

# ELV *journal*

Nr. 40

Mit  
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

## ELV Aktiv-3 Wege-HiFi- Baßreflex-Regalbox



Schweiz: sfr 4,50, Niederlande: nlr 3,60, Luxemburg: lux 3,60, Finnland: fmk

Mit  
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:  
ELV-Serie Kfz-Elektronik:  
Digital-Kfz-Betriebs-  
stundenzähler  
ELV Autoalarmsystem  
AS 2000

Videorecorder-Testbericht

Hochtemperatur-  
Thermometer T 1000

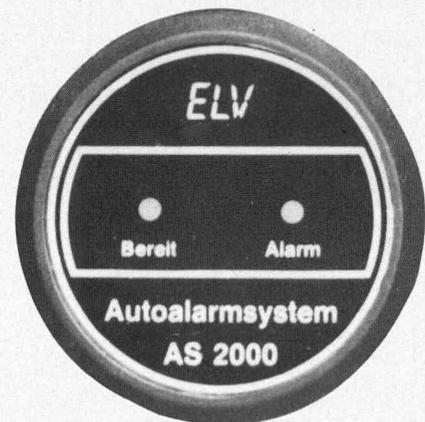
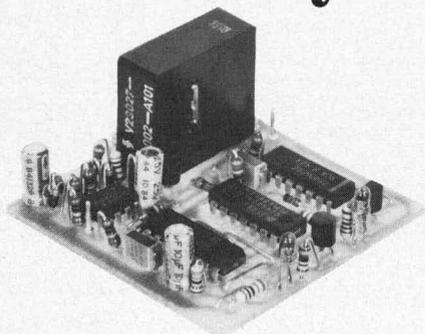
Berührungsloser,  
elektronischer  
Drehzahlmesser

10 MHz-Universal-  
Vorverstärker

Tendenzanzeige für  
elektronische Barometer  
1000° C-Temperaturmeß-  
vorsatz für Multimeter  
Aktiv-3 Wege-HiFi-Baß-  
reflex-Regalbox ABR 30

Analog-Ohmmeter mit  
linearer Skala

# ELV Autoalarmsystem AS 2000



*Weniger der Nachbau als der Einbau lassen viele Autobesitzer von der Verwendung einer Alarm-Anlage Abstand nehmen. Im ELV-Labor wurde daher eine komfortable und kompakte Auto-Alarmanlage entwickelt, bei der auf elegante Weise der Einbauaufwand minimiert werden konnte.*

## Allgemeines

Auto-Alarm-Anlagen stellen eine sinnvolle Ergänzung der Ausstattung eines modernen Kfz dar. Diese Aussage kann man um so deutlicher unterstreichen, schaut man sich die Statistiken der Kfz-Einbrüche und -Diebstähle an.

Jedoch nicht allein der Schutz des Fahrzeuges selbst, sondern auch dessen Inhalt ist erstrebenswert. Durch den besonderen Aufbau der hier vorgestellten, im ELV-Labor entwickelten Komfort-Auto-Alarm-Anlage, wird eine vorbeugende Wirkung erzielt, die in so manchen Fällen einen Einbruchversuch von vornherein durch ihre abschreckende Wirkung vereitelt.

Da der Anschluß über nur 5 Zuleitungen erfolgt, (Kfz-Masse, positive 12 V-Versorgungsspannung, Zündschloßkontakt sowie 2 Anschlüsse für die Hupe) ist auch ein nachträglicher Einbau problemlos und mit einfachsten Mitteln jederzeit möglich.

Wie dies ohne zusätzliche Sensorkontakte usw. in der Praxis auch tatsächlich einwandfrei funktioniert, wird im folgenden ausführlich beschrieben.

## Bedienung und Funktion

Sämtliche Vorgänge dieser Auto-Alarm-Anlage laufen vollautomatisch ab. Eine Bedienung der Anlage im herkömmlichen Sinne ist daher überhaupt nicht erforderlich.

Um unsere verehrten Leser nun nicht weiter auf die Folter zu spannen, wollen wir jetzt die Funktionsweise ausführlich beschreiben:

Das Prinzip dieser Alarmanlage liegt in der permanenten Überwachung der Spannung des Kfz-Akkus. Aufgrund der großen Leistung von Auto-Akkus und dem damit verbundenen niedrigen Innenwiderstand, laufen Spannungsänderungen sowohl beim Lade- als auch Entladevorgang im allgemeinen verhältnismäßig langsam ab. Trotzdem treten beim Ein- und Ausschalten von Verbrauchern Spannungssprünge der Akkuspannung auf, die allerdings außerordentlich klein sind und sich im Bereich von einigen 10 mV bewegen (je nach Größe des

Verbrauchers). Diese Spannungssprünge werden von der Elektronik des ELV-Komfort-Autoalarmsystems AS 2000 überwacht und ausgewertet.

Solange die Zündung des zu überwachen Kfz eingeschaltet ist, wertet die Alarm-Anlage dies als erlaubten Betriebszustand des Fahrzeuges, d.h. es wird kein Alarm ausgelöst.

Sobald die Zündung ausgeschaltet wird, beginnt die aktive Überwachungsphase der Alarm-Anlage.

Durch das Öffnen der Fahrertür und das damit verbundene Einschalten der Innenbeleuchtung, erhält die Alarm-Anlage den ersten Impuls. Dies beruht darauf, daß durch Einschalten der Innenbeleuchtung ein kurzer, verhältnismäßig kleiner, jedoch ausreichender Spannungsabfall der Akkuspannung aufgetreten ist, der wiederum von der Überwachungselektronik der Alarm-Anlage registriert wurde.

Dieser erste, nach dem Ausschalten der Zündung aufgetretene Impuls, setzt eine automatische Ablaufsteuerung in Gang, die für 15 Sekunden alle weiteren Impulse unterdrückt. Hierdurch wird es ermöglicht, daß auch andere Türen geöffnet werden können, einschließlich Kofferraum, Heckklappe o. ä. Zwar erscheint die Zeitdauer von 15 Sekunden auf den ersten Blick verhältnismäßig kurz, in der Praxis erweisen sie sich jedoch als vollkommen ausreichend, dies um so mehr, da das Schließen der Türen und das damit verbundene Wiederausschalten der Innenbeleuchtung keinen auswertbaren Alarmimpuls liefert. Selbst wenn Verbraucher nach Stunden wieder ausgeschaltet werden, wird hierdurch kein Alarm ausgelöst, d. h. ein Fahrzeug kann in aller Ruhe entladen werden, ohne ungewollten Alarm beim späteren Schließen der Türen auszulösen.

15 Sekunden nach dem ersten Impuls (Öffnen einer Tür — z. B. Fahrertür) ist die Anlage „scharf“. Angezeigt wird dies durch ein Blinksignal auf der Frontseite der Alarm-Anlage. Durch ein Puls-Pausen-Verhältnis von 1:5 ergibt sich eine sehr geringe Strombelastung des Auto-Akkus, die im Mittel bei ca. 2 mA liegt und in Relation gesetzt

zur Akku-Kapazität damit praktisch vernachlässigbar ist.

Jeder weitere Impuls löst jetzt einen Alarm aus. Bewirkt wird dies durch das Einschalten eines nahezu beliebigen Verbrauchers, der lediglich einen bestimmten Minimalstrom aufnehmen muß. Bestens geeignet sind hierzu Glühlampen, die im Einschaltmoment ein Vielfaches ihres Nennstromes ziehen. So reicht auch das Einschalten einer verhältnismäßig kleinen Glühlampe (z. B. Kfz-Innenbeleuchtung) zum sicheren Auslösen des Alarms.

In dem Moment, in dem bei „scharfer“ Alarm-Anlage (Leuchtdiode blinkt) eine Tür geöffnet und die Innenbeleuchtung eingeschaltet wird, registriert die Alarmanlage dies und setzt den eigentlichen Auslösevorgang in Betrieb. Zu erkennen ist es daran, daß die blinkende Leuchtdiode verlischt und eine zweite Leuchtdiode („Alarm“) permanent aufleuchtet.

Nach genau 15 Sekunden wird die Fahrzeughupe intervallartig im 2-Hz-Rhythmus geschaltet. Um den gesetzlichen Bestimmungen zu genügen, verstummt der Alarm automatisch nach 30 Sekunden.

Nach weiteren 15 Sekunden ist die Anlage automatisch wieder „scharf“, was durch Blinken der ersten LED angezeigt wird. Die zweite LED bleibt weiterhin angesteuert, und zwar so lange, bis durch Einschalten der Zündung ein Rücksetzen der gesamten Alarmanlage erfolgt. Der rechtmäßige Besitzer kann somit evtl. Einbruchversuche oder auch einen Fehlalarm (z. B. Wackelkontakt) im nachhinein zuverlässig erkennen.

Öffnet der Besitzer selbst die Fahrertür, so wird auch hier der Alarmvorgang in Betrieb gesetzt. Da das akustische Signal (Hupe) jedoch erst 15 Sekunden später aktiviert wird, hat der Eigentümer genau diese 15 Sekunden Zeit zur Verfügung, um die Zündung einzuschalten. Hierdurch wird augenblicklich die gesamte Alarmanlage in ihren Ruhezustand zurückversetzt.

Aufgrund des ausgereiften Konzeptes dieser Komfort-Auto-Alarm-Anlage braucht sich der Kfz-Benutzer im allgemeinen um die Funktion dieser Überwachungseinrich-

tung nicht zu kümmern, da alle Vorgänge vollautomatisch ablaufen. Durch die ausgereifte und benutzerfreundliche Technik treten im praktischen Betrieb kaum Behinderungen bzw. Einschränkungen für den Fahrzeugbenutzer auf. Die Anlage ist somit ein weitgehend selbsttätig und wartungsfrei arbeitendes Zubehör, das das Fahrzeug und darin aufbewahrte Gegenstände im Rahmen der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zuverlässig schützt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Anlage von der Betätigung des Zündschlosses unabhängig zu machen, indem ein versteckter Schalter eingebaut wird, mit dem die Anlage ein- und wieder ausgeschaltet werden kann. Diese letztgenannte Version ist jedoch nur in seltenen Fällen einzusetzen, da die Gefahr der Entdeckung des Schalters einen zusätzlichen Unsicherheitsfaktor darstellt.

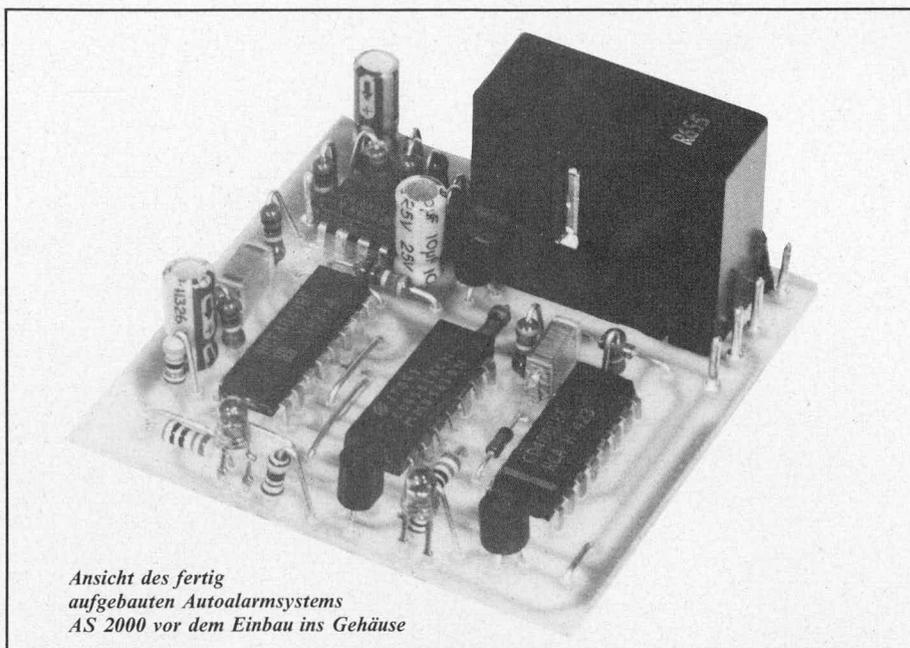
Da zur Auslösung des Alarms ein Spannungssprung in Richtung kleiner werdender Akku-Spannung erforderlich ist, muß in jedem Fall mit dem Öffnen einer Tür die Kfz-Innenbeleuchtung eingeschaltet werden, damit die Alarmanlage dies auswerten kann. Sollen auch Heckklappe, Kofferraumdeckel und Motorhaube abgesichert werden, so ist dies auf einfache Weise durch Anbringen eines Schaltkontaktes möglich, der entweder die Kfz-Innenbeleuchtung oder aber besser eine entsprechende Beleuchtung des Koffer- oder Motorraumes einschaltet. Letzteres ist im allgemeinen einfacher, da keine langen und komplizierten Verbindungsleitungen gelegt zu werden brauchen und außerdem sich eine nützliche zusätzliche Beleuchtung ergibt.

Bevor wir zur eigentlichen Schaltungsbeschreibung kommen, wollen wir nachstehend noch eine kurze, zusammengefaßte Betriebsanleitung geben.

### Kurz-Betriebsanleitung

1. Zündung ausschalten.
2. Aussteigen — 15 Sekunden nach dem Öffnen einer Tür ist die Anlage „scharf“.
3. Die erste Leuchtdiode blinkt zum Zeichen, daß die Anlage „scharf“ ist. Dies dient gleichzeitig der Abschreckung.
4. Öffnen der Fahrzeugtür.
5. Innerhalb von 15 Sekunden nach Öffnen einer Fahrzeugtür ist die Zündung wieder einzuschalten, um eine Alarmauslösung zu verhindern.
6. Wird die Zündung nicht rechtzeitig eingeschaltet (bzw. der versteckte Schalter betätigt), beginnt der akustische Alarm (Hupe ertönt intervallartig).

Anzumerken ist noch, daß durch Ausschalten der Zündung kein zeitlich begrenzter Ablauf gestartet wird. Man kann sich beliebig lange im Fahrzeug aufhalten, ohne einen Alarm auszulösen. Erst wenn ein ausreichend großer Verbraucher (z. B. Innenbeleuchtung) eingeschaltet wird, beginnt die „Karenzzeit“ zu laufen, d. h. es stehen noch 15 Sekunden Zeit zur Verfügung, in der beliebige Verbraucher eingeschaltet werden können, ohne einen Alarm auszulösen. Später eingeschaltete Verbraucher hätten einen Alarm zur Folge.



*Ansicht des fertig  
aufgebauten Autoalarmsystems  
AS 2000 vor dem Einbau ins Gehäuse*

### Zur Schaltung

Beginnen wir zunächst mit der Stromversorgung der Schaltung:

Über D 1/L 1 wird die Kfz-Bordspannung von unerwünschten Störimpulsen befreit und mit C 2 gesiebt. Eine separate Spannungsstabilisierung ist für die vorliegende Schaltung nicht erforderlich. Der zulässige Versorgungsspannungsbereich erstreckt sich von 10 bis 15 V. Die Elektronik arbeitet grundsätzlich auch bei kleineren Spannungen (bis ca. 5 V), jedoch ist dann das Anziehen des Relais Re 1 zur Ansteuerung der Hupe nicht mehr zuverlässig gewährleistet.

Solange die Kfz-Zündung eingeschaltet ist, liegt der Anschlußpunkt „c“ auf ca. +12 V. Hierdurch wird der Speicher FF1 gesetzt und der Ausgang (Pin 10 des IC 4) liegt auf „high“.

In der vorliegenden Schaltung entspricht dem logischen Zustand „high“ eine Spannung zwischen 10 V und 14 V und dem logischen Zustand „low“ eine Spannung von 0 V bis +2 V.

Durch ein „high“-Signal am Ausgang von FF1 werden die Speicher FF3 (Pin 4) und über D 6 auch FF2 in ihren Ruhezustand versetzt. Zusätzlich erhält der Reset-Eingang (Pin 12) des Oszillator/Teiler-IC 2 über R 8 (und D 6) das „high“-Signal des Ausganges des FF1. Sämtliche Funktionsabläufe der Komfort-Auto-Alarm-Anlage befinden sich somit in ihrer Grundstellung. Ein Auslösen des Alarms ist nicht möglich, solange die Zündung eingeschaltet bleibt.

OP 1 dient mit seiner Zusatzbeschaltung als hochsensibler und gleichzeitig selektiver Spannungskomparator, der auf negative Spannungssprünge ab ca. 15 bis 20 mV mit einem positiven Ausgangsimpuls reagiert.

Über R 1, D 2, wird eine stabilisierte Referenzspannung von ca. 0,7 V erzeugt. Durch R 6, R 7, liegt der nicht invertierende (+) Eingang des OP 3 (Pin 3) ca. 15 bis 20 mV unterhalb der Spannung, die über R 4, R 5, am invertierenden (-) Eingang (Pin 2) dieses Operationsverstärkers anliegt. D 3, D 4, dienen dem Schutz vor Störimpulsen.

Schnelle sprunghafte Änderungen der Kfz-Bordspannung werden über C 1, R 3 (sowie R 5) auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP 1 übertragen. Langsame Änderungen hingegen werden durch C 1 unterdrückt. Sobald ein Spannungssprung 15 bis 20 mV überschreitet, sinkt das Potential an Pin 2 des OP 1 unter das Potential an Pin 3, wodurch ein positiver Ausgangsimpuls (Pin 6 des OP 1) entsteht. Hierdurch kann der Speicher FF1 gesetzt werden — allerdings erst dann, wenn der dominierende Eingang (Pin 12) durch Ausschalten der Zündung freigegeben wurde.

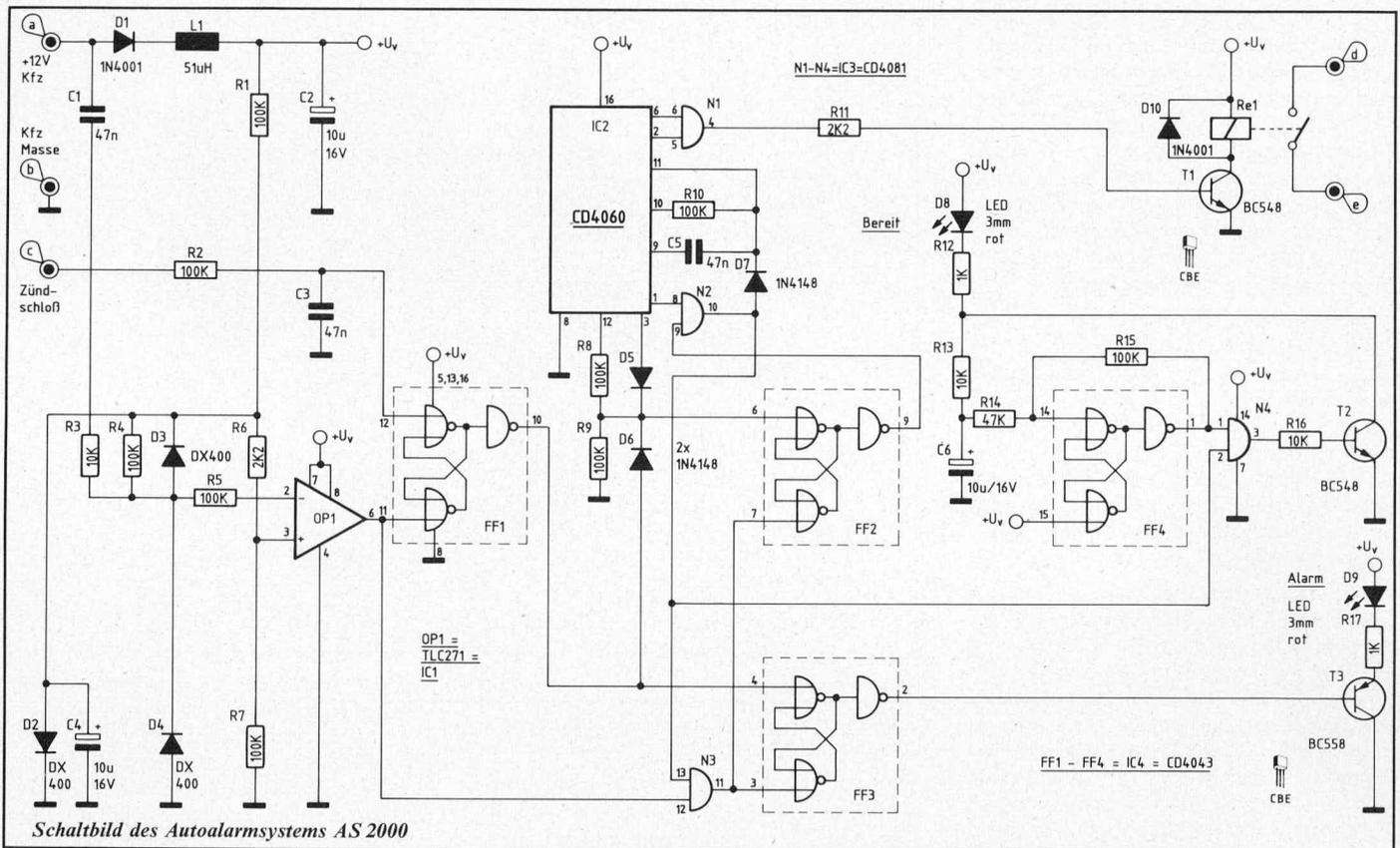
Da nur negative Spannungssprünge von dem Komparator OP 1 ausgewertet werden (z. B. durch Einschalten der Innenbeleuchtung), kann das Schließen einer Tür und das damit verbundene Ausschalten der Innenbeleuchtung, auch während der aktiven „scharfen“ Überwachungsphase der Alarm-Anlage vorgenommen werden, ohne daß hierdurch ein Alarm ausgelöst wird.

Sobald die Zündung ausgeschaltet wurde, kann der erste vom Ausgang des OP 1 (Pin 6) kommende „high“-Impuls (z. B. durch Öffnen der Fahrertür) den Speicher FF1 setzen. Der Ausgang des FF1 (Pin 10) wechselt dadurch seinen Zustand von „high“ auf „low“. Hierdurch werden die Speicher FF2 (Pin 6) und FF3 (Pin 4) sowie der Reset-Eingang des IC 2 (Pin 12) freigegeben.

Die Ausgänge von FF2 (Pin 9) und FF3 (Pin 2) bleiben weiterhin, aufgrund der Speicherwirkung, auf „high“.

Durch das Freigeben des Reset-Einganges (Pin 12) des IC 2, läuft der integrierte und zusätzlich mit R 10 und C 5 aufgebaute Oszillator an. Die Frequenz beträgt ca. 135 Hz. Nach 15 Sekunden wechselt der Ausgang Pin 1 des IC 2 von „low“ auf „high“. Da nun beide Eingänge des Gatters N 2 (Pin 8 und Pin 9) „high“-Potential führen, geht der Ausgang (Pin 10) von „low“ auf „high“. Im selben Moment wird über D 7 (und Pin 11) der im IC 2 integrierte Oszillator gestoppt.

Das am Ausgang des Gatters N 2 (Pin 10) anstehende „high“-Signal gibt darüber hin-



aus die Gatter N 3 (Pin 13) und N 4 (Pin 2) frei. Der mit FF4 und Zusatzbeschaltung aufgebaute Oszillator beginnt zu schwingen und steuert die Leuchtdiode D 8 („Bereit“) mit einer Frequenz von 2 bis 3 Hz an. Hierdurch wird die Betriebsbereitschaft der ELV Komfort-Auto-Alarm-Anlage signalisiert. Jedes weitere Öffnen einer Tür bzw. das Einschalten eines ausreichend großen Verbrauchers, würde den Alarm auslösen.

In diesem „scharfen“ Bereitschaftszustand verharrt die Anlage beliebig lange, d. h. bis die Zündung wieder eingeschaltet wird, wodurch ein generelles Rücksetzen sämtlicher Speicher erfolgt.

Wird jetzt die Innenbeleuchtung durch Öffnen einer Fahrertür eingeschaltet, wertet der Komparator OP 1 dies aus und gibt an seinem Ausgang (Pin 6) einen „high“-Impuls ab.

Da inzwischen Pin 13 des Gatters N 3 auf „high“-Potential liegt, kann vorgenannter Impuls über Pin 12 auf den Ausgang des Gatters N 3 (Pin 11) weitergeschaltet werden, wodurch gleichzeitig die Speicher FF2 (Pin 7) und FF3 (Pin 3) gesetzt werden. Die entsprechenden Ausgänge (Pin 9 und Pin 2) wechseln augenblicklich ihr Potential von „high“ auf „low“.

Zum einen wird hierdurch über T 3 die LED 9 („Alarm“) angesteuert und zum anderen über Pin 9 der Ausgang des Gatters N 2 (Pin 10) auf „low“ gesetzt.

Letztere Maßnahme gibt über D 7 den Oszillator im IC 2 wieder frei.

15 Sekunden später wechselt der Ausgang Pin 2 des IC 2 sein Potential von „low“ auf „high“. Hierdurch kann die an Pin 6 des IC 2 anstehende 2 Hz-Rechteckfrequenz auf den Ausgang (Pin 4) des Gatters N 1

fortgeschaltet werden und über R 11 auf die Basis von T 1 gelangen. Dieser Transistor wiederum steuert das Leistungsschaltrelais Re 1 an. Die parallel zum Hupenkontakt angeklebten Schaltungspunkte „d“ und „c“, lassen die Hupe im 2-Hz-Rhythmus ertönen.

Nachdem die Hupe 30 Sekunden lang auf einen evtl. Einbrecher aufmerksam gemacht hat, wird der ganze Vorgang abgebrochen, da über Pin 3 des IC 2 ein allgemeiner Rücksetzimpuls erfolgt, sofern die Anlage über das Einschalten der Zündung nicht schon vorher in ihren Ruhezustand zurückversetzt wurde.

15 Sekunden später ist die Anlage jedoch automatisch wieder „scharf“, was durch erneutes Aufblinken von LED 8 signalisiert wird.

Die LED 9 („Alarm“) bleibt auch weiterhin eingeschaltet und macht den rechtmäßigen Besitzer auch zu einem späteren Zeitpunkt auf einen evtl. Einbruchversuch (oder auch Fehlalarm) aufmerksam. Erst durch Einschalten der Zündung wird auch diese LED gelöscht (über den Ausgang von FF1).

Möchte man das Ein- und Ausschalten der Alarm-Anlage durch einen versteckten Schalter vom Zustand der Zündung unabhängig machen, kann an den Schaltungspunkt „c“ der Mittelabgriff eines einpoligen Umschalters gelegt werden, der wahlweise diesen Schaltungspunkt nach Masse (Anlage ist eingeschaltet) bzw. +12 V (Anlage ist ausgeschaltet) legt. Die Anlage selbst bleibt grundsätzlich mit der Kfz-Bordspannung verbunden. In nicht aktiviertem Zustand beträgt die Stromaufnahme weniger als 1 mA und in aktiviertem Zustand ca. 2 mA, wobei die blinkende LED den größten Stromanteil ausmacht. Leuchtet nach

einem Alarmfall D9 zusätzlich, erhöht sich die Stromaufnahme um ca. 10 mA, da diese LED dann permanent bis zum gesamten Rücksetzen der Anlage eingeschaltet bleibt.

R 2, C 3 dienen dem Eingangsschutz des FF1 vor Störimpulsen.

Abschließend wollen wir noch kurz auf die etwas ungewöhnliche Oszillatorschaltung mit dem FF4 eingehen. Normalerweise wird ein Oszillator, der in CMOS-Technik aufgebaut werden soll, mit 2 Invertern, 1 Widerstand und 1 Kondensator realisiert. Da im IC 4 des Typs CD 4043 in der vorliegenden Schaltungsanwendung noch 1 Speicher unbenutzt war, wurden zu den beiden frequenzbestimmenden Bauelementen R 13, C 6 noch R 14 und R 15 zur Erzeugung einer Hysterese hinzugefügt. In Verbindung mit dem Vorwiderstand R 16 sowie den ohnehin erforderlichen Bauelementen T 2, D 8 und R 12, wurde daraus ein kompletter Oszillator, der eine Leuchtdiode mit ausreichendem Strom treiben kann. Das FF4 ist hierbei nicht als Speicher, sondern lediglich als Puffer mit entsprechender Hysterese geschaltet, da sein zweiter Eingang (Pin 15) permanent auf „high“ liegt.

Der Funktionsablauf ist wie folgt:  
Über D 8, R 12 sowie R 13 wird der Kondensator C 6 langsam aufgeladen. Der Strom durch D 8 ist hierbei so gering, daß diese nicht leuchtet.

Überschreitet der Spannungswert an C 6 einen bestimmten Wert, so schaltet der Ausgang des FF4 (Pin 1) von „low“ nach „high“. Dieses Signal wird direkt vom Gatter N 4 auf dessen Ausgang (Pin 3) übertragen, und zwar solange der zweite Eingang (Pin 2 von N 4) auf „high“ liegt.

Über R 16 schaltet nun der Transistor T 2 durch und entlädt den Kondensator C 6

über R 13. Gleichzeitig leuchtet D 8 auf, da der Kollektor von T 2 den Fußpunkt von R 12 auf Masse zieht.

Nachdem die Spannung an C 6 einen bestimmten Wert unterschritten hat, wechselt der Ausgang von FF4 (Pin 1) wiederum sein Potential, und zwar diesmal von „high“ nach „low“ — T 2 sperrt. Hierdurch kann nun ein erneuter Ladevorgang von C 6 ablaufen. Die Vorgänge laufen mit einer Frequenz von 2 bis 3 Hz ab, bei einem Puls/Pausenverhältnis von 1 zu 5. Die Schaltung arbeitet somit recht stromsparend.

Wie man aus vorstehender Beschreibung ersieht, kann auch mit etwas unkonventionellen Mitteln ein gut funktionierender Oszillator aufgebaut werden.

Doch kommen wir nun zum praktischen Aufbau der Schaltung.

### Zum Nachbau

Ist die Schaltung auch verhältnismäßig komplex, so ist der Nachbau doch einfach durchzuführen. Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen kleinen Leiterplatte Platz. Die Bestückung wird anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet. Auf die richtige Polarität der Elektrolytkondensatoren, Dioden, IC's und Transistoren ist zu achten.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Platine entweder in ein bereits vorhandenes kleines Gehäuse eingebaut werden oder aber auch in das neue ELV-Kfz-Einbaugeschäse. Für letzteres sind die Platinenabmessungen optimal ausgelegt. Die beiden Leuchtdioden D 8 und D 9 werden hierzu ca. 10 mm oberhalb der Leiterplatte im rechten Winkel nach vorne gebogen, damit sie sich später ungefähr in der Mitte der roten durchsichtigen Frontplatte befinden.

Die Leiterplatte selbst wird in die untere Nut des Gehäuses geschoben und ist damit bereits fixiert.

Durch die im betriebsbereiten („scharfen“) Zustand der Anlage blinkende Anzeige, wird in manchen Fällen ein Einbruchversuch von vornherein vereitelt. Aufgrund

der Stabilität des Einbaugeschäses ist es auch für einen gut vorbereiteten professionellen Täter nur schwer möglich, die Anlage innerhalb von 15 Sekunden außer Betrieb zu setzen. Grundsätzlich kann jedoch die Anlage auch ohne weiteres an einem schwer zugänglichen Ort eingebaut werden. Wie bereits erwähnt, können hierzu auch andere Gehäuse Verwendung finden. Letztlich besteht auch die Möglichkeit, die Anlage selbst in einem separaten Gehäuse unterzubringen und lediglich die beiden Leuchtdioden zur optischen Anzeige in das Kfz-Einbaugeschäse einzusetzen.

### Anschluß und Inbetriebnahme

Der Platinenanschlußpunkt „b“ ist mit der Kfz-Masse zu verbinden, während der Platinenanschlußpunkt „a“ möglichst direkt hinter einer Sicherung angeschlossen wird, die permanent, d. h. auch bei ausgeschalteter Zündung Spannung führt.

Der Platinenanschlußpunkt „c“ wird hinter dem Zündschloß angeklemt (bei den meisten Fahrzeugen Klemme 15).

Sowohl die Länge als auch der Querschnitt vorstehend genannter Anschlußleitungen spielen eine untergeordnete Rolle, da nur kleine Ströme fließen.

Die beiden letzten Anschlußpunkte („e“ und „d“) dienen zum Schalten der Hupe. Sie werden parallel zum „normalen“ Hupekontakt geschaltet. Die Zuleitungen sollten aufgrund des großen Stromes möglichst kurz sein und einen Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> (besser 4 mm<sup>2</sup>) aufweisen.

Nachdem das Gehäuse im Fahrzeug eingebaut wurde, ist die Anlage einsatzbereit.

In diesem Zusammenhang wollen wir noch auf eine Besonderheit hinweisen, die allerdings nur bei einigen wenigen Fahrzeugen mit elektrischem Lüfter (einige Ford- und VW-Modelle) für den Kühler auftritt.

