

ELV-Serie Kfz-Elektronik

Abgastester mit digitaler Anzeige



Durch die Messung des CO-Anteiles in den Abgasen von Verbrennungsmotoren, ist die optimale Vergaser-Einstellung möglich, da bei 1 Vol%-Anteil Kohlenmonoxyd (CO) im Abgas die bestmögliche Verbrennung im Motor erfolgt. Der max. vom TÜV zulässige Wert liegt bei 4,5 Vol %.

Allgemeines

Auch im Bereich des Kfz-Service schreitet die Technik immer weiter fort. Wir können Ihnen daher in diesem Artikel einen Präzisions-Abgastester mit 3stelliger, digitaler LED-Anzeige vorstellen, der den Kohlenmonoxyd (CO)-Anteil in den Abgasen von Verbrennungsmotoren präzise mißt. Der Meßbereich erstreckt sich von 0 bis 10 %, bei einer Auflösung von 0,01 % (!).

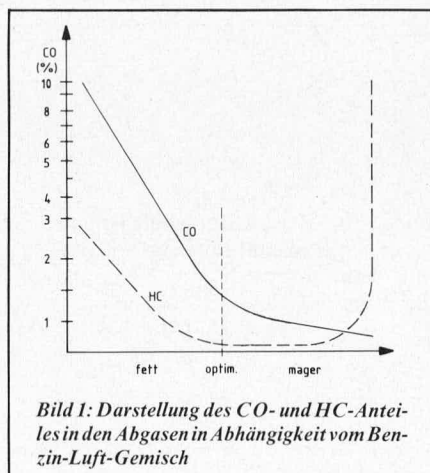
Als Besonderheit besitzt der ELV-Abgastester eine elektronisch gesteuerte automatische Nullpunkteinstellung, wodurch sich die Anwendung und Handhabung des Gerätes besonders einfach gestaltet.

Funktionsweise

In Bild 1 ist der Zusammenhang zwischen Benzin-Luft-Gemisch und dem CO-Gehalt des Abgases dargestellt. Die zweite Kurve zeigt den Verlauf des Kohlenwasserstoff-Anteiles (HC).

Bei einer Vergasereinstellung, die dem Motor nicht genügend Sauerstoff zuführt, wird ein Teil des durch die Verbrennung entstehenden Kohlenstoffs (CO_2) zu giftigem Kohlenmonoxyd (CO) umgewandelt. In geringen Mengen entstehen zusätzlich Kohlenwasserstoffe (HC).

Wird hingegen eine Vergasereinstellung gewählt, die einen Sauerstoffüberschuß im Benzin-Luft-Gemisch erzeugt, sinkt zwar der CO-Gehalt weiter ab (Gemisch zu mager), jedoch steigt dann der Anteil an den schädlichen, krebserregenden Kohlenwasserstoffen (HC) plötzlich steil an.



Eine optimale Verbrennung im Motor wird bei einem Anteil von 1 Vol% Kohlenmonoxyd (CO) erreicht.

Besonders wichtig ist hierbei zu wissen, daß durch eine optimale Vergasereinstellung mit Hilfe der Messung des Kohlenmonoxyd-Gehaltes in den Abgasen, nicht nur die schädlichen Abgase reduziert werden, sondern durch die optimale Verbrennung so-

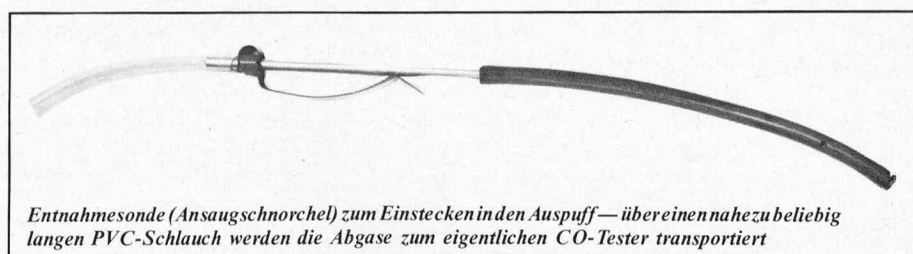
wohl die Leistung des Motors steigt als auch der Benzinverbrauch gleichzeitig sinkt. Besonders durch letztgenannten Punkt kann sich die Investition eines Abgastester schnell gelohnt haben.

Das hier angewandte Meßprinzip beruht auf dem Wärmeton-Verfahren. Hierbei werden die im Abgas enthaltenen Schadstoffanteile über einen Meßsensor geleitet. Sowohl die Kohlenmonoxyd als auch die Kohlenwasserstoff-Anteile sind brennbar. Diese Schadstoffe werden katalytisch mit Luftüberschuß in einer Reaktionskammer verbrannt. Die aus reinem Platin bestehende Meßwendel des Meßsensors, dient hierbei zum einen als Katalysator und zum anderen als Meßwertaufnehmer.

Durch die auftretende Verbrennung in der Reaktionskammer entsteht zusätzliche Wärme, die der Platin-Meßsensor in eine Widerstandsänderung umsetzt.

Zur genauen Anzeige der Widerstands- und damit Temperaturänderung der Platinwendel des Meßsensors, ist dieser in eine Meßbrücke eingefügt.

