

Abgaswerten, die die neue kalifornische Norm unterboten: Die CO-Emission lag zwischen 0,3 und einem Prozent, die der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC-Wert) bei 180 bis 270 ppm, erlaubt war ein CO-Wert von 2,7 Prozent und ein HC-Wert von 410 ppm. Der Durchschnittsverbrauch auf 100 Kilometer sank um etwas mehr als einen Liter.

Schnell zogen andere Hersteller nach. So rüsteten Mercedes-Benz, Opel, Porsche und Citroën schon 1968 und 1969 die ersten Modelle mit D-Jetronic aus. Bis Mitte der siebziger Jahre repräsentierte sie den Stand der Technik. Heute bereitet sie zahlreichen Oldtimerbesitzern Kopfzerbrechen – was vor allem daran liegt, dass sich sogar bei den Bosch-Diensten kaum noch echte Spezialisten dafür finden. Genau deshalb stehen die D-Jetronic und ihre unmittelbaren Nachfolger hier im Mittelpunkt.

Betrachten wir zunächst die Benzinseite der Anlage: Bei der D-Jetronic sorgt die elektrische Kraftstoffpumpe für den Einspritzdruck. Zusammen mit einem Treibstofffeinfilter findet sie sich stets in der Nähe des Tanks. Die Pumpe fördert den Sprit direkt zu den elektromagnetisch betätigten Einspritzventilen. Da die Fördermenge der Pumpe so ausgelegt ist, dass unter allen Betriebsbedingungen ein Kraftstoffüberschuss vorhanden ist, leitet ein einstellbarer Druckregler den nicht benötigten Sprit über eine Rücklaufleitung Richtung Tank. Manche Modelle haben zusätzlich einen Membrandämpfer hinter dem Druckregler, der Schwingungen im Drucksystem ausgleicht.

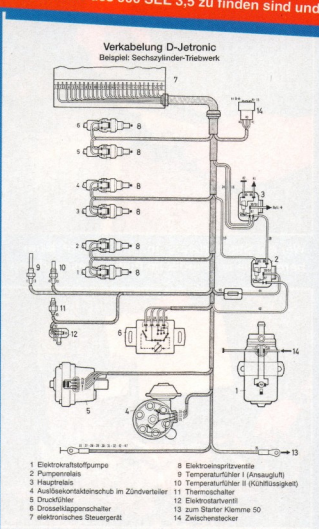
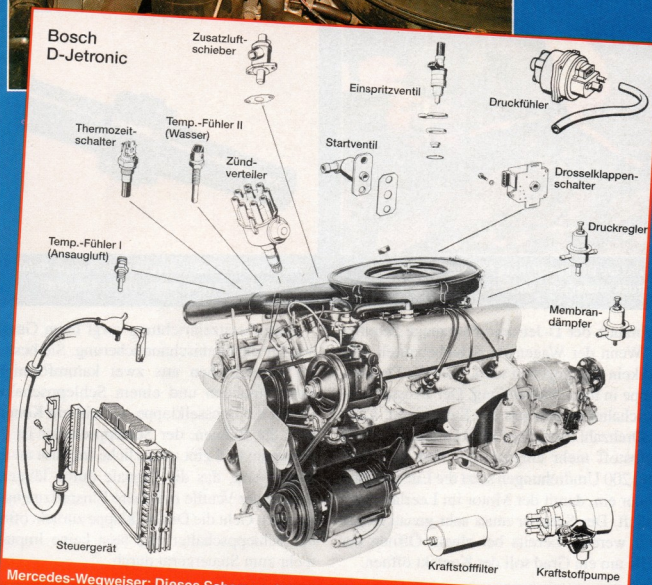
Das elektronische Steuergerät errechnet, wann und wie lange die Einspritzventile öffnen müssen. Dazu benötigt es ein Vielzahl von Motordaten. Die wichtigste Information stammt vom Druckfühler, von dem die Anlage auch ihren Namen hat. Er ist am Saugrohr des Motors angeschlossen und besteht aus zwei hintereinander liegenden Unterdruckdosen in einem Aluminiumgehäuse. Je nach Unterdruck im Saugrohr verschieben sie einen Anker, der zwischen zwei elektrischen Spulen liegt. Dadurch verändert sich die Spannung, die von der Primärwicklung auf die Sekundärwicklung induziert wird. Das Steuergerät verarbeitet die vom Lastzustand des Motors abhängige Spannungsdifferenz und gibt entsprechende Öffnungsimpulse an die Einspritzventile weiter. Da der Druckfühler den Absolutdruck misst, ist keine weitere Höhenkorrektur für Fahrten im Gebirge notwendig.

Kleine Zusatzkontakte im Zündverteiler melden den richtigen Einspritzzeitpunkt ans Steuergerät. Sie werden meist als Auslöse- oder Einschubkontakte bezeichnet, letzteres, weil sie als Einheit unten in den Verteiler eingeschoben werden. Die Motordrehzahl wird an den Auslösekontakten I und II gemessen.

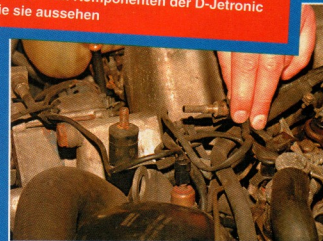
Die dritte Regelgröße stammt vom Drosselklappenschalter, der am Klappenstutzen sitzt und von der Drosselklappenwelle bewegt wird. Er ermöglicht unter anderem die Schubabschaltung, die ganz wesentlich am niedrigeren



Weil der Luftfilter für die Messungen entfernt werden muss, baut der Techniker zunächst den Thermofühler für die Ansaugluft aus



Voraussetzung für einwandfreie Funktion sind intakte Kabelverbindungen und blanke Kontakte



Der Ansaugluftfühler wird ohne Massekontakt am Motor platziert, wo er weiterhin arbeiten kann



Zunächst werden die übrigen Werte des Motors geprüft: Zündung, Ventilspiel, Kompression...



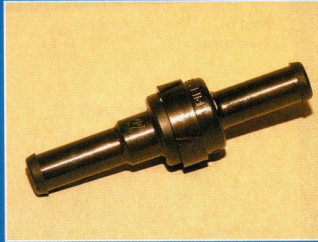
Bei laufender Benzinpumpe sollte der Druck bei zwei bis 2,2 bar liegen. Hier ist er zu hoch



So wird am Druckregler der vorgeschriebene Systemdruck eingestellt



Wird die Rücklaufleitung blockiert, muss der Druck ansteigen – sonst ist sie verstopft



Wenn das Rückschlagventil der Pumpe defekt ist, hilft dieses preiswerte Universalventil

Verbrauch der D-Jetronic-Fahrzeuge beteiligt ist: Wenn der Wagen im Schiebebetrieb rollt und kein Gas gegeben wird, steht die Drosselklappe in ihrer Nullstellung. Der Drosselklappenschalter meldet das ans Steuergerät. Liegt die Drehzahl dabei über 1800 U/min, wird kein Treibstoff mehr eingespritzt. Erst unterhalb von 1200 Umdrehungen setzt die Einspritzung wieder ein, damit der Motor im Leerlauf weiterläuft. Der Schalter muss sehr genau eingestellt werden, bereits bei einem Öffnen der Welle um ein Grad soll der Kontakt öffnen.

Eine Zusatzeinrichtung sorgt beim Gasgeben für die Gemischanreicherung. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei kammförmigen Kontaktbahnen und einem Schleppschalter. Öffnet die Drosselklappe, schleift ein Kontakt über die Bahnen, der Schleppschalter ist geschlossen und gibt zusätzliche Impulse an das Steuergerät, das die Signale durch längeres Öffnen der Ventile in höhere Einspritzmengen umsetzt. Geht die Drosselklappe zurück, öffnet der Schleppschalter und lässt keine Impulse mehr zum Steuergerät durch.

Zu diesen Haupt-Regелеlementen der D-Jetronic gesellen sich noch Korrektursysteme, mit denen die Anlage auf unterschiedliche Rahmenbedingungen reagiert. Einen kalten Motor erkennt das Steuergerät über einen Temperaturfühler im Kühlwasser (bei luftgekühlten Motoren am Zylinderkopf), der die Warmlaufphase in Gang setzt. Ein zweiter Fühler sitzt im Ansaugtrakt und misst die Temperatur der Ansaugluft. Schließlich gibt es noch einen Thermostoschalter, der beim Anlassen des kalten Motors das Elektrostartventil hinter der Drosselklappe öffnet, das dann zusätzlichen Treibstoff einspritzt.

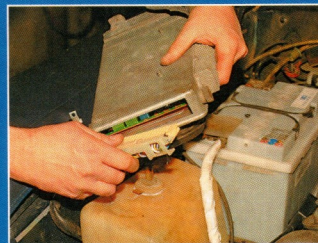
Jetzt fehlt nur noch der Zusatzluftschieber. Er öffnet während der Warmlaufphase einen Bypasskanal um die Drosselklappe herum und gibt dem Triebwerk so mehr Luft. Auf diese Druckänderung reagiert der Druckfühler sofort und erhöht die Einspritzmenge. Mit steigender Temperatur wird die Zusatz-Luftmenge reduziert, bis der Schieber bei etwa 70 Grad Celsius ganz geschlossen ist. Bei luftgekühlten Motoren wird der Zusatzluftschieber nicht von der Temperatur beeinflusst, sondern über das Steuergerät elektrisch aktiviert.

Ein weiterer Bypass sorgt für die Luftzufuhr bei geschlossener Drosselklappe. Hier befindet sich die Einstellschraube, mit der die Leerlaufdrehzahl justiert wird – womit wir auch schon bei einer sehr häufigen Fehlerquelle der D-Jetronic angelangt sind. Der Fehler liegt eigentlich nicht auf Seiten der Technik, sondern in mangelnder Sachkenntnis der Mechaniker, die sich mit guten Vorsätzen daran zu schaffen machen. Wie bei Vergasermotoren üblich, versuchen sie meist, den Leerlauf an der Drosselklappe einzustellen, statt an besagter Bypassschraube. Die Folge ist, dass der Drosselklappenschalter, der ja im Leerlauf geschlossen sein sollte, nun öffnet und dem Steuergerät einen vermeintlichen Teillastbetrieb signalisiert. In der Warmlaufphase regelt die Elektronik nun das Gemisch ständig rauf und runter, was sich in sägendem Motorlauf äußert. Hat das Triebwerk seine Betriebstemperatur erreicht, läuft es dann beinahe normal.

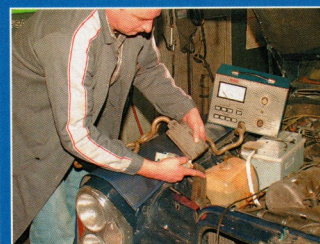
Die Fortsetzung des Missverständnisses folgt beim Einstellen des CO-Werts: Hier kommt dann doch noch die Leerlauf-Einstellschraube zum Einsatz. In geringem Maße verändert sich der CO-Gehalt im Abgas natürlich auch mit Leerlaufdrehzahl. Meist wird der Motor dann so niedertourig eingestellt, dass er kurz vor dem Absterben ist. „Weiter runter kommen wir mit dem CO bei dem alten Motor nicht“, lautet dann die lapidare Auskunft des Experten. Selbstverständlich konnte er den CO-Gehalt nicht weiter reduzieren, denn der Regler dafür sitzt in Form eines Potentiometers am Steuergerät und muss im Einklang mit der Leerlaufdrehzahl eingestellt werden, was nur bei geschlossenem Drosselklappenschalter funktioniert. Bleibt der Wert auch dann zu hoch, lässt das auf zu hohen Benzindruck schließen. Meist liegt das Problem dann am Druckregler.



Beim Mercedes sitzt das Steuergerät rechts neben dem Kühler – vorsichtig ausbauen!



Wer die Steckerleiste unsanft abzieht, kann bereits die empfindliche Platine beschädigen



Anstelle des Steuergeräts wird nun das spezielle Bosch-Testgerät angeschlossen



Die Prüfungen erfolgen nach einer genau festgelegten Checkliste im Handbuch

Fehlersuche D-Jetronic

Motor springt nicht an

- Kraftstoffpumpe arbeitet nicht
- Leitungsunterbrechung zwischen Kabelbaum und Starter (Klemme 50)
- Leitungsunterbrechung zum Druckfühler
- Leitungsunterbrechung zum Temperaturfühler (Motortemperatur)
- Thermo- oder Thermostzeitschalter defekt oder Leitungsunterbrechung
- Druckregler defekt (Druck zu gering)
- Druckleitung gequetscht (Druck zu gering)
- Leistung der Kraftstoffpumpe nicht ausreichend (Druck zu gering)

Motor springt kalt schlecht an

- Elektrostarterventil defekt
- Leitungsunterbrechung zum Elektrostarterventil
- Thermo- oder Thermostzeitschalter defekt oder Leitungsunterbrechung

Motor springt an, geht aber sofort wieder aus

- Zeitweilig auftretende Leitungsunterbrechung an einem Messfühler oder Relais
- Leitung zu den Auslösekontakten im Zündverteiler unterbrochen oder lose
- Druckfühler defekt oder loser Stecker
- Zusatzluftschieber öffnet nicht

Schlechter Motorlauf in der Warmlaufphase

- Zusatzluftschieber defekt
- Leerlaufdrehzahl nicht korrekt eingestellt
- CO-Wert falsch eingestellt
- Elektrostarterventil undicht
- Einspritzventil undicht

Leerlauf lässt sich nicht einstellen, zu hohe Leerlaufdrehzahl

- Undichtigkeit im Leerlaufsystem
- Drosselklappe geht nicht in Leerlaufstellung
- Undichtigkeit am Sitz der Einspritzventile

Motor sägt im Leerlauf oder bei geringer Last

- Drosselklappenschalter verstellt
- Sitz der Einspritzventile undicht
- Leck im Leerlaufsystem
- CO-Wert falsch eingestellt

CO-Wert im Leerlauf lässt sich nicht unter 4,5 Prozent einstellen

- Luftfilter verstopft
- Ansaugtrakt zieht Nebenluft
- Druckregler zu hoch eingestellt
- Motorsaugleistung zu gering

Motor beschleunigt schlecht, setzt aus

- Übergangsanreicherung im Drosselklappenschalter defekt oder Leitungsunterbrechung

Motor hat Aussetzer im Fahrbetrieb

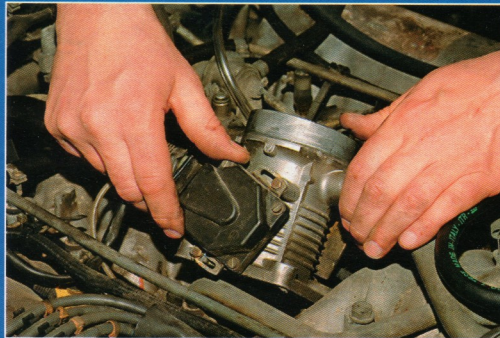
- Steckverbindung an einem Messfühler oder einem Einspritzventil lose
- Kraftstoffdruck zu gering
- Einspritzventil ständig offen
- Einspritzventil verkocht
- Elektrostarterventil ständig offen
- Zentralmasseleitung hat schlechten Kontakt (Korrosion)
- Auslösekontakte am Zündverteiler verschmutzt

Motor erreicht nicht die volle Leistung

- Kraftstoffdruck zu gering
- Druckfühler defekt
- Drosselklappe öffnet nicht weit genug

Kraftstoffverbrauch zu hoch

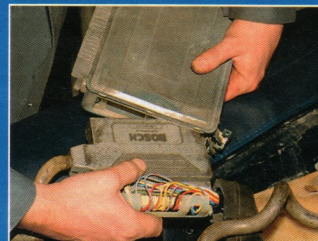
- Undichtes Einspritzventil
- Kraftstoffdruck zu hoch
- Temperaturfühler nicht angeschlossen oder Leitung unterbrochen
- Temperaturfühler defekt
- Undichtes Elektrostarterventil
- Drosselklappenschalter falsch eingestellt
- Verfrühte Vollastanreicherung



Nachdem der Anschlag der Drosselklappe korrekt justiert ist, folgt der Drosselklappenschalter. Er sitzt in dem schwarzen Kunststoffgehäuse, das nach Lösen der Befestigung um wenige Grad geschwenkt werden kann. Hier ist größte Sorgfalt angebracht



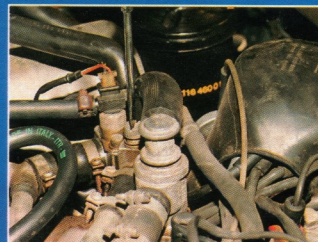
Die so genannten Einschubkontakte laufen im Verteiler auf separaten Steuerungsnocken



Erst nach einigen Tests kommt das Steuergerät ins Spiel. Das Messgerät bleibt angeschlossen



Eigentlich zu groß zum Übersehen: Die CO-Einstellung erfolgt an dieser Schraube



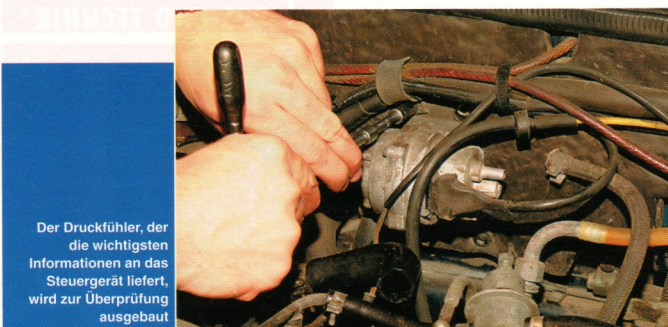
Unscheinbar: Die Leerlaufdrehzahl wird hier am Drosselklappenbypass eingestellt

Bevor die Fehlersuche im Einspritzsystem beginnt, sollte man zuvor alle wichtigen Motoreinstellungen überprüfen. Zündung und Ventilspiel sind im Zweifelsfall leichter einzustellen. Außerdem muss sichergestellt sein, dass der Motor keine Nebenluft zieht.

Auch Günter Haas, Motortechniker und Spezialist für Bosch-Einspritzsysteme bei Koller & Schwemmer in Nürnberg überprüft unseren Mercedes 300 SEL 3.5 zunächst in dieser Richtung und findet mit dem Oszilloskop prompt eine defekte Zündkerze am kleinen V8 aus Untertürkheim. Dann prüft er mit einem Messbecher und einer Stoppuhr zunächst die Fördermenge der Benzinpumpe. Dazu zieht er die Kraftstoffleitung hinter dem Druckregler ab und lässt den Sprit nach Einschalten der Zündung exakt 30 Sekunden lang in den Becher plätschern. Je nach Hubraum des Triebwerks sind die Sollwerte unterschiedlich. Beim 3,5-Liter-V8 sind 750 Milliliter auf jeden Fall ausreichend. Anschließend geht es um

den richtigen Kraftstoffdruck. Dazu installiert Haas ein benzinfestes Manometer in der Zulaufleitung. Wäre unser Kraftstofffilter nicht ein paar Tage vorher ersetzt worden, hätte er ihn noch vor dem Test erneuert, denn ein verstopfter Filter kann die Messergebnisse enorm verzerren. Bei eingeschalteter Zündung sollte das Manometer dann einen Wert zwischen zwei und 2,2 bar anzeigen. Haas ermittelte hier knapp drei bar, sicher ein Grund für den hohen CO-Wert. Der Druckregler musste also auf den richtigen Wert eingestellt werden. Sollte das nicht funktionieren, wird für rund 60 Euro ein neuer fällig.

Die Ursache für den überhöhten Benzindruck kann aber auch in einer verstopften Rücklaufleitung zum Tank liegen. Um das zu prüfen, drückt Günter Haas die Rücklaufleitung mit einer Zange kurz ab. Ist die Leitung frei, steigt in diesem Moment der Druck sichtbar an. Ändert sich nichts, gilt es die Verstopfung zu beseitigen, erst dann macht das Ein-



Der Druckfühler, der die wichtigsten Informationen an das Steuergerät liefert, wird zur Überprüfung ausgebaut



Ein spezielles Vakuumtestgerät überprüft die Funktion der Unterdruckdosens im Alugehäuse



Auch für das Steuergerät gibt es einen Tester. Zeigt sich ein Fehler, wird's ein Teuergerät



Die schweren Bauteile ließen die Platine schwingen – und brechen

stellen des Druckreglers Sinn. Nach dem Abschalten der Zündung muss der Systemdruck etwa eine Minute konstant bleiben und darf dann nur langsam abfallen. Bricht er sofort zusammen, ist das Rückschlagventil in der Pumpe defekt. Die Folge sind Startschwierigkeiten, vor allem bei warmem Motor. Eine neue Pumpe kostet satte 720 Euro!

Der Profi würde dieses Ersatzteil natürlich gern verkaufen, kennt aber einen Trick, der einige Euro sparen hilft und so manchem Selbstschrauber entgegen kommt: Ein universelles, benzinfestes Rückschlagventil, das hinter der Pumpe in die Leitung gesetzt wird, kostet nur ein paar Euro und erfüllt den gleichen Zweck. Sollte der Druck deutlich unter zwei bar liegen, ist sehr wahrscheinlich die Pumpe defekt und muss doch ersetzt werden. Allerdings sollten

Sie vorher mit einem Voltmeter prüfen, ob an der Pumpe auch wirklich eine Spannung von zwölf Volt ankommt. Ist nämlich ein Kabel schadhaft oder ein Kontakt oxidiert, läuft die Pumpe zu langsam und erzeugt deshalb zu wenig Druck. Auch Rostpartikel aus dem Tank können auf der Saugseite der Pumpe für unzureichende Förderleistung verantwortlich sein. Beim Fahren macht sich das durch mangelnde Leistung bei Vollast bemerkbar. Bei allen Arbeiten



Der Bosch-Prüfplan war nie frei verkäuflich. Das Buch gibt es für rund 30 Euro im Handel

mit frei fließendem Benzin ist natürlich Vorsicht geboten – ein Feuerlöscher sollte also für den Fall der Fälle griffbereit sein. Nach dem Sprit-Check folgt die Prüfung der Steuerkomponenten. Bosch hat dazu ein eigenes Messgerät entwickelt, das anhand eines genauen Prüfplans Schritt für Schritt die Bauteile testet. Im Prinzip funktioniert das aber auch mit einem Vielfachmessgerät, denn im Grunde werden nur Spannungen, Widerstände und Schalfunktionen überprüft. Allerdings gehört dazu viel Erfahrung und eine Prüfanleitung, die Bosch-Techniker natürlich nur ungern aus der Hand geben. Im Buch *Benzineinspritzsysteme testen und einstellen*, das für rund 30 Euro im Vogel-Fachbuch-Verlag erhältlich ist (ISBN 3-8023-1705-X), haben wir

jedoch eine recht gute Beschreibung der Messungen mit Angabe der Sollwerte gefunden. Zwar bezieht sich dieser Prüfplan auch auf das Bosch-Testgerät, mit etwas Geschick klappt es aber auch mit einem Vielfachmessgerät.

Günter Haas verwendet natürlich den Bosch-Tester. Dazu zieht er den Anschlussstecker aus dem Steuergerät und schließt stattdessen das Messgerät an. Die folgenden Messungen bei stehendem Motor offenbaren schon bald den ersten Fehler: Der Drosselklappenschalter ist verstellt. Das erklärt den sägenden Leerlauf nach dem Kaltstart. Alle anderen Bauteile zeigen sich fehlerfrei. Am Ende des Testdurchgangs verbindet Haas das nicht angeschlossene Steuergerät mit der zweiten Seite des Messgerätesteckers. Bei laufendem Motor folgen dann noch ein paar Messungen. Jetzt lassen sich auch CO und Leerlauf problemlos auf die vorgegebenen Werte einstellen.

Zum Testen des Druckfühlers und des Steuergerätes gibt es übrigens zwei spezielle Testgeräte, die im Elektroniklabor des Nürnberger Betriebs stehen. Reparaturen am Steuergerät sind nicht vorgesehen. Es würde im Austausch rund 1800 Euro kosten. Gute gebrauchte Exemplare sind inzwischen rar geworden und ohne Messgerät nicht ohne weiteres zu identifizieren. Die häufigsten Probleme sind Wassereinbrüche oder Risse in der Platine. Die für heutige Verhältnisse riesige Platine kann wegen der schweren Bauteile auf holprigen Stecken ins Schwingen geraten, was zu Unterbrechungen der Leiterbahnen oder brüchigen Lötstellen führt. Wer sich an das Steuergerät heranwagt, um so einen Fehler zu beheben, muss es danach sehr sorgfältig verschleifen und dabei Dichtpaste verwenden! Wichtig ist auch, dass die Gummiabdeckung des Anschlusssteckers intakt ist!

Mit gut 900 Euro würde ein neuer Druckfühler zu Buche schlagen. Richtig preiswert ist dagegen der Temperaturfühler für das Kühlwasser mit 25 Euro. An den rund 28 Euro für einen neuen Benzinflter sollten Sie auf keinen Fall sparen. Schmutz im System und eventuell defekte Einspritzdüsen (je 130 Euro) wären die Folge. Alle genannten Preise gelten für den 3,5-Liter-V8 des 300 SEL und können bei anderen Fahrzeugen abweichen.

Für die komplette Überprüfung einer D-Jetronic mit vorherigem Zündungscheck nennt Günter Haas einen Zeitaufwand von zwei bis zweieinhalb Arbeitsstunden inklusive aller Einstellarbeiten. Ersatzteile, die übrigens fast alle noch lieferbar sind, kommen hinzu. Das eigentliche Problem besteht darin, wirkliche Fachleute zu finden. Erkundigen Sie sich im Falle eines geplanten Werkstattbesuchs also lieber ganz genau, ob es dort noch einen D-Jetronic-Experten gibt – denn die sind inzwischen selbst bei den Bosch-Diensten sehr rar geworden. Bei den Vertragswerkstätten der Hersteller sieht es oft sogar noch düsterer aus. Ein Tipp noch zum Schluss dieses Kapitels: Die Benzinförderpumpe der D-Jetronic ist problemlos durch die der L-Jetronic zu ersetzen. Die kostet

nur rund 185 Euro. Allerdings sollten Sie die Pumpe eines Fahrzeugs mit gleicher Zylinderzahl verwenden, sonst stimmt die Fördermenge nicht.

Zurück zur Mechanik

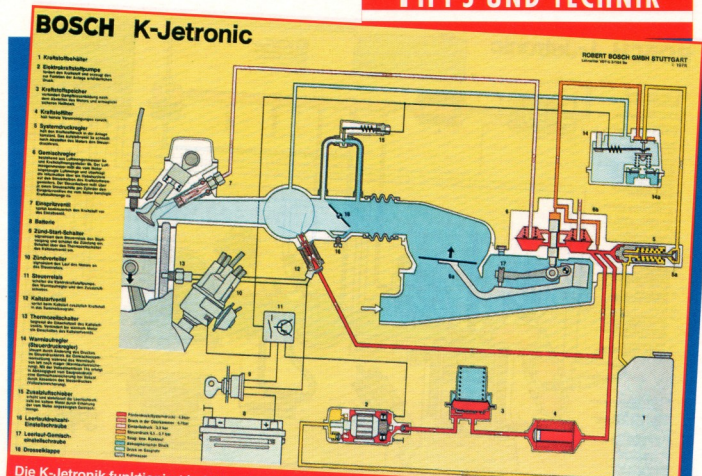
Vor allem weil die *Automechaniker* der späten sechziger Jahre mit der neuartigen Elektronik auf Kriegsfuß standen, gab es im Alltagsbetrieb jede Menge Probleme mit der D-Jetronic. So witterte Mitte der Siebziger die *Mechanik-Fraktion* wieder Morgenluft und Bosch stellte wieder eine mechanische Einspritzanlage vor: die K-Jetronic. Im Gegensatz zu den alten Stempelpumpen kam diese ohne Antrieb durch den Motor aus. Eine elektrische Rollenzellenpumpe sorgt für den Einspritzdruck an den federbelasteten Einspritzventilen. Diese spritzen *kontinuierlich* Treibstoff ins Ansaugrohr vor das Einlassventil, daher der Name K-Jetronic. Ein Speicher hinter der Förderpumpe sorgt für gleich bleibenden Benzindruck. Die Benzinmenge wird durch den Mengenteiler und den damit gekoppelten Luftmengenmesser gesteuert.

Die im Luftmengenmesser angeordnete Stauscheibe wird je nach Menge der vom Motor angesaugten Luft mehr oder weniger beiseite gedrückt. Dabei wirkt sie auf den Steuerkolben des Mengenteilers. Dieser Bewegung wirkt am Steuerkolben eine zweite, hydraulische Kraft entgegen: der Steuerdruck, der von den Differenzdruckventilen geregelt wird. Je nach Verhältnis dieser beiden Kräfte wird der Steuerkolben vertikal bewegt, wobei seine Steuerschlitze mehr oder weniger Kraftstoff zu den Einspritzventilen strömen lassen.

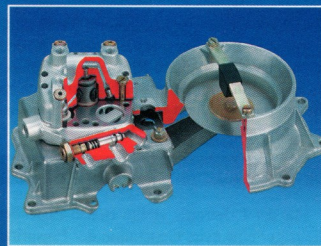
Zum Überprüfen der Druckverhältnisse in der K-Jetronic sind immer zwei Messungen erforderlich. Einerseits der Systemdruck, der bei 5,5 bar liegen sollte, und der variable Steuerdruck. Fachwerkstätten haben dafür benzinfeste Manometer mit mehreren Anschlüssen und einem Umschaltventil.

Ein elektrisches Kaltstartventil, gesteuert von einem Thermostatschalter, spritzt zusätzlichen Kraftstoff hinter der Drosselklappe in den Ansaugstutzen des kalten Triebwerks. Wie bei der D-Jetronic finden sich auch hier zwei By-Pässe an der Drosselklappe. Im ersten sitzt die LeerlaufEinstellschraube, im zweiten ein Zusatzluftschieber, der über das Steuerrelais die Luftmenge während der Warmlaufphase regelt. Dasselbe Steuerrelais schaltet auch die Kraftstoffpumpe und den Warmlaufregler. Letzterer senkt über ein elektrisch beheiztes Bimetallelement den Steuerdruck während der Warmlaufphase ab und ermöglicht dem Steuerkolben so einen größeren Öffnungsweg. Die Folge ist eine höhere Einspritzmenge, bis eine bestimmte Temperatur erreicht ist.

Vom Systemdruckregler und vom Warmlaufregler führt jeweils eine Benzinleitung zurück zum Tank. Ein Mikroschalter an der Stauklappe verhindert ein Laufen der Förderpumpe bei stehendem Motor. Einige Fahrzeuge verfü-



Die K-Jetronic funktioniert beinahe wie ein Wasserhahn: Je mehr Luft an der Stauklappe vorbei strömt, desto mehr Sprit fließt durch die Düsen. Die Schlüsselrolle spielt der Steuerkolben



Mengenteiler und Luftmengenmesser im Schnitt: Das System ist ein Wunderwerk der Mechanik



Vorsicht, Standschäden: Der Steuerkolben ist gegen Korrosion äußerst empfindlich



Die gesteckten Einspritzventile der K-Jetronic werden von einem O-Ring in Position gehalten, der in dieser Nut sitzt (Pfeil). Wird er brüchig, zieht der Motor bei höheren Drehzahlen Nebenluft – im Leerlauf ist der ganze Spuk dann wieder vorbei. Nur erfahrene Schrauber finden diesen Fehler, dessen Reparatur wirklich preiswert ist

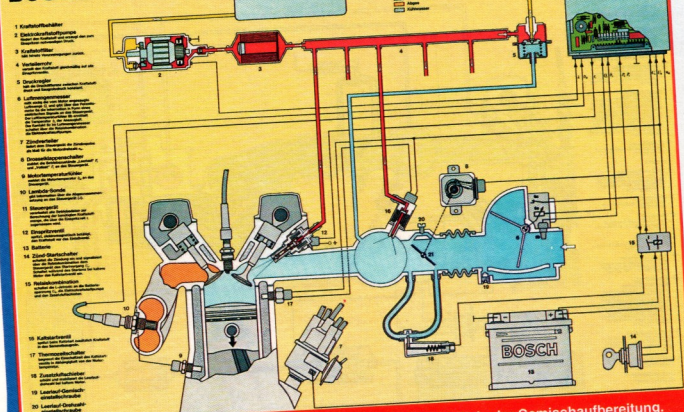
gen über ein Taktrelais zur Heißstart-Unterstützung, das in Abhängigkeit von der Anlasszeit das Kaltstartventil pulsierend öffnet und schließt und so für die erforderliche Zusatzkraftstoffmenge sorgt.

Die Einstellschraube für den CO-Wert sitzt am Mengenteiler. Sie ist versenkt und wird mit einem Inbusschlüssel verdreht. Viele Laien finden sie nicht und versuchen, den Motor nur an der Leerlaufschraube einzustellen. Die K-Jetronic gilt als wartungsfrei, abgesehen vom turnusmäßigen Tausch des Benzinfilters, der etwa 25 Euro kostet. Probleme bereiten ab und zu die elektrischen Komponenten.

Ärger macht die an sich zuverlässige K-Jetronic vor allem nach längeren Standzeiten. Dann bewirken Wasseranteile im Treibstoff Korrosion im Mengenteiler. Vor allem der Steuerkolben mit seiner exakten Passung und

den feinen Schlitzen wird dann in Mitleidenschaft gezogen. Eine Reparatur ist nicht möglich, der Mengenteiler muss erneuert werden. Für einen Golf GTI kostet er beispielsweise stolze 900 Euro im Tausch. Die Sechszylinder-Version eines BMW 323i kostet rund 1150 Euro. Der Luftmengenmesser sollte mit 320 Euro eingeplant werden, eine Kraftstoffpumpe mit 490 Euro (Golf). Oft sind auch die Einspritzventile korrodiert: knapp 40 Euro pro Stück. Rund 400 Euro sollten Sie für den Warmlaufregler kalkulieren. Vermeiden lassen sich solche Schäden, wenn Wasserrückstände mit speziellen Additiven aus dem Kraftstoff entfernt werden. Speziell für die längere Stilllegung von Benzinern hat Liqui Moly ein neues Produkt auf den Markt gebracht. Dieser *Benzin-Stabilisator* ist im Fachhandel erhältlich und kostet rund acht Euro.

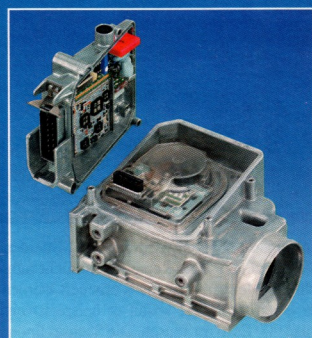
BOSCH L-Jetronic



Die L-Jetronic markierte den endgültigen Durchbruch der Elektronik in der Gemischaufbereitung. Über ein Potentiometer meldet die Stauklappe die angesaugte Luftmenge an das Steuergerät.



Dumm-Tuning: Oft wird das Potentiometer am Luftmengenmesser in Richtung Last verstellt.



Kompakt: Bei der LE-Jetronic sitzt das kleine Steuergerät direkt am Luftmengenmesser.

Spuk dann wieder vorbei. Unterm Strich dürfte das wohl die preiswerteste Reparatur an dieser Anlage sein. Weitere Hinweise zur Fehlersuche sind in dem bereits erwähnten Buch zu finden, das sich auch mit der K-Jetronic ausgiebig befasst.

2:1 für die Elektronik

Mit der L-Jetronic stellte Bosch Ende der Siebziger eine neue Generation der Einspritzanlagen vor. Als Weiterentwicklung der D-Jetronic ist sie gleichbedeutend mit dem endgültigen Sieg der Elektronik-Fraktion im Hause Bosch. Auch die L-Jetronic arbeitet mit elektromagnetisch betätigten Einspritzventilen. Allerdings wird hier die Ansaug-Luftmenge gemessen und nicht mehr der Ansaugunterdruck – womit auch das „L“ erklärt wäre. Im Luftmengenmesser bewegt die Ansaugluft eine Klappe mit rechtwinklig angeordneten Schenkeln. Auf der Drehachse sitzt ein Potentiometer, das dem Steuergerät mitteilt, wieviel Luft gerade einströmt. Direkt vom Zündverteiler erhält die Blackbox die Information über die Drehzahl. Diese beiden Hauptgrößen entscheiden maßgeblich darüber, wie lange die Einspritzventile geöffnet bleiben und damit über die zugeführte Kraftstoffmenge.

Je nach Fahrzeugtyp liegt der Soll-Druck im Kraftstoffsystem der L-Jetronic bei 2,5 bis 3,0 bar. Die Einspritzventile sind bei der L-Jetronic übrigens parallel geschaltet. So spritzen alle gleichzeitig den Treibstoff vorlagernd in die Ansaugrohre. Erst wenn das Einlassventil öffnet, wird das Benzin zusammen mit der Luft in den Zylinder gesogen. Die Ventile öffnen zweimal pro Nockenwellenumdrehung, also einmal pro Kurbelwellenumdrehung. Die

Steuerung erfolgt über die Kontakte der Zündanlage. Weitere Regeleinheiten finden sich im Zusatzluftschieber, im Kaltstartventil mit Thermozeitschalter, im Drosselklappenschalter und in je einem Fühler für die Ansaugluft- und Motortemperatur.

Ganz neu und Grundvoraussetzung für die Katalysator-Zukunft der Automobile war die Anschlussmöglichkeit einer Lambdasonde am Steuergerät. Durch die Messung des Restsauerstoffgehalts im Abgas werden Abweichungen vom idealen Luft-Kraftstoff-Verhältnis in allen Betriebszuständen exakt ermittelt und als Regelgröße verarbeitet. Die Leerlaufdrehzahl wird hier wieder an einem Bypass der Drosselklappe, der CO-Wert an einem Potentiometer am Steuergerät eingestellt.

Auch für das Steuergerät der L-Jetronic hat Bosch einen eigenen Tester entwickelt. Mithilfe des bereits erwähnten Buches werden erfahrene Schrauber die meisten Messungen aber ebenfalls mit einem Vielfachmessgerät nachvollziehen können. Verglichen mit den älteren Anlagen sind die Ersatzteilpreise relativ moderat. So kostet ein neues Steuergerät für einen Opel Manta B 2,0 rund 450 Euro, der Luftmengenmesser etwa 500 Euro und der Drosselklappenschalter rund 60 Euro.

Neben Problemen mit Undichtigkeiten auf der Ansaugseite oder korrodierten Kabelverbindungen hat die L-Jetronic eigentlich kaum typische Fehler. „Sportliche“ Vorbesitzer haben gelegentlich das Potentiometer auf der Luftmengenmesser-Achse verdreht, um längere Einspritzzeiten zu erreichen – kein besonders cleveres Tuning, denn so wird dem Steuergerät bereits im Leerlauf Last vorgegaukelt. Ein kaum einstellbarer Leerlauf, zu hohe CO-Werte und höherer Spritverbrauch sind die Folge, während die Leistungssteigerung kaum spürbar ist...

K- und L-Jetronic wurden lange parallel gebaut und in Gestalt der KE- beziehungsweise LE-Versionen nochmals verbessert. Die unterschiedlichen Betriebszustände werden bei der KE-Jetronic von diversen Sensoren analog erfasst und im Steuergerät digital verarbeitet. Auch die LE-Jetronic weist viele Änderungen auf. Die wichtigste sind Einspritzventile mit anderem Innenwiderstand und die Senkung des Benzindrucks auf 2,5 bar. Die Einspritzventile zwischen L- und LE-Jetronic

lassen sich also nicht einfach austauschen! Beide Anlagen hatten einen Stand höchster Präzision erreicht und liefen in großen Stückzahlen nahezu problemlos. Doch das Bessere ist der Feind des Guten, und so folgten schon bald voll-digitale Anlagen wie die Motronic oder die Digitronic. Deren Geschichte erzählen wir Ihnen aber erst, wenn sie genug Staub angesetzt haben...

Heinz Stahl

Fotos: Bosch, Stahl

Die Adresse

Koller & Schwemmer
Günter Haas
Röthensteig 21
90408 Nürnberg
Tel. 0911-361030
Fax: 0911-3610369
www.koller.de