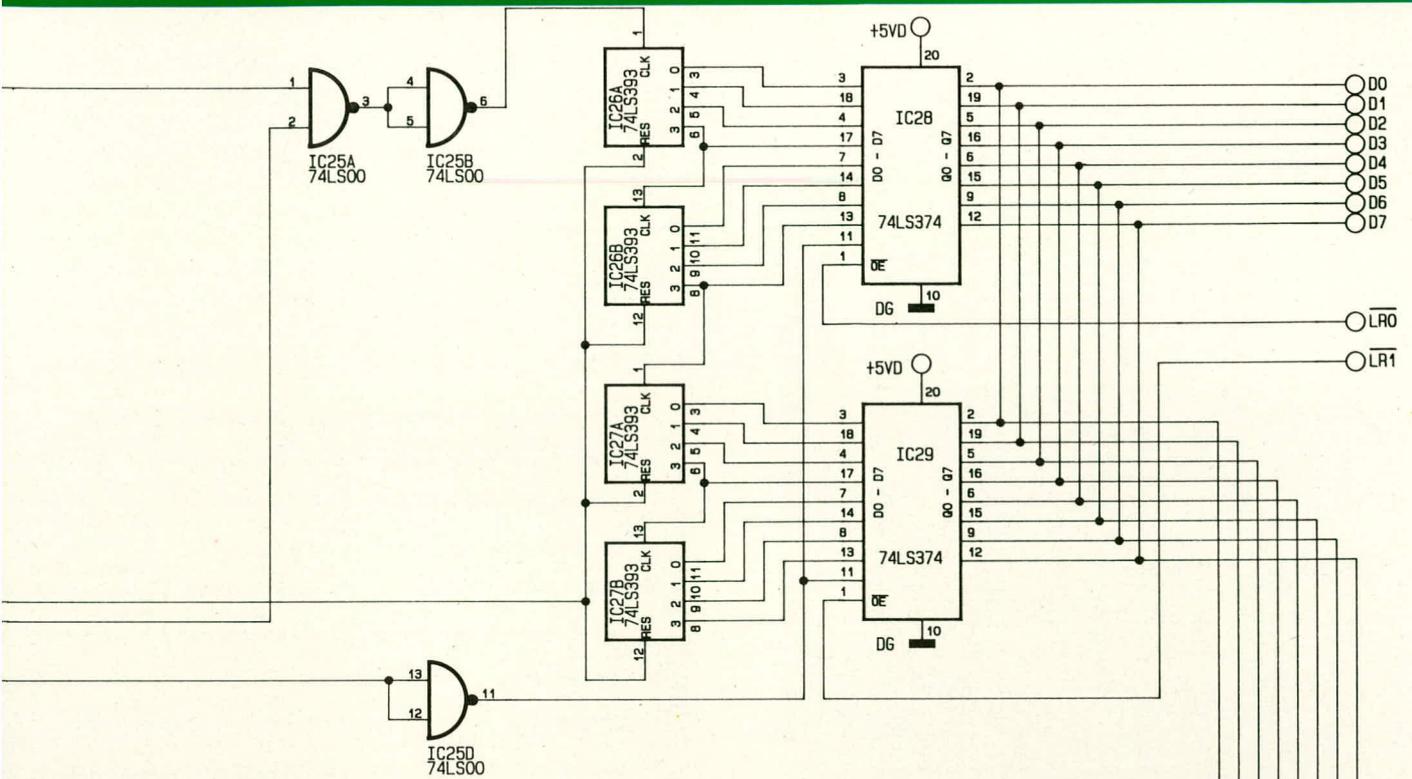


Bild 6: Gültigkeitsbereich für die Statussignale



eine Präzisions-Referenzspannungsdiode des Typs LM 385 (D 1). Ein Feinabgleich dieser Spannung auf 1,000 V kann mit Hilfe des Trimmers R 32 erfolgen.

Die Eingangsleitungen für die 8 Analogspannungen sind über die Widerstände R 34 bis R 41 und die Dioden D 4 bis D 19 gegen Überspannungen geschützt. Jeweils eine dieser Eingangsleitungen wird über den Analog-Multiplexer IC 36 des Typs CD 4051, der über den 8 Bit-Zwi-

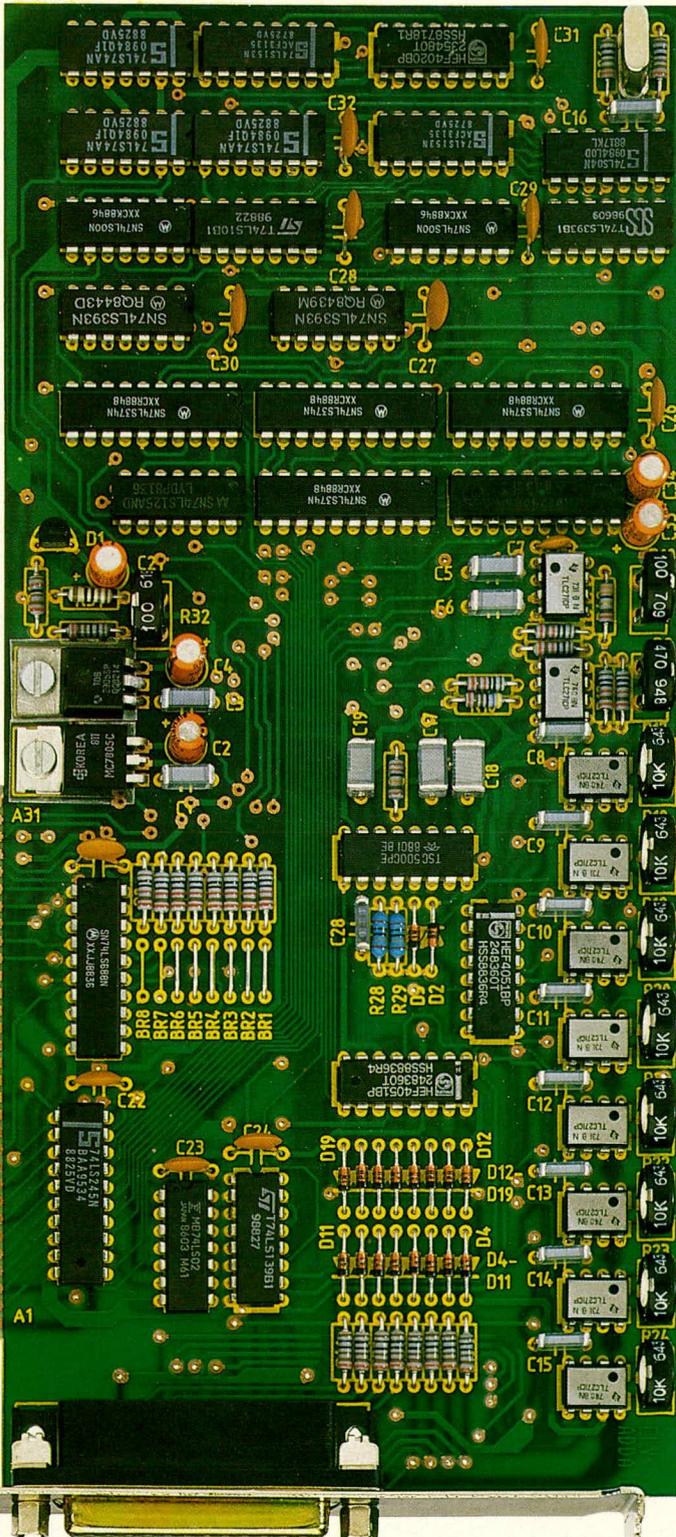
schenspeicher IC 37 gesteuert wird, zum Analogeingang des TSC 500 geführt. Der Innenwiderstand der Analog-Meßschaltung ist durch den Ableitwiderstand R 29 bestimmt und liegt bei ca. 1 MΩ.

Zum Nachbau

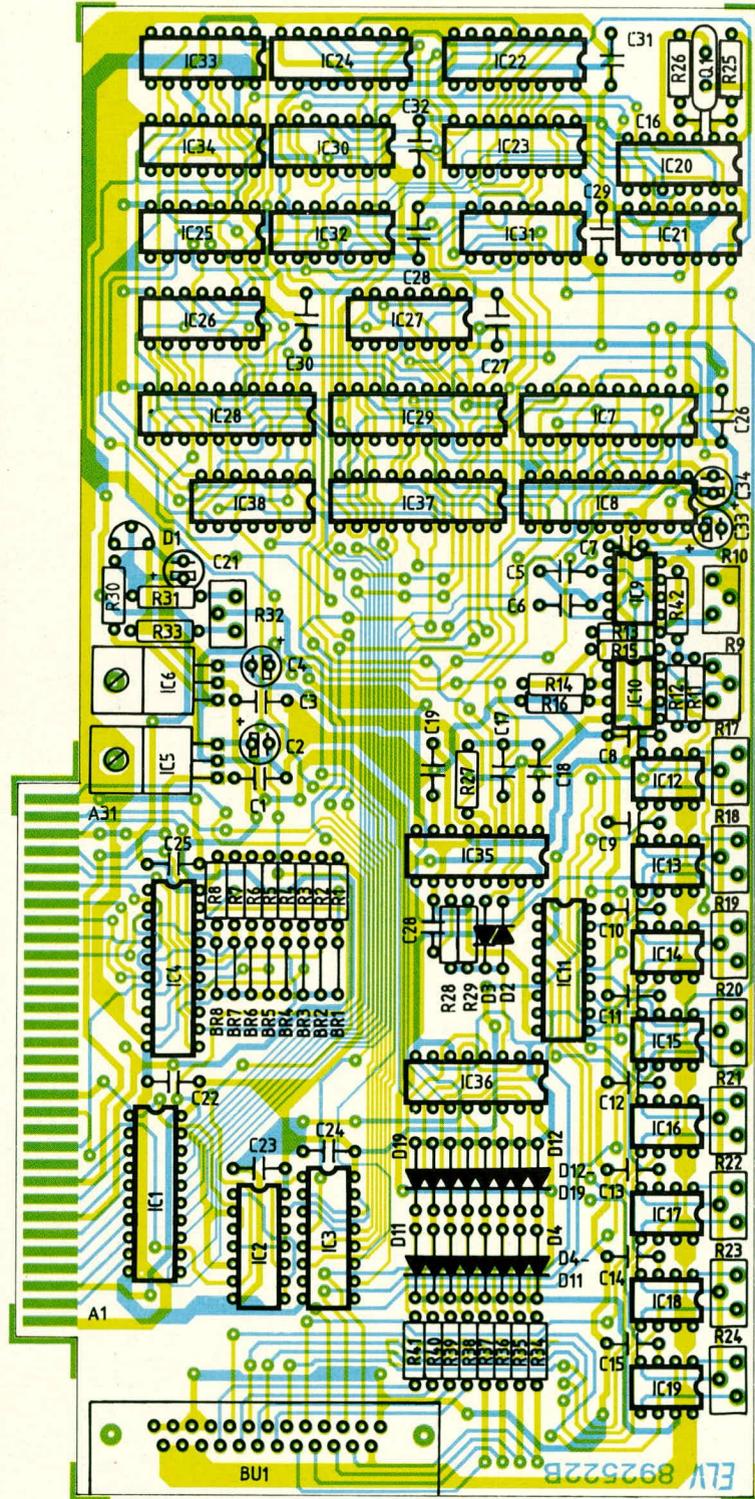
Die komplette Schaltung des ADA 16 ist auf einer 217 mm x 108 mm großen

doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte untergebracht. An der Busrückwand der Platine befindet sich eine 25polige Submin-D-Printbuchse, die zur Verbindung mit der analogen Außenwelt gedacht ist. Ebenfalls sind an dieser Buchse die Analog-Masse sowie die + 5 V Versorgungsspannung zum Anschluß von Kleinverbrauchern herausgeführt.

Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst



Ansicht der fertig bestückten Platine des ADA 16. Originalgröße: 217 mm x 108 mm



Bestückungsplan des ADA 16. Leiterbahnfarben: Lötseite ≙ gelb - Bestückungsseite ≙ hellblau

Stückliste: ADA 16

Widerstände

33Ω	R42
180	R31
1KΩ	R25,R26,R33-R41
1,2 KΩ	R30
4,7 KΩ	R16
10 KΩ	R1-R8,R11-R15
220KΩ	R27
1MΩ	R28,R29
100Ω, Trimmer stehend	R10,R32
1kΩ, Trimmer stehend	R9
10KΩ, Trimmer stehend	R17-R24

Kondensatoren

33pF	C7
1nF	C20
10nF	C8-C16
22nF	C22-C32,keramisch
47nF	C1,C3,C5,C6
100nF	C17,C19
270nF	C18
1μF/16V	C33,C34
10μF/16V	C2,C4,C21

Halbleiter

TLC271	IC9,IC10,IC12-IC19
TSC500	IC35
CD4020	IC22
CD4051	IC11,IC36
74LS00	IC25,IC31
74LS02	IC2
74LS04	IC20
74LS10	IC32
74LS74	IC30,IC33,IC34
74LS125	IC38
74LS139	IC3
74LS153	IC23, IC24
74LS245	IC1
74LS374	IC7,IC28,IC29,IC37
74LS393	IC21,IC26,IC27
74LS688	IC4
AD7545	IC8
7805	IC5
7905	IC6
LM385	D11
1N4148	D2-D19

Sonstige

4MHz Quarz	Q1
25pol.Submin, D-Buchse/90°	BU1
2xSchraube M3x8mm	
2xMutter M3	
1xAbdeckblech	
2xGlimmerscheibe TO220	

sind die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente anhand des Bestückungsplanes auf die Platine zu setzen und zu verlöten. Da sämtliche Bauelemente auf einer einzigen Platine untergebracht sind, ist der Aufbau trotz der komplexen Schaltung recht einfach durchzuführen.

Die Bauteile sind möglichst niedrig auf die Platine zu setzen, um eine spätere Berührung mit der im nächsten Slot stekenden Platine zu vermeiden.

Bei den Spannungsreglern IC 5 und IC 6 des Typs 7805 bzw. 7905 ist darauf zu achten, daß jeweils eine Glimmerscheibe zur Isolierung untergelegt wird.

In der Rückwand des Rechners wird ein Abdeckstreifen an der Stelle entfernt, an der die Platine des ADA 16 eingesteckt werden soll. Die Bearbeitung dieses

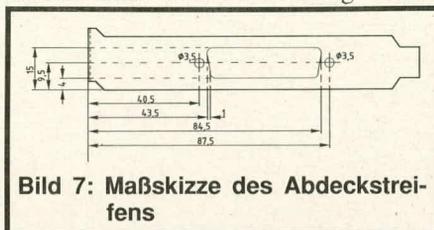


Bild 7: Maßskizze des Abdeckstreifens

Abdeckstreifens wird entsprechend der Abbildung 7 vorgenommen, wobei die Schnittkanten sorgfältig zu entgraten sind.

Bevor die A/D-D/A-Wandlerkarte ADA 16 ihrer Bestimmung übergeben werden kann, müssen noch die Brücken für die I/O-Ansprechadresse eingelötet werden.

Adressierung

Eine nähere Beschreibung der zur Verfügung stehenden I/O-Adreßbereiche ist in Tabelle 4 aufgeführt. Zur Erläuterung der Einstellung des Adreßdecoders, bestehend aus BR 1 bis BR 8 wollen wir die Adresse 300H als Basisadresse für den ADA 16 vorsehen. Da das System einen durchgängigen I/O-Adreßbereich von 4 Adressen benötigt, muß nur einmal die I/O Basisadresse decodiert werden.

Bei dieser Adresse muß es sich immer um eine ganze durch 4 teilbare Zahl handeln. Daraus ergibt sich für die beiden niederwertigsten Bits der Adresse eine 0, die auch nicht einstellbar ist. Die erste Ziffer der I/O-Adresse kann maximal die Zahl 3 sein, da der 16 Bit I/O-Adreßraum des IBM-PCs nur mit 10 Bit, d.h. maximal 400H decodiert ist. Diese Zahl 3 wird später mit den Brücken BR 7 und BR 8 eingestellt. In unserem Beispiel müssen also für die I/O-Basisadresse 300H die Brücken BR 1 bis BR 6 mit einer Drahtbrücke geschlossen sein und die Brücken BR 7 und BR 8 offen bleiben. Die Vergabe der 4 I/O-Adressen an die verschiedenen Funktionen des ADA 16 wurde bereits in Tabelle 1 aufgeführt.

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

Ist der Aufbau nochmals sorgfältig überprüft, steht der ersten Inbetriebnahme dieser Wandlerkarte nichts mehr im Wege.

Der Abgleich

Nachdem der ADA 16 in Betrieb genommen wurde, sind die verschiedenen Abgleichtrimmer einzustellen.

Zunächst wird mit Hilfe des Trimmers R 32 die Spannung U_w (IC 35 Pin 9 bzw. IC 8 Pin19) auf 1,000 V abgeglichen. Hierdurch ist bereits der Abgleich des Analog/Digital-Wandlers abgeschlossen.

Kommen wir nun zur Einstellung des Digital/Analog-Umsetzers. Hier ist zuerst die Offsetspannung mit R 10 und anschließend die Verstärkung mit R 9 exakt einzustellen. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

Zunächst wird der digitale Wert von 2048, entsprechend 0 V über ein geeignetes Programm auf den I/O-Port des Analog/Digital-Umsetzers gegeben. In Tabelle 6 ist ein in Pascal geschriebenes Programm aufgelistet, mit dessen Hilfe eine einfache Bedienung des D/A-sowie A/D-Wandlers möglich wird. Tabelle 7 zeigt ein entsprechendes Programm in Basic.

Nachdem der digitale Wert von 2048 vorgegeben wurde, ist der Trimmer R 10 so einzustellen, daß am Ausgang des IC 10 (Pin 6) genau 0 V anstehen. Danach ist der digitale Wert 4095 (+ 2 V Ausgangsspannung) in das D/A-Wandler IC 8 einzuschreiben. Jetzt kann mit R 9 die Verstärkung so eingestellt werden, daß am Ausgang des IC 10 (Pin 6) eine Spannung

Tabelle 6
Pascal Testprogramm für den A/D-Wandler

```

Program ADDA_Wandler;
( AD Wandler Routinen )

USES CRT, DOS; ( nur für Turbo 4.0 oder 5.0 )

CONST Basisadr = $300; ( Basisadresse )

VAR Error : Byte;
    Auflösung : Byte;
    Zahl : Integer;
    Spannung : Real;

Function Zweihoch ( Exponent : Byte ) : Real;
Var Z : Real;
    I : Byte;
Begin
    Z := 1;
    For I := 1 to Exponent do Z := Z * 2;
    Zweihoch := Z;
End;

Procedure AUFL_Kanal_AD ( Auflösung, Kanal:Byte;
    Var Error:Byte);
( Auflösung und Kanalnummer einstellen )
    Kanal : 0..7 Auflösung: 7..16
    Error : 0 : Kein Fehler
    1 : Auflösung in falschen Zahlenbereich
    2 : Zahlenwert für Kanal ist zu groß
    3 : Zahlenwert für Auflösung und Kanal
        im falschen Bereich )
VAR Aufl : Byte;
Begin
    Error := 0;
    If not (Auflösung in (7..16)) Then Error := Error+1;
    If Kanal > 7 Then Error := Error +2;
    If Error = 0 Then
        Begin
            If Auflösung <> 7 Then Aufl := 16 -Auflösung
                Else Aufl := 12;
            Port [Basisadr +0] := Kanal + (Aufl SHL 4)
        End;
    End;

Function End_of_Conversion : Boolean;
( Diese Funktion fragt ab, ob die nächste AD Wandlung
    schon beendet ist )
Begin
    End_of_Conversion := Port [Basisadr +2] AND $01 <> 0;
End;

Function Read_AD : Real;
( Diese Funktion liest den AD Wandler aus und schreibt
    diesen Wert in die Variable Read_AD einschließlich
    Polarität hinein. Ein Überlauf wird durch die Zahl
    1E5 gekennzeichnet )

```

```

Var Zahl : Real;
Begin
    If (Port [Basisadr +2] AND $02) = 0
        Then Begin ( nur, wenn kein Überlauf vorliegt )
            Zahl := 2.56E2 *Port [Basisadr +1]
                + Port [Basisadr +0];
            If (Port [Basisadr +2] AND $04) = 0
                Then Zahl := Zahl * -1;
            End
        Else Zahl := 1E5; ( Überlauf )
    Read_AD := Zahl;
    End;

Procedure AD_IN;
Var AD_Kanal : Byte;
    Dummy : Boolean;
    Error : Byte;
    AD_Basis : Real;
    Messwert : Real;
Begin
    CLSR;
    Write ('Bitte Auflösung eingeben (7..16) Bit: ');
    Readln (Auflösung);
    Write ('Bitte Kanalnummer eingeben (0..7): ');
    Readln (AD_Kanal);
    CLSR;
    Writeln ('Meßwerte vom A/D Wandler ');
    Writeln ('Kanal : ', AD_Kanal );
    Writeln ('Auflösung : ', Auflösung, ' Bit');
    Writeln;
    Writeln ('Abbruch mit Tastendruck !!');
    Dummy := End_of_Conversion;
    AUFL_Kanal_AD ( Auflösung, AD_Kanal, Error);
    AD_Basis := Zweihoch (Auflösung);
    If Error = 0
        Then
            Repeat
                Until End_of_Conversion or Keypressed;
            Gotoxy (1,7);
            If not Keypressed
                Then
                    Begin
                        Messwert := READ_AD;
                        If Messwert = 1E5
                            Then Writeln ('Überlauf ')
                                Else Writeln ('Messwert : ',
                                    Messwert *2 /AD_BASIS:1:4, ' V ');
                    End
                Else Writeln ('Abbruch durch Tastendruck ');
            Until Keypressed
        Else
            Case Error of
                0:;
                1:Writeln ('Auflösung in falschen Zahlenbereich');
                2:Writeln ('Zahlenwert für Kanal ist zu groß ');
                3:Writeln ('Zahlenwert für Auflösung und Kanal ',
                    'im falschen Bereich');
            END; ( of Case )
    End;
BEGIN
    AD_IN;
END.

```

Pascal Testprogramm für den D/A-Wandler

```

Program ADDA_Wandler;
( DA Wandler Routinen )

USES CRT, DOS; ( nur für Turbo 4.0 oder 5.0 )

CONST Basisadr = $300; ( Basisadresse )

VAR DAKanal : Byte;
    Error : Byte;
    SPG_INT : Integer;
    Spannung : Real;

PROCEDURE DA ( Wert : Integer; Kanal :Byte;
    Var Error : Byte);
( Wert und die dazugehörige Kanalnummer ausgeben )
    Kanal: 0..7 Wert : -2047..0..+2047
    Error: 0 : Kein Fehler
    1 : Zahlenwert für Zahlenwert ist zu groß
    2 : Zahlenwert für Kanal ist zu groß
    3 : Zahlenwert für Zahlenwert und Kanal
        ist zu groß )
Begin
    Error := 0;
    If ABS ( Wert ) > 2047 Then Error := Error + 1;
    If Kanal > 7 Then Error := Error +2;
    If Error = 0 Then
        Begin
            Wert := Wert +2048;
            Port [BASISADR +2] := HI(Wert) + (Kanal SHL 4);
            Port [BASISADR +1] := LO (Wert); ( MSB und Kanal schreiben )
        End;
    End; ( Später löschen )

Procedure DA_AUS;
Begin
    Write('Bitte Spannungswert eingeben [-2..0..+2V] ');
    Readln (Spannung);
    SPG_INT := Round (Spannung /2 *2047); ( Umrechnung )
    Write ('Bitte Kanalnummer eingeben (0..7): ');
    Readln (DAKanal, Error);
    DA (SPG_INT, DAKanal, Error);
    Case Error of
        0:Writeln ('OK ');
        1:Writeln ('Zahlenwert für Spannung ist zu groß ');
        2:Writeln ('Zahlenwert für Kanal ist zu groß ');
        3:Writeln ('Zahlenwert für Spannung und Kanal ist ',
            'zu groß');
    END; ( of Case )
END;
BEGIN
    DA_AUS;
END.