Der eine Brückenarm besteht aus der Rei-



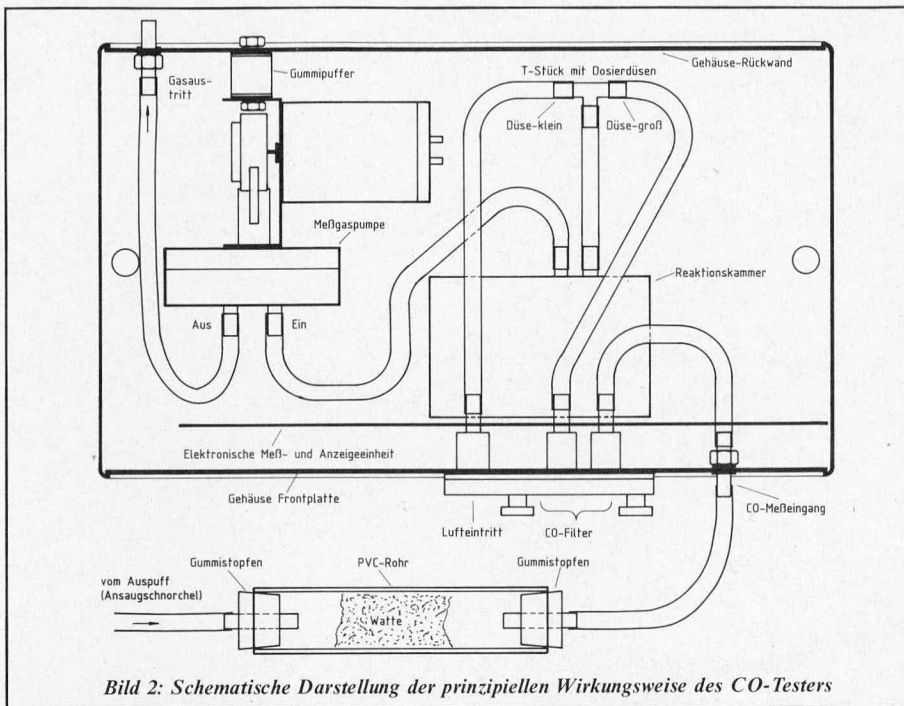


Bild 2: Schematische Darstellung der prinzipiellen Wirkungsweise des CO-Testers

henschaltung eines Referenzsensors und des eigentlichen Meßsensors. Beide befinden sich in einem Aluminiumblock mit einer geschlossenen Kammer (Referenzkammer) und einer Meßkammer, durch die die Abgase hindurchgeleitet werden. Damit Gasströmungen keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben, ist der Meßsensor mit luftdurchlässigem Filterpapier umwickelt.

Der zweite Brückenweig besteht aus den Widerständen R 10 bis R 12, wobei R 11 einem Vorabgleich des später automatisch eingestellten Nullpunktes dient.

Die Meßspannung wird zwischen den beiden Sensoren sowie am Mittelabgriff von R 11 abgenommen und über das R/C-Glied R 44/C 15 auf die Meßeingänge des A/D-Wandlers IC 5 des Typs ICL 7107 (Pin 30 und Pin 31) gegeben. R 48 ist später so einzustellen, daß die Anzeige direkt in Vol%-CO erfolgt. Hierauf wird zu einem späteren Zeitpunkt jedoch noch näher eingegangen.

Je höher der CO-Anteil bei der Verbrennung ist, desto höher die Wärme am Platin-Meßsensor. In den interessierenden Meßbereichen haben die unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) praktisch keinen Einfluß auf das Meßergebnis, da sie größenordnungsmäßig erheblich unter dem Anteil des Kohlenmonoxyds liegen.

Zur genauen Dosierung des zugeführten Frischluftanteils zur Abgasmenge, ist in die Zuleitungen von Frischluft und Abgasen je eine Zumeßdüse eingefügt, die sich in einem T-Stück befinden.

Die prinzipielle Wirkungsweise ist in Bild 2 zum besseren Verständnis schematisch dargestellt.

Bedienung

Die Bedienung des ELV-Abgastesters ist denkbar einfach.

Die Stromversorgungsleitung wird mit den beiden Klemmen an die Kfz-Batterie angeschlossen. Gegen eine Verpolung ist die Schaltung durch eine Schutzdiode gesichert.

Die Abgase gelangen über einen Schlauchanschluß vom Auspuff zum eigentlichen Abgastester, der sich die benötigte Menge Abgase durch eine eingebaute Pumpe selbstständig ansaugt.

Zunächst ist jedoch zur Durchführung des automatischen Nullpunktgleiches der Ansaugschlauch mit dem am Ende daran befestigten Ansaugschnorchel noch nicht in das Auspuffrohr zu stecken, sondern in möglichst frischer Luft zu halten.

Nachdem das Gerät angeschlossen wurde, erscheint auf der Anzeige ein Wert von 35 bis 40 Digit, entsprechend 0,35 bis 0,40 %.

Sofort nach dem Anschließen wird die Elektronik für den automatischen Nullpunkt-Abgleich in Betrieb gesetzt.

Für ein genaues Meßergebnis ist eine Anheizzeit von ca. 5 Minuten erforderlich, die mit dem automatischen Nullpunkt-Abgleich gekoppelt ist, der innerhalb dieser Zeit vorgenommen und abgeschlossen wird.

Die Betriebsbereitschaft des ELV-Abgastesters wird durch eine entsprechende Leuchtdiode auf der Frontplatte angezeigt.

Jetzt kann der Ansaugschnorchel in den Auspuff des laufenden Motors geführt werden. Die eingebaute Membran-Pumpe saugt nun die Abgase an und führt sie der Meßkammer im Abgastester zu.

Da die Abgase durch den Schlauch zur Meßkammer transportiert werden müssen, erfolgt die Anzeige erst nach ca. 10 Sekunden.

Der Wert kann direkt in Vol% Kohlenmonoxyd (CO)-Anteil auf der digitalen Anzeige abgelesen werden.

Der in den Abgasen enthaltene Wasserdampf wird durch den in der Ansaugleitung eingesetzten Wasserabscheider herausgefiltert. Zur eigentlichen Filterung dient ein einfacher Wattebausch, der bei Bedarf zu erneuern ist.

Darüber hinaus ist der ELV-Abgastester mit

einer Sicherheitsautomatik ausgestattet, die folgendermaßen arbeitet:

In der Filterplatte auf der Frontplatte des Gerätes sind sowohl für die Frischluftzufuhr als auch zur nochmaligen Filterung der angesaugten Abgase je ein Filter angeordnet. In dem Filter für die Abgase sind zwei Silberstifte eingebracht, die eine evtl. auftretende Feuchtigkeit sofort registrieren und die Meßgaspumpe elektronisch abschalten. Dies ist sehr wichtig, da auf keinen Fall Feuchtigkeit in die eigentliche Meßkammer mit dem darin eingebauten Platinsensor eindringen darf.

Sollte die Sicherheitsautomatik einmal ansprechen, sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Gerät ausschalten (Batterieklemmen abnehmen)
2. Wattebausch in Wasserabscheider wechseln
3. Filter in der Filterplatte auf der Frontseite des Gerätes wechseln.
4. Gerät wieder einschalten und ca. 5 Minuten warten, bis die Bereitschaftsanzeige wieder aufleuchtet.

Zu beachten ist noch, daß die Filterplatte auf keinen Fall mit Zigarettenfiltern bestückt werden darf, da die Automatik hiermit nicht einwandfrei arbeitet.

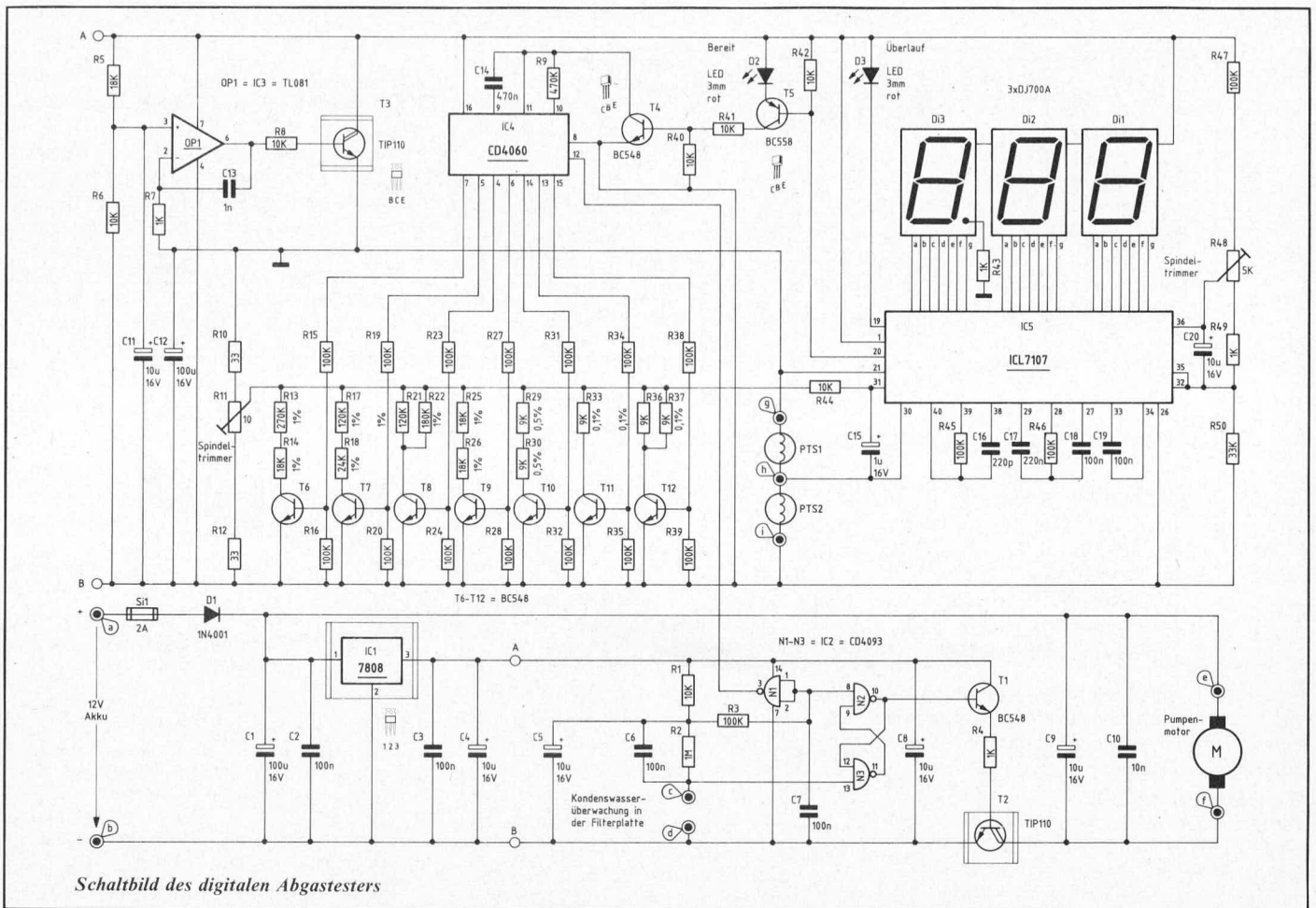
Zur Schaltung

Die eigentliche Meßbrücke mit dem Meßsensor PTS 2. Der eigentliche Meßwert wird in der Brückendiagonalen zwischen den beiden Sensoren PTS 1 und PTS 2 sowie am Mittelabgriff von R 11 abgenommen und über R 44/C 15 auf die Meßeingänge (Pin 30 und Pin 31) des IC 5 geführt. Dieses IC setzt die an seinen beiden Eingängen anliegende Meßspannung direkt in einen digital angezeigten Wert um. Der Skalenfaktor wird mit dem Spindeltrimmer R 48 eingestellt.

Je höher der CO-Anteil in den Abgasen ist, desto größer wird die Spannung am Meßsensor PTS 2. Der eigentliche Meßwert wird in der Brückendiagonalen zwischen den beiden Sensoren PTS 1 und PTS 2 sowie am Mittelabgriff von R 11 abgenommen und über R 44/C 15 auf die Meßeingänge (Pin 30 und Pin 31) des IC 5 geführt. Dieses IC setzt die an seinen beiden Eingängen anliegende Meßspannung direkt in einen digital angezeigten Wert um. Der Skalenfaktor wird mit dem Spindeltrimmer R 48 eingestellt.

Die automatische Nullpunkteinstellung erfolgt mit Hilfe des IC 4 in Verbindung mit den Transistoren T 6 bis T 12 mit Zusatzbeschaltung.

Das als Zähler mit integriertem Oszillator arbeitende IC 4 steuert T 6 bis T 12, im BCD-Code aufwärts zählend, an. In den Kollektorleitungen der Transistoren T 6 bis T 12 sind Widerstände eingefügt, deren Wert der Gewichtung der entsprechenden BCD-Stelle eines jeden Ausganges entspricht. Je größer der Zählerstand des IC 4, desto größer wird der Gesamtstrom, der durch die Transistoren T 6 bis T 12 hindurchfließt. Sobald die Eingangsspannung am IC 5 gleich 0 wird, bzw. einen ganz geringfügigen negativen Wert annimmt, wird über Pin 20 ein Steuersignal auf die Basis von T 5 gegeben, der daraufhin durchschaltet. Die im Emitterkreis liegende LED zur Betriebsanzeige leuchtet auf. Gleichzeitig wird T 4 über einen Vorwiderstand angesteuert, wodurch der im IC 4 integrierte Oszillator stoppt. Die automatische Einstellung des Nullpunktes ist damit abgeschlossen.



Schaltbild des digitalen Abgastesters

Die Sicherheitsschaltung gegen auftretende Feuchtigkeit in der Filterplatte zum Schutze des Meßsensors ist mit den Gattern N 2/N 3 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut. Sobald an den beiden in die Filterplatte eingebrachten Silberstifte Feuchtigkeit auftritt, steuert das Gatter N 3 durch. Eine Selbsthaltung erfolgt im Zusammenhang mit N 2. T 1 und T 2 werden gesperrt. Der Pumpenmotor der Meßgaspumpe stoppt.

Durch kurzes Ab- und Wiederanklemmen der Betriebsspannung erfolgt eine automatische Rücksetzung über R 3/C 7. Gleichzeitig wird auch der Zähler im IC 4 wieder auf 0 gesetzt und ein neuer automatischer Nullpunktabgleich beginnt.

Die Versorgung der eigentlichen Elektronik, mit Ausnahme des Pumpenmotors, wird über den Festspannungsregler IC 1 des Typs 7808 stabilisiert. Für das IC 5 ist eine Spannung von ca. 5 V gegenüber der positiven Versorgungsspannung erforderlich, während die Meßbrücken mit den beiden Platinsensoren eine Spannung von 2,85 V erfordert, die gegenüber der negativen Versorgungsspannung (Masse) stabilisiert werden muß. Mit Hilfe des OP 1 in Verbindung mit dem Leistungstransistor T 3 sowie den Widerständen R 5 bis R 8, erfolgt eine Aufspaltung der 8 V-Versorgungsspannung der Elektronik in 5,15 V (für die Versorgung des IC 5) + 2,85 V (zur Versorgung der Meßbrücke). Durch die Reihenschaltung dieser beiden Spannungen ergibt sich ein besonders geringer Stromverbrauch der Gesamtschaltung, der zwischen 1,0 und 1,5 A liegt, einschließlich des Antriebes der Meßgaspumpe.

Kalibrierung

Die Einstellung des ELV-Abgastesters ist denkbar einfach.

Sofort nach dem Einschalten wird der Spindeltrimmer in diejenige Endstellung gebracht, in der die LED zur Bereitschaftsanzeige aufleuchtet.

Danach ist das Gerät kurzzeitig ab- und wieder anzuklemmen, um den Zähler im IC 4 wieder auf 0 zu setzen.

Direkt nach dem Wiedereinschalten ist jetzt R 11 zügig soweit zu verdrehen, daß zunächst die Bereitschaftsanzeige verlischt, wobei die Anzeige ungefähr bei „000“ liegt, um dann langsam größer zu werden. Bei einem Wert zwischen 35 und 40 Digit, entsprechend 0,40 %, sollte der Trimmer belassen werden. Zu Kontrollzwecken ist das Gerät erneut kurz ab- und wieder anzuklemmen, um zu überprüfen, ob die Anzeige auch diesen Wert beibehält und nicht etwa aufgrund eines zu lang andauernden Einstellvorganges beim Verdrehen von R 11 die Nullpunkt-Automatik bereits gearbeitet hat.

Für die vorstehend beschriebene Einstellung ist der Spindeltrimmer R 48 ungefähr in Mittelstellung zu bringen.

Als nächstes wartet man nun ca. 5 Minuten, bis die Elektronik den automatischen Nullpunkt-Abgleich vorgenommen hat und die Bereitschaftsanzeige aufleuchtet.

Auf der Anzeige erscheint jetzt ein Wert von 0 bis 2 Digit. Sollte die Bereitschaftsanzeige hin und wieder blinken, ist dies ohne Bedeutung.

Der CO-Meßeingang ist bei vorstehend beschriebenen Einstellarbeiten frei, d. h., er ist nicht mit dem Ansaugschlauch verbunden, so daß auch in diesen Meßeingang nur Frischluft gelangt.

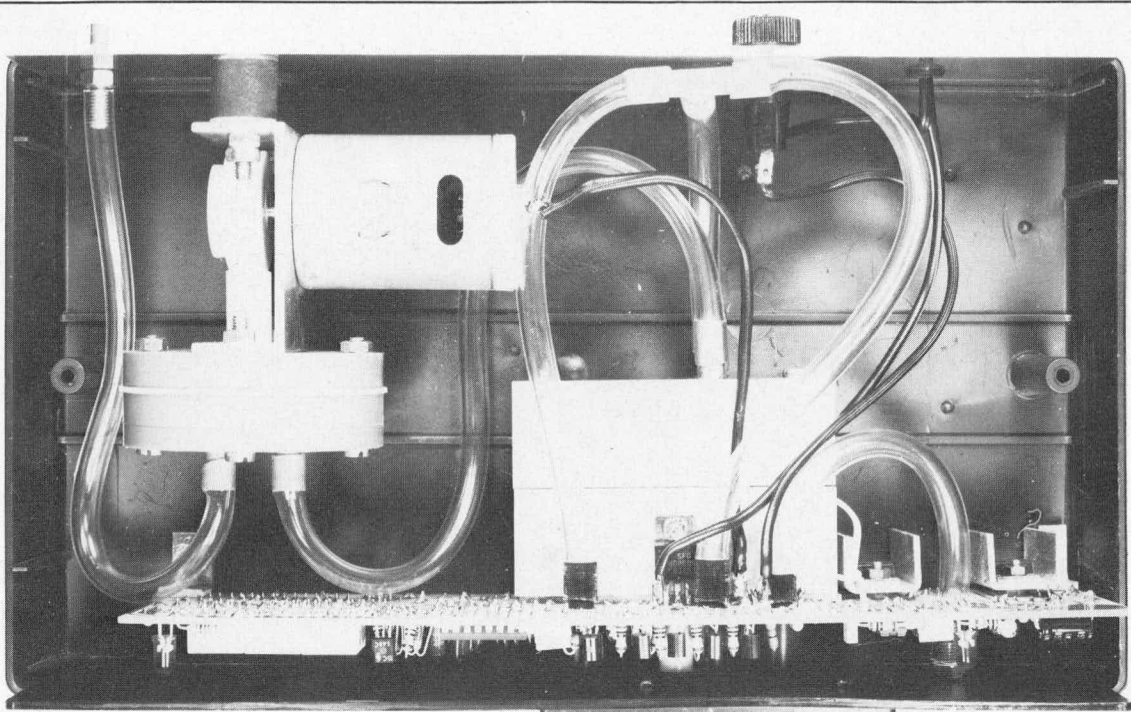
Die eigentliche Kalibrierung des ELV-Abgastesters erfolgt nun dadurch, daß auf den CO-Meßeingang ein Referenzgas gegeben wird, dessen CO-Gehalt genau bekannt ist.

Das von ELV in einem Plastikbeutel lieferbare Referenzgas besitzt einen CO-Anteil von exakt 5 %. Der Ausblastschlauch dieses Plastikbeutels wird direkt auf den CO-Meßeingang des ELV-Abgastesters gegeben. Die Pumpe saugt nun das Referenzgas an, wobei sich der Beutel langsam zusammenzieht.

Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 48 wird auf der digitalen Anzeige ein Wert von 5,00 % eingestellt. Diese Einstellung ist zügig vorzunehmen, da der Gasvorrat in dem Plastikbeutel nur begrenzte Zeit ausreicht.

Damit ist die Kalibrierung des ELV-Abgastesters bereits beendet und das Gerät kann seiner eigentlichen Bestimmung zugeführt werden.

Wie bei jedem anderen CO-Meßgerät — gleich welchem Systems — muß eine Nachkalibration von Zeit zu Zeit durchgeführt werden, damit die Genauigkeit gewährleistet bleibt. Wir empfehlen eine Neueinstellung mindestens 1 x jährlich, bei ständigem Gebrauch möglichst alle 2 Monate, vorzunehmen, wobei darauf zu achten ist, daß direkt nach dem Einschalten die Anzeige zwischen 0,35 bis 0,40 % liegen sollte, damit die Nullpunktautomatik arbeiten kann.



Ansicht des fertig aufgebauten digitalen Abgastesters mit abgenommener Gehäuseoberseite

Zum Nachbau

Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise vorgenommen. Hierbei ist zu beachten, daß der Festspannungsregler IC 1 sowie die beiden Transistoren T 2 und T 3 auf der Rückseite (Leiterbahnseite) der Platine einzulöten sind. Die beiden Transistoren werden zusätzlich auf U-Kühlkörper gesetzt. Zunächst ist von der Bestückungsseite her je eine Schraube M 3 x 16 mm durch die Platine zu stecken und auf der Leiterbahnseite mit jeweils 2 Muttern M 3 festzusetzen. Diese Muttern dienen gleichzeitig zum Erreichen des erforderlichen Abstandes zwischen U-Kühlkörper und Leiterbahnen. Danach werden die beiden U-Kühlkörper mit den beiden Transistoren darübergelötet und mit Hilfe je einer weiteren Mutter M 3 festgesetzt. Zu beachten ist, daß die Kühlkörper keinen Kontakt zu den Leiterbahnen und Lötstellen haben.

Bevor der untere Alu-Block mit den beiden durchgehenden großen Bohrungen für die Platinsensoren auf der Leiterbahnseite festgeschraubt wird, ist eine Isolierplatte zwischen Leiterbahnseite und Alu-Block zu legen, damit durch den leitenden Alu-Block die darunter befindlichen Leiterbahnen nicht kurzgeschlossen werden.

Die Brennkammer für den Meßsensor PTS 2 ist sowohl nach unten hin zur Leiterplatte als auch in der Mitte, wo der Abdeck-Alu-Block ansetzt, jeweils mit einem O-Ring abzudichten.

Zur Beheizung der Brennkammern und gleichzeitig zur Kühlung des Festspannungsreglers IC 1, wird dieser mit Hilfe einer Schraube M 3 x 5 mm an dem unteren Alu-Block der Brennkammer festgeschraubt. Eine elektrische Isolierung zwischen Alu-Block und Festspannungsregler ist nicht erforderlich.

Die Meßgaspumpe wird auf 2 Gummipuffer mit Befestigungsschrauben gesetzt und über

diese Gummipuffer an der Gehäuserückwand verschraubt, wie dies auch aus dem Foto ersichtlich ist.

Die elektrische Verbindung des Pumpenmotors der Meßgaspumpe erfolgt über zwei flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von min. 0,4 mm² mit den entsprechenden Punkten auf der Platine.

Zur Versorgung der gesamten Schaltung wird eine ca. 3 m lange Zuleitung durch die Gehäuserückwand geführt, die ebenfalls einen Querschnitt von min. 0,4 mm² aufweisen sollte. In dem Gerät erfolgt der Anschluß direkt an der Leiterplatte, während an der anderen Seite zwei Batterieklemmen für den Anschluß an den Kfz-Akku anzulöten sind (rot für „+“ und schwarz für „-“).

Die Filterplatte wird mit ihren drei Stutzen durch die entsprechenden Bohrungen auf der Frontplatte geführt und von hinten mit zwei Schrauben M 3 x 20 mm verschraubt. Die entsprechenden Muttern M 3 befinden sich auf der Frontseite der Filterplatte.

Die noch herausragenden Gewindestücke der beiden Schrauben M 3 x 20 dienen zur Befestigung der Filterplattenabdeckung aus Acryl-Glas, die mit zwei Kunststoffrändel-Muttern festgesetzt wird.

Der Ansaugstutzen für die Abgase ist von vorne durch die Frontplatte zu führen und auf der Rückseite mit einer Mutter M 5 zu verschrauben.

Zum Ausblasen wird ein zweiter Stutzen in die Rückwand gesetzt und verschraubt.

Die Luft- und Gasführung ist mit Hilfe von Klarsichtschläuchen wie folgt vorzunehmen:

Vom Frischluftzugang der Filterplatte (links) wird ein 14 cm langes Stück PVC-Schlauch auf die Seite des T-Stückes geführt, das die kleinere Öffnung besitzt. Auf die Seite mit der größeren Öffnung des T-

Stückes wird ein ca. 17 cm langes Stück PVC-Schlauch gesteckt, das im Bogen zum mittleren Stutzen der Filterplatte geführt wird. Der Mittelabgriff des T-Stückes gelangt über ein weiteres ca. 8 cm langes Stück PVC-Schlauch auf den einen Stutzen des Alu-Blockes, in dem sich die Platinsensoren befinden. Hierbei ist es gleichgültig, welcher der beiden Stutzen des Alu-Blocks als Einlaß- und welcher als Auslaß-Öffnung dient.

Der zweite Stutzen des Alu-Blockes ist mit der Ansaugöffnung der Meßgaspumpe zu verbinden, während die Ausblasöffnung an den Stutzen in der Gehäuserückwand zu legen ist.

Als letzte Verbindung wird der in der Frontplatte rechts angeordnete Stutzen des CO-Meßeinganges mit dem entsprechenden Stutzen auf der Filterplatte verbunden (rechts).

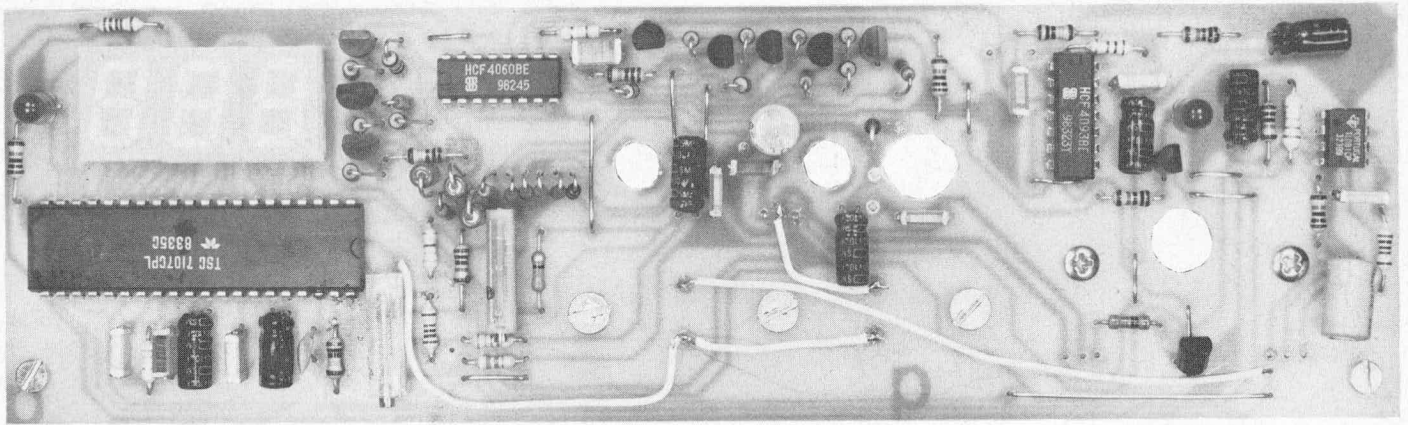
In diesen, etwas kürzeren Stutzen, sind die beiden Silberstifte eingebracht, die über zwei flexible isolierte Leitungen mit der Platine zu verbinden sind.

Entsprechende Filter werden nur in die beiden äußeren Stutzen von vorne eingeführt, während der mittlere Stutzen frei bleibt.

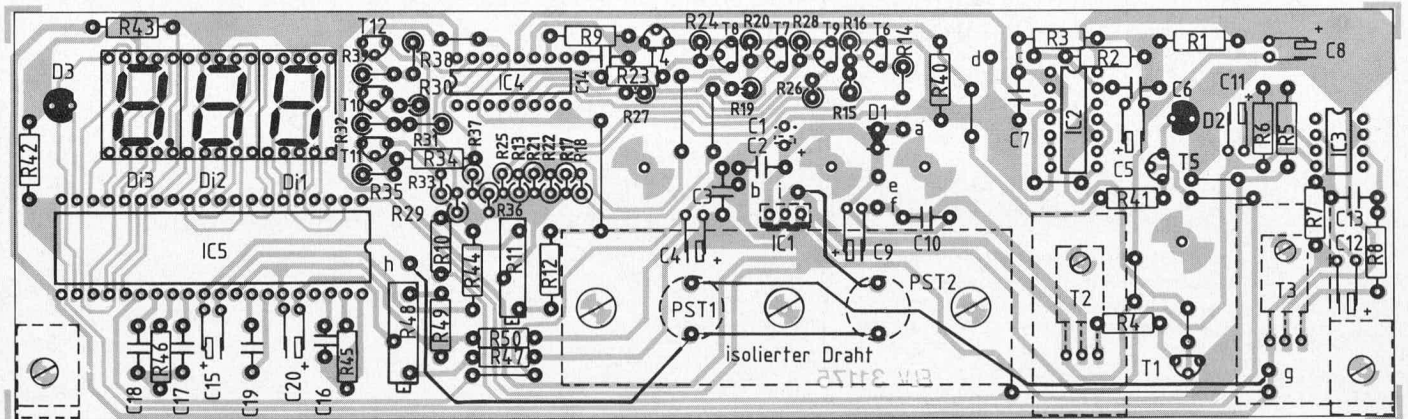
Bevor die Abdeckplatte der Filterplatte aufgesetzt wird, ist in die entsprechende kreisrunde Nut ein O-Ring zu legen.

Die Kunststoffrändel-Muttern zur Befestigung der Abdeckplatte sind nicht zu stramm anzuziehen, damit sich die Abdeckplatte nicht verbiegt.

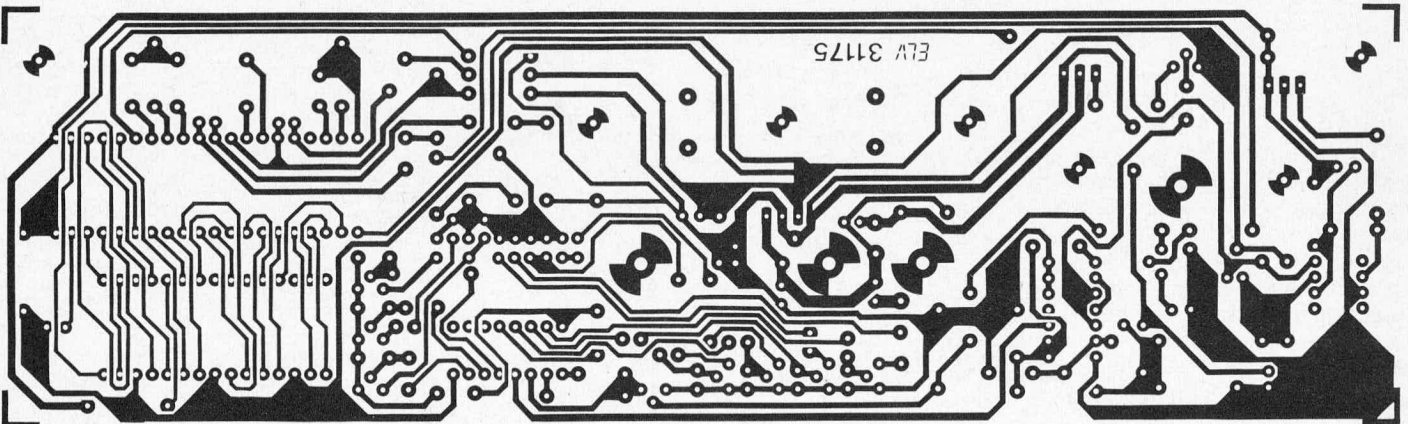
Der ca. 5 m lange Ansaugschlauch für die Abgase wird in der Mitte geteilt, um dort den Wasserabscheider einzufügen. An einem Ende dieses Schlauches wird dann der Ansaugschnorchel befestigt, während das zweite Ende am Meßeingangsstutzen auf der Frontplatte des Abgastesters anzuschließen ist.



Ansicht der fertig bestückten Platine des digitalen Abgastesters



Bestückungsseite der Platine des digitalen Abgastesters



Leiterbahnseite der Platine des digitalen Abgastesters — Originalgröße: 220 mm x 65 mm

Stückliste: Abgastester mit digitaler Anzeige AT 7000

Halbleiter

IC 1	.....	μA 7808
IC 2	.....	CD 4093
IC 3	.....	TL 081
IC 4	.....	CD 4060
IC 5	.....	ICL 7107
T 1, T 4, T 6-T 12	.....	BC 548
T 2, T 3	.....	TIP 110
T 5	.....	BC 558
D 1	.....	1N4001
D 2, D 3	.....	LED, 3 mm, rot
Di 1-Di 3	.....	DJ 700 A
PTS 1, PTS 2	.....	Platinsensor

Kondensatoren

C 1	.....	100 μF/16
C 2, C 3, C 6, C 7, C 18, C 19	.....	100 nF
C 4, C 5, C 8, C 9, C 11, C 20	.....	10 μF/16
C 10	.....	10 nF
C 12	.....	100 μF/16
C 13	.....	1 nF
C 14	.....	470 nF
C 15	.....	1 μF/16V
C 16	.....	220 pF
C 17	.....	220 nF

Widerstände:

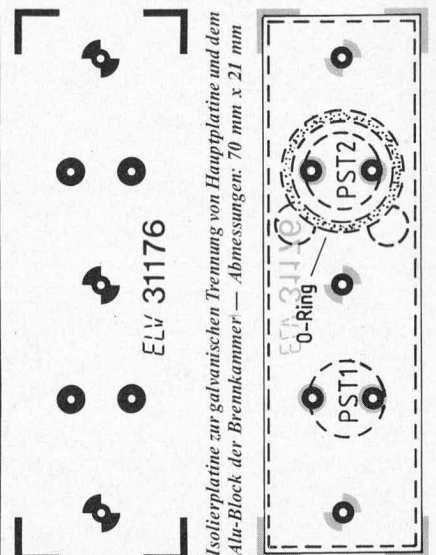
R 1, R 6, R 8	.....	10 k Ω
R 2	.....	1 M Ω
R 3	.....	100 k Ω

R 4, R 7	.....	1 k Ω
R 5	.....	18 k Ω
R 9	.....	470 k Ω
R 10, R 12	.....	33 Ω
R 11	.....	10 Ω, Spindeltrimmer
R 13	.....	270 k Ω, 1%
R 14	.....	18 k Ω, 1%
R 15, R 16, R 19, R 20	.....	100 k Ω
R 17	.....	120 k Ω, 1%
R 18	.....	24 k Ω, 1%
R 21	.....	120 k Ω, 1%
R 22	.....	180 k Ω, 1%
R 23, R 24, R 27, R 28	.....	100 k Ω
R 25, R 26	.....	18 k Ω, 1%
R 29, R 30	.....	9 k Ω, 0,5%
R 31, R 32, R 34, R 35	.....	100 k Ω
R 33, R 36, R 37	.....	9 k Ω, 0,1%
R 38, R 39, R 45-R 47	.....	100 k Ω
R 40-R 42, R 44	.....	10 k Ω
R 43, R 49	.....	1 k Ω
R 48	.....	5 k Ω, Spindeltrimmer
R 50	.....	33 k Ω

Sonstiges

Si 1	.....	Sicherung 2 A
1 x Vakuum-Pumpe		
2 x Alu-Befestigungswinkel		
2 x U-Kühlkörper SK 13		
1 x Einbausicherungshalter		
1 x Alu-Block-Unterteil		

1 x Alu-Block-Oberteil		
1 x Filterplatte		
1 x Filterplattenabdeckung aus Acrylglas		
2 x Schraubfassungen für Sensoren		
2 x Ausgausstützen		
1 x Schrauben 3 x 5 mm		
2 x Schrauben 3 x 8 mm		
2 x Schrauben 3 x 10 mm		
5 x Schrauben 4 x 16 mm		
2 x Schrauben 3 x 20 mm		
2 x Schrauben 4 x 30 mm		
12 x Muttern M 3		
8 x Muttern M 4		
2 x Muttern M 5		
2 x Kunststofffrändelschrauben M 3		
1 x O-Dichtungsring 30 mm Ø		
1 x O-Dichtungsring 20 mm Ø		
6 x Lötstifte		
2 x Gummipuffer		
80 cm Klarsichtschlauch		
1 T-Dosierstück		
5 m Ansaugschlauch		
1 Wasserabscheider		
1 Schnorchel		
3 m Anschlusskabel zweidrig, flexibel, 0,4 mm ²		
2 Batterieklemmen (rot und schwarz)		
30 cm isolierter Scheldraht		
15 cm zweidriges flexibles Kabel		
15 cm Silberdraht		
1 Neoprentülle		



Isolierplatte zur galvanischen Trennung von Hauptplatine und dem Alu-Block der Brennkammer — Abmessungen: 70 mm x 21 mm