Prüforganisationen müssen zunächst einmal in neue Auslesegeräte investieren.

Die Einführung der Eigendiagnose für Autos mit Ottomotor ist für die Experten nur der erste Schritt. Zurzeit bereiten sie sich auf die EOBD an Diesel-Pkw vor, die wohl im Jahr 2003 kommen wird. Spätestens im Jahr 2007 sollen auch Nutzfahrzeuge damit ausgerüstet sein.

Die neue AU

Bei der neuen Abgasuntersuchung an Fahrzeugen mit Eigendiagnose-System nimmt der Prüfingenieur zunächst die Angaben von Fahrzeug und Halter auf und liest dann die fahrzeugspezifischen Solldaten wie Leerlauf-Drehzahl, CO-Grenze und Lambda-Wert in das AU-Gerät ein (Bild 1). Anschließend begutachtet er die Abgasanlage sowie Rohre, Schläuche und Stecker im Motorraum.

Foto: Bosch

Bild 1: Das Kombigerät BEA 350 zur Abgasuntersuchung gibt's auch mit OBD-Auslesefunktion.

Danach prüft er die Kontrollampe am Armaturenbrett. Leuchtet sie beim Einschalten der Zündung auf und erlischt beim Starten des Motors wieder, arbeitet das System korrekt. Strahlt sie dagegen weiter, signalisiert sie einen Fehler im Motormanagement.

Der Prüfer verbindet das Auslesegerät mit der Diagnoseschnittstelle am Fahrzeug. Die Kommunikation mit dem Fahrzeugsystem baut sich automatisch auf. Zum Schutz vor Manipulationen liest der Scanner die so genannten „Readiness Codes" (RC) aus. Sie zeigen die Prüfbereitschaft des Systems an. Er liest auch die im Fehlerspeicher abgelegten Fehlermeldungen aus, die das System in Selbsttests vor der AU registriert hat.

Anschließend werden die abgasrelevanten Systemdaten ausgelesen, wie zum Beispiel Motordrehzahl, Motortemperatur, Spannung der Lambda-Sonde. Aus der Abgaszusammensetzung berechnet das AU-Gerät den Lambda-Wert.

Zum Abschluss der Prüfung misst der AU-Prüfberechtigte den Kohlenmonoxidgehalt im Abgas bei erhöhter Leerlaufdrehzahl mit mindestens 2500 1/min, bewertet die Einzelergebnisse, entscheidet ob die AU bestanden ist und druckt das Prüfprotokoll aus. *DK*

PRÜFUNGSWISSEN: Motorenkunde

Die VP44-Einspritzpumpe in der Werkstatt (1)

Mit den Pumpenfamilien VP30 und VP44 (Bild 1) hat Bosch eine Generation von Einspritzpumpen auf den Markt gebracht, bei der die Einspritzmenge mit einem Hochdruck-Magnetventil gesteuert wird. Mit dem Hochdruck-Magnetventil werden Förderbeginn, Förderende und damit die Einspritzmenge festgelegt. Zweimaliges Ansteuern des Magnetventils ermöglicht im neuen Ford Mondeo 2.0 DI und V6TDI-Motor des VW-Konzerns eine Voreinspritzung, die zum weichen Verbrennungsablauf und zu geringeren NO_x-Emissionen beiträgt.

Bei der VP30 wird der Hochdruck mit einer Axialkolbenpumpe, beim Typ VP44 mit zwei oder drei Radialkolben erzeugt. Mit Radialkolben, von Lucas/Delphi seit Jahrzehnten eingesetzt, lassen sich an der Einspritzdüse Spitzendrücke bis 1800 bar erzeugen. Die Axialkolbenpumpe schafft

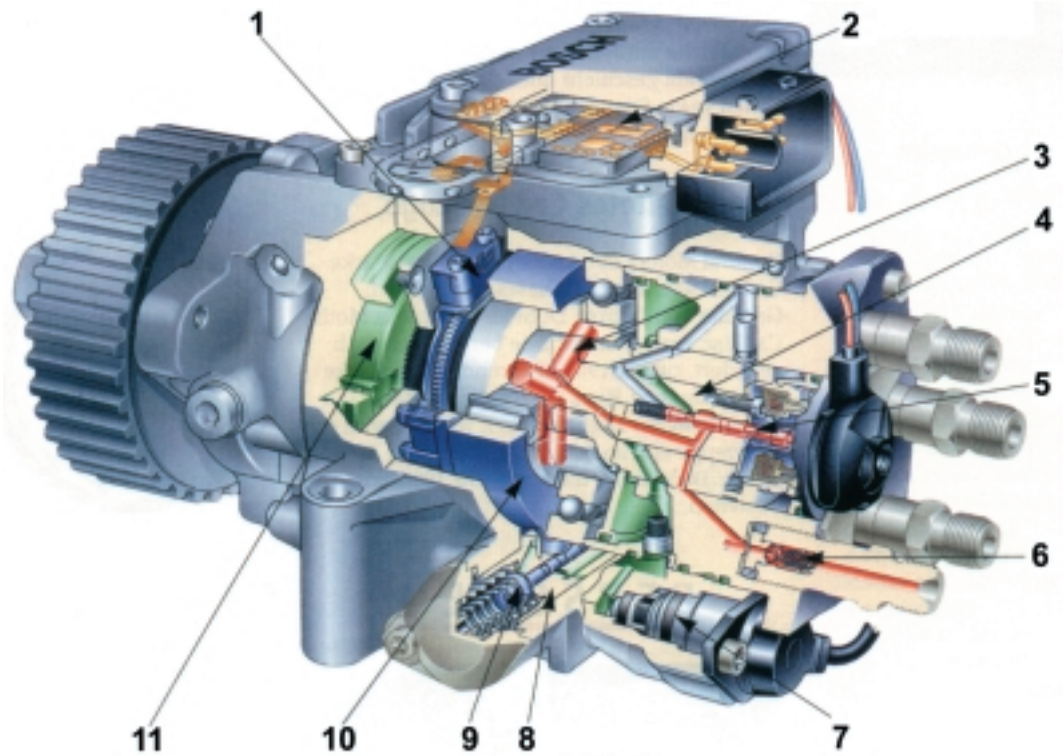


Bild 1: Die VP44 von Bosch mit drei Radialkolben. 1 Drehwinkelsensor, 2 Pumpensteuergerät, 3 Radialkolben, 4 Rotor, 5 Hochdruck-Magnetventil, 6 Rückströmdrossel, 7 Spritzversteller-Magnetventil, 8 Spritzverstellerkolben, 9 Steuerkolben, 10 Nockenring, 11 Flügelzellenpumpe.

1200 bar Spitzendruck an der Einspritzdüse.

Die VP44* wird im Moment bei Audi, Ford, Opel, BMW und MAN eingesetzt. Die VP30 wird im Ford Focus und in den leistungsschwächeren Ausführungen der Mondeo- und Transit-Motoren eingebaut. Im Folgenden werden die Prüfarbeiten an einer VP44 eines Audi A6 beschrieben. Wegen des ähnlichen Aufbaus lassen sich die Ergebnisse aber auch auf andere Motoren übertragen. (Die Fehlersuche am Pumpedüse-System, das in aktuellen DI-Motoren des VW-Konzerns eingesetzt wird, ist in den Profi-Heften 21 und 22/2000 beschrieben worden.)

Die Kraftstoffförderung

Vom Tank wird der Kraftstoff mit einer Vorförderpumpe durch den Filter in die Verteilerpumpe gedrückt. In der Verteilerpumpe erhöht eine Flügelzellenpumpe (**Bild 2**, Nr. 1) den Druck auf maximal 18 bis 24 bar. Der Druck kann an der Rücklaufschraube (**Bild 3**, 2) mit einem Manometer und passendem Adapter gemessen werden.

Der hohe Systemdruck ist erforderlich, damit der Kraftstoff den komplizierten Weg bis zu den Radialkolben (Bild 2, 7) findet. Die VP44 ist nicht selbstentlüftend und wird durch Kraftstoff geschmiert. Sie darf deshalb auf keinen Fall trockengefahren werden.