```

Tabelle 7
Basic Testprogramm für den D/A-Wandler

```

100 REM
110 REM ***** D/A Wandler Routinen *****
120 REM
130 PRINT "Bitte Spannungswert eingeben [-2..0..+2]: "
140 INPUT V
150 IF V > 2 THEN 170
160 IF V < -2 THEN 190
170 PRINT "Zahl nicht im Bereich !!!!!!"
180 GOTO 130
190 DIG = INT ( V /2 *2047)
200 PRINT "Bitte Kanalnummer eingeben [ 0..7]: "
210 INPUT K
220 IF K > 7 THEN 240
230 IF K <= 0 THEN 260
240 PRINT "Zahl nicht im Bereich !!!!!!"
250 GOTO 200
260 REM **** Ausgabe auf D/A Wandler *****
270 DIG = DIG +2048
280 OUT &H302,INT (DIG/256) *K*16
290 OUT &H301,DIG AND &HFF

```

Basic Testprogramm für den A/D-Wandler

```

300 REM
310 REM ***** A/D Wandler Routinen *****
320 REM
330 PRINT "Bitte Auflösung eingeben [ 7..16]: "
340 INPUT A
350 IF A > 16 THEN 370
360 IF A <= 7 THEN 400
370 PRINT "Zahl nicht im Bereich !!!!!!"
380 GOTO 330
390 PRINT "Bitte Kanalnummer eingeben [ 0..7]: "
400 INPUT K
410 INPUT K
420 IF K > 7 THEN 440
430 IF K <= 0 THEN 460
440 PRINT "Zahl nicht im Bereich !!!!!!"
450 GOTO 400
460 REM **** Ausgabe auf A/D Wandler *****
470 IF A < 7 THEN B = 16 -A ELSE B =12
480 OUT &H300, K+ B*16
490 CLS
500 PRINT "Meßwerte vom A/D Wandler "
510 PRINT "Kanal : ",K
520 PRINT "Auflösung : ",A," Bit"

```

```

530 PRINT
540 PRINT "Abbruch mit Tastendruck !!!!!"
550 D = INP (&H300) : REM **** Dummy lesen
560 REM **** Schleife ****
570 IF INKEY$ <> "" THEN END
580 IF (INP (&H302) AND &H1) = 0 THEN 570
590 LOCATE 7,1
600 GOSUB 700
610 IF MW = 100000! THEN 660
620 PRINT "Meßwert : ";
630 PRINT USING "+.#####;MW *2 /2.A";
640 PRINT " V"
650 GOTO 570
660 PRINT "Überlauf "
670 GOTO 570
699 REM **** Meßwert lesen *****
700 IF (INP (&H302) AND &H2) <> 0 THEN 740
710 MW = (256 *INP (&H301)) +INP (&H300)
720 IF (INP (&H302) AND &H4) = 0 THEN MW = MW *-1
730 GOTO 750
740 MW = 100000!
750 RETURN

```

von exakt 2,000 V anliegt. Wie bereits erwähnt, wäre zur Erreichung eines Umsetzfaktors von 1 mV/Schritt an dieser Stelle auch ein Abgleich auf 2,048 V möglich. Dies kann je nach individuellen Wünschen vorgenommen werden.

Die beiden genannten Einstellungen sind noch einmal durch eine Wiederholungsmessung zu überprüfen und ggf. nachzugleichen, wobei grundsätzlich der erste Schritt die Nullpunkteinstellung und der zweite Schritt die Verstärkungseinstellung bilden sollte. Ein abschließender Test

erfolgt, wenn der digitale Wert der Zahl 0 in den D/A-Umsetzer geschrieben wird. Es muß jetzt eine Spannung von -2 V am Ausgang des IC 10 (Pin 6) zu messen sein. Der Vollständigkeit halber sei noch angemerkt, daß die angegebenen Spannungen gegenüber der Analog-Masse zu messen sind.

Zum Abschluß sind noch die 8 Ausgangsoperationsverstärker IC 12 bis IC 19 einzustellen. Dies geschieht in der Weise, daß jeder Kanal mit 0 V, d.h. dem digitalen Wert von 2048 angesteuert wird.

Anschließend ist ein Offset-Abgleich an den entsprechenden Operationsverstärkern mit Hilfe der Trimmer R 17 bis R 24 vorzunehmen, d.h. die Ausgänge werden auf 0 V eingestellt. Gemessen werden die Ausgangsspannungen dieser Operationsverstärker z.B. an den entsprechenden Anschluß-Pins der 25poligen Submin-D-Buchse, die an der Stirnseite der Platine angeordnet ist. Nachdem die Abgleicharbeiten beendet sind, steht dem Einsatz der PC Einsteckkarte ADA 16 nichts mehr im Wege. **ELV**



RGB-FBAS-Konverter RFK 7000

Mit dem RFK 7000 werden RGB-Signale in Video-Signale umgewandelt. Der zweite Teil dieses Artikels beschreibt Nachbau, Einstellung und Inbetriebnahme.

Zum Nachbau

Nachdem in der letzten Ausgabe des ELV journals die Schaltung des RGB-FBAS-Konverters vorgestellt wurde, kommen wir nun zum Nachbau und zum Abgleich des Gerätes.

Da alle Bauelemente auf einer einzigen übersichtlichen Platine Platz finden, ist der Nachbau des RGB-FBAS-Konverters recht einfach möglich. Der Zeitbedarf für den Nachbau des RFK 7000 wird etwa 3 Stunden betragen. Bei der Bestückung des RFK 7000 beginnen wir wie üblich mit den niedrigsten Bauelementen, das sind in unserem Fall die Brücken. Nachdem die 29 Brücken bestückt sind, werden als nächstes die Beinchen der Widerstände abgewinkelt und durch die entsprechenden Bohrungen der Platine gesteckt. Da sich zu diesem Zeitpunkt noch keine höheren Bauelemente auf der Platine befinden, können alle Widerstände gleichzeitig bestückt werden. Die Beinchen der Widerstände werden an der Lötseite geringfügig nach außen abgewinkelt, damit beim Umdrehen der Platine diese Bauelemente nicht wieder herausfallen. Jetzt wird die Platine umgedreht und stramm auf eine Unterlage gedrückt, um zu verhindern, daß diese Bauelemente jetzt noch verrutschen. Als nächstes werden alle Widerstände von der Printseite verlötet und die Beinchen so kurz wie möglich abgeschnitten. Es folgen dann die sieben Dioden, die acht integrierten Schaltkreise, die Kondensatoren usw. Als letztes werden die vier Buchsen und das Poti zur Pegelinstellung einge-

setzt und verlötet. Anschließend sollte die Platine an der Lötseite nochmals auf kalte Lötstellen und Lötzinnbrücken gründlich untersucht werden.

Sind diese Arbeiten sorgfältig ausgeführt worden, kann die Gehäuserückwand an die hintere Leiterplattenseite (Buchsenseite) gesetzt werden. Zuvor wird noch die Rändelmutter von der 3 mm Klinkenbuchse abgeschraubt. Die zwei Scartbuchsen sowie die 9polige Submin-D-Buchse werden jeweils mit zwei Schrauben M3 x 10 mm an der Rückwand befestigt. Die Schrauben sind von der Rückwandaußenseite durch die entsprechende Bohrung und dann durch die beiden Befestigungslaschen der Scartbuchse sowie der 9poligen Submin-D-Buchse zu stecken, um auf der Innenseite mit jeweils zwei Muttern M3 festgezogen zu werden. Danach wird noch die Rändelmutter der 3 mm Klinkenbuchse von der Rückseite aus aufgeschraubt.

Die Befestigung der Frontplatte ist recht einfach. Zunächst wird die Befestigungsmutter des Pegel-Potis abgeschraubt, die Frontplatte aufgesetzt und als letztes wird die Befestigungsmutter von der Frontplattenvorderseite aus wieder festgezogen. Die Potiachse wird auf ca. 10 mm gekürzt. Anschließend wird ein Spannzangendrehknopf aufgesetzt und festgezogen. Jetzt wird die Platine mit der vormontierten Front- und Rückplatte von oben in die untere Gehäusehalbschale gesetzt. Nachdem der anschließend beschriebene Abgleich erfolgt ist und die 4 Codierstecker in die gewünschte Position gebracht worden sind, wird die Gehäuseoberschale aufgesetzt und verschraubt.

Einstellung der Codierstecker

Kommen wir als nächstes zum Abgleich und zur Einstellung der Codierstecker beim RFK 7000. Gehen wir im ersten Fall vom Anschluß eines IBM-kompatiblen Rechners mit einer CGA-Karte aus. Die meisten CGA-Karten liefern sowohl ein positives Horizontal-Sync-Signal als auch ein positiv gerichtetes Vertikal-Sync-Signal. Es gibt jedoch auch Karten, bei denen das V-Sync-Signal negativ gerichtet ist. Das horizontale Sync-Signal gelangt ausgehend von Buchse 4 Pin 8 über R 25 auf die Basis von T 1. Das V-Sync-Signal gelangt von Buchse 4 Pin 9 über R 28 auf die Basis von T 2. Wenn wir jetzt eingangseitig von positiv gerichteten H-Sync- und V-Sync-Signalen ausgehen, muß entweder das V-Sync-Signal oder das H-Sync-Signal invertiert werden, um am Ausgang von IC 6 D Pin 11 ein negativ gerichtetes Composit-Sync-Signal zu erhalten. Um dieses zu erreichen gibt es zwei Möglichkeiten.

1. Über Brücke 3 wird Pin 6 von IC 6 B an +5 V gelegt und über Brücke 4 Pin 9 von IC 6 C an Masse oder
2. IC 6 B Pin 6 wird an Masse gelegt und dafür IC 6 C Pin 9 an +5 V.

Da die CGA-Karte üblicherweise ein positiv gerichtetes RGB-Eingangssignal liefert, wird Brücke 1 nach Masse geschaltet. Somit findet bei IC 4 A bis C keine Signalinvertierung statt. Das gleiche gilt für das Intensity-Signal. Hier wird Pin 13 von IC 4 D normalerweise an Masse gelegt (über BR 2), so daß hier auch keine Signalinvertierung stattfindet. Mit R 23 kann der Einfluß des Intensity-Signales den individuellen Bedürfnissen angepaßt werden.

Bei Verwendung anderer Karten können die entsprechenden Impulse durch geänderte Schaltung der Brücken allen auftretenden Erfordernissen angepaßt werden.

Der Abgleich

Kommen wir nach dem Einstellen der Codierstecker zum Abgleich des PAL-Encoder-Chips MC 1377. Der Abgleich ist einfach und ohne technische Hilfsmittel (wie z. B. Oszilloskop) möglich. An Buchse 4 wird ein RGB-Signal eingespeist und an Buchse 3 z. B. ein Monitor angeschlossen. Da mit großer Wahrscheinlichkeit zu diesem Zeitpunkt noch keine Farbe vorhanden ist, werden C 25 und R 34 so lange wechselseitig verdreht, bis die Farbe erscheint. Für diejenigen, die im Besitz eines Oszilloskops sind, ist die Einstellung von R 34 einfach vorzunehmen. Das Oszilloskop wird am Ausgang des RFK 7000 (BU 3, Pin 19) angeschlos-

**Stückliste:
RFK 7000**

Widerstände

47Ω	R 46
330Ω	R 44
470Ω	R 22, R 24, R 32, R 33
1 kΩ	R 1, R 8-R 10, R 42, R 43
1,2kΩ	R 41
1,8kΩ	R 4
2,7kΩ	R 30, R 31, R 36-R 38
4,7kΩ	R 25-R 29
5,6kΩ	R 2
10kΩ	R 12-R 18 - R 21
15kΩ	R 11
18kΩ	R 5
33kΩ	R 6
47kΩ	R 35
100kΩ	R 3
100Ω Poti, 6 mm Achse	R 45
1kΩ, Trimmer, liegend	R 23
25 kΩ, Trimmer, liegend	R 34
50 kΩ, Trimmer, liegend	R 7

(R39, R40, R47 entfallen;
R19-R21 gegenüber Schaltbild geändert)

Kondensatoren

150pF	C 21
220pF	C 23, C 24
1nF	C 10, C 14, C 19, C 20
4,7nF	C 29
10nF	C 26, C 27
22nF	C 13
47nF	C 2
100nF	C 5-C8, C11, C 15, C 22
220nF	C 30
10µF/16V	C 3, C 4, C 9
22µF/16V	C 16-C 18
47µF/16V	C 12
100µF/16V	C 28
470µF/16V	C1
C-Trimmer 2-40pF	C 25

Halbleiter

MC1377	IC 7
CD 4011	IC 8
CD 4066	IC 5
CD 4070	IC 6
CD 4584	IC 3
74LS86	IC 4
7805	IC 2
7810	IC 1
1N4001	D 1
1N4148	D 2, D 4-D 7
BC548	T 1-T 3
LED, 3 mm rot	D 3

Sonstige

Quarz 4,43MHz	Q 1
Verzögerungsleitung, 330ns	Vz1
Spule 10µH	L 1
Stiftleiste, 3pol	BR 1 - BR 4
Scartbuchse	BU 2, BU 3
9pol. Submin-D-Buchse, 90°	BU 4
Klinkenbuchse, mono	BU 1
4 x Jumper	
6 x Schraube M 3 x 8 mm	
6 x Mutter M 3	

sen und mit Hilfe von R 34 wird die Lage des Burstes ca. 0,5 µs hinter dem horizontalen Synchronimpuls eingestellt. Als nächstes wird das Cross-Color-Filter, bestehend aus L 1 und C 21 abgeglichen. Mit Hilfe eines Kunststoff-Abgleichstiftes wird der Ferrit-Spulen Kern der Spule L 1 verstimmt. Hierbei ist der Bildschirm zu beobachten. Durchlaufende Störungen, besonders an den Farbübergängen werden hiermit auf ein Minimum reduziert. Auch diese Einstellung kann mit Hilfe eines Oszilloskops vorgenommen werden. Die Amplitude des Chromasignals wird an Pin 10 des PAL-Encoder-Chips MC

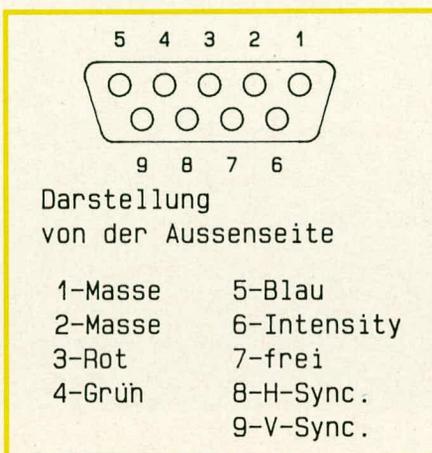


Bild: 2
Anschlußbelegung der IBM - PC's und kompatiblen Rechnern

1377 auf Maximum abgeglichen. Damit ist der Abgleich für die Besitzer eines IBM-kompatiblen Rechners mit CGA-Karte bereits abgeschlossen.

Nun kommen wir zur Einspeisung eines analogen RGB-Signals an der Scart-Buchse BU 2. Die maximale Signalamplitude sollte hier etwa 1,5 V bis 2 V betragen. Werden hier die horizontalen und vertikalen Synchronimpulse getrennt an den Pins 14 und 10 eingespeist, so ist kein weiterer Abgleich erforderlich. Soll jedoch an Pin 20 ein Composit-Sync-Signal eingespeist werden, so ist der Abgleich des Trimmers R 7 zusätzlich erforderlich. Z. b. beim Atari ST sind die Sync-Signale an der Monitorbuchse getrennt geführt, bei dem bei einigen Geräten mitgelieferten Scart-Kabel ist jedoch nur das Composit-Sync-Signal angeschlossen. Bild 2 zeigt die Anschlußbelegung der Monitorbuchsen von IBM kompatiblen Rechnern mit CGA Karte und Bild 3 vom Atari ST.

Mit R 7 wird der Abstand der Horizontal-Synchronimpulse während der vertikalen Austastlücke eingestellt. Der Abstand sollte 32 µs betragen und kann an IC 3 D Pin 8 gemessen werden. Dieser Abgleich ist recht unkritisch, da die 32 µs nicht genau stimmen müssen. Wichtig ist,

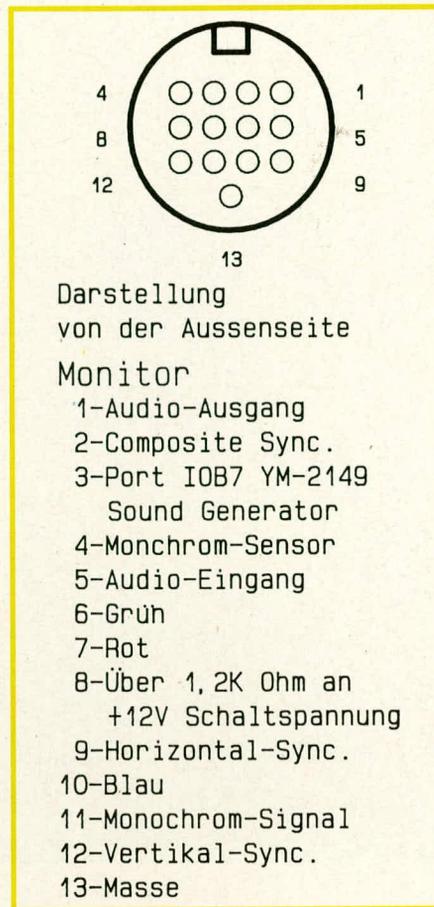


Bild: 3
Anschlußbelegung der Monitorbuchse vom Atari ST

daß am Sync-Eingang des MC 1377 während der vertikalen Austastlücke eine geradzahlige Anzahl von Horizontalimpulsen eingespeist wird, um das PAL-Flip-Flop im MC 1377 richtig zu synchronisieren. Für diejenigen, die nicht im Besitz eines Oszilloskops sind, wird R 7 vorsichtig etwa in Mittelstellung verdreht, bis auf dem Bildschirm die Farbe erscheint. Die Einstellung ohne Oszilloskop erfordert allerdings etwas Fingerspitzengefühl, da die Werte von R 7, R 34 und C 25 für die Farbsynchronisation eine Rolle spielen. Da alle drei Einstellpunkte einen relativ großen Fangbereich haben, ist die Einstellung trotzdem nicht allzu schwierig. Ist erst einmal die Farbsynchronisation erreicht, werden die Trimmer R 7 und R 34 sowie der C-Trimmer C 25 etwa in der Mitte des Fangbereichs eingestellt. Damit ist bereits der komplette Abgleich des RFK 7000 abgeschlossen.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, daß für die Aufzeichnung auf Videorecorder der Computer bzw. die Grafikkarte eine Bildwechselfrequenz von 50 Hz ausgeben muß, während Fernsehgeräte und Monitore im allgemeinen auch mit 60 Hz Bildwechselfrequenz einwandfrei synchronisieren.



Wohl dem, der eine ELV Peak-Anzeige für Lautsprecherboxen eingebaut und diese auf realistische Werte eingestellt hat. Hierzu ist es wichtig, zwischen Dauer-, Musik-, Spitzen- und Impulsbelastbarkeit bei Lautsprecherboxen zu unterscheiden. Sinnvoll ist es, die Schwellwerteneinstellung der ELV Peak-Anzeige am Wert für die Dauerleistung einer Lautsprecherbox zu orientieren, - allerdings nur, wenn die entsprechende Angabe hinreichend glaubwürdig ist. Ggf. empfiehlt es sich, den Schwellwert bereits auf 50% der Herstellerangaben zu verlegen.

Die so kalibrierte Peak-Anzeige kann nun durchaus hin und wieder kurz aufleuchten, sofern eine entsprechende Lautstärke überhaupt gewünscht wird. Je größer die Ansteuerleistung desto kürzer bzw. desto seltener sollte die LED leuchten, d.h. ggf. ist die Lautstärke zu reduzieren, um die Box nicht zu gefährden (zur Schonung des Gehörs sollte die Peak-Anzeige möglichst überhaupt nicht ansprechen).

Zur Schaltung

Über 2 flexible isolierte Leitungen wird die Schaltung der Peak-Anzeige direkt parallel zu den Versorgungsanschlüssen der Lautsprecherbox geschaltet. Die an der Lautsprecherbox anliegende Spannung gelangt somit auf die Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2. Die Polarität spielt hierbei keine Rolle, da eine Gleichrichtung über D1 und D2 erfolgt und wir von einem annähernd symmetrischen Signalverlauf ausgehen.

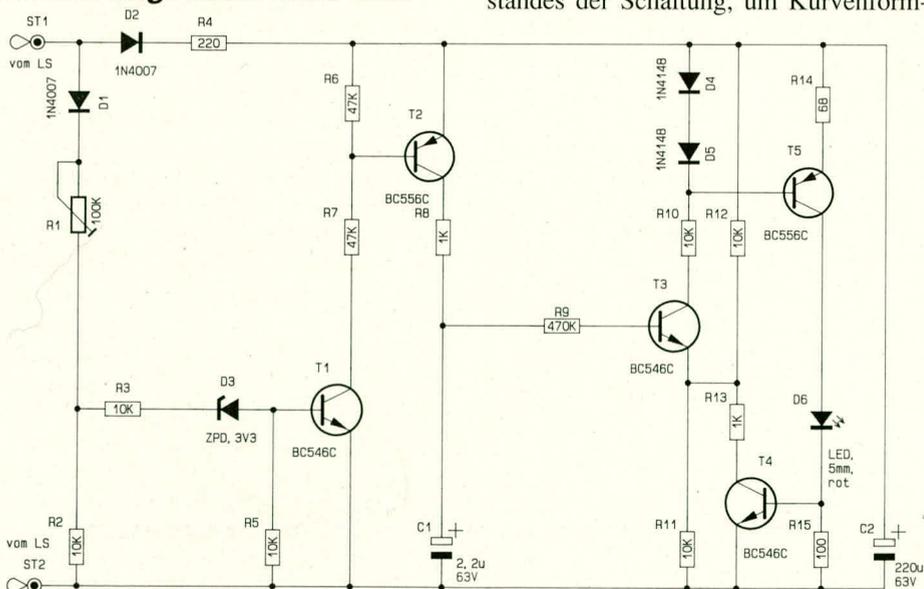
Zum einen dient die Eingangsspannung zur Versorgung der Elektronik. Hierzu erfolgt eine Gleichrichtung mit D2 und eine Pufferung durch den Ladeelko C2. R4 dient zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Schaltung, um Kurvenform-

Peak-Anzeige für Lautsprecherboxen

Eine rote LED signalisiert das Erreichen der Grenzelastbarkeit der Lautsprecherbox. Der Ansprechwert ist von 1 W bis 300 W den individuellen Anforderungen entsprechend einstellbar. Die Schaltung wird einfach parallel zur Lautsprecherbox angeschlossen und benötigt keine zusätzliche Spannungsversorgung.

Allgemeines

Die Leistungszufuhr für eine Lautsprecherbox erfolgt deutlich überproportional zur subjektiv empfundenen Lautstärke, d.h. doppelte Lautstärke bedarf eines Mehrfachen an Leistung. Aus diesen und anderen Gründen ist es leicht verständlich, daß es kaum möglich ist, per Gehör die Leistungsgrenze einer Lautsprecherbox zu registrieren. Das frühe Ende ganzer Legionen von Lautsprechern ist die Folge. Hierzu tragen allerdings auch nicht zuletzt die zum Teil recht großzügigen Leistungsangaben mancher Lautsprecherhersteller und Anbieter bei.



Schaltbild der Peak-Anzeige für Lautsprecherboxen

verzerrungen des Eingangssignals durch die Schaltung zu vermeiden.

Zum anderen wird die Eingangsspannung über D 1 auf den Spannungsteiler R 1, R 2 gegeben. Von dessen Mittelabgriff gelangt eine Teilspannung über den Vorwiderstand R 3 und die Z-Diode D 3 auf die Basis des Schalttransistors T 1. Mit Hilfe von D 3 wird eine definierte Schaltschwelle erzeugt. R 5 stellt in Verbindung mit R 3 einen Spannungsteiler dar, der zudem ein Sperren von T 1 im Ruhezustand sicherstellt.

Sobald am Verbindungspunkt R 1, R 2 die Spannung 4,5 V überschreitet, steuert T 1 durch, über R 7 wird T 2 angesteuert, der seinerseits über R 8 den Elko C 1 auflädt. Sobald hier ungefähr die halbe an C 2 anliegende Versorgungsspannung überschritten wird, steuert T 3 über R 10 die Stromquelle, bestehend aus D 4, D 5, T 5 und R 14, an. Es fließt ein Konstantstrom von ca. 10 mA durch die Signal-LED D 6, die damit aufleuchtet.

Gleichzeitig erzeugt dieser Strom an R 15 einen Spannungsabfall, der T 4 durchsteuern läßt und das Potential von annähernd der halben Betriebsspannung am Emitter von T 3 auf einen Bruchteil herunterzieht. Hierdurch wird eine Mitkopplung zur Erzielung einer nennenswerten Hysterese bewirkt, und die Signal-LED leuchtet für ca. eine halbe Sekunde auf, auch wenn nur ein kurzer Überspannungsimpuls am Eingang auftritt. Erfolgt kein Nachladen von C 1 durch entsprechend hohe Eingangsspannungen, fließt der Entladestrom über R 9, die Basis - Emitter-Strecke von T 3 sowie R 11, R 13, T 4 nach Masse bis die Schaltschwelle von T 3 unterschritten ist. Jetzt sperren T 3, T 5 und T 4, d. h. die LED D 6 verlischt.

Mit dem Trimpoti R 1 kann entsprechend der Tabelle 1 die Ansprechschwel-

le zwischen 1 W und 300 W variiert werden.

Der Nachbau

Sämtliche Bauelemente befinden sich auf einer kleinen, übersichtlich gestalteten Platine mit den Abmessungen 35 mm x 48 mm. Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigeren und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf die richtige Einbaulage der gepolten Bauelemente wie Dioden,

Transistoren, Elkos und der LED, ist zu achten. Am Kunststoffgehäuse besitzt die LED, üblicherweise am unteren, leicht überstehenden Rand, eine Abflachung, welche die Katode (die Seite, in die die Pfeilspitze weist) markiert. Eine Verpolung schadet der LED normalerweise nicht, sofern die anliegende Sperrspannung nicht zu groß wird. Bei korrekter Einbaulage leuchtet die LED dann wunschgemäß.

Inbetriebnahme und Einstellung

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, erfolgt die erste Inbetriebnahme. Hierzu bedient man sich eines stabilisierten, einstellbaren Netzgerätes. Je nach anliegender Versorgungsspannung bewegt sich die Stromaufnahme im Ruhezustand (LED erloschen) bei wenigen Milliampere und bei aufleuchtender LED bei rund 10 mA, keinesfalls über 20 mA.

Anhand der Tabelle 1 sucht man sich nun diejenige Eingangs-Schaltspannung U heraus, die den Werten der zu überwachenden Lautsprecherbox entspricht. Soll z. B. die Schaltschwelle bei 100 W liegen, bezogen auf eine Box mit 4 Ω Innenwiderstand, ergibt sich daraus eine Schaltschwelle von 28,3 V. Für 10 W bei 16 Ω Innenwiderstand ergibt sich die Schaltspannung zu 17,9 V.

Diese so ermittelte Eingangsspannung wird nun mit ihrem Pluspol, vom elektronisch stabilisierten Netzgerät kommend, an ST 1 und mit ihrem Minuspol an ST 2 der Peak-Anzeige gelegt. R 1 steht hierbei am rechten Anschlag (Maximalwert - im Uhrzeigersinn gedreht). Die LED D 6 ist zunächst noch erloschen. Durch langsames Verdrehen entgegen dem Uhrzeigersinn von R 1 wird jetzt der korrekte Ansprechwert eingestellt. In dem Moment, in dem D 6 aufleuchtet, bleibt R 1 in dieser Position. Zu Testzwecken kann die Versorgungsspannung langsam zurückgedreht werden (auf kleinere Werte), wobei D 6 zunächst weiterhin unverändert aufleuchtet aufgrund der bewußt großen Hysterese der Elektronik. Erlischt die LED, kann die Spannung langsam wieder hochgefahren werden. Ein Aufleuchten müßte jetzt bei dem zuvor gewählten Ansprechwert festzustellen sein. Ggf. ist die Position von R 1 geringfügig nachzugleichen.

Unabhängig von der tatsächlich anliegenden Spannung leuchtet die LED in weiten Bereichen mit annähernd konstanter Helligkeit. Dafür sorgt die elektronische Schaltung der Stromquelle, die spannungsunabhängig arbeitet.

Nach dem Abgleich kann die Schaltung an geeigneter Stelle in eine Lautsprecherbox gesetzt und angeschlossen werden. **ELV**

Stückliste: Peak-Anzeige

Widerstände

68Ω	.....	R 14
100Ω	.....	R 15
220Ω	.....	R 4
1kΩ	.....	R 8, R 13
10kΩ	.....	R 2, R 3, R 5, R 10-R 12
47kΩ	.....	R 6, R 7
470kΩ	.....	R 9
Trimmer, PT 10, lieg.	.....	R 1

Kondensatoren

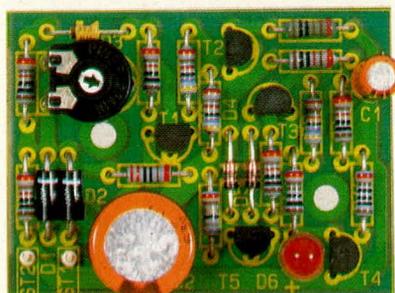
2,2µF/63 V	.....	C 1
220µF/63 V	.....	C 2

Halbleiter

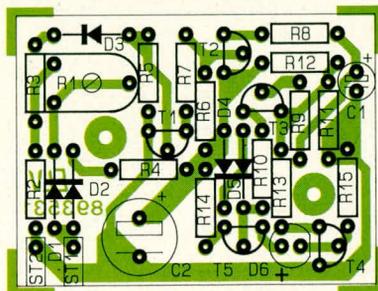
BC556	.....	T 2, T 5
BC546	.....	T 1, T 3, T 4
ZPD/3,3V	.....	D 3
1N4007	.....	D 1, D 2
1N4148	.....	D 4, D 5
LED, 5mm, rot	.....	D 6

Sonstige

2 x Lötstifte

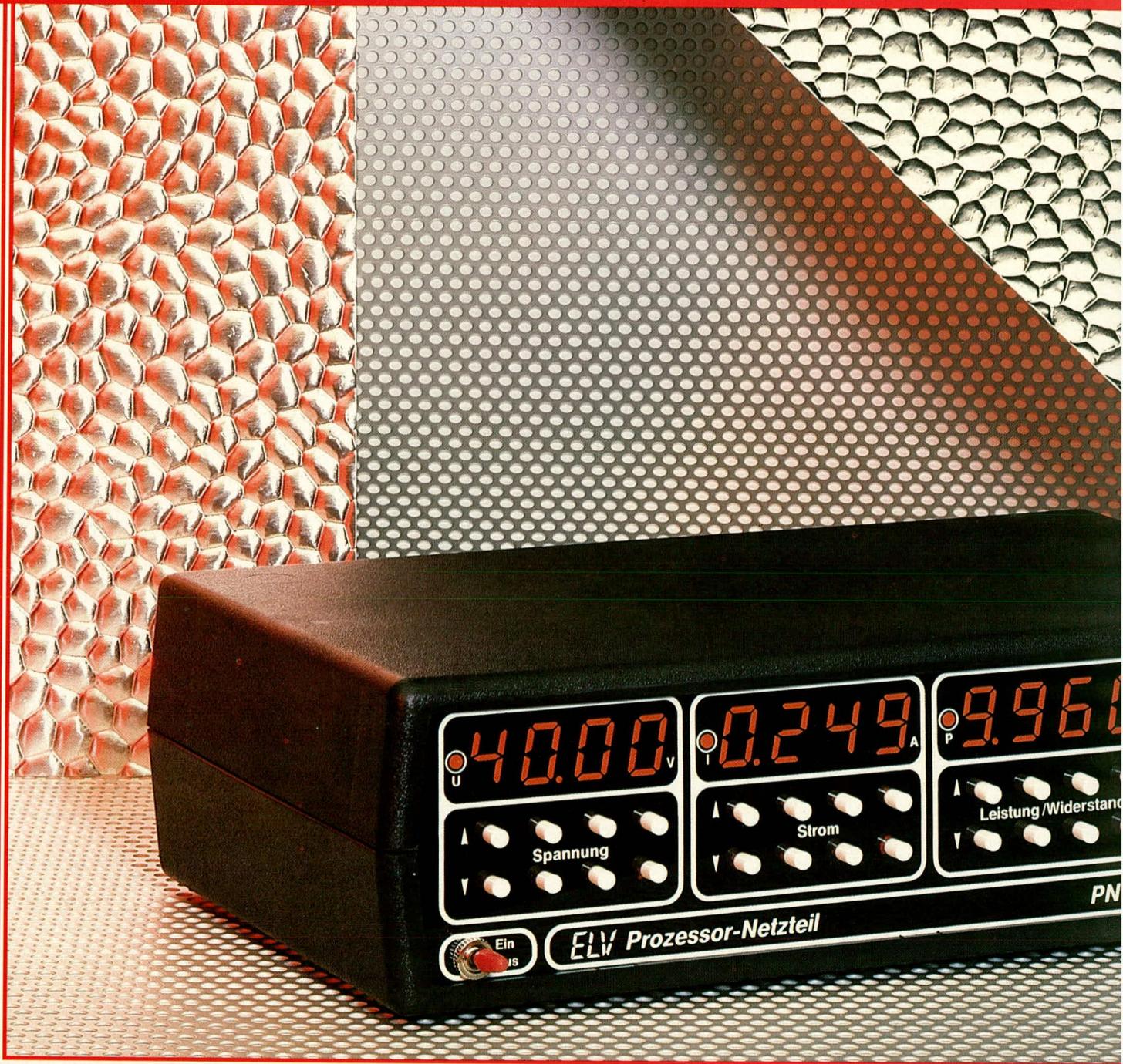


Ansicht der Peak-Anzeige



Bestückungsplan der Peak-Anzeige

Tabelle 1			
U (V)	P(W)		
	4Ω	8Ω	16Ω
5,7	4	2	1
6,3	5	2,5	1,25
8,9	10	5	2,5
11,0	15	7,5	3,75
12,6	20	10	5
15,5	30	15	7,5
17,9	40	20	10
20,0	50	25	12,5
25,3	80	40	20
28,3	100	50	25
34,6	150	75	37,5
40,0	200	100	50
44,7	250	125	62,5
49,0	300	150	75

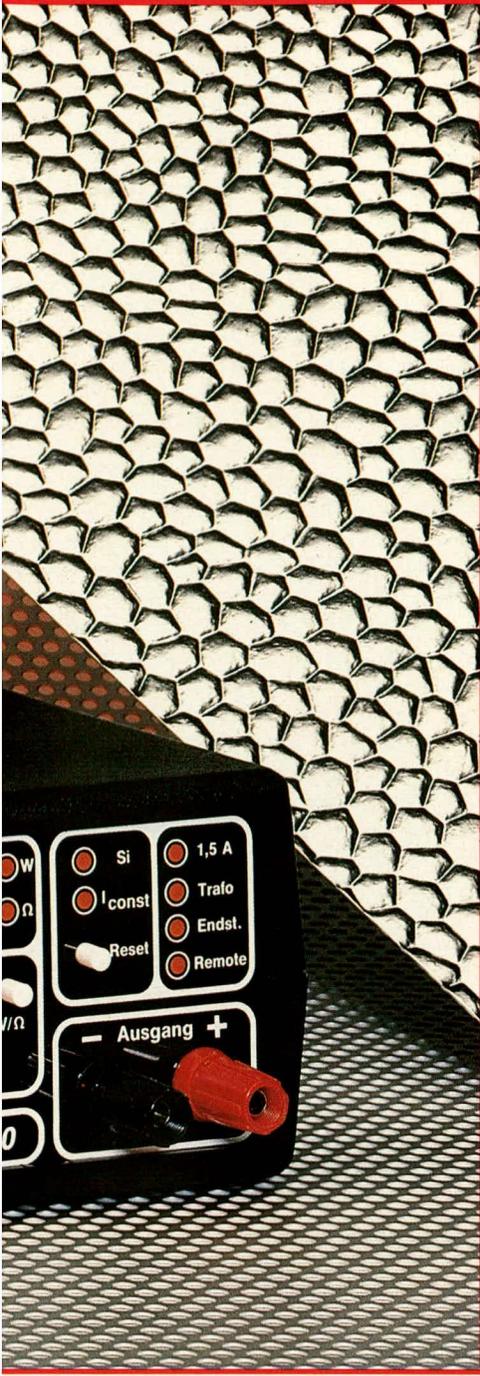


ELV-Serie 7000: Prozessor-Netzteil PNT 7000 0-40V, 0-3A

*Mikroprozessorgesteuertes Profi-Netzgerät mit
Computeranschlußmöglichkeit über V 24-Schnittstelle*

Teil 4

*Im vierten Teil dieser Artikelserie folgt die Beschreibung
des Nachbaus und der Inbetriebnahme des ELV-Prozessor-
Netzteils PNT 7000*



tiggestellt und in Betrieb genommen werden kann. Darüber hinaus stehen Ihnen selbstverständlich unsere Experten aus dem Service für Rat und Tat gerne zur Verfügung (Anfragen bitte nur schriftlich). Es erübrigt sich beinahe schon, an dieser Stelle auf die ELV Funktionsgarantie hinzuweisen, denn es ist für uns selbstverständlich, daß wir Ihnen nur ein High-Tech-Netzteil vorstellen, das hohen Anforderungen genügt und einwandfrei arbeitet.

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

Doch kommen wir nun zum eigentlichen Aufbau, für den insgesamt 4 Leiterplatten benötigt werden.

1. Basisplatine mit den beiden Netztransformatoren (doppelseitig durchkontaktiert)
2. Digitalplatine mit dem zentralen CMOS-Single-Chip-Mikroprozessor (doppelseitig durchkontaktiert)
3. Anzeigenplatine mit Bedientastern (doppelseitig durchkontaktiert)
4. Schnittstellenplatine mit Optokopplern und Leitungstreibern (einseitige Leiterplatte)

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

Zuerst werden die niedrigeren und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Leiterplattenunterseiten verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierungen ist auch bei den 3 großen Leiterplatten ein Löten auf der Bestückungsseite nicht erforderlich. Wie gewohnt werden die

Bauelemente nur auf den Platinenunterseiten angelötet. Darüber hinaus konnte auf den Einsatz von Brücken (nur 5 Stück) fast vollständig verzichtet werden, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

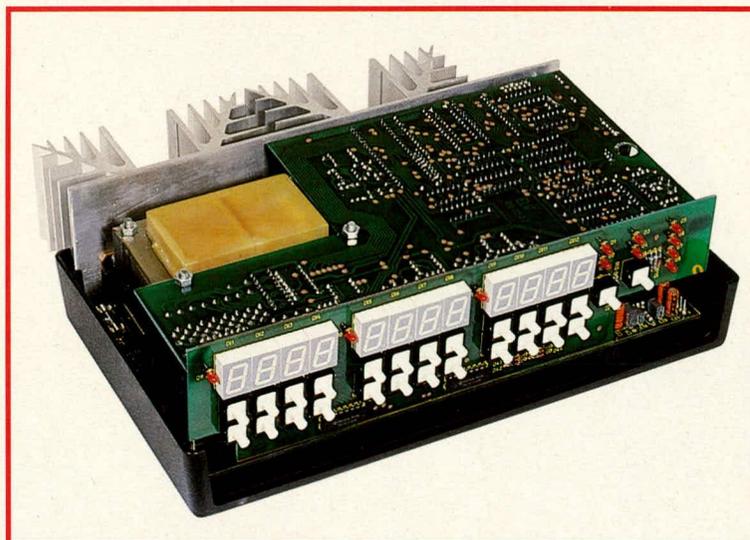
Kommen wir nun zu einigen Besonderheiten beim Nachbau:

1. Basisplatine

Nachdem sämtliche Bauelemente mit Ausnahme der Leistungstransistoren, des Temperaturfühlers und der beiden Netztransformatoren entsprechend dem Bestückungsplan auf die Platine gesetzt und auf der Leiterplattenunterseite verlötet wurden, empfiehlt es sich, zunächst die 4 Endstufen-Leistungstransistoren T 23 bis T 26 in der nachfolgend beschriebenen Weise an die Aluminium-Gehäuserückwand zu schrauben. Hierzu besitzt die 2 mm starke Metallrückwand an den passenden Stellen 4 Bohrungen mit einem Durchmesser von 3 mm. Über eine Schraube M 3 x 15 mm wird ein Isoliernippel gesetzt und durch die Bohrung eines Endstufentransistors geführt. Die Metallinnenfläche des Transistors wird dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen und anschließend eine Isolier-Glimmerscheibe aufgesetzt. Gleichfalls wird an der zugehörigen Innenfläche der Metallrückwand hauchdünn Wärmeleitpaste aufgetragen, um anschließend die M 3 Schraube mit dem Leistungstransistor an die Rückwand zu setzen. Von der Gehäuseaußenseite wird ein Leistungskühlkörper, dessen Innenfläche mit reichlich Wärmeleitpaste eingestrichen wurde, an die Metallrückwand gesetzt, wobei die Schraube M 3 x 15 mm nun durch die Metallfahne des Leistungstransistors, die Metallrückwand und die Kühlkörperbasisfläche geführt ist. Mit einer Mutter M 3 wird die ganze Konstruktion festgezogen. Die Montage der weiteren Endstufenstransistoren erfolgt in gleicher Weise, wobei jeder Leistungskühlkörper mit den Schrauben von 2

Der Nachbau

Der Aufbau dieses innovativen High-Tech-Gerätes ist gemessen am Schaltungsumfang vergleichsweise einfach, obwohl es sich um eines der aufwendigsten im ELV journal bisher veröffentlichten Projekte handelt. Nicht zuletzt weil das Gerät mit 230 V Netzwechselspannung betrieben wird, sollten nur Profis, die aufgrund ihrer Ausbildung qualifiziert sind und hinreichend Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen sammeln konnten, dieses Projekt durchführen. Grundsätzlich können Sie jedoch beim PNT 7000 genau wie bei allen anderen ELV Schaltungen erwarten, daß bei korrektem und sorgfältigem Aufbau das Gerät problemlos fer-



Ansicht des fertig aufgebauten Prozessor-Netzgerätes PNT 7000 ohne Frontplatte mit abgenommener Gehäuseoberhalb-schale

Endstufentransistoren befestigt wird. Mit einem Ohmmeter ist anschließend zu prüfen, ob auch tatsächlich eine zuverlässige galvanische Trennung zwischen Metallgehäuse der Endstufentransistoren und Aluminium-Gehäuserückwand vorliegt.

Der Vollständigkeit halber setzen wir jetzt die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutztülle in die entsprechende Bohrung ein. Das Verschrauben und Festziehen erfolgt mit der passenden Mutter von der Rückplatteninnenseite aus.

Den Montageabschluß der Rückwand bildet das Einsetzen der Submin-D-Buchse für die V 24-Schnittstelle. Diese Buchse wird von außen an die Gehäuserückwand gesetzt. 2 Schrauben M 3 x 6 mm sind von der Gehäuserückseite aus durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken und auf der Innenseite mit 2 Muttern M 3 fest zu verschrauben.

Die so vorbereitete Konstruktion wird mit der Basisplatine in der Weise verbunden, indem die 4 mal 3 Anschlußbeinchen der Endstufentransistoren in die entsprechenden Bohrungen der Basisplatine gesetzt werden. Hierbei wird die Basisplatine über die beiden Gehäusebefestigungszapfen im Gehäuseunterteil gesetzt und gleichzeitig die Metallrückwand in die zugehörigen Nuten eingeführt, bis sich die gesamte Konstruktion in ihrer endgültigen Position befindet. Die Transistoranschlußbeinchen biegen sich dabei in die richtige Position evtl. mit Unterstützung einer Flachzange. Ggf. sind die bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht verlöteten Transistoranschlüsse auf der Platinenunterseite etwas zu kürzen. Ist die korrekte mechanische Position von Basisplatine und

Rückwand erreicht, erfolgt jetzt ein provisorisches Anlöten von 2 oder 3 Transistoranschlußbeinchen auf der Platinenoberseite. Nachdem die so fixierte Konstruktion wieder aus der Gehäuseunterhalbschale entnommen wurde, erfolgt das komplette Verlöten der Endstufentransistoren auf der Leiterplattenunterseite.

Die beiden Primärwicklungen der Netztransformatoren TR 1 und TR 2 werden über 2 einadrige, flexible, isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von min. 0,75 mm² und einer Länge von 200 mm zueinander parallel geschaltet. Hierzu wird je eine Leitung in die Bohrungen der Platine der Anschlußpunkte ST 15 und ST 16 direkt neben TR 1 gesteckt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Das jeweils andere Leitungsende ist an die zugehörigen, mit Lötstiften versehenen, Anschlußpunkte gleicher Bezeichnung zu löten.

