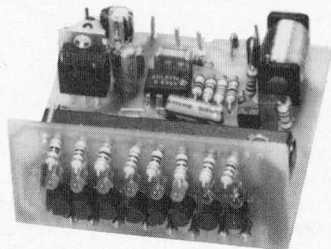


# Mikroprozessor- Wartungsintervallanzeige

mit integriertem Drehzahlmesser



*Ölwechsel- und Wartungsintervalle an den gefahrenen Kilometern zu orientieren ist zwar üblich, aber durchaus nicht optimal. Im ELV-Labor wurde daher eine mikroprozessorgesteuerte Wartungsintervallanzeige entwickelt, die in Verbindung mit Experten aus der Kfz-Technik und insbesondere aus der Motortechnik entstand.*

*Mit Hilfe der ELV-Wartungsintervallanzeige, die sich u. a. durch einen günstigen nachträglichen Einbau auszeichnet, lassen sich optimierte last- und einsatzbedingte Ölwechsel bzw. Wartungen festlegen.*

*Darüber hinaus bietet das Gerät als zusätzliches Feature die Funktion einer Drehzahlanzeige.*

## Allgemeines

Vor dem Einzug der Elektronik in die Kfz-Technik war die Festlegung von Ölwechsel- und Wartungsintervallen anhand der gefahrenen Kilometer die einzige sinnvolle und praktikable Möglichkeit. Im Zeitalter der modernen Elektronik bieten sich jedoch Alternativen an, die dazu geeignet sind, Ölwechsel- und Wartungsintervalle zu optimieren. Auf diese Weise kann z. B. bei strapazierender Fahrweise das Erfordernis eines früheren Ölwechsels rechtzeitig erkannt werden, wodurch sich die Motorlebensdauer erhöht. Andererseits lassen sich bei schonender Fahrweise die erforderlichen Intervalle hinausschieben und damit die Kosten senken.

Als leuchtendes Beispiel sei hier der Automobilhersteller BMW genannt, der bereits seit mehreren Jahren seine Fahrzeuge mit sogenannten „Service-Intervallanzeigen“ ausrüstet.

Wie aber steht es mit den Fahrzeugen anderer Fabrikate, bzw. mit älteren Modellen?

In Zusammenarbeit mit Experten aus dem Kfz-Bereich haben sich die Ingenieure des ELV-Teams nach Möglichkei-

ten umgesehen, ein Gerät zu entwickeln, mit dessen Hilfe die Ölwechsel- bzw. Wartungsintervalle optimiert und dessen nachträglicher Einbau problemlos ermöglicht werden kann.

Es entstand eine mikroprozessorgesteuerte Intervallanzeige, deren zentrales Bauteil ein maskenprogrammierter Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor ist, in dem sämtliche wesentlichen Funktionseinheiten integriert sind. Die grundsätzliche Funktionsweise soll im folgenden näher beschrieben werden.

## Zur Funktion

Die Schaltung selbst und hier im besonderen der zentrale Mikroprozessor wird permanent, d. h. auch bei ausgeschalteter Zündung mit Strom versorgt.

Über eine zweite Steuerleitung erhält die aus 8 LEDs bestehende Anzeigen-Leuchtdiodenkette ihre Versorgungsspannung, d. h. sie wird erst bei eingeschalteter Zündung aktiviert.

Solange der Motor noch steht, die Zündung aber eingeschaltet ist, kann auf der 8stelligen aus 5 grünen, 1 gelben und 2 roten LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette abgelesen werden, wenn ein Öl-

wechsel bzw. eine Wartung erforderlich wird. Im Ausgangszustand, d. h., nachdem die Schaltung zurückgesetzt wurde, leuchten alle 5 grünen LEDs auf. Bis zum Intervallende verlöschen zunächst die grünen LEDs nacheinander, um so die Tendenz aufzuzeigen.

In dem Moment, in dem die letzte grüne LED ausschaltet, leuchtet die gelbe LED auf als Zeichen für einen erforderlichen Ölwechsel bzw. eine Wartung.

Wird der Intervall um 10% überschritten, leuchtet zusätzlich die erste rote LED und beim Überschreiten von 20% auch die zweite rote LED auf. In diesem Moment schaltet außerdem die Funktion des Drehzahlmessers ab.

Wird der Ölwechsel bzw. die Wartung durchgeführt und die Schaltung zurückgesetzt, beginnt die Anzeige zunächst wieder mit dem Aufleuchten von 5 grünen LEDs.

Zusätzlich überwacht eine interne Uhr den zeitlichen Ablauf. Wird aufgrund der last- und einsatzbedingten Fahrweise die Anzeige nicht hochgeschaltet, bewirkt der Zeitzähler mindestens ca. alle 2 Monate ein Abschalten einer grünen LED, so daß nach ca. 10 Monaten die gelbe



Rückansicht der fertig aufgebauten Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige vor dem Einbau ins Gehäuse

LED leuchtet, als Zeichen für einen fälligen Ölwechsel bzw. eine fällige Wartung. Nach 11 Monaten leuchtet zusätzlich die erste rote und nach 12 Monaten auch die zweite rote LED auf.

Unmittelbar nachdem der Motor angelassen wurde, erlischt die Intervallanzeige, und das Gerät schaltet automatisch auf die Funktion „Drehzahlmessung“ um.

Die Skala besitzt hierbei eine lineare Aufteilung in 8 Stufen zu je 12,5% von der max. Drehzahl.

Die erste grüne LED leuchtet beim Überschreiten von 12,5% der max. Drehzahl, die zweite grüne LED beim Überschreiten von 25%, die dritte beim Überschreiten von 37,5%, die vierte beim Überschreiten von 50% ..., bis hin zur achten, roten LED, die beim Erreichen der max. Drehzahl (100%) aufleuchtet. Die Arbeitsweise entspricht einem Leuchtdiodenband, d.h. bei 100% der max. Drehzahl leuchten alle 8 LEDs auf.

Wird die Funktion der Drehzahlanzeige nicht gewünscht, so kann sie außer Betrieb genommen werden, indem die beiden von der Frontplatte aus zugänglichen Brücken kurz (kleiner 1s) miteinander verbunden werden. Jetzt leuchtet die Intervallanzeige auch bei laufendem Motor und zwar solange bis die Betriebstemperatur erreicht ist, die über R 22 abgefragt wird. Ein weiterer Verbindungsimpuls nimmt den Drehzahlmesser wieder in Betrieb usw.

Durch verbinden derselben Brücken länger als 5s wird die eigentliche Intervallanzeige zurückgesetzt. Da sich die beiden Zeiten (<1s bzw. >5s) deutlich unterscheiden, ist einer Verwechslung vorgebeugt.

Als Parameter für die Auswertung und Anzeige einer fälligen Wartung werden folgende Einflußgrößen verarbeitet:

1. Die Motordrehzahl (vom Unterbrecherkontakt)
2. Die Motortemperatur über einen Temperaturfühler
3. Der Zeitfaktor über einen intern im Prozessor implementierten Zeitzähler.

Auf die zusätzliche Messung der gefahrenen Wegstrecke konnte, resultierend aus den durchgeführten Untersuchungen, verzichtet werden, da diese Meßgröße, bezogen auf den praktischen Betrieb eines

Kfz, eine untergeordnete Rolle spielt, unter der Voraussetzung, daß die Drehzahl entsprechend berücksichtigt wird. Krasse Verfälschungen könnten z. B. dann auftreten, wenn ein Fahrzeug überwiegend im ersten Gang gefahren würde. Dies ist jedoch ein so unwahrscheinlicher und atypischer Betriebsfall, daß wir nicht zuletzt im Hinblick auf einen günstigen Einbau auf den Wegstreckenimpulsnehmer verzichtet haben. Nur aus Gründen der Vollständigkeit ist der vorstehende Aspekt erwähnt.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen Schaltung.

### Zur Schaltung

Zentrales Bauteil ist das IC1 des Typs ELV 8706, das kundenspezifisch von der Firma Valvo für ELV produziert wird. Es handelt sich um einen maskenprogrammierten Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor, in dem das Programm für die alle wesentlichen Funktionen bearbeitende Ablaufsteuerung bereits implementiert ist.

Über die Ausgänge Pin 12 bis Pin 19 des IC1 werden die Transistoren T1 bis T8 angesteuert, die ihrerseits wiederum die 8 LEDs der Leuchtdiodenkette speisen.

An Pin 1 erhält der Prozessor das Signal zur Auswertung der Motortemperatur. „High“ (ca. + 4V) entspricht hierbei einem kalten bzw. in der Warmlaufphase befindlichen Motor, während „low“ (ca. 0V) Betriebstemperatur signalisiert.

An Pin 39 des IC1 steht ein Rechtecksignal an, das der Motordrehzahl proportional ist. Es wird über eine Impulsformerstufe, die im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch näher beschrieben wird, direkt vom Unterbrecherkontakt abgegriffen (bzw. einem entsprechenden Steueranschluß einer elektronischen Zündanlage).

Über Pin 6 des IC1 erfolgt der Reset-Vorgang. Werden die Platinenanschlüsse „e“ und „f“ für mindestens 5s miteinander verbunden (eine längere Betätigung spielt keine Rolle), so wird der Prozessor in den Grundzustand zurückgesetzt, d.h. die Intervallanzeige befindet sich am Anfang (Aufleuchten der 5 grünen LEDs).

An Pin 4 wird mit Hilfe von C1 beim Ausfall der gesamten Versorgungsspannung bzw. auch beim ersten Einschalten des Prozessors ein automatischer Reset-Vorgang ausgelöst.

In Verbindung mit dem 6MHz-Quarz und den beiden Kondensatoren C3 und C4 wird an Pin 2 und Pin 3 der interne Takt zur Ablaufsteuerung erzeugt. Die Schaltung arbeitet somit quartzgenau.

An den Anschlußbeinchen 27 bis 34 wird mit Hilfe von 8 Brücken, die zur Codierung dienen, ein Faktor eingestellt, der fahrzeugtypisch ist und nach folgender Formel berechnet wird:

$$A = \frac{1.250.000}{U_{\text{Rad}} \cdot WI \cdot \ddot{u}}$$

Dieser einfach zu berechnende Faktor wird unter dem Kapitel „Einstellung“ noch ausführlich beschrieben.

An den Anschlußbeinchen 21 bis 24 sowie 35 wird ein weiterer 5Bit-Faktor, entsprechend der max. Drehzahl des Motors eingestellt.

Der dritte, für die dem Prozessor bereitzustellenden Informationen, wesentliche Faktor entspricht der Zylinderzahl und wird als 3Bit-Code an den Anschlußbeinchen 36 bis 38 eingegeben.

Auch auf die beiden letztgenannten Faktoren wird unter dem Kapitel „Einstellung“ noch ausführlich eingegangen. Die Abhandlung ist jedoch recht einfach.

Kommen wir als nächstes zur Impulsformerstufe für die Drehzahlmessung, die einen wesentlichen Bestandteil der Intervallanzeige ausmacht.

Bekannt ist die Schaltung bereits aus den hochwertigen ELV-Drehzahlmessern, die mit ähnlicher Technik in der Eingangsstufe arbeiten. Über L1 wird das vom Unterbrecherkontakt kommende Eingangssignal auf die Z-Diode D9 gegeben, um dort auf einen günstigen Pegel begrenzt zu werden. L1 ist hierbei ein ganz wesentliches Bauelement zur Unterdrückung der im Fahrzeug auftretenden, teilweise extremen Störimpulse.

Anschließend gelangt das Signal über D10, R18 sowie D11 auf die Basis des Schalttransistors T9. C5 und R19 dienen hierbei zur Erhöhung der Störsicherheit. R20 bildet den Arbeitswiderstand.

Am Kollektor von T9 steht ein sauberes Rechtecksignal zur Verfügung, das direkt vom zentralen Prozessor zu verarbeiten ist.

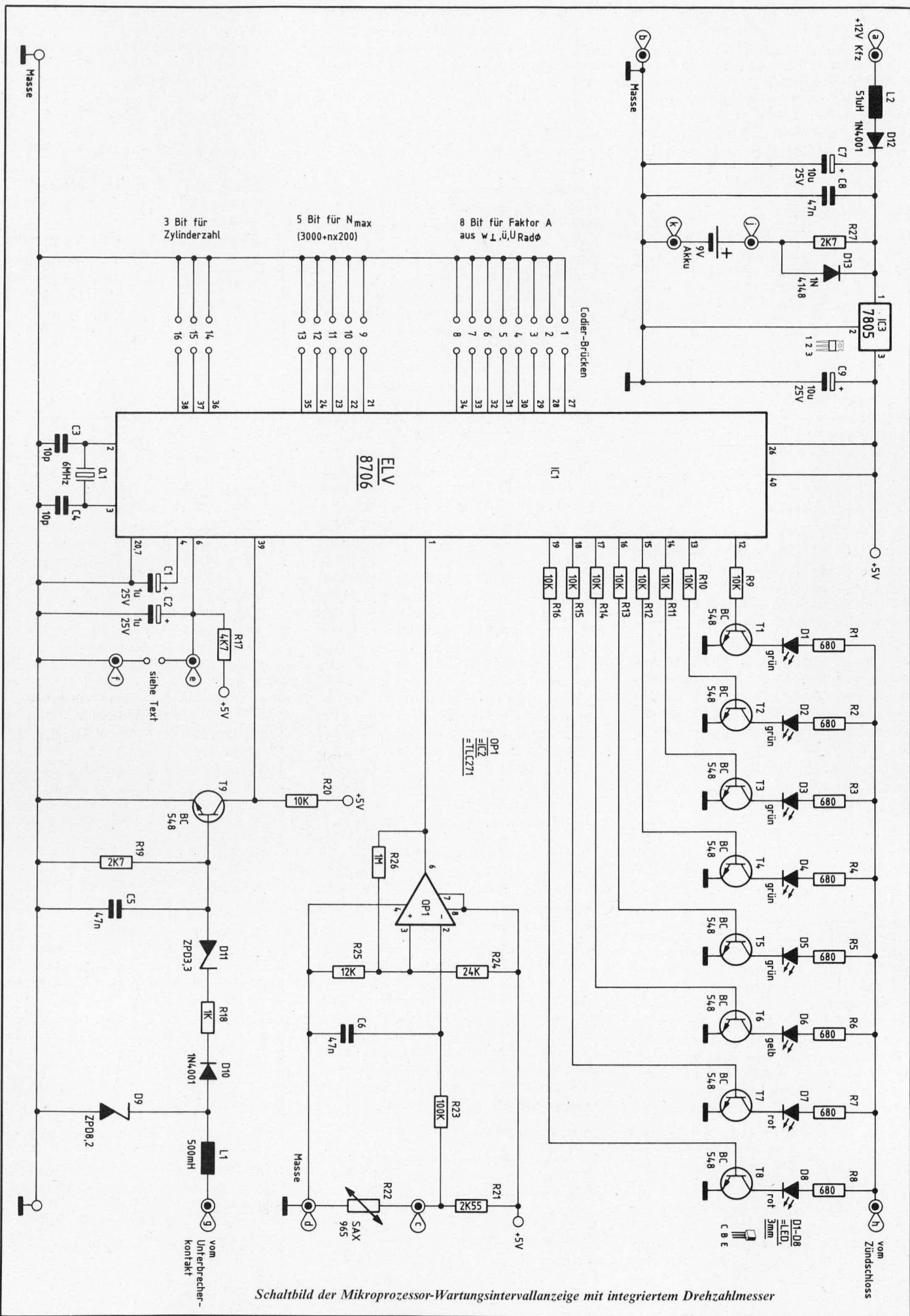
Der Impulsformung ist große Bedeutung beizumessen, da bei unzureichender Arbeitsweise (z. B. ohne L1) höherfrequente Störanteile dem Prozessor hohe Drehzahlen vortäuschen und zu krassen Fehlinterpretationen führen können. Die bereits seit vielen Jahren mit besten Ergebnissen von ELV eingesetzte Impulsformerstufe liefert hier jedoch ausgezeichnete Ergebnisse.

Die Temperaturentnehmer-Schaltung besteht aus dem IC2 des Typs TLC271, der mit seiner Beschaltung als Komparator arbeitet. Über R23 wird die der Temperatur proportionale Spannung des Temperatursensors R22 abgefragt. Sobald die Temperatur ca. 70 Grad überschreitet, wechselt der Ausgang von „high“-Potential (ca. + 4V) auf „low“ (ca. 0V).

Der Temperatursensor selbst wird in gutem thermischen Kontakt zum Kühlwasserschlauch gebracht.

Das an Pin 6 des IC2 anstehende Digital-Signal wird direkt vom zentralen Prozessor verarbeitet.

Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt über einen 5V Festspannungsregler (IC3). D12, L2 sowie C7 und C8 dienen der Entkopplung, Störunterdrückung und Pufferung.



Schaltbild der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige mit integriertem Drehzahlmesser



Über R27 wird ein 9V-Block-Akku ständig geringfügig geladen. Fällt die Batterieversorgung kurzzeitig aus, schaltet D13 durch und übernimmt für ca. 5 Stunden die Versorgung. Ersatzweise kann auch eine 9V-Block-Batterie eingesetzt werden, wobei dann R27 ersatzlos entfällt. Bei einer Alkali-Mangan-Batterie reicht die Notstromversorgung bis zu 30 Stunden.

### Zum Nachbau

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Zuerst sind die niedrigen und anschließend die hohen Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht.

Wichtig ist hierbei, daß keine Lötbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen + 8V und + 15V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die permanent, d. h. auch bei ausgeschalteter Zündung Spannung führt.

Eine weitere positive Versorgungsspannung wird hinter einer Fahrzeugsicherung abgenommen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird. Von hier wird eine zweite Verbindungsleitung zum Platinenanschlußpunkt „h“ geführt.

Die Schaltungsmasse („b“) wird mit dem Minuspol der Versorgungsspannung (Kfz-Masse) verbunden.

Eine weitere Zuleitung („g“) wird direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entsprechenden Anschluß der Zündspule angeschlossen. Sofern eine elektronische Zündung eingesetzt wird und diese einen entsprechenden Steuerausgang besitzt, kann der Punkt „g“ auch hier angeschlossen werden, wobei man sich vergewissern sollte, daß der Steuerausgang eine Last von 500  $\Omega$  zu treiben in der Lage ist und darüber hinaus eine ausreichende Spannungshöhe (12V Hub) zur Verfügung stellt. Sind letztgenannte Forderungen nicht zu erfüllen, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderungen auch hier eine Möglichkeit gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

L1 und D11 werden ausgelötet und jeweils durch eine Brücke ersetzt. D9 entfällt ersatzlos. R18 wird durch einen 10 k $\Omega$ -Widerstand ersetzt.

Sofern auch jetzt die Ansteuerspannung des entsprechenden Ausganges der elektronischen Zündung nicht ausreicht, kann zusätzlich R19 auf 10 k $\Omega$  vergrößert werden, wobei dann außerdem C5 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 ein zusätzlicher 10 k $\Omega$ -Widerstand von + 12V zum Schaltungspunkt „g“ Abhilfe schaffen. In jedem Fall sollte man sich jedoch vorher von den Daten des entsprechenden Schaltungsausganges 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.

Der Temperatursensor R22 des Typs SAX965 wird an die Platinenanschlußpunkte „c“ (Innenleiter) und „d“ (Abschirmung) angelötet. Die Positionierung des Sensorkopfes erfolgt direkt am Kühlwasserschlauch, dessen Temperatur 80 bis 90 Grad annehmen kann. Der Sensor wird in möglichst gutem thermischen Kontakt mit dem Kühlwasserschlauch gebracht, wobei etwas Wärmeleitpaste gute Dienste leistet. Anschließend wird der Sensor mit entsprechend hitzebeständigem Isolierband mehrfach umwickelt.

Die einwandfreie Funktion der Temperatursensorschaltung ist ein wichtiger Bestandteil der Intervallanzeige und sollte unbedingt separat überprüft werden. Dies erfolgt entweder über die eingebaute Kontrollmöglichkeit (Intervallanzeige schaltet ab beim Erreichen der Betriebstemperatur) oder durch Spannungsmessung an Pin6 des OP1 (IC2), dessen Ausgang auf „low“ (ca. 0V) wechselt, wenn die Betriebstemperatur erreicht ist. Ggf. ist der thermische Kontakt zwischen Fühler und Kühlwasserschlauch zu verbessern oder zu R25 ist ein Parallelwiderstand von ca. 100 k $\Omega$  (min. 47 k $\Omega$ ) zu schalten, mit dem die Ansprechtemperatur gesenkt wird.

Die Platinenanschlußpunkte „e“ und „f“ sind in Form von 2 Brücken auf der Frontplatte angeordnet. Über eine entsprechende Bohrung in der Frontplatte können sie mit Hilfe eines Metall-Schraubenziehers für den Rücksetzvorgang kurzgeschlossen werden (min. 5s).

Für den Einbau in ein entsprechendes Gehäuse stehen sowohl Aufbau- als auch Einbaugesäuse aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik zur Verfügung. Der funktionstüchtige Baustein wird in das entsprechende Gehäuse geschoben. Eine weitere Fixierung bzw. Verschraubung ist nicht erforderlich. Die 9V-Block-Batterie wird zusätzlich mit etwas Styropor bzw. Schaumstoff im Gehäuse fixiert.

### Zur Einstellung

Da das gesamte Prozessorsystem digital und quartzgenau arbeitet, ist eine Einstellung im herkömmlichen Sinne nicht erforderlich. Lediglich müssen dem zentralen Mikroprozessor einige wesentliche, den individuellen Fahrzeugdaten entsprechende, Vorgaben gemacht werden. Dies erfolgt über 3 Codierfelder, deren Funktion nachfolgend ausführlich beschrieben wird.

1. Einstellung der Zylinderzahl  
Hierfür ist ein 3 Bit-Code vorgesehen, mit Hilfe dessen dem Prozessor die Anzahl der Zylinder vorgegeben wird, die der zu überwachende Verbrennungsmotor besitzt. Die Brücken 14, 15 und 16 werden hierfür benötigt. Anhand der Tabelle 1 ist der Zusammenhang zwischen einzulötender Brücken- und Zylinderzahl ersichtlich. „0“ bedeutet, daß die Brücke entfällt, während eine „1“ den Einbau der Brücke an dieser Stelle vorgibt.

Zylinderzahl	Brücken-Nr.		
	16	15	14
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
8	1	1	1
12	0	0	0

2. Einstellung der max. Drehzahl  
Als weitere Information muß dem Prozessor der Wert für die Höchstdrehzahl des Verbrennungsmotors angegeben werden. Dieser Wert kann den Fahrzeugpapieren entnommen werden und dient dem Prozessor zur Normierung der Drehzahlmessung. Die Anordnung der Codierbrücken in bezug auf die Zylinderzahl, kann der Tabelle 2 entnommen werden. Auch hier entspricht eine „1“ einer eingebaute Brücke, während die „0“ das ersatzlose Entfallen einer Brücke beschreibt.

Höchstdrehzahl des Motors	Brücken-Nr.				
	13	12	11	10	9
3000	0	0	0	0	0
3200	0	0	0	0	1
3400	0	0	0	1	0
3600	0	0	0	1	1
3800	0	0	1	0	0
4000	0	0	1	0	1
4200	0	0	1	1	0
4400	0	0	1	1	1
4600	0	1	0	0	0
4800	0	1	0	0	1
5000	0	1	0	1	0
5200	0	1	0	1	1
5400	0	1	1	0	0
5600	0	1	1	0	1
5800	0	1	1	1	0
6000	0	1	1	1	1
6200	1	0	0	0	0
6400	1	0	0	0	1
6600	1	0	0	1	0
6800	1	0	0	1	1
7000	1	0	1	0	0
7200	1	0	1	0	1
7400	1	0	1	1	0
7600	1	0	1	1	1
7800	1	1	0	0	0
8000	1	1	0	0	1
8200	1	1	0	1	0
8400	1	1	0	1	1
8600	1	1	1	0	0
8800	1	1	1	0	1
9000	1	1	1	1	0
9200	1	1	1	1	1

### 3. Übersetzungsfaktor

Als dritte und eine der wesentlichsten Informationen muß dem Prozessor der Übersetzungsfaktor „A“ vorgegeben werden. Er definiert die Motorumdrehungen in bezug auf eine bestimmte Fahrstrecke in Relation zum Nenn-Wartungsintervall. Die daraus resultierende, einfach zu berechnende Formel lautet wie folgt:

$$A = \frac{1.250.000}{U_{\text{Rad}} \cdot \text{WI} \cdot \ddot{u}}$$

Hierin sind:

$U_{\text{Rad}}$  = Radumfang eines Antriebsrades in Metern

WI = Nenn-Wartungsintervall in Kilometern, der vom Fahrzeughersteller vorgegeben ist und bei konventionellen Wartungsintervallen anfällt.

$$\ddot{u} = \frac{\text{Drehzahl des Motors}}{\text{Drehzahl des Rades}}$$

= Übersetzung des Differentialgetriebes im vierten Gang

= Achsübersetzung

Zum Übersetzungsfaktor sei noch angemerkt, daß für Fahrzeuge mit 3 Gängen dieser Faktor auf den dritten Gang zu beziehen ist, während bei Fahrzeugen, die einen fünften sogenannten Schongang aufweisen, trotzdem der Faktor auf den vierten Gang bezogen werden muß. Dieser Faktor bewegt sich üblicherweise im Bereich zwischen 2,8 und 3,9 und kann aus den Fahrzeugunterlagen des Herstellers entnommen werden.

Die Codierung selbst erfolgt auch hier mit Brücken, und zwar in Form eines 8-Bit-Binär-codes, d. h. also, es stehen 256 Codiermöglichkeiten zur Verfügung. Zweckmäßigerweise geht man bei der Festlegung des Codes wie folgt vor:

Zunächst wird der Faktor „A“ berechnet. Er kann zwischen 10 und 256 liegen, wobei typ. Werte ca. 50 betragen. Dies ist jedoch von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlich. Evtl. auftretende Stellen hinter dem Komma werden auf- bzw. abgerundet, d. h. von Interesse ist nur die ganze Zahl. Als nächstes wird das Ergebnis in eine Binär-Zahl umgerechnet. Hierzu werden anhand der Tabelle 3 diejenigen Wertigkeiten angekreuzt, deren Summe der Zahl des Faktors „A“ entspricht.

Nachfolgend soll ein kurzes Beispiel zum besseren Verständnis angeführt werden:

Beträgt der Faktor „A“ z. B. 45, so ergibt sich diese Zahl aus Addition der in Tabelle 3 als Beispiel angekreuzten Zahlen 32, 8, 4, 1. In diesem Fall sind somit die Brücken Nr. 1, 3, 4 und 6 einzubauen. Wie man sieht, eine einfache Sache.

Tabelle III		
Brücken-Nr.	Wertigkeit	Beispiel: (siehe Text)
1	2 <sup>0</sup> = 1	x
2	2 <sup>1</sup> = 2	
3	2 <sup>2</sup> = 4	x
4	2 <sup>3</sup> = 8	x
5	2 <sup>4</sup> = 16	
6	2 <sup>5</sup> = 32	x
7	2 <sup>6</sup> = 64	
8	2 <sup>7</sup> = 128	
zusammen: 255		45

Damit ist die Codierung der ELV-Wartungs-Intervallanzeige bereits beendet und dem Einsatz steht nach erfolgtem Einbau ins Kfz nichts mehr im Wege.

Abschließend weisen wir ausdrücklich darauf hin, daß wir für Schäden, die im Zusammenhang mit dieser Schaltung bzw. deren Einsatz stehen, keine Haftung übernehmen, gleich aus welchem Grund sie hergeleitet ist.

### Stückliste:

#### Wartungsintervallanzeige

##### Widerstände

680 Ω	R 1-R 8
1 kΩ	R 18
2,55 kΩ	R 21
2,7 kΩ	R 19, R 27
4,7 kΩ	R 17
10 kΩ	R 9-R 16, R 20
12 kΩ	R 25
24 kΩ	R 24
100 kΩ	R 23
1 MΩ	R 26
SAX 965	R 22

##### Kondensatoren

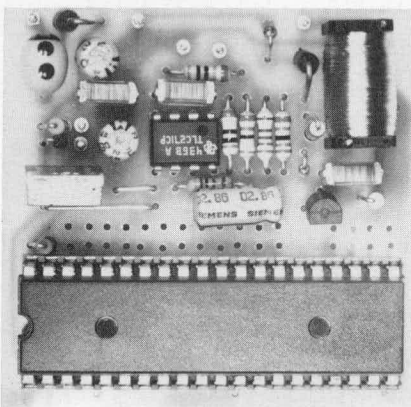
10 pF	C 3, C 4
47 nF	C 5, C 6, C 8
1 µF/25 V	C 1, C 2
10 µF/25 V	C 7, C 9

##### Halbleiter

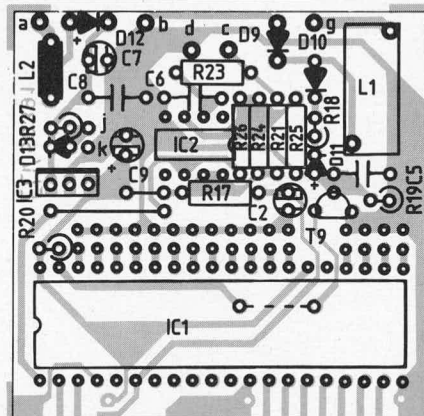
ELV 8706	IC 1
TLC 271	IC 2
7805	IC 3
BC 548	T 1-T 9
1 N 4148	D 13
ZPD 3,3	D 11
ZPD 8,2	D 9
1 N 4001	D 12, D 10
LED, 3 mm, grün	D 1-D 5
LED, 3 mm, gelb	D 6
LED, 3 mm, rot	D 7, D 8

##### Sonstiges

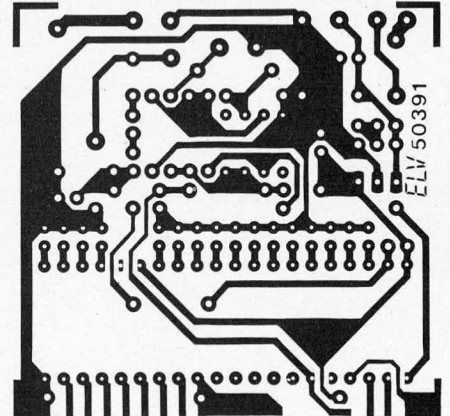
51 µH Spule	L 2
500 mH Spule	L 1
Quarz 6 MHz	Q 1
9 V-Batterieclip	
8 Lötstifte	
2,5 m ladrige abgeschirmte Leitung	
3 m flexible Leitung, 2 x 0,4 mm <sup>2</sup>	



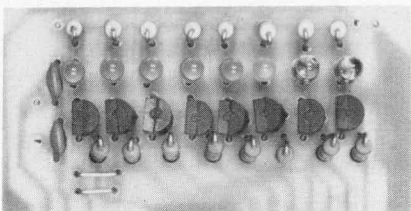
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige



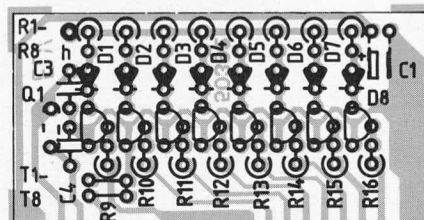
Bestückungsseite der Basisplatine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige



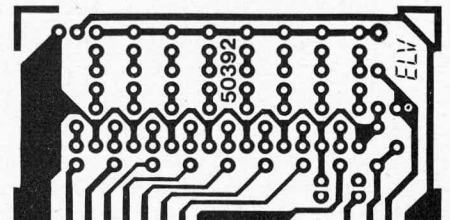
Leiterbahnseite der Platine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige



Bestückungsseite der Frontplatine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige



Leiterbahnseite der Frontplatine der Mikroprozessor-Wartungsintervallanzeige