Bei diesen Fahrzeugen kann es vorkommen, daß auch bei ausgeschalteter Zündung ca. 1 Minute nach dem Motorstillstand der Lüfter nochmals automatisch eingeschaltet wird. Dies könnte einen ungewollten Alarm auslösen. Es empfiehlt sich daher, den Lüfter so zu schalten, daß er bei ausgeschalteter Zündung nicht selbsttätig wieder einschalten kann. Probleme für

das Fahrzeug selbst treten hierbei normalerweise nicht auf, da bei allen Fahrzeugen mit herkömmlichem Lüfterantrieb die Kühlung auch im selben Moment ausgeschaltet wird, in dem der Motor zum Stillstand gekommen ist.

Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß bei zahlreichen Fahrzeugen die Hupe bzw. die zur Hupe führenden Anschlußleitungen von der Fahrzeugunterseite her zugänglich sind. Professionelle Täter könnten daher leicht eine Unterbrechung dieser Leitungen vornehmen, wodurch die Wirkung der Alarm-Anlage ausgeschaltet wäre. Wir empfehlen daher, die Hupe bzw. die Zuleitungen möglichst so anzuordnen, daß Eingriffe von außen weitgehend unmöglich sind. Günstig ist selbstverständlich auch eine zweite, vollkommen unabhängige Hupe, die von einem Einbrecher nicht vermutet wird und dadurch einen zusätzlichen sicheren Schutz bietet.

### Stückliste

#### Autoalarmsystem AS 2000

#### Halbleiter

IC 1	.....	TLC 271
IC 2	.....	CD 4060
IC 3	.....	CD 4081
IC 4	.....	CD 4043
T 1, T 2	.....	BC 548
T 3	.....	BC 558
D 1, D 10	.....	1 N 4001
D 2-D 4	.....	DX 400
D 5-D 7	.....	1 N 4148
D 8, D 9	.....	LED 3 mm rot

#### Kondensatoren

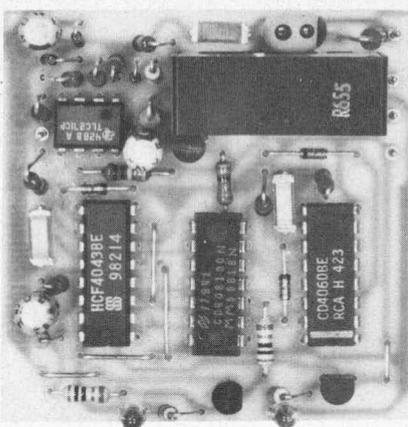
C 1, C 3, C 5	.....	47 nF
C 2, C 4, C 6	.....	10 µF/16 V

#### Widerstände

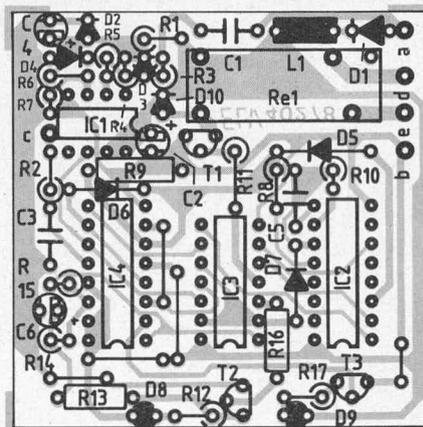
R 1, R 2, R 4, R 5	.....	100 KΩ
R 3, R 13, R 16	.....	10 KΩ
R 6, R 11	.....	2,2 KΩ
R 7-R 10, R 15	.....	100 KΩ
R 12, R 17	.....	1 KΩ
R 14	.....	47 KΩ

#### Sonstiges

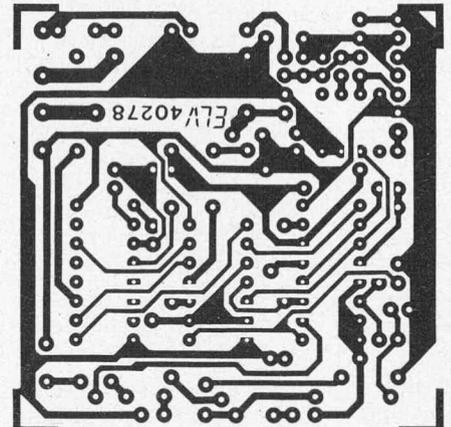
10 cm Silberdraht	
Re 1 Siemens Kartenrelais, stehend,	12 V/ 8 A
L 1 Spule 51 µH	
5 Lötstifte	
6 m Anschlußkabel 0,4 mm <sup>2</sup>	



Ansicht der bestückten Platine

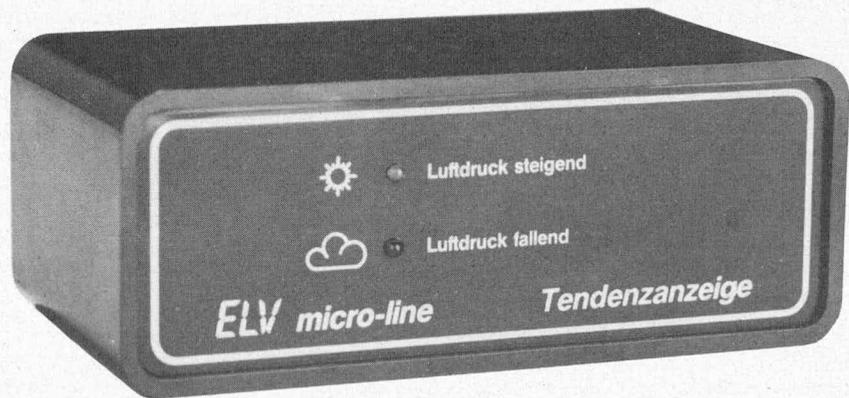


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

# Tendenzanzeige für elektronische Barometer



*Speziell zum Einbau in ein Gehäuse der ELV-Serie micro-line, wurde diese Luftdruck-Tendenzanzeige entwickelt. Durch die universell ausgeführte Schaltung kann sie auch zum nachträglichen Aufrüsten der micro-line Digital-Luftdruckmesser (LED und LCD-Version) oder zur Ergänzung der ELV-Wetterstation 2000 eingesetzt werden.*

## Allgemeines

Die Anzeige der Tendenz des Luftdruckverlaufes liefert wertvolle Hinweise auf die allgemeine Wetterlage sowie für die Vorhersage. Hierbei spielt sowohl die Größe der Luftdruckschwankung als auch die Zeit eine gleichermaßen wichtige Rolle, d. h. nicht allein die Luftdruckschwankung selbst, sondern auch die Geschwindigkeit der Änderung ist von Bedeutung (sofern man bei den extrem langsam ablaufenden Vorgängen überhaupt von Geschwindigkeit reden kann).

Luftdruckänderungen selbst von 10 mbar und mehr, die sich über 24 Stunden und länger hinziehen, haben nur einen mäßigen Einfluß auf die Wetterlage. Hier ist mehr der Absolut-Luftdruck von ausschlaggebender Bedeutung.

Im europäischen Bereich signalisiert ein hoher Luftdruck im Sommer „schönes“ Wetter und im Winter Frost, während ein niedriger Luftdruck im Sommer „schlechtes“ Wetter (Regen) und im Winter milderes Wetter erwarten läßt.

Größere Luftdruckschwankungen, die innerhalb von wenigen Stunden auftreten, deuten auf einen Wetterumschwung hin. Fällt z. B. der Luftdruck innerhalb von 3 Stunden um 10 mbar, so weist dies auf ein Sturmtief hin.

Für die genaue Auswertung ist jedoch die kontinuierliche und vor allem langfristige Überwachung des Luftdruckes erforderlich. Hierfür ist ein Mikro-Computer mit umfangreicher Programmierung hilfreich, allerdings auch vergleichsweise aufwendig.

Wie sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln eine Tendenzanzeige aufbauen läßt, zeigt die hier vorgestellte Schaltung.

Das Prinzip arbeitet nach der „Schleppzeiger-Methode“, mit deren Hilfe die Tendenz zuverlässig erkannt werden kann, während keine Zuordnung zur dafür benötigten Zeit möglich ist. Aber auch ohne letztgenanntes

Kriterium ist der Hinweis auf die Luftdrucktendenz eine interessante zusätzliche Information, nicht zuletzt deshalb, weil auch die Anzeige so lange erhalten bleibt, bis eine Tendenzumkehr erfolgt.

## Zur Schaltung

Kernstück der Schaltung ist eine Druckmeßzelle, die über eine Zahnrad-/Zahnstangen-Konstruktion eine kleine Welle antreibt. Auf dieser Welle befindet sich eine Feder mit ca. 30 mm langer Tastspitze, die in der Art einer Rutschkuppelung auf der Welle befestigt ist.

Die Feder selbst stellt den einen Kontakt eines elektrischen Schalters dar, während die Tastspitze links und rechts an je einen Kontaktstift auf der Leiterplatte anschlagen kann, und zwar je nachdem, ob der Luftdruck fallend oder steigend ist.

Im Schaltbild ist dies durch einen einfachen Umschalter gekennzeichnet, der allerdings auch eine Mittelstellung ohne Kontaktgabe besitzt.

Zur Auswertung der entsprechenden Information der Luftdrucktendenz, dienen die beiden als Komparatoren geschalteten OP's 1 und 2 mit Zusatzbeschaltung.

Befindet sich der Schaltkontakt der Druckmeßzelle an keinem der beiden Anschläge, liegen die Eingänge Pin 2 des OP 1 und Pin 3 des OP 2 über die Widerstände R 2 und R 3 auf halber Betriebsspannung. Da Pin 3 des OP 1 über den Spannungsteiler R 4 bis R 6 auf höherem Potential als Pin 2 liegt, beträgt die Ausgangsspannung an Pin 6 des OP 1 ca.  $+U_B$ , d. h. die am Platinenanschlußpunkt „c“ angeschlossene Leuchtdiode ist erloschen.

Gleiches gilt für den Ausgang des OP 2 (Pin 6), da die an Pin 2 (Minuseingang) anstehende Spannung niedriger ist, als die an Pin 3 (Pluseingang). So ist auch die an dem Platinenanschlußpunkt „d“ angeschlossene Leuchtdiode erloschen.

Bewegt sich nun der Schaltkontakt der Druckmeßeinrichtung in die obere, eingezeichnete Schaltposition (Tendenz steigt), wird die Spannung an Pin 2 (negativer Eingang) des OP 1 größer als die Spannung, die an Pin 3 (positiver Eingang) anliegt. Der Ausgang (Pin 6) wechselt daher von ca.  $+U_B$  auf ca. 0 V. Die an dem Platinenanschlußpunkt „c“ angeschlossene LED leuchtet auf.

Im umgekehrten Fall, wenn sich der Schaltkontakt in der entgegengesetzten Position befindet, wird über den Ausgang des OP 2 (Pin 6) die am Platinenanschlußpunkt „d“ angeschlossene LED eingeschaltet. Dies ist das Signal für „Tendenz fallend“.

Je nachdem, wofür man die Schaltung einsetzen möchte, kann für die Anzeige „Tendenz steigend“ und „Tendenz fallend“, jeweils eine Leuchtdiode eingesetzt werden, oder aber es besteht auch die Möglichkeit, die Segmente „f“ und „e“ der linken Stelle einer bereits vorhandenen digitalen Luftdruckanzeige anzusteuern (z. B. micro-line LED-Barometer).

Für vorstehend beschriebenen Einsatzfall können die zusätzlich im Schaltbild eingezeichneten Bauelemente IC 3, D 1, D 2 sowie R 11 ersatzlos entfallen. Auf die Funktion vorgenannter Bauelemente wollen wir im folgenden näher eingehen:

Da die Schaltung eine sehr geringe Stromaufnahme besitzt, sofern die beiden LED's und die Vorwiderstände R 9 und R 10 ausgebaut werden, eignet sie sich grundsätzlich auch zur Ansteuerung eines LC-Displays und den Betrieb an einer Batterie.

Speziell zum Nachrüsten des ELV-micro-line Präzisions-Digital-Barometers mit LCD-Anzeige, wurde daher noch eine Schaltungsergänzung durch die Bauelemente IC 3, D 1, D 2 sowie R 11 vorgenommen. R 9, R 10 sowie die Ansteuerung der beiden Leuchtdioden entfällt hierbei ersatzlos.

Zunächst wird das Ausgangssignal der OP's 1 und 2 über die Gatter N 1 und N 2 invertiert.

Fällt die Tendenz, wird über D 1 der eine Eingang des Gatters N 4 auf „high“-Potential gezogen, wodurch das am Schaltungspunkt „f“ eingespeiste Backplane-Signal (von der Platine des LCD-Barometers kommend) jetzt invertiert am Platinenanschlußpunkt „g“ ansteht. Dieser Punkt wird direkt mit Pin 2 (Minussegment) der 3,5stelligen LCD-Anzeige des LCD-Barometers verbunden (aus Platzgründen wurde Pin 2 nicht an die Platine angelötet). Dieses Minussegment erscheint auf dem Display bei vorstehend beschriebener Sachlage.

Der Platinenanschlußpunkt „e“ wird mit dem senkrechten Balken des Plussegmentes (Pin 39) der 3,5stelligen LCD-Anzeige verbunden. Dieses Segment ist zunächst nicht aktiviert.

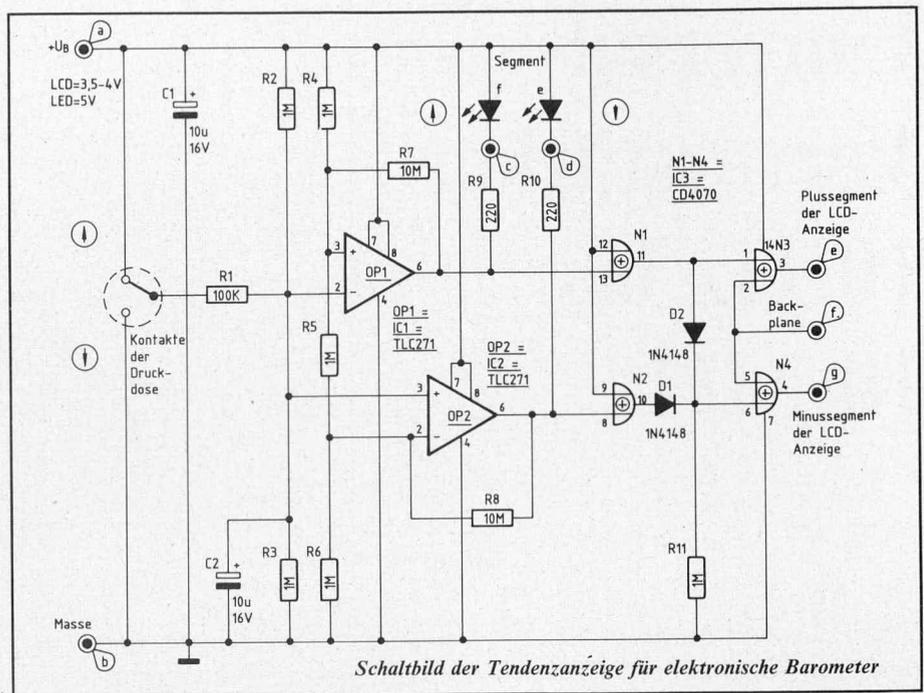
Wechselt jetzt der Schaltkontakt der Druckmeßeinrichtung in Mittelstellung, erlischt auch das Minussegment.

Zuletzt wollen wir noch die eingezeichnete Schaltstellung des Kontaktes besprechen, der eine steigende Tendenz signalisiert. Der Ausgang des OP 1 (Pin 6) führt dann „low“-Potential, wodurch der Ausgang des Gatters N 1 auf „high“ liegt. Hierdurch werden sowohl der Steuereingang des Gatters N 3 als auch über D 2 der entsprechende Eingang des Gatters N 4 auf „high“ gezogen.

Die vorher in Phase zum Backplane-Signal liegenden Ausgangsimpulse an den Platinenanschlußpunkten „e“ und „g“, werden jetzt invertiert, wodurch beide Segmente des Plus-Symboles in der 3,5stelligen LCD-Anzeige erscheinen. Dies ist das Signal für steigende Tendenz.

Die Stromaufnahme der Schaltung liegt bei ca. 0,03 mA und belastet somit die Batterie nur geringfügig, so daß nach wie vor eine ca. 1-jährige Betriebsdauer des LCD-Barometers erreicht wird.

Die Schaltung ist für Versorgungsspan-



Schaltbild der Tendenzanzeige für elektronische Barometer

nungen von 3,5 bis 5 V ausgelegt. Sie ist daher sowohl für die LED- als auch für die LCD-Version geeignet und kann direkt aus der jeweiligen bereits vorhandenen Stromversorgung gespeist werden.

Bei der LED-Version ist dies die Schaltungsmasse sowie der + 5 V-Spannungsanschluß, während bei der LCD-Version die Schaltungsmasse und die stabilisierte 3,85 V Betriebsspannung zur Versorgung dient.

Zusätzlich ist selbstverständlich bei der LCD-Version das Backplane-Signal (Pin 1 und Pin 40 der LCD-Anzeige) auf den Eingang des Platinenanschlußpunktes „f“ der Tendenzanzeige zu führen.

### Zum Nachbau

Die Bestückung der Platine wird anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise

vorgenommen, wobei zunächst die passiven und dann die aktiven Bauelemente einzusetzen und zu verlöten sind.

Die Druckmeßeinrichtung mit ihrer empfindlichen Mechanik ist als letztes vorsichtig einzubauen. Die Meßspitze der Druckmeßeinrichtung wird vorsichtig zwischen die beiden Schaltkontakte geführt.

Der Widerstand R 1 stellt die Verbindung zwischen Leiterplatte und Druckmeßeinrichtung dar. Er wird also mit der einen Seite an den entsprechenden Punkt auf der Leiterplatte gelötet und mit der anderen Seite oben an den Quersteg der Druckmeßeinrichtung vorsichtig angelötet, wie dies auch aus der Abbildung hervorgeht. Die Lötstelle sollte ausreichend, jedoch nicht zu sehr erwärmt werden, damit das Kunststoffgehäuse zur Aufnahme der Druckmeßeinrichtung nicht beschädigt wird.

### Stückliste

#### Tendenzanzeige für elektronische Barometer

#### Halbleiter

IC 1, IC 2	.....	TLC 271
IC 3	.....	CD 4070
D 1, D 2	.....	1 N 4148

#### Kondensatoren

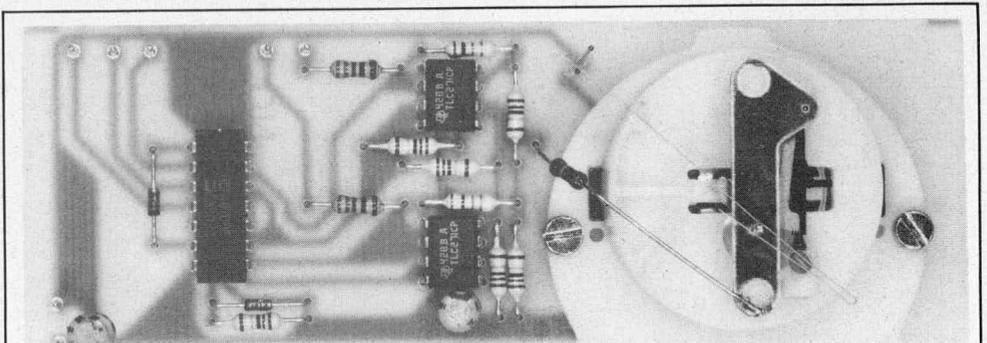
C 1, C 2	.....	10 µF/16 V
----------	-------	------------

#### Widerstände

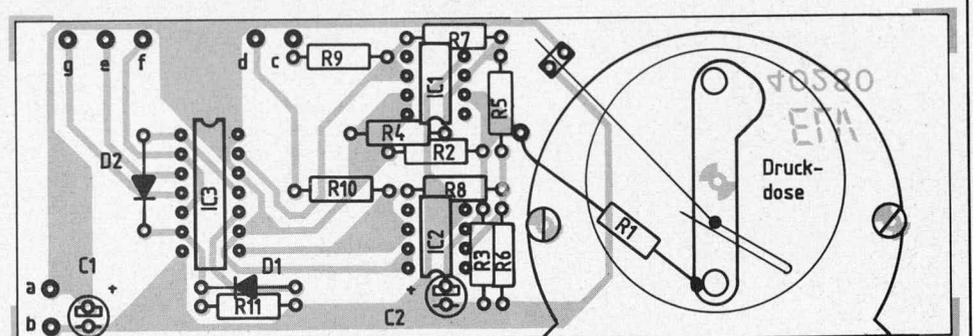
R 1	.....	100 KΩ
R 2-R 6, R 11	.....	1 MΩ
R 7, R 8	.....	10 MΩ
R 9, R 10	.....	220 Ω

#### Sonstiges

- 1 Druckdose
- 2 Schrauben M 3 x 8
- 2 Muttern M 3
- 7 Lötstifte

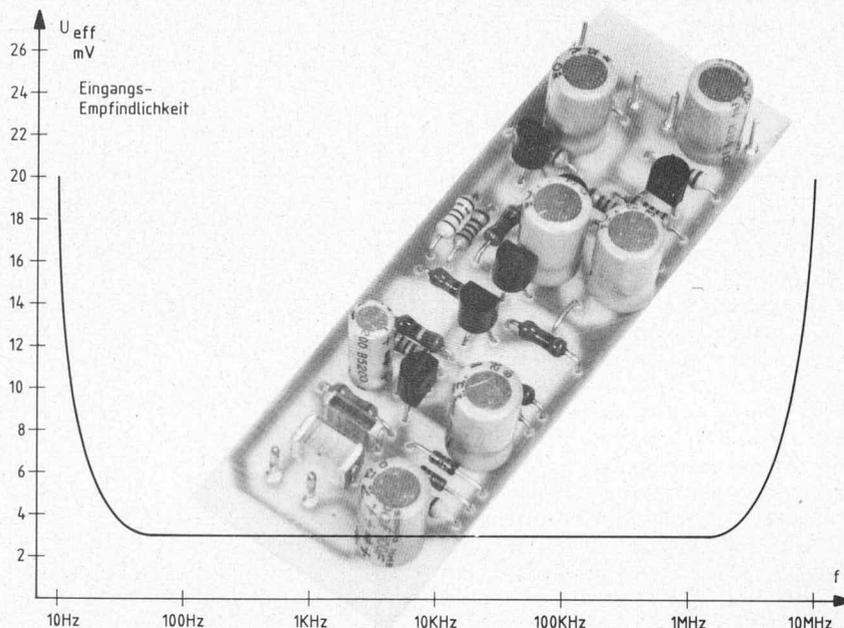


Ansicht der fertig aufgebauten Platine der Tendenzanzeige für elektronische Barometer



Bestückungsseite der Platine der Tendenzanzeige für elektronische Barometer

# Universal- Vorverstärker 10 Hz bis 10 MHz



**Damit der ELV-Einbauzähler EZ 1 auch für kleine Eingangspegel geeignet ist, wurde ein entsprechender Vorverstärker mit hoher Eingangsempfindlichkeit entwickelt. Durch die große Bandbreite kann dieser Vorverstärker jedoch auch für zahlreiche andere Frequenzzähler universell eingesetzt werden.**

## Allgemeines

Frequenzzähler in ihrer einfachsten Version benötigen an ihrem Eingang im allgemeinen ein Digital-Signal mit einer Amplitude, die in der Größenordnung der Versorgungsspannung liegt. Um nun zu einer universellen Einsatzmöglichkeit zu kommen, ist das Vorschalten eines entsprechend empfindlichen Vorverstärkers notwendig.

Im ELV-Labor wurde eine entsprechende Vorverstärkerschaltung aufgebaut, die einen Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 MHz bei guter Empfindlichkeit abdeckt. Im Bereich bis 1 MHz, der für den ELV-Low-Cost-Einbauzähler EZ 1 in Frage kommt, ist die Empfindlichkeit sogar ausgezeichnet und liegt bei wenigen mV.

Die Versorgungsspannung kann im Bereich von 8 bis 12 V liegen. Der Eingangswiderstand beträgt 1 M $\Omega$  und belastet das Meßobjekt dadurch nur gering.

## Zur Schaltung

Das Eingangssignal wird über C 2 vom Gleichspannungsanteil befreit und über R 2/C 3 auf das Gate des FET 1 gegeben. Mit R 1 wird das Gleichspannungspotential von T 1 auf Masse festgelegt.

D 1 und D 2 dienen zum Schutz des Eingangs von Überspannungen, so daß selbst 100 V der Schaltung keinen Schaden zufügen können.

Die Gleichstromeinstellung im Ausgangskreis von T 1 erfolgt durch den Widerstand R 4. Wechseltungsmäßig wird über C 5 dieser Punkt auf Masse gelegt, so daß sich in den unteren bis mittleren Frequenzbereichen durch T 1 zusätzlich eine kleine Spannungsverstärkung ergibt. Im wesentlichen dient T 1 jedoch der Pufferung des Eingangssignales (hochohmiger Eingang — niederohmiger Ausgang).

R 3 stellt die ausgangsseitige Belastung des Transistors T 1 dar.

Über C 4 wird das Wechseltungssignal auf den einen Eingang des Differenzverstärkers T 2, T 3 gegeben.

R 5, R 6 legen den Arbeitspunkt dieser Verstärkerstufe genau auf die halbe Betriebsspannung.

Am Kollektor von T 2 wird das Meßsignal abgegriffen und auf die Basis eines 3stufigen, aus T 4 bis T 6 sowie Zusatzbeschaltung bestehenden Gleichspannungsverstärkers gegeben. Zwei Stufen davon liegen wechseltungsmäßig über C 7 und C 8 ebenfalls auf Masse, wodurch sich eine erhöhte Verstärkung ergibt.

Eine Rückführung des Ausgangssignales geschieht über R 9 auf die Basis von T 3, die den zweiten Eingang des Differenzverstärkers (T 2, T 3 mit Zusatzbeschaltung) darstellt.

Mit dem Kondensator C 6 wird das Ausgangssignal integriert, wobei eine große Zeitkonstante gewählt wurde, um auch bei niedrigen Meßfrequenzen keine unnötigen Schwankungen der Basis-Spannung von T 3 zu erhalten.

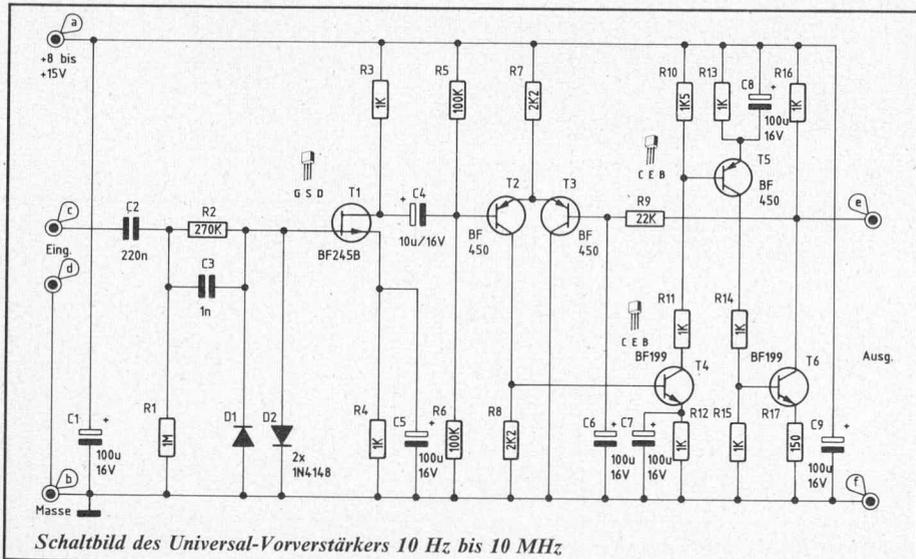
Da die Schaltung praktisch keine Hysteresis besitzt, kann der Verstärker im Ruhezustand zu Eigenschwingungen neigen. Dies ist systembedingt und nicht von Bedeutung. Sobald ein Eingangssignal anliegt, arbeitet die Schaltung einwandfrei.

## Zum Nachbau

Beim Nachbau geht man zweckmäßigerweise anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Reihenfolge vor.

Zunächst werden die Widerstände, dann die Kondensatoren und zuletzt die Halbleiter auf die Platine gesetzt und verlötet.

Da keinerlei Einstellarbeiten auszuführen sind, ist der Nachbau damit bereits beendet.



Schaltbild des Universal-Vorverstärkers 10 Hz bis 10 MHz

**Stückliste  
Universal-Vorverstärker  
10 Hz bis 10 MHz**

**Halbleiter**

- T 1 ..... BF 245 B
- T 2, T 3 ..... BF 450
- T 4, T 6 ..... BF 199
- T 5 ..... BF 450
- D 1, D 2 ..... 1 N 4148

**Kondensatoren**

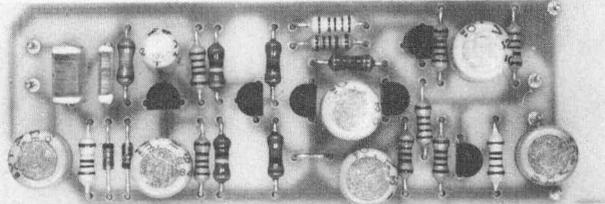
- C 1, C 5-C 9 ..... 100 µF/16 V
- C 2 ..... 220 nF
- C 3 ..... 1 nF
- C 4 ..... 10 µF/16 V

**Widerstände**

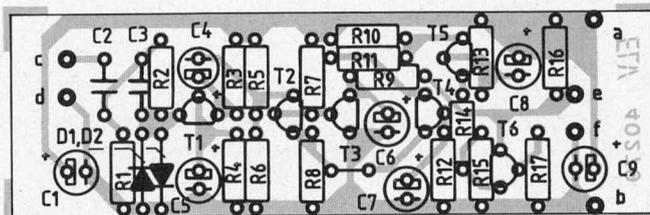
- R 1 ..... 1 MΩ
- R 2 ..... 270 KΩ
- R 3, R 4 ..... 1 KΩ
- R 5, R 6 ..... 100 KΩ
- R 7, R 8 ..... 2,2 KΩ
- R 9 ..... 22 KΩ
- R 10 ..... 1,5 KΩ
- R 11-R 16 ..... 1 KΩ
- R 17 ..... 150 Ω

**Sonstiges**

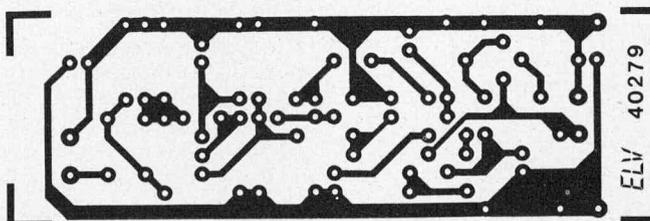
6 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine des Universal-Vorverstärkers 10 Hz bis 10 MHz



Bestückungsseite der Platine des Universal-Vorverstärkers 10 Hz bis 10 MHz



Leiterbahnseite der Platine des Universal-Vorverstärkers 10 Hz bis 10 MHz

**Digital-Multimeter ADM 10 A**



Sonderpreis:  
nur DM 179,-  
Best.-Nr. ADM 10 A  
dazu passende Bereitschafts-  
tasche (ADB 10 T) DM 16,50

Das ADM 10 A ist eine Weiterentwicklung des beliebten ADM 10. Hier die herausragenden Daten in Kurzform.

- wahlweise automatische oder manuelle Bereichswahl
- 10 A Meßbereich
- Diodentester
- erhöhte Genauigkeit
- 0,1 Ω - 20 MΩ Widerstandsmessung

Zu beziehen bei:  
ELV · Postfach 14 20 · 2950 Leer

Das ADM 10 A ist ein hochentwickeltes, präzises Digital-Multimeter mit vollautomatischer Bereichswahl. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, die Bereiche manuell über Tastendruck zu wählen. Dies ist sinnvoll, wenn Serienmessungen immer in demselben Meßbereich durchgeführt werden sollen. In der Grundstellung „Automatik“ muß nur noch der Spannungs-, Strom- oder Widerstandsmeßbereich eingestellt werden. Das andere macht das ADM 10 A vollautomatisch. Der endgültige Meßwert wird direkt im Display mit Meßbereich und Einheit angezeigt. Hierdurch werden Meßfehler, die durch falsches Ablesen des Meßbereiches entstehen können ausgeschlossen.

Weitere Besonderheiten des ADM 10 A sind: 100 MΩ Eingangswiderstand im 200 mV-Bereich, Widerstandsmessungen im Bereich von 0,1 Ω bis 20 MΩ sowie Durchgangsprüfer (unter ca. 20 Ω ertönt ein Pfeifton - auch abschaltbar).

Die geringe Leistungsaufnahme von ca. 5 mW, gewährleistet eine hohe Batterie-Lebensdauer. Eine zu geringe Batteriespannung wird durch ein „B“ in der Anzeige angezeigt.

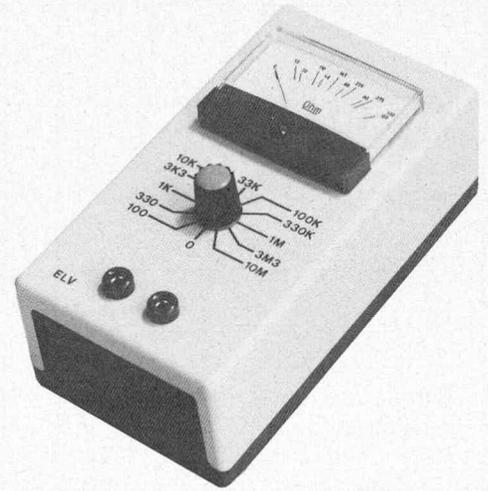
Dieses handliche, vollautomatische Digital-Multimeter sollte in keiner Werkstatt und in keinem Service-Koffer fehlen.

**Technische Daten**

- Anzeige: LCD max. 1999 oder -1999
- Bereichswahl: vollautomatisch
- Überlastschutz: max. 1000 Volt/1 Minute
- Überlaufanzeige: Display zeigt „1“ oder „-1“ (Überlastungsanzeige)
- Polarität: automatische Polaritätsumschaltung, minus wird durch „-“ angezeigt
- Batterieanzeige: unterschreitet die Batteriespannung die Betriebsspannung, erscheint ein „B“ in der Anzeige
- Umgebungstemperatur: 0° C bis 40° C (bei weniger als 80 % relativer Luftfeuchtigkeit)
- Lagertemperatur: -20° C bis 60° C (bei weniger als 70 % relativer Luftfeuchtigkeit)
- Spannungsversorgung: 2 1,5-V-Batterien (Mignonzellen)
- Leistungsaufnahme: typisch 5 mW
- Laufzeit der Batterie: ca. 500 Stunden (Dauerbetrieb)
- Abmessungen: 80 x 160 x 30 mm (B x L x H)
- Gewicht: ca. 200 g mit Batterien

Funktion	Bereich	Genauigkeit
Gleichspannungsmessbereich DC V	200,0 mV	± 0,5% vA ± 2 Digit
	2,000 V	± 0,7% vA ± 1 Digit
	200,0 V	
Wechselspannungsmessbereich AC V	1000 V	vA = von der Anzeige
	2,000 V	± 1,0% vA ± 5 Digit (40 Hz bis 500 Hz)
	200,0 V	
Widerstandsmessbereich Ω	750 V	± 0,8% vA ± 3 Digit
	200,0 Ω	
	2,000 Ω	
	20,00 kΩ	
Gleichstrommeßbereich DCA	2000 kΩ	± 0,8% vA ± 1 Digit
	20 MΩ	
	2000 mA	
	10 A	
Wechselstrommeßbereich ACA	200 mA	± 1,2% vA ± 1 Digit
	10 A	
Diodentest	200 mA	± 1,5% vA ± 5 Digit
	10 A	
Diodentest	Teststrom	VF (Forward Voltage)
	0,6 mA	kleiner als 1,5 V

# Analog-Ohmmeter mit linearer Skala



*Diese kleine Schaltung zur Widerstandsmessung ist für den Anschluß eines preiswerten analogen Zeigerinstrumentes ausgelegt. Als Besonderheit ist neben einem großen Meßbereichumfang der lineare Skalenverlauf zu nennen.*

## Allgemeines

Diese Schaltung, die ausschließlich mit handelsüblichen und preiswerten Bauelementen zu realisieren ist, kann sowohl als eigenständiges komplettes Ohmmeter in Verbindung mit einem preiswerten Analog-Zeigerinstrument dienen sowie auch als Zusatzschaltung für ein vorhandenes Vielfachinstrument eingesetzt werden.

Die Aufteilung der Skala für die beiden Grundmeßbereiche (0–100 Ω bzw. 0 bis 330 Ω) ist in Bild 1 dargestellt. Erstgenannte ist im allgemeinen serienmäßig erhältlich, während die Einteilung von 0 bis 330 Ω ggf. zusätzlich mit wasserfestem Filzstift oder besser mit Rubbelbuchstaben aufzubringen ist.

Die prinzipielle Funktionsweise der Schaltung ist wie folgt:

Eine umschaltbare Konstantstromquelle speist den unbekanntem Widerstand  $R_x$ . Der Zusammenhang zwischen dem Spannungsabfall an  $R_x$  und der Widerstandsgröße ist vollkommen linear.

Damit die Widerstandsmessung, besonders in den hochohmigeren Bereichen, nicht durch den Strombedarf des analogen Anzeigeinstrumentes verfälscht wird, muß unbedingt ein extrem hochohmiger Trendverstärker (Impedanzwandler) zwischen

dem auszumessenden Widerstand und Anzeigeinstrument geschaltet werden.

## Zur Schaltung

T 1 stellt in Verbindung mit R 14, R 17 sowie D 4 eine Konstantstromquelle dar, die unabhängig von der Batterieversorgungsspannung die Z-Diode D 5 speist. Hierdurch wird eine gute Spannungskonstanz erreicht.

Mit Hilfe des Spannungsteilers R 15, R 16 wird über R 18 ein Teil dieser Referenzspannung auf den invertierenden (–) Eingang des OP 1 gegeben. Im Rückkopplungszweig liegt zur Schwingneigungsunterdrückung der Kondensator C 9.

Der nicht invertierende (+) Eingang des OP 1 erhält über R 19 die Spannung zugeführt, die am Referenzwiderstand R 1 abfällt (Schalterstellung von S 2 wie eingezeichnet). Hierbei gehen wir mit hinreichender Genauigkeit davon aus, daß ein zusätzlicher, am Schalterkontakt auftretender Spannungsabfall vernachlässigt werden kann, zumal die hier fließenden Ströme sehr gering sind.

Der Ausgang des OP 1 steuert nun über R 20 den FET T 2 des Typs BF 245 so an, daß die Spannungen an den beiden Eingängen des OP 1 genau gleich sind. Dies ist dann der Fall, wenn der Spannungsabfall an R 1 gleich ist mit dem Teilbetrag der Re-

ferenzspannung, der mit R 15, R 16 über R 18 dem invertierenden Strom durch R 1, da sowohl die Spannung U als auch der Widerstand R (R 1) konstant sind.

Nach der Formel  $I = U : R$  bedeutet dies einen konstanten Strom durch R 1, da sowohl die Spannung U als auch der Widerstand R (R 1) konstant sind.

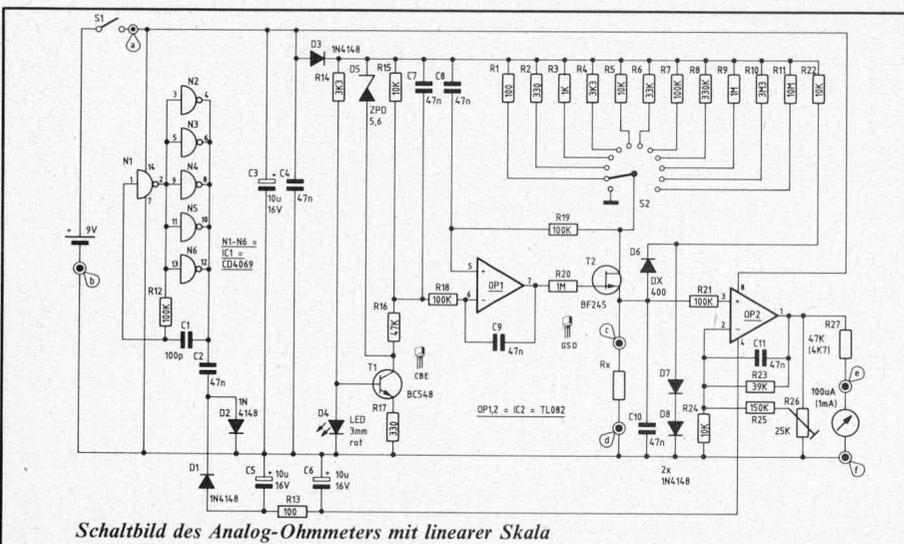
Da weder über R 19, R 20 noch über R 21 ein nennenswerter Stromabfluß erfolgt, muß somit der durch R 1 hindurchfließende Konstantstrom in voller Größe unverändert auch durch den auszumessenden Widerstand  $R_x$  hindurchfließen.

Dies bedeutet, daß bei größer werdendem auszumessendem Widerstand  $R_x$  auch der Spannungsabfall in genau gleichem Maße, d. h. linear, zunimmt (selbstverständlich nur im vorgesehenen Betriebsbereich der Schaltung).

Über R 21 wird der an  $R_x$  auftretende Spannungsabfall praktisch belastungsfrei auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2 gegeben, der als Impedanzwandler und DC-Verstärker arbeitet. Mit R 26 kann eine geringfügige Korrektur des Skalenfaktors vorgenommen werden. Hierauf gehen wir jedoch zu einem späteren Zeitpunkt noch ein.

Die Dioden D 6 bis D 8 sorgen dafür, daß auch bei offenen Meßklemmen die Spannung nicht über 2 V ansteigt, um auch gefahrlos Messungen in Halbleiterschaltungen durchführen zu können. Für D 6 wurde der hochsperrende Typ DX 400 eingesetzt, damit auch im 10 MΩ-Bereich keine Meßwertverfälschung durch Parallelströme auftreten kann.

Da zur Ansteuerung des FET T 2 negative Spannungen erforderlich sind, wird mit Hilfe des IC 1 mit Zusatzbeschaltung aus der positiven 9 V-Batteriespannung eine zusätzliche negative Versorgungsspannung generiert. Die Gatter N 1 bis N 6 stellen in Verbindung mit R 12 und C 1 einen Oszillator dar, der auf einer Frequenz von ca. 100 kHz schwingt. Über C 2, D 2 wird die Amplitude auf die Schaltungsmasse (negativer Batterieanschluß) bezogen und über D 1/C 5 gleichgerichtet, so daß sich daraus die negative Versorgungsspannung von ca. –7 V ergibt. Über R 13, C 6 wird diese Spannung weiter geglättet, bevor sie auf



Schaltbild des Analog-Ohmmeters mit linearer Skala

den negativen Versorgungsspannungsanschluß des IC 2 (OP 1 und OP 2) gelangt. Der positive Versorgungsspannungsanschluß des IC 2 wird direkt über den Schalter S 1 auf den Plus-Batterieanschluß geführt.

Die Diode D 3 dient zur Erzeugung eines zusätzlichen Spannungsabfalles der Referenzspannung gegenüber der positiven Versorgungsspannung, damit die beiden Eingänge des OP 1 sich immer im zulässigen Arbeitsbereich befinden und nicht zu dicht an die positive Versorgungsspannung heranreichen.

Durch Umschalten von S 2 können insgesamt 11 verschiedene Referenzwiderstände eingeschaltet werden, woraus sich entsprechende Konstantströme herleiten, die sich im selben Verhältnis wie die Referenzwiderstände ändern. Dies beruht auf der Tatsache, daß die Referenzspannung unverändert bleibt.

### Zum Nachbau

Das Layout der Platine ist so ausgelegt, daß außer dem Meßinstrument und der Batterie sämtliche Bauelemente darauf untergebracht werden können. Hierdurch wird der Aufbau besonders erleichtert. Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zuerst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Als Referenzwiderstände R 1 bis R 11 sollten möglichst Metallfilmwiderstände mit einer Toleranz von 1 % und einem Temperaturkoeffizienten von 50 ppm (Tk 50) eingesetzt werden. Im allgemeinen ist dies auch bis einschließlich R 9 (1 M $\Omega$ ) problemlos möglich, da der Wertebereich der handelsüblichen Metallfilmwiderstände so weit reicht. Für R 10 (3,3 M $\Omega$ ) und R 11 (10 M $\Omega$ ) wird man sich mit 5%-Kohleschichtwiderständen begnügen.

Höhere Genauigkeiten anzustreben, steht in keinem Verhältnis zum übrigen Schaltungsaufwand und zur Genauigkeit der

meisten handelsüblichen Analog-Anzeigeelemente. Letztere weisen meistens eine Genauigkeit von 2 % auf. Instrumente mit einer Genauigkeit von 1 % hingegen sind außerordentlich selten und erheblich teurer.

### Zum Abgleich

Die Einstellung des Skalenfaktors mit dem Trimmer R 26 erfolgt anhand eines bekannten Meßwiderstandes, der im Bereich zwischen 500  $\Omega$  und 100 k $\Omega$  liegen sollte.

Dieser Widerstand wird nun als „R<sub>x</sub>“ an die beiden Meßklemmen gelegt.

Mit S 2 wird der entsprechende Meßbereich eingestellt, wobei man sich in der oberen Hälfte des Meßbereiches bewegen sollte.

Mit R 26 wird nun der genaue Wert des angeschlossenen Meßwiderstandes auf dem Zeigerinstrument eingestellt.

Falls der Einstellbereich von R 26 nicht ausreicht, so kann der Wert von R 23 je nach Erfordernis vergrößert oder verkleinert werden.

Damit ist das Gerät bereits fertiggestellt, da alle übrigen Meßbereiche automatisch in den zulässigen Toleranzen liegen.

### Genauigkeit

Wie vorstehend erwähnt, weisen die meisten gängigen Zeigerinstrumente eine Genauigkeit von 2 % auf.

Da die Abweichungen aller übrigen Bauelemente, die einen nennenswerten Einfluß auf die Genauigkeit ausüben, unterhalb dieses Toleranzwertes liegen, kann man in den Meßbereichen von 100  $\Omega$  bis 1 M $\Omega$  eine typische Genauigkeit von 2,5 % erwarten. Lediglich in den beiden höchsten Ohm-Bereichen wird aufgrund der verwendeten Referenzwiderstände die Genauigkeit bei ca. 5 % liegen.

Die Schaltung besitzt keinen Unterspannungsindikator, daher sollte man sich von Zeit zu Zeit Gewißheit über die ausreichende Spannungshöhe der zur Versorgung dienenden Batterie verschaffen.

### Stückliste Analog-Ohmmeter mit linearer Skala Halbleiter

IC 1	CD 4069
IC 2	TL 082
T 1	BC 548
T 2	BF 245
D 1-D 3	1 N 4148
D 4	LED 3 mm rot
D 5	ZPD 5,6
D 6	DX 400
D 7, D 8	1 N 4148

### Kondensatoren

C 1	100 pF
C 2, C 4, C 7, C 8	47 nF
C 3, C 5, C 6	10 $\mu$ F/16 V
C 9, C 10, C 11	47 nF

### Widerstände

R 1, R 13	100 $\Omega$
R 2, R 17	330 $\Omega$
R 3	1 K $\Omega$
R 4, R 14	3,3 K $\Omega$
R 5, R 15, R 22	10 K $\Omega$
R 6	33 K $\Omega$
R 7, R 12, R 18	100 K $\Omega$
R 8	330 K $\Omega$
R 9, R 20	1 M $\Omega$
R 10	3,3 M $\Omega$
R 11	10 M $\Omega$
R 16	47 K $\Omega$
R 19, R 21	100 K $\Omega$
R 23	39 K $\Omega$
R 24	10 K $\Omega$
R 25	150 K $\Omega$
R 26	25 K $\Omega$ Trimmer stehend
R 27	47 K $\Omega$ /4,7 K $\Omega$

### Sonstiges

- 6 Lötstifte
- 1 Batterieclip 9 V
- 1 ITT Präzisionsdrehschalter 12.1 S
- 1 Schalter, 1 x um
- 2 Schrauben M3 x 6 mm
- 1 Spannzangendrehkopf 14 mm mit Deckel und Pfeilscheibe

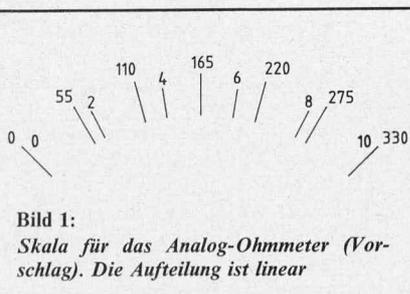
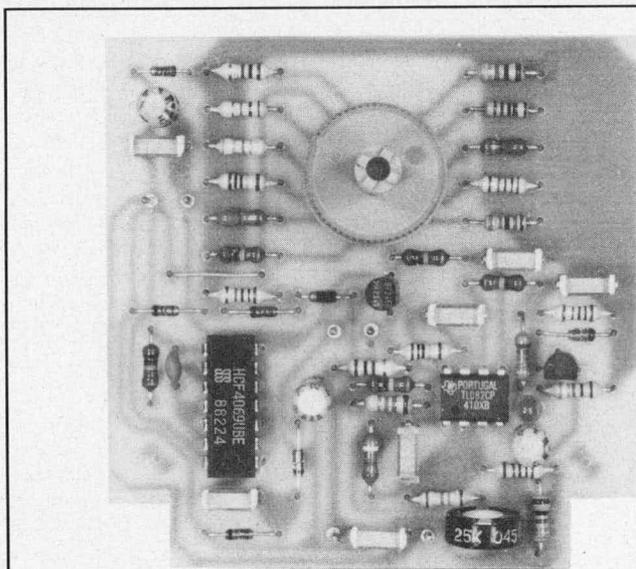
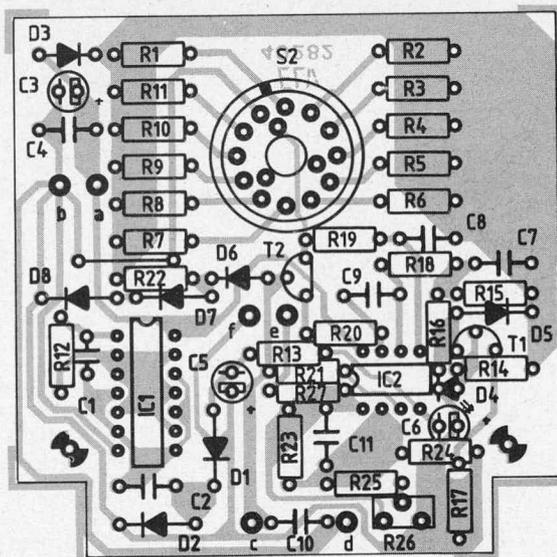


Bild 1:  
Skala für das Analog-Ohmmeter (Vorschlag). Die Aufteilung ist linear

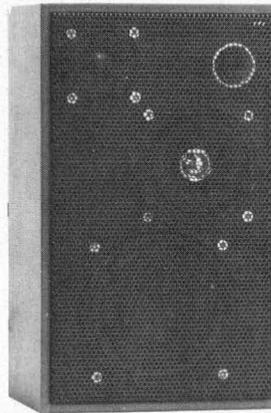


Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Analog-Ohmmeters mit linearer Skala



Bestückungsseite der Platine des Analog-Ohmmeters mit linearer Skala

# Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30



*Drei integrierte Leistungsverstärker mit vorgeschalteten elektronischen Filtern sowie ein eingebautes Leistungsnetzteil, bilden in Verbindung mit drei hochwertigen Lautsprechersystemen die wesentlichen Komponenten dieser im ELV-Labor entwickelten außergewöhnlichen HiFi-Aktivbox mit kompakten Abmessungen.*

*Durch die Verwendung von modernsten Bauelementen neuester Technologien, die auch in der Industrie in Großserie eingesetzt werden, ist der Nachbau trotz der komfortablen und kompromißlosen Konzeption erstaunlich günstig möglich.*

## Allgemeines

Auf die Entwicklung der hier vorgestellten Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox darf das ELV-Team wohl zu Recht mit Stolz blicken. Nachfolgend die herausragenden Daten in Kurzform:

- 3 unabhängige HiFi-Lautsprechersysteme,
- 3 unabhängig voneinander arbeitende Leistungsendstufen,
- elektronische aktive Frequenzweiche, bestehend aus 3 hochwertigen elektronischen Filtern,
- zusätzlicher vorgeschalteter Gesamtfrequenzbereichsfilter mit Vorverstärker,
- eingebautes 220 V Leistungsnetzteil,
- Gesamtsinusdauerleistung der Endstufen: ca. 30 W,
- integrierter Überlastungsschutz,
- integrierter Überhitzungsschutz,
- integrierter Kurzschlußschutz,
- Leistungsbandbreite der Gesamtbox: 60 Hz bis 18 kHz,
- eingebauter Baßreflexkanal zur Steigerung der Klangfülle im Baßbereich,
- 3 eingebaute Klangregler zur individuellen Anpassung der Lautstärke von Baß-, Mittel- und Hochtonbereich,
- umschaltbare Eingangsempfindlichkeit zur wahlweisen Ansteuerung, entweder durch einen Lautsprecheranschluss oder durch den Ausgang eines Vorverstärkers,
- Abmessungen: Breite: 155 mm, Höhe: 260 mm, Tiefe: 130 mm,
- Gewicht: ca. 3 kg
- Bruttovolumen: 5,2 l
- Nettovolumen: ca. 3,0 l

Vorstehende Ausführungen lassen erkennen, daß es sich in der Tat um eine außergewöhnliche Lautsprecherbox handelt, bei deren Entwicklung keinerlei Kompromisse eingegangen wurden.

Bevor wir auf die näheren schaltungstechnischen und konstruktiven Einzelheiten eingehen, wollen wir zunächst auf das Prinzip und die Vorteile einer Aktiv-Lautsprecherbox eingehen.

## Das Prinzip einer Aktiv-Box

Wie dem engagierten Hobby-Elektro-Akustiker bekannt ist, stellt auch heute noch die Umwandlung des elektrischen NF-Signales in ein akustisches Signal über die Lautsprecherbox, das schwächste Glied in der Übertragungskette von NF-Signalen dar.

Es vergeht kaum ein Jahr, in dem von seiten der Lautsprecherindustrie nicht „sensationsvolle“ Neuentwicklungen angekündigt und vorgestellt werden, die erhebliche Verbesserungen verheißen. Was letztlich davon übrig bleibt, ist vergleichsweise wenig. Schaut man sich die Konstruktion von hochwertigen Lautsprechersystemen einmal näher an, so ist der wesentliche und prinzipielle Aufbau heute nicht nennenswert anders als vor 20 Jahren. Gravierende Veränderungen, die sich zudem am Markt durchgesetzt und bestehende Systeme verdrängt haben, hat es nicht gegeben.

So ist auch heute ein sorgfältig dimensioniertes und präzise gefertigtes elektrodynamisches Lautsprechersystem in konventioneller Bauweise das Kernstück der meisten Lautsprecherboxen. Zur Verbesserung der Übertragungsbandbreite setzt man häufig mehrere Systeme nebeneinander ein. Jedes Lautsprechersystem hat hierbei einen bestimmten eingegrenzten Frequenzbereich zu übertragen, für den es speziell ausgelegt wurde. Neben Systemen mit zwei Wegen dürften die meiste Verbreitung wohl die 3-Wege-Lautsprecherboxen gefunden haben. Hierbei wird das NF-Signal in 3 Frequenzbereiche aufgeteilt. Dem Baßlautsprecher werden nur die Frequenzen unterhalb

1 kHz zugeführt, dem Mitteltonlautsprecher die Frequenzen zwischen 1 kHz und 5 kHz und dem Hochtonlautsprecher die Frequenzen oberhalb 5 kHz. Die Trennfrequenzen können selbstverständlich den Erfordernissen angepaßt werden.

Damit die elektrischen und akustischen Eigenschaften einer HiFi-Box verbessert werden können, ist es erforderlich, die Schwachstelle eines Passiv-Box zu untersuchen, um auf diese Weise zu sinnvollen, d. h. hörbaren Verbesserungen zu gelangen.

Diese Schwachstelle stellt in einer Passiv-Box die Frequenzweiche dar, die trotz modernster Technik, genauester Dimensionierung und sorgfältigster Verarbeitung einer weiteren Verbesserung im Wege steht.

Die zur Aufteilung des NF-Signales in 3 Teilbereiche erforderliche Frequenzweiche, befindet sich nach herkömmlicher Bauweise zwischen dem Ausgang eines Leistungsverstärkers und den drei Lautsprecherchassis. Diese weit verbreitete Konstruktionsweise hat jedoch folgende Nachteile.

1. Erhebliche Verluste in der Weiche, die im Bereich von 50 % und mehr liegen können. Hierdurch wird die nutzbare Verstärkerleistung entsprechend reduziert, so daß von 50 W abgegebener Verstärkerleistung u. U. nicht einmal 25 W tatsächlich an den Lautsprechern anliegen.
2. Keine einwandfreie Trennung des Frequenzbereiches durch die Toleranzen der Komponenten der Frequenzweiche, die durch die zu übertragende Leistung mehr oder weniger stark belastet werden.
3. Keine ausreichende Entkoppelung der verschiedenen Lautsprechersysteme, dadurch unerwünschte Rückwirkungen zwischen den Lautsprechern.

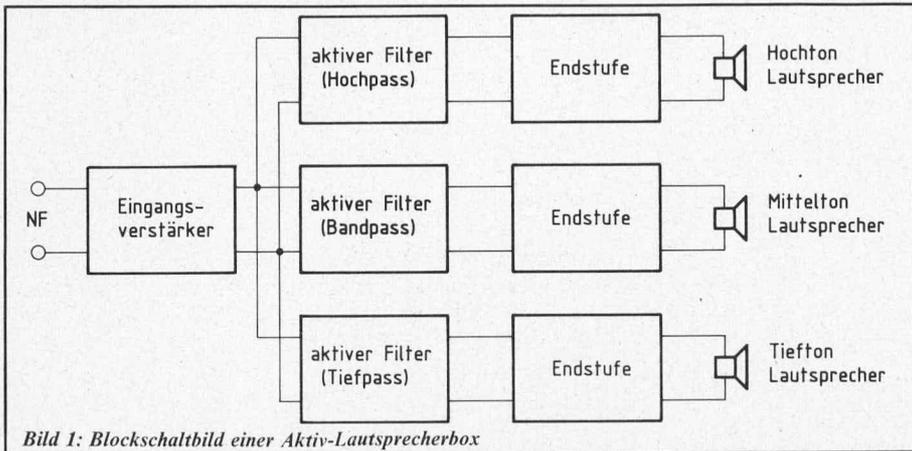


Bild 1: Blockschaltbild einer Aktiv-Lautsprecherbox

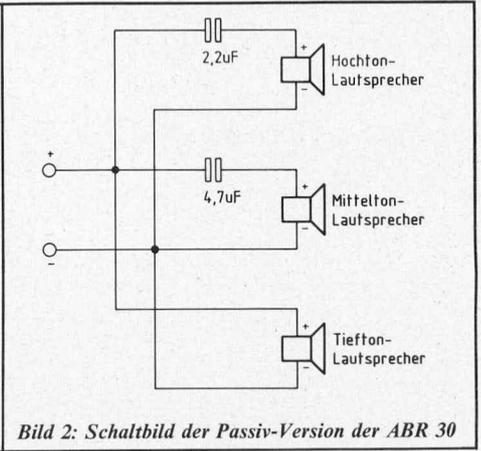


Bild 2: Schaltbild der Passiv-Version der ABR 30

- Keine optimale Bedämpfung der Lautsprecher durch den Verstärker, da sich die Frequenzweiche zwischen dem Verstärker und den Lautsprechern befindet.
- Ungünstige Leistungsbilanz, die durch den nicht optimalen, frequenzabhängigen Abschluß des Verstärkers zu erklären ist.
- Keine sauberen Ein- und Ausschwingvorgänge in dem von den Elementen der Frequenzweiche und den Lautsprechern gebildeten RLC-Netz. Dieses Problem ist besonders gravierend bei der Übertragung von impulsförmigen Klangeffekten.

Vorgenannte Probleme und Nachteile einer passiven Lautsprecherbox sind auf die Tatsache zurückzuführen, daß sich zwischen dem Ausgang des Verstärkers und den Lautsprechern ein RLC-Glied (die Frequenzweiche) befindet. Abhilfe kann dadurch geschafft werden, daß der Lautsprecher direkt am Ausgang des Verstärkers angeschlossen wird. Da wiederum ein einziger Lautsprecher nicht den gesamten Frequenzbereich von 60 bis 18000 Hz abstrahlen kann, wird für jeden Lautsprecher ein separater Verstärker erforderlich. Die Aufteilung der Frequenzbereiche findet dann vor den Leistungsverstärkern, d. h. im Bereich der Vorverstärker statt.

In Bild 1 ist der prinzipielle Aufbau einer hochwertigen Aktiv-Box dargestellt, nach dem auch die ELV ABR 30 arbeitet.

Die aus 3 aktiven elektronischen Filtern bestehende Frequenzweiche befindet sich, wie bereits erwähnt, bei den Aktiv-Boxen im Bereich der Vorverstärker. Da die hier zu verarbeitenden Leistungen vergleichsweise minimal sind, kann der Aufbau von präzisen elektronischen Filtern mit einfachen Mitteln erfolgen.

Jeder der 3 elektronischen Filter steuert eine separate Endstufe an, deren Ausgang wiederum direkt und ohne störende Zwischenglieder jeweils einen eigenen Lautsprecher treibt.

Auf den ersten Blick erscheint diese erhebliche Verbesserung der Wiedergabequalität durch eine Aktiv-Box recht aufwendig; statt einem Verstärker pro Kanal werden 3 Endstufen benötigt! Berücksichtigt man jedoch die außerordentlich günstige Leistungsbilanz einer Aktiv-Box, die sich aus dem direkten und optimalen Anschluß der

Endstufen an die Lautsprecher ergibt, sieht die Frage der Wirtschaftlichkeit viel besser aus. Um den gleichen Schalldruck (Lautstärke) durch eine Aktiv-Box zu erreichen, benötigt man, je nach Art der eingesetzten Frequenzweiche, teilweise nicht einmal 50% der Verstärkerleistung als bei einer Passiv-Box!

Nach diesen Überlegungen erkennt man leicht, daß Aktiv-Boxen nicht nur in der Klangqualität, sondern zum Teil auch in der Wirtschaftlichkeit den Passiv-Boxen deutlich überlegen sind.

Es ist jedoch nicht Aufgabe einer Aktiv-Box, sämtliche Funktionen eines Verstärkers zu übernehmen. Obwohl Lautstärkeregler zur Einstellung des Klangbildes vorhanden sind, werden die Regel- und Einstellvorgänge bezüglich Lautstärke, Balance, Klangbild und Signalquellenumschaltung nach wie vor von den vorgeschalteten Komponenten einer HiFi-Anlage realisiert. Der Anschluß einer Aktiv-Box erfolgt daher an den Ausgang eines speziell dafür ausgelegten Vorverstärkers, der sämtliche erforderlichen Einstellmöglichkeiten besitzt.

Da entsprechende Vorverstärker nicht in jedem Fall vorhanden sind, besitzt die ELV Aktiv-Box ABR 30 eine Umschaltung zur Anpassung der Eingangsempfindlichkeit an „normale“ Endstufenausgänge. Sie kann daher auch ohne weiteres direkt an den Lautsprecherausgang einer bereits bestehenden HiFi-Anlage angeschlossen werden. Auf diese Weise kommt man ohne nennenswerte Änderungen an seiner HiFi-Anlage gleichfalls in den Genuß einer Aktiv-Box. Die Vorteile bleiben auch in letztgenanntem Fall uneingeschränkt erhalten.

Doch kommen wir nun zur detaillierten Beschreibung der ELV Aktiv-Box ABR 30.

### Die ELV ABR 30

Der grundsätzliche Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise einer hochwertigen Aktiv-Box, wie sie auch die ELV ABR 30 darstellt, wurde weiter vorstehend ausführlich beschrieben. Im wesentlichen besteht die ELV Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 aus vier Funktionseinheiten.

1. Stabiles verwindungssteifes Lautsprechergehäuse mit kunststoffbeschichteter mattbrauner Oberfläche sowie Front- und Rückplatte mit bereits eingearbeiteten Lautsprecheraussparungen.

2. 3 hochwertige leistungsstarke HiFi-Lautsprecherchassis mit großzügig dimensioniertem Permanentmagneten.
3. Elektronikeinheit mit Vorverstärker, elektronischen Filtern und 3 Leistungsendstufen.
4. Leistungs-Netzteil 220 V  $\approx$  / 20 V =.

In Bild 2 ist eine kleine Schaltung dargestellt, die zeigt, wie sich aus den vorstehenden Positionen 1 und 2 sowie Hinzufügen von 2 Tonfrequenzkondensatoren, bereits eine konventionelle Passiv-HiFi-Lautsprecherbox aufbauen läßt, die aufgrund der qualitativ hochwertigen Lautsprechersysteme auch gehobenen Ansprüchen genügt.

Der Aufbau wird im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher beschrieben.

Durch Hinzufügen der Filter/Verstärker-einheit sowie des Leistungsnetztes, wird aus der Passiv-Box eine hochwertige Aktiv-Box, die aufgrund der eingangs näher spezifizierten herausragenden Daten, auch hohen Ansprüchen genügt.