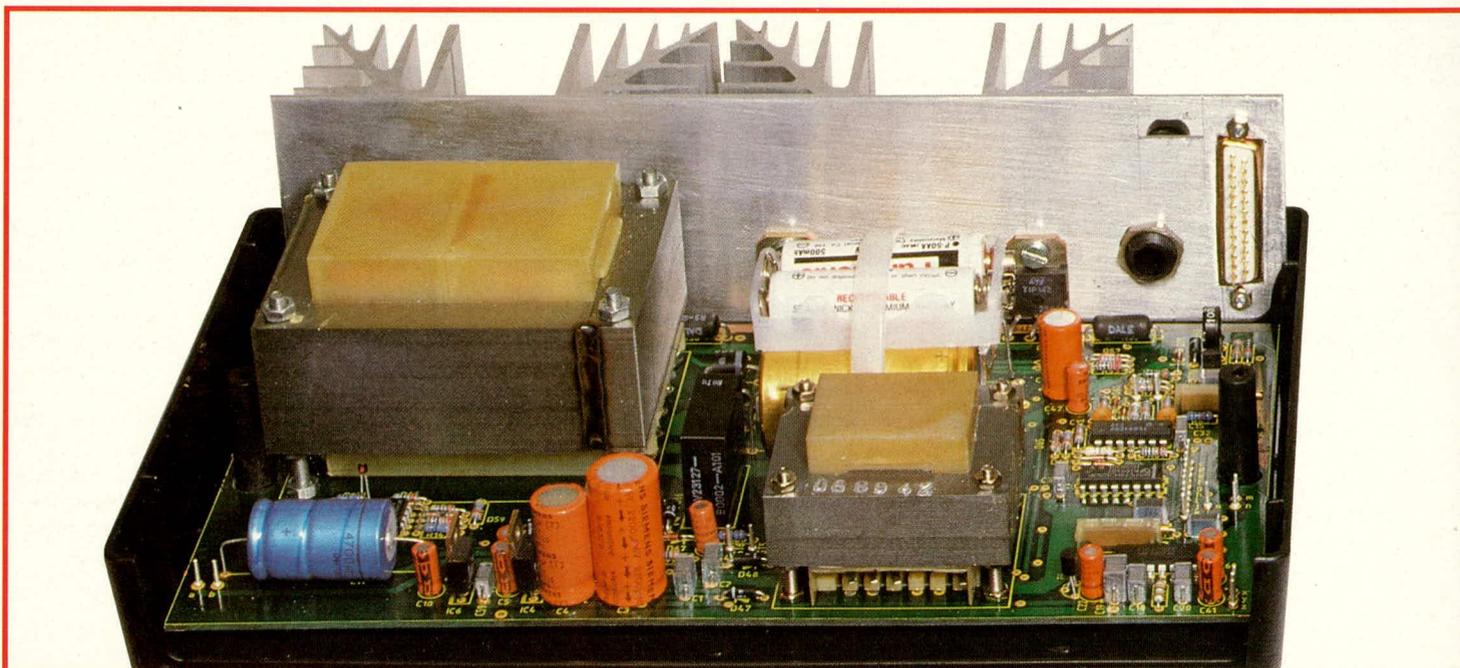
Als nächstes wird der kleinere Transformator (8 VA) TR 1 mit der Basisplatine verbunden. Hierzu werden zunächst 4 Schrauben M 3 x 50 mm von der Platinenunterseite aus durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und mit je einer Mutter M 3 festgezogen. Eine weitere Mutter M 3 wird soweit aufgeschraubt, daß die obere Fläche einen Abstand von 14 mm zur Platine aufweist. Nun kann der Transformator TR 1 darüber gesetzt werden, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, daß die Lötstifte in die zugehörigen Bohrungen gleiten. Durch leichte Korrekturen der 4 zuletzt aufgesetzten Muttern wird erreicht, daß diese gleichmäßig am Blech-

paket des Trafos anliegen und sich hierbei ein Abstand von ca. 1 mm zwischen Trafounterseite und Leiterplatte ergibt. Wichtig ist in jedem Fall, daß die Lötstifte ausreichend auf der Platinenunterseite hervorstehen. Durch 4 weitere Muttern M 3 wird eine feste mechanische Verbindung dieses Transformators erreicht. Zum Abschluß sind die 6 Lötanschlüsse auf der Platinenunterseite, unter Zugabe von reichlich Lötzinn, zu verlöten.

Es folgt das Einsetzen der beiden Temperatursensoren TS 1 und TS 2, deren Anschlußbeinchen möglichst lang belassen werden. Die Metallfähnchen der Sensorköpfe werden direkt am Kunststoffgehäuse abgetrennt und die beiden Sensorköpfe mit reichlich Wärmeleitpaste eingestrichen. Der Sensorkopf von TS 2 ist nun vorsichtig an die Metallrückwand zu drücken, damit sich ein guter mechanischer Kontakt ergibt. Da bis zum endgültigen Gehäuseeinbau die Rückwand noch leicht gebogen werden kann, muß diese Position später nochmals überprüft werden.

Es folgt die Montage des großen (100 VA) Netztrafos TR 2, die in ähnlicher Weise vorgenommen wird, wie zuvor der Einbau von TR 1. Zunächst werden 4 Schrauben M 4 x 55 mm von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Bohrungen gesteckt und auf der Platinenoberseite mit je einer Mutter M 4 festgezogen. Über jede dieser Schrauben wird eine weitere Mutter M 4 aufgesetzt und zwar soweit, daß sich ein Abstand von der Mutteroberseite zur Leiterplatte von

Ansicht der fertig bestückten und zusammengesetzten Platinen des Prozessor-Netzteils PNT 7000. Die rechts abgebildeten Leiterplatten werden später umgedreht und von oben über die Basisplatine gesetzt.



15 mm ergibt. Der Netztrafo TR 2 wird darübergesetzt und die zuletzt aufgeschraubten Muttern in ihrer Position soweit korrigiert, daß sich zwischen Trafounterseite und Leiterplatte ein Abstand von ca. 1 mm ergibt. Auch hier ist darauf zu achten, daß die Lötschwerter ausreichend weit auf der Platinenunterseite hervorstehen. Mit 4 weiteren Muttern M 4 kann der Netztrafo jetzt festgesetzt werden. Während des Einsetzens wird der Sensorkopf des Temperatursensors TS 1 leicht nach unten gedrückt, da er an das Blechpaket des Trafos von unten anstößt. Dies ist beabsichtigt, denn TS 1 soll möglichst intensiven thermischen und mechanischen Kontakt zum Trafo TR 2 besitzen, um dessen Temperatur exakt abfragen zu können. Zuletzt in diesem Arbeitsgang werden die Lötstifte von TR 2 auf der Platinenunterseite unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Die Halterung für die beiden NC-Mignonzellen wird mit 2 Kabelbindern befestigt. Hierzu sind die Kabelbinder sowohl um die Halterung mit den darin eingesetzten Akkus als auch um die Elkos C12, 13 zu legen und unter der Basisplatine entlang zu führen. Neben den Elkos befinden sich an entsprechender Stelle 4 Durchführungsbohrungen.

Als dann empfiehlt es sich, die Basisplatine mit der Metallrückwand in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen und die mechanische Konstruktion dieser Einheit nochmals zu überprüfen.

2. Digitalplatine

Diese Platine mit dem zentralen CMOS-Single-Chip-Mikroprozessor wird in gewohnter Weise bestückt, wobei als Besonderheit in erster Linie die mechanische Kontur der Leiterplatte zu nennen

ist, die im Bereich des Netztransformators ausgespart ist.

Die 12polige Stifteleiste ST 11 (2 Reihen zu je 6 Stiften) wird so montiert, daß die Stifte nach außen über den Platinenrand ragen. Hier wird später die Baudrate der Schnittstelle eingestellt.

Des Weiteren sind einige Verbindungsleitungen zur Basisplatine vorzusehen, wobei die Leitungen zunächst an die entsprechenden Punkte der Digitalplatine wie folgt angelötet werden:

- Eine 10adrige 150 mm lange Flachbandleitung wird in die in einer Reihe liegenden Anschlußbohrungen direkt neben dem Prozessor ELV 8712 eingesetzt und verlötet.

- Eine 3adrige ca. 60 mm lange Leitung wird in die Platinenanschlußpunkte ST m, ST n, ST o direkt neben der großen Bohrung für den Gehäusezapfen eingesetzt und verlötet.

- Eine gleichlange, ebenfalls 3adrige Leitung wird in die Anschlußbohrungen am Platinenrand neben dem Trimmer R 131 eingesetzt. Ca. 20 mm darüber ist eine 2adrige ca. 90 mm lange Leitung in die Platinenanschlußbohrungen ST s, ST t einzulöten.

- Den vorläufigen Abschluß bildet eine zunächst 500 mm lange 2adrige Leitung, die auf der gegenüberliegenden Seite an die Platinenanschlußpunkte ST a, ST b anzulöten ist. Diese Leitung ist deshalb so lang bemessen, damit für die erste Inbetriebnahme die Digitalplatine um 180° umgeklappt neben die Basisplatine gelegt werden kann. Hierauf kommen wir zu einem späteren Zeitpunkt jedoch noch zurück.

3. Die Anzeigenplatine

Bei der Bestückung dieser Platine sind

keine nennenswerten Besonderheiten zu beachten. Lediglich beim Einsetzen der 11 roten 3 mm Leuchtdioden ist zu berücksichtigen, daß der Leuchtdiodenkopf nicht weiter aus der Leiterplatte herausragt, als die Frontflächen der 7-Segment-Anzeigen. Das Anlöten im rechten Winkel an die Digitalplatine wird im weiteren Verlauf beschrieben, nachdem die Schnittstellenplatine montiert wurde.

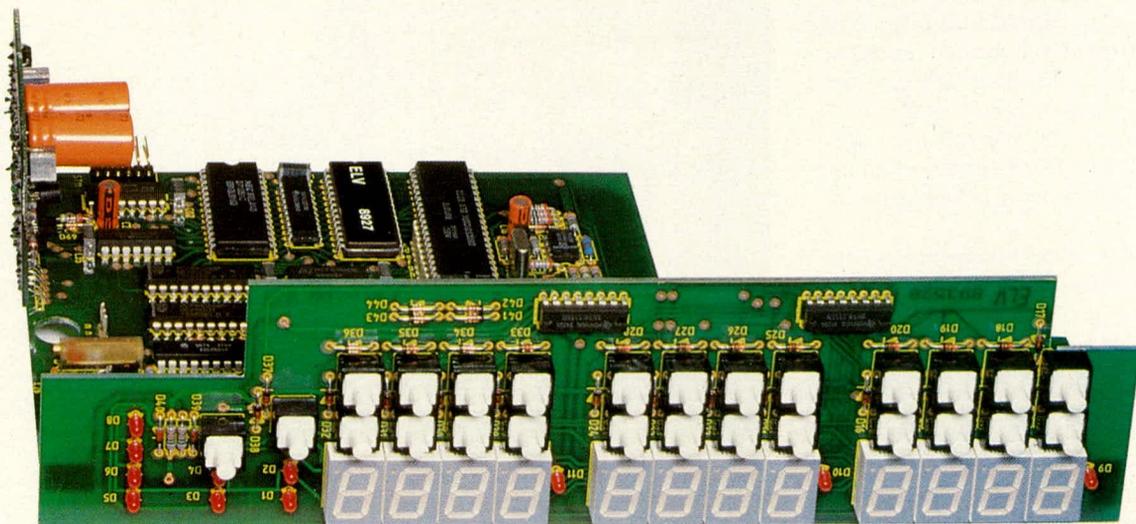
4. Die Schnittstellenplatine

Nach erfolgter Bestückung werden am Platinenaußenrand in die 9 in einer Reihe liegenden Anschlußbohrungen 10 mm lange Silberdrahtabschnitte eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Anschließend werden diese Stifte auf der Platinenoberseite um 90°, d. h. nach außen abgewinkelt und in die zugehörigen Bohrungen der Digitalplatine von der Bestückungsseite aus geführt. Nach dem Verlöten der Silberdrahtenden und der zusätzlichen Löfffläche befindet sich die Schnittstellenplatine in einer mechanisch ausreichend gesicherten Position rechtwinklig zur Digitalplatine.

Die Platinenanschlüsse ST 7, ST 8, ST 9, ST 10 werden mit 4 ca. 70 mm langen isolierten Leitungen bestückt. Hier erfolgt später der Anschluß an die Schnittstellenbuchse. Die Platinenanschlußpunkte ST 13, ST 14 werden mit 200 mm langen flexiblen isolierten Leitungen versehen, die später zur Spannungszuführung dienen.

Nachdem die Platinenbestückung soweit ausgeführt ist, kommen wir als nächstes zur weiteren Platinenmontage.

Die Digitalplatine wird mit ihrer Bestückungsseite nach unten weisend von oben über die Basisplatine gesetzt. Hierbei ragen 2 M 4 Befestigungsschrauben



des Netztransformators TR 2 durch die 3 zugehörigen Bohrungen der Digitalplatine. Mit je einer Mutter M 4 erfolgt die Befestigung der Digitalplatine. Die Konstruktion befindet sich hierbei bereits in der Gehäuseunterhalbschale.

Als nächstes ist die Anzeigenplatine in ihre Endposition zu bringen, d. h. sie befindet sich mit ihrer Unterkante direkt am Boden der Gehäuseunterhalbschale und die Platinenrückseite drückt fest an die Vorderkante der Digitalplatine. Diese Kante befindet sich nun ca. 3 mm unterhalb der Lötstiftreihen der 7-Segment-Anzeigen.

Mit einem feinen LötKolben werden nun provisorisch 3 bis 4 Lötflächen angeheftet, so daß sich eine Verbindung zwischen Anzeigen- und Digitalplatine ergibt. Provisorisch ist zunächst noch ohne Einsetzen der Frontplatte die Gehäuseoberhalbschale darüber zu setzen, um den mechanischen Aufbau zu prüfen. Ggf. sind leichte Korrekturen der Verbindung zwischen Anzeigen- und Digitalplatine vorzunehmen. Zu beachten ist, daß sich die Anzeigenplatine exakt im rechten Winkel zur Digitalplatine befindet. Beide Platinen werden der Gehäuseunterhalbschale wieder entnommen und vorsichtig unter Zugabe von ausreichend Lötzinn an allen relevanten Stellen miteinander verbunden. Man achtet dabei sorgfältig darauf, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen, zum Teil recht feinen Leiterbahnen ergeben.

Jetzt werden die Verbindungen der Digitalplatine zur Basisplatine vorgenommen. Anschlußpunkte mit gleicher Bezeichnung werden dabei miteinander verbunden. Die entsprechenden Leitungen wurden bereits in ausreichender Länge an die Digitalplatine gelötet und sind jetzt nur noch an die entsprechenden gleichlautenden Punkte der Basisplatine zu löten.

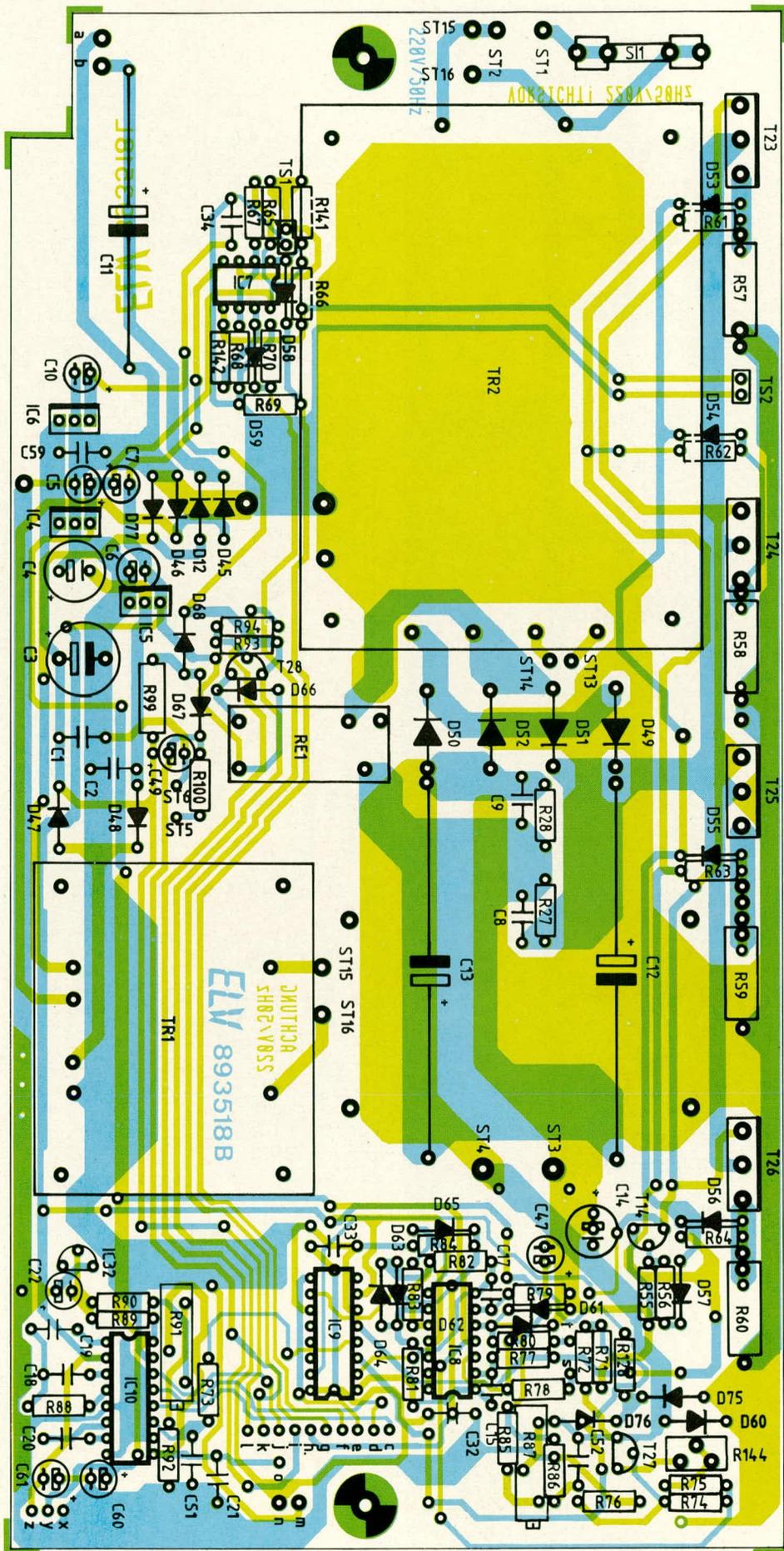
Ebenfalls ist die Schnittstellenplatine zu verdrahten, indem die beiden längeren Leitungen an die ebenfalls mit gleicher Bezeichnung versehenen Versorgungspannungspunkte der Basisplatine angeschlossen werden. Die 5 kürzeren Leitungen sind mit der Schnittstellenbuchse zu verbinden.

Als vorläufig letzte Maßnahme ist die 3adrige Netzzuleitung ca. 270 mm weit durch die Netzkabeldurchführung in der Gehäuserückwand zu stecken, um anschließend die Zugentlastung festzuziehen. Die beiden Netzdern werden mit den Platinenanschlußpunkten ST 1 und ST 2 verbunden.

Zum Anschluß des gelbgrünen Schutzleiters wird von der Gehäuserückseite aus eine Schraube M 3 x 6 mm durch die zugehörige Bohrung links neben der Submin-D-Buchse (von innen aus gese-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Prozessor-Netzteils PNT 7000



Bestückungsplan der Basisplatine des Prozessor-Netzteil PNT 7000

hen) gesteckt. Von der Rückwandinnen-seite aus wird eine Lötöse und ein Feder-ring aufgesetzt und mit einer Mutter M 3 fest verschraubt. Nun kann der gelbgrüne Schutzleiteranschluß hier angeschlossen werden.

Erste Inbetriebnahme

An dieser Stelle sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das Gerät ausschließlich von Profis in Betrieb genommen werden darf, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind und ausreichend mit den geltenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind. Außerdem ist sorgfältig darauf zu achten, daß kein Unbefugter das noch geöffnete Gerät berühren kann. Es treten hier lebensgefährliche Spannungen auf.

Nachdem die gesamte Konstruktion sicherheitshalber nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann in den Sicherungshalter die Sicherung SI 1 mit einem Wert von 1A flink eingesetzt werden, um anschließend das PNT 7000 über einen Sicherheits-Trenntrafo mit ausreichender Leistung (min. 100 VA) mit 230 V Wechselspannung zu versorgen.

Unmittelbar nach dem Anlegen der Versorgungsspannung sollte die Stromaufnahme des PNT 7000 primärseitig (also auf der 230 V Seite) gemessen werden. Sie liegt im Bereich zwischen 100 mA und 150 mA. Aufgrund der großen Trafoinduktivitäten ist dies keineswegs durch Multiplikation mit der Spannung das Maß für die aufgenommene Leistung, sondern zu einem wesentlichen Teil Blindstrom. Die Wirkleistungsaufnahme liegt bei wenigen Watt.

Wird eine deutlich erhöhte Stromaufnahme registriert, ist das Gerät sofort wieder außer Betrieb zu nehmen, d.h. von der primärseitigen 230 V Versorgungsspannung zu trennen. Ein sorgfältiges Prüfen der Stromversorgung ist empfehlenswert, bevor das Gerät erneut in Betrieb genommen wird.

Ist die Eingangsstromaufnahme korrekt, erfolgt als nächstes das Prüfen der verschiedenen Versorgungs- Gleichspannungen. Die Digitalplatine mit der daran befestigten Anzeigen- und Schnittstellenplatine liegt hierbei, mit der Bestückungsseite nach oben weisend (entgegen der späteren Position), rechts neben der Basisplatine, die sich bereits in der Gehäuseunterhalschale befindet.

Zum Testen der einzelnen Betriebsspannungen wird ein Gleichspannungsmeßgerät verwendet. Zuerst prüfen wir die von den Sekundärwicklungen der beiden Netztransformatoren kommenden und anschließend gleichgerichteten, unstabilisier-

ten Betriebsspannungen. Folgende Meßpunkte und Werte sind dabei abzufragen:

- Der Spannungsabfall an R 27 muß gleich dem Spannungsabfall an R 28 sein und im Leerlauf bei geöffnetem Relaiskontakt RE 1 A zwischen 12 V und 16 V liegen.

- Spannung über C 30: 11 V bis 15 V

- Spannung über C 31: 11 V bis 15 V

Für alle weiteren Messungen wird der Minusanschluß des Meßgerätes mit dem Platinenanschlußpunkt ST 3 verbunden. Dies entspricht der internen Schaltungsmasse des PNT 7000, die mit der positiven Ausgangsspannung übereinstimmt. Folgende Messungen sollten vorgenommen werden:

- Pin 1 des IC 6: +8 V bis +12V

- Pin 3 des IC 6: +4,75 V bis +5,25 V

- Pin 1 des IC 4: +8V bis +12 V

- Pin 3 des IC 4: +4,75 V bis +5,25 V

- Pin 2 des IC 5: -9V bis -13 V

- Pin 3 des IC 5: -4,75 bis -5,25 V

- positiver Anschluß von C 11: +4,5 V bis +7 V

- Pin 16 des IC 10: +4,75 V bis 5,25 V

- positiver Anschluß von C 22: +1,20V bis 1,25 V

- Pin 9 des IC 10: +0,85 V bis + 1,12 V

- Pin 5 des IC 10: 0 V bis maximal 0,01 V

Die Schwankungen bei den Messungen der unstabilierten Gleichspannungen sind u. a. abhängig von der jeweiligen Belastung z. B. der Anzahl der aufleuchtenden LEDs usw.

