

# ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler

- Notstromversorgung für 1000 Stunden
- integrierte Quarzeitbasis
- 4stellige digitale LCD-Anzeige
- geeignet für Verbraucher mit einer Leistungsaufnahme von 10 Watt bis 1000 Watt
- Start-/Stop-Automatik mit einstellbarer Ansprechempfindlichkeit von 0 bis 100 Watt



*Speziell für die Einschaltzeitkontrolle von Verbrauchern, die an das 220 V-Netz angeschlossen werden, wurde im ELV-Labor ein Betriebsstundenzähler mit 4stelliger LCD-Anzeige entwickelt, der in einem Steckergehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose Platz findet. Durch die kompakte Bauform ist das Gerät leicht in der Handhabung und wird einfach zwischen die Netzsteckdose und den anzuschließenden Verbraucher eingefügt.*

## Allgemeines

Betriebsstundenzähler sind in vielen Bereichen wichtiger Bestandteil von Anlagen und Geräten. Hierbei dominieren professionelle Anwendungen, wo es auf die genaue Einhaltung von bestimmten Überwachungs- und Wartungsintervallen ankommt.

Doch auch im privaten Bereich gibt es zunehmend Anwendungsfälle, die den Einsatz von Betriebsstundenzählern sinnvoll erscheinen lassen. Stellvertretend für eine Vielzahl von hochwertigen elektronischen Geräten seien hier Plattenspieler und Videorekorder genannt, deren Abtastsysteme in bestimmten, meist genau festgelegten zeitlichen Intervallen gewartet bzw. ausgetauscht werden sollten.

Darüber hinaus können selbstverständlich auch die Betriebsstunden von elektrisch betriebenen Heimwerkermaschinen sowie Tisch- und Standbohrmaschinen und selbst die von kleinen Kompressoren erfaßt und registriert werden. Man sieht, dem Anwendungsspielraum sind kaum Grenzen gesetzt.

Der ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler zeichnet sich nicht allein durch seine voll elektronische Schaltung aus, die ihn von seinen häufig noch im Einsatz befindlichen mechanischen Kollegen abhebt, sondern darüber hinaus besitzt er eine Start-/Stop-Automatik mit einstellbarer Ansprechempfindlichkeit. Hierdurch ist er besonders auch für Videorekorder geeignet, die auch im stand-by-Betrieb meistens noch eine geringe Leistung aufnehmen.

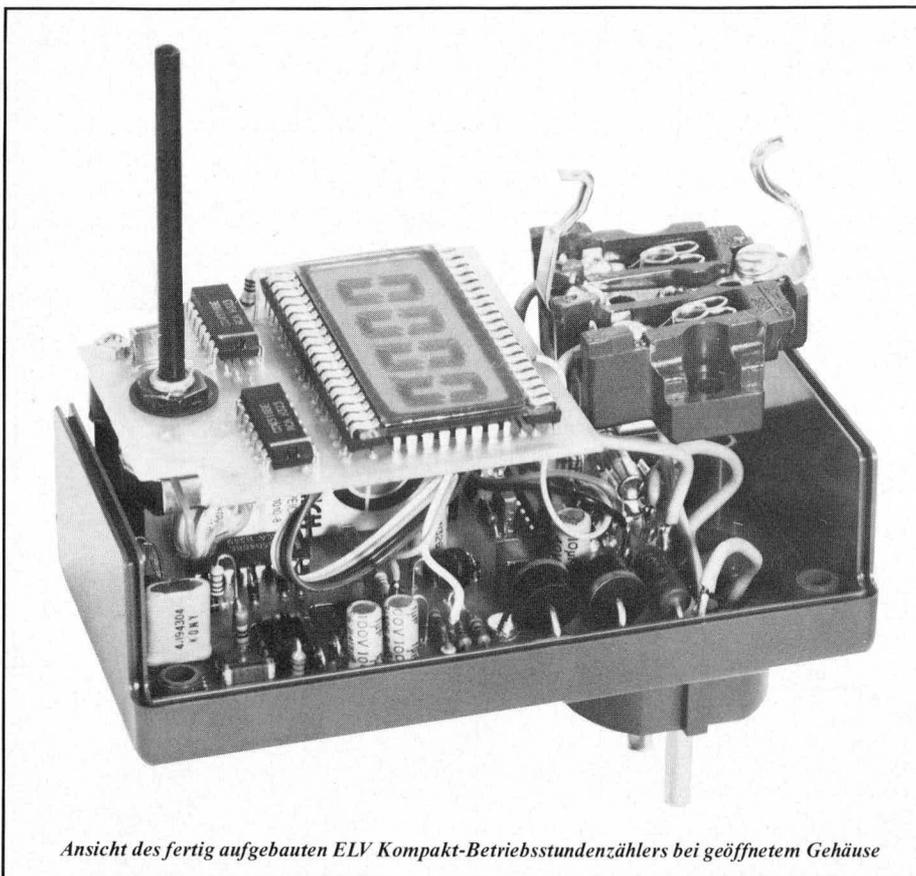
## Prinzipielle Funktionsweise

Der in einem Steckergehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose eingebaute ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler wird einfach zwischen die zeitlich zu überwachenden Verbraucher und die Netzsteckdose eingefügt.

Die integrierte Start-/Stop-Automatik überwacht nun permanent den in den Verbraucher hineinfließenden Strom. Sobald ein bestimmter, am Betriebsstundenzähler voreinstellbarer Stromwert vom ange-

schlossenen Verbraucher überschritten wird, beginnt der Betriebsstundenzähler mit der Zeitmessung. Optisch wird dies durch Aufleuchten eines Doppelpunktes in der Mitte der vierstelligen LCD-Anzeige signalisiert.

Die Ansprechempfindlichkeit kann mit Hilfe eines von außen zugänglichen Potentiometers ungefähr im Bereich von 0 bis 100 Watt voreingestellt werden. Hat ein angeschlossener Videorekorder z. B. eine Ruhestromaufnahme von 10 W und eine Betriebsstromaufnahme von 50 W, so ist die Ansprechempfindlichkeit etwas über dem Wert der Ruhestromaufnahme einzustellen, d. h. im Ruhezustand bei einer Leistungsaufnahme von 10 Watt sind die Doppelpunkte in der Mitte der vierstelligen LCD-Anzeige nicht sichtbar. Sobald die Stromaufnahme des Videorekorders durch Umschalten von „stand-by“ auf „Betrieb“ entsprechend ansteigt und damit die eingestellte Ansprechempfindlichkeit überschritten wird, beginnt die Zeitmessung — der Doppelpunkt im Display erscheint.



Ansicht des fertig aufgebauten ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers bei geöffnetem Gehäuse

Wie bereits erwähnt, kann die Ansprechempfindlichkeit im Bereich von ungefähr 0 bis 100 W voreingestellt werden. Dieser Wert ist jedoch nicht zu verwechseln mit der max. zulässigen Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verbrauchers, die bei immerhin 1000 Watt liegt. Hierdurch dürften wohl, von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen, sämtliche im privaten Bereich vorkommenden Anwendungsfälle abgedeckt werden.

### Zur Schaltung

Der eigentliche Zähler besteht aus den IC's 4 und 5, in denen jeweils 2 Dekaden-Zähler mit BCD-Ausgängen integriert sind. Am Eingang (Pin 10) des IC 4 steht 1 Impuls pro Stunde an. Über die nachgeschalteten Dekoder-Anzeigentreiber (IC's 6 bis 9) erfolgt die direkte Ansteuerung der vierstelligen LCD-Anzeige.

Das erforderliche Backplane-Signal wird mit Hilfe des aus den Gattern N 3 und N 4 bestehenden Oszillators mit Zusatzbeschaltung (R 20/C 13) erzeugt und auf die entsprechenden Eingänge der IC's 6 bis 9 (Pin 6) gegeben sowie auf die LCD-Anzeige.

Die Gatter N 1 und N 2 dienen zum Schalten des Doppelpunktes, zur optischen Kontrolle der Zähleraktivierung. Die Ansteuerung wird vom Ausgang des OP 1 vorgenommen, der auch direkt den Start-/Stop-Eingang des Referenzoszillators steuert.

Ein Nullsetzen des Zählers wird durch kurzzeitiges Aus- und wieder Einschalten ermöglicht, indem sich der Kondensator C 12 über R 19 auflädt und ein Reset-Impuls auf die Eingänge 7 und 15 der IC's 4 und 5 gibt.