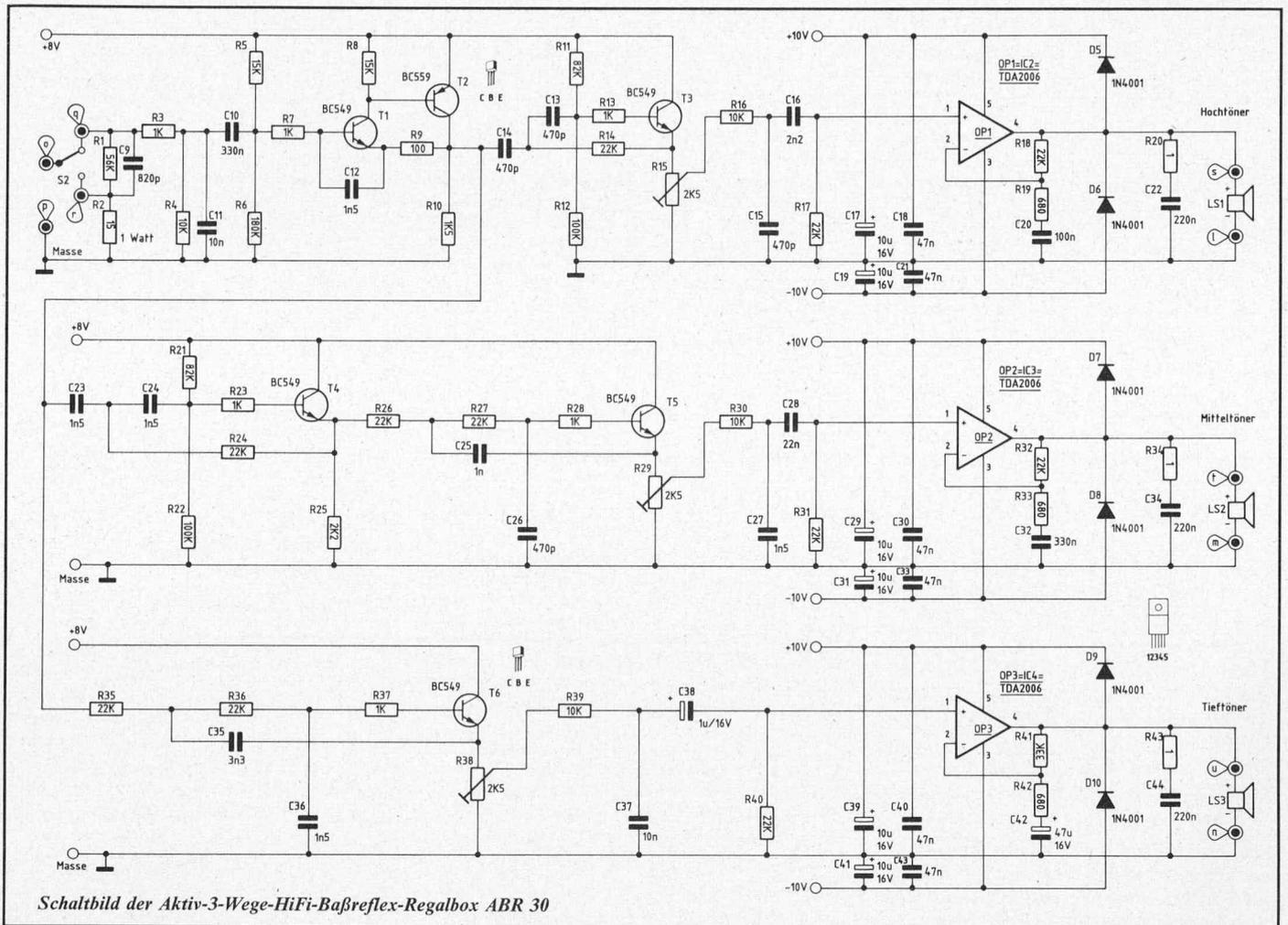
Nachfolgend wollen wir die komfortable elektronische Schaltung von Filter/Verstärker mit dazu passendem Leistungsnetzteil näher beschreiben.

### Zur Schaltung

Das NF-Eingangssignal gelangt über den Schalter S 2 (eingezeichnete Schaltstellung) auf den Spannungsteiler R 3/R 4. In Verbindung mit dem Kondensator C 11 wird damit gleichzeitig ein Tiefpaß-Filter realisiert, der die obere Grenzfrequenz des Vorverstärkers festlegt. R 1/C 9 stellen eine zusätzliche geringfügige Eingangslast dar, die zur Stör- und Rauschunterdrückung dient.

Durch den eingebauten rauscharmen Vorverstärker reichen auch kleine Eingangssignale, wie sie von entsprechenden Vorverstärkern abgegeben werden, zur Ansteuerung dieser Aktiv-Box.

Wird der Schalter S 2 in die entgegengesetzte Position gebracht, ist der Eingang der Aktiv-Box für die Ansteuerung über „normale“ Lautsprecherausgänge vorbereitet. R 2 stellt jetzt eine leichte Belastung des Lautsprecherausganges des zur Ansteuerung dienenden Verstärkers dar. Der ursprünglich nur gering abschwächende Spannungsteiler R 3/R 4 wird jetzt um den Reihenwiderstand R 1 erweitert, wodurch sich eine kräftige Signalabschwächung um



Schaltbild der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

ca. 20 dB ergibt (die Belastung durch R 5/R 6 darf hierbei nicht vergessen werden).

Über C 10 gelangt anschließend das NF-Signal auf den Eingang des Vorverstärkers. Dieser Verstärker besteht aus den Transistoren T 1, T 2, den Widerständen R 5 bis R 10 sowie dem Kondensator C 12.

In Verbindung mit den beiden Widerständen R 5, R 6 stellt der Kondensator C 10 ein Hochpaß-Filter dar, mit dem die untere Grenzfrequenz des Vorverstärkers festgelegt wird. Zusätzlich dienen R 5/R 6 zur Einstellung des Gleichspannungsarbeitspunktes des Vorverstärkers.

Das um genau 20 dB verstärkte NF-Signal steht anschließend am Kollektor von T 2 gefiltert und rauscharm zur Verfügung.

Von hieraus wird es auf die 3 zur Frequenzaufteilung dienenden elektronischen Filter weiterverteilt.

Bei den einzelnen Filtern handelt es sich um aktive elektronische, in rauscharmer Technik aufgebaute aktive Filter, mit einer Steilheit von 6 dB/Oktave.

R 35 bis R 38, C 35, C 36 sowie T 6 stellen einen Tiefpaß-Filter mit einer oberen Grenzfrequenz von 1 kHz dar, der im Signalweg zum Baßlautsprecher eingefügt wurde. Die tiefen Frequenzen können somit ungehindert mit voller Amplitude den Filter passieren, während oberhalb 1 kHz eine starke Signalabschwächung entsprechend der Filtercharakteristik vorgenommen wird.

Ein ähnlicher Tiefpaß, bestehend aus R 26 bis R 29, C 25, C 26 sowie T 5 befindet sich im Signalweg zum Mitteltonlautsprecher. Der Unterschied liegt lediglich in einer höheren Grenzfrequenz, die im vorliegenden Fall bei 5 kHz angesiedelt ist. Dieser Filter überträgt somit alle Frequenzen unterhalb 5 kHz mit voller Amplitude, während höhere Frequenzen abgeschwächt werden. Diesem Filter ist noch ein weiterer Filter mit Hochpaß-Charakteristik vorgeschaltet, der aus den Bauteilen C 23, C 24, R 21 bis R 25 sowie T 4 besteht. Die Eckfrequenz liegt bei 1 kHz.

Durch die Reihenschaltung der mit T 4 und T 5 sowie Zusatzbeschaltung aufgebauten beiden Filter, wird ein sogenannter Bandpaß realisiert, der im vorliegenden Fall Frequenzen im Bereich von 1 kHz bis 5 kHz ungehindert passieren läßt, während unterhalb 1 kHz und oberhalb 5 kHz eine Signalabschwächung stattfindet.

Im Signalweg zum Hochtöner ist ein Hochpaß-Filter eingefügt, der aus den Bauelementen C 13, C 14, R 11 bis R 15 sowie T 3 besteht. Da die Eckfrequenz bei 5 kHz angesiedelt ist, werden alle Frequenzen oberhalb 5 kHz mit voller Amplitude übertragen, während unterhalb 5 kHz die uns bereits bekannte Signalabschwächung vorgenommen wird.

Dem interessierten Hobby-Elektroniker wird jetzt sicherlich schon aufgefallen sein, daß dort, wo der Übertragungsbereich des Baßbereiches (1 kHz) endet, der Bereich für die Mitten beginnt. Wo dieser wiederum bei 5 kHz endet, fängt der Übertragungsbe-

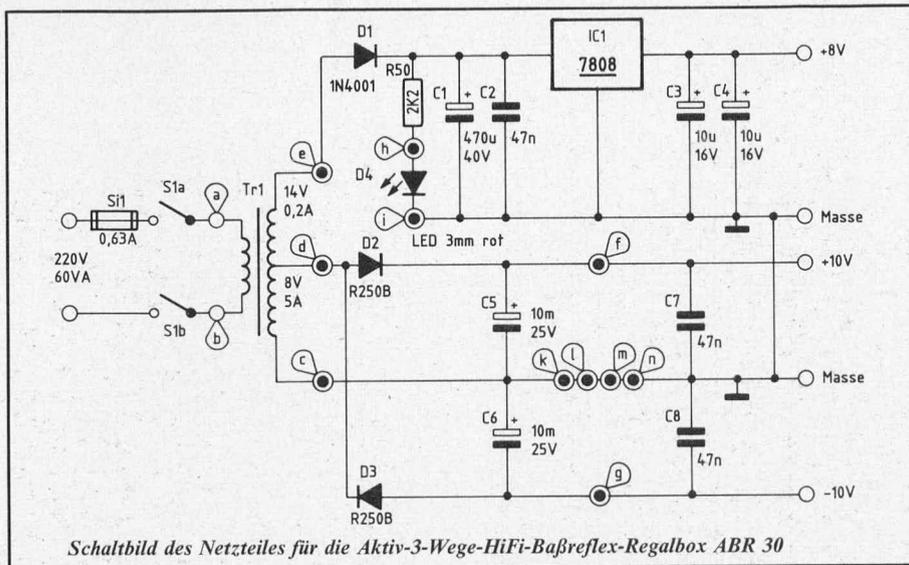
reich des Hochtöners an. Auf diese Weise haben wir eine nahtlose Übertragung des gesamten NF-Spektrums erreicht. Da bei den sogenannten Eckfrequenzen kein abrupter Übertragungsabbruch stattfindet, sondern fließende Übergänge auftreten, können geringfügige, in den üblichen Toleranzen liegende Bauteilabweichungen vernachlässigt werden, so daß ein Abgleich der Filterfrequenzen in der hier vorliegenden Schaltungskonzeption nicht erforderlich ist.

An jedem der drei Filterausgänge befindet sich ein Trimmer zur Lautstärkeeinstellung des betreffenden Signalweges. Auf diese Weise kann die Klangfarbe der ELV-Aktiv-Box ABR 30 in weiten Grenzen eingestellt werden. R 15 dient zur Beeinflussung der Höhen, R 29 der Mitten und R 38 der Tiefen (Bässe).

Bevor das NF-Signal des Tieftonbereiches auf den Eingang des entsprechenden Leistungs-Endverstärkers (Pin 1 des IC 4) gelangt, passiert es vom Mittelabgriff des Trimmers R 38 kommend, zunächst einen weiteren Tiefpaß (R 39, C 37) sowie einen Hochpaß (C 38/R 40). Hier werden zusätzlich unerwünschte Rausch- und Störanteile herausgefiltert.

IC 4 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen hochwertigen HiFi-Leistungsverstärker dar, der mit nur wenigen externen Bauelementen auskommt.

R 41 und R 42 legen die Verstärkung fest, wobei C 42 zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung dient. Auf diese Weise stellt



Schaltbild des Netzteiles für die Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

sich der Arbeitspunkt automatisch ein, der über R 40 und den zweiten Differenzgang auf Schaltungsmasse (Mittelpunkt) liegt.

C 39 bis C 43, C 49 sowie D 9 und D 10 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung und Stabilisierung der Versorgungsspannung im Hinblick auf hochfrequente Einstrahlungen. R 43/C 44 dienen zusätzlich der Schwingneigungsunterdrückung.

Durch die symmetrische Spannungsversorgung kann der Baßlautsprecher ohne Übertrager und ohne Ausgangs-Elko direkt an den Verstärkeranschluss (Pin 4 des IC 4) angeschlossen werden. Auf diese Weise ergibt sich eine optimale Ansteuerung des Lautsprechers durch den Leistungsverstärker.

Die Endstufen zur Ansteuerung des Mittel- und Hochtonlautsprechers sind, von geringfügigen Dimensionierungsunterschieden einmal abgesehen, identisch aufgebaut.

Sie weisen alle die gleiche großzügige Sinusausgangsdauerleistung von ca. 10 W auf. Im Hinblick auf den Mittel-, besonders aber den Hochtonlautsprecher, ist diese Leistung reichlich bemessen. Gerade im Hochtonbereich trägt diese Überdimensionierung jedoch entscheidend zur Reduzierung des Klirrfaktors bei. Bei großen Lautstärken ist allerdings darauf zu achten, daß der Hochtöner nicht überlastet wird. Bei den üblicherweise in der Musik vorkommenden Frequenzverteilungen ist eine Überlastung auch bei großen Lautstärken im allgemeinen nicht zu erwarten, zumal durch die hochwertigen elektronischen Filter schädliche tiefe Frequenzen vom Mittel- und Hochtonlautsprecher zuverlässig ferngehalten werden.

Zum Betrieb der Verstärker ist eine symmetrische Versorgungsspannung erforderlich. Dies hat, besonders im Baßbereich, den entscheidenden Vorteil, daß der Lautsprecher direkt, also ohne Elko bzw. NF-Übertrager, an die Leistungsstufe angeschlossen werden kann. Wie zu Beginn dieses Artikels näher beschrieben, bietet dies eine Vielzahl von Vorteilen, da die Endstufe den Lautsprecher „fest im Griff“ hat.

Die 220 V Netzwechselspannung wird durch einen großzügig bemessenen Trans-

formator auf 8 V herabgesetzt. Durch die anschließende 2fache Einweggleichrichtung wird hieraus über D 2/C 5 eine positive und über D 3/C 6 eine negative Versorgungsspannung von ca. 10 V erzeugt. Die Differenzspannung zwischen positiver und negativer Versorgungsspannung liegt somit bei 20 V. Zur näheren Erläuterung sei hier angemerkt, daß eine Wechselspannung von 8 V<sub>eff</sub> einen auf Masse bezogenen Scheitelwert von  $8 \text{ V} \times 1,414 = 11,3 \text{ V}$  und einen Spitze-Spitze-Wert von  $U_{ss} = 22,6 \text{ V}$  aufweist. So ist es zu erklären, daß wir unter Berücksichtigung der Diodenflussspannungen von D 2 und D 3 eine Differenzspannung von rund 20 V erhalten.

Durch die großzügige Dimensionierung des Netzteiles konnte auf eine zusätzliche elektronische Stabilisierung verzichtet werden, da die Spannung auch bei voller Belastung nur geringfügigen Schwankungen unterliegt.

Zur Versorgung des Vorverstärkers und der elektronischen Filter, wird eine weitgehend brummfreie stabilisierte Versorgungsspannung von 8 V benötigt. Damit auch bei größeren Belastungsschwankungen mit Sicherheit kein Brumm eingestreut wird, besitzt der Transformator eine zusätzliche Anzapfung mit einer Spannung von 14 V, die allerdings nur mit einem geringen Strom belastet wird. Über D 1/C 1 erfolgt eine Gleichrichtung und Pufferung. Am Eingang des Festspannungsreglers IC 1 stehen ca. 20 V zur Verfügung, die je nach Belastung des Gesamtnetzteiles um mehrere Volt schwanken dürfen. Am Ausgang des IC 1 kann eine 8 V-Festspannung abgenommen werden.

## Zum Nachbau

### 1. Passiv-Box

Für den Aufbau der Passiv-Box benötigt man folgende Einzelteile:

1. Verwindungssteifes Holzgehäuse mit Rückwand und Frontplatte, in die die Aussparungen für die drei Lautsprecherchassis eingearbeitet wurden. Da das Holzgehäuse bereits eine aparte mattbraune strapazierfähige Kunststoffbeschichtung besitzt, ist eine zusätzliche Oberflächenbehandlung nicht erforderlich.

2. 3 Lautsprecherchassis für Baß-, Mittel- und Hochtonbereich sowie 2 Tonfrequenzkondensatoren.

Zunächst werden die drei Lautsprecherchassis von vorne in die Frontplatte gesetzt. Damit ein möglichst luftdichter Abschluß erfolgt, ist vorher der Rand eines jeden Lautsprechers mit etwas Klebstoff, Silicon oder ähnlicher Dichtmasse, einzustreichen. Die Lautsprechermembranen dürfen keinesfalls mit eingestrichen werden.

Da der Magnet des Hochtonlautsprechers fast die gesamte Fläche der für den Hochtöner vorgesehenen Aussparung abdeckt, sind vor dem Einbau zwei ca. 15 cm lange isolierte flexible Anschlußleitungen an diesen Lautsprecher anzulöten.

Nachdem alle drei Lautsprecherchassis von der Frontseite her mit jeweils 4 Holzschrauben mit der Frontplatte fest verbunden wurden, kann die Verdrahtung der Lautsprecherchassis untereinander vorgenommen werden.

Zu beachten ist hierbei, daß auch die Lautsprecher eine Polarität besitzen. Die beiden Anschlüsse eines jeden Lautsprechers sind entweder mit „+“, „-“ Symbol oder einem roten Punkt gekennzeichnet. Letzterer entspricht dem „+“ Symbol. Bei der Verdrahtung hält man sich genau an das Schaltbild, wobei man zweckmäßigerweise farbige Leitungen verwendet, um ein Verwechseln der Lautsprecherpolarität zu vermeiden. Der Querschnitt sowohl der innerhalb der Lautsprecherbox verwendeten elektrischen Leitungen als auch der Zuleitung vom Verstärkeranschluss zur Lautsprecherbox, sollte möglichst 0,4 mm<sup>2</sup> oder mehr betragen.

Bei der Aktiv-Box wird für die Zuleitung vom Verstärker zum Eingang der Aktiv-Box eine abgeschirmte isolierte Zuleitung verwendet, deren Querschnitt ohne weiteres auch geringer sein kann.

In die Gehäuserückwand wird an geeigneter Stelle eine Öffnung mit einem Durchmesser von ca. 5 mm gebohrt, durch die das Zuleitungskabel geführt wird. Als Zugentlastung kann im vorliegenden Fall ohne weiteres ein Knoten in der Zuleitung dienen. Damit durch die Öffnung kein unkontrollierter Druckausgleich stattfinden kann, empfiehlt es sich, auch hier etwas Klebstoff oder Dichtmasse zu verwenden.

Als nächstes wird das Baßreflexrohr in die entsprechende Aussparung der Frontplatte eingeklebt, und zwar so, daß es bündig mit der Vorderseite der Frontplatte abschließt. Es sollte genau senkrecht nach hinten weisen. Auch hier ist darauf zu achten, daß der Rand des Baßreflex-Rohres gut abgedichtet wird, damit keine Nebenluft zwischen Frontplatte und äußerem Rand des Baßreflex-Rohres hindurchströmen kann. Der Druckausgleich zwischen dem Inneren der Lautsprecherbox und der Umgebung, sollte ausschließlich durch die Öffnung des Baßreflex-Rohres stattfinden. Sowohl Durchmesser als auch Länge wurden exakt dimensioniert, um ein optimales Klangbild dieser hochwertigen Lautsprecherbox zu erreichen.

Nun kann die Frontplatte in das Gehäuse eingesetzt werden. Die Verbindung erfolgt

mit Holzleim oder Zweikomponenten-Kleber, der nicht zu sparsam aufzutragen ist. Wichtig ist auch hier, daß die Verbindung luftdicht erfolgt. Zusätzliche Holzschrauben sind nicht erforderlich. Der Klebstoff wird zweckmäßigerweise nicht auf der Frontplatte aufgetragen, sondern auf den Innenseiten der Lautsprecherbox, damit beim Einsetzen der Frontplatte die sichtbaren kunststoffbeschichteten Kanten „sauber“ bleiben.

Die Box kann jetzt auf der Rückseite liegend bis zur Aushärtung der Klebestellen ruhen. Je nach Art des verwendeten Klebers kann dies 30 Minuten oder auch mehrere Stunden in Anspruch nehmen.

Bevor die Rückwand eingesetzt wird, ist die Box mit geringer Ansteuerleistung zunächst auf ihre einwandfreie Funktion hin zu testen.

Ist die Prüfung zur Zufriedenheit ausgefallen, kann die Rückwand mit sechs Holzschrauben montiert werden. Hierzu bohrt man an jeder der beiden Längsseiten drei Löcher mit einem Durchmesser von 1,5 mm leicht schräg nach außen weisend durch die Rückplatte, um so das Einschrauben der Holzschrauben zu erleichtern. Diese Verbindungsart hat den Vorteil, daß auch zu einem späteren Zeitpunkt eine Erweiterung zur Aktiv-Box problemlos vorgenommen werden kann, da hierzu der Austausch der Rückwand erforderlich ist. Eine bessere Verbindung ergibt sich allerdings, wenn man statt der Holzschrauben die Rückwand mit reichlich Klebstoff einsetzt, da hierdurch eine ganzflächige Verklebung der Berührungsstellen erfolgt. Der Nachteil liegt allerdings darin, daß ein Öffnen der Box nun nicht mehr möglich ist. Sollte einmal der Austausch eines Lautsprecherchassis erforderlich werden, ergibt sich hier allerdings kein Nachteil, da die Lautsprecherchassis ohnehin von der Frontseite eingesetzt werden.

Zum Gehäuse passend ist zusätzlich eine gelochte Metallabdeckung lieferbar, die je nach persönlichem Geschmack zum Schutz der Lautsprecher eingesetzt werden kann. Damit ist der Nachbau der Passiv-Box bereits beendet.

## 2. Aktiv-Box

Für die Erweiterung der Passiv-Box zur Aktiv-Box werden folgende Einheiten zusätzlich benötigt:

1. Verstärker/Filter-Einheit mit Leiterplatte und vollständig bearbeiteter und bedruckter Metallrückwand (wird gegen die Holzrückwand der Passiv-Box ausgetauscht und dient gleichzeitig als Kühlkörper).
2. Stromversorgungseinheit (Netzteil).

Beginnen wir zunächst mit der Beschreibung des Aufbaues der Verstärker/Filter-Platine:

Auf dieser Platine finden sämtliche Bauelemente, die für Vorverstärker, Filter und Endverstärker erforderlich sind, Platz. Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Zwei Besonderheiten sind hierbei allerdings zu beachten:

1. Der Schalter S 2 wird auf die Leiterbahnseite gesetzt. Die beiden Lötstifte der Punkte „q“ und „n“ werden umgebogen (in Richtung Schalteranschlüsse). Dies ist leicht möglich, da hierfür zwei dünne Lötstifte mit einem Durchmesser von 1 mm verwendet werden. Anschließend erfolgt die Verbindung zwischen Lötstiften und den beiden zugehörigen Schalteranschlüssen mit etwas Lötzinn, und zwar auf der Bestückungsseite der Leiterplatte.
2. Die drei Leistungsverstärker-IC's 2, 3 und 4 werden ebenfalls auf die Leiterbahnseite der Platine gesetzt und dort verlötet. Die genaue Positionierung ergibt sich aus der Lage der 3 Befestigungsbohrungen in der Gehäuserückwand sowie aus dem Bestückungsplan.

Über die drei in den Kühlfahnen der Leistungsverstärker-IC's befindlichen Bohrungen wird anschließend die Verbindung zwischen Verstärker/Filter-Platine und Metallrückwand vorgenommen. Da keine elektrisch leitende Verbindung bestehen darf, sind zusätzlich Glimmerscheiben und Isoliernippel entsprechend Bild 3 zu verwenden.

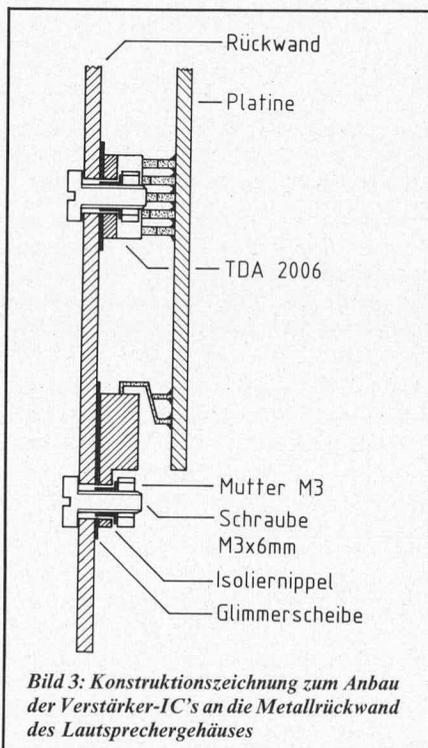


Bild 3: Konstruktionszeichnung zum Anbau der Verstärker-IC's an die Metallrückwand des Lautsprechergehäuses

Kommen wir nun zum Aufbau des Netzteiles:

Zunächst werden die beiden großen Siebelkos an der Metallrückwand befestigt. Hierzu werden von der Außenseite für jeden Elko zwei Schrauben durch die Metallrückwand gesteckt. Auf der Innenseite wird anschließend die Befestigungsschelle eines jeden Elkos darübersetzt und mit einer Mutter festgezogen.

Als nächstes wird der Netztransformator mit 4 Schrauben M 4 x 40 mm mit der Rückwand verbunden. Hierzu werden die Schrauben von der Außenseite durch die Metallrückwand geführt und von innen mit je einer Mutter M 4 festgesetzt. Eine weitere Mutter wird nun über jede der vier Schrau-

ben gedreht. Jetzt kann der Transformator über die Schrauben gesetzt werden. Die zuvor aufgesetzten Muttern M 4 werden soweit zurückgedreht, daß sie an der Unterseite des Transformatorblechpaketes fest anliegen. Der Abstand zwischen der Unterseite des Transformator-Wicklungspaketes und der Metallrückwand sollte hierbei ca. 1 mm betragen. Abschließend werden 4 weitere Muttern M 4 auf die Schrauben gedreht und dadurch der Transformator endgültig befestigt.

Dann werden Sicherungshalter und Netzschalter in die Metallrückwand eingesetzt. Die dreiadrige Netzzuleitung wird unter Verwendung einer Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung durch die Metallrückwand geführt. Der gelb-grüne Schutzleiter ist an eine mit der Rückplatte direkt in Kontakt stehenden Lötöse anzulöten.

Die beiden anderen Adern gelangen auf den zweipoligen Netzschalter, wobei eine Ader zuvor den Einbausicherungshalter passiert, wie dies auch im Netzteilschaltbild angegeben ist.

Vom Netzschalter werden zwei weitere flexible isolierte Verbindungen mit einem Querschnitt von mind. 0,4 mm<sup>2</sup> zur Primärseite (220 V-Seite) des Netztransformators gezogen. Die Leitungen sollten kurz, jedoch nicht straff sein.

Nachdem die netzseitige Verdrahtung fertiggestellt und nochmals überprüft wurde, wenden wir uns jetzt der Verkabelung von Transformatorausgang und Gleichrichter zu.

Die im Netzteilschaltbild mit „c“, „d“ und „e“ bezeichneten Punkte, finden wir auf der Sekundärseite (Niederspannungsseite) des Transformators leicht wieder. Der im Schaltbild mit „c“ gekennzeichnete Punkt ist der Anfangspunkt der 8 V/5 A-Wicklung, die mit dickem Kupfer-Lackdraht ausgeführt wurde. Der Schaltungspunkt „d“ stellt den Endpunkt der 8 V/5 A-Wicklung dar und gleichzeitig den Anfangspunkt einer zweiten Wicklung mit einer Spannung von 6 V/0,2 A. Am Transformator ist dies leicht dadurch zu erkennen, daß zwei Kupfer-Lackdrähte unterschiedlichen Durchmessers an einen Lötstützpunkt gelegt wurden (ein dicker Draht, der 5 A-Wicklung und ein dünner Draht der 0,2 A-Wicklung). Der Anschlußpunkt „e“ stellt den Endpunkt der 6 V/0,2 A-Wicklung dar. Es ist derjenige Transformatoranschlußpunkt, an den ein einzelner, verhältnismäßig dünner Kupfer-Lackdraht der Sekundärwicklung gelötet wurde.

Im Netzteilschaltbild steht hier die Spannungsangabe 14 V/0,2 A. Dies beruht darauf, daß die 6 V-Wicklung in Fortführung zur 8 V-Wicklung zu sehen ist, so daß eine Gesamtspannung von 14 V (8 V + 6 V = 14 V) zur Verfügung steht.

Obwohl es sich um Wechselspannung handelt, dürfen trotzdem die Anschlüsse des Transformators nicht vertauscht werden, da die Phasenlage eine wichtige Rolle spielt. Würde man z. B. die Punkte „c“ und „d“ miteinander vertauschen, ergäbe sich am Eingang des IC 1 nicht die erforderliche Spannung von ca. 20 V, sondern lediglich

10 V. Bemerkbar macht sich dies durch starkes Brummen der Verstärker.

Der Platinenanschlußpunkt „k“ wird jetzt mit einer kurzen isolierten flexiblen Leitung mit dem entsprechenden Anschlußpunkt des Transformators verbunden.

Der Querschnitt aller innerhalb der Aktiv-Box verwendeten Leitungen sollte mindestens  $0,4 \text{ mm}^2$  betragen.

Jetzt wird der Minuspol des Kondensators C 5 mit dem Pluspol des Kondensators C 6 und zusätzlich mit dem Platinenanschlußpunkt „k“ verbunden.

Von der Transformatormittelanzapfung (Verbindungspunkt 8 V/6 V-Wicklung — = Schaltungspunkt „d“), wird jeweils eine Diode des Typs R 250 B zum Plusanschluß von C 5 (D 2) sowie Minusanschluß von C 6 (D 3) gelegt. Hierbei ist unbedingt auf die richtige Polarität der Dioden zu achten. Die Katode, d. h. die Seite, zu der die Pfeilspitze des Schaltungssymbolen der Diode weist, ist mit einem weißen oder hellgrauen Ring gekennzeichnet. Bei falschem Einbau von D 2 und/oder D 3 kann größerer Schaden angerichtet werden. Sofort nach Inbetriebnahme würden die Kondensatoren extrem heiß und könnten explodieren. Auf den korrekten Anschluß von D 2, D 3 sowie C 5 und C 6 ist daher größter Wert zu legen.

Nun wird vom Pluspol des Siebkondensators C 5 eine Verbindung mit Platinenanschlußpunkt „f“ und vom Minuspol des Siebelkos C 6 zum Platinenanschlußpunkt „g“ gezogen. Auch hier spielt die Polarität eine wesentliche Rolle, da bei Falschpolung alle drei Endstufen sofort nach dem Einschalten defekt werden.

Eine weitere Verbindung wird vom Platinenanschlußpunkt „e“ zum entsprechenden Anschlußpunkt des Transformators gezogen.

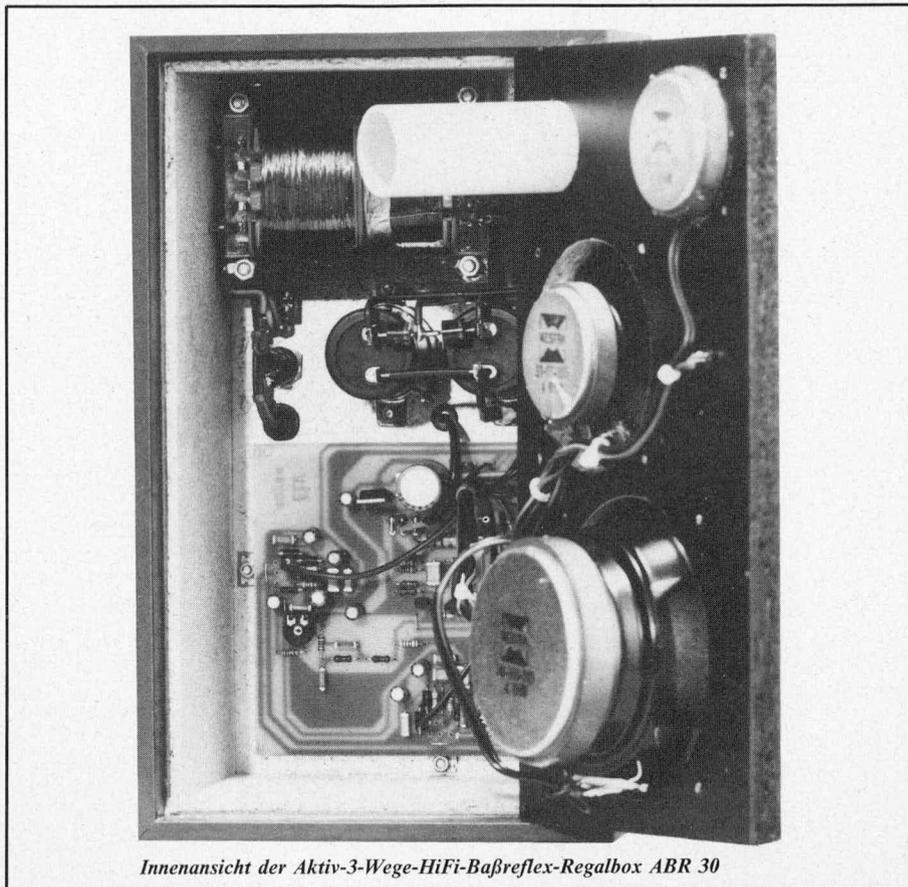
Die Bauelemente IC 1, D 1, C 1 bis C 4 sowie R 50, gehören zwar zum Netzteil, finden jedoch zusätzlich auf der Verstärker/Filterplatine Platz.

Wünscht man eine zusätzliche optische Einschaltkontrolle, kann in die Frontplatte an geeigneter Stelle eine 3-mm-Bohrung eingebracht werden, in die die rote Leuchtdiode D 4 von der Innenseite einzustecken ist. Die Verbindung erfolgt über zwei ca. 20 mm lange flexible isolierte Leitungen, mit den entsprechenden Anschlußpunkten der Platine (h, i).

Zuletzt werden die drei Lautsprecher über drei ca. 30 cm lange Zuleitungen mit den entsprechenden Punkten der Verstärker/Filterplatine verbunden. Der Hochtonlautsprecher wird an die Platinenanschlußpunkte „l“ und „s“ angeschlossen, der Mitteltonlautsprecher an „t“ und „m“ und der Tieftonlautsprecher an „n“ und „u“.

Auch hier ist auf die richtige Polarität zu achten, wie dies auch unter dem Nachbau der Passiv-Box beschrieben wurde.

Die in den Zuleitungen zum Hoch- und Mitteltonlautsprecher bei der Passiv-Box eingefügten Tonfrequenzkondensatoren sind bei der Aktiv-Version zu entfernen, da sämtliche erforderlichen Bauelemente auf der Verstärker/Filterplatine untergebracht sind.



Innenansicht der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

Mit dem Einsetzen der Metallrückwand in das Lautsprechergehäuse und dem anschließenden Verschrauben, ist der Nachbau dieser besonderen Lautsprecherbox beendet.

### Inbetriebnahme

Bevor die ELV Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 das erste Mal eingeschaltet wird, ist die Bestückung der Leiterplatte nochmals sorgfältig zu kontrollieren. Ebenso ist die gesamte weitere Verdrahtung anhand des Schaltbildes genau zu überprüfen. Besonderes Augenmerk ist auf die korrekte Polarität der Gleichrichterdiolen (D 1 bis D 3) sowie der Siebelkos (C 1, C 5, C 6) zu legen.

Außerdem ist vor der ersten Inbetriebnahme sicherheitshalber über ein Ohmmeter zu überprüfen, daß die IC's 2 bis 4 auch tatsächlich galvanisch von der Metallrückplatte getrennt, d. h. isoliert eingebaut wurden. Zu diesem Zweck wird ein Anschluß des Ohmmeters an die Metallrückplatte angeklemt und der zweite Anschluß an jede der drei Kühlfahnen der IC's gehalten. Es darf keinesfalls eine leitende Verbindung auftreten. Der Übergangswiderstand muß deutlich über  $1 \text{ M}\Omega$  liegen.

Ist die Überprüfung zur Zufriedenheit verlaufen, kann ein erstes kurzes Einschalten für etwa 30 Sekunden erfolgen. Treten starke Stör- und Brummgeräusche auf, ist die Box vorzeitiger vom Netz zu trennen.

Nachdem der Netzstecker gezogen wurde, wird die Box möglichst schnell geöffnet. Man prüft jetzt die Temperatur der Dioden D 1 bis D 3, der Siebelkos C 1, C 5 und C 6 sowie der IC's 1 bis 4. Ist hier innerhalb der 30 sekundigen Betriebsdauer keinerlei Erwärmung aufgetreten und auch die Siche-

rung Si 1 nicht defekt, kann davon ausgegangen werden, daß die wesentlichen Komponenten der Box einwandfrei arbeiten.

Als dann sind die wichtigsten Betriebsspannungen zu überprüfen.

Hierzu ist die Lautsprecherbox über einen Trenn-Trafo in Betrieb zu nehmen, d. h. der Netzstecker ist nicht direkt an 220 V zu legen, sondern über einen Transformator, dessen Ausgangsspannung ebenfalls 220 V beträgt, der jedoch eine galvanische Trennung vom Netz bewirkt.

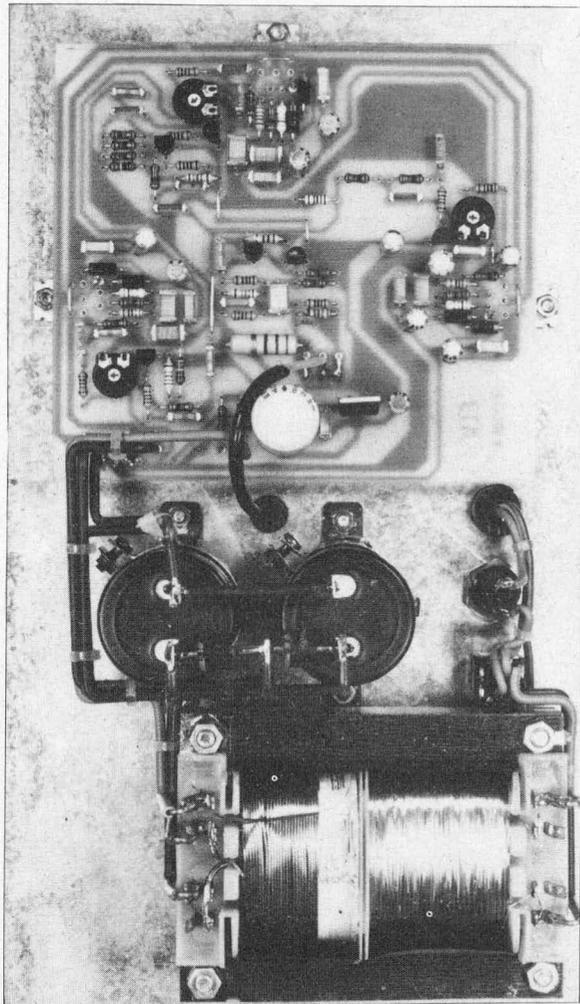
Jetzt können mit einem Multimeter oder einem Vielfachmeßinstrument die Betriebsspannungen gemessen werden. Der Minuspol des Multimeters wird hierzu an die Schaltungsmasse gelegt (0 V). Folgende Spannungen sind jetzt zu messen:

1. Pin 1 des IC 1: +18 V bis +22 V
2. Pin 3 des IC 1: +7,5 V bis +8,5 V
3. Pluspol von C 5: +10 V bis +12 V
4. Minuspol von C 6: -10 V bis -12 V
5. Pin 4 des IC 2: 0 V bis  $\pm 0,1 \text{ V}$
6. Pin 4 des IC 3: 0 V bis  $\pm 0,1 \text{ V}$
7. Pin 4 des IC 4: 0 V bis  $\pm 0,1 \text{ V}$

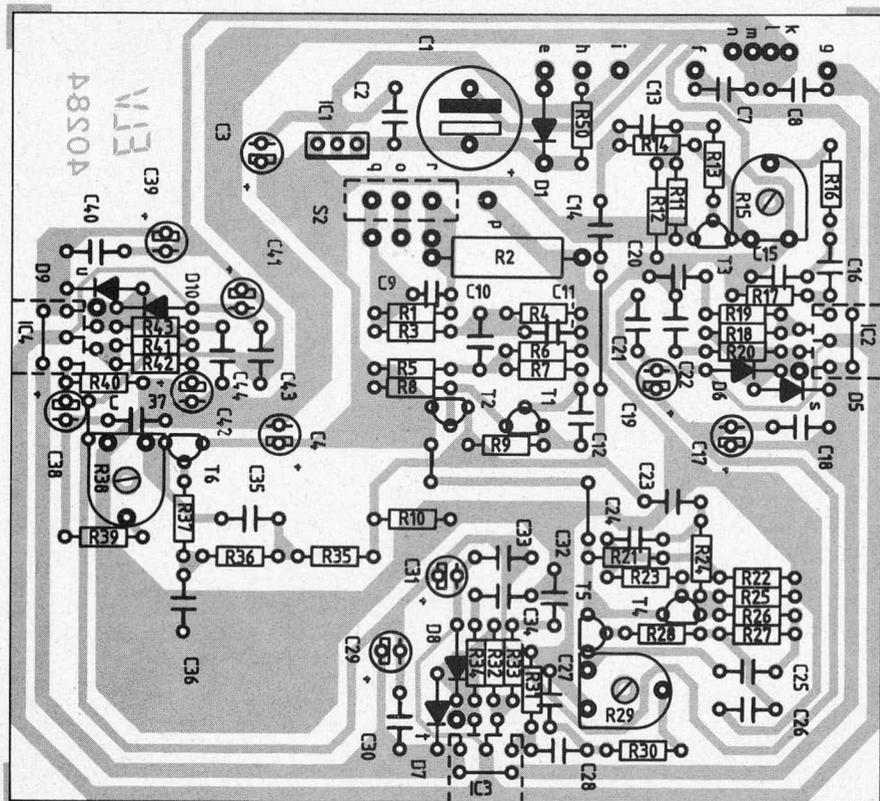
Bei vorstehenden Messungen ist der Eingang der Aktiv-Box kurzzuschließen.

Mit den Trimmern R 15, R 29 und R 38 kann die Verstärkung der drei Frequenzbereiche individuell eingestellt werden. Zunächst sind sie jedoch auf Linksanschlag zu bringen (volle Verstärkung).

Nachdem das Gehäuse wieder sorgfältig verschlossen wurde, kann der Kurzschluß am Verstärkereingang der Aktiv-Box beseitigt werden und die Ansteuerung über eine Signalquelle erfolgen. Dem Einsatz dieser hochwertigen Aktiv-Box steht nun nichts mehr im Wege.



Ansicht der fertig aufgebauten Metallrückwand der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 vor dem Einbau ins Gehäuse



Bestückungsseite der Platine der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

## Stückliste Aktiv-3-Wege-HiFi- Baßreflex-Regalbox ABR30

### Halbleiter

IC 1	.....	$\mu$ A 7808
IC 2-IC 4	.....	TDA 2006
T 1, T 3-T 6	.....	BC 549
T 2	.....	BC 559
D 1, D 5-D 10	.....	1 N 4001
D 2, D 3	.....	R 250 B
D 4	.....	LED 3 mm rot

### Kondensatoren

C 1	.....	470 $\mu$ F/40 V
C 2	.....	47 nF
C 3, C 4, C 17, C 19	...	10 $\mu$ F/16 V
C 5, C 6	.....	10 000 $\mu$ F/25 V
C 7, C 8, C 18, C 21	.....	47 nF
C 9	.....	820 pF
C 10, C 32	.....	330 nF
C 11, C 37	.....	10 nF
C 12	.....	1,5 nF
C 13-C 15, C 26	.....	470 pF
C 16	.....	2,2 nF
C 20	.....	100 nF
C 22, C 34, C 44	.....	220 nF
C 23, C 24, C 27, C 36	.....	1,5 nF
C 25	.....	1 nF
C 28	.....	22 nF
C 29, C 31	.....	10 $\mu$ F/16 V
C 30, C 33	.....	47 nF
C 35	.....	3,3 nF
C 38	.....	1 $\mu$ F/16 V
C 39, C 41	.....	10 $\mu$ F/16 V
C 40, C 43	.....	47 nF
C 42	.....	47 $\mu$ F/16 V

### Widerstände

R 1	.....	56 K $\Omega$
R 2	.....	15 $\Omega$ 1 Watt
R 3, R 7, R 13	.....	1 K $\Omega$
R 4, R 16	.....	10 K $\Omega$
R 5, R 8	.....	15 K $\Omega$
R 6	.....	180 K $\Omega$
R 9	.....	100 $\Omega$
R 10	.....	1,5 K $\Omega$
R 11, R 21	.....	82 K $\Omega$
R 12, R 22	.....	100 K $\Omega$
R 14, R 17, R 18	.....	22 K $\Omega$
R 15, R 29, R 38	.....	2,5 K $\Omega$

Trimmer liegend

R 19, R 33, R 42	.....	680 $\Omega$
R 20, R 34, R 43	.....	1 $\Omega$
R 23, R 28, R 37	.....	1 K $\Omega$
R 24, R 26, R 27	.....	22 K $\Omega$
R 25	.....	2,2 K $\Omega$
R 30, R 39	.....	10 K $\Omega$
R 31, R 32, R 35, R 36, R 40	.....	22 K $\Omega$
R 41	.....	33 K $\Omega$

### Sonstiges

Tr 1 Trafo	...	prim.: 220 V/45 VA sek.: 14 V/0,2 A + 8 V/5 A
S 1	Schalter	2 x um
S 2	Schiebeschalter	1 x um
Si 1	Sicherung	0,63 A
1	Einbausicherungshalter	
1	Zugentlastung	
7	Schrauben	M 3 x 8
4	Schrauben	M 4 x 40
12	Holzschrauben	
7	M 3	Muttern
12	M 4	Muttern
3	Glimmerscheiben	
3	Isoliernippel	
1	Netzkabel	3-adrig m. Schuko-Stecker
5	m abgeschirmte Leitung	1adrig
1	m 2-adrige Leitung	
1	gestanzte und bedruckte Rückplatte	
16	Lötstifte	
1	Lötöse	4,2 mm
1	Neoprentülle	

# ELV-Serie Kfz-Elektronik

## Digital-Kfz-Betriebsstundenzähler



*Eines der wichtigsten Kriterien zur Beurteilung des Zustandes bzw. des Abnutzungsgrades von technischen Einrichtungen ist die Betriebszeit. Wie mit verhältnismäßig geringem Aufwand ein digitaler elektronischer Kfz-Betriebsstundenzähler aufgebaut werden kann, wird in diesem Artikel beschrieben.*

### Allgemeines

Bei hochwertigen Plattenspielern, Video-Rekordern, großen Rechenanlagen, komplexen Industriemaschinen usw., hat sich die Messung der Betriebsstunden als wichtige Meßgröße zur Beurteilung des Abnutzungsgrades durchgesetzt. Teilweise zählen daher Betriebsstundenzähler bereits zur serienmäßigen Grundausstattung (wie z. B. bei großen Rechenanlagen), da die Wartungsintervalle häufig daran orientiert werden.

Was liegt nun näher, als die Messung der Betriebszeit auch auf Kraftfahrzeuge zu übertragen. Jeder weiß, daß die Lebensdauer eines Verbrennungsmotors, der überwiegend auf Langstrecken gefahren wurde, teilweise ganz erheblich höher liegt, als die Lebensdauer bei überwiegendem Einsatz im Kurzstreckenstadtverkehr. Als bestes Beispiel sei hier zu der bereits in den sechziger Jahren von der Firma Ford durchgeführte Kilometer-Marathon des seinerzeitigen Ford M 12 angeführt. Begleitet von einem riesigen Public-Relation-Aufwand fuhr der 12 M eine Strecke von ca. 350 000 km ohne nennenswerten Ersatzteilbedarf, was einer Distanz von Erde—Mond entspricht. Würde man sich die effektiven Betriebsstunden, die zu dieser Kilometerleistung gehören, anschauen, so wäre man vermutlich überrascht, denn bei Fahrzeugen, die überwiegend im Stadtverkehr fahren, kann die gleiche Anzahl Betriebsstunden bereits nach 50 000 km erreicht sein.

Vorstehende Ausführungen sollten nun nicht dazu beitragen, daß künftig der Zu-

stand eines Verbrennungsmotors an seinen geleisteten Betriebsstunden gemessen wird. Die realistische Beurteilung eines Motorzustandes wird, wie so häufig, auch hier vermutlich in der goldenen Mitte liegen, d. h. die Kilometerleistung und die Betriebszeit sollten gleichermaßen berücksichtigt werden. Ein Motor, der z. B. eine Laufleistung von 80 000 km aufweist, dürfte in den meisten Fällen bei einer Betriebszeit von 1000 Stunden deutlich „frischer“ sein als ein Motor mit gleicher Kilometerleistung und einer Betriebszeit von 5000 Stunden.

Darüber hinaus kann ein Kfz-Betriebsstundenzähler dazu beitragen, daß die Wartungsintervalle (Ölwechsel usw.) optimiert werden. Im allgemeinen wird bei einem Abstand der Wartungsintervalle von 5000 km die Betriebszeit ca. 100 Stunden betragen. Dies entspricht einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 km/h. Liegt die Betriebszeit nach 5000 km jedoch erst bei 50 Stunden, so kann man sich, eine sinnvolle Fahrweise vorausgesetzt, mit dem nächsten Ölwechsel noch etwas Zeit lassen. Wie bereits erwähnt, sollte man sich hierbei nicht allein an den Betriebsstunden orientieren und jetzt bis zum nächsten Wartungsintervall 100 Betriebsstunden warten (bei gleicher Fahrweise wären dies 10 000 km), sondern den Mittelwert wählen und bei 7500 km, entsprechend 75 Betriebsstunden, die Wartung durchführen lassen.

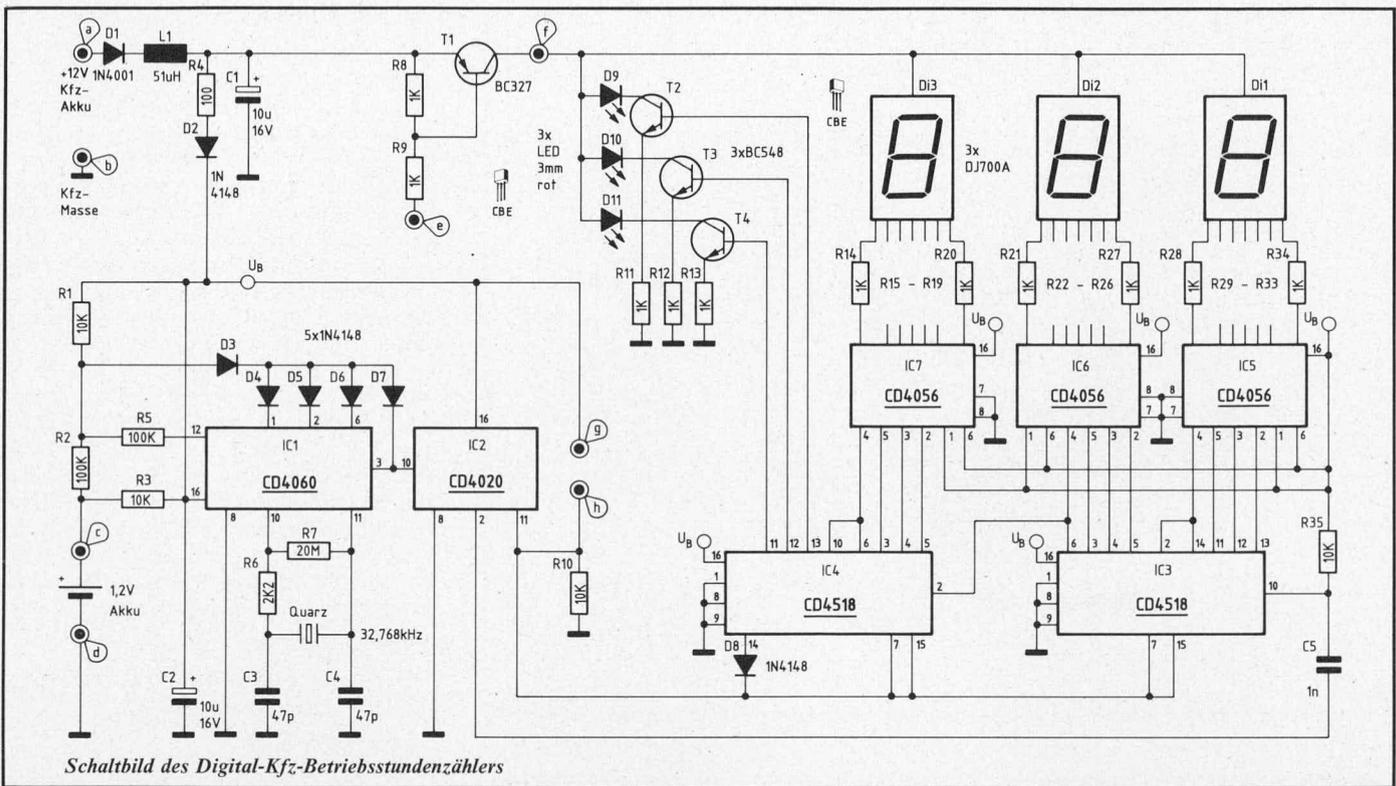
Sind hingegen bereits nach 2500 km 100 Betriebsstunden erreicht, so sollte der Ölwechsel nicht erst bei den vorgeschriebenen

5000 km, sondern bereits etwas früher (z. B. 3750 km) durchgeführt werden. Da die Abstände der einzelnen Wartungsintervalle von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlich sind, muß man sich selbstverständlich an den Herstellerangaben orientieren. Es ist auch bei wenigen Betriebsstunden und geringer Kilometerleistung erforderlich, mindestens alle 6 Monate einen Ölwechsel durchzuführen. Zusätzlich hat die persönliche Fahrweise einen nennenswerten Einfluß auf die Belastung des Motors und damit auf den Abstand der Wartungsintervalle. Dies kann jedoch nur jeder für sich selbst beurteilen. Es ist durchaus sinnvoll, die Wartungsintervalle zu verkürzen, wenn ein Fahrzeug häufiger an seinen Belastungsgrenzen gefahren wird.

Im ELV-Labor wird z. Z. an einem technisch weitgehend objektiv arbeitenden System gearbeitet, das auf elektronische Weise die Belastungen eines Verbrennungsmotors registriert und dem Benutzer den günstigsten Wartungszeitpunkt angibt. Dies ist eine zusätzliche, speziell für die Wartung sinnvolle Information, während ein Betriebsstundenzähler langfristig in Verbindung mit der Kilometerleistung eines Fahrzeuges den Zustand beschreibt.

### Zur Schaltung

Der ELV-Kfz-Betriebsstundenzähler besteht im wesentlichen aus einem vierstufigen Dekadenzähler mit nachgeschalteten Decoder-Treiber-Stufen sowie einem Oszillator/Teiler, der einen Impuls pro Stunde auf den Eingang des Zählers gibt. Eine ausgeklügelte Schaltungstechnik sorgt dafür,



Schaltbild des Digital-Kfz-Betriebsstundenzählers

daß zum einen die Zeitzählung nur dann erfolgt, wenn die Bordspannung anliegt und zum anderen, daß der Zählerinhalt auch ohne Anliegen der Kfz-Bordspannung langfristig erhalten bleibt.

Das IC 1 stellt in Verbindung mit der Zusatzbeschaltung einen Quarzoszillator mit nachgeschaltetem Teiler dar. Die Quarz-Grundfrequenz von 32,768 kHz wird mit Hilfe der Diodenbeschaltung (D 3 bis D 7) durch 14.400 geteilt. Beim Anliegen der Kfz-Bordspannung erhalten die IC's 1 bis 7 ihren Versorgungsstrom über D 1, L 1, R 4 sowie D 2. Zusätzlich wird der Reset-Eingang (Pin 12) des IC 1 über R 1 vorgespannt, so daß genau nach 14.400 Impulsen des Quarzoszillators und Freigabe über D 3 bis D 7 ein Reset-Impuls (ca. + 10 V) auftreten kann. Dieser Impuls ist jedoch so kurz, daß er mit „normalen“ Oszilloskopen nicht sichtbar ist.

R 3 sorgt dafür, daß der eingebaute NC-Akku geladen wird.

Der Ausgang des IC 1 (Pin 3) steuert den Eingang des IC 2 (Pin 10) an, das eine weitere Teilung durch 16.384 vornimmt. An Pin 2 des IC 2 wird dann quarzgenau ein Impuls pro Stunde abgegeben und auf den Eingang des Dekadenzählers (Pin 10 des IC 3) geleitet.

IC 3 und IC 4 beinhalten jeweils einen zweistufigen Dekadenzähler mit BCD-Ausgängen, das IC 3 steuert sowohl das Decoder-Treiber-IC für die Einer-Stunden (IC 5) als auch das Decoder-Treiber-IC für die Zehner-Stunden (IC 6), während das IC 4 lediglich ein Decoder-Treiber-IC steuert (IC 7), und zwar für die Hunderter-Stunden. Es kann also eine Digital-Anzeige in Dezimalform bis 999 Stunden erfolgen.

Zusätzlich dient der vierte Dekadenzähler in Verbindung mit T 2 bis T 4 zur Ansteuerung von 3 Leuchtdioden. Hierdurch wird eine Erweiterung des Anzeigevolumens bis

auf 8000 Stunden ermöglicht. Die Anzeige der vollen 1000 Stunden erfolgt im Binär-code.

Sobald die ersten 1000 Stunden erreicht wurden, leuchtet LED 1. Beim Erreichen der zweiten 1000 Stunden erlischt LED 1 und LED 2 leuchtet auf. Die dritten 1000 Stunden werden durch Aufleuchten von LED 1 und LED 2 angezeigt, während die vierten 1000 Stunden wiederum nur durch Aufleuchten der LED 3 (Wertigkeit  $2^2 = 4$ ) signalisiert werden. Der genaue Zusammenhang zwischen Wertigkeit und LED 1 bis 3 ist nachfolgend aufgezeigt.

LED 3	LED 2	LED 1	Zeit (1000 Stunden)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

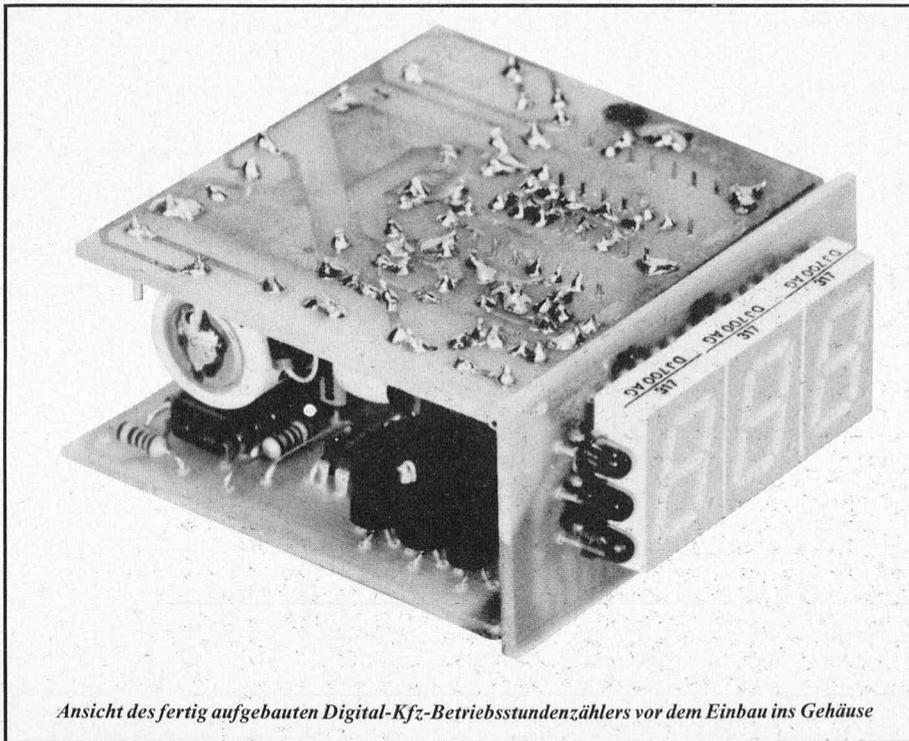
Zwei wesentliche Gründe haben uns zu dieser Anzeigeform veranlaßt:

1. Der bei den Kfz-Normausparungen mit einem Durchmesser von 52 mm zur Verfügung stehende Platz reicht für die von ELV eingesetzten 13 mm großen Sieben-Segment-Anzeigen lediglich für 3 Stück, wobei zusätzlich gerade noch etwas Platz übrig bleibt, um die Leuchtdioden daneben zu plazieren. Für den Einbau von vier Sieben-Segment-Anzeigen hätte dann auf eine kleinere Type mit geringerer Anzeighöhe zurückgegriffen werden müssen. Da die Geräte der ELV-Kfz-Einbauserie jedoch alle zueinander passen sollten, haben wir auch für den Kfz-Betriebsstundenzähler die gleichen Sieben-Segment-Anzeigen gewählt.

2. Die über die dreistellige Anzeige direkt ablesbare Betriebszeit reicht bis 999 Stunden, was einer Kilometerleistung je nach Fahrweise, von 50 000 bis 100 000 km entspricht, so daß erst nach einer relativ hohen Kilometerzahl der erste Durchlauf abgeschlossen ist. Dies wird durch Aufleuchten der LED 1 festgehalten. Für die tägliche Überwachung läßt sich hingegen eine dreistellige Dezimalzahl leichter ablesen und festhalten als eine vierstellige Zahl. Die Anzahl der vollen Tausender, die zusätzlich zu der dreistelligen Dezimalzahl hinzuzurechnen sind, ist nur in relativ großen Zeitabständen von Interesse (z. B. bei Überholung der Maschine, Verkauf des Fahrzeuges u. ä.). Ähnlich verhält es sich z. B. bei der Anzeige der Kilometerleistung eines Fahrzeuges, die in den meisten Fällen auch nur bis 100 000 erfolgt und dann wieder von neuem bei 0 beginnt. Wenn tatsächlich ein oder zwei Überläufe erfolgt sind, kann der Fahrzeughalter dieses im allgemeinen gut behalten. Beim ELV-Kfz-Betriebsstundenzähler wird ein Überlauf sogar bis zu 8 x festgehalten und durch die drei links im Anzeigenfeld angeordneten LED's signalisiert.

Kommen wir nun zur Beschreibung der Start-/Stopp-Automatik.

Der Anschluß des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers erfolgt hinter dem Zündschloß. Sobald die Zündung des Fahrzeuges ausgeschaltet wird, entfällt die Versorgung der Schaltung aus dem Kfz-Bordnetz. Nun tritt der eingebaute NC-Akku in Funktion. Über R 3 werden die IC's 1 bis 7 jetzt mit einer Spannung von 1,2 V versorgt. Diese Spannung liegt soweit unterhalb der für den Betrieb der eingesetzten IC's erforderlichen Versorgungsspannung, daß der Oszillator im IC 1 sofort stoppt. Eine weitere Zeitzählung erfolgt daher nicht. Zusätzlich



Ansicht des fertig aufgebauten Digital-Kfz-Betriebsstundenzählers vor dem Einbau ins Gehäuse

wird über R 2 der Reset-Eingang (Pin 12) des IC 1 auf 1,2 V gezogen. Dies entspricht jetzt „high“-Potential. D 3 bis D 7 können aufgrund der Dioden-Flußspannungen das Potential nicht weit genug herunterziehen, um den Oszillator wieder in Betrieb zu nehmen. Während des Zählbetriebes liegt die Betriebsspannung bei ca. 10 V und die Dioden-Flußspannungen sind vernachlässigbar, d. h. der Reset-Eingang liegt auf „low“-Potential (entspricht Zählerfreigabe).

Wesentlich für die Funktion eines Betriebsstundenzählers ist das sichere Abspeichern des Zählerstandes. Zwar liegt die Spannung des eingesetzten NC-Akkus mit 1,2 V deutlich unterhalb der für die hier verwendeten CMOS-IC's erforderlichen minimalen Betriebsspannung (3 V), jedoch reichen die 1,2 V zuverlässig aus, um die in den IC's 2 bis 4 enthaltene Information, d. h. den Zählerstand, langfristig abzuspeichern.

Der im ausgeschalteten Zustand, d. h. ohne Anliegen der Kfz-Bordspannung, von der Schaltung aufgenommene Strom ist so gering, daß der eingebaute NC-Akku ohne nachgeladen zu werden, den Zählerstand über mehr als 1 Jahr sicherstellt. Da im allgemeinen Fahrzeuge jedoch selten länger als 12 Monate unbenutzt bleiben (evtl. Winterschlaf für 6 Monate o. ä.), wird der eingebaute NC-Akku ständig wieder nachgeladen. Über die notwendige Energie zum Aufrechterhalten des Speicherzustandes der Zähler braucht man sich daher langfristig keine Gedanken zu machen. Abschließend wollen wir noch auf ein wesentliches Merkmal des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers eingehen:

Die Auflösung des Zählers liegt bei einer Stunde, d. h. es werden nur volle Stunden angezeigt. Die Zeitzählung erfolgt mit einer Auflösung von besser als einer Sekunde. Dies wird dadurch erreicht, daß auch der Zählerstand des IC 2 mit abgespeichert wird. Dieses IC gibt am Ausgang (Pin 2 des

IC 2) genau einen Impuls pro Stunde ab. Am Eingang erfolgt die Ansteuerung jedoch mit 2,2755 Hz. Selbst wenn das Fahrzeug nur für eine Minute in Betrieb gesetzt wird, erhöht sich daher der Zählerstand des IC 2 um 137 Impulse ( $2,2755 \text{ Hz} \times 60 \text{ s} = 137$ ). Nach insgesamt 60 Minuten, d. h. auch nach z. B. 60 Tagen mit jeweils 1 Minute Betriebszeit, würde das IC 2 einen Impuls auf den Eingang (Pin 10 des IC 3) geben, wodurch sich die dreistellige Dezimalanzeige um eine Stunde erhöht.

Über R 8, R 9 sowie T 1 kann, in Verbindung mit der ebenfalls im ELV-Labor entwickelten Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“, eine entsprechende Steuerung vorgenommen werden. Diese im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Über R 9 wird der Schalttransistor T 1 von den Ausgangsimpulsen gesteuert. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Sollen die LED-Anzeigen des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T 1 mit den beiden Widerständen R 8 und R 9 ersatzlos entfallen. Über eine Brücke wird die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 verbunden.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik ansteuern. Die Bauteile T 1, R 8, R 9 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeige-gerätes Platz. Bei früher veröffentlichten Schaltungen in dieser Serie kann durch Auftrennen entsprechender Leiterbahnen (Zuleitungen zu den Anoden der LED-Anzeigen-Plus-Zuleitung) dieses Schaltungs-

detail auch nachträglich eingebaut werden.

Zu beachten ist bei der gleichzeitigen Ansteuerung von mehreren Schalttransistoren, daß die Vorwiderstände (hier R 9) nur dann alle gleichzeitig mit dem Ausgang des Automatik-Lichtdimmers verbunden werden dürfen, wenn die Versorgungsspannungen, mit denen die Schalttransistoren arbeiten, alle gleich sind. Soll z. B. ein Kfz-Kombi-Meßgerät, dessen positive Versorgungsspannung über einen 5 V-Festspannungsregler stabilisiert wurde, gleichzeitig mit einem Kfz-Betriebsstundenzähler in seiner Helligkeit geregelt werden, so ist in jede Zuleitung vom Ausgang des Automatik-Lichtdimmers zum Steuereingang eines jeden Kfz-Gerätes eine Diode (1N4148) einzufügen. Die Katode (Pfeilspitze) zeigt hierbei in Richtung des Automatik-Lichtdimmers, d. h. sämtliche Katoden sind miteinander verbunden, während die Anoden der Dioden an den Steuereingang eines jeden Kfz-Gerätes geführt werden.

### Zum Nachbau

Der Aufbau dieser interessanten Schaltung erfolgt auf drei Leiterplatten:

1. Anzeigenplatine
2. Zählerplatine
3. Oszillator/Akku-Platine

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen, wobei zuerst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten sind.

Der NC-Akku mit einer Spannung von 1,2 V und einer Kapazität von 500 mAh, vom Typ „Mignon“, wird als letztes auf die entsprechende Platine zwischen die beiden Lötstifte gesetzt. Für diese beiden Lötungen muß der Lötcolben ausreichend heiß sein (Elektronik-Lötstationen werden auf 350° bis 400° eingestellt), damit sich eine sichere Verbindung ergibt. Die Lötzeit sollte hierbei so kurz wie möglich gehalten werden und 3 Sekunden nicht überschreiten, da NC-Akkus diese Prozedur nur ungern über sich ergehen lassen. Anschließend wird durch kräftiges Ziehen am NC-Akku die Verbindung geprüft. Zwei ca. 40 mm lange Silberdrahtstücke werden u-förmig gebogen, über den NC-Akku gestülpt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Damit ist der Anschluß und die Befestigung zuverlässig gewährleistet.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Hauptplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Hauptplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Die Verbindung von Zählerplatine mit Oszillator/Teiler-Platine erfolgt über 5 ca. 20 mm lange Silberdrahtstücke, die senkrecht von der einen zur anderen Leiterplatte geführt werden. Die beiden Leiterplatten befinden sich hierbei in einem Abstand von 14 mm, wobei die Bestückungsseiten zueinander weisen. Zusätzlich wird noch eine

kurze Verbindung zwischen Oszillator/Akku-Platine und Anzeigenplatine für die positive Versorgungsspannung angelötet.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen +8 V und +15 V schwanken darf, ist hinter eine Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) ist in räumlicher Nähe zum Minuspol des Auto-Akkus (Masseband) anzuschließen, um evtl. Störeinflüsse zu unterdrücken.

Wie man sieht, ist der Anschluß mit nur zwei Zuleitungen an das Kfz-Bordnetz denkbar einfach. Selbst bei einem Ausbau des Auto-Akkus oder aber auch des ELV-Kfz-Betriebsstundenzählers, bleibt der gespeicherte Zählerstand langfristig erhalten.

Damit die Schaltung ggf. wieder auf „000“ zurückgesetzt werden kann, befinden sich auf der Oszillator-Akku-Platine zwei nebeneinander liegende Lötstifte. Werden diese kurz miteinander verbunden, geht die gesamte Schaltung in Nullposition. Die Versorgungsspannung sollte hierbei allerdings mindestens 8 V betragen.

## Stückliste Digital-Kfz-Betriebsstundenzähler

### Halbleiter

IC 1	.....	CD 4060
IC 2	.....	CD 4020
IC 3, IC 4	.....	CD 4518
IC 5, IC 6, IC 7	.....	CD 4056
T 1	.....	BC 327
T 2-T 4	.....	BC 548
D 1	.....	1 N 4001
D 2-D 8	.....	1 N 4148
D 9-D 11	.....	LED 3 mm rot
Di 1-Di 3	.....	DJ 700 A

### Widerstände

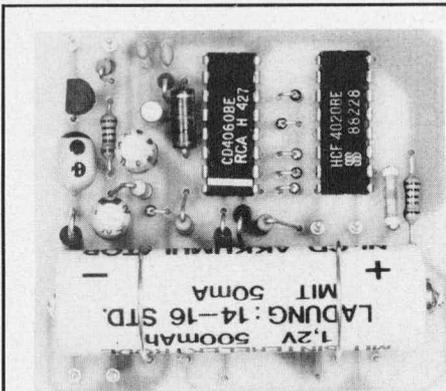
R 1, R 3, R 10	.....	10 K $\Omega$
R 2	.....	100 K $\Omega$
R 4	.....	100 $\Omega$
R 5	.....	100 K $\Omega$
R 6	.....	2,2 K $\Omega$
R 7	.....	20 M $\Omega$
R 8, R 9	.....	1 K $\Omega$
R 11-R 34	.....	1 K $\Omega$
R 35	.....	10 K $\Omega$

### Sonstiges

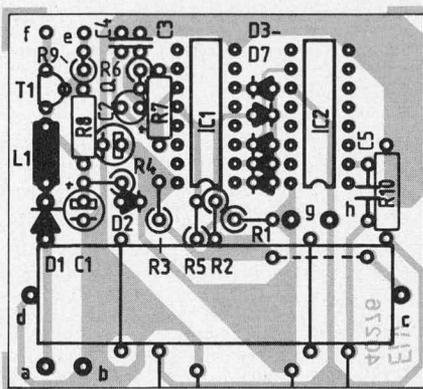
- 1 Akku 1,2 V, Mignon
- 1 Quarz 32,768 KHz
- 1 Spule 51  $\mu$ H
- 15 cm Silberdraht
- 30 cm Schtldraht
- 3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm<sup>2</sup>
- 8 Lötstifte

### Kondensatoren

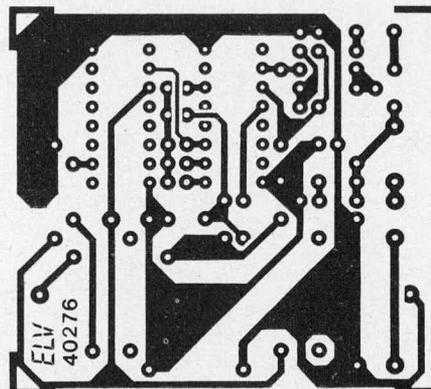
C 1, C 2	.....	10 $\mu$ F/16 V
C 3, C 4	.....	47 pF
C 5	.....	1 nF



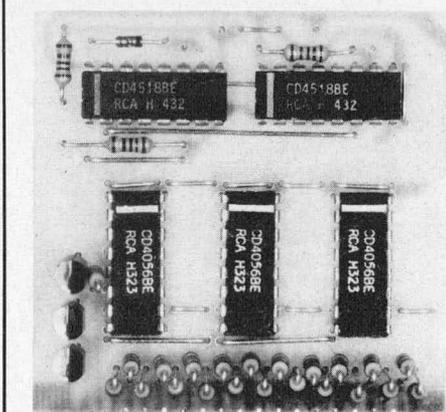
Ansicht der fertig aufgebauten Oszillator/Akku-Platine



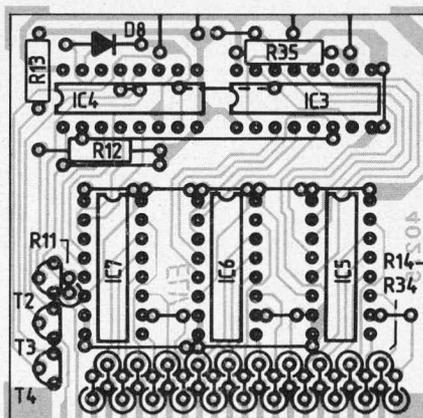
Bestückungsseite der Oszillator/Akku-Platine



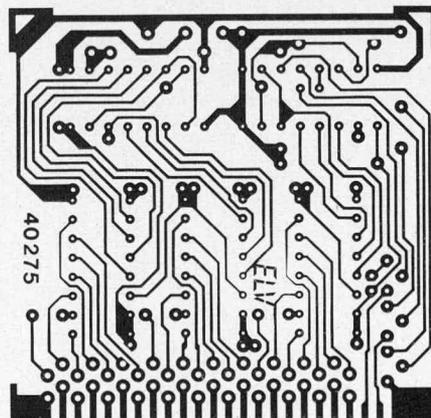
Leiterbahnseite der Oszillator/Akku-Platine



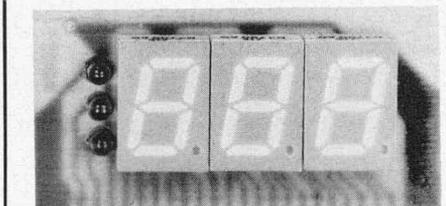
Ansicht der fertig aufgebauten Zählerplatine



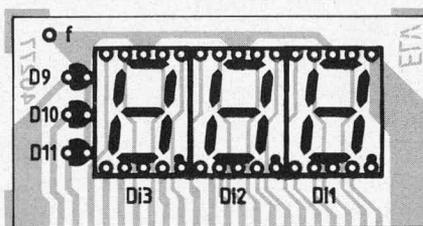
Bestückungsseite der Zählerplatine



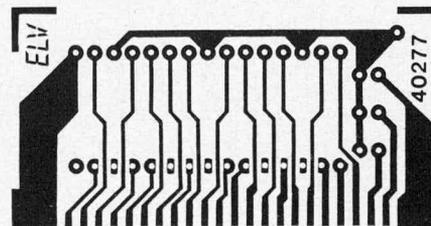
Leiterbahnseite der Zählerplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine

# Hochtemperatur- Thermometer T 1000



**Großer Temperaturbereich, optimale Auflösung und gute Genauigkeit zeichnen dieses elektronische Digital-Thermometer T 1000 aus. Der Meßbereich erstreckt sich von  $-200^{\circ}\text{C}$  bis  $+1000^{\circ}\text{C}$ , wobei die Auflösung bis  $200^{\circ}\text{C}$   $0,1\text{ K}$  beträgt, während höhere Temperaturen immerhin noch mit einer Auflösung von  $1^{\circ}\text{C}$  angezeigt werden.**

**Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang das günstige Preis-/Leistungsverhältnis, das nicht zuletzt aufgrund einer neuen Fühlerentwicklung erreicht werden konnte.**

## Das Temperaturfühlerelement

Bei diesem neuen, exklusiv für ELV produzierten, hochwertigen elektronischen Fühlerelement handelt es sich um ein in der Industrie häufiger eingesetztes Thermoelement des Typs „K“. Das Element wird in ein ca. 400 mm langes Edelstahlrohr eingebaut und mit einer speziellen sogenannten Ausgleichsleitung an die Schaltung angeschlossen. Hierdurch kann die bei Thermoelementen zusätzlich erforderliche Messung der Absolut-Temperatur innerhalb des Gerätegehäuses vorgenommen werden. Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß Thermoelemente lediglich dazu geeignet sind, Differenztemperaturen zu messen. Dies jedoch mit guter Qualität und Linearität, selbst bei hohen Temperaturen. Die Zeitkonstante, d. h. die Ansprechempfindlichkeit eines Thermoelements bei konstruktiv günstigem Aufbau ist darüber hinaus sehr niedrig. Es lassen sich schnelle Temperaturmessungen durchführen.

Um zu einer Meßmethode der absoluten Temperatur zu kommen, ist es erforderlich, einen Absolut-Temperatur-Fühler mit heranzuziehen, der die Temperatur der beiden freien Drahtenden des Thermoelements mißt.

Fragt man sich nun, warum überhaupt noch ein Thermoelement, so kann gesagt werden, daß an die Qualität des Absolut-Temperatur-Sensors nur geringe Anforderungen gestellt werden, da dieser lediglich in einem kleinen Bereich die Temperatur zu messen braucht. Dieser Bereich ist dadurch vorgegeben, daß sich die beiden freien Drahtenden des Thermoelements und somit auch des Absolut-Temperatursen-

sors im Fühlergriffel (bzw. durch die „Ausgleichsleitung“ im Gehäuse) befinden, der einen Temperatur-Bereich von vielleicht  $0^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$  überstreicht. Die über das Thermoelement zu messenden Temperaturen bewegen sich zwischen  $-200^{\circ}\text{C}$  und  $+1000^{\circ}\text{C}$ .

## Genauigkeitsbetrachtungen

Eine gute Genauigkeit von ca.  $1^{\circ}\text{C} \pm 1\%$  des hier vorgestellten elektronischen Digital-Thermometers T 1000 wird im Bereich von  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+1000^{\circ}\text{C}$  erreicht. Für den Bereich unterhalb  $-50^{\circ}\text{C}$  ist eine Korrekturtabelle erforderlich. Jedoch auch in dem übrigen Bereich kann durch Hinzuziehen der Korrekturtabelle die Genauigkeit er-

höht werden, da die Kontinuität des hier verwendeten Thermoelements und die Übereinstimmung mit der Tabelle I im allgemeinen besser als  $1^{\circ}\text{C}$  in dem gesamten Bereich ist.

## Zur Schaltung

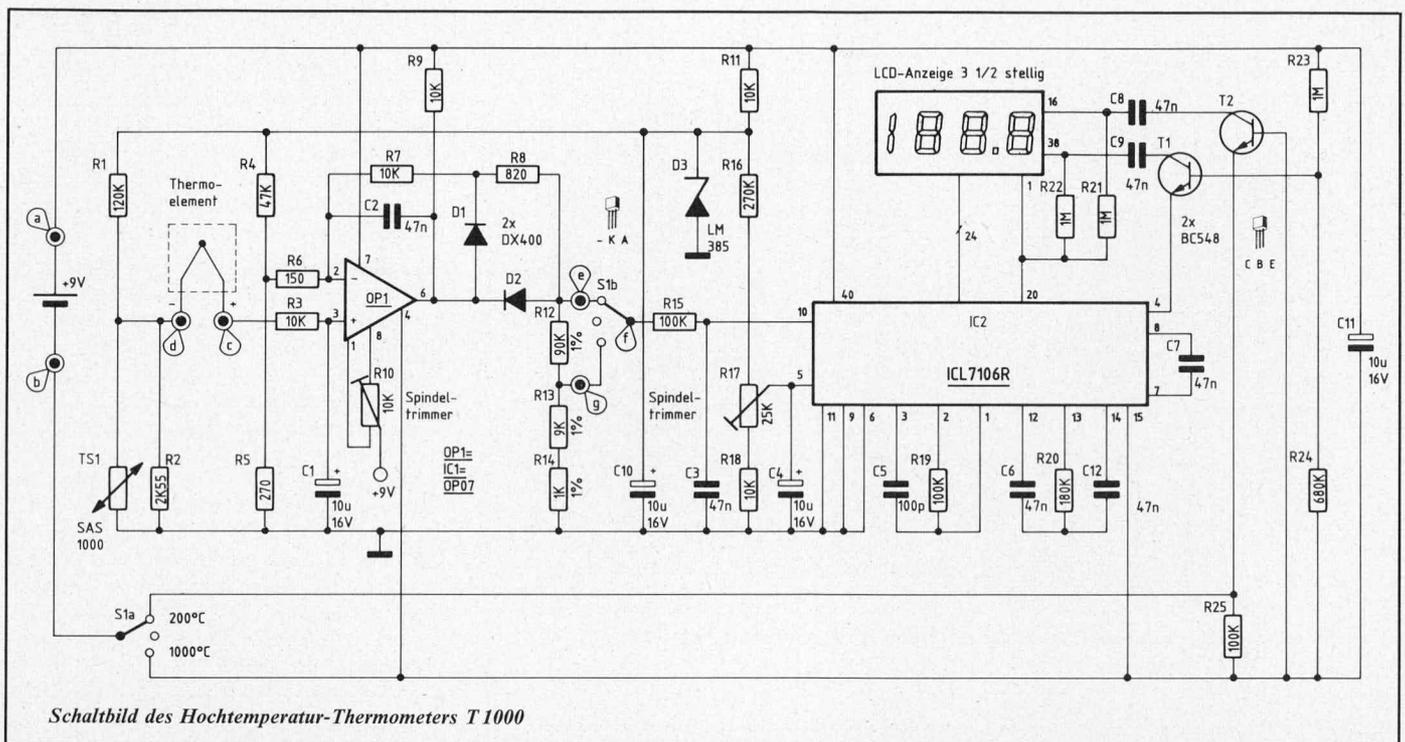
Mittelpunkt der Schaltung ist der bekannte Schaltkreis des Typs ICL 7106R, der auf einem Chip AD-Wandler, Segmentdecoder, Treiberstufen, Takterzeugung und Referenzspannung enthält.

Eine zwischen den Eingangsanschlüssen Pin 10 und Pin 11 anliegende Meßspannung wird in eine digitale, auf dem LC-Display erscheinende Anzeige umgesetzt.

Tabelle I

angezeigte Temperatur (°C)	tatsächliche Temperatur (°C)	Abweichung	angezeigte Temperatur (°C)	tatsächliche Temperatur (°C)	Abweichung	angezeigte Temperatur (°C)	tatsächliche Temperatur (°C)	Abweichung	angezeigte Temperatur (°C)	tatsächliche Temperatur (°C)	Abweichung
1000	1000,0	0	700	694,3	+5,7	400	402,7	-2,7	100	100,8	-0,8
990	989,4	+0,6	690	684,5	+5,5	390	392,9	-2,9	90	90,8	-0,8
980	978,9	+1,1	680	674,7	+5,3	380	383,2	-3,2	80	80,9	-0,9
970	968,3	+1,7	670	664,9	+5,1	370	373,3	-3,3	70	71,0	-1,0
960	957,8	+2,2	660	655,1	+4,9	360	363,5	-3,5	60	61,0	-1,0
950	947,4	+2,6	650	645,3	+4,7	350	353,7	-3,7	50	51,0	-1,0
940	936,9	+3,1	640	635,6	+4,4	340	343,8	-3,8	40	41,0	-1,0
930	926,5	+3,5	630	625,8	+4,2	330	333,9	-3,9	30	30,9	-0,9
920	916,1	+3,9	620	616,1	+3,9	320	324,0	-4,0	20	20,7	-0,7
910	905,8	+4,2	610	606,4	+3,6	310	314,1	-4,1	10	10,4	-0,4
900	895,4	+4,6	600	596,7	+3,3	300	304,2	-4,2	0	0	0
890	885,1	+4,9	590	587,0	+3,0	290	294,2	-4,2	-10	-9,7	+0,3
880	874,9	+5,1	580	577,3	+2,7	280	284,2	-4,2	-20	-19,7	+0,3
870	864,6	+5,4	570	567,6	+2,4	270	274,2	-4,2	-30	-29,7	+0,3
860	854,4	+5,6	560	558,0	+2,0	260	264,1	-4,1	-40	-40,0	± 0
850	844,2	+5,8	550	548,3	+1,7	250	254,0	-4,0	-50	-50,5	-0,5
840	834,0	+6,0	540	538,6	+1,4	240	243,9	-3,9	-60	-61,3	-1,3
830	823,9	+6,1	530	528,9	+1,1	230	233,7	-3,7	-70	-72,5	-2,5
820	813,8	+6,2	520	519,2	+0,8	220	223,4	-3,4	-80	-84,0	-4,0
810	803,7	+6,3	510	509,5	+0,5	210	213,1	-3,1	-90	-96,1	-6,1
800	793,6	+6,4	500	499,9	+0,1	200	202,8	-2,8	-100	-108,7	-8,7
790	783,6	+6,4	490	490,2	-0,2	190	192,5	-2,5	-110	-122,1	-12,1
780	773,6	+6,4	480	480,5	-0,5	180	182,2	-2,2	-120	-136,4	-16,4
770	763,6	+6,4	470	470,8	-0,8	170	171,9	-1,9	-130	-152,0	-22,0
760	753,6	+6,4	460	461,1	-1,1	160	161,6	-1,6	-140	-169,3	-29,3
750	743,7	+6,3	450	451,4	-1,4	150	151,3	-1,3	-150	-189,5	-39,5
740	733,8	+6,2	440	441,7	-1,7	140	141,1	-1,1	-155	-201,2	-46,2
730	723,9	+6,1	430	432,0	-2,0	130	130,9	-0,9			
720	714,0	+6,0	420	422,2	-2,2	120	120,8	-0,8			
710	704,1	+5,9	410	412,5	-2,5	110	110,8	-0,8			

Korrekturtabelle des elektronischen Hochtemperatur-Thermometers T 1000



Schaltbild des Hochtemperatur-Thermometers T 1000

Wie bereits an anderer Stelle dieses Artikels erwähnt, besteht das Herz des hier eingesetzten Temperaturfühlers aus einem Thermoelement, das eine temperaturproportionale Spannung abgibt, wobei zusätzlich noch ein Absolut-Tempersensor eingebaut wurde.

Das verwendete Thermoelement wird über seine Zuleitung, eine sogenannte Ausgleichsleitung an die Schaltungspunkte „c“ und „d“ angeschlossen. Die Ausgleichsleitung besteht aus einem speziellen Material, dessen thermoelektrische Eigenschaften so bemessen sind, daß hierdurch die Referenzstelle des Thermoelementes ans Ende dieser Ausgleichsleitung verlegt wird. Hierdurch kann der Absolut-Temperatur-Sensor des Typs SAS 1000 ebenfalls mit auf die Leiterplatte gesetzt werden. Die räumliche Anordnung muß so erfolgen, daß der Sensorkopf in gutem thermischen Kontakt zu den Anschlußpunkten „c“ und „d“ steht. Etwas Wärmeleitpaste ist hier günstig.

Der Sensor SAS 1000 gibt im Gegensatz zum Thermoelement keine Spannung ab, sondern er besitzt eine der Absolut-Temperatur proportionale Widerstandskennlinie. Aus diesem Grunde wird der SAS 1000 über den Widerstand R 1 mit einem annähernden Konstantstrom gespeist. R 2 dient hierbei zur Linearisierung der Kennlinie. Die Dimensionierung von R 1 und R 2 wurde so bemessen, daß die am SAS 1000 abfallende temperaturabhängige Spannung dem Kennlinienverlauf des verwendeten Thermoelementes entspricht.

Wie aus der Schaltung ersichtlich ist, erfolgt eine Addition der am Temperatursensor TS 1 abfallenden Spannung mit der vom Thermoelement abgegebenen Spannung. Über R 3 wird diese Gesamtspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des OP 1 gegeben.

Hier erfolgt eine Gleichspannungsverstärkung, deren Größe durch die Zusatzbeschaltung R 4 bis R 8 festgelegt wird.

Die Kennlinie des verwendeten Thermoelementes weist eine gute Linearität auf, besitzt jedoch bei positiven Temperaturen eine etwas andere Charakteristik als bei negativen. Aus diesem Grunde wird mit OP 1 eine zusätzliche elektronische Umschaltung der Verstärkung vorgenommen. Hierzu sind als weitere Bauelemente D 1 und D 2 erforderlich. Die Funktionsweise dieser automatischen Verstärkungsumschaltung ist wie folgt:

Wird mit dem Thermoelement eine positive Spannung gemessen, steigt auch die Ausgangsspannung des OP 1 auf positive Werte. Die Diode D 1 leitet und die Verstärkung des OP 1 wird im Rückkopplungszweig allein durch den Widerstand R 7 beeinflusst. R 8 bleibt somit unberücksichtigt.

Bei negativen Temperaturen polt sich auch die Spannung am Thermoelement um, wodurch die Ausgangsspannung des OP 1 ebenfalls negative Werte annimmt (immer bezogen auf den Fußpunkt der Referenzspannung — Pin 9 des IC 2). Hierdurch sperrt die Diode D 1 und D 2 wird leitend. Die Verstärkung des OP 1 wird im Rückkopplungszweig nun durch die Reihenschaltung der beiden Widerstände R 7 und R 8 festgelegt. Sie ist somit um 8,2% größer.

Für positive Eingangsspannungen besitzt OP 1 mit Zusatzbeschaltung eine Verstärkung von ca. 24 und für negative Eingangsspannungen eine Verstärkung von ca. 26. Die etwas flacher verlaufende Kennlinie des Thermoelementes bei negativen Temperaturen wird dadurch ausgeglichen.

Mit dem Spindeltrimmer R 10 wird die Offset-Spannung des OP 1 kompensiert und eine Nullpunktverschiebung vorgenommen, die im Zusammenhang mit dem Einsatz des TS 1 erforderlich ist (bei 0°C beträgt der Widerstand des SAS 1000 nicht 0 Ω).

Am Verbindungspunkt von R 8 und D 2 steht die verstärkte auf 0°C bezogene Meß-

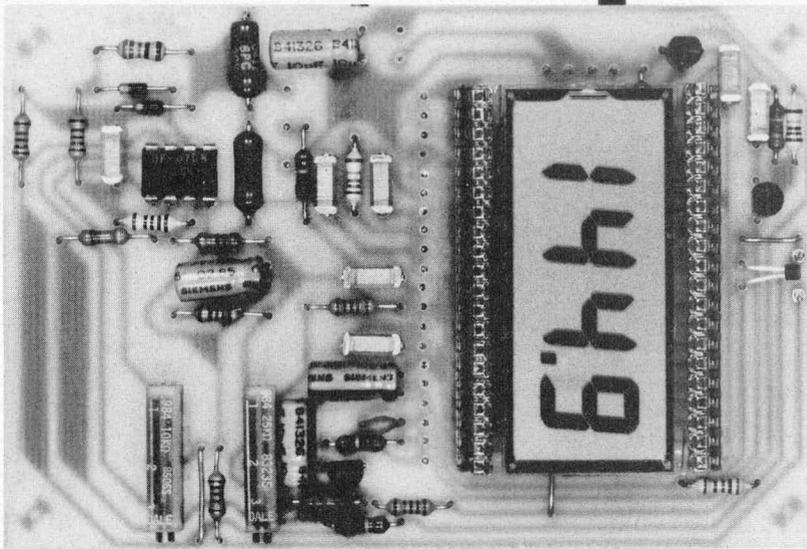
spannung an. Die Größe dieser Meßspannung beträgt ungefähr 1 mV/°C, d. h. bei +200°C liegt eine Spannung von ca. 200 mV und bei +1000°C eine Spannung von ca. 1,0 V an diesem Punkt an.

Eine genaue Zuordnung zwischen Temperatur und Digital-Anzeige erfolgt durch die Einstellung des Skalenfaktors mit dem Spindeltrimmer R 17. Auf die Kalibrierung der beiden Spindeltrimmer gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

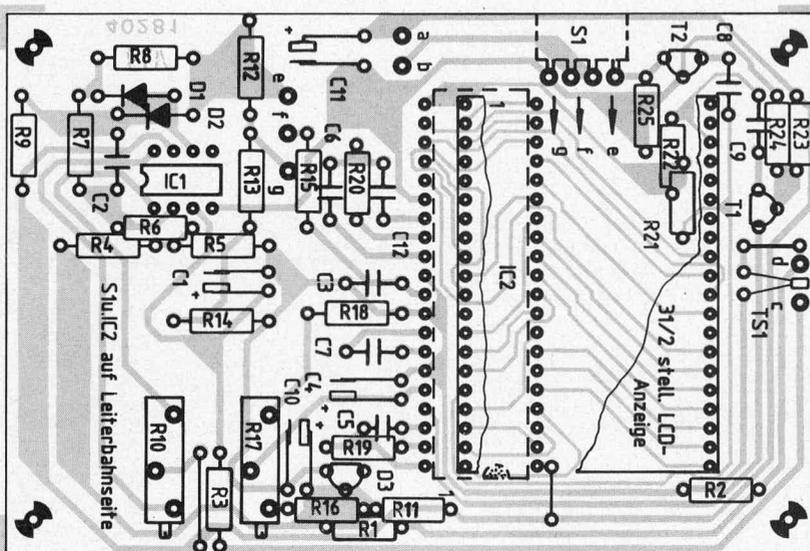
Damit das Gerät eine möglichst hohe Auflösung besitzt, wurde eine Umschaltmöglichkeit vorgesehen. Befindet sich der Schalter S 1 b in der eingezeichneten Position, wird die über OP 1 mit Zusatzbeschaltung verstärkte Meßspannung ohne Abschwächung durch den Spannungsteiler R 12 bis R 14 über R 15 auf den positiven Eingang des IC 2 gegeben. Der negative Eingang (Pin 11) ist mit dem Fußpunkt der Referenzspannung (Pin 9) verbunden. Es können jetzt Temperaturen im Bereich von 0 bis +199,9°C sowie von 0 bis -199,9°C gemessen werden. Die Auflösung beträgt hierbei 0,1°C.

Ab 200°C geht die Anzeige in „Überlauf“. Jetzt ist die Umschaltung von S 1 erforderlich. Über den Spannungsteiler R 12 bis R 14 wird eine exakte Teilung durch 10 vorgenommen, sobald sich der Schalter S 1 b in der entgegengesetzten Position befindet. Über R 15 gelangt dieses reduzierte Signal, wie auch im zuerst beschriebenen Fall, auf den positiven Eingang (Pin 10) des IC 2. Die Anzeige ist ebenfalls um den Faktor 10 kleiner, d. h. anstelle von z. B. 199,9°C würden nun 19,99°C bzw. 20,00°C angezeigt. Die Auflösung liegt nun bei 1°C. Der Meßbereich hingegen reicht bis +1000°C.

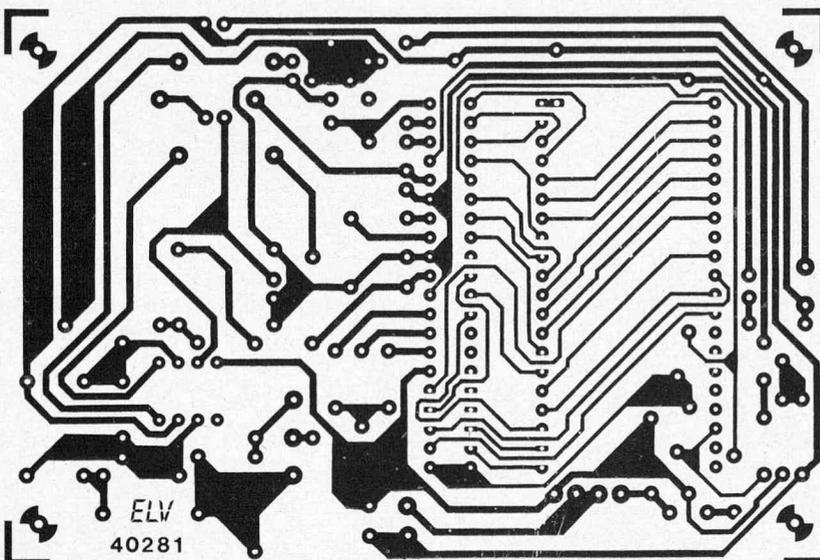
Selbstverständlich können in dieser Meßart auch kleinere Temperaturen als 200°C gemessen werden, sofern für Sonderfälle die hohe Auflösung von 0,1°C nicht erwünscht ist.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Hochtemperatur-Thermometers T 1000



Bestückungsseite der Platine des Hochtemperatur-Thermometers T 1000



Leiterbahnseite der Platine des Hochtemperatur-Thermometers T 1000

Gleichzeitig mit der Umschaltung von S 1 b wird auch S 1 a geschaltet, da es sich um ein und denselben Schalter mit 2 Kontakten handelt. In der hochauflösenden Schaltstellung wird zusätzlich der Transistor T 1 durchgesteuert (über S 1 a), so daß in Verbindung mit R 21 und C 8 ein Punkt vor der letzten Stelle erscheint, wodurch die höhere Auflösung signalisiert wird (z. B. 155,7° C).

Mit den Bauelementen T 1, R 22 bis R 24 und C 9 wurde eine Versorgungsspannungsüberwachung aufgebaut. Sobald das entsprechende Zeichen erscheint (Pfeil, Lowbat o. ä., je nach verwendetem LC-Display), sollte die Batterie gewechselt werden. Einige Stunden Betriebsreserve sind jedoch noch vorhanden. In der höher auflösenden Schaltstellung von S 1 wird die Spannung durch die Basis-Emitter-Strecke von T 2 um zusätzlich ca. 0,6 bis 0,7 V reduziert, so daß die Unterspannungsanzeige in diesem Meßbereich früher erscheint, als in dem 1000° C-Bereich. In letzterem können daher ohne weiteres noch Messungen durchgeführt werden.

### Stückliste Hochtemperatur- Thermometer T 1000

#### Halbleiter

IC 1	OP 07
IC 2	ICL 7106 R
T 1, T 2	BC 548
D 1, D 2	DX 400
D 3	LM 385
TS 1	SAS 1000

#### Kondensatoren

C 1, C 4	10 µF/16 V
C 2, C 3	47 nF
C 5	100 pF
C 6-C 9	47 nF
C 10, C 11	10 µF/16 V
C 12	47 nF

#### Widerstände

R 1	120 KΩ
R 2	2,55 KΩ
R 3, R 7, R 9	10 KΩ
R 4	47 KΩ
R 5	270 Ω
R 6	150 Ω
R 8	820 Ω
R 10	10 KΩ, Spindeltrimmer
R 11, R 18	10 KΩ
R 12	90 KΩ/1 %
R 13	9 KΩ/1 %
R 14	1 KΩ/1 %
R 15	100 KΩ
R 16	270 KΩ
R 17	25 KΩ, Spindeltrimmer
R 19, R 25	100 KΩ
R 20	180 KΩ
R 21-R 23	1 MΩ
R 24	680 KΩ

#### Sonstiges

- 1 Spezial-Meßfühler
- S 1 ..... Schiebeschalter, 2 x um  
..... mit Mittelstellung
- 1 Batterieclip 9 V
- 4 Lötstifte
- 1 LCD-Anzeige 3,5-stellig
- 1 40poliger-IC-Sockel
- 20 cm Schaltdraht

## Zum Nachbau

Das Layout der Schaltung ist so ausgeführt, daß die Platine für den Einbau in ein passendes Handgehäuse geeignet ist.

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau wie folgt vor:

Zuerst wird die noch unbestückte Platine in das Gehäuse eingepaßt. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. muß die Platine an den Kanten etwas nachgearbeitet werden, wobei darauf zu achten ist, daß die Platine nachher nicht zu eng im Gehäuse sitzt, aber doch groß genug bleibt, um auf dem im Gehäuse befindlichen Absatz noch einwandfrei aufzuliegen.

Sobald dies erledigt ist, kann mit dem eigentlichen Aufbau in gewohnter Weise begonnen werden.

Als erstes werden die Brücken, danach die Widerstände, die Trimmer und Kondensatoren eingelötet.

Die LCD-Anzeige wird in einen Sockel gesetzt, der zuvor auf die Platine zu löten ist. Hierzu kann z. B. ein 40poliger IC-Sockel dienen, bei dem man die Mittelstege abtrennt, um auf die erforderliche Distanz der beiden Kontaktstreifen zu kommen.

Sowohl der Schalter S 1 als auch das IC des Typs ICL 7106 R werden auf die Rückseite, d. h. auf die Leiterbahnseite der Platine gesetzt und dort verlötet. Die Verbindung des Schalters S 1 erfolgt über 4 senkrecht auf die Leiterbahnseite gesetzte Lötstifte.

In Mittelstellung von S 1 ist das Gerät ausgeschaltet, während die obere Stellung den Bereich von  $\pm 200^{\circ}\text{C}$  und die untere Stellung den Bereich bis  $1000^{\circ}\text{C}$  aktiviert.

Für die obere Kontaktreihe des Schalters (S 1 b) werden die Verbindungen zu den entsprechenden Punkten mittels flexibler isolierter Leitungen durchgeführt. Jeweils die beiden mittleren der  $2 \times 4$  Schaltkontakte werden miteinander direkt verbunden und bilden den Mittelabgriff.

## Der Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, ist die Bestückung nochmals sorgfältig zu kontrollieren.

Nach Anschluß des Fühlers und einer 9 V-Batterie kann das T 1000 abgeglichen werden.

Sollte beim ersten Einschalten die LCD-Anzeige gar keine oder undefinierbare Zeichen anzeigen, ist zu vermuten, daß diese um  $180^{\circ}\text{C}$  gedreht eingesetzt wurde. Sie ist dann zu drehen. Durch kurzzeitiges falsches Einsetzen wird weder beim IC noch bei der Anzeige ein Schaden verursacht.

Zuerst wird der Nullpunkt mit dem Spin deltrimmer R 10 eingestellt.

Hierzu wird der Temperaturfühler 4 bis 5 cm tief in ein Glas eingetaucht, das mit einem Gemisch aus kleingestoßenen Eiswürfeln und Wasser gefüllt ist.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel klein (wenige mm Durchmesser) gehackt

sind und nur verhältnismäßig wenig Wasser (weniger als 50 %) in dem Glas ist. Alle Eiswürfel müssen mit Wasser bedeckt sein. Mit Hilfe des Fühlers wird das Eis/Wasser-Gemisch mehrere Minuten kräftig umgerührt, damit sich auch wirklich eine Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  einstellt. Die Anzeige ist mit R 10 auf „000“ zu bringen. Das Gerät sollte während des Abgleiches im hochauflösenden Bereich ( $0,1^{\circ}\text{C}$ ) arbeiten.

Der Skalenfaktor wird mit dem Trimmer R 17 eingestellt. Dazu hält man den Sensor in kochendes Wasser, wobei man sich die Tatsache zunutze macht, daß kochendes Wasser eine Temperatur von  $100^{\circ}\text{C}$  aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar, sofern man sich nicht gerade auf der Zugspitze, also in sehr großer Höhe, aufhält.

Der Temperatursensor wird in das kochende Wasser (muß richtig sprudelnd kochen — Vorsicht! Verbrennungsgefahr) mindestens 4 bis 5 cm eingetaucht.

Wichtig ist hierbei, daß der Sensor nicht den Topfboden berührt, da dieser u. U. auch heißer sein kann und das Ergebnis dadurch verfälschen könnte.

Der Abgleich ist damit beendet und das Gerät ist über den ganzen Bereich kalibriert.

Zum Schluß ist die fertig bestückte und abgeglichene Platine in das Gehäuse einzusetzen und mit einem Tupfer Klebstoff an jeder Ecke festzuheften.

# Temperaturmeßvorsatz für Multimeter

*Um mit bereits vorhandenen Multimetern — digital oder analog — genaue Temperaturmessungen in einem großen Bereich durchführen zu können, wurde diese kleine Zusatzschaltung entwickelt.*

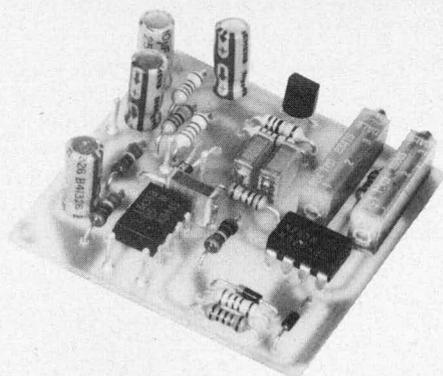
## **Allgemeines**

Ein elektronisches Temperaturmeßgerät besteht im einfachsten Fall aus einem Temperaturlaufnehmer (ggf. mit Linearisierungsschaltung) sowie einem Spannungsmesser, der sowohl digital als auch analog arbeiten kann. Letzterer macht einen nennenswerten Anteil der Kosten eines elektronischen Thermometers aus und ist in den meisten Fällen in Form eines Multimeters bereits vorhanden.

Die hier vorgestellte Meßschaltung, die in ähnlicher Weise in dem Digital-Thermometer T 1000 eingesetzt wird, gibt an ihrem Ausgang eine Meßspannung von  $1 \text{ mV}/^\circ \text{C}$  ab. Auf diese Weise kann ein angeschlossenes Voltmeter mit einem Meßbereich von 0 bis 1000 mV (bzw. 2000 mV) ohne Änderung direkt zur Anzeige dienen.

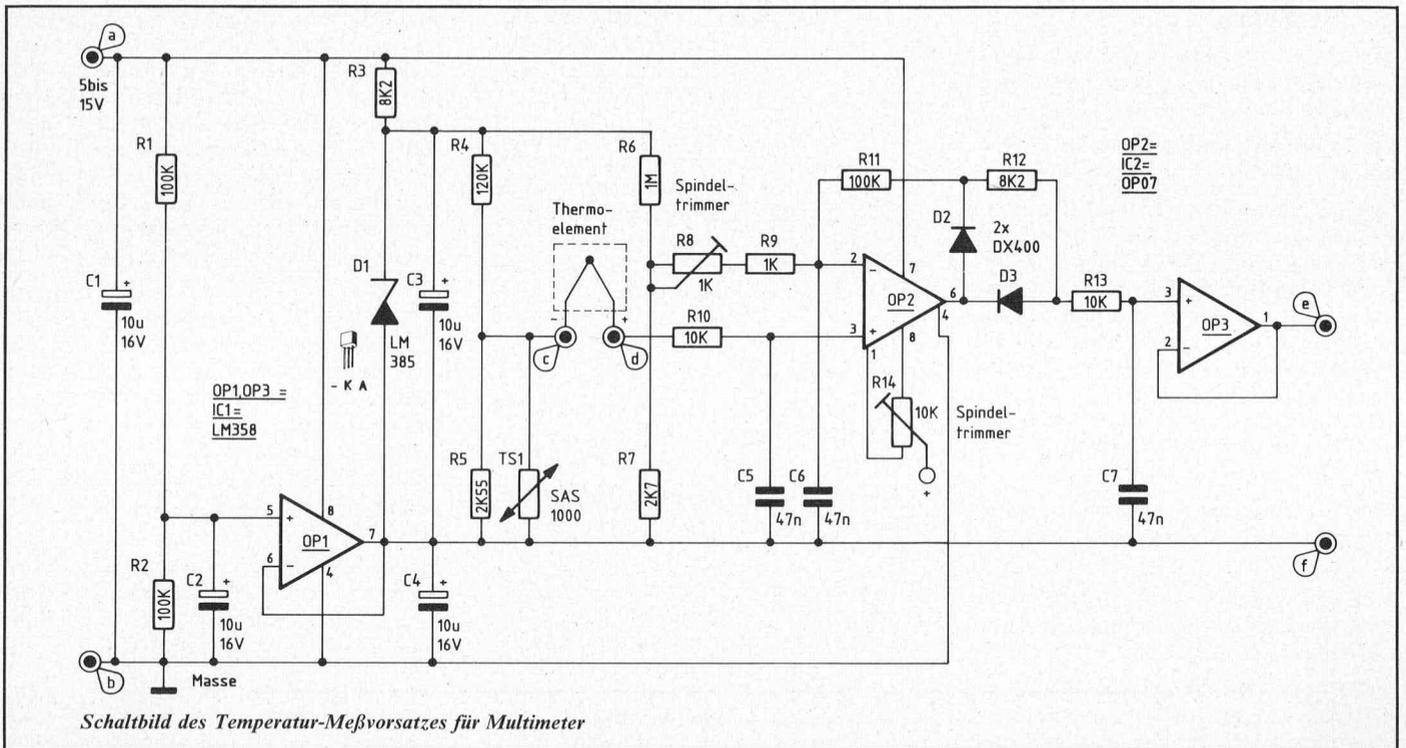
## **Zur Schaltung**

Die zur Versorgung über eine 9 V-Blockbatterie geeignete Schaltung ist in ihrem



grundsätzlichen Aufbau hinsichtlich der Meßwertaufnehmerschaltung dem T 1000 sehr ähnlich.

Das Thermoelement liegt auch hier in Reihe zum Absolut-Temperatursensor. Die am Schaltungspunkt „d“ anliegende Gesamtmeßspannung wird über R 10 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des OP 2 gegeben. Hier erfolgt eine Gleichspannungsverstärkung, die bei positiven Temperaturen im Rückkoppelungsweig



durch R 11 und bei negativen Temperaturen im Rückkoppelungsweig durch die Reihenschaltung von R 11 und R 12 festgelegt wird.

Über R 13 gelangt die Ausgangsspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 3, der lediglich als Pufferverstärker geschaltet ist.

Zur Erzeugung einer stabilen Mittenspannung dient OP 1 in Verbindung mit R 1 und R 2. Die Referenzspannung wird mit D 1 und dem Vorwiderstand R 3 erzeugt. Hier empfiehlt es sich, ein hochwertiges Referenzelement zu verwenden (z. B. LM 385), um Nullpunktschwankungen weitgehend auszuschalten.

### Zum Nachbau

Der Aufbau ist auf einfache Weise in gewohnter Reihenfolge durchzuführen, so daß hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

Die Platine ist bewußt klein ausgelegt worden, um einen evtl. Einbau in ein bereits vorhandenes Multimeter zu erleichtern. Achtung: Die Schaltung benötigt unbedingt eine vollkommen getrennte Spannungsversorgung (z. B. separate 9V-

Blockbatterie) und darf nicht aus der gleichen Batterie wie das eingesetzte Multimeter betrieben werden.

Zu beachten ist, daß der Absolut-Temperaturfühler TS 1 in möglichst gutem thermischen Kontakt mit den Platinenanschlußpunkten „c“ und „d“ steht, um die Temperatur dieser Vergleichsmeßstelle zuverlässig zu erfassen. Etwas Wärmeleitpaste ist hier günstig.

Vor dem Einbau in ein Gehäuse wird die fertig bestückte Platine abgeglichen. Hierzu ist lediglich noch der Temperatursensor sowie die Batterie anzuschließen.

### Kalibrierung

Der Abgleich ist auch hier einfach möglich und wird ebenso wie beim T 1000 durchgeführt.

Mit R 14 wird zunächst der Nullpunkt und anschließend mit R 8 der Skalenfaktor eingestellt.

Da der Skalenfaktor 1 mV/°C betragen soll, ist die Ausgangsspannung zwischen den Anschlußpunkten „e“ und „f“ bei einer Temperatur von 100,00°C auf 100 mV einzustellen.

### Stückliste Temperaturmeßvorsatz für Multimeter

#### Halbleiter

IC 1	.....	LM 358
IC 2	.....	OP 07
D 1	.....	LM 385
D 2, D 3	.....	DX 400
TS 1	.....	SAS 1000

#### Kondensatoren

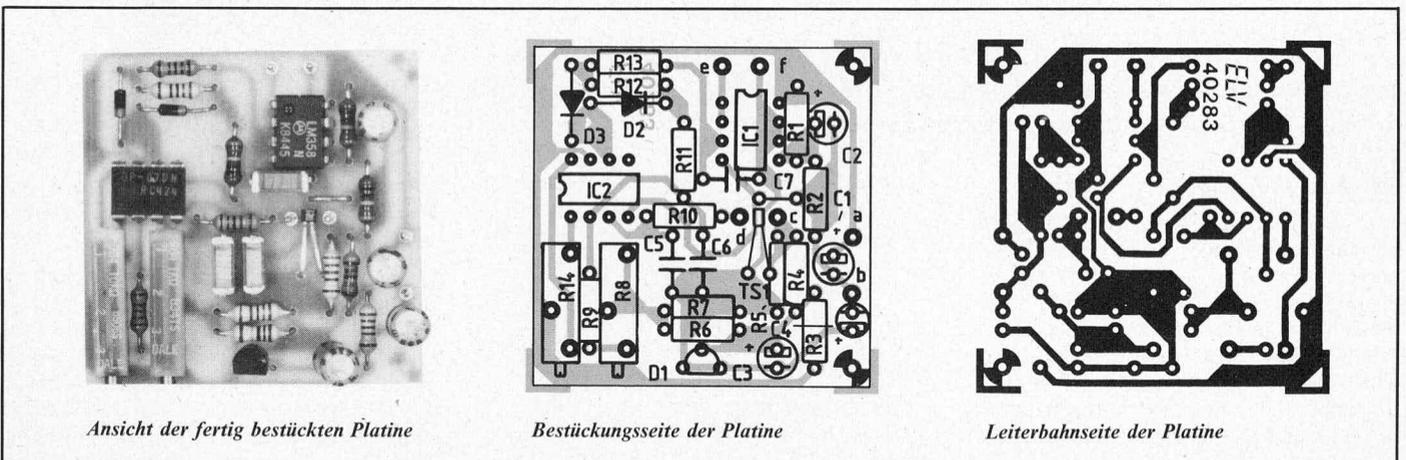
C 1-C 4	.....	10 µF/16 V
C 5-C 7	.....	47 nF

#### Widerstände

R 1, R 2	.....	100 KΩ
R 3, R 12	.....	8,2 KΩ
R 4	.....	120 KΩ
R 5	.....	2,55 KΩ
R 6	.....	1 MΩ
R 7	.....	2,7 KΩ
R 8	.....	1 KΩ, Spindeltrimmer
R 9	.....	1 KΩ
R 10, R 13	.....	10 KΩ
R 11	.....	100 KΩ
R 14	.....	10 KΩ, Spindeltrimmer

#### Sonstiges

- 1 Spezial-Meßfühler
- 6 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine

Bestückungsseite der Platine

Leiterbahnseite der Platine

# Berührungsloser elektronischer Drehzahlmesser

(Modellflugzeug-Drehzahlmesser)



*Sowohl für den Bereich des Flugmodellbaues als auch für kommerzielle Anwendungen, wurde dieser komfortable elektronische Drehzahlmesser mit vierstelliger, digitaler LCD-Anzeige entwickelt. Nachfolgend die wesentlichen Daten in Kurzform:*

- Drehzahlmessungen von 500 Upm bis 100.000 Upm (!)
- Auflösung: bis 10.000 Upm: 1 Upm, über 10.000 Upm: 10 Upm
- berührungslose Drehzahlmessung über Fotodiode
- Umschaltmöglichkeit für 1 Impuls, 2 Impulse (Zweiblatt-Luftschraube) sowie 3 Impulse (Dreiblatt-Luftschraube) pro Umdrehung
- hohe Meßfolgefrequenz (48 Messungen pro Minute)
- digitale Meßwertspeicherung über Drucktaster
- hohe Genauigkeit durch Quarzsteuerung:  $\pm 1$  Digit über den gesamten Meßbereich
- Aufbau vollkommen ohne Abgleich.

## Allgemeines

Die im Vorwort aufgezeigten Leistungsmerkmale dieses hochwertigen elektronischen Drehzahlmessers lassen erkennen, daß es sich um ein besonders komfortables, höchsten Ansprüchen gerecht werdendes Gerät handelt, und dies sowohl hinsichtlich des Nachbaues (vollkommen ohne Abgleich) als auch im Hinblick auf die univerten Einsatzmöglichkeiten.

Die komplexe Schaltung mit insgesamt 13 integrierten Schaltkreisen, wird auf einer doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte aufgebaut, die in einem handlichen Meßgerätegehäuse untergebracht werden kann.

Die mit diesem Gerät durchgeführten absolut berührungslosen Messungen haben den Vorteil, daß man sich dem Meßobjekt nicht bis auf Berührungskontakt nähern muß, so daß immer ein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden kann. Darüber hinaus bietet die berührungslose Messung den entscheidenden Vorteil, daß dem Meßobjekt (Motor o. ä.) keine Leistung entzogen wird. Dies ist besonders bei kleineren Motoren von Vorteil, so daß sich auch hier eine objektive, das Meßobjekt nicht beeinflussende rückwirkungsfreie Messung ergibt. Ermöglicht wird dieses Meßverfahren durch die Auswertung von Lichtstärkeschwankungen über eine empfindliche Fotodiode.

Hält man die Fotodiode hinreichend dicht, allerdings unter Berücksichtigung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes, z. B. vor die rotierende Luftschraube eines Modellflugzeuges (Abstand ca. 10 cm), so wird ein Teil des Lichtes, das auf die Fotodiode gelangt, durch die Luftschraubenblätter absorbiert, d. h. es treten Lichtschwankungen im Rhythmus der Drehzahl auf. Technisch ausgedrückt bedeutet dies eine Modulation der Lichtstärke durch die Luftschraubenblätter im Takt der Drehzahl.

Man kann nun zwei Arten der Meßsignal-erzeugung unterscheiden:

### 1. Das Durchlichtverfahren

Hierbei wird, wie in vorstehendem Beispiel aufgezeigt, ein Lichtstrom im Rhythmus der Drehzahl unterbrochen und wieder freigegeben (z. B. durch die Luftschraubenblätter). Bei nicht ausreichendem Kontrast bzw. bei zu großem Streulichtanteil, kann hilfsweise eine Taschenlampe auf die Fotodiode des Drehzahlmessers ausgerichtet werden, wobei das Meßobjekt (Luftschraube) sich in dem direkten Strahlengang des Lichtstrahles der Taschenlampe befindet.

### 2. Reflektionsverfahren

Hierbei wird auf dem rotierenden Teil des Meßobjektes, z. B. eine Strichmarkierung aufgebracht, die einen ausrei-

chend großen Kontrast zur übrigen Oberfläche des drehenden Teiles bieten muß. Ist z. B. die Oberfläche einer sich drehenden Welle, deren Drehzahl bestimmt werden soll, mattschwarz, so empfiehlt sich ein ausreichend breiter Strich in weißer Farbe oder besser noch mit metallisch glänzender Oberfläche, wie sie z. B. eine Alufolie aufweist. Die Länge des aufzubringenden Reflektionsstriches sollte mehrere Zentimeter betragen, bei einer Breite von mindestens 5 mm, besser 1 cm. Hieraus ergibt sich, daß diese Art Messungen nur für Wellen ab einem Durchmesser von 10 mm oder mehr möglich sind. Nach oben hin ist praktisch keine Grenze gesetzt, denn auch bei einer Welle oder Keilriemenscheibe mit einem Durchmesser von 500 mm und mehr, kann ein ca. 1 cm breiter und mehrere Zentimeter langer Reflektionsstrich zur Meßsignal-erzeugung dienen. Zusätzlich ist allerdings für ausreichend gute Beleuchtung, z. B. über eine Taschenlampe, zu sorgen. Diese ist so anzuordnen, daß ein möglichst großer Lichtanteil des reflektierten Lichtes auf die Fotodiode fällt.

Wie die optimale Anordnung von Lichtquelle und Fotodiode aussehen sollte, ist in Bild 1 aufgezeigt. Aufgrund der verhältnismäßig hohen Selektivität und Empfindlichkeit dieses elektronischen Drehzahl-

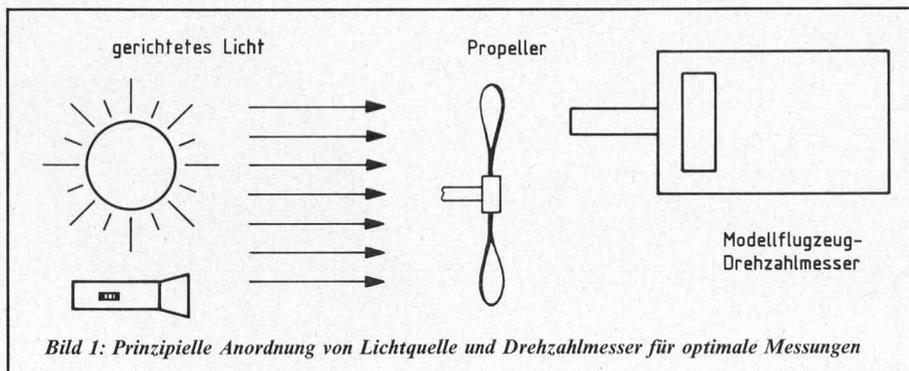


Bild 1: Prinzipielle Anordnung von Lichtquelle und Drehzahlmesser für optimale Messungen

messers, reichen bereits sehr kleine Lichtschwankungen aus, um eine zuverlässige Anzeige zu erhalten. Im allgemeinen kann daher der Aufwand zur Meßsignalerzeugung gering gehalten werden. In den meisten Fällen, z. B. bei einer Drehzahlmessung einer Luftschraube, ist keine Hilfslichtquelle erforderlich, da die Modulation des Tageslichtes durch die Luftschraubenblätter bereits ausreicht, um von der Schaltung aufbereitet und ausgewertet werden zu können.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der Funktionsweise im einzelnen.

### Zur Schaltung

Obwohl es sich um eine verhältnismäßig komplexe und aufwendige Schaltung handelt, mit insgesamt 13 IC's und entsprechender Zusatzbeschaltung, ist der Nachbau auf einfache Weise möglich. Nicht zuletzt deshalb, weil keinerlei Abgleicharbeiten erforderlich sind.

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus einem mehrstufigen Meßsignalverstärker, einem umschaltbaren Frequenzvervielfacher sowie einem nachgeschalteten Frequenzzähler. Letztgenannter kann wiederum in die Funktionseinheiten „quarzzgenaue Ablaufsteuerung“ und „Digitalzähler“ aufgeteilt werden.

OP 1 erzeugt in Verbindung mit R 1, R 2 sowie C 2, C 4 aus der 9 V-Versorgungsspannung eine genau auf der Hälfte liegende Bezugsspannung (Pin 1 des OP 1).

Diese Bezugsspannung dient zur Vorspannung der Fotodiode D 1 über den Widerstand R 4 und außerdem zur Festlegung des Gleichspannungsarbeitspunktes des zwei-stufigen Wechselspannungsverstärkers, bestehend aus OP 2 und OP 3 mit Zusatzbeschaltung.

Über C 5, R 5 gelangt das von der Fotodiode des Typs BPW 34 abgegebene, im Takt der Drehzahl modulierte Meßsignal auf den invertierenden Eingang der ersten Stufe des Wechselspannungsverstärkers. Die maximale Verstärkung dieser Stufe liegt bei 100fach und ist durch das Verhältnis der Widerstände R 6/R 5 festgelegt. Bei größeren Eingangssignalen erfolgt eine zusätzliche Begrenzung durch die antiparallel im Rückkopplungszweig liegenden Dioden D 2, D 3.

Das Ausgangssignal des OP 2 (Pin 7) gelangt über C 6, R 7 auf den Eingang der zweiten Verstärkerstufe. Diese Stufe besitzt eine maximale Verstärkung von R 8: R 7 = 100, wobei auch hier eine zusätzliche Be-

grenzung über die Dioden D 4, D 5 bei zu hoher Signalamplitude vorgenommen wird.

Der Ausgang des OP 3 (Pin 1) steuert nun seinerseits den als Komparator nachgeschalteten OP 4 mit Zusatzbeschaltung an. Mit R 10, C 7 wird eine automatische Erzeugung des Gleichspannungs-Arbeitspunktes vorgenommen. Das verstärkte Meßsignal gelangt über R 9 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 4 (Pin 5), in dessen Mitkopplungszweig der Widerstand R 11 eingefügt ist. Durch die vorliegende Dimensionierung wird eine günstige Hysterese zur Verbesserung des Störabstandes bei besonders kleinen Meßsignalen erreicht.

Am Ausgang des OP 4 (Pin 7) steht ein „sauberes“ Rechtecksignal mit voller Amplitude (Versorgungsspannungshöhe) an, dessen Frequenz der Drehzahl entspricht. Bei einer Drehzahl von 6000 Upm (Umdrehungen pro Minute) beträgt die Frequenz  $6000 : 60 \text{ s} = 100 \text{ Hz}$  (1/s). Vorstehendes Rechenbeispiel gilt für den Fall, daß ein Impuls pro Umdrehung (z. B. Strichmarkierung) ausgewertet wird. Bei gleicher Drehzahl und Auswertung einer Zweiblatt-Luftschraube ergäbe sich die doppelte Frequenz, da pro Umdrehung zwei Impulse gezählt werden. Bei Auswertung einer Dreiblatt-Luftschraube wäre dann eine Frequenz von 300 Hz bei einer Ausgangsdrehzahl von 6000 Upm an Pin 7 des OP 4 zu messen.

Die entsprechend aufbereitete, der Drehzahl proportionale Frequenz, wird anschließend auf den Steuereingang (Pin 14) des IC 2 gegeben. Dieses IC stellt in Verbindung mit den IC's 3 und 4 sowie Zusatzbeschaltung einen programmierbaren, d. h. umschaltbaren Frequenzvervielfacher dar. Die Funktionsweise dieses Schaltungsteiles ist wie folgt:

Das IC 2 vergleicht zwei Frequenzen, die an den beiden Eingängen Pin 3 und Pin 14 anliegen, miteinander. Die hieraus gewonnenen Informationen dienen zur Steuerung der Ausgangsfrequenz, die an Pin 4 des IC 2 ansteht. Ist die Frequenz an Pin 3 kleiner als diejenige an Pin 14, so erhöht sich die Ausgangsfrequenz an Pin 4, während bei größerer Frequenz an Pin 3 als an Pin 14 die Ausgangsfrequenz an Pin 4 absinkt. Eine Frequenzkonstanz wird in dem Moment an Pin 4 erreicht, wenn sowohl Frequenz als auch Phasenlage der beiden an Pin 3 und Pin 14 anliegenden Eingangsfrequenzen genau gleich sind.

Würde man jetzt z. B. Pin 4 mit Pin 3 verbinden, ergäbe sich eine Frequenzgleichheit

zwischen der Frequenz am Ausgang (Pin 4) und am Eingang (Pin 14). Dies beruht, wie bereits erwähnt, auf der Tatsache, daß sich die Ausgangsfrequenz des IC 2 (Pin 4) immer so einstellt, daß die am Eingang Pin 3 anstehende Frequenz exakt gleich ist mit der Steuerfrequenz an Pin 14.

In der vorliegenden Schaltung ist jetzt aber der Ausgang (Pin 4) des IC 2 nicht direkt mit dem Rückführungseingang (Pin 3) verbunden, sondern über eine programmierbare digitale Frequenzteilerschaltung.

In der eingezeichneten Schalterstellung von S 1b und S 2 wird eine Teilung durch 60 vorgenommen, d. h., das IC 4 teilt das vom Ausgang des IC 2 (Pin 4) auf seinen Eingang (Pin 13 des IC 4) gegebene Eingangssignal durch 6 (Pin 2 des IC 4) und das IC 3 nimmt anschließend eine weitere Teilung durch 10 vor ( $6 \times 10 = 60$ ).

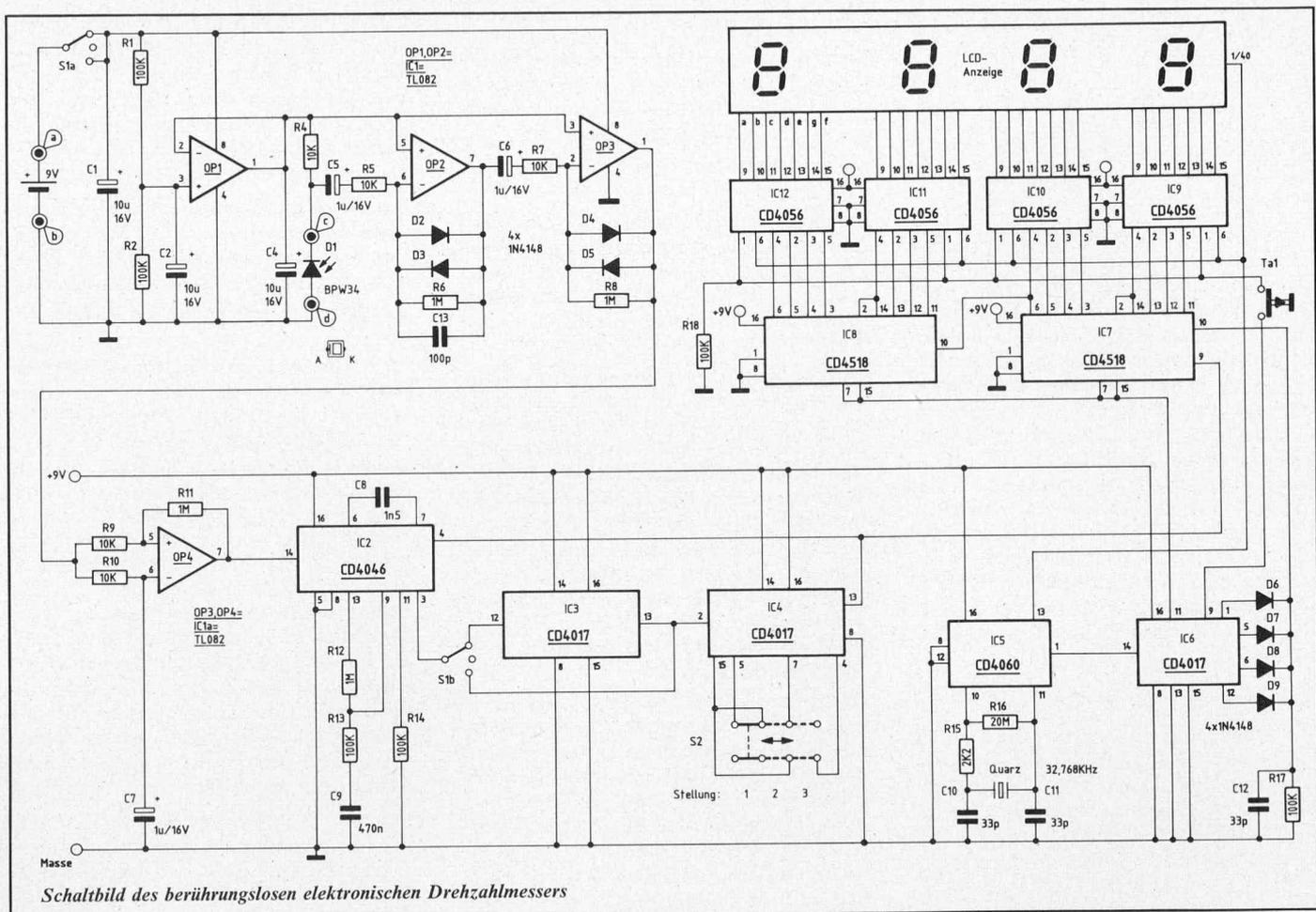
Damit nun die Frequenz an Pin 3 mit der an Pin 14 anliegenden Steuerfrequenz übereinstimmt, muß die Ausgangsfrequenz des IC 2 (Pin 4) genau 60mal größer sein als die Eingangsfrequenz. Als einfaches Zahlenbeispiel wollen wir eine Eingangsfrequenz von 100 Hz annehmen und uns die übrigen Frequenzverhältnisse dieser Vervielfacher-schaltung ansehen.

Damit an Pin 3 des IC 2 ebenfalls 100 Hz anstehen, muß die Ausgangsfrequenz an Pin 4  $100 \text{ Hz} \times 60 = 6000 \text{ Hz}$  betragen. Eine Teilung mit IC 4 durch 6, macht aus den 6000 Hz 1000 Hz, während eine weitere Teilung durch 10 mit Hilfe des IC 3 aus den 1000 Hz wieder 100 Hz werden läßt (Pin 12 des IC 3). Nur wenn die Ausgangsfrequenz des IC 2 (Pin 4) exakt 60mal so groß ist wie die Eingangsfrequenz an Pin 14, liegt eine Frequenzgleichheit der an Pin 3 und Pin 14 anstehenden Frequenzen vor. Durch die phasenstarre Kopplung von Eingangs- und Ausgangsfrequenz, kann mit Hilfe dieser Schaltung eine exakt arbeitende Frequenzvervielfachung vorgenommen werden.

Wird S 2 in die mittlere oder rechte Schalterstellung gebracht, ändert sich damit das Teilungsverhältnis des IC 4 auf 3:1 bzw. 2:1. Bringt man S 1b in die entgegengesetzte Schalterstellung, entfällt die nachgeschaltete Teilung durch 10 des IC 3. Insgesamt können mit den Schaltern S 1b und S 2, 6 verschiedene Teilungsverhältnisse eingestellt werden (Teilung durch 2, 3, 6, 20, 30, 60).

Für die Schaltungseinheit, bestehend aus den IC's 2 bis 4 mit Zusatzbeschaltung, bedeutet dies eine entsprechende Frequenzvervielfachung mit den Faktoren 2, 3, 6, 20, 30 bzw. 60, d. h. die an Pin 4 des IC 2 zur Verfügung stehende Ausgangsfrequenz ist genau um den jeweils mit S 1b und S 2 eingestellten Faktor größer als die an Pin 14 anliegende Eingangsfrequenz. Wie sich daraus eine direkte Anzeige der Drehzahl in „Upm“ ergibt, sehen wir im weiteren Verlauf dieser Beschreibung.

Die Ausgangsfrequenz des IC 2 (Pin 4) gelangt, wie bereits beschrieben, auf den Eingang des IC 4 (Pin 13) sowie auf den Eingang des vierstufigen digitalen Dekadenzählers (Pin 9), bestehend aus den IC's 7 und 8. Beide IC's enthalten jeweils 2 Dekadenzählerstufen.



Schaltbild des berührungslosen elektronischen Drehzahlmessers

Pin 10 des IC 7 stellt den Steuereingang für die Torzeit dar, die im vorliegenden Fall genau 1,0 Sekunden beträgt.

Die gesamte quartzgesteuerte Ablaufsteuerung wird mit den IC's 5 und 6 mit Zusatzbeschaltung realisiert. An Pin 1 des IC 5 steht eine quartzgenaue Frequenz von 8 Hz an.

Das IC 6 generiert daraus in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung D 6 bis D 9 sowie C 12 und R 17, einen „high“-Impuls mit einer Länge von genau 1,0 Sekunden, der auf den Toreingang des IC 7 gegeben wird (Pin 10).

Unmittelbar im Anschluß an den Tor-Impuls geht Pin 9 des IC 6 für 0,125 Sekunden = 125 ms. auf „high“, wodurch der Zählerstand der IC's 7 und 8 in die Speicher der Decoder-Treiber-IC's 9 bis 12 übernommen wird. Auf dem LC-Display kann die Drehzahl abgelesen werden.

Nach Beendigung des Speicher-Impulses erfolgt ein weiterer, ebenfalls 125 ms langer „high“-Impuls, der auf die Reset-Eingänge der IC's 7 und 8 (Pin 7, 15) gegeben wird und diese Zähler zurücksetzt. Nach Beendigung des Reset-Impulses ist der Zähler sofort für eine neue Messung bereit, die auch unmittelbar durch den 1,0sekundigen Tor-Impuls an Pin 10 des IC 7 eingeleitet wird.

Die Meßzeit eines kompletten Zyklus beträgt daher 1,0 s (Tor-Impuls) + 0,125 s (Speicher-Impuls) + 0,125 s (Reset-Impuls) = 1,25 s. Es wird also alle 1,25 Sekunden eine neue Messung durchgeführt und dies fortlaufend.

Das für den Betrieb eines LC-Displays erforderliche Backplane-Signal wird mit 64 Hz direkt von Pin 13 des IC 5 auf das LC-Display sowie die entsprechenden Steuerungseingänge (Pin 6) der IC's 9 bis 12 geführt.

Die Taste Ta 1 unterbricht in Ruhestellung (nicht gedrückt) den Speicher-Impuls, so daß der auf der Anzeige erscheinende Wert beliebig lange gespeichert bleibt, obwohl die gesamte übrige Schaltung (IC 1 bis 8) fortlaufend Messungen durchführt. Erst in dem Moment, in dem Ta 1 für 2 bis 3 Sekunden gedrückt wird, kann der nächste an Pin 9 des IC 6 auftretende Speicher-Impuls eine Übernahme des Zählerstandes der IC's 7 und 8 in die Speicher der IC's 9 bis 12 einleiten. Auf dem LC-Display erscheint der neue Drehzahlwert.

Abschließend wollen wir anhand eines Beispiels den Zusammenhang zwischen dem auf der vierstelligen LCD-Anzeige abgelesenen Drehzahlwert und der Eingangsfrequenz aufzeigen. Zusätzlich kann damit gleichzeitig die korrekte Arbeitsweise des gesamten Gerätes überprüft werden.

Wie allgemein bekannt, schwingt die Netzwechselspannung mit einer Frequenz von exakt 50 Hz. Auf eine daran betriebene Glühlampe bezogen, bedeutet dies 50 positive Halbwellen und 50 negative Halbwellen pro Sekunde, entsprechend einer für das Auge allerdings unsichtbaren Lichtschwankungsfrequenz von 100 Hz (der Glühlampe ist es egal, ob sie von einer positiven oder negativen Sinushalbwelle angesteuert wird — deshalb die Frequenzverdopplung von 50 auf 100 Hz).

Wird jetzt das Licht einer von der Netzwechselspannung gespeisten Glühlampe (keine Leuchtstofflampe) auf die Fotodiode des elektronischen Drehzahlmessers gegeben, werden die Lichtstärkeschwankungen mit OP 2 und OP 3 verstärkt und über OP 4 in Rechteckimpulse umgewandelt. An Pin 7 des OP 4 steht dann eine „saubere“ Rechteckfrequenz von 100 Hz an. In der eingezeichneten Schalterstellung von S 1 und S 2, wird mit den IC's 2 bis 4 eine Frequenzvervielfachung um den Faktor 60 vorgenommen. An Pin 4 des IC 2 steht daher eine Frequenz von 6000 Hz an.

Durch die Torzeit von genau 1,0 Sekunden, gelangen daher auf den Zählereingang (Pin 9 des IC 7) exakt 6000 Impulse, d. h. auf der Anzeige erscheint die Zahl „6000“. Die Drehzahl beträgt also 6000 Upm. Als Erläuterung muß hierzu noch gesagt werden, daß die eingezeichnete Schalterstellung von S 1b dem Meßbereich „bis 10 000 Upm“ entspricht und S 2 dem Meßbereich „1 Impuls pro Umdrehung“.

Wenn wir jetzt eine Rückrechnung vornehmen, sehen wir, daß die Anzeige korrekt ist, denn 6000 Umdrehungen pro Minute entsprechen bei einem Impuls pro Umdrehung  $6000 : 60 \text{ s} = 100 \text{ Hz}$  (1/s). Bringt man S 2 in Mittelstellung (Meßbereich für zweiblättrige Luftschrauben), so erwartet die Schaltung pro Umdrehung zwei Impulse. Wird die Eingangsfrequenz weiterhin auf 100 Hz gehalten, erscheint jetzt auf der Anzeige der halbe Wert, d. h. 3000 Upm. In Schalterstellung 3 (dreiblättrige Luftschrauben) erwartet die Schaltung sogar 3 Impulse pro Umdrehung und die Anzeige zeigt bei einer Eingangsfrequenz

von 100 Hz jetzt 2000 Upm an (2000 Upm: 60 s x 3 Impulse = 100 Hz).

Bringt man S 1 in die entgegengesetzte Schalterstellung, verkleinert sich der Anzeigenwert um den Faktor 10. Dies entspricht der Schalterstellung für den Meßbereich „bis 100 000 Upm“, bei einer Auflösung von 10 Upm.

Anhand des vorstehend aufgezeigten praktischen Beispiels wurde die Arbeitsweise dieser verhältnismäßig komplexen Schaltung verdeutlicht, wobei wir gleichzeitig die Methode der Überprüfung des Gerätes kennengelernt haben. Je nach Schalterstellung von S 1 und S 2, muß auf der Anzeige bei Ansteuerung mit einer netzgespeisten Glühlampe der Wert „200, 300, 600, 2000, 3000 bzw. 6000“ erscheinen. Da die Kurzzeitkonstanz der Netzfrequenz ca. 0,1 % beträgt, kann die Anzeige z. B. zwischen 5994 Upm und 6006 Upm liegen. Der Meßfehler des Gerätes selbst liegt hingegen bei maximal  $\pm 1$  Digit (entsprechend 1 Upm in Schalterstellung „bis 10 000 Upm“ bzw. 10 Upm in Schalterstellung „bis 100 000 Upm“).

### Bedienung

Vor Meßbeginn wird mit S 1 der Grundmeßbereich „500 Upm bis 10 000 Upm“ oder „500 Upm bis 100 000 Upm“ gewählt. Der erste Meßbereich besitzt eine Auflösung von 1 Upm, während letztgenannter eine Auflösung von 10 Upm zuläßt. In Mittelstellung von S 1 ist das Gerät ausgeschaltet.

Mit dem Schalter S 2 kann das Gerät für drei verschiedene Impulszahlen (pro Umdrehung) programmiert werden, und zwar:

1. ein Impuls pro Umdrehung (z. B. Strichmarkierung),
2. zwei Impulse pro Umdrehung (z. B. zweiblättrige Luftschraube),
3. drei Impulse pro Umdrehung (z. B. dreiblättrige Luftschraube).

Auch ohne Betätigen des Tasters Ta 1 werden sofort nach dem Einschalten fortlaufend Messungen von dem Gerät durchgeführt, deren Ergebnisse jedoch nicht zur Anzeige gelangen.

Um eine zuverlässige Drehzahlmessung vornehmen zu können, wird das Gerät, wie eingangs bereits ausführlich beschrieben, in eine entsprechende Position zum Meßobjekt (z. B. Luftschraube) gebracht. Da eine Messung 1,25 Sekunden in Anspruch nimmt, sollte man die Meßposition des Gerätes mindestens 3 Sekunden beibehalten. In dieser Zeit wird gleichzeitig die Speichertaste Ta 1 betätigt. Bevor das Gerät die Meßposition wieder verläßt (Entfernen von der Luftschraube), wird die Taste Ta 1 wieder losgelassen. Hierdurch erfolgt eine Speicherung des angezeigten Drehzahlwertes.

Auf diese Weise kann auch an unzugänglichen Stellen gemessen werden, um die Anzeige später in Ruhe abzulesen.

Möchte man fortlaufend einen sich etwas ändernden Drehzahlwert kontrollieren, so ist die Speichertaste Ta 1 ständig gedrückt zu halten. Alle 1,25 Sekunden wird dann der aktuelle Drehzahlwert angezeigt.

### Zum Nachbau

In den meisten Fällen soll die fertig bestückte Platine in ein Gehäuse eingebaut werden, zumal hierfür schon eine entsprechende Möglichkeit vorgesehen ist.

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau wie folgt vor:

Zunächst ist die Platine in das Gehäuse einzupassen. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. ist die Platine an den Kanten etwas nachzuarbeiten.

Der Aufbau ist trotz der verhältnismäßig aufwendigen und komplexen Schaltung recht einfach möglich. Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte Platz. Diese etwas aufwendigere Platine wurde erforderlich, da die Schaltung in ein handliches Gehäuse eingebaut werden sollte und immerhin 13 IC's + Zusatzbeschaltung unterzubringen sind. Als Vorteil ergibt sich hierbei jedoch, neben dem außerordentlich platzsparenden Aufbau, das Fehlen jeglicher Drahtbrücken.

Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Bestückungsseite der Platine gesetzt und auf der entgegengesetzten Seite (Platinenunterseite) verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierung der Leiterplatte braucht lediglich auf der Platinenunterseite gelötet zu werden, da sämtliche Bohrungen innen leitend sind und jeweils den oberen und unteren zugehörigen Lötspitzen miteinander verbinden. Nicht zuletzt wegen dieses Umstandes ist das Produktionsverfahren von doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatten recht aufwendig, weist aber andererseits, wie bereits erwähnt, mehrere Vorteile auf.

Die Kondensatoren C 1, C 2, C 4 bis C 9 sowie der Widerstand R 12 werden auf der Platinenunterseite angelötet. Zu beachten ist, daß sämtliche Elko's liegend eingebaut werden.

Das LC-Display wird in einen Sockel gesetzt. Hierbei handelt es sich um einen 40poligen IC-Sockel, dessen Mittelstege entfernt wurden, so daß man 2 Kontaktleisten mit jeweils 20 Anschlüssen erhält. Für einige Beinchen dieses Sockels existiert keine Bohrung, und zwar immer dann, wenn der entsprechende Anschluß des LC-Displays nicht benötigt wurde. Der entsprechende Stift des Sockels ist vor dem Einlöten abzukneifen. Auf diese Weise erhält man zusätzlichen Raum für Leiterbahndurchführungen zwischen den einzelnen Anschlußbeinchen.

Die Fotodiode D 1 des Typs BPW 34, wird senkrecht zur Platine weisend an die beiden entsprechenden Lötstifte angelötet. Sie befindet sich also parallel zur Stirnseite des Gehäuses. Die Ausrichtung der Fotodiode sollte so erfolgen, daß sie sich unmittelbar vor der Bohrung in der Gehäusestirnseite befindet, wenn die Platine in ihrer Endposition im Gehäuse fixiert wurde.

Die Befestigung der Basisplatine erfolgt im Gehäuse durch einige Tropfen Klebstoff.

Damit die Einstreuung des Backplanesignals in den hochempfindlichen Vorverstärker vermieden wird, ist eine kleine kupferkaschierte Leiterplatte senkrecht zur Basisplatine einzubauen. Sie wird, entsprechend dem Foto, zwischen LC-Display und Vorverstärker an 2 Lötstifte angelötet.

Um den Streulichtanteil bei der Meßwertaufnahme zu reduzieren, empfiehlt es sich, ein ca. 30 mm langes Stückchen Alu-Rohr mit einem Innendurchmesser von ca. 6 mm vor die Fotodiode in das Gehäuse einzukleben.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Fotodiode über ein Kabel mit der übrigen Schaltung zu verbinden. Aus Sicherheitsgründen sollte dann allerdings das Röhrchen eine Länge von mindestens 10 cm aufweisen, damit die Finger nicht versehentlich mit dem Propeller „Bekannschaft“ machen. Der Abstand Fotodiode—Rohröffnung sollte auch hier nur ca. 30 mm betragen, d. h. die Fotodiode ist in einem Abstand von ca. 30 mm zum Rohrende anzukleben. Zusätzlich ist dann selbstverständlich darauf zu achten, daß die Zuleitungen keinen leitenden Kontakt mit dem Alu-Röhrchen bekommen. Die endgültige Ausführung kann letztlich individuell vorgenommen werden. Für die meisten Anwendungen wird jedoch der direkte Einbau der Fotodiode ins Gehäuse günstig sein.

Da eine Kalibrierung der Schaltung nicht erforderlich ist, steht dem Einsatz dieses interessanten und vielseitigen Gerätes nun nichts mehr im Wege.

### Stückliste Berührungsloser elektronischer Drehzahlmesser Halbleiter

IC 1, IC 1a	TL 082
IC 2	CD 4046
IC 3, IC 4, IC 6	CD 4017
IC 5	CD 4060
IC 7, IC 8	CD 4518
IC 9—IC 12	CD 4056
D 1	BPW 34
D 2—D 9	1 N 4148

### Kondensatoren

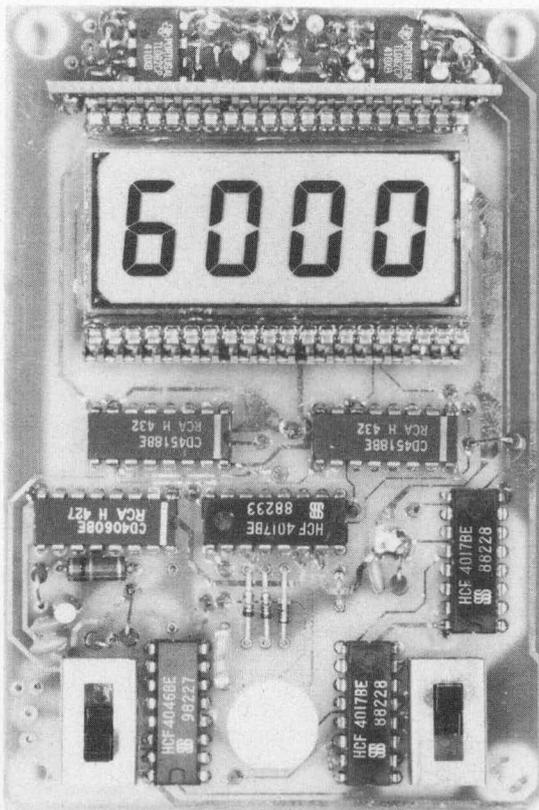
C 1, C 2, C 4	10 $\mu$ F/16 V
C 5—C 7	1 $\mu$ F/16 V
C 8	1,5 nF
C 9	470 nF
C 10—C 12	33 pF
C 13	100 pF

### Widerstände

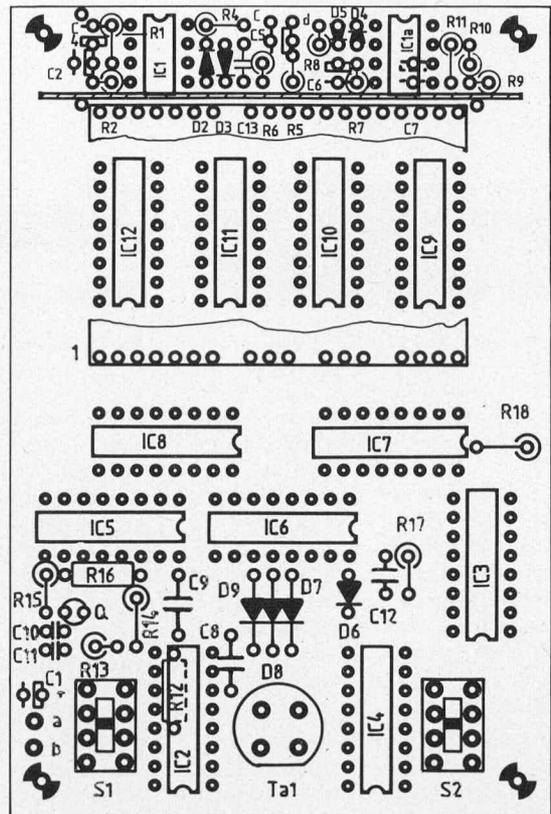
R 1, R 2	100 K $\Omega$
R 4, R 5, R 7	10 K $\Omega$
R 6, R 8, R 11	1 M $\Omega$
R 9, R 10	10 K $\Omega$
R 12	1 M $\Omega$
R 13, R 14	100 K $\Omega$
R 15	2,2 K $\Omega$
R 16	20 M $\Omega$
R 17, R 18	100 K $\Omega$

### Sonstiges

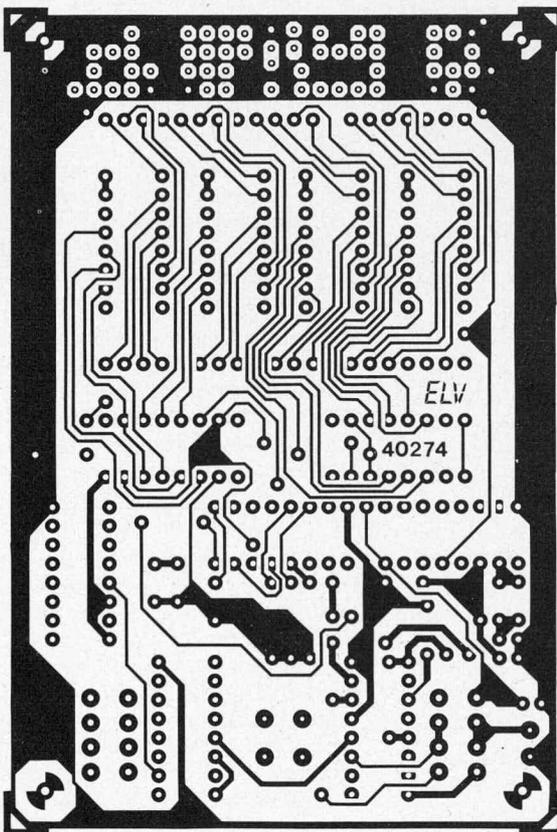
1 Quarz 32,768 KHz	
1 LCD-Anzeige 4stellig	
TA 1	D 6 Taster
S 1, S 2	Schiebeschalter
	2 x um mit Mittelstellung
1 40poliger IC Sockel	
20 cm isolierter Schaltdraht	
1 Aluminiumröhrchen ca. 30 mm	
1 Abschirmplatine ca. 60 mm x 8 mm	
1 Batterieclip 9 V	
2 Lötstifte	



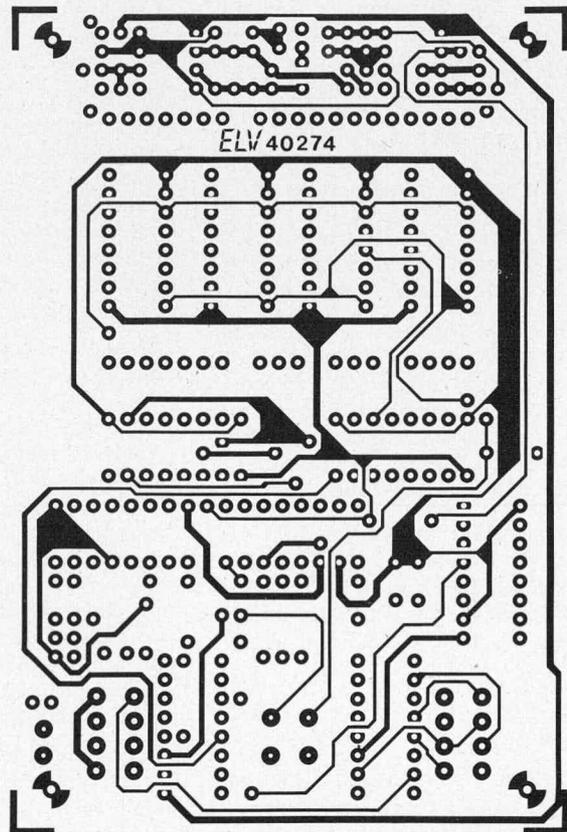
Ansicht der fertig aufgebauten Platine des berührungslosen elektronischen Drehzahlmessers



Bestückungsseite der Platine des berührungslosen elektronischen Drehzahlmessers



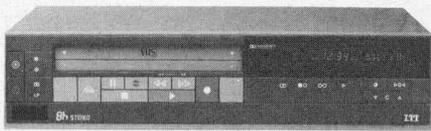
Leiterbahnseite (Platinenunterseite) des berührungslosen elektronischen Drehzahlmessers



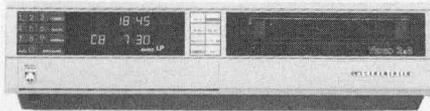
Leiterbahnverlauf auf der Bestückungsseite (Platinenoberseite) des berührungslosen elektronischen Drehzahlmessers

# Videorecorder-Testbericht

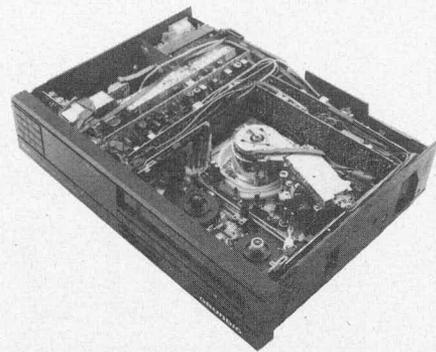
## und Vorstellung ausgewählter Neuheiten



ITT-Videorecorder Typ 3986 RC Stereo



Grundig-Videorecorder des Systems Video 2000



Innenansicht eines Grundig-Videorecorders neuester Bauart

Videorecorder erfreuen sich nach wie vor bei den Verbrauchern großer Beliebtheit. Dies ist nicht verwunderlich, da man sich durch den Erwerb eines Videorecorders ein zusätzliches Stückchen Freiheit erkauft. Die von den Programmgestaltern des Fernsehens vorgegebenen Zeiten sind nicht mehr bindend. Durch eine Aufzeichnung der Sendung kann diese zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt angesehen werden, wenn es in den persönlichen Zeitablauf hineinpaßt.

Darüber hinaus hat man den Vorteil, das Programm jederzeit unterbrechen zu können, um andere Tätigkeiten zu verrichten (Essen, Telefonieren usw.), ohne Teile des Programms zu versäumen.

Im ELV-Labor wurden mehrere Videorecorder verschiedener Fabriken getestet und anschließend von den Fachredakteuren des ELV Journals im praktischen Einsatz mehrere Monate eingesetzt. Nachfolgend wollen wir Ihnen einige ausgewählte Neuheiten sowie besonders positive Ergebnisse des Tests beschreiben. Bei der Beurteilung der Qualität ist hierbei allerdings zu berücksichtigen, daß dies zwar durch erfahrene Fachjournalisten erfolgte, ein subjektiver Einfluß grundsätzlich nicht auszuschließen ist.

Ein sehr ausgereiftes Videorecorder-Programm bietet die Firma Grundig an.

Im System Video 2000 sind die Typen 2000, 2200 Stereo, 2080 sowie 2280 Stereo erhältlich. Da Aufbau, Qualität und Bedienung weitgehend identisch sind, wurde von uns stellvertretend für diese Gruppe der Typ 2080 sowohl im Labor als auch ca. ein Jahr im praktischen Einsatz getestet.

Im System VHS bietet Grundig darüber hinaus die Typen VS 220 RC/VS 220 Stereo, VS 200 RC/VS 200 sowie seit neuestem den Typ VS 380 HiFi an. Für diese Gruppe wurde von uns der Typ VS 200 erprobt.

Zusätzlich sind von Grundig Video-Portable lieferbar, die von uns allerdings nicht getestet wurden.

Sowohl bei den Video 2000 als auch bei den VHS-Recordern der Firma Grundig ist als herausragendes Merkmal neben der Qualität die übersichtliche Bedienung zu nennen. Über eine großflächige Zehner-Tastatur sowie Tasten für Aufnahme und Vorprogrammierung lassen sich die Geräte präzise

und schnell programmieren. Das großflächige Display besitzt umfangreiche Zifferanzeigen für Programm, Uhrzeit, Datum sowie Bandzählwerk (Anzeige in Stunden und Minuten). Je nach Betriebszustand des Gerätes können Einschalt- und Ausschaltzeit sowie Bandrestlaufzeit angezeigt werden.

Rechts neben dem Display befinden sich außer dem Kassettenschacht die Tasten zur direkten Bedienung (ohne Programmierung) des Videorecorders (Pause, Wiedergabe, Bildsuchlauf vorwärts und rückwärts, schneller Vor- und Rücklauf, Stop, Kassettenauswurf).

Die Aufnahme- und Wiedergabequalität der Geräte ist so hoch, daß sich kaum ein Unterschied zwischen Originalsendung und Aufzeichnung feststellen läßt. Lediglich beim genauen Betrachten eines Testbildes lassen sich ganz leichte Verschiebungen der Farbbalken erkennen. Dies macht sich jedoch bei der Wiedergabe von „normalen Sendungen“ in keiner Weise bemerkbar.

Bei den Geräten, die zusätzlich eine Umschaltung für halbe Bandgeschwindigkeit besitzen, läßt sich ein geringfügiger Qualitätsabfall sowohl der Bild- als auch der Tonqualität feststellen. Die Bandlaufzeit beträgt dann allerdings bei VHS-Recordern acht Stunden und bei Video 2000-Recordern sage und schreibe zweimal acht Stunden gleich sechzehn Stunden.

Besonders herausstellen möchten wir in diesem Zusammenhang den Video-Recorder VR 3994 RC Stereo der Firma ITT. Dieser in die obere Preisklasse einzuordnende Videorecorder (System VHS) liefert ebenfalls eine sehr hohe Bildqualität, die in der zweiten Bandgeschwindigkeitseinstellung (doppelte Bandlaufzeit gleich acht Stunden) nur unwesentlich an Qualität verliert. Bei der Aufnahme wird über einen Schalter die Bandgeschwindigkeit gewählt, während bei der Wiedergabe unabhängig von der entsprechenden Schalterstellung der Recorder automatisch die korrekte Bandgeschwindigkeit wählt.

Der Recorder wurde von uns ca. zwei Jahre im praktischen Einsatz getestet, wobei sich keinerlei Störungen zeigten. Dieses Gerät, wie auch die weiter vorstehend beschriebenen Grundig Videorecorder liefen während der gesamten Testlaufzeit absolut einwandfrei, was sehr für den hohen Qualitätsstandard spricht.

Durch die besonders lange Testphase des ITT-Videorecorders bedingt, wurde dieser Typ inzwischen durch ein Nachfolgemodell (VR 3986 RC Stereo) ersetzt, das hinsichtlich Aufbau, Qualität und Leistungsmerkmalen vergleichbare Daten aufweist.

### Neu: Video-Programm-System (VPS)

Durch das neue zu Beginn der Internationalen Funkausstellung in Berlin am 30. August 1985 eingeführte Video-Programm-System (VPS) können auch zeitverschobene Sendungen automatisch sekundengenau aufgezeichnet werden.

In der Bosch-Blaupunkt-Vorentwicklung in Hildesheim, wo auch das ARI-System zur Kennzeichnung von Verkehrsfunksendungen entwickelt wurde, ist bereits 1977 die Idee geboren worden, auch Fernsehsendungen mit einer Zusatzkennung zu versehen, um Videorecorder auch bei zeitverschobenen Sendungen erst dann sekundengenau auf Aufnahme zu schalten, wenn die Sendung tatsächlich beginnt, und erst dann die Aufnahme zu beenden, wenn z. B. bei der Verlängerung eines Fußballspieles die Sendung zu Ende ist.

Obwohl dieses System, damals bei Blaupunkt unter dem Arbeitstitel ZPS erfunden, eigentlich technisch recht einfach ist, vergingen vom ersten Systemvorschlag doch immerhin acht Jahre bis zur offiziellen Einführung (30. 8. 1985).

Sowohl von der Firma Grundig als auch von der Firma Blaupunkt wird es voraussichtlich rechtzeitig zur Einführung des VPS Nachrüstätze geben, die an entsprechend vorbereitete Videorecorder problemlos angeschlossen werden können. Bei Grundig trifft dies auf alle Recorder der VS 200- sowie V 2000-Familie ab 1983 zu.

Zur Programmierung wird die in den Programmzeitschriften ausgedruckte Anfangs- und Endzeit sowie das Datum der gewünschten Sendung eingegeben. Der Recorder entscheidet dann automatisch, ob er bei mit VPS gekennzeichneten Sendungen zeitunabhängig und damit auch bei Programmverschiebungen sekundengenau aufnimmt, oder ob er z. B. bei ausländischen Programmen, die den VPS-Code noch nicht haben (oder in der Übergangszeit), wie bisher auf Zeitsteuerung übergeht.

Seit Entwicklung der Videorecorder dürfte VPS wohl zu den begehrtesten Zusatzrichtungen für diesen Sektor werden.