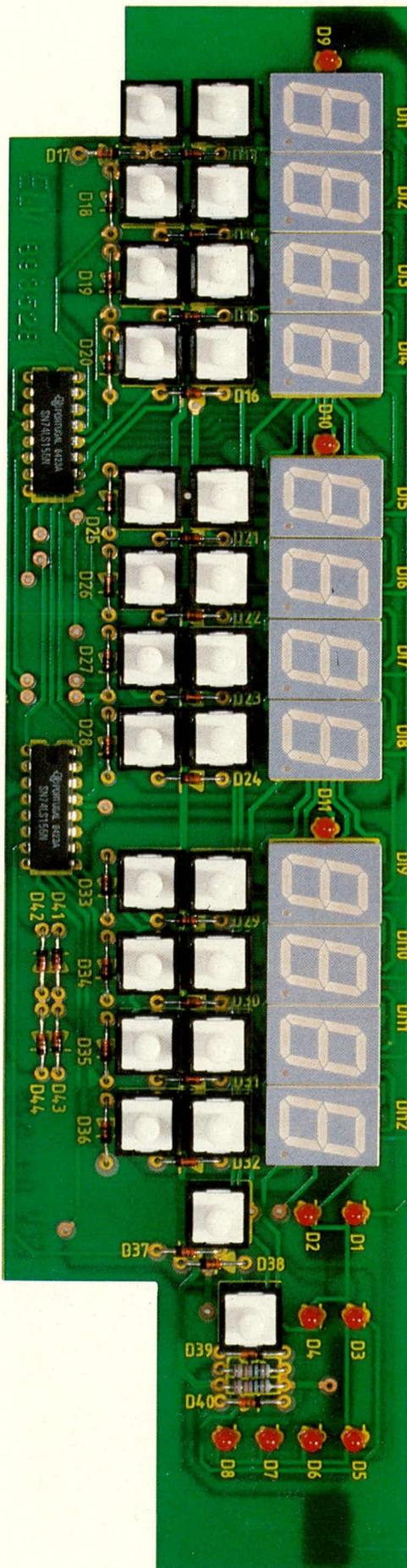
Sind alle Messungen soweit zur Zufriedenheit verlaufen, wird das PNT 7000 vor der Endmontage abgeglichen.

Der Abgleich

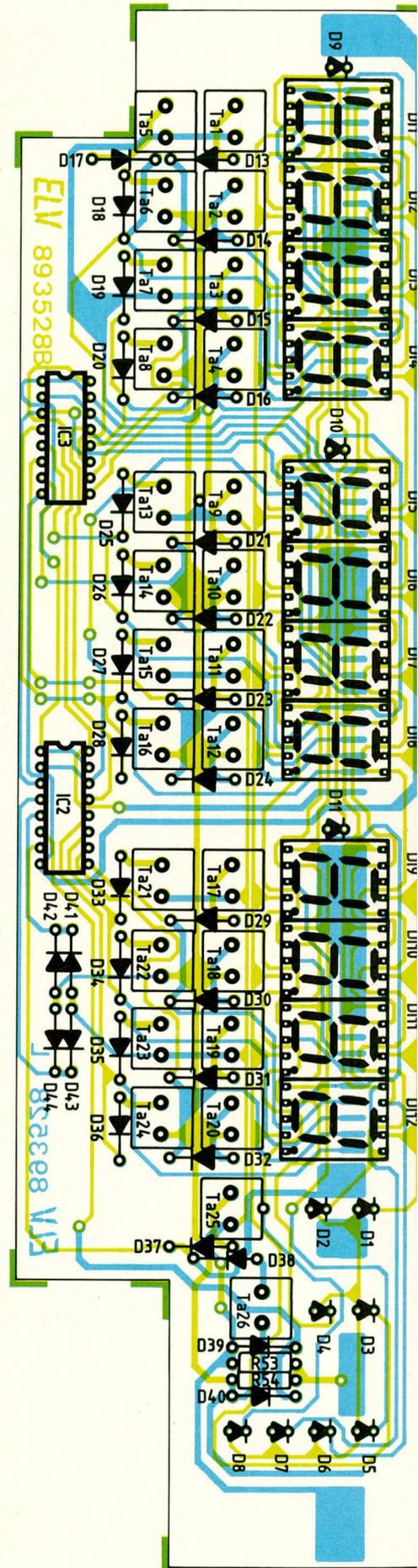
1. Die Einstellung der 5 Trimmer, (davon 4 Spindeltrimmer) im PNT 7000 ist vergleichsweise einfach durchzuführen. Hierzu wird lediglich ein genaues Digital-Multimeter benötigt. Die Reihenfolge der einzelnen Einstellungen muß genau anhand der nachfolgenden Abgleichanleitung eingehalten werden.

Der zum Emitterwiderstand R 75 in Reihe geschaltete Trimmer R 144, dient zum Feinabgleich der mit T 27 aufgebauten Stromquelle, die den Ausgangsbuchsen ST 3, 4 parallel geschaltet ist. Diese Einstellung wird in folgender Weise als erstes vorgenommen:

Über die Bedientaster wird die Ausgangsspannung auf 40,00 V, der Ausgangsstrom auf 0,000 A und die Leistung auf 120,0 W vorprogrammiert. Ohne Ausgangsbelastung ist R 144 so einzustellen, daß sich auf der Leistungsanzeige ein Wert von 0,000 W einstellt. Zu berücksichtigen ist dabei, daß auf der Leistungsanzeige kein negatives Vorzeichen erscheinen kann, so daß im Falle des



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine



Bestückungsplan der Anzeigenplatine des PNT 7000

Zuweitdrehens von R 144 der Wert von 0 an wieder steigt, wobei für negative Werte auf dem Stromdisplay ein Minuszeichen erscheint. R 144 wird deshalb vorsichtig und langsam verdreht, bis das Leistungsdisplay ein Minimum anzeigt, das im Idealfall bei 0,000 W liegt.

2. Als nächstes wird die Ausgangsspannung an den Platinenanschlußpunkten ST 3 und ST 4 gemessen. Die Ausgangsspannung wird über die Bedientaste auf einen Wert von 0,00 V und der Ausgangsstrom auf 3,000 A gebracht. Mit dem Spindeltrimmer R 103 zur Offsetspannungskompensation wird nun die Ausgangsspannung exakt auf 0 V eingestellt (maximale Abweichung von ± 10 mV).

3. Es folgt die Offsetspannungskompensation im Strombereich, wozu der Spannungswert auf 5,00 V und der Stromwert

auf 0,000 A programmiert wird. Die Messung des Ausgangsstromes an den Klemmen ST 3, 4 erfolgt mit einem hinreichend auflösenden Amperemeter (min. 0,1 mA). Mit dem Spindeltrimmer R 131 wird jetzt der Ausgangsstrom auf 0 mA eingestellt (maximale Abweichung ± 1 mA).

4. Als nächstes erfolgt die Skaleneinstellung des Ausgangsstromes. Hierzu bleibt die Spannungsvorwahl auf 5,00 V bestehen und der Ausgangsstrom wird auf 3,000 A hochgesetzt. Das zur Messung des Ausgangsstromes verwendete genaue Digital-Multimeter muß für diesen Strom geeignet sein. Ggf. kann der Ausgangsstrom auch auf 1,999 A vorgeählt und begrenzt werden. Mit dem Spindeltrimmer R 91 zur Referenzspannungseinstellung wird jetzt der Ausgangsstrom auf 3,000 A (bzw. 1,999 A) einge-

stellt.

5. Die letzte Einstellmaßnahme bezieht sich auf die Ausgangsspannung. Der vorgewählte Stromwert wird bei 3 A belassen und die Spannung auf 40,00 V hochgesetzt (Ausgang unbelastet). Mit dem Spindeltrimmer R 87 wird jetzt die über ein genaues Digital-Multimeter an den Ausgangsklemmen ST 3, 4 gemessene Ausgangsspannung auf exakt 40,00 V eingestellt.

6. Die beiden letzten Abgleichmaßnahmen zur Kalibrierung des A/D-Wandlers erfolgen teilautomatisch und sind nach jedem „Kaltstart“ zu wiederholen (wenn die Stützakkus abgeklemmt oder entladen waren). Spannungs- Strom- und Leitungsvorwahl werden hierzu auf Maximum gesetzt (40,00V - 3,000A - 120,0W).

a) Der Spannungsabgleich erfolgt durch

Stückliste: PNT 7000

Widerstände

1 Ω /1W, 0,5%	R57-R60
33 Ω	R30, R32, R34, R36, R38 R40, R42, R44
68 Ω	R132, R133
150 Ω	R90, R143
220 Ω	R75, R114, R117, R123 R124
330 Ω	R99
470 Ω	R100, R101, R129
680 Ω	R109, R120
1k Ω	R61-R64, R74, R76, R86 R92, R128
1,2k Ω	R89
1,5k Ω	R66
1,8k Ω	R65
2,2k Ω	R14-R26, R56, R112 R113, R115, R116, R125- R127, R139, R140
2,7k Ω	R108, R119
3,9 k Ω	R80
4,7k Ω	R1-R13, R29, R31, R33 R35, R37, R39, R41, R43 R69, R70, R84, R93, R94
5,6k Ω	R71
10k Ω	R27, R28, R45-R55, R67 R68, R95-R98, R104, R106 R118, R122, R135, R136
47k Ω	R107
100k Ω	R138, R130, R102, R77-R79 R81, R82, R73, R110, R121
120k Ω	R88
150k Ω	R85
220k Ω	R72, R137
1M Ω	R134, R141, R142
4,7M Ω	R83
Trimmer, PT10, 100 Ω	R144
Spindeltrimmer, 250 Ω	R91
Spindeltrimmer, 10k Ω	R87
Spindeltrimmer, 100k Ω	R103, R131

(R75, R92, R100, R137 gegenüber Schaltbild geändert)

Kondensatoren

18pF	C23, C24
100pF	C15, C17
470pF	C25, C26
47nF	C59, C21

100nF	C1, C2, C28, C29, C50-C52
220nF	C18, C20
330nF	C8, C9
680nF	C19
1 μ F/16V	C16, C46, C47
10 μ F/16V	C27, C49, C5-C7, C10 C22, C61, C60
100 μ F/63V	C14
470 μ F/16V	C30, C31
1000 μ F/16V	C4
2200 μ F/16V	C3
4700 μ F/16V	C11
10000 μ F/16V	C12, C13

(C15, C17, C28-31 gegenüber Schaltbild geändert)

Halbleiter

CNY17	IC26-IC29
TL082	IC7
TL084	IC8
LM324	IC23
LM358	IC30
LM385	IC32
TSC500	IC10
CD4040	IC20-IC22
CD4053	IC9
74HC02	IC25
74HC32	IC24
74HC74	IC31
AD7545	IC18, IC17
7805	IC4, IC6
7905	IC5
82C51	IC12
ELV8712	IC11
ELV8927	IC13
74LS156	IC2, IC3
74HC244	IC15, IC16
74LS373	IC14
74LS374	IC1
74HC374	IC19
TIP142	T23-T26
BC337	T15-T22
BC548	T14, T29, T32-T35
BC558	T27, T28, T30, T31
BC876	T1-T13
AA118	D58, D59, D65

R250B	D49-D52
1N4001	D12, D77, D45-D48, D60 D66, D72, D73
1N4148	D13-D44, D67-D71 D53-D57, D61-D64 D74-D76
LED, 3mm, rot	D1- D11
DJ700A	Di1- Di12

Sonstiges

SAS1000	TS1, TS2
9,216MHz	Q1
Kartenrelais, 12V	RE1
Printtaster, weiß	TA1-TA26
prim. : 220V/8VA	Tr 1
sek. : 8V/0,5A	4V/1A
prim. : 220V/100VA	Tr 2
sek. : 19V/5A und 9V/100mA	
1 x Sicherung, 1A, flink	
2 x Akkus (1,2V/500mA)	
1 x Akkuhalterung	
1 x Batterieclip	
2 x Kühlkörper, SK 88	
1 x Kühlkörper SK 13	
1 x Platinensicherungshalter	
1 x Stiftleiste, zweireihig, 12pol	
1 x Codierstecker	
1 x Submin-D-Buchse, 25pol.	
4 x Glimmerscheiben T03P	
4 x Isoliernippel	
4 x Schrauben M3 x 15	
2 x Schrauben M3 x 6	
4 x Schrauben M3 x 50	
4 x Schrauben M4 x 55	
18 x Mutter M3	
14 x Mutter M4	
1 x Lötöse M3	
1 x Federscheibe	
150mm 10adrige Flachbandleitung	
300mm 1adrige, flexible Leitung	
(mind. 0,75 mm ²)	
610mm 1adrige, flexible Leitung	
590mm 2adrige, flexible Leitung	
120mm 3adrige, flexible Leitung	
200mm Silberdraht	
2x Lötstifte	

betätigen und festhalten der +10V-Taste (ganz links oben) bis die Spannungsanzeige nach ca. 5 Sekunden für ca. 1 Sekunde verlischt. (Ausgang unbelastet).

b) Für den Stromabgleich wird die Spannungsvorwahl auf 5V reduziert und die Ausgangsklemmen kurzgeschlossen. Der Abgleich erfolgt durch betätigen und Festhalten der +1A-Taste (links oben, unterhalb des Stromdisplays) solange, bis die Stromanzeige nach ca. 5 Sekunden für ca. 1 Sekunde verlischt. Der Prozessor hat nun die exakten Abgleichwerte übernommen und abgespeichert.

Nach einer mehrstündigen Betriebszeit empfiehlt es sich, die Abgleichschritte 1 bis 6 nochmals zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

Der Abgleich des PNT 7000 ist damit beendet, und wir können uns der Endmontage zuwenden.

Die Endmontage

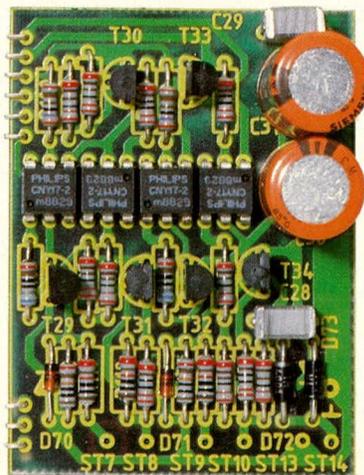
Nachdem das Gerät ausgeschaltet und von der 230 V Versorgungsspannung getrennt wurde, ist zunächst die Frontplatte zu montieren. Hierzu werden die beiden Ausgangs-Polklemmen in die zugehörigen Bohrungen der Frontplatte gesetzt (schwarze Buchse links, rote Buchse rechts) und auf der Innenseite fest verschraubt.

Zwei 50 mm lange flexible isolierte Leitungsabschnitte mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² werden innen an die Ausgangsbuchsen angelötet. Der Plusanschluß der Ausgangsklemmen wird mit dem Platinenanschlußpunkt ST 3 und der Minusanschluß mit ST 4 verbunden.

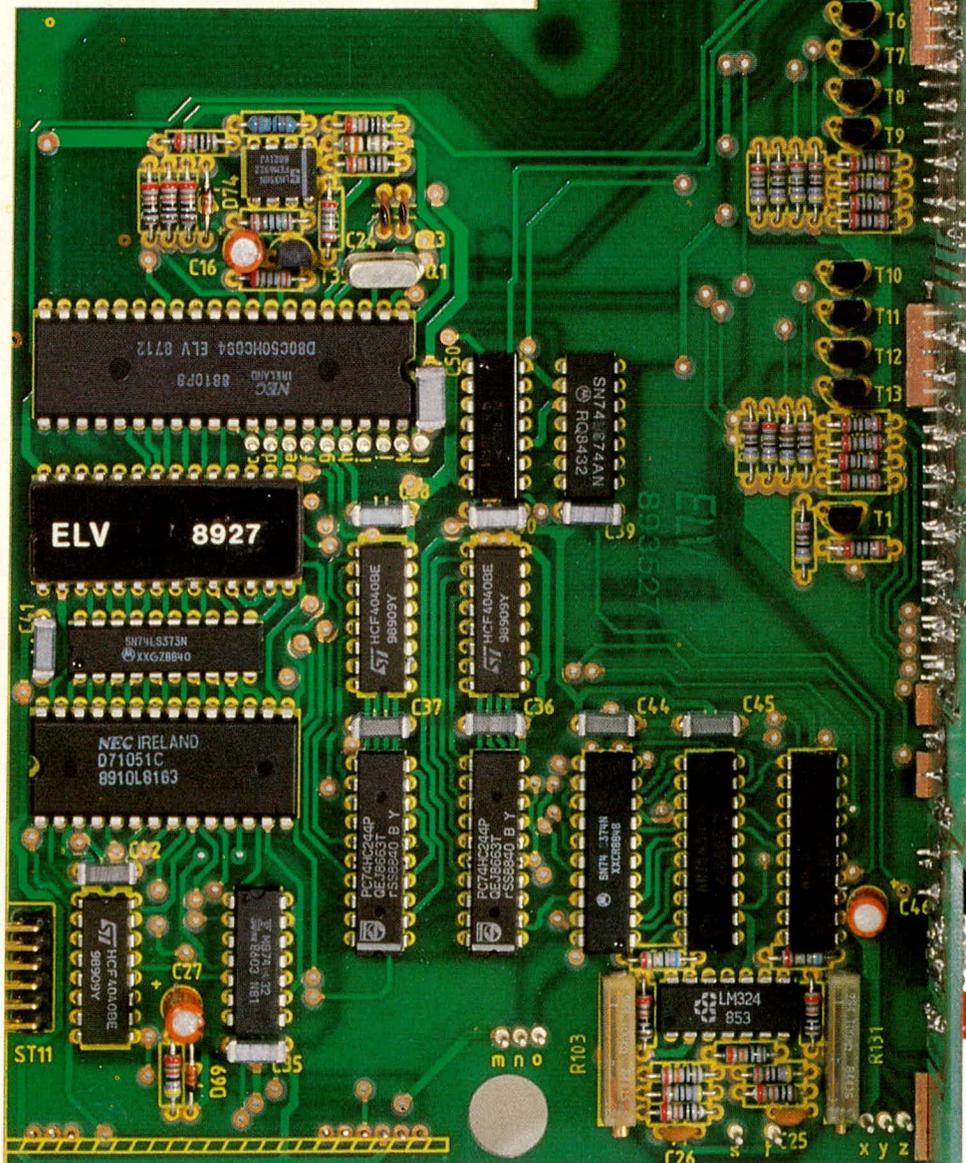
Es folgt das Einsetzen des Netz-Kippschalters. Hierzu wird die Rändelmutter entfernt, eine Lötöse über den Kippschaltherals gesetzt und dieser von der Frontplatteninnenseite aus in die Bohrung geführt. Von außen ist die Rändelmutter nun fest aufzuschrauben, wobei die auf der Innenseite befindliche Mutter auf dem Kippschaltherals so zu positionieren ist, daß der Gewindehals des Kippschalters nicht zu weit aus der Frontplatte herausragt. Das endgültige Festziehen erfolgt über die Rändelmutter auf der Frontseite.

Die Netzzuleitung einschließlich des Schutzleiteranschlusses wird an allen 3 Punkten abgelötet und wie folgt neu befestigt:

Die beiden netzspannungsführenden Adern sind an die beiden mittleren Anschlußstifte des Netz-Kippschalters zu löten. Der Schutzleiteranschluß liegt an der Lötöse des Kippschaltherals. An diesem Punkt wird eine weitere flexible isolierte Leitung mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm² angeschlossen,



oben: Ansicht der fertig bestückten Schnittstellenplatte
unten: Ansicht der fertig bestückten Digitalplatte des PNT 7000



Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000



Teil 3

Nachbau und Inbetriebnahme werden im dritten Teil dieser Artikelserie vorgestellt, die eine komfortable, universell einsetzbare Centronics-Schrittmotorsteuerung beschreibt.

Zum Nachbau

Bei der Konzeption der ELV-Centronics-Schrittmotorsteuerung wurde besonderer Wert auf eine möglichst universelle Einsetzbarkeit gelegt. Entsprechend komplex ist auch die Schaltung ausgefallen. In Verbindung mit einem optimierten Platinenlayout unter Einsatz von doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatten ist der Aufbau dennoch verhältnismäßig einfach durchzuführen, wengleich an den Elektroniker einige Anforderungen an seine Qualifikation gestellt werden. So ist die große beidseitig mit Leiterbahnen versehene Basisplatine auf ihrer Oberseite in recht kompakter Bauform mit mehreren 100 Bauteilen bestückt. Aufgrund der sorgfältigen Konstruktion und der ausführlichen Beschreibung sollten beim Nachbau keine Probleme auftreten, es empfiehlt sich jedoch, nur dann dieses Projekt durchzuführen, wenn bereits hinreichende Erfahrungen im Aufbau komplexer Schaltungen vorliegen.

Beginnen wir beim Nachbau mit der Bestückung der Basisplatine. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseite gesetzt und auf der Leiterplat-

tenunterseite verlötet. Da es sich um eine doppelseitig durchkontaktierte Platine handelt, sind keinerlei Brücken erforderlich (abgesehen von vier Codierbrücken). Ebenso ist der Lötvorgang nur auf der Platinenunterseite vorzunehmen, auch wenn zahlreiche Leiterbahnen auf der Oberseite die Bauteile miteinander verbinden. Der Bestückungsplan und die entsprechende Abbildung geben die Bauteilposition exakt wieder. Auf folgende Besonderheiten ist hierbei zu achten:

Der Festspannungsregler IC 5 wird liegend eingebaut. Hierzu sind zunächst die Beinchen um 90 Grad abzuwinkeln und durch die Aussparung des U-Kühlkörpers zu stecken. Alsdann wird eine Schraube M 3 x 6 mm zunächst durch die Metallfahne des IC 5, danach durch die 3 mm Bohrung des U-Kühlkörpers und zum Schluß durch die zugehörige Bohrung der Basisplatine gesteckt. Gleichzeitig werden auch die 3 Anschlußbeinchen des IC 5 durch die Anschlußbohrungen in der Basisplatine geführt. Mit einer Mutter M 3 wird die ganze Konstruktion von der Leiterbahnseite aus fest verschraubt. Erst jetzt erfolgt das Verlöten der 3 Anschlußbeinchen.

Etwas komplizierter ist die Montage der 16 Endstufentransistoren (T 3, 6, 9, 12,

jeweils a, b, c, d) und des Leistungstransistors T 15 (Endstufe des Spannungsreglers). Bevor diese 17 Halbleiter auf die Platine gesetzt und verlötet werden, sind sie zunächst in der nachfolgend beschriebenen Weise an die Aluminium-Gehäuse-rückwand zu schrauben. Hierzu besitzt die 2 mm starke Metallrückwand 17 Bohrungen mit einem Durchmesser von 3 mm, die von der Außenseite so weit angesenkt sind, daß der Kopf einer M 3 Senkkopfschraube vollständig eintaucht. Der Reihe nach werden alle 17 Leistungs-transistoren befestigt, indem zunächst eine Senkkopfschraube M 3 x 6 mm von der späteren Gehäuserückseite aus durch die Rückplatte gesteckt wird. Von der zur Geräteinnenseite gewandten Rückplattenfläche ausgehend wird nun eine Glimmerscheibe, danach der Endstufentransistor, gefolgt von einem Isoliernippel über jede Schraube M 3 gesetzt. Den Abschluß bildet eine Mutter M 3, die zum Festziehen dieser Konstruktion dient. Um eine möglichst gute Wärmeabfuhr sicherzustellen, wird die Alu-Rückwand vor Beginn der Montage im gesamten Bereich der Endstufentransistoren hauchdünn mit Wärmeleitpaste eingestrichen. Ebenso die Metallflächen der Transistoren. Nachdem alle 17 Leistungshalbleiter an der Rück-

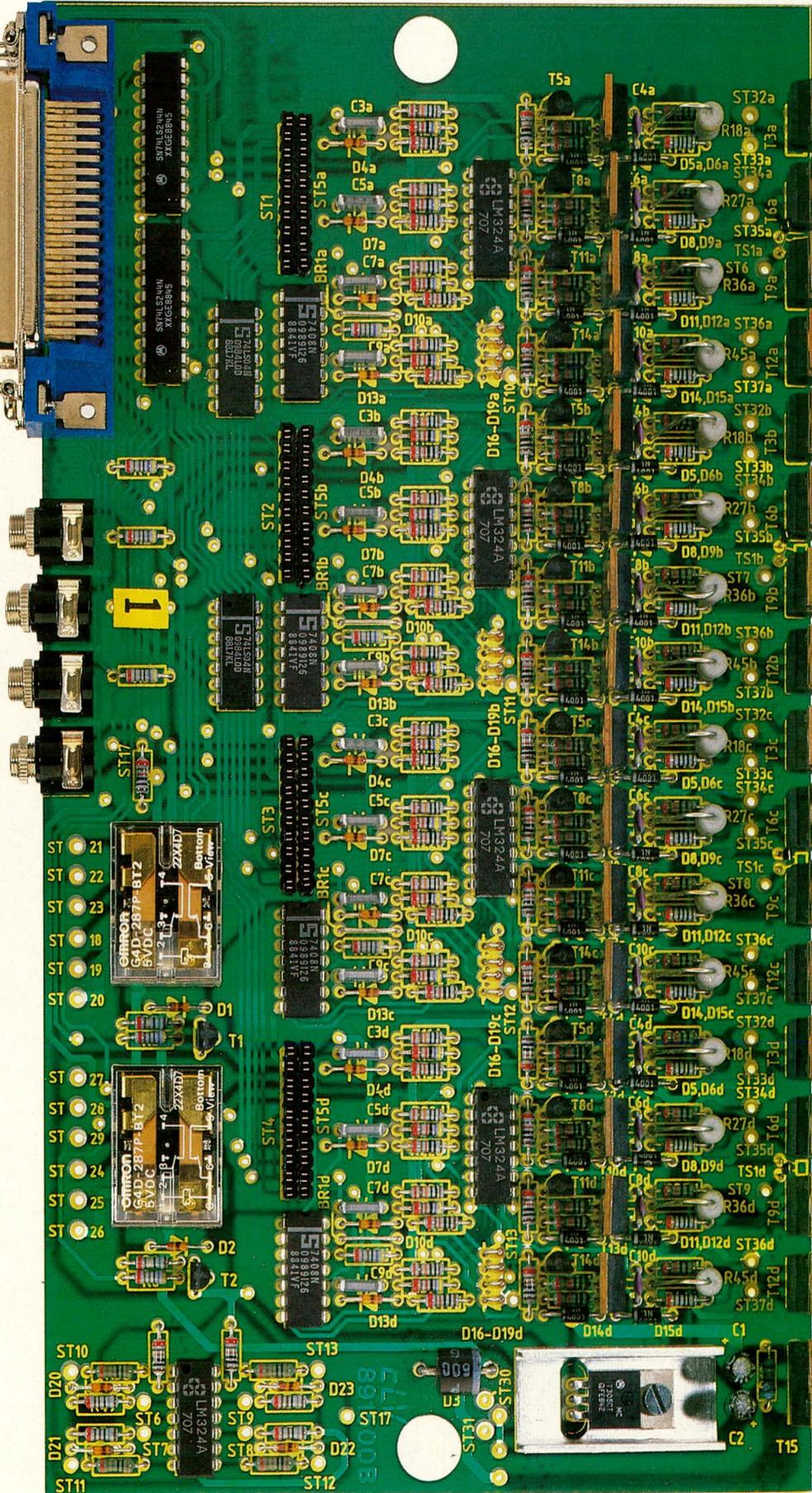
wand befestigt und ausgerichtet wurden, sind alle 51 Anschlußbeinchen in die zugehörigen Bohrungen auf der Basisplatine zu stecken. Hierzu ist etwas Fingerspitzengefühl, evtl. eine weitere Person zu Assistenzzwecken, erforderlich. Ohne daß die Bauteile wieder aus den Bohrungen rutschen, wird jetzt die gesamte Konstruktion in die Gehäuseunterhalschale gesetzt.

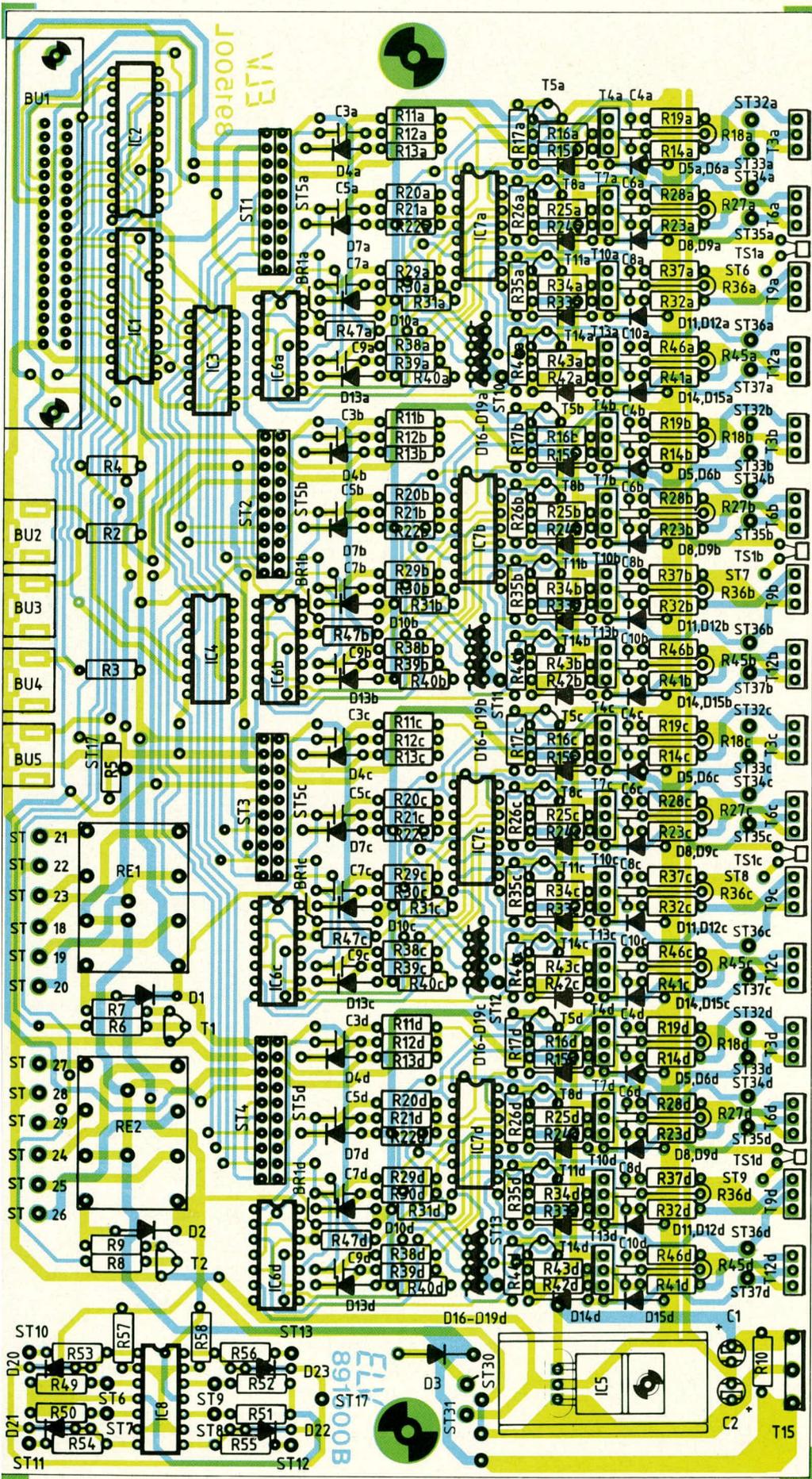
Ansicht der fertig bestückten Platine der Centronics-Schrittmotorensteuerung SMS 7000

Die Basisplatine wird hierbei über die beiden inneren Gehäusestifte geführt und in ihre Endposition gebracht und gleichzeitig die Rückplatte in die zugehörigen Nuten gesetzt. Sofern die Anschlußbeinchen etwas zu lang sind, erfolgt zuvor eine Kürzung. Während des Einsetzens der gesamten Konstruktion in die Gehäuseunterhalschale werden hierdurch gleichzeitig die Anschlußbeinchen geringfügig in ihre Endposition gebogen, wodurch sich der korrekte Abstand zwischen Basisplatine und Metallrückwand ergibt. Mit einem feinen LötKolben erfolgt jetzt ein provisorisches Anlöten an zwei oder drei Stellen (auf der Platinenoberseite). Nachdem die so fixierte Konstruktion wieder aus der Gehäuseunterhalschale entnommen wurde, erfolgt das komplette Verlöten der Endstufentransistoren auf der Leiterplattenunterseite.

Die Endstufentransistoren T4, T7, T10, T13 (jeweils a, b, c, d) führen nur digitale Schaltaufgaben durch. Eine Kühlung dieser Transistoren ist daher nicht erforderlich, obwohl auch hier die gleichen Ströme fließen können wie bei den übrigen gekühlten Leistungstransistoren. Die Befestigung der Centronics-Printbuchse für den späteren Rechneranschluß erfolgt von der Leiterplattenunterseite aus mit zwei Schrauben M 3 x 6 mm.

Um eine optimale Wärmeableitung der Endstufentransistoren sicherzustellen und auch größere Leistungen verarbeiten zu können, werden zwei große Leistungskühlkörper des Typs SK 88 von der Geräteaußenseite an die Alurückwand geschraubt. Zunächst vergewissert man sich, daß keine der 17 Senkkopfschrauben aus der Rückwand herausragen, damit die anzusetzenden Leistungskühlkörper stramm und ohne Zwischenraum anliegen können. Nun werden die Innenflächen der Kühl-





Bestückungsplan der doppelseitig, durchkontaktierten Basisplatte der Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000

körper mit Wärmeleitpaste bestrichen. Von der Gehäuseinnenseite aus werden pro Kühlkörper zwei Schrauben M 3 x 10 mm durch die zugehörigen Bohrungen in Rückwand und Kühlkörper gesteckt und von außen mit je einer Mutter M 3 fest verschraubt. Ist die Montage sorgfältig ausgeführt, können durch die hohe Wärmekapazität große Spitzenleistungen und durch die guten Wärmeableiteigenschaften auch hohe Dauerleistungen verarbeitet werden, d. h. auch größere Schrittmotoren sind von der ELV-Centronics-Schrittmotorsteuerung direkt ansteuerbar.

Jede der vier als Stromquellen arbeitenden Endstufen, die ihrerseits wieder aus jeweils vier Transistoren bestehen, werden mit einem separaten Temperaturfühler überwacht. Die Temperatursensoren TS 1 a-d werden gemäß dem Bestückungsplan auf die Basisplatte gesetzt und verlötet, wobei die Anschlußbeinchen möglichst lang belassen werden. Nach dem Einsetzen der Konstruktion ins Gehäuse werden die kleinen Sensorköpfe mit reichlich Wärmeleitpaste eingestrichen und direkt zwischen zwei Leistungstransistoren an die Alurückwand gebogen, um an markanter Stelle die Endstufentemperatur abfragen zu können.

Als nächstes werden insgesamt 9 isolierte Verbindungsleitungen auf der Basisplatte eingesetzt. Es sind dies die Punkte ST 6 bis 13 sowie ST 17. Jeweils zwei Punkte mit gleicher Bezeichnung werden über eine kurz zu haltende isolierte Leitung miteinander verbunden. Damit die Basisplatte dicht über dem Gehäuseboden angeordnet werden kann, werden alle Verbindungsleitungen auf der Bestückungsseite geführt.

Kommen wir jetzt zur Bestückung der Buchsenplatte. Diese Platinen trägt nur die vier Printbuchsen BU 101 bis BU 104 zum späteren Anschluß der vier Schrittmotoren. Nachdem die Buchsen auf die Bestückungsseite gesetzt wurden, erfolgt das Verlöten auf der Leiterbahnseite. Anschließend werden drei Aluwinkel von der Platinenoberseite aus mit je einer Schraube M 3 x 6 mm an die Buchsenplatte gesetzt und auf der Leiterbahnseite mit M 3 Muttern verschraubt. Danach

erfolgt das Ansetzen der Buchsenplatine an die Frontplatteninnenseite. Durch die zugehörigen Bohrungen in der Frontplatte werden drei Schrauben M 3 x 6 mm gesteckt, die gleichzeitig auch durch die

Bohrungen in den Aluwinkeln zu führen sind. Mit drei Muttern M 3 wird die gesamte Konstruktion fest verbunden.

Weiterhin sind die beiden Polklemmen zur Spannungszuführung in die Frontplat-

te zu setzen und festzuschrauben. Die rote Polklemme wird hierbei von vorne gesehen ganz rechts für die positive Spannungszuführung und die schwarze Polklemme links daneben für die negative Spannungszuführung verwendet. Es folgt das Einsetzen der 12 isolierten Telefonbuchsen in die Frontplatte. Jeweils drei gelbe senkrecht übereinanderliegende Telefonbuchsen sind für die Relaiskontakte RE 1 A und RE 2 A vorgesehen. Die roten Telefonbuchsen dienen zur Verbindung mit den Relaiskontakten RE 1 B und RE 2 B, während die beiden schwarzen Telefonbuchsen jeweils an der Schaltungsmasse liegen (auf der Frontplatte mit dem Mas-sesymbol gekennzeichnet).

Als nächstes werden die Verbindungen zwischen den Buchsen und der Basisplatine hergestellt. Zweckmäßigerweise lötet man die entsprechenden isolierten Leitungsabschnitte erst einseitig an die Buchsen in folgender Weise:

An die 12 Telefonbuchsen werden isolierte Leitungsabschnitte mit einer Länge von 70 mm angelötet.

Die Platinenanschlußpunkte ST 32 a bis ST 37 a auf der Buchsenplatine werden mit ca. 140 mm langen isolierten Anschlußleitungen versehen, die Platinenanschlußpunkte ST 32 b bis ST 37 b mit 145 mm, ST 32 c bis ST 37 c mit 155 mm und ST 32 d bis ST 37 d mit 160 mm langen isolierten Anschlußleitungen. Es reichen hierbei massive isolierte Leitungen mit einem Durchmesser von 0,5 mm entsprechend ca. 0,2 mm² Querschnitt. Abweichend hierzu werden an den beiden Polklemmen zur Versorgungsspannungszuführung isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² und einer Länge von ca. 100 mm angeschlossen. Die beiden letztgenannten Leitungen führen auf der Basisplatine zu den Anschlußpunkten ST 30 (positive Versorgungsspannung von der roten Polklemme kommend) und ST 31 (negative Versorgungsspannung von der schwarzen Polklemme kommend). Für diese beiden und alle weiteren jetzt noch auf der Basisplatine zu verlötenden Anschlußpunkte werden zweckmäßigerweise Lötstifte in die Bohrungen der Basisplatine eingesetzt, damit der Anschluß der Leitungen von der Bestückungsseite aus erfolgen kann, nachdem sowohl die Frontplatte als auch Basisplatine mit Rückwand in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt wurden. Für alle anderen Anschlußpunkte sind keine Lötstifte erforderlich, da diese Verbindungsleitungen problemlos von der Leiterplattenunterseite festzulöten sind (bevor die Platine in die Gehäuseunterhalbschale gesetzt wurde).

Der Anschluß der beiden Polklemmen wurde bereits beschrieben, so daß wir uns

Stückliste SMS 7000 :

Widerstände

0,47Ω/1 W R 18 abcd,
R 27 abcd, R 36 abcd, R 45 abcd
15Ω R 7, R 9
18Ω R 10
100Ω R 14 abcd, R 23 abcd,
R 32 abcd, R 41 abcd
1kΩ R 53-R 56
1,8kΩ R 49- R 52
4,7kΩ R 2-R 4, R 6, R 8,
R 47 abcd
10kΩ R 5, R 13 abcd,
R 15-R 17 abcd, R 19 abcd,
R 22 abcd, R 24-R 26 abcd,
R 28 abcd, R 31 abcd,
R 33-R 35 abcd, R 37 abcd,
R 40 abcd, R 42-R 44 abcd,
R 46 abcd, R 57, R 58
47kΩ R 12 abcd, R 21 abcd,
R 30 abcd, R 39 abcd
100kΩ R 11 abcd, R 20 abcd,
R 29 abcd, R 38 abcd

R 1, R 48 entfallen

Kondensatoren

100 pF C 4 abcd, C 6 abcd,
C 8 abcd, C 10 abcd
22 nF C 3 abcd, C 5 abcd,
C 7 abcd, C 9 abcd
10 µF/16 V C 1, C 2

Halbleiter

LM324 IC 7abcd, IC 8
74LS04 IC 3, IC 4
7408 IC 6 abcd
74LS244 IC 1, IC 2
7805 IC 5
BC 548 T 1, T 2, T 5 abcd,
T 8 abcd, T 11 abcd, T 14 abcd
TIP 110 T 3 abcd, T 6 abcd,
T 9 abcd, T 12 abcd
TIP 115 T 4 abcd, T 7 abcd,
T 10 abcd, T 13 abcd
TIP 2955 T 15
R 250 B D 3
1 N 4001 D 5 abcd, D 6 abcd,
D 8 abcd, D 9 abcd,
D 11 abcd, D 12 abcd,
D 14 abcd, D 15 abcd
1 N 4148 D 1, D 2, D 4 abcd,
D 7 abcd, D 10 abcd, D 13 abcd,
D 16-D 19 abcd, D 20-D 23

Sonstiges

TS 1 abcd SAS 1000
Omron Relais 3,6 V ... RE 1, RE 2
14 Lötstifte
8 einreihige 10 pol. Print-Buchsen-leisten
16 zweireihige 2 pol. Stiftleisten
(dienen als Kurzschlußstecker)
1 Centronic-Buchse
4 Klinkenbuchsen 3,5 mm
4 6polige DIN-AV Printbuchsen
1 U-Kühlkörper SK 13
450 cm flexible Leitung, 0,2 mm²
20 cm flexible Leitung, 0,4 mm²
16 Glimmerscheiben T0220
1 Glimmerscheibe T03P
17 Isoliernippel
9 Schrauben M3x6
4 Schrauben M3x10
28 Mutter M3
17 Senkknopfschrauben M3x6

Gehäuse

1 Frontplatte SMS 7000
1 Alu-Rückwand SMS 7000
1 Polklemme rot
1 Polklemme schwarz
6 Bananenbuchsen gelb
4 Bananenbuchsen rot
2 Bananenbuchsen schwarz
2 Kühlkörper SK 88

Umdecodierplatine

Widerstände

22kΩ R1

Kondensatoren

100nF C1

Halbleiter

CD4028 IC3
CD4029 IC1
CD4072 IC5, IC6
CD4081 IC4
74 LS08 IC2
1N4148 D1

Sonstiges

1 10polige einreihige Stiftleisten,
abgewinkelt

jetzt der Verdrahtung der 12 Telefonbuchsen widmen wollen. Beginnen wir mit dem Anschluß der drei ganz rechts angeordneten gelben Telefonbuchsen für die Kontakte des Relais RE 2 A. Die untere Telefonbuchse (Bockpol des Relais) wird an ST 25 angeschlossen. Die darüberliegende Telefonbuchse an ST 26 und die obere an ST 24. Als nächstes kommen wir zu den beiden für RE 2 B zuständigen Telefonbuchsen. Die obere wird mit ST 29 und die darunterliegende mit ST 27 verbunden. Die ganz unten angeordnete schwarze Telefonbuchse (Masse) wird an ST 28 gelegt.

Bei der Verdrahtung der Telefonbuchsen für RE 1 A/B beginnen wir auch hier mit den drei gelben Buchsen. Die obere liegt an ST 18, die mittlere an ST 20 und die untere an ST 19. Von den rechts daneben angeordneten roten Telefonbuchsen ist die obere an ST 23 und die darunterliegende an ST 21 anzuschließen. Die ganz unten angeordnete schwarze Telefonbuchse (Masse) ist mit ST 22 zu verbinden. Sollte es in diesem Bereich beim Lötvorgang etwas eng werden, kann ggf. die Frontplatte nochmals aus ihrer Nut in der Gehäuseunterhalbschale herausgenommen und etwas vorgezogen werden. Die Lei-

tungsabschnitte sind hierfür lang genug.

Die Verkabelung der vier Printbuchsen zum Anschluß der Schrittmotoren ist vergleichsweise einfach, da alle Platinenanschlußpunkte eindeutig bezeichnet sind. Für alle auf der Buchsenplatine bezeichneten Punkte findet sich auf der Basisplatine im Bereich der Endstufentransistoren eine gleiche Bezeichnung, d. h. jeweils zwei Punkte mit gleicher Bezeichnung sind miteinander zu verbinden.

Nachdem auch die Frontplatte wieder in die Nut der Gehäuseunterhalbschale eingesetzt wurde, ist noch die Entscheidung zu treffen, ob die ELV-Centronics-Schrittmotorsteuerung ohne oder mit Umcodierplatinen betrieben werden soll. Im ersten Fall sind anstelle der vier Umcodierplatinen pro Steckplatz vier Kurzschlußstecker einzusetzen. Hierzu werden insgesamt 16 2polige Steckersteifte auf ihrer Anschlußseite miteinander verbunden (über einen Lötintropfen). Alsdann sind jeweils vier dieser Stecker in die vier rechten Buchsenpaare (von der Gerätefrontseite aus gesehen) der Buchsenleisten einzustecken, d. h. von der rechten doppelreihigen Buchsenleiste ist der ganz rechts vorne angeordnete Kontakt mit dem direkt dahinterliegenden

Kontakt verbunden usw. Näheres ist auch aus der entsprechenden Abbildung zu ersehen.

Soll das Gerät in einer Betriebsart arbeiten, in der Umcodierplatinen erforderlich sind, so entfallen die 16 Kurzschlußstecker, und die vier Umcodierplatinen sind statt dessen einzusetzen. Hierbei zeigen die vier Platinen senkrecht nach oben mit ihren Bestückungsseiten zur Rückplatte weisend. Die jeweils 8poligen Stiftleisten sind in die hinteren zur Rückplatte hinweisenden Reihen der Kontaktleisten einzusetzen. Die jeweils vordere Kontaktreihe bleibt frei.

Die Bestückung der Umcodierplatinen ist auf einfachste Weise möglich, da lediglich 10 Bauelemente (6 ICs, 1 Kondensator, 1 Widerstand, 1 Diode sowie die Stiftleiste) einzusetzen sind. Die genaue Position zeigt der zugehörige Bestückungsplan.

Nachdem die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt wurde, steht dem Einsatz dieses interessanten Interface nichts mehr im Wege. Zuvor empfiehlt sich eine Überprüfung verschiedener Spannungspegel.

Die Inbetriebnahme

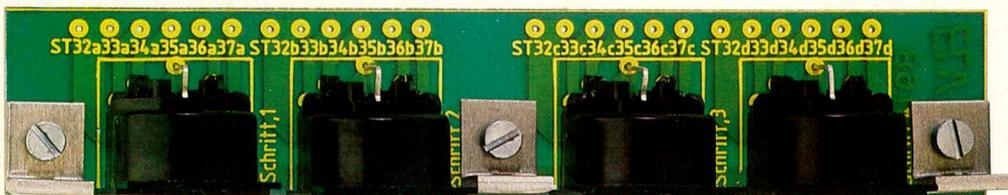
Zuerst wird die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft und das Augenmerk u. a. auf Lötinnbrücken und Kurzschlüsse gerichtet.

Als nächstes wird an die beiden Polklemmen zur Versorgungsspannungszuführung eine Betriebsspannung von 12 V gelegt, die von einem stabilisierten Netzgerät kommend zunächst im Strom auf 1 A zu begrenzen ist (später max. 4 A). Ohne angeschlossene Verbraucher liegt die Stromaufnahme jetzt im Bereich zwischen 100 mA und 200 mA.

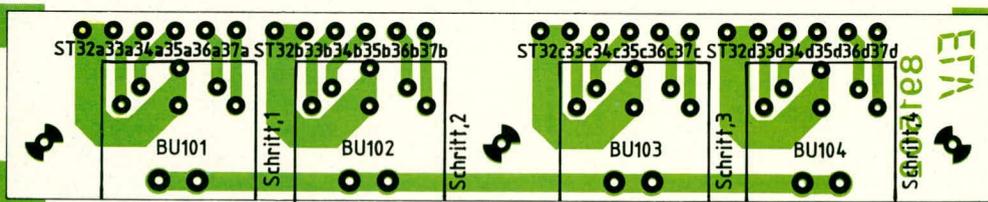
Ein Spannungsmeßgerät wird mit seinem Minuspol an eine der beiden schwarzen Telefonbuchsen auf der Frontplatte angeschlossen. Mit dem positiven Anschluß sind folgende Messungen durchzuführen:

- Rote Telefonbuchse, die jeweils über der schwarzen Telefonbuchse angeordnet ist: +12 V
- Pin 3 des IC 5: + 4,75 V bis 5,25 V
- Emittor von T 15: +11,0 V - 11,5 V
- Kollektor von T 15: +4,75 bis +5,25 V
- Pin 20 von IC 1: +4,75 V bis +5,25 V
- Emittoren der Transistoren T 4, T 7, T 10, T 13 (jeweils a, b, c, d): +12 V
- Emittoren der Transistoren T 3, T 6, T 9, T 12 (jeweils a, b, c, d): ca 0 V

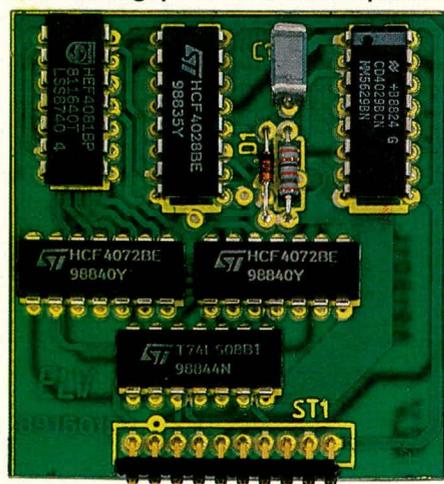
Nachdem alle Überprüfungen zur Zufriedenheit ausgefallen sind, kann die Verbindung zum Rechner vorgenommen werden und der Anschluß der Schrittmotoren erfolgen. ELV



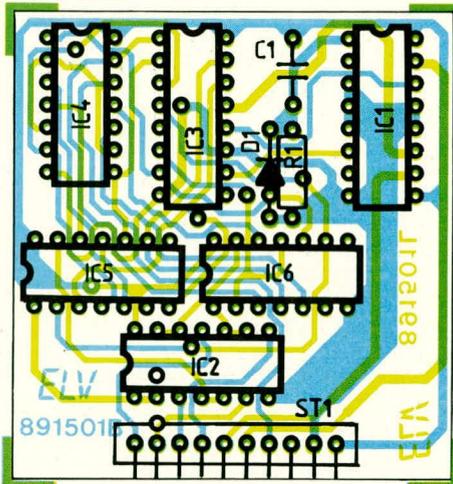
Ansicht der Buchsenplatine der SMS 7000



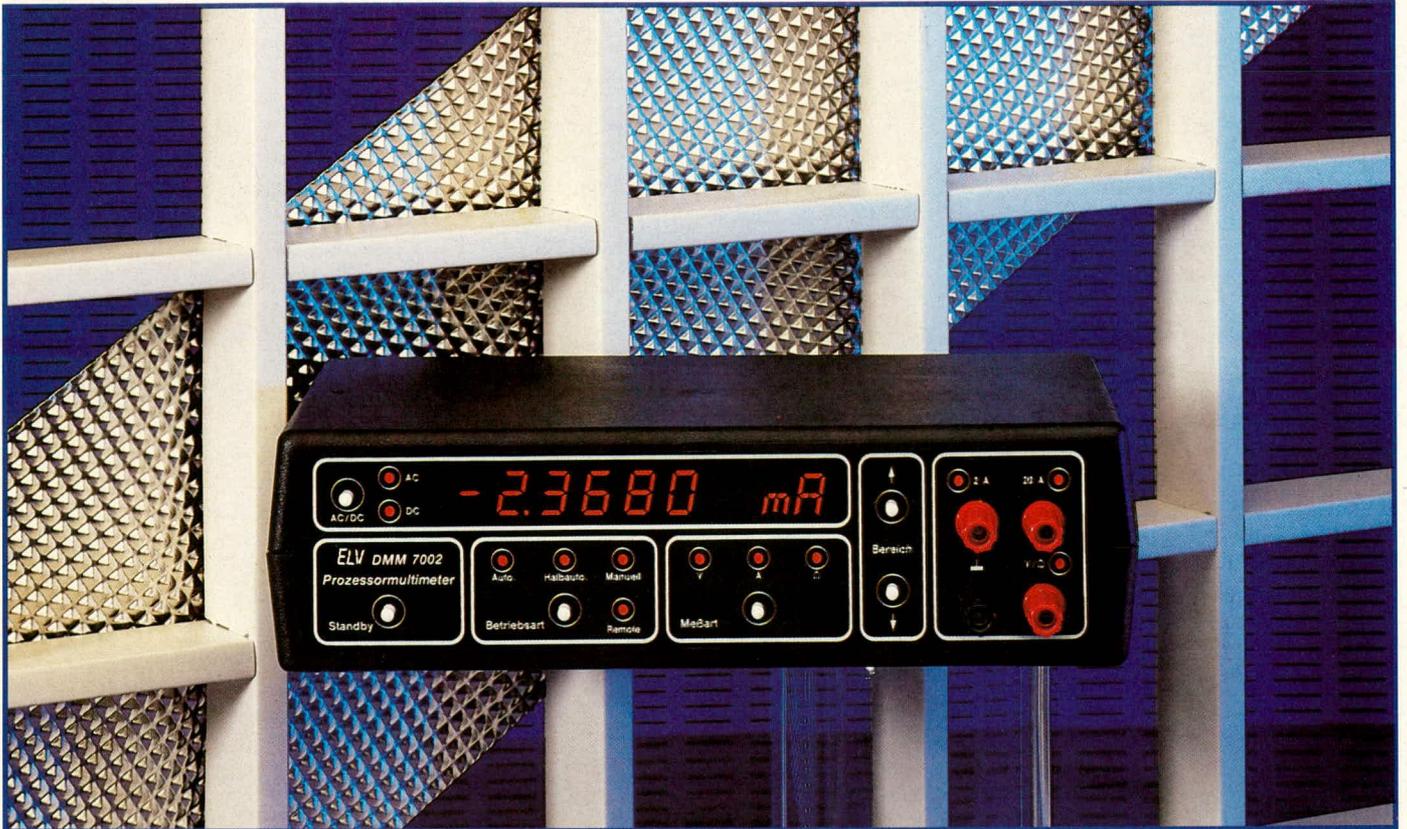
Bestückungsplan der Buchsenplatine der SMS 7000



Ansicht der Umcodierplatine der SMS 7000



Bestückungsplan der Umcodierplatine der SMS 7000



Prozessor-Digital-Multimeter DMM 7002

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

Übersichtliche und einfache Bedienung dieses von ELV entwickelten innovativen Meßgerätes ist eine wesentliche benutzerfreundliche Eigenschaft und für ELV Geräte selbstverständlich. Daneben zeichnet sich das DMM 7002 durch eine Vielzahl nützlicher Features aus, wie z. B. manuelle, halbautomatische oder vollautomatische Meßbereichswahl, getrennte Rechner- und Druckerschnittstelle usw. - alles in allem ein besonders flexibles, Meßsystem mit einer hohen Auflösung von ± 30.000 (!) Schritten.

Allgemeines

In gleicher Weise wie das tausendfach nachgebaute Super-Netzteil SNT 7000 durch das PNT 7000 einen mikroprozessorgesteuerten Bruder erhalten hat, so wird dem beliebten Digital-Multimeter DMM 7001 ebenfalls eine mikroprozessorgesteuerte Version zur Seite gestellt: Das DMM 7002.

Dieses High-Tech-Meßgerät zeichnet sich durch eine universelle Systemkonzeption aus, die zahlreiche Features und Einsatzmöglichkeiten bietet.

So kann das DMM 7002 als ganz

„normales“ Digital-Multimeter mit hohem Bedienungskomfort eingesetzt werden, bei höchst einfacher Handhabung. Die Meßbereiche können wahlweise manuell ausgewählt oder auch vollautomatisch eingestellt werden. Eine dritte, halbautomatische Bereichswahl wird in zahlreichen Anwendungsfällen besonders vorteilhaft sein. Hierbei schaltet das Gerät im Strom- und Spannungsbereich in den nächst höheren Bereich, sofern dies erforderlich ist - jedoch nicht wieder herunter. Besonders komfortabel ist diese Funktion, wenn z. B. Serienmessungen durchgeführt werden, bei denen zwischen den Messungen im vollautomatischen Bereich das Gerät

sonst immer zur kleinsten Auflösung zurückschalten würde. In den Ohmbereichen arbeitet die Halbautomatik genau umgekehrt, d. h. falls erforderlich wird in den nächst kleineren, jedoch nicht in den höheren Bereich umgeschaltet (damit bei offenen Eingangsklemmen nicht grundsätzlich in den höchsten Bereich gefahren wird).

Weitere Merkmale wie Durchgangsprüfer mit Signalgeber, Diodentestmöglichkeit usw. runden die Multimeterfunktionen ab.

Darüber hinaus steht ein Druckeranschluß (Centronics-Schnittstelle) zur Verfügung, der auch ohne den Anschluß ei-

nes externen Rechners in vorher programmierbaren Zeitabständen die Meßwerte auf einem direkt am DMM 7002 anzuschließenden Drucker ausgibt.

Daneben besitzt das DMM 7002 eine V 24-Schnittstelle, die den Anschluß eines externen Rechners (z. B. IBM-PC usw.) ermöglicht. Diese bidirektional ausgeführte Schnittstelle kann sowohl Meßdaten vom DMM 7002 zum Rechner übermitteln, als auch vom Rechner gesteuert die Einstellfunktionen (Meßbereich, Meßart usw.) vorgeben. Hierdurch eröffnen sich dem DMM 7002 umfangreiche Möglichkeiten als Rechner gesteuertes Meßwertfassungssystem.

Nachfolgend wollen wir zunächst auf die Bedienung und Funktion des Prozessor-Digital-Multimeters DMM 7002 im einzelnen eingehen.

Bedienung und Funktion

Das DMM 7002 besitzt ein 5stelliges Display, mit einem Meßbereichsumfang von ± 30.000 Schritten. Dies ist besonders angenehm, wenn z. B. 230 V oder auch 24 V zu messen sind, da in diesen Fällen die Auflösung um eine Zehnerpotenz höher ist als bei 4,5stelligen Multimetern, die bereits bei 200 V bzw. 20 V in den nächst höheren Bereich mit geringerer Auflösung schalten.

Rechts neben der Digital-Anzeige ist ein 2stelliges alphanumerisches Display angeordnet, das die verschiedenen Funktionen und Einheiten anzeigt. Nachfolgend wollen wir auf die Bedienung im einzelnen eingehen.

Ein-/Ausschalten

Die Speisung des DMM 7002 erfolgt aus dem 230 V Wechselspannungsnetz. Sobald das Gerät angeschlossen ist, wird über den eingebauten Netztransformator der Prozessor versorgt. Das Display bleibt jedoch zunächst erloschen, da sich das Gerät im Stand-by-Modus befindet. Die entsprechende Taste ist links unten auf der Frontseite angeordnet.

Durch einmaliges Betätigen der Stand-by-Taste wird das DMM 7002 in Betrieb genommen. Das Display und die entsprechenden Signal-LEDs leuchten auf. Nach Anwählen der gewünschten Betriebs- und Meßart sowie Einstellen des Meßbereiches können die Eingangsinformationen angelegt werden.

Eine weitere Betätigung der Stand-by-Taste bringt das DMM 7002 in den Ruhemodus, d. h. alle LEDs einschließlich des Digital-Displays sind erloschen, und die Schaltung befindet sich in einem stromsparenden Zustand, der es üblicherweise entbehrlich macht, den Netzstecker zu ziehen, es sei denn, der Betrieb soll für län-

gere Zeit (Wochen oder Monate) unterbrochen werden.

Betriebsart

Mit dem Betriebsart-Taster kann zwischen automatischer, halbautomatischer und manueller Meßbereichseinstellung gewählt werden. Durch jede Tastenbetätigung wechselt diese Einstellung auf die nächste Position. Die Anzeige erfolgt durch die 3 über dieser Taste angeordneten Kontroll-LEDs.

Rechts neben der Betriebsart-Taste ist eine weitere mit „Remote“ bezeichnete Kontroll-LED angeordnet. Diese signalisiert die Kommunikation mit einem externen an der V 24-Schnittstelle angeschlossenen Rechner. Die Remote-LED leuchtet auf, wenn

1. eine Datenübertragung vom DMM 7002 zum Rechner stattfindet
2. wenn vom externen Rechner dem DMM 7002 Befehle übermittelt werden (z. B. Meßbereich einstellen usw.).

Meßart

Mit dem Meßart-Taster wird zwischen Spannungs- (V), Strom- (A) und Widerstands-Messung (Ohm) gewählt. Bei jedem Tastendruck wird um eine Funktion weitergeschaltet und durch die darüber angeordneten 3 Kontroll-LEDs signalisiert.

Meßbereich

Rechts neben dem Digital-Display sind die beiden Taster zur manuellen Meßbereichswahl zu finden. Mit dem oberen Taster wird in den nächst höheren und mit dem unteren Taster in den nächst kleineren Meßbereich geschaltet. Jeder Tastendruck schaltet um eine Stufe weiter. Die Anzeige der zugehörigen Einheiten (z. B. ob „V“ oder „mV“) erfolgt hierbei automatisch über die beiden alphanumerischen Anzeigen rechts neben dem Digital-Display.

AC/DC-Umschaltung

Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten AC/DC-Taster wird zwischen Gleichspannungs- (DC) und Wechselspannungs-Messung (AC) umgeschaltet. Bei jeder Tastenbetätigung wechselt der Zustand und wird durch die daneben angeordneten Kontroll-LEDs signalisiert. Zur Gleichrichtung besitzt das DMM 7002 einen hochwertigen echten Effektivwert-Meßgleichrichter zur Erzielung einer größtmöglichen Genauigkeit auch in den Wechselspannungs- und Strombereichen.

Meßeingänge

Ganz rechts auf der Frontplatte des DMM 7002 sind 4 Meßeingangsbuchsen angeordnet. Die linke untere mit dem Massesymbol gekennzeichnete Buchse

wird für jede Messung benötigt und stellt den negativen Meßspannungseingang dar. Selbstverständlich ist das gesamte Meßsystem erdfrei.

Für die Messungen von Spannungen und Widerständen wird als zweite Eingangsbuchse die rechts unten angeordnete mit „V/Ohm“ bezeichnete Buchse verwendet.

Strommessungen bis 3 A erfordern als zweiten Meßeingang die links oben angeordnete und entsprechend gekennzeichnete Buchse, während Ströme über 3 A bis hin zu 20 A über die rechts oben mit „20 A“ gekennzeichneten Buchsen gemessen werden.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß sich als sinnvoll erwiesen hat, Spannungs-/Widerstandsmessungen von den Eingangsbuchsen für Strommessungen zu trennen zur Vermeidung unerwünschter Kurzschlüsse. Würde hierfür dieselbe Eingangsbuchse verwendet, bestünde eine Kurzschlußgefahr, sofern während einer Spannungsmessung auf Strommessung umgeschaltet würde. Die vorliegende Aufteilung der Eingangsbuchsen stellt hier eine hohe Sicherheit dar.

Durchgangsprüfer

Zur akustischen Durchgangsprüfung besitzt das DMM 7002 einen Signalgeber, der im 300 Ohm-Bereich bei Meßergebnissen unter 10Ω einen Signalton abgibt. Die Einschaltung dieser Funktion geschieht wie folgt:

Die Betriebsart wird auf „Manuell“ eingestellt und mit den Bereichstastern in den 300 Ohm-Bereich gebracht. Wird jetzt der untere Meßbereichstaster ein weiteres Mal betätigt, erfolgt hierdurch eine Aktivierung der Durchgangsprüfer-Funktion. Links neben dem Ohm-Zeichen auf dem alphanumerischen Display erscheint zur Kennzeichnung zusätzlich die Ziffer „0“ mit einem innen liegenden „X“.

Das Verlassen dieses Meßbereiches erfolgt durch einfache Betätigung der oberen Meßbereichstaste.

Dioden-Meßbereich

Zur Messung von Dioden-Flußspannungen besitzt das DMM 7002 einen weiteren Meßbereich, der es ermöglicht, einen Strom von 1 mA einzuprägen (Anschlußbuchse „V/Ohm“) und die daran abfallende Spannung anzuzeigen. Wie bekannt, liegen Dioden-Flußspannungen üblicherweise in der Größenordnung von 700 mV und können über diesen Meßbereich genau angezeigt werden. Die Aktivierung geschieht wie folgt:

Befindet sich das DMM 7002 in der zuvor beschriebenen Durchgangsprüfer-Funktion, braucht lediglich der untere Meßbereichstaster ein weiteres Mal betätigt zu werden, um den Dioden-Meße-

reich zu aktivieren. Anzeigt wird diese Funktion auf dem alphanumerischen Display durch „V“ mit einem links daneben aufleuchtenden, symbolisierten Diodenzeichen.

Zum Verlassen dieser Funktion wird der obere Meßbereichstaster betätigt.

Meßwert-Speicher

Zur automatischen Speicherung eines Meßwertes bietet das DMM 7002 eine besonders komfortable Möglichkeit, die keine spezielle Bedienung während der Messungen erfordert:

Durch Betätigen des Betriebsart-Tasters und Festhalten für länger als 3 Sekunden wird diese Funktion aktiviert. Zu Kontrollzwecken leuchten alle 3 darüber befindlichen LEDs nach Loslassen des Tasters für 1 Sekunde auf. Zum Ausschalten wird der Betriebsart-Taster wiederum länger als 3 Sekunden betätigt, wobei jetzt nach dem Loslassen nur die beiden äußeren LEDs 1 Sekunde lang aufleuchten (Auto und Manuell). Beim „Kaltstart“ ist die Speicherfunktion deaktiviert. Befindet sich das DMM 7002 im Meßwert-Speichermodus, kann zunächst in allen Bereichen wie gewohnt gemessen werden. In dem Moment, in dem sich ein Spannungs- bzw. Strommeßwert in Richtung kleinerer Werte sprunghaft verändert (bzw. bei Widerstandsmessungen in Richtung größerer Werte), wird automatisch der zuletzt angezeigte Wert auf dem Display „eingefroren“. Ermöglicht wird dieses komfortable Verhalten durch den zentralen Mikroprozessor, der fortlaufend die Meßergebnisse überwacht und daraus die Informationen für die entsprechenden Funktionen zieht.

Sobald ein neuer Meßwert für minde-

stens 1 Sekunde stabil am Eingang anliegt, wird das neue Meßergebnis auf dem Display angezeigt. Alle Eingangsgrößen, die kleiner als 1 % vom Meßbereichsendwert sind, werden ignoriert, damit nicht Einstreuspannungen einen gespeicherten Wert löschen.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß es sich aufgrund des hohen Eingangswiderstandes in den Spannungsmeßbereichen empfiehlt, möglichst in der Betriebsart „Manuell“ bzw. „Halbautomatisch“ zu arbeiten.

Drucker-Schnittstelle

Zum direkten Anschluß eines Druckers (auch ohne externen Rechner) besitzt das DMM 7002 eine Centronics-Schnittstelle auf der Geräterückseite. Somit bietet das Multimeter die Möglichkeit, Meßwerte unmittelbar zu protokollieren.

Die Ausdruckhäufigkeit der Meßergebnisse kann hierbei in weiten Bereichen wie folgt vorgewählt werden:

Auf der Geräterückseite besitzt das DMM 7002 den Einstelltaster für die Ausdruckhäufigkeit. Eine kurze Betätigung läßt auf dem Digital-Display das Zeitintervall zwischen 2 Ausdrucken erscheinen. Jede Tastenbetätigung schaltet hierbei um eine Stufe weiter, wobei folgende Intervalle wählbar sind:

0,5 sec / 1 sec / 10 sec / 1 min / 10 min / 30 min / 60 min.

Die Einheit „Sekunde“ wird hierbei durch ein „S“ und „Minute“ durch „M“ auf dem alphanumerischen Display dargestellt.

5 Sekunden nach der letzten Betätigung dieser Taste übernimmt das DMM 7002 die gewählte Einstellung und schaltet anschließend die Anzeige auf den aktuel-

len Meßwert zurück.

Nach einem „Kaltstart“, d. h. nach dem Anlegen der Betriebsspannung gibt diese Schnittstelle die Daten mit maximaler Häufigkeit (alle 0,5 sec) aus, sofern ein Drucker angeschlossen ist.

Rechner-Schnittstelle

Zum Anschluß eines externen Rechners wie z. B. IBM-PCs oder kompatiblen Rechners besitzt das DMM 7002 eine V 24-Schnittstelle. Hier können sowohl Meßergebnisse vom Multimeter zum Rechner gesandt als auch Einstellanweisungen vom externen Rechner zum DMM 7002 gegeben werden.

Als Besonderheit bietet diese Schnittstelle, auf die wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher eingehen, sowohl die Möglichkeit des Einsatzes als „normale“ Standard-V 24-Schnittstelle wie auch als busfähige Schnittstelle. Diese von ELV entwickelte und mit V 24 B bezeichnete Schnittstellenmodifikation ermöglicht es, in Verbindung mit einer „normalen“ V24-Schnittstelle (im PC) mehrere Endgeräte quasi parallel zu betreiben. Der besondere Vorteil liegt darin, daß beim Einsatz von mehreren Geräten an einem Rechner nur eine Schnittstelle im PC belegt wird, ähnlich wie dies bei dem IEC-Bus der Fall ist. Das ELV V24 B-System ist zwar im Gegensatz zum IEC-Bus verhältnismäßig langsam, reicht jedoch in den meisten Anwendungsfällen vollkommen aus, mit dem wesentlichen Vorteil des ganz erheblich günstigeren Preises gepaart mit einfacher Handhabung.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Bedienung und Funktion des DMM 7002 befaßt haben, kommen wir im zweiten Teil zur Beschreibung der Schaltung. **ELV**



Einblend-Verstärker EV 7000

Mit dem ELV Einblend-Verstärker EV 7000 können in Stereo-Musiksignale weiche Mikrofon-Ein- und Ausblendungen vorgenommen werden. Die Umschaltung erfolgt hierbei wahlweise manuell oder automatisch sprachgesteuert. Mit insgesamt 14 Reglern und 2 Kippschaltern können die zahlreichen weiteren Features dieses komfortablen Gerätes eingestellt werden.

Allgemeines

Ob bei Dia- oder Filmvorführungen, im Partykeller oder in der Diskothek, ergeben sich zahlreiche ähnlich gelagerte Anwendungsfälle für den ELV Einblend-Verstärker EV 7000. In fortlaufende Musikübertragungen, ob mono oder stereo, sollen Informationen für die Zuhörer eingebildet werden. Die Musik hierbei einfach abzuschalten und ins Mikrofon zu sprechen, ist dabei sicherlich eine Möglichkeit, wengleich auch nicht besonders "feinfühlig". Eleganter ist da der Einsatz des EV 7000. Durch weiches Ausblenden des Musiksignals wird ein angenehmer Übergang zur Sprachinformation geschaffen. Ähnlich läuft der umgekehrte Vorgang des langsamen Hochfahrens des Musiksignals ab. Während der Ansage kann zusätzlich die Musik im Hintergrund mit einem vorwählbaren Pegel hörbar bleiben.

Die Audio-Insider unter unseren Lesern, die mit der Problematik der Spracheinblendung bereits vertraut sind, werden die Besonderheit der getrennten Klangeinstellung des EV 7000 als sehr nützlich empfinden. Da die Klangfarbe des Musiksignals üblicherweise vom Klangeindruck der Mikrofoneinblendung abweicht, wird dies leicht als störend empfunden. Der

EV 7000 bietet die Möglichkeit, durch getrennte Höhen- und Tiefen-Regler die Klangfarbe des Musiksignals unabhängig vom Klang des Sprachsignals den individuellen Erfordernissen anzupassen. Gleiches gilt für die Einstellung von Lautstärke und Balance.

Bevor wir auf die detaillierte Beschreibung der Schaltung eingehen, wollen wir zunächst die Bedienung dieses interessanten Gerätes näher vorstellen.

Bedienung und Funktion

Sämtliche Anzeige- und Bedienelemente des ELV Einblend-Verstärkers EV 7000 sind auf der Frontseite übersichtlich angeordnet. Die Buchsen zur Signal-Ein- und Auskopplung befinden sich auf der Geräterückseite. Zunächst wird der EV 7000 wie folgt angeschlossen und in Betrieb genommen:

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein 12/300 mA-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm Klinkenstecker in die zugehörige Buchse ganz rechts auf der Geräterückseite (von hinten gesehen) gesteckt wird. Zu Kontrollzwecken leuchtet eine der beiden LEDs „Mic On“ oder „Line On“ auf.

Ein günstiger Einschleifpunkt für den EV 7000 ist z. B. die Verbindung zwischen Vorverstärker und Endverstärker. Die beiden Ausgänge für den linken und

rechten Stereokanal des bestehenden Vorverstärkers werden mit den Eingängen des EV 7000 verbunden, dessen Ausgänge nun zum Endverstärker zu führen sind.

Zur Einspeisung des Musiksignals für den linken und rechten Stereokanal stehen 2 Cinch-Buchsen zur Verfügung. Für Monosignale wird nur die Buchse des linken Kanals verwendet, während die zweite Buchse freibleibt.

Für eine optimale Übertragungsqualität bietet der EV 7000 aufgrund der internen Verstärkung einen weiten Eingangsspannungsbereich von ca. $50 \text{ mV}_{\text{eff}}$ bis $1,7 \text{ V}_{\text{eff}}$ d. h. auch Eingangsspannungen, die vom DIN-Pegel abweichen, können in weiten Bereichen verarbeitet werden.

Zur Signalauskopplung stehen ebenfalls 2 Cinch-Buchsen zur Verfügung mit einem maximalen Pegel von $1,7 \text{ V}_{\text{eff}}$ der je nach Erfordernissen mit dem Lautstärke-Einstellpoti abgeschwächt werden kann (um rund 100 dB!). Durch den großen Ausgangsspannungsbereich kann der EV 7000 in nahezu jede Audio-Signalleitung im Vor-Endstufenbereich eingefügt werden.

Für das vom Mikrofon kommende Signal stehen sowohl eine DIN-Buchse als auch eine 3,5 mm Klinkenbuchse zur Verfügung. Die beiden Buchsen sind direkt parallel geschaltet und können wahlweise benutzt werden.

Als nächstes wenden wir uns den Einstellreglern auf der Frontplatte zu. Wir sehen hier eine übersichtliche Gliederung in 3 Haupt-Funktionsbereiche.

1. Mic-Regler

Die Bedienelemente für den Mikrofon-Signalweg finden wir im linken oberen Bereich. Ganz links ist die Übersteuerungs-LED „Peak Mic“ angeordnet, die möglichst nicht aufleuchten sollte. Daneben sind die Regler für Lautstärke (Level), Balance, Höhen (Treble) und Bässe (Bass) angeordnet. Sie sind nur für die vom Mikrofon kommenden Signale wirksam.

Mit dem Kippschalter „Funktion“ kann zwischen 3 Betriebsarten gewählt werden:

- „Off“: Der Mikrofon-Signalweg ist ausgeschaltet
- „On“: Der Mikrofon-Signalweg ist eingeschaltet
- „Auto“: Sobald ins Mikrofon gesprochen wird, erfolgt die Ausblendung des Musik- und die Einblendung des Mikrofon-Signals, um nach Beendigung der Durchsage ebenfalls automatisch wieder zurückgeblendet zu werden (automatische, sprachgesteuerte Umblendung).

Zur Anzeige der Mikrofon-Aktivierung leuchtet die LED „Mic On“.

2. Line-Regler

Im links unten angeordneten Bedien-

feld sind die Regler für den Musik-Signalweg (Line) zu sehen.

Ganz links befinden sich 4 LEDs zur Pegelkontrolle getrennt für den linken und rechten Ausgangskanal. Die beiden oberen LEDs (Pe. = Peak) sollten möglichst nicht aufleuchten, während die beiden darunter angeordneten mit „OK“ bezeichneten LEDs des öfteren aufleuchten sollten, zur Signalisierung eines hinreichend großen Eingangssignals. Zwar ist es grundsätzlich nicht schädlich, mit verhältnismäßig kleinen Signalen zu arbeiten, jedoch verschlechtert sich dadurch das Signal-Rausch-Verhältnis, so daß es sich empfiehlt, einen Mindest-Pegel zu wählen, der durch häufiges Aufleuchten dieser beiden LEDs gekennzeichnet wird.

Daneben sind die Regler für Lautstärke (Level), Balance, Höhen (Treble), Bässe (Bass) und Hintergrund (Background) angeordnet. Mit letztgenanntem Regler wird die Restlautstärke festgelegt, mit der das Musiksinal während der Spracheinblendung im Hintergrund hörbar bleiben soll. Befindet sich dieser Regler am Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) erfolgt eine 100 %ige Musikausblendung während der Durchsage.

Rechts daneben ist die Kontroll-LED „Line-On“ angeordnet, mit der der Ein- und Ausblendvorgang signalisiert wird. Die Leuchtintensität ist hierbei ungefähr dem Ein- und Ausblendvorgang proportional. Ein helles Leuchten bedeutet hierbei volles Durchschalten des Musiksignals (Mikrofon ist ausgeschaltet). Je schwächer diese LED leuchtet, desto weiter ist das Musiksinal zurückgefahren.

3. Grundfunktionen

Mit dem ungefähr quadratischen Bedienfeld rechts auf der Frontplatte werden einige Grundfunktionen des EV 7000 eingestellt, die im allgemeinen nur selten verändert werden.

Links oben wird mit dem Mic-Gain-Regler die Verstärkung des Mikrofon-Vorverstärkers festgelegt. Sie sollte ungefähr so gewählt werden, daß die Ausgangslautstärke des vom Mikrofon kommenden Sprachsignals den gewünschten Pegel besitzt, wenn sich der Mic-Level-Regler (links neben Balance) ungefähr im letzten Drittel befindet.

Mit dem rechts daneben angeordneten Kippschalter Mic-Filter kann die untere Grenzfrequenz des Mikrofon-Verstärkers auf ca. 200 Hz festgelegt werden. Besonders tiefe Frequenzen wie z. B. Trittschall o. ä. werden hierdurch ausgeblendet, ohne Beeinträchtigung der zu übertragenden Sprachsignale. Bei ausgeschaltetem Filter (Kippschalter in oberer Position) beginnt der Übertragungsbereich bereits bei 20 Hz, so daß in dieser Stellung selbst Musiksinal über den Mikrofonkanal

geschickt werden können.

Ganz rechts finden wir den Trigger-Level-Regler mit dem die Ansprechschwelle festgelegt wird, bei der eine automatische Spracheinblendung erfolgen soll. Je weiter dieser Regler nach rechts (im Uhrzeigersinn) gedreht wird, desto lauter muß ins Mikrofon gesprochen werden, bevor die Umblendung beginnt. Wirksam ist dieser Regler allerdings nur in Stellung „Auto“ des Kippschalters „Funktion“.

Mit den 3 unten rechts angeordneten Timing-Reglern kann der zeitliche Ablauf des Umblendvorgangs individuellen Erfordernissen entsprechend angepaßt werden.

Mit dem Regler „Fade-In“ wird die Einblendgeschwindigkeit zwischen 0 und 7 Sekunden festgelegt, und zwar unabhängig von der Ausblendgeschwindigkeit für die der Regler „Fade-Out“ zuständig ist.

Ganz rechts finden wir den Regler „Delay“, der die Verzögerungszeit vom letzten gesprochenen Wort bishin zum Beginn des Rückblendens festlegt. Hier sind Zeiten zwischen 0 und 5 Sekunden wählbar. Dieser Regler ist nur in Stellung „Auto“ des Kippschalters „Funktion“ wirksam und verhindert, daß bei kleinen Sprechpausen bereits ein Zurückschalten auf das Musiksinal erfolgt. Die zulässige Sprechpausenlänge kann somit in den eben erwähnten Grenzen variiert werden.

Nachdem wir die umfangreichen Bedienmöglichkeiten und die Funktion des ELV Einblendverstärkers EV 7000 detailliert beschrieben haben, kommen wir als nächstes zur Schaltungsbeschreibung.

Die Schaltung

Zur Einstellung von Lautstärke, Balance, Höhen und Bässen sowohl im Mikrofon- als auch im Line-Zweig werden elektronische Potentiometer-Schaltkreise der Firma VALVO des Typs TDA 1524 A eingesetzt. Sämtliche Einstellparameter werden durch Steuer-Gleichspannungen angewählt.

Die NF-Eingangsspannungen für den linken bzw. rechten Musik-Stereokanal (Line) liegen an den Cinch-Buchsen BU 3 und BU 4 an. Über die Kondensatoren C 26, 27 gelangen sie auf die Eingänge (Pin 4,15) des IC3 des Typs TDA1524/A, in dem sämtliche aktiven Komponenten zur Signalbeeinflussung enthalten sind, so daß lediglich eine überschaubare Anzahl passiver Bauteile extern anzuschließen ist.

Zur Tiefenbeeinflussung dienen die Bauelemente R 31, C 32, 33 (linker Kanal) bzw. R 32, C 36, 37 (rechter Kanal). Für die Höhen ist jeweils nur ein Kondensator (C 34 bzw. C 35) erforderlich. Zur Einstellung dienen integrierte elektroni-

sche Potentiometer, die über eine extern anzulegende Spannung gesteuert werden. Zur Lautstärkeeinstellung ist der Steuerungseingang 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 V bis 4,0 V (bei einer Versorgungsspannung von 10 V). Um die genauen Werte braucht man sich nicht zu kümmern, da die an Pin 17 des IC 1 zur Verfügung stehende Referenzspannung zur Speisung der Einstellpotentiometer R 27 bis R 30 dient. C 28 bis C 31 besitzen die Aufgabe, störende Schleifgeräusche der Potentiometer zu unterdrücken.

Eine Besonderheit besteht in diesem Zusammenhang in dem Einsatz von 2 Lautstärke-Einstellpotis, die beide auf den Steuerungseingang Pin 1 des IC 3 arbeiten. Zum einfacheren Verständnis denken wir uns zunächst einmal D 12 ausgebaut. Die Steuerspannung gelangt vom Poti R 25 über R 26 auf den Kondensator C 28 und damit auf Pin 1 des IC 3. Die Versorgung des Potis übernimmt der Ausgang des IC 5 in Verbindung mit dem Spannungsteiler R 51, 52. Im Betrieb „Line“ wird das Poti R 25 mit ungefähr 4 V gespeist, so daß hiermit der volle Lautstärkebereich überstrichen werden kann. Wird auf Mikrofonbetrieb umgeschaltet, sinkt die Spannung auf ca. 0 V ab und der Musikkanal wäre komplett ausgeblendet (unabhängig von der Stellung des Schleifers). Nun kommt das zweite mit „Background“ bezeichnete Lautstärkepoti R 27 zum Tragen, wenn wir uns D 12 wieder hinzudenken. Aufgrund des geringeren Innenwiderstandes von R 27 kann die Spannung an Pin 1 des IC 3 nämlich nur soweit absinken, bis D 12 leitend wird, d. h. ca. 0,7 V unterhalb der am Schleiferrabgriff von R 27 eingestellten Spannung.

Auf elegante Weise wird mit nur 3 Bauelementen die Backgroundfunktion realisiert (R 26 zur Erhöhung des Innenwiderstandes, D 12 zur Entkopplung, Einstellpoti R 27).

Auf die Beschreibung der Ansteuerungsschaltung mit dem IC 5 gehen wir im weiteren Verlauf noch näher ein. Zunächst wollen wir an dieser Stelle mit der Beschreibung des TDA 1524 A fortfahren.

Der Elko C 38 puffert die intern aufbereitete Versorgungsspannung, während C 39 eine erste Siebung der anliegenden Versorgungsspannung vornimmt.

Die entsprechend aufbereiteten Line-Eingangssignale werden nach Durchlaufen der Schaltung an Pin 11 (linker Kanal) bzw. Pin 8 (rechter Kanal) über C 40, R 33 bzw. C 41, R 34 ausgekoppelt und auf die Summations-Eingänge der invertierenden Verstärker IC 4 A (Pin 2) und IC 4 B (Pin 6) gegeben. Summiert werden an

diesen Stellen die eben beschriebenen Line-Signale und die vom IC 2 kommenden Mikrofonsignale. Letztere werden mit Bauteilen gleicher Größe von den Ausgängen Pin 8, 11 des IC 2 ebenfalls auf die Eingänge Pin 2, 6 des IC 4 geführt. IC 4 A, B invertieren und puffern die Signale. Vom Ausgang des IC 4 A (Pin 1) gelangt das NF-Signal des linken Kanals über R 36, C 42 auf die Cinch-Ausgangsbuchse BU 5 und in analoger Weise das Signal des rechten Kanals von Pin 7 des IC 4 B über R 21, C 25 auf BU 2.

Die Beeinflussung der vom Mikrofon kommenden Eingangssignale erfolgt über die Potis R 11 bis R 14 in Verbindung mit dem IC 2 in gleicher Weise wie bereits beim IC 3 beschrieben. Lediglich die Steuerung des Lautstärke-Potis nimmt der Ausgang Pin 7 des IC 5 C über den Spannungsteiler R 46, 47 vor.

Gespeist werden beide Eingänge des IC 2 gemeinsam vom Ausgang Pin 7 des IC 1 B. Die Arbeitsweise der beiden im IC 1 integrierten Vorverstärker, soll im folgenden näher beschrieben werden.

Die vom Mikrofon kommenden Signale werden entweder über BU 1 A oder BU 1 B der Schaltung zugeführt und über C 1 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des IC 1 A geführt. C 2 dient zur Rauschunterdrückung, während der Spannungsteiler R 2 bis R 4 über R 5 den Gleichspannungsarbeitspunkt festlegt. C 3 dient zur Pufferung.

Die Gleichspannungsverstärkung wird vom Verhältnis $R 6 + R 7 + R 8$ zu $R 6$ festgelegt und bewegt sich zwischen 20 dB und 40 dB. Auch hier dient C 6 zur Rauschunterdrückung, während C 4 die gleichspannungsmäßige Entkopplung bewirkt. Bei geöffnetem Kippschalter S 1 liegt die untere Grenzfrequenz im Bereich von ca. 200 Hz zur Trittschallunterdrückung, während ein geschlossener Schalter auch sehr tiefe Frequenzen bis hinab zu ca. 20 Hz übertragen läßt.

Der Ausgang Pin 1 des IC 1 A speist über R 9 den invertierenden Verstärker IC 1 B mit einer Verstärkung von 30 dB. Am Ausgang (Pin 7) steht somit ein ausreichend hohes Sprachsignal zur Weiterverarbeitung im IC 2 zur Verfügung. Mit dem Poti R 8 kann die Verstärkung der ersten Stufe (IC 1 A) auf die Mikrofondaten abgestimmt werden.

Nachdem wir uns ausführlich mit den beiden Signalwegen für Mic und Line befaßt haben, kommen wir jetzt zur Beschreibung der Ansteuerschaltung zur Umblendung.

IC 5 A erhält an seinem nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) eine mit R 3 einstellbare Steuerspannung (Trigger-Level). Hiermit wird die Ansprechempfindlichkeit bezüglich der Mikrofonlaut-

stärke vorgegeben. Der invertierende (-) Eingang (Pin 2) erhält sein Signal vom Ausgang (Pin 7) des IC 1 B (Platinenanschlußpunkt „E“). Hier liegt die vorverstärkte Mikrofonspannung an. Sobald sie den Trigger-Level übersteigt, wechselt der Ausgang (Pin 1) des IC 5 A von „High“-Pegel auf ca. 0 V. Der bis dahin über R 39 aufgeladene Elko C 46 wird nun über D 2 schlagartig entladen. In der eingezeichneten Stellung des Kippschalters S 2 wird eine vom Poti R 43 kommende Steuerspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des IC 5 C gegeben, die mit der am invertierenden (-) Eingang anstehenden von C 46 kommenden Spannung verglichen wird. Das Entladen von C 46 bewirkt einen Sprung am Ausgang (Pin 7) des IC 5 C von „Low“ auf „High“ (ca. 9 V). Über den Spannungsteiler R 46, 47 wird der Lautstärkeeinsteller R 11 (über Platinenanschlußpunkt „C“) gespeist und der Mikrofonsignalweg freigegeben.

Doch kommen wir noch kurz zurück zur Einstellung des Potis R 43 (Delay). Je weiter der Schleifer in Richtung R 42 (nach rechts) gedreht wird, desto länger dauert es, bis die Spannung an C 46 über R 39 soweit aufgeladen wurde, daß sie den Einstellwert von R 43 übersteigt. Diese Aufladezeit entspricht der Verzögerungszeit, mit der der Mikrofonsignalweg wieder ausgeschaltet wird, nach Beendigung der Mikrofondurchsage (zur Überbrückung von kurzen Sprachpausen). In den beiden anderen Schalterstellungen von S 2 ist der Mikrofonweg entweder ständig aus- oder eingeschaltet, d. h. nur in der eingezeichneten Schalterstellung erfolgt die Umblendung automatisch.

Gekennzeichnet wird die Freigabe des Mikrofons durch die LED D 4, die vom Ausgang des IC 5 C (Pin 7) über den Emitterfolger T 1 und den Vorwiderstand R 50 angesteuert wird.

Wie der vorstehenden Beschreibung zu entnehmen ist, kann IC 5 C nur die beiden Digital-Zustände „High“ (Mikrofonsignalweg freigegeben) oder „Low“ (ca. 0 V - Mikrofonsignalweg gesperrt) annehmen. Bei einer Ausgangsspannung an Pin 7 von ca. 0 V fließt über R 48 und D 5 ein Strom, der den Ladestrom von C 47 A, B darstellt. Diese Schaltungskonfiguration in Verbindung mit IC 5 D stellt einen Miller-Integrator dar, d. h. die Ausgangsspannung (Pin 8) steigt linear an (bis in die Begrenzung des IC 5 D). Über den Spannungsteiler R 51, 52 erfolgt das langsame und gleichmäßige Einblenden des Musiksignals, da das entsprechende Lautstärke-Einstellpoti R 25 über den Platinenanschlußpunkt „D“ hierdurch gespeist wird.

Sprünge der Ausgang des IC 5 C (Pin 7) auf „High“-Pegel, fließt jetzt der Ladestrom über R 49, D 6 in C 47 A, B, und der

Ausgang des IC 5 D (Pin 8) strebt in Richtung 0 V, und der Musiksignalweg wird ausgeblendet. Ein Strompfad ist immer über D 5 oder D 6 gesperrt und der andere freigegeben. Für C 47 A, B wurden 2 in Reihe geschaltete Elkos entgegengesetzter Polarität verwendet, um den vollen Spannungshub in beide Richtungen verarbeiten zu können.

Die LED D 7 signalisiert den Ein- und Ausblendvorgang für den Musiksignalweg, wobei an der unterschiedlichen Helligkeit der Umblendvorgang zu verfolgen ist.

IC 5 B ist als Komparator geschaltet und vergleicht die Mikrofon-Spannung am Ausgang (Pin 7) des IC 1 B mit einer Referenzspannung am Platinenanschlußpunkt „A“. Sobald unzulässig hohe Spitzen auftreten, wird dies durch die Kontroll-LED „Peak Mic“ signalisiert.

In ähnlicher Weise arbeiten die Komparatoren IC 7 A bis D. Die Ausgangsspannung des linken Kanals wird über R 37 (Platinenanschlußpunkt „F“) den beiden nicht invertierenden (+) Eingängen (Pin 3 und 5) der ICs 7 A, B zugeführt. Der jeweils zweite Eingang dieser als Komparatoren geschalteten Operationsverstärker liegt über den Spannungsteiler R 54 bis R 56 auf genau definierten Referenzspannungen, die so bemessen sind, daß IC 7 B bereits schaltet, wenn sich die Signalamplitude noch ca. 30 dB unterhalb des Ausgangsspannungsmaximums befindet. Die über R 57 angesteuerte Kontroll-LED „OK“ sollte daher des öfteren aufleuchten, um zu signalisieren, daß eine ausreichend hohe Ausgangs-Amplitude vorliegt und nicht unnötig Signal-Rauschspannungsabstand „verschenkt“ wird. Die Ansprechschwelle des IC 7 A liegt in der Nähe des Ausgangsspannungsmaximums, so daß die über R 58 angesteuerte LED „Peak“ möglichst gar nicht aufleuchtet. Die Schaltung der ICs 7 C, D ist in gleicher Weise ausgeführt mit dem Unterschied, daß die Eingangsspannung über R 22 vom rechten Kanal abgegriffen wird. Somit ist eine getrennte Überwachung beider Stereokanäle möglich.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein 12 V/300 mA-Steckernetzgerät, dessen 3,5 mm Klinkenstecker in die auf der Geräterückseite angeordnete Klinkenbuchse BU 6 eingesteckt wird. D 1 dient dem Verpolungsschutz und C 43 bis C 45 der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung. Die eigentliche Stabilisierung auf +10 V nimmt der Festspannungsregler IC 6 vor.

Damit ist die Beschreibung der Schaltung bereits beendet. Im abschließenden zweiten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen den Nachbau dieses übersichtlich gestalteten Gerätes vor. **ELV**

Schaltbild des Einblend-Verstärkers EV 7000