Kommen wir nun zur Erzeugung des „ein-stündlichen“ Ansteuerimpulses für den eigentlichen vierstelligen Zähler:

Im IC 2 ist ein Oszillator integriert mit nachgeschaltetem 23stufigem Binärteiler. Durch Anschluß eines Quarzes mit einer Nennfrequenz von 4,194304 MHz steht eine Frequenz von 0,5 Hz am Ausgang Pin 5 des IC 2 an — vorausgesetzt, der Start-/Stop-Eingang (Pin 4) liegt auf „low“. T 2 nimmt eine Pegelumsetzung vor und steuert den Eingang (Pin 10) des nachgeschalteten Teiler-IC's 3 an. Hier erfolgt eine weitere Teilung durch 1800, so daß am Ausgang 1 Impuls pro Stunde zur Ansteuerung des eigentlichen Betriebsstundenzählers anliegt.

Durch „high“-Signal an Pin 4 des IC 2 wird der Oszillator gestoppt und die Zeitmessung unterbrochen.

Die kleinste zu messende Zeiteinheit entspricht der Periodendauer der Ausgangsfrequenz des IC 2 und beträgt 2 Sekunden. Kürzere Ansprechzeiten werden als Störimpulse gewertet und nicht berücksichtigt, während Einschaltzeiten über 2 Sekunden-dauer kontinuierlich aufsummiert und bei Erreichen einer vollen Stunde durch Erhöhung des Zählers um 1 angezeigt werden.

Die eigentliche Start-/Stop-Automatik arbeitet wie folgt:

Der in den angeschlossenen zeitlich zu überwachenden Verbraucher hineinfließende Strom erzeugt am Referenzwiderstand R 4 einen entsprechenden Spannungsabfall, der über R 5 auf das Gate des FET des Typs BF 245 (T 1) gegeben wird. Hierdurch erfolgt eine Pegelumsetzung, so daß am Source-Anschluß von T 1 eine Gleichspannungsverschiebung von ca. +2 V vorliegt.

Über D 5 + D 6/R 9 wird eine um die beiden Diodenflußspannungen von D 5 + D 6 (ca. 1,2 V) niedrigere Spannung auf den inver-

tierenden(-)Eingang des OP 1 gegeben. C 2 dient zur Pufferung.

Ebenfalls vom Source-Anschluß von T 1 wird eine weitere Spannung abgenommen, die über den Spannungsteiler R 7, R 8, R 10 auf den invertierenden(+)Eingang des OP 1 geführt wird. Das Teilungsverhältnis kann hierbei mit dem Poti R 8 in gewissen Grenzen variiert werden.

Ist das Poti R 8 z. B. ganz aufgedreht (voller Widerstand von 1 M $\Omega$ , entspricht Linksanschlag), so liegt das Potential des nichtinvertierenden Einganges (+) von OP 1 nur geringfügig über dem Potential am invertierenden(-)Eingang. Es reicht jetzt ein geringer Spannungsabfall an R 4 aus, um über den Pegelumsetzer T 1 über D 5 + D 6 das Potential am invertierenden(-)Eingang, über das am nichtinvertierenden(+)Eingang anzuheben, wodurch der Ausgang des OP 1 von „high“ auf „low“ geht und den Start-/Stop-Eingang (Pin 4) des IC 2 freigibt.

Je weiter das zur Ansprechempfindlichkeit dienende Poti R 8 nach rechts (in Richtung 0  $\Omega$ ) gedreht wird, desto größer ist die zu überwindende Spannungsdifferenz zwischen den beiden Eingängen (Pin 2 und Pin 3) des OP 1.

Die Zeitkonstante R 10/C 3 ist so gewählt, daß am nichtinvertierenden(+)Eingang des OP 1 die Wechselspannungskomponente der vom Source-Anschluß von T 1 kommenden Spannung vollkommen herausgefiltert wurde. Über D 5 + D 6 hingegen kann die am Source-Anschluß von T 1 anliegende Wechselspannungskomponente in ihrer positiven Halbwelle zur Spannungserhöhung am invertierenden(-)Eingang von OP 1 uneingeschränkt wirksam werden. Sobald also das Potential am invertierenden(-)Eingang von OP 1 über den Wert am nichtinvertierenden (+) Eingang ansteigt, schaltet der Ausgang (Pin 6) von „high“ nach „low“ und das IC 2 wird, wie bereits weiter vorstehend erwähnt, freigegeben.