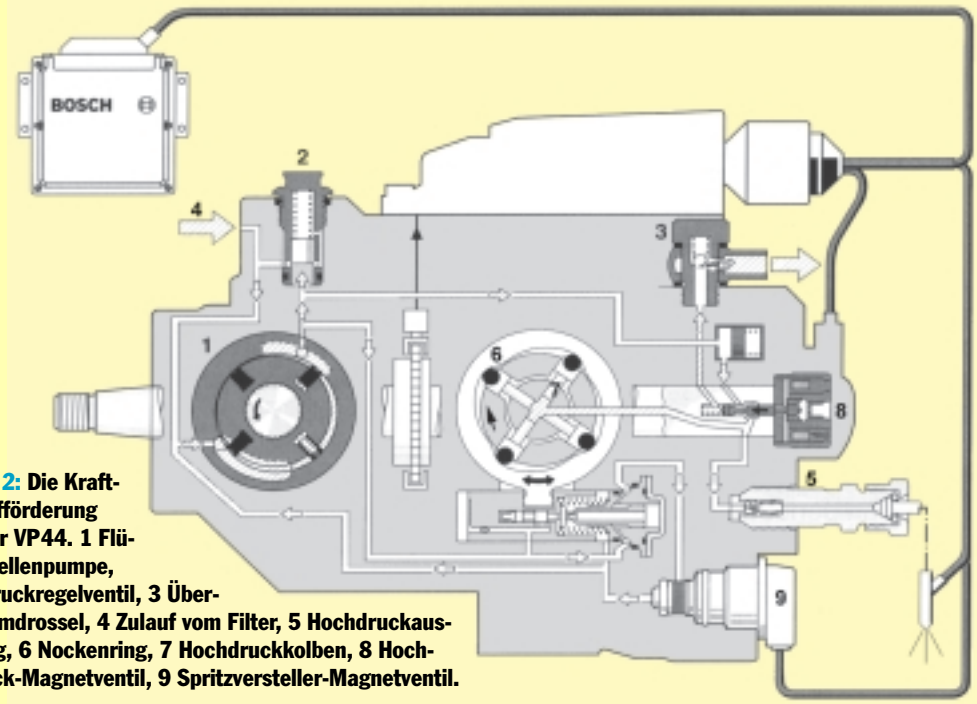


Bild 2: Die Kraftstoffförderung einer VP44. 1 Flügelzellenpumpe, 2 Druckregelventil, 3 Überströmdrossel, 4 Zulauf vom Filter, 5 Hochdruckausgang, 6 Nockenring, 7 Hochdruckkolben, 8 Hochdruck-Magnetventil, 9 Spritzversteller-Magnetventil.

Bilder: Audi, Bosch, Günther

Bild 3: Die Kraftstoffanschlüsse einer VP44. 1 Zulauf, 2 Rücklauf, 3 Temperaturfühler Kühlwasser.

● Wer nach Leerfahren des Tanks versucht, die VP44 samt Motor durch einfaches Starten wieder zum Leben zu erwecken, riskiert einen Pumpenschaden.

Die meisten Hersteller verhindern ein Trockenfahren der Pumpe durch Abstellen des Motors, sobald der Kraftstoffpegel unter einen bestimmten Wert gefallen ist. Zuerst warnt eine Lampe den Fahrer vor Kraftstoffmangel, anschließend wird ein künstliches Ruckeln eingeleitet. Reagiert der Fahrer immer noch nicht, wird der Motor abgestellt und im Fehlerspeicher ein Fehler gesetzt. Der Motor lässt sich erst wieder starten, wenn der Tank über die Mindestmenge aufgefüllt ist.

Nach dem Einbau muss die VP44 sorgfältig entlüftet werden. Dazu wird eine Unterdruckhandpumpe oder eine elektrische Kraftstoffpumpe an die Rücklaufleitung angeschlossen. Sobald Kraftstoff aus der Rücklaufleitung austritt, muss bei weiter betätigter bzw. laufender Pumpe so lange gestartet werden, bis der Motor anspringt. Erst dann darf die Rücklaufleitung wieder angeschlossen werden.

Praxistipp:
Bei den 2,0/2,2-Liter-Vierventilmotoren von Opel werden die Leckölleitungen der Düsen in den Kraftstoffvorlauf geführt. Eine undichte Rücklaufleitung kann also für Luft im Pumpenzulauf sorgen. Der Motor ruckelt und springt im Extremfall nicht an. Bevor man in einem solchen Fall die Elektronik verdächtigt, sollte man zuerst die Rücklaufleitung auf Dichtigkeit prüfen.

Jeder neu eingesetzte Kraftstofffilter muss mit Kraftstoff gefüllt werden, damit keine Luft in die Pumpe gelangt. Der Filter wird an die Vorlaufleitung des Tanks angeschlossen. Mithilfe der bordeigenen elektrischen Förderpumpe kann der Filter durch mehrmaliges Ein- und Ausschalten der Zündung gefüllt werden. Ist keine Vorförderpumpe vorhanden, muss der Kraftstoff mit einer Unterdruckpumpe zum Füllen des Filters angesaugt werden.

Die Hochdruckerzeugung

Der Kraftstoff gelangt in der Einspritzpumpe über den Ringkanal 9 (**Bild 4a**) in den Rotor und strömt durch das offene Magnetventil 4 zwischen die Kolben der Hochdruckpumpe. Durch den Vordruck werden die Kolben bis an den Nockenring gedrückt.

Eine Radialkolbenpumpe hat im Gegensatz zur Axialkolbenpumpe keine Rückholfedern. Deswegen lässt sich eine intakte Radialkolbenpumpe im ausgebauten Zustand von Hand durchdrehen. **Schwergängigkeit ist ein Hinweis auf einen mechanischen Defekt.**

Dreht sich der Rotor weiter, laufen die Rollen auf die Er-

* Funktionsbeschreibungen der VP44 finden Sie auch in den Profi-Heften 3/97 und 11/98.

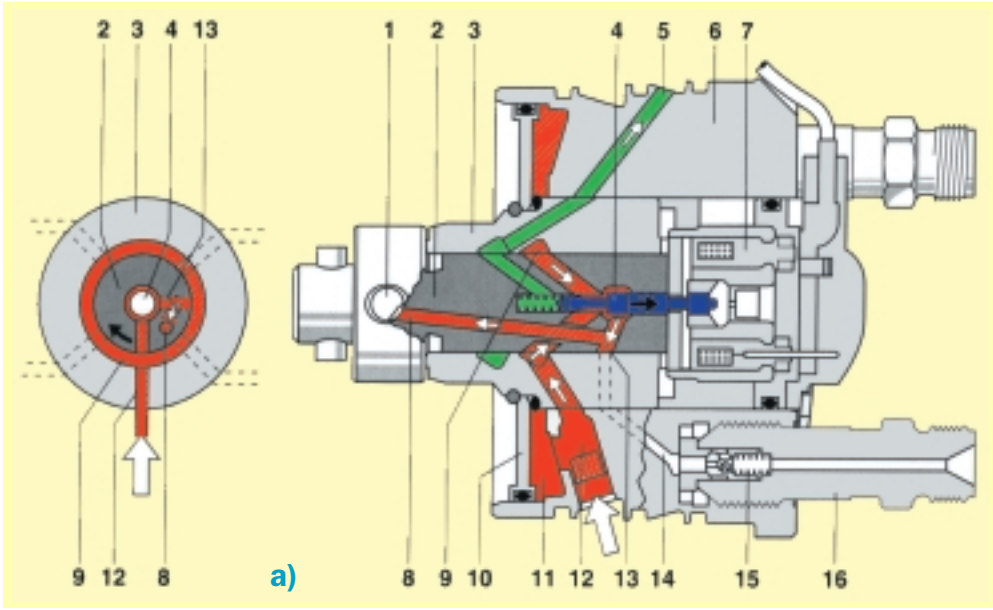


Bild 4a): Der Füllvorgang des Hochdruckraums. 1 H
4 Hochdruckmagnetventil, 5 Rücklauf, 6 Gehäuse, 7
10 Membran, 11 Ausgleichsraum, 12 Zulauf, 13 Ve
15 Rückströmdrossel, 16 Hochdruckstutzen. b) Hoc

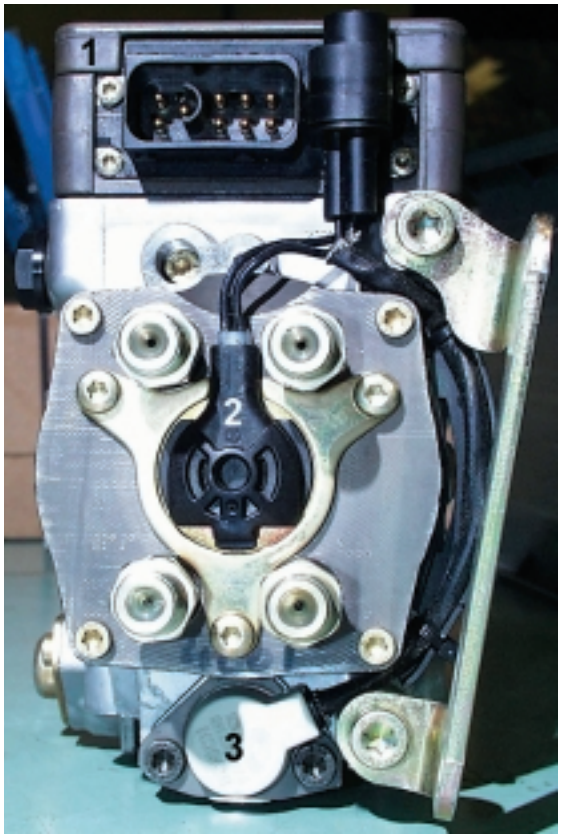
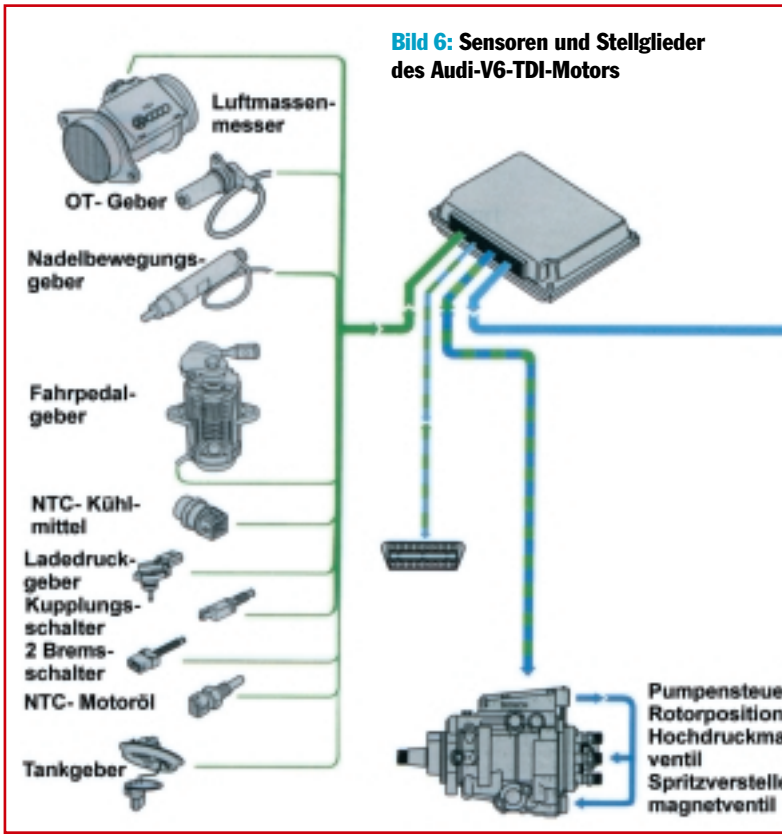


Bild 5: Das Pumpensteuergerät 1 steuert das Hochdruck-magnetventil 2 und das Spritzversteller-Magnetventil.

Bild 6: Sensoren und Stellglieder des Audi-V6-TDI-Motors



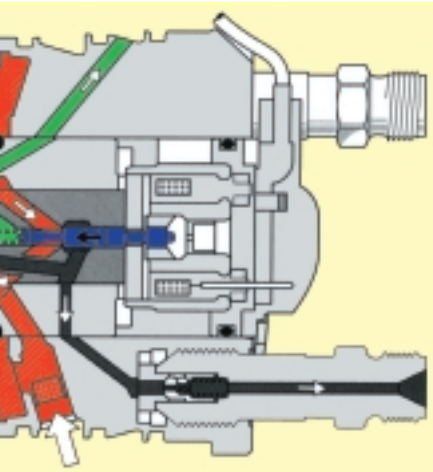
hebungen des Nockenrings auf. Die Radialkolben (Bild 2, 7) werden nach innen gedrückt und verdrängen den Kraftstoff aus dem Pumpenraum. Der Kraftstoff fließt auf dem Weg, den er gekommen ist, wieder zurück.

Erst wenn das Magnetventil Nummer 4 (**Bild 4b**) durchs Signal des Steuergeräts geschlossen wird, beginnt die Hochdruckförderung. Der Verteilerrotor steht jetzt vor dem Hochdruckausgang des entsprechenden Zylinders: Kraftstoff strömt durch die Rückströmdrossel zu den Einspritzdüsen. Der Einspritzvorgang ist beendet, sobald das Magnetventil wieder öffnet.

Das Steuergerät bestimmt über die Einschaltdauer des Magnetventils die Einspritzmenge. Die Membran Nr. 10 (Bild 2) fängt die Druckspitzen ab, die beim Förderende durch das Öffnen des Magnetventils entstehen.

Bei der VP44 teilen sich zwei Steuergeräte die Arbeit. Das Pumpensteuergerät bildet das Oberteil der Einspritzpumpe (**Bild 5**) und dient als Endstufe für das Hochdruck-Magnetventil und das Magnetventil des Spritzverstellers (**Bild 6**). In der Einspritzpumpe befindet sich der Drehwinkelgeber, der die Drehzahl und die Position der Einspritzpumpe misst (**Bilder 7** und **8**). Das Geberrad besitzt Zähne im Abstand von drei Grad und so viele Zahnlücken wie der Motor Zylinder hat.

Das Steuergerät benötigt die Information des Drehwinkelgebers zum zeitgenauen An-



ochdruckkolben, 2 Rotor, 3 Gehäuse,
7 Spule, 8 und 9 Zulaufbohrung,
rteilerbohrung, 14 Hochdruckausgang,
chdruckerzeugung.

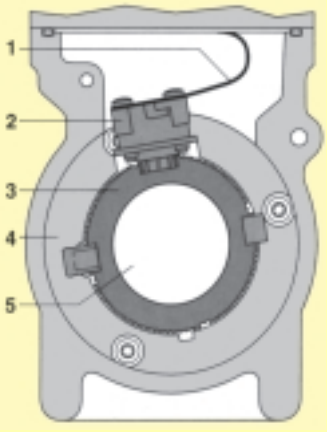


Bild 7: **Der Drehwinkelsensor der VP44. 1 flexible Leiterbahn, 2 Geber, 3 Geberrad, 4 Halter, mit dem Nockenring verbunden, 5 Rotor.**

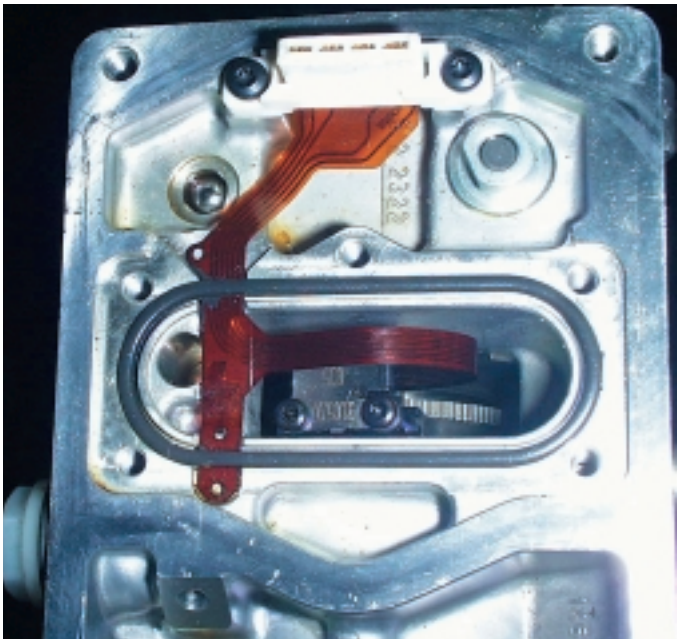
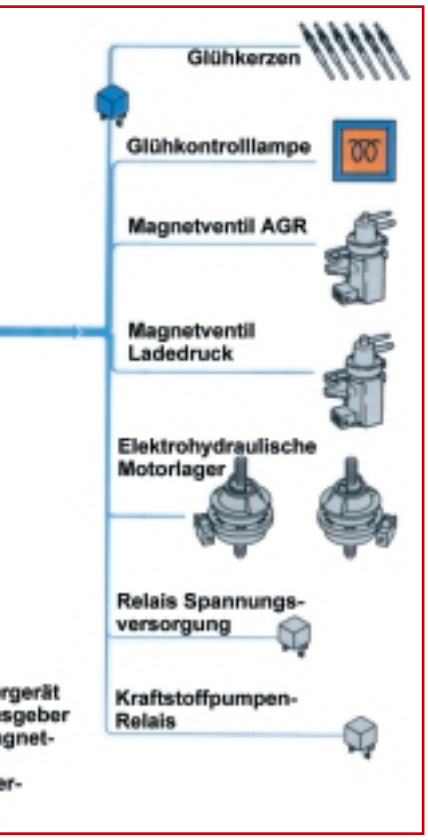


Bild 8: **Blick auf Drehwinkelsensor bei abgenommenem Steuergerät**



steuern des Magnetventils. In der Einspritzpumpe befindet sich der Temperaturfühler für den Kraftstoff, den das Steuergerät zum Berechnen der eingespritzten Kraftstoffmasse benötigt.

Alle anderen Sensoren schicken ihre Messdaten zum Motorsteuergerät (Bild 6, oben). Der Datenaustausch zwischen Motor- und Pumpensteuergerät erfolgt über die CAN-Bus-Leitungen. Zum Berechnen der Einspritzmenge benötigt das Motorsteuergerät neben der Drehzahl, die es über den Kurbelwellen-OT-Geber erhält, den Lastwunsch des Fahrers. Er wird dem Steuergerät über den Fahrpedalgeber mitgeteilt.

Erst wenn der Fahrer das Fahrpedal voll durchgetreten hat, melden sich Drehmoment- und Rauchbegrenzung zu Wort. Die **Drehmomentbegrenzung** verhindert die Überlastung des Antriebsstrangs oder wird durch den Tempomaten, die Antriebsschlupfregelung oder das ESP bestimmt. Die **Rauchbegrenzung** sorgt dafür, dass der Motor nicht mehr Kraftstoff erhält als er raucharm verbrennen kann. Dazu wird aus den vom Luftmassenmesser gemeldeten Werten und der Motordrehzahl die zulässige Einspritzmenge errechnet.

Die Spritzbeginnregelung

Der Spritzbeginn wird abhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge als Maß für die Motorlast in einem Kennfeld festgelegt. Als Korrekturfaktoren fließen die Motor- und die Ansauglufttemperatur und der Umgebungsdruck mit ein. Die wichtigsten Sensoren sind deshalb der Kurbelwellen-OT-Geber und der Drehwinkelgeber in der Einspritzpumpe. Der Drehwinkelgeber (Bild 7, 2) ist auf dem beweglichen Nockenring (4) montiert.

Zusammen mit dem Kurbelwellen-OT-Geber kann das Steuergerät die genaue Position des Einspritzpumpenrotors und des Spritzverstellers ermitteln und damit den Spritzbeginn festlegen. Ein Nadelbewegungsgeber ist nicht zwingend erforderlich. Ford und Opel haben auf einen Nadelbewegungsgeber verzichtet. BMW und Audi bauen zur Endkontrolle des Spritzbeginns einen Nadelbewegungsgeber ein.

Der Förderbeginn wird durch Schließen des Hochdruck-Magnetventils eingeleitet. Weil der Nockenhub der VP44 begrenzt ist, sorgt ein hydraulischer Spritzversteller für die passende Lage des Nockenrings (Bild 9, 1) bei Förderbeginn.

Sobald das Magnetventil geschlossen ist, baut sich im Steuerraum (9) der volle Systemdruck auf und verschiebt den Steuerkolben (8) nach rechts: Der Steuerschieber (3) verschließt die Ablaufbohrung (11). Im Raum vor dem Spritzverstellerkolben (2) steigt der Druck, der Spritzverstellerkolben folgt der Bewegung des Steuerkolbens und verdreht den Nockenring in Richtung früh.

Durch die Bewegung des Spritzverstellerkolbens wird die Bohrung Nr. 11 wieder geöffnet. Der Spritzverstellerkolben bleibt stehen. Sobald das Steuergerät das Magnetventil öffnet, sinkt der Druck im Steuerraum, der Steuerkolben bewegt sich nach links. Der Spritzverstellerkolben folgt der Bewegung und verdreht den Nockenring in Richtung spät.

Das Steuergerät kann das Magnetventil durch Anlegen eines entsprechenden Tastverhältnisses stufenlos öffnen und schließen. Ein großes Tastverhältnis bedeutet späten Förderbeginn, ein kleines Tastverhältnis bedeutet frühen Förderbeginn.

Die Abgasrückführung (AGR)

Das AGR-Ventil wird vom Steuergerät mithilfe eines elektropneumatischen Druckwandlers betätigt. Der stufenlos veränderbare Unterdruck ermöglicht stufenloses Öffnen des AGR-Ventils. Die AGR ist im Leerlauf und bei Teillast bis zu einer Drehzahl von ungefähr 3000 1/min aktiv. Oberhalb dieser Drehzahl oder bei Volllast wird die Abgasrückführung zur Schwarzrauchbegrenzung abgeschaltet.

Die Ladedruckregelung

Bei den Pkw-Motoren setzen sich zunehmend Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG) durch. Sie zeichnen sich durch hohen Ladedruck bei niedriger Drehzahl und schnelle Reaktionen auf Lastwechsel aus. Einen

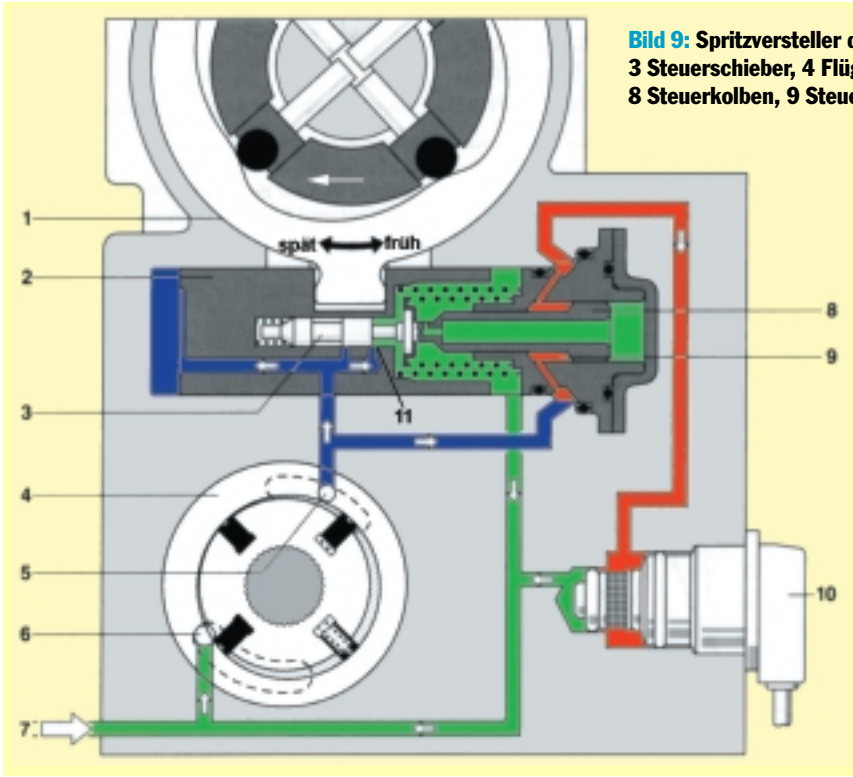


Bild 9: **Spritzversteller der VP44. 1 Nockenring, 2 Spritzverstellerkolben, 3 Steuerschieber, 4 Flügelzellenpumpe, 5 Druckseite, 6 Saugseite, 7 Zulauf, 8 Steuerkolben, 9 Steuerraum, 10 Magnetventil.**

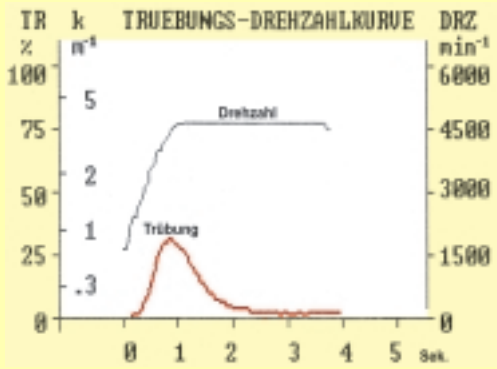


Bild 10: **Trübungs- und Drehzahlverlauf des intakten Audi V6-TDI-Motors. K_{max} = 0,87 1/m, Hochlaufzeit t_B = 0,7 s, Abregeldrehzahl = 4690 1/min, Messmodus A.**

VTG-Lader erkennt man an der tangential zu den Turbinenschaufeln angeordneten Unterdruckdose (Abbildung 20 in Folge 2). Sie verstellt die Leitschaufeln im Betrieb.

Der Unterdruck wird vom Steuergerät über einen elektropneumatischen Druckwandler verändert. Das Ergebnis wird vom Ladedruckgeber überwacht. Bei Ausfall der Steuerung, z. B. durch einen abgefallenen Unterdruckschlauch oder einen defekten Druckwandler, werden die Leitschaufeln in Stellung Ladedruckabbau gefahren, um eine Überlastung des Turboladers zu verhindern. Daraufhin sinkt die Motorleistung.

Fehlersuche

Die Eigendiagnose

Sensoren, Stellglieder und CAN-Verbindungen zwischen den Steuergeräten werden vom Motorsteuergerät auf Totalausfall überwacht. Bei leichten Fehlern wird der Motor im Notlaufbetrieb gefahren. Dann arbeitet er mit gespeicherten Ersatzwerten und nimmt zur Sicherheit die Einspritzmenge zurück.

Bei schweren Fehlern wird zur Vermeidung von Folgeschäden der Motor endgültig abgeschaltet. Ein solcher Fehler ist zum Beispiel ein leer gefahrener Kraftstofftank. Der Motor lässt sich erst wieder starten, wenn der Fehler behoben ist.

Die Eigendiagnose überwacht nur die elektrischen Komponenten des Einspritzsystems. Bei Fehlern in der Einspritzhydraulik oder in der Motormechanik ist sie hilflos oder schickt den Mechaniker sogar durch die Anzeige des Folgefehlers in die falsche Richtung.

Wenn der Fehlerspeicher trotz einer berechtigten Kundenbeanstandung „mit den Schultern zuckt“, sollte man zuerst alle Baugruppen überprüfen, die die Eigendiagnose nicht überwacht. Dazu gehört die Motormechanik. Ihr kann man mit einer **Kompressionsmessung** und dem Überprüfen der Steuerzeiten auf den Zahn fühlen. Die Einspritzhydraulik wird mit einer **Niederdruckmessung** am Pumpenrücklauf und einer **Düsenprüfung** abgecheckt. Zu Beginn einer jeden Fehlersuche sollte man, auch wenn es ungesund ist, seine Nase über den offenen Tankstutzen halten. Eine **Fehlbetankung** mit Benzin hat schon so manchen Mechaniker zur Verzweiflung gebracht. In der Elektrik muss die Spannungsversorgung beider Steuergeräte gemessen werden.

Man sollte nicht vergessen, dass unter einer fortschrittlichen Elektronik immer noch ein Verbrennungsmotor steckt, der auf mechanische oder hydraulische Störungen genauso reagiert wie seine Vorgänger vor 50 Jahren. Das sieht man auch bei der Trübungsmessung in der freien Beschleunigung, die immer dann durchgeführt werden sollte, wenn der Kunde Leistungsmangel oder zu hohe Rauchwerte beanstandet (Bild 10).

Der Vorteil dieser Prüfmethode liegt in der schnellen Zugänglichkeit. Auch im Zeitalter der allgegenwärtigen Plastikabdeckungen muss der Entwickler das Auspuffrohr frei halten. Der zweite Vorteil liegt in der Tatsache, dass sich der Sollwert bei jedem Fahrzeug auf dem Typenschild befindet. In einem eingerahmten Viereck findet man zum Beispiel beim Audi A6 2.5 TDI den k-Wert 0,8 1/m.

Die Elektronik hilft jedoch dem Mechaniker mit einer immer umfangreicheren Datenliste bei der Fehlersuche (Tabelle 1). Mit dem passenden Testgerät erhält man nach kurzer Zeit einen Überblick über die Messwerte der Sensoren und die Ansteuerung der Stellglieder. Hat das Fahrzeug längere Zeit gestanden, sollten alle Temperaturgeber (Zeile 5 bis 8) die gleichen Werte anzeigen.

Zeigt ein Temperaturgeber einen deutlich höheren oder niedrigeren Wert an, muss er durch weitere Messungen geprüft werden. Im Stand müssen der Ladedruckgeber und der Umgebungsdruckgeber (Zeilen 32 und 34) gleiche Werte anzeigen. Bei unruhigem Motorlauf lohnt sich ein Blick auf die Zeilen 21 bis 26. Hier wird die Einspritzmengenabweichung der einzelnen Zylinder aufgelistet, mit der die Leerlaufruheregelung die Toleranzen der einzelnen Zylinder ausgleicht. Der dritte Zylinder ist der Referenzzylinder, weil diese Einspritzdüse einen Nadelbewegungsgeber besitzt. Überschreitet ein Zylinder die zