

# AUTO-SERVICE-MODUL

**Welchen Elektroniker wurmt es nicht, wenn er sein Auto zum "Abgleich" in die Werkstatt bringt? Eigentlich könnte man ja so etwas selber machen, wenn nur das passende Meßinstrument vorhanden wäre.**

## Drehzahl und Schließwinkel im Display

Das Herz eines jeden Otto-Motors ist die Zündanlage. Das von den einzelnen Zylindern angesaugte Benzin/Luft-Gemisch muß von einer Zündkerze gezündet werden. Da es bei 12-V-Batteriespannung überhaupt nicht funkt, müssen durch die in Bild 1 schematisierte Schaltung schon einige Kilovolt erzeugt werden. Eine Zündspule liegt mit ihrer Primärwicklung zwischen der positiven Batteriespannung und über einen sich periodisch öffnenden und schließenden Schalter, dem Unterbrecher, an Masse. Parallel zum Unterbrecher ist ein Kondensator geschaltet. Ist der Unterbrecher geschlossen, erzeugt der durch die Spule fließende Strom ein Magnetfeld. In dem Augenblick, in dem sich der Schalter öffnet, bilden Spule und Kondensator einen Schwingkreis, der die Energie des magnetischen Feldes in elektrische Spannung verwandelt. Die entstehende gedämpfte Wechsellspannung wird von der Sekundärwicklung auf einige tausend Volt hochtransformiert (Bild 1b oben). Diese

Hochspannung teilt der Verteiler nacheinander den Zündkerzen zu; und je schneller sich die Kurbelwelle und der mit ihr verbundene Unterbrecher dreht, desto häufiger passiert dies.

Jetzt kommt der Begriff des Schließwinkels ins Spiel: Er ist definiert als

$360^\circ / \text{Anzahl der Zylinder} \times T_{\text{schlie\ss}} / \text{Periodendauer mit Periodendauer} = T_{\text{schlie\ss}} + T_{\text{offen}}$  und bestimmt somit auch die Funkenbrenndauer. Ist sie zu kurz, zündet das Benzin/Luft-Gemisch nicht oder nicht vollständig; ist sie zu lang, verschwendet man elektrische Energie und bezahlt mit einer kürzeren Lebensdauer der Zündkerzen.

### Meßprinzip

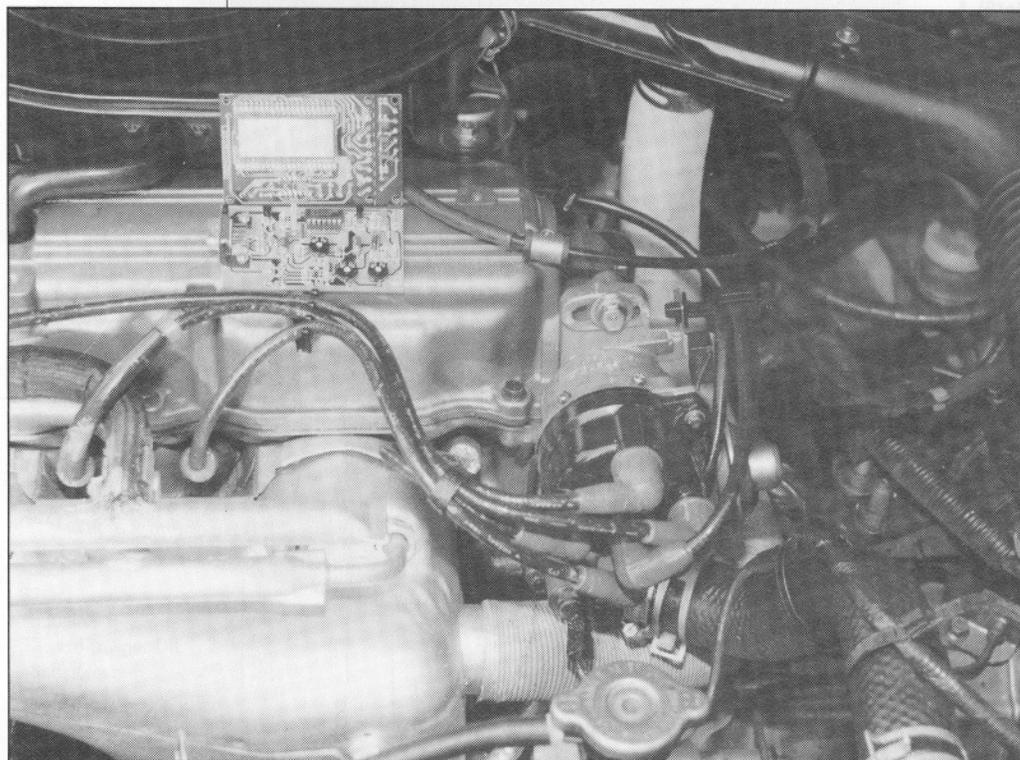
Eine ideale Möglichkeit zur Überprüfung des Schließwinkels und der Drehzahl ist der Anschluß eines Meßgerätes parallel zum Unterbrecher. Die dort anliegende Span-

nung wird auf einen brauchbaren Pegel zurechtgestutzt und die erste Flanke der gedämpften Schwingung dazu benutzt, ein Monoflop zu triggern. Das Monoflop kippt nach einer konstanten Zeit in seinen Ruhezustand zurück und die Zeit, die bis zum nächsten Triggerimpuls (und der Erzeugung des nächsten Zündfunken) vergeht, steht in direktem Zusammenhang mit der Drehzahl. Das bedeutet: Integriert man die Spannung am Ausgang des Monoflops über die Zeit zwischen zwei Zündimpulsen, erhält man eine der Drehzahl proportionale Spannung.

Das Eingangssignal ist wegen der Schwingung leider nicht geeignet, den Zustand des Unterbrecherkontaktes direkt zur Bestimmung des Schließwinkels zu verwenden. Deshalb verknüpft man das Eingangssignal und das Monoflop-Ausgangssignal so mit einem logischen Gatter, daß man einen Signalverlauf erhält, der genau dem Zustand des Unterbrecherkontaktes entspricht (logisch high: Kontakt auf; logisch low: Kontakt zu). Angesichts der obengenannten Formel ist es leicht einzusehen, daß die integrierte Spannung am Gatterausgang proportional zum Verhältnis von  $T_{\text{schlie\ss}}$  zur Unterbrecherperiodendauer ist und nur noch mit der Konstanten  $360^\circ/N$  verrechnet werden muß, um eine korrekte Schließwinkelanzeige zu ermöglichen.

### Schaltung

Die eben erwähnten Funktionen werden von der Schaltung in Bild 2 ausgeführt. Am Eingang sitzt die Stufe zur Pegelanpassung: D1 kappt alle Spannungen über 4,7 V, R1 begrenzt den dabei fließenden Strom. C1 schließt eventuell auftretende hochfrequente Störimpulse gegen Masse kurz. Am Ausgang des als Inverter geschalteten Gatters N1 findet man dann einen Spannungsverlauf wie im zweiten Bild von 1b vor.



R2 und C2 sind als Differentiator geschaltet und versorgen zu Beginn jeder Unterbrecherperiode das Monoflop mit einem kurzen negativen Triggerimpuls.

N2, N3 und die Bauteile dazwischen bilden ein etwas ungewöhnliches Monoflop mit Pin 5 als Triggereingang und Pin 10 als Ausgang. In Ruhestellung (kein Triggerimpuls) sind sowohl Ein- wie auch Ausgang und auch Pin 6 logisch 1. Schließt sich der Unterbrecherkontakt, lädt sich C3 auf, der Ausgang des Monoflop kippt auf 0 und bleibt in diesem Zustand, bis sich C3 über R3 und P1 auf 3,5 V entladen hat. Dann nimmt das Flipflop wieder seinen Ruhezustand ein, der FET wird über den Ausgang von N3 leitend und läßt den Rest der Kondensatorladung sehr schnell nach Masse fließen.

Für die Verknüpfung des invertierten Eingangs- und des Monoflop-Ausgangssignals ist N4 zuständig. Am Ausgang dieses Gatters findet man dann einen Signalverlauf wie im untersten Bild von 1b. Die oben erwähnte Integration übernimmt das Netzwerk C4/R8 für die Drehzahlanzeige und C5/R5 für die Schließwinkelmessung. Sie sind so dimensioniert, daß die Anzeige träge reagiert und ein korrektes AbleSEN erleichtert.

### Aufbau

Die Platine so wie in Bild 3 aufzubauen, sollte keine Schwierigkeiten bereiten. Mit einer Bestückung mit K1 ist das Auto-Service-Modul das i-Tüpfelchen auf unsere Modulmeßgeräte-Reihe aus dem Dezemberheft 1987 und kann direkt auf das

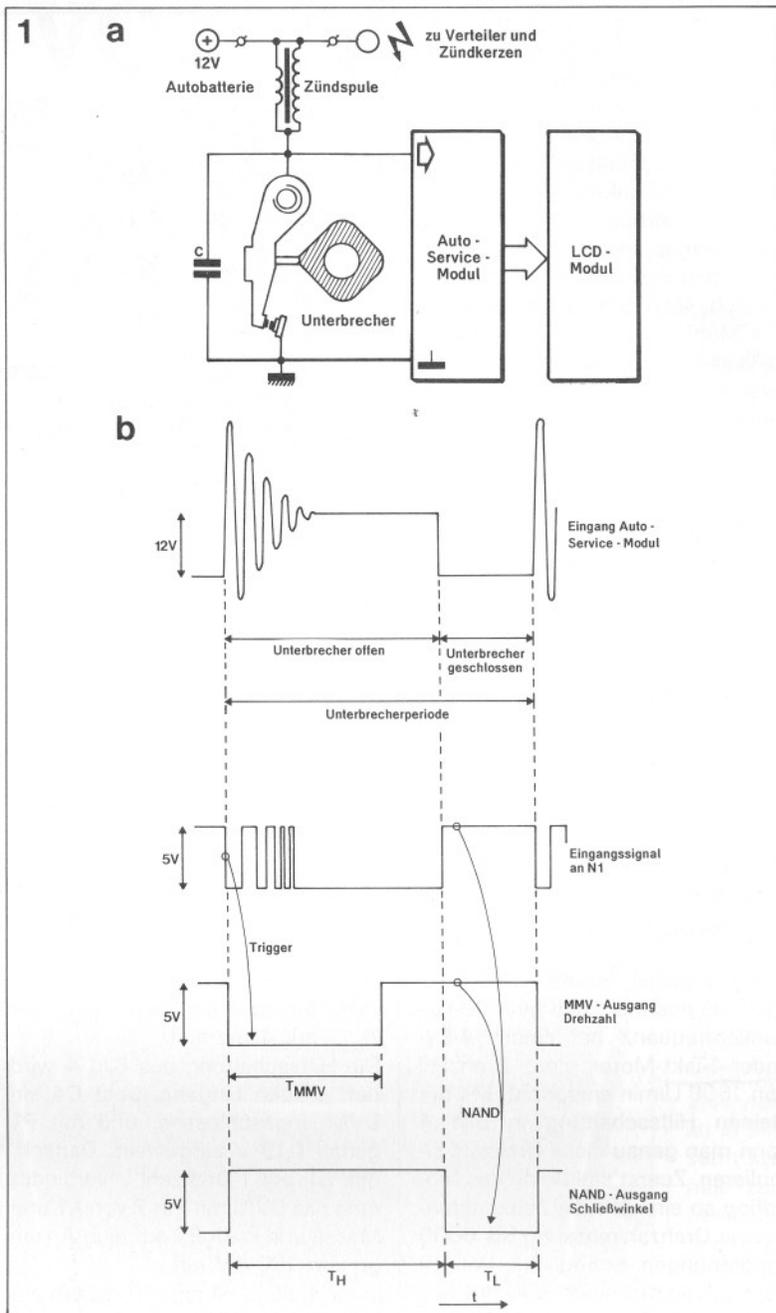


Bild 1. Prinzip der Hochspannungserzeugung im Ottomotor und die entsprechenden Signalverläufe im Auto-Service-Modul.

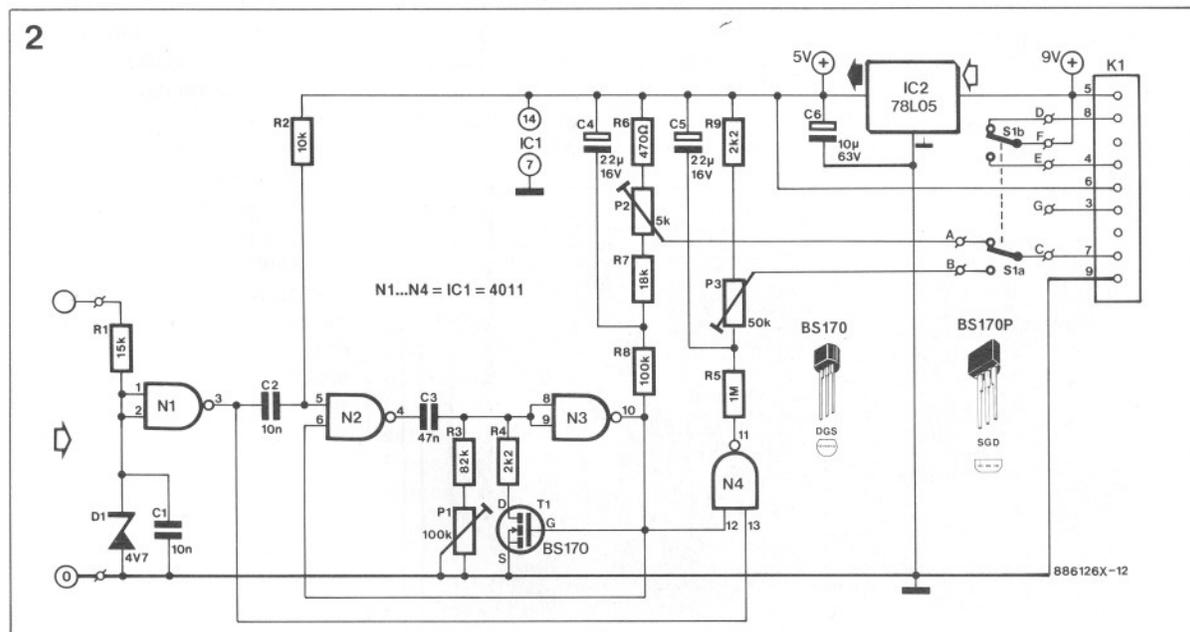


Bild 2. Schaltung des Moduls: Aufgebaut rund um ein CMOS-IC 4011.

LCD-Modul gesteckt werden. Läßt man sich die Meßwerte lieber von einem normalen Digitalvoltmeter anzeigen, braucht man bloß K1 durch einen 9-V-Block zu ersetzen und die Anschlüsse des Batterieclips mit den Punkten 5 (plus) und 9 (minus) verbinden. Das DVM schließt man an den Punkten 6 und 7 an; gemessen wird im 200-mV-Bereich. Man kann auch ein analoges Multimeter oder ein Drehspulinstrument anschließen (bzw. letzteres einbauen), Meßbereich wiederum 0,2 V Vollausschlag. Die Meßschnüre zum Unterbrecher sollten benzin- und ölresistente Kabel aus dem Kfz-Handel und auch möglichst farblich zu unterscheiden sein, um eine Verpolung zu vermeiden.

Bild 3. Bestückungsplan

### Ableich

Für jeden Otto-Motor gilt für die Funkenfrequenz prinzipiell:

$$f_U = (N \times Z) / (T \times 30) \text{ mit}$$

$f_U$  = Funkenfrequenz [Hz]  
 $N$  = Motordrehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]  
 $Z$  = Zylinderzahl  
 $T$  = Taktzahl

Anhand dieser Formel kann man leicht ausrechnen, daß eine 50-Hz-Funkenfrequenz bei einem 4-Zylinder-4-Takt-Motor einer Drehzahl von 1500 U/min entspricht. Mit der kleinen Hilfsschaltung in Bild 4 kann man genau diese Drehzahl simulieren. Zuerst stellt man das Monoflop so ein, daß die Zeitkonstante eine Drehzahlmessung bis 6000 Umdrehungen ermöglicht. Werfen wir noch einmal einen Blick auf Bild 1b. Wenn die Periodendauer so kurz ist, daß das Monoflop überhaupt nicht wieder in Ruhestellung (hoher Pegel) zurückspringen kann, ist die Grenze der Drehzahlmessung erreicht. Anders herum bedeutet dies, eine Zeitkonstante von 5 ms

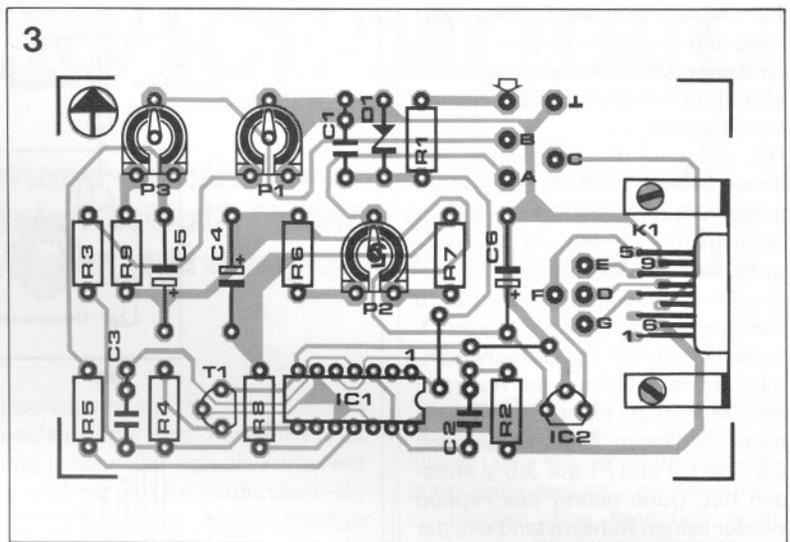
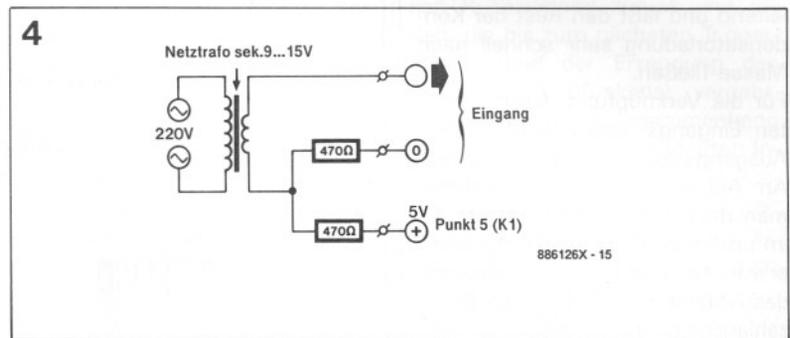


Bild 4. Eine simple Hilfsschaltung für den Ableich.



### Stückliste

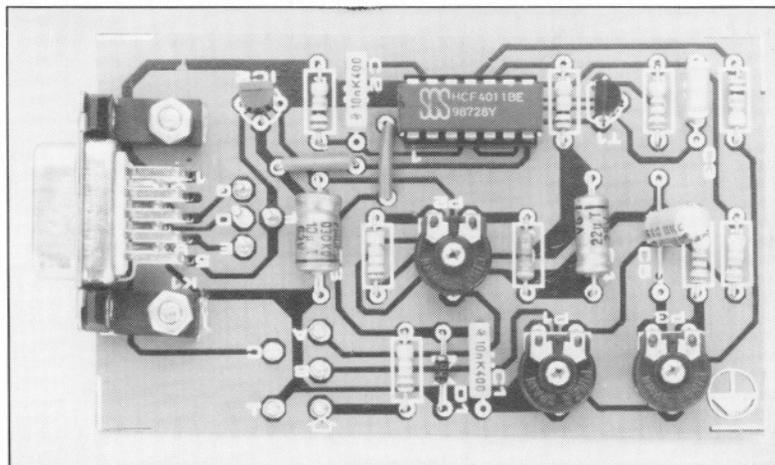
- Widerstände:  
 R1 = 15 k  
 R2 = 10 k  
 R3 = 82 k  
 R4, R9 = 2k2  
 R5 = 1 M  
 R6 = 470  $\Omega$   
 R7 = 18 k  
 R8 = 100 k

- P1 = Trimpoti 100-k-liegend  
 P2 = Trimpoti 5-k-liegend  
 P3 = Trimpoti 50-k-liegend

- Kondensatoren:  
 C1, C2 = 10 n  
 C3 = 47 n  
 C4, C5 = 22  $\mu$ /16 V  
 C6 = 10  $\mu$ /16 V

- Halbleiter:  
 Zenerdiode 4,7 V/400 mW  
 T1 = BS 170  
 IC1 = 4011  
 IC2 = 78L05

- außerdem:  
 S1 = Schalter 2x um  
 K1 = 9-poliger Sub-D-Stecker, male, 90° gewinkelt für Printmontage  
 Platine 886126



ermöglicht gerade noch die Messung einer Drehzahl von 6000 U/min. Sicherheitshalber legen wir  $T_{MMV}$  auf 4 ms fest. Die Hilfsschaltung aus Bild 4 wird nun an den Eingang, über C4 ein DVM angeschlossen, und mit P1 genau 0,19 V eingestellt. Danach, mit S1 auf "Drehzahl", verbindet man das DVM mit Pin 7 von K1 und Masse und stellt P2 auf eine Anzeige von 150 mV ein. In Schalterstellung "Schließwinkel" ist mit P3 die Spannung am gleichen Pin auf 45 mV einzustellen. Da die Zeit  $T_L$  noch kürzer ist als die "Ruhezzeit" des Monoflops, können Schließwinkelmessungen nur bei einer Drehzahl bis 3000 vorgenommen werden. Im LCD-

Modul entspricht die Anzeige 1.50 einer Drehzahl von 1500, im Schließwinkel-Modus die Anzeige 45.0 einem 45°-Winkel. Für die Dezimalpunkteinstellung ist S1b zuständig. Am DVM ist statt dessen 150 bzw. 45 mV abzulesen. Auch für andere Motoren mit weniger oder mehr Zylindern oder andere Taktarten ist unser Meßgerät geeignet, nur müssen die obenstehenden Formeln berücksichtigt werden. Bei einem 6-Zylinder-Motor bedeuten die 50 Hz der Hilfsschaltung ein Äquivalent von 1000 Umdrehungen pro Minute und einem Schließwinkel von 30°. P2 und P3 sind dementsprechend einzustellen. ■