Je nachdem, wie groß die mit dem Poti R 8 vorgegebene positive Vorspannung ist, muß der in den angeschlossenen Verbraucher hineinfließende Strom größer oder kleiner sein, bevor IC 2 freigegeben wird. Auf diese Weise ist mit einfachen Mitteln eine Einstellung der Ansprechempfindlichkeit möglich. Die Spannungsversorgung der Schaltung wird über die drei Vorwiderstände R 1 bis R 3, die Gleichrichterioden D 1 in Verbindung mit dem 9 V-Block-Akku, aus der 220 V Netzwechselspannung gewonnen. Der Akku dient hierbei sowohl der Spannungsstabilisierung als auch der Pufferung, wobei er zusätzlich für die Notstromversorgung zur Verfügung steht. Die Z-Diode D 2 schützt die Schaltung vor Überspannungen bei einem Akkuwechsel bzw. -ausfall.

Über dem am Poti R 8 angebrachten Schalter S 1 kann der Betriebsstundenzähler ausgeschaltet und gleichzeitig auf „0000“ zurückgesetzt werden.

### Zum Nachbau

Zunächst werden die beiden Platinen in gewohnter Weise bestückt. Als erstes sind die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.



Hierbei ist zu beachten, daß die IC's 6 bis 9 unterhalb der LCD-Anzeige angeordnet sind, so daß die Anzeige zweckmäßigerweise als letztes Bauelement mit der Platine verlötet wird.

Die auf der Anzeigen- und Basisplatine identisch bezeichneten Punkte sind jeweils mit flexiblen isolierten Leitungen untereinander zu verbinden, wie dies auch aus dem Schaltbild und den beiden Bestückungsplänen hervorgeht.

Der Anschluß der Schaltung an den am Gehäuse angespritzten Schuko-Stecker erfolgt über flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup>, ebenso wie der Anschluß der Schaltung an die integrierte Schuko-Steckdose. Der gelbgrüne Schutzleiter mit einem Querschnitt von ebenfalls mindestens 1,5 mm<sup>2</sup>, wird direkt zwischen die Schutzkontakt-Anschlüsse von Stecker und Steckdose angeschlossen.

Vor dem Einbau ins Gehäuse sollte die Bestückung noch einmal sorgfältig kontrolliert werden.

Die mechanische Verbindung der beiden Platinen untereinander und die Befestigung im Gehäuse erfolgt mit einer Schraube M 3 x 50 mm und der entsprechenden Abstandshülse, die eine Länge von 45 mm aufweist.

Zusätzlich sind zwei Schrauben M 3 x 6 mm für die Befestigung vorgesehen.

Damit eine Berührung der unter Netzspannung stehenden Schaltung nach der Fertigstellung des Gerätes ausgeschlossen ist, muß der für die LCD-Anzeige vorgenommene Ausschnitt sorgfältig mit einer 2 mm starken Plexiglasscheibe von innen abgedeckt werden.

Abschließend wollen wir noch besonders nachdrücklich darauf hinweisen, daß bei anliegender Netzspannung am geöffneten Gerät auf keinen Fall Untersuchungen vorgenommen werden dürfen.

Es ist daher erforderlich, bei Arbeiten an der Schaltung das Gerät unbedingt vom Netz zu trennen. Die Versorgung wird dann direkt von dem eingebauten 9 V-Block-Akku übernommen.

Der einzige Schaltungsteil, der hierbei nicht überprüft werden kann, ist der Gleichrichterteil, bestehend aus den drei Widerständen R 1 bis R 3 sowie der Diode D 1, auf deren richtige Einbaulage besonders zu achten ist.

Das Gerät darf nur dann mit Netzspannung in Berührung gebracht werden, wenn es sich im geschlossenen Gehäuse ohne zusätzlich angeklebte Meßgeräte befindet. Dies ist außerordentlich wichtig, da die gesamte Schaltung die volle Netzspannung führt.

Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten. Zum Anschluß des Potis R 8, zur Voreinstellung der Ansprechempfindlichkeit, ist eine entsprechende Bohrung im Gehäusedeckel vorzunehmen, um die Achse hindurchführen zu können. Aus Sicherheitsgründen ist es unbedingt erforderlich, daß nur Potis mit Kunststoffachse eingesetzt werden, damit keine metallisch leitenden Teile vom Inneren des Gerätes nach außen führen.

## Inbetriebnahme

Grundsätzlich sind an der Schaltung keinerlei Einstellarbeiten erforderlich. Das Gerät kann nach erfolgtem Aufbau direkt seiner eigentlichen Bestimmung zugeführt werden.

Sicherheitshalber sollten jedoch vor der eigentlichen Inbetriebnahme einige Kontrollmessungen durchgeführt werden. Hierzu wird ein Voltmeter mit seinem Minusanschluß an die Schaltungsmasse angeklemt (z. B. Minuspol des 9 V-Akkus).

Mit der positiven Klemme des Voltmeters, das einen Innenwiderstand von mindestens 1 M $\Omega$  aufweisen muß, sind nun folgende Spannungswerte zu messen:

1. Zur Funktionskontrolle des Frequenzzählers empfiehlt es sich, als erstes die Eingangsleitung zu Pin 10 des IC 4 aufzutrennen und mit dem Ausgangssignal des Backplane-Oszillators (Pin 10 des Gatters N 3) zu verbinden. Die Anzeige muß jetzt ungefähr im 100 Hz-Takt hochlaufen (50–500 Hz). Diese Überprüfung ist besonders wichtig, da bei Ausfall des Backplane-Oszillators die LCD-Anzeige innerhalb weniger Minuten einbrennt.

Wird kein einwandfreies Arbeiten festgestellt, sollte sicherheitshalber die LCD-Anzeige zunächst wieder ausgebaut, zumindest aber die Backplane-Anschlüsse ( $\frac{1}{40}$ ) zur Platine unterbrochen werden.

2. Die Versorgungsspannung am Plusanschluß des 9 V-Block-Akkus sollte zwischen 8,5 V und 10,0 V liegen.
3. Am Source-Anschluß von T 1, dort wo dieser sich mit R 6 und D 5 trifft, ist eine Spannung von 1,5 V bis 2,5 V zu messen. Es gibt auch einige FET's, bei denen diese Spannung bis zu 4,5 V betragen kann. Auch hiermit ist die Schaltung einwandfrei funktionsfähig, wobei ggf. die Dimensionierung der Widerstände R 7 und R 10 geändert werden muß. Hierauf wird zu einem späteren Zeitpunkt noch näher eingegangen.
4. Die Spannung am invertierenden (–) Eingang des OP 1 muß ca. 1,2 V unterhalb der unter Punkt 3 gemessenen Spannung liegen.
5. Bei Linksanschlag des Potis R 8 (voller Widerstand entsprechend 470 k $\Omega$  muß die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) von OP 1 ungefähr gleich der Spannung am invertierenden (–) Eingang von OP 1 sein (einige mV Differenz sind zulässig).
6. Bei Rechtsanschlag des Potis R 8 (Widerstand ungefähr 0  $\Omega$ ) muß die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) von OP 1 ca. 1,2 V höher als am invertierenden Eingang (–) sein. Es ist zu beachten, daß aufgrund der verhältnismäßig hochohmigen Beschaltung am nichtinvertierenden Eingang (+) des OP 1 Messungen an diesem Eingang nur mit Voltmeter möglich sind, deren Innenwiderstände mindestens 10 M $\Omega$  betragen, da ansonsten eine zu große Meßwertverfälschung auftritt.

## Stückliste: ELV Kompakt- Betriebsstundenzähler

### Halbleiter

IC1 .....	TLC 271
IC2 .....	DX 1429
IC3 .....	CD 4040
IC4, IC5 .....	CD 4518
IC6–IC9 ...	CD 4056 oder CD 4543
IC10 .....	CD 4030 oder CD 4070
T1 .....	BF 245
T2 .....	BC 548
D1 .....	1N4007
D2 .....	ZPD 12 V
D3, D4 .....	R 250 B
D5–D12 .....	1N4148

### Kondensatoren

C1 .....	100 nF
C2 .....	10 $\mu$ F/16 V
C3 .....	1 $\mu$ F/16 V
C4 .....	10 nF
C5 .....	1 nF
C6 .....	22 pF
C7 .....	22 pF
C8 .....	1 $\mu$ F/16 V
C9 .....	1 nF
C10 .....	100 pF
C11 .....	10 $\mu$ F/16 V
C12 .....	10 nF
C13 .....	22 nF

### Widerstände

R1–R3 .....	18 k $\Omega$
R4 .....	1 $\Omega$ /1 Watt
R5, R6 .....	100 k $\Omega$
R7 .....	330 k $\Omega$
R8 .....	470 k $\Omega$ , Poti, lin, 4 mm mit Schalter
R9 .....	100 k $\Omega$
R10 .....	1,8 M $\Omega$
R11 .....	10 k $\Omega$
R12 .....	1 M $\Omega$
R13 .....	220 k $\Omega$
R14 .....	100 k $\Omega$
R15, R16 .....	1 M $\Omega$
R17, R18 .....	10 k $\Omega$
R19 .....	100 k $\Omega$
R20 .....	220 k $\Omega$

### Sonstiges

Si1 .....	10 A
1 Quarz	4,194 MHz
1 4stellige LCD-Anzeige	
1 Platinensicherungshalter	
1 9 V-Batterieclip	
15 Lötstifte	
1 Schraube M3 x 50 mm	
2 Schrauben M3 x 6 mm	
3 Muttern M3	
2 Lötflanke 3,2 mm	
3 Abstandsrollchen 15 mm	
1 Spannzangendrehkopf (10 mm)	
mit Deckel und Pfeilscheibe	
30 cm 1,5 mm <sup>2</sup> flexible Leitung	
100 cm flexible Leitung	
15 cm Silberschalt draht	

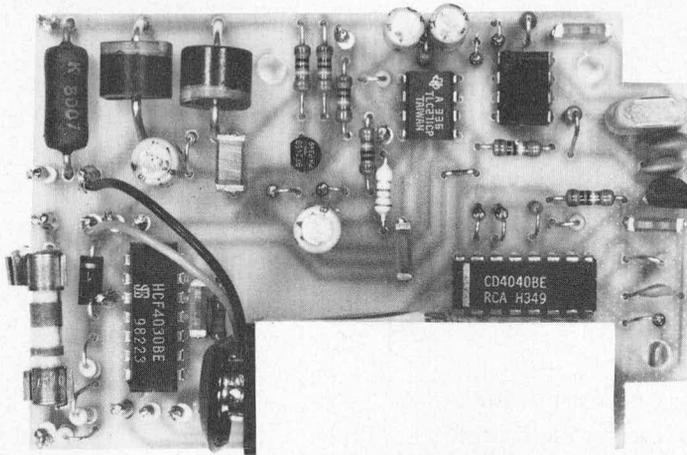
Sollten die vorgenannten Spannungsangaben um mehr als 0,3 V abweichen, empfiehlt es sich, die Widerstände R 7 und R 10 entsprechend zu ändern. Ist die Spannung an Pin 3 des OP 1 bei Rechtsanschlag des Potis R 8 zu groß, so muß R 7 vergrößert werden, im umgekehrten Falle verkleinert. Ist die Spannung hingegen bei Linksanschlag des Potis R 8 an Pin 3 des OP 1 zu groß, so muß R 10 verkleinert werden, im umgekehrten Falle vergrößert.

7. R 8 wird jetzt ungefähr in Mittelstellung gebracht. Die Ausgangsspannung an Pin 6 des OP 1 muß ungefähr 7 V bis 9 V betragen. Wird jetzt der nichtinvertierende (+) Eingang des OP 1 auf Masse gelegt (R 10 kurzgeschlossen), so muß der Ausgang des OP 1 (Pin 6) auf ungefähr 0,0 V bis 0,3 V gehen.
8. Die Spannung an Pin 1 des IC 2 muß zwischen 1,2 V und 1,8 V liegen.
9. Die Überbrückung des Widerstandes R 10 wird zunächst beibehalten. An

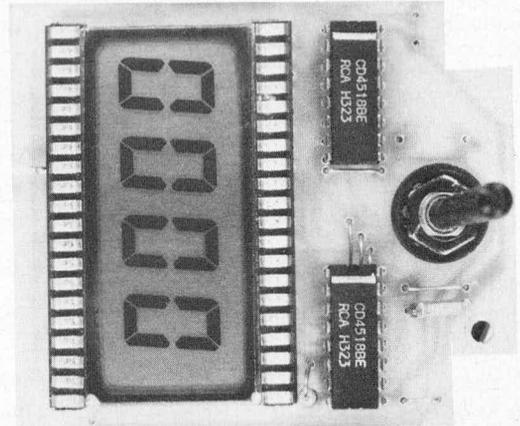
Pin 5 des IC 2 kann jetzt ein Signal gemessen werden, das für eine Sekunde „high“- und für eine Sekunde „low“-Potential aufweist. Sobald der Kurzschluß von R 10 aufgehoben wird, darf sich das Signal an Pin 5 des IC 2 nicht mehr ändern. Das IC ist gestoppt.

10. An den Pin's 1, 7, 8, 9 und 15 der beiden IC's 4 und 5 müssen 0,0 V anliegen.

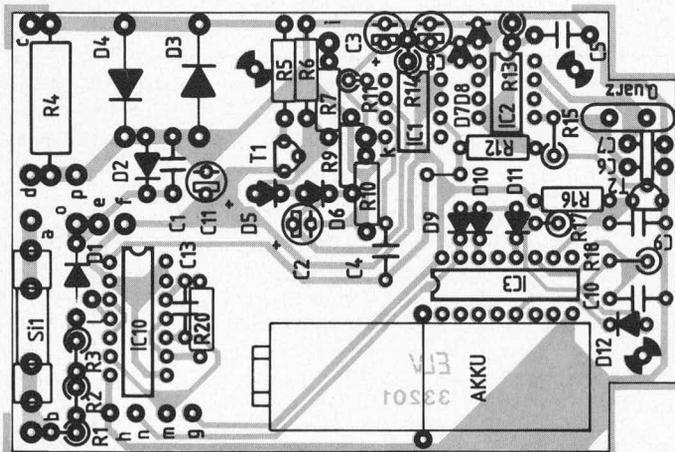
Damit ist die Überprüfung und Inbetriebnahme dieses interessanten Betriebsstundenzählers bereits beendet.



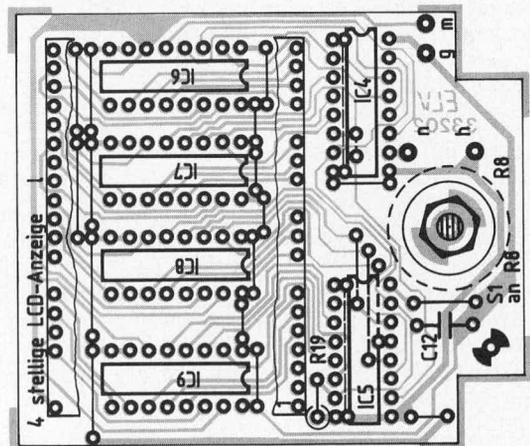
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



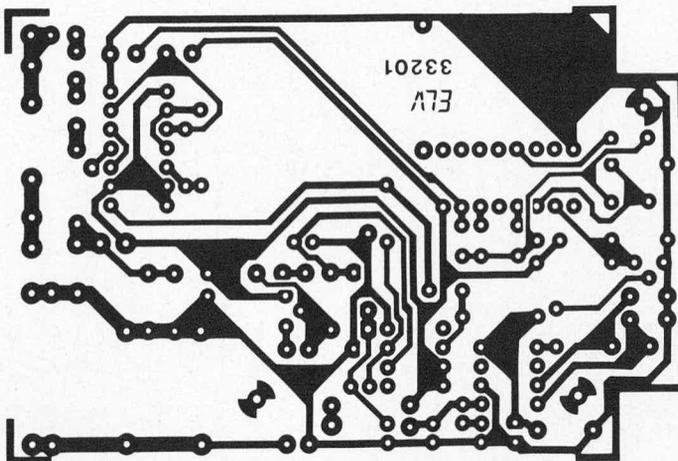
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



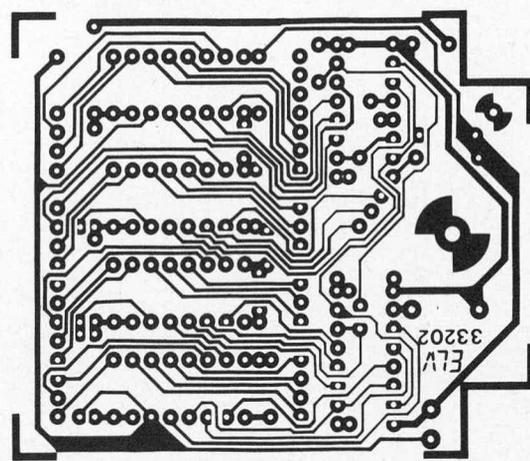
Bestückungsseite der Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers. Die IC's 6 bis 9 befinden sich unterhalb der LCD-Anzeige



Leiterbahnseite der Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers