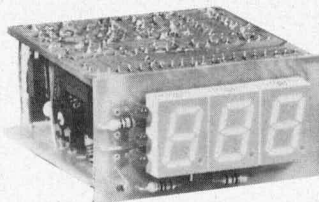


ELV-Serie Kfz-Elektronik: Digitales Kfz-Kombi-Meßgerät



Drehzahl, Schließwinkel, Spannung können mit diesem Kfz-Kombi-Meßgerät auf einer dreistelligen Digital-Anzeige abgelesen werden.

Die Umschaltung erfolgt über einen dreistufigen Schalter, der außerhalb des Gerätes angebracht werden kann.

Allgemeines

Ein genauer, digitaler Kfz-Drehzahlmesser mit einer hohen Auflösung dürfte wohl mit zu den interessantesten Zusatzgeräten im Kfz zählen. Mit der hier vorgestellten, im ELV-Labor entwickelten Schaltung, sind die Messungen von Schließwinkel und Bordspannung möglich. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß der Schließwinkel über den gesamten Motordrehzahlbereich zuverlässig gemessen und angezeigt werden kann. Die Umschaltung erfolgt über einen dreistufigen Kippschalter (1x um mit Mittelstellung), der an nahezu beliebiger Stelle im Kfz außerhalb des eigentlichen Meßgerätes angeordnet werden kann. Obwohl das Gerät drei verschiedene Meß-

möglichkeiten besitzt, ist der Anschluß und Einbau außerordentlich einfach durchzuführen. Neben der dreiadrigen Zuleitung des Umschalters für die Drehzahl-, Schließwinkel- und Bordspannungsmessung, sind lediglich drei Anschlußpunkte vorhanden, und zwar: Kfz-Masse, 12 V Versorgungsspannung sowie Unterbrecherkontakt. Hierauf gehen wir später jedoch noch näher ein.

Grundlagen

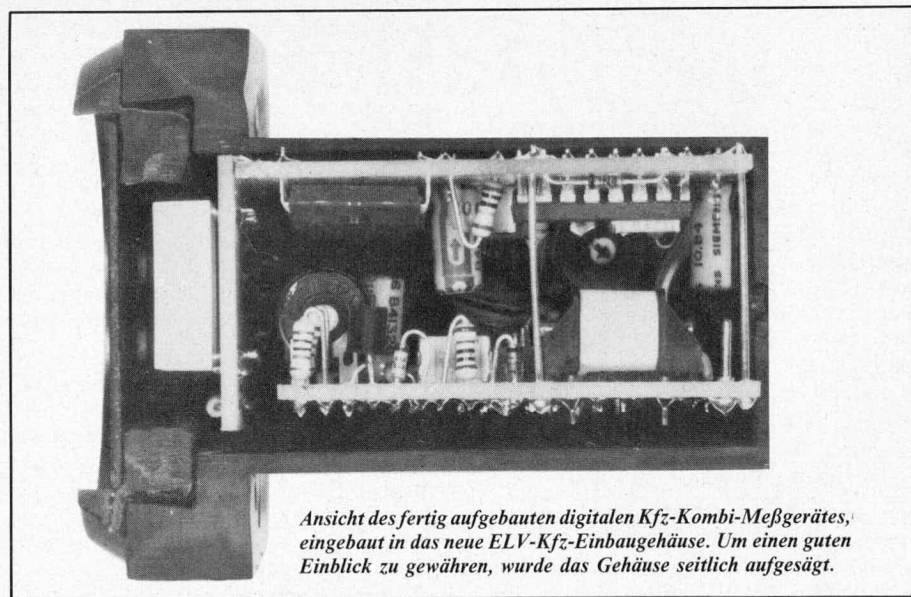
Für diejenigen unter unseren Lesern, die mit der Kfz-Technik noch nicht so sehr vertraut sind, wollen wir an dieser Stelle die näheren Zusammenhänge und Hintergründe für die einzelnen Messungen erläutern:

Die Messung der Bordspannung liefert eine zuverlässige Aussage über den Spannungshaushalt des Kfz-Bordnetzes, d. h. es kann sowohl der Zustand des Akkus als auch die Funktion der Lichtmaschine in weiten Grenzen geprüft werden.

Aus der angezeigten Bordspannung können folgende Schlüsse gezogen werden:

Im Ruhezustand des Kfz (Motor steht, Zündung ist eingeschaltet, alle größeren Verbraucher sind ausgeschaltet) liegt die angezeigte Spannung des Akkus zwischen 11,5 V und 13,5 V (möglichst zwischen 12,0 V und 13,0 V). Niedrigere Spannungswerte deuten auf einen weitgehend entladenen Akku hin, während höhere Spannungswerte Hinweis auf eine Überladung sein können.

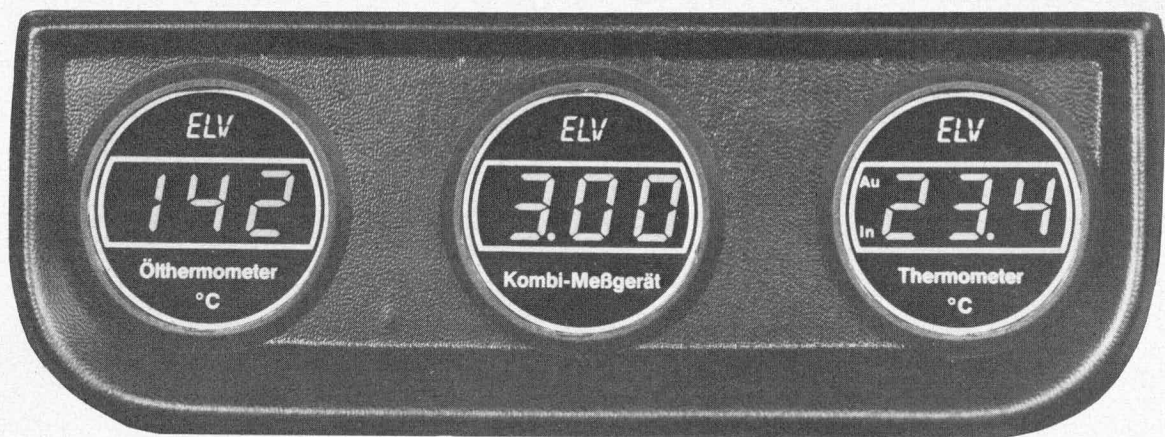
Schaltet man jetzt einen größeren Verbraucher ein (z. B. Scheinwerfer), kann man aufgrund der hohen Auflösung von 0,1 V langsam das Abfallen der Akkuspannung beobachten, sofern der Motor nicht läuft. Bei ausreichender Akkukapazität und



Ansicht des fertig aufgebauten digitalen Kfz-Kombi-Meßgerätes, eingebaut in das neue ELV-Kfz-Einbaugeschäft. Um einen guten Einblick zu gewähren, wurde das Gehäuse seitlich aufgesägt.

Technische Daten:

Drehzahlmeßbereich:	10 bis 10000 Upm
Auflösung:	10 Upm
Genauigkeit:	ca. 1%
Schließwinkelmessung:	0-100%
Auflösung:	0,1% (!)
Genauigkeit:	ca. 1%
Spannungsmessung:	8,0 V bis 15,0 V
Auflösung:	0,1 V
Genauigkeit:	0,1%



Ansicht von 3 nebeneinander angeordneten ELV-Kfz-Einbau-Meßgeräten, die in eine handelsübliche Montagekonsole eingesetzt wurden

gutem Ladezustand sollte die Akkuspannung innerhalb von 5 Minuten nicht unter 11,5 V absinken. Fällt die Spannung sogar unter 11,0 V ab, ist entweder der Akku weitgehend entladen oder aber die Kapazität aufgrund eines hohen Alters erschöpft.

Wird der Motor gestartet, sollte im Normalfall die Bordspannung innerhalb von wenigen Minuten auf mindestens 13,0 V, höchstens jedoch 14,3 V ansteigen. Werden größere Verbraucher eingeschaltet, wird die Spannung etwas niedriger sein, wobei auch ohne Belastung der Wert von 14,3 V keinesfalls überschritten werden darf.

Sinkt die Bordspannung unter einen Wert von 13,0 V bei gleichzeitiger Einschaltung sämtlicher Verbraucher, so deutet dies entweder auf eine ungenügende Leistung der Lichtmaschine oder auf einen Defekt hin. Hierbei muß jedoch angemerkt werden, daß bei der Überprüfung der Lichtmaschine der Motor eine ausreichende Drehzahl aufweisen muß, damit die Lichtmaschine auch ihre volle Leistung entfalten kann. Bei Drehstromlichtmaschinen reicht teilweise bereits eine Drehzahl von 1000 bis 1500 Upm aus, während bei den älteren Modellen ca. 3000 Upm erreicht werden müssen, um die Lichtmaschine auf volle Leistung zu bringen.

Abschließend kann man zur Bordspannung grundsätzlich sagen, daß das Fahrzeug hinsichtlich der Spannungsversorgung voll betriebsbereit ist, wenn Werte zwischen 11,0 und 14,3 V gemessen werden. Werte unterhalb 11,0 V lassen auf eine baldige vollständige Erschöpfung des Akkus schließen.

Bei der Drehzahlmessung ist die Nützlichkeit und der Informationsgehalt allgemein bekannt, so daß wir hier nur kurz darauf eingehen wollen.

Vom Fahrzeughersteller werden im Rahmen der Motordaten im allgemeinen auch die Leerlaufdrehzahl, die Höchstdrehzahl sowie der Drehmomentverlauf des Motors angegeben. Aus letzterem kann man entnehmen, bei welcher Drehzahl der Motor sein größtes Drehmoment aufweist, d. h. in welchem Bereich die besten Beschleunigungswerte erzielt werden können.

Sind die vorgenannten Werte bekannt, kann man mit Hilfe eines Drehzahlmessers seinen Motor schonen bzw. seine Fahrweise optimieren. Daß darüber hinaus bei entsprechender Fahrweise Benzineinsparun-

gen möglich sind (zu hohe Drehzahlen vermeiden), liegt auf der Hand.

Aufgrund der hohen Auflösung von 10 Upm ist selbst im niedrigen Drehzahlbereich bis hin zum Leerlauf, eine gute Drehzahlkontrolle möglich.

Die Schließwinkelmessung liefert eine Aussage über das Verhältnis zwischen geschlossenem bzw. geöffnetem Unterbrecherkontakt. Üblicherweise werden vom Hersteller die Angaben in Grad gemacht. Hierbei geht man von einer vollen Umdrehung von 360° aus. Bei einem 4-Zylinder-Motor entfällt auf jeden Zylinder daher ein Gesamtwinkel von $360°:4 = 90°$. Wäre der Unterbrecherkontakt also die ganze Zeit über geschlossen, so entspräche dies einem Schließwinkel von 90°, während eine andauernde Öffnung des Unterbrecherkontaktes einem Schließwinkel von 0° entspricht. Da das Tastverhältnis im allgemeinen in der Größenordnung von 1:1 liegt, ergibt sich ein Schließwinkel bei einem 4-Zylinder-Viertakt-Motor von ungefähr 45°. Der genaue Wert ist jedoch unbedingt den Herstellerangaben zu entnehmen.

Bei einem 6-Zylinder-Motor entspricht hingegen ein permanent geschlossener Unterbrecherkontakt einem Schließwinkel von $360°:6 = 60°$, woraus sich bei einem Tastverhältnis von 1:1 ein Schließwinkel von 30° ergibt. Auch hier ist der genaue Wert wie bei allen anderen Daten, den Herstellerangaben zu entnehmen.

Wie wir sehen, hängt der Schließwinkel u. a. von der Zylinderzahl des zu überprüfenden Motors ab.

Anders hingegen verhält es sich, wenn man den Schließwinkel nicht in Grad, sondern prozentual angibt. Ist der Unterbrecherkontakt permanent geöffnet, entspricht dies 0%, während ein permanent geschlossener Unterbrecherkontakt einer Angabe von 100% entspricht. Bei einem Tastverhältnis von 1:1 ergibt sich ein „Schließwinkel“ von 50%, d. h. der Kontakt ist die halbe Zeit geschlossen und die andere Hälfte der Zeit geöffnet.

Diese Angabe ist universell und von der Zylinderzahl des zu überprüfenden Motors vollkommen unabhängig.

Um die am Unterbrecherkontakt einzustellende, vom Hersteller gemachte Schließwinkelangabe in % umzurechnen, bedient man sich folgender Formel:

$$\text{Schließwinkel (\%)} = \frac{\text{Zylinderzahl}}{360°} \cdot 100 \%$$

Ein vom Hersteller bei einem 4-Zylinder-Motor angegebener Schließwinkel von 50,0°, ergibt nach vorstehender Formel einen Schließwinkel in % von:

$$50,0° \cdot \frac{4}{360°} \cdot 100 \% = 55,6 \%$$

Bei einer Herstellerangabe von 50,0° müßte bei einem 4-Zylinder-Motor demnach 55,6% auf der Anzeige abgelesen werden können. Anhand dieses Gerätes kann der Schließwinkel überprüft und ggf. korrigiert werden.

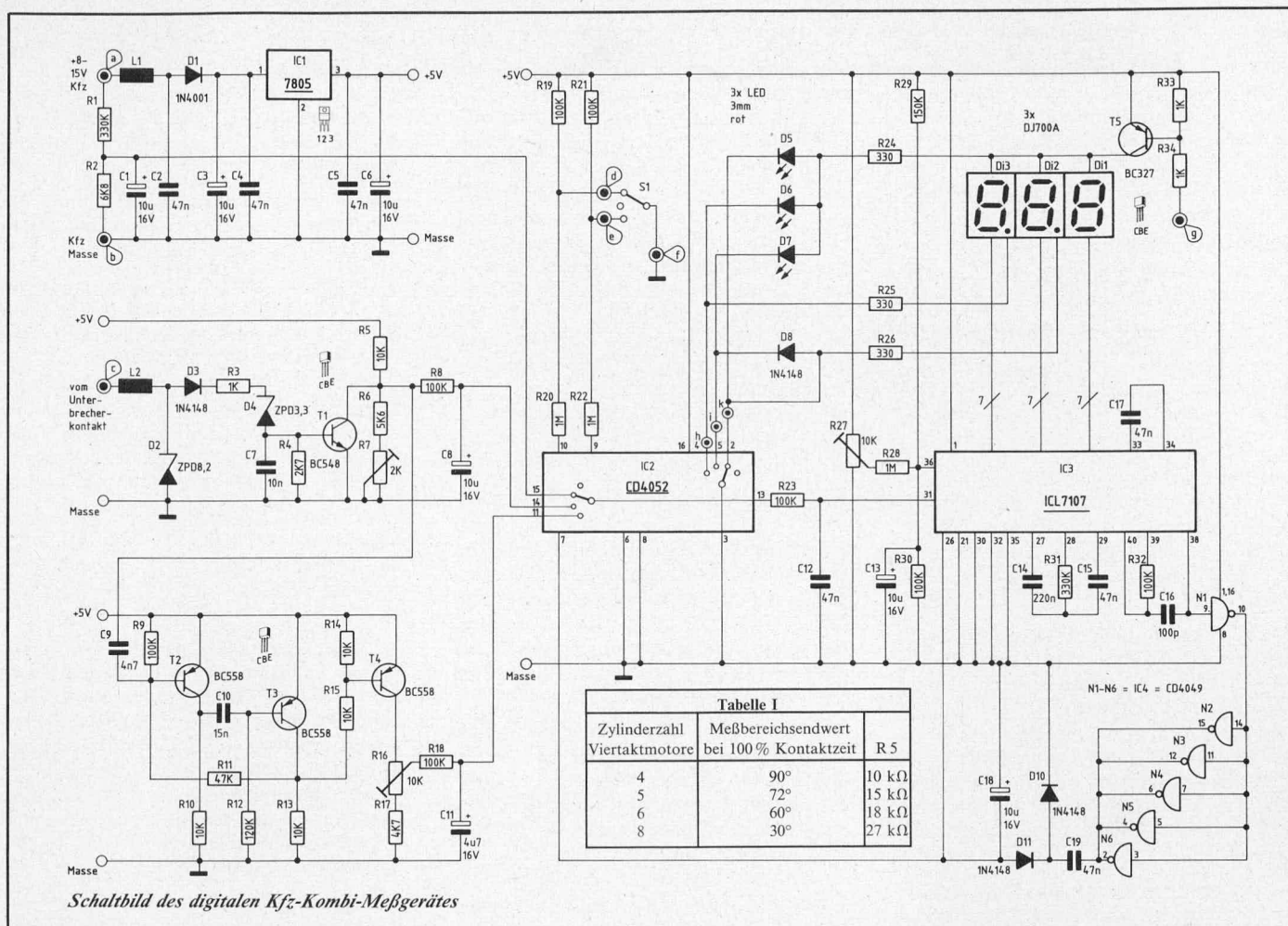
Da sich der Schließwinkel im allgemeinen mit der Drehzahl geringfügig ändert, ist eine Einstellung selbstverständlich bei der vom Hersteller zu diesem Zweck angegebenen Drehzahl vorzunehmen. Falls keine Drehzahlangabe gemacht wurde, sollte der Motor im Leerlauf bzw. im unteren Bereich drehen.

Bei sich verändernden Drehzahlen, besonders im oberen Bereich, kann man nun mit Hilfe der Schließwinkelanzeige prüfen, ob die Kontaktgabe des Unterbrecherkontaktes in allen Drehzahlbereichen den Erfordernissen entspricht.

Eine optimale Kontrolle ergibt sich selbstverständlich, wenn man vom Hersteller zu allen Drehzahlen entsprechende Schließwinkelangaben vorgegeben bekommt. Liegen diese nicht vor, kann man davon ausgehen, daß sich der Schließwinkel im allgemeinen immer um den Nennwert bewegt, der vom Hersteller (evtl. für eine bestimmte Drehzahl) genannt wurde. Für den engagierten Hobby-Elektroniker ist es leicht verständlich, daß zu einer optimalen Ansteuerung der Zündspule ein Tastverhältnis von 1:1, entsprechend einem „Schließwinkel“ von 50% günstig ist, und keine gravierenden Abweichungen hiervon auftreten sollten (40% bis 60%).

Zur Schaltung

Für die drei verschiedenen Meßbereiche werden Wandlerschaltungen eingesetzt, die ein entsprechendes Eingangssignal in eine proportionale Spannung umsetzen, die zur Weiterverarbeitung auf einen digitalen Spannungsmesser (ICL 7107 mit Zusatzschaltung) gegeben werden.



Schaltbild des digitalen Kfz-Kombi-Meßgerätes

Zur Schließwinkelmessung gelangt das vom Unterbrecherkontakt kommende Eingangssignal vom Platinenanschlußpunkt „c“ über die Eingangsbeschaltung (L2, D2 bis D4, R3, C7, R4) auf die Basis des Schalttransistors T1. Am Kollektor steht in Verbindung mit den Spannungsteilerwiderständen R5 bis R7, je nach Stellung des Unterbrecherkontaktes ein „low“ oder „high“-Signal an. Mit Hilfe von R8/C8 wird eine Integration vorgenommen, die bei laufendem Motor eine Spannung erzeugt, die dem Schließwinkel des Unterbrecherkontaktes proportional ist.

Die am Kollektor T1 zur Schließwinkelmessung abgenommene Rechteckspannung, wird außerdem über C9 auf die Basis des Transistors T2 gegeben. T2 und T3 stellen in Verbindung mit ihrer Zusatzbeschaltung einen monostabilen Multivibrator dar, der durch seine konstante Impulsdauer zur Drehzahlmessung geeignet ist. Über R15 gelangen die Ausgangsimpulse auf den Puffer-Schalttransistor T4, dessen Kollektor wiederum den Spannungsteiler R16, R17 ansteuert. Über R18/C11 werden diese Impulse, wie auch bei der Schließwinkelmessung integriert, so daß sich über C11 eine Gleichspannung einstellt, die exakt der Drehzahl des Motors bzw. der vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse, entspricht.

Zur Pegelanpassung der Kfz-Bordspannung an die beiden vorstehend beschriebenen Wandlerbeschaltungen zur Schließwinkel- und Drehzahlmessung, ist lediglich ein Spannungsteiler, bestehend aus R1 und R2

sowie ein Siebkondensator (C1) erforderlich.

An Pin 15 des zur Umschaltung dienenden IC2, steht somit eine der Kfz-Bordspannung proportionale Meßspannung an, während die Spannung an Pin 14 dem Schließwinkel und die Spannung an Pin 11 der Drehzahl proportional ist.

Je nach Stellung des Wahlschalters S1, wird eine dieser drei Meßspannungen zum Pin 13 des IC2 durchgeschaltet. Von dort gelangt die Spannung über R23 auf den positiven Eingang (Pin 31) des A/D-Wandlers IC3. Eine an Pin 31 des IC3 anliegende Eingangsspannung im Bereich von 0 bis ca. 1 V wird in eine äquivalente digitale Anzeige auf dem dreistelligen LED-Display umgesetzt.

Der zweite im IC2 enthaltene Umschalter dient lediglich zur Ansteuerung der Punkte und der drei LED's D5 bis D7 zur Anzeige der Meßart.

Die Versorgung der gesamten Schaltung erfolgt direkt aus dem Kfz-Bordnetz, wobei der Anschluß zweckmäßigerweise hinter dem Zündschloß abgenommen wird, damit das Gerät bei ausgeschalteter Zündung keinen Strom aufnimmt.

Zunächst wird die Kfz-Bordspannung über L1/C2 gefiltert, um anschließend über D1/C3 entkoppelt zu werden. Gleichfalls bietet D1 einen wirksamen Schutz vor Verpolung.

Mit dem Festspannungsregler IC1, wird die Spannung auf 5 V stabilisiert und dient zur

Versorgung der gesamten übrigen Elektronik.

Damit der Wandlerbaustein des Typs ICL7107 eine auf Masse bezogene Eingangsspannung verarbeiten kann, ist es erforderlich, eine separate negative Versorgungsspannung an Pin 26 zur Verfügung zu stellen. Diese wird mit Hilfe des IC4 in Verbindung mit C18, C19 sowie D10, D11 aus der positiven 5 V-Versorgungsspannung erzeugt.

Sollen die LED-Anzeigen des Kfz-Kombi-Meßgerätes unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T5 mit den beiden Widerständen R33 und R34 ersatzlos entfallen, wobei über eine Brücke die Kollektor-Emitter-Strecke von T5 verbunden wird.

Wird eine Helligkeitsregelung gewünscht, kann hierzu die im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“ herangezogen werden. Diese Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Diese Ausgangsimpulse steuern über R34 den Schalttransistor T5 an. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale LED-Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektro-

nik ansteuern. Die Bauteile T 5, R 33, R 34 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeigergerätes Platz. Bei früher veröffentlichten Schaltungen in dieser Serie, kann durch Auftrennen entsprechender Leiterbahnen (Zuleitungen zu den Anoden der LED-Anzeigen — Plus-Zuleitung) dieses Schaltungsdetail auch nachträglich eingebaut werden.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieser vielseitigen und interessanten Schaltung erfolgt auf 3 Leiterplatten:

1. Anzeigenplatine
2. Hauptplatine mit Spannungsregler und A/D-Wandler-IC 3
3. Eingangsplatine mit Umschalt-IC 2 (CD 4052)

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.

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.

An der Seite der Hauptplatine, die zur Geräterückseite hinweist, sind 5 flexible isolierte Verbindungsleitungen mit einer Länge von ca. 4 cm zur Eingangsplatine zu ziehen. Zusätzlich verbinden drei ca. 10 cm lange flexible isolierte Leitungen die Anzeigenplatine mit der Eingangsplatine. Es sind dies die Punkte „h“, „i“ sowie „k“, d. h. der auf der Anzeigenplatine mit „h“ bezeichnete Punkt wird mit dem Punkt gleicher Bezeichnung (ebenfalls mit „h“ bezeichnet) verbunden usw. Es sind also alle Punkte, die die gleiche Bezeichnung tragen, miteinander zu verbinden.

Der Meßartenumschalter S1 wird über eine dreiadrige flexible isolierte Leitung an die Anschlußpunkte „e“, „d“ sowie „f“ auf der Eingangsplatine angeschlossen. Es kann auch eine zweiadrige flexible isolierte Leitung mit zusätzlicher Abschirmung eingesetzt werden, wobei dann die Abschirmung als dritte Leitung dient und möglichst die Masseführung (Anschlußpunkt „f“) übernimmt. Die Leitungslänge kann mehrere Meter betragen.

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

Die Schaltungsmasse („b“) sollte möglichst in räumlicher Nähe zum Minuspol des Auto-Akkus (Masseband) angeschlossen werden, um unnötige, die Spannungsmessung verfälschende Spannungsabfälle auszuschließen.

Die dritte Zuleitung („c“) wird direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entspre-

chenden Anschluß der Zündspule angeschlossen. Sofern eine elektronische Zündung eingesetzt wird und diese einen entsprechenden Steuerausgang besitzt, kann der Punkt „c“ auch hier angeschlossen werden, wobei man sich vergewissern sollte, daß der Steuerausgang eine Last von 500 Ω zu treiben in der Lage ist und darüber hinaus eine ausreichende Spannungshöhe (12 V Hub) zur Verfügung stellt. Sind letztgenannte Forderungen nicht zu erfüllen, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderung auch hier eine Möglichkeit zum Anschluß des ELV-Kombi-Meßgerätes gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

L 2 und D 4 werden ausgelötet und jeweils durch eine Brücke ersetzt.

D 2 entfällt ersatzlos.

R 3 wird durch einen 10 k Ω Widerstand ersetzt.

Sofern sich keine ausreichend große Ansteuerspannung des entsprechenden Ausganges der elektronischen Zündung ergibt, kann R 4 auf 10 k Ω vergrößert werden, wobei dann zusätzlich C 7 auf 1 nF zu verkleinern ist, um unnötig große Schaltverzögerungen zu vermeiden.

Sollte ein evtl. vorhandener Steuerausgang einer elektronischen Zündung keinen positiven Strom treiben können, kann evtl. ein zusätzlicher 10 k Ω Widerstand von + 12 V zum Schaltungspunkt „c“ Abhilfe schaffen. In jedem Fall sollte man sich jedoch vorher von den Daten des entsprechenden Schaltausganges überzeugen, um einen Defekt zu vermeiden.

Abschließend wollen wir noch erwähnen, daß die vorgenannten Schaltungsänderungen im allgemeinen nicht erforderlich sind, da die hier vorgestellte, im ELV-Labor entwickelte Schaltung, eine gute Empfindlichkeit bei sehr großer Störunterdrückung gewährleistet.

Sofern eine automatische Helligkeitsregelung gewünscht wird, ist von der auf der Hauptplatine angeordneten Schaltstufe (R 33, R 34, T 5) eine Verbindung zur Ansteuerschaltung, die separat aufzubauen ist, herzustellen. Die Verbindung erfolgt über den Platinenanschlußpunkt „g“.

Wird die Schaltung in das neue ELV-Kfz-Einbaugesetz, so werden die Haupt- und die Eingangsplatine einfach in die obere und untere Gehäusenut geschoben und sind damit fixiert (die Bestückungsseiten weisen zueinander hin).

Beim Einbau in das bereits vieltausendfach bewährte ELV-Kfz-Aufbaugesetz wird die Eingangsplatine über vier Silberschaltdrähte mechanisch mit der Hauptplatine verbunden, wobei die Bestückungsseiten nach innen weisen. Der Abstand der beiden gegenüberliegenden Platinen beträgt 14 mm.

Damit ist der Nachbau dieses universell einsetzbaren interessanten Digital-Kombi-Gerätes beendet.

Kalibrierung

Die Einstellung, d. h. die Kalibrierung, ist ohne aufwendige Hilfsmittel auf einfache Weise möglich.

Zunächst wird in Schalterstellung „Spannungsmessung“ eine bekannte Spannung im Bereich von 12 bis 14 V an die Eingangsbuchsen gelegt. Der Trimmer R 27 ist so einzustellen, daß auf der dreistelligen Digital-Anzeige der genaue Wert der Eingangsspannung erscheint.

Vorstehend beschriebene Einstellung ist unbedingt als erstes vor den weiteren Abgleichpunkten durchzuführen.

Als nächstes bringen wir den Meßartenschalter in Stellung „Schließwinkel“. Mit R 7 wird auf der Anzeige ein Wert von 100,0 % eingestellt, wobei einige Digit Abweichung im Bereich der Toleranz liegen. Die Eingangsklemme („c“) ist hierbei unbeschaltet. Da die Anzeige lediglich bis 99,9 % reicht, wird der angezeigte Wert im Bereich zwischen 99,5 und (1)00,5 % liegen.

Wird an die Eingangsklemme („c“) eine Spannung von + 8 bis + 15 V gelegt, muß die Anzeige auf „00,0“ gehen. Auch hier ist eine Abweichung von 5 bis max. 10 Digit zulässig.

Wird bei der Schließwinkelmessung die Anzeige in Grad gewünscht, so ist R 6 von 5,6 k Ω auf 4,7 k Ω zu verkleinern und R 5 anhand von Tabelle I (im Schaltbild: Mitte unten) entsprechend der Zylinderzahl des Motors anzupassen. Mit R 7 ist bei unbeschaltetem Steuereingang „c“ der zugehörige Wert auf der Anzeige einzustellen (bei 4-Zylinder-4-Takt-Motore 90°, bei 6-Zylinder-4-Takt-Motore 60° usw.).

Die Kalibrierung der Drehzahl wird als letzte Einstellung vorgenommen. Ausgehend von einem 4-Zylinder-4-Takt-Motor wird hierzu eine bekannte Frequenz im Bereich von 100 Hz bis 500 Hz an den Eingang gelegt und die Anzeige auf den mit 30 multiplizierten Wert mit R 16 eingestellt.

Eine entsprechende, zur Drehzahleinstellung geeignete Frequenz von 100 Hz gewinnt man z. B. aus einer brückengleichgerichteten Wechselspannung im Bereich zwischen 5 und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

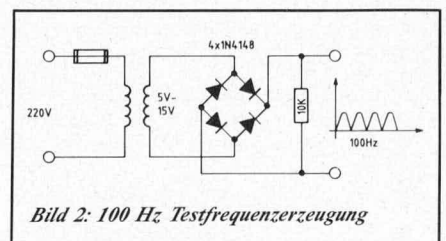


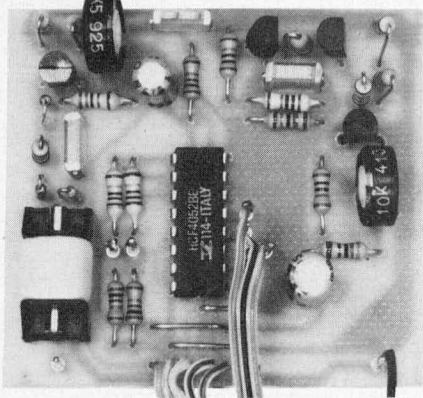
Bild 2: 100 Hz Testfrequenzerzeugung

Die vorstehend beschriebene Einstellung bezieht sich, wie bereits erwähnt, auf 4-Zylinder-4-Takt-Motore, so daß bei anderen Zylinderzahlen die Einstellung entsprechend zu ändern ist.

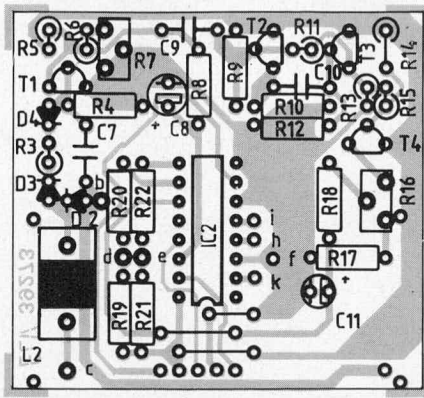
Bei einer Eingangsfrequenz von 100 Hz ist für 5-Zylinder-4-Takt-Motore die Anzeige auf 2.40 einzustellen, bei 6-Zylinder-4-Takt-Motore auf 2.00 und bei 8-Zylinder-4-Takt-Motore auf 1.50.

Die Anzeige erfolgt jeweils in 1000 Umdrehungen (1.50 x 1.000 = 1.500).

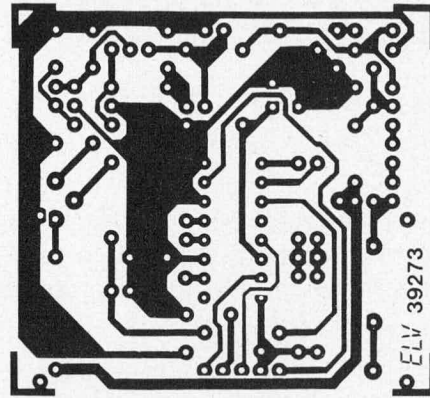
Reicht der Einstellbereich des Trimmers R 16 nicht aus, so ist der Kondensator C 10 geringfügig anzupassen (10 nF bis 22 nF).



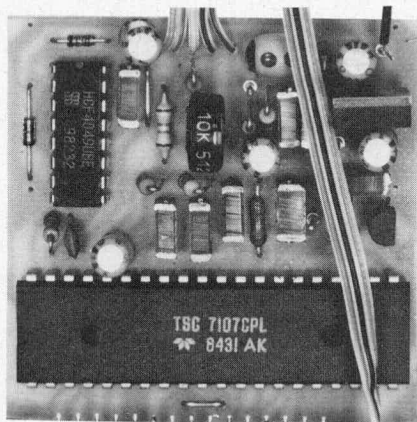
Ansicht der fertig bestückten Eingangsplatine



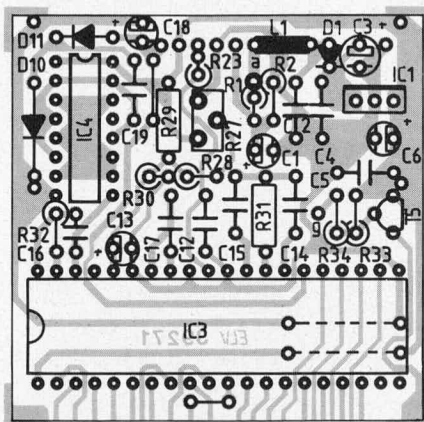
Bestückungsseite der Eingangsplatine



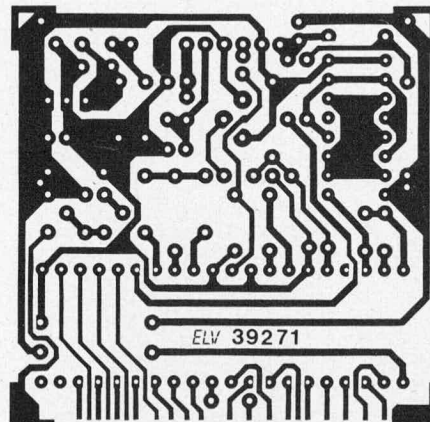
Leiterbahnseite der Eingangsplatine



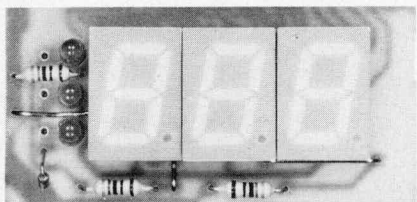
Ansicht der fertig aufgebauten Hauptplatine



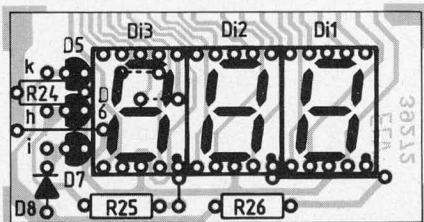
Bestückungsseite der Hauptplatine



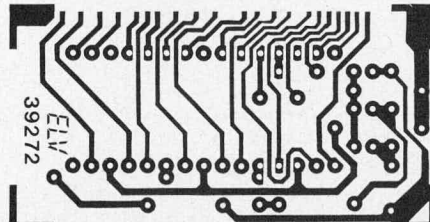
Leiterbahnseite der Hauptplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine

Stückliste: Digitales Kfz-Kombi-Meßgerät

Halbleiter

IC 1	.....	μ A 7805
IC 2	.....	CD 4052
IC 3	.....	ICL 7107
IC 4	.....	CD 4049
T 1	.....	BC 548
T 2-T 4	.....	BC 558
T 5	.....	BC 327
D 1	.....	1N4001
D 2	.....	ZPD 8,2
D 3, D 8, D 10, D 11	.....	1N4148
D 4	.....	ZPD 3,3
D 5-D 7	.....	LED, 3 mm, rot
Di 1-Di 3	.....	DJ 700 A

Kondensatoren

C 1, C 3, C 6, C 8	.....	10 μ F/16 V
C 2, C 4, C 5	.....	47 nF
C 7	.....	10 nF

C 9	.....	4,7 nF
C 10	.....	15 nF
C 11, C 13, C 18	.....	10 μ F/16 V
C 12, C 15, C 19	.....	47 nF
C 14	.....	220 nF
C 16	.....	100 pF

Widerstände

R 1	.....	330 k Ω
R 2	.....	6,8 k Ω
R 3	.....	1 k Ω
R 4	.....	2,7 k Ω
R 5, R 10	.....	10 k Ω
R 6	.....	5,6 k Ω
R 7	.....	2 k Ω , Trimmer, stehend
R 8, R 9	.....	100 k Ω
R 11	.....	47 k Ω
R 12	.....	120 k Ω
R 13-R 15	.....	10 k Ω
R 16	.....	10 k Ω , Trimmer, stehend

R 17	.....	4,7 k Ω
R 18, R 19, R 21	.....	100 k Ω
R 20, R 22, R 28	.....	1 M Ω
R 23, R 30, R 32	.....	100 k Ω
R 24, R 25, R 26	.....	330 Ω
R 27	.....	10 k Ω , Trimmer, stehend
R 29	.....	150 k Ω
R 31	.....	330 k Ω
R 33, R 34	.....	1 k Ω

Sonstiges

- L 1 51 μ H
- L 2 100 mH/ca. 500 Ω
- S 1 Kippschalter 1 x um mit Mittelstellung
- 25 cm Silberdraht
- 10 Lötstifte
- 10 cm 6adrige Flachbandleitung
- 3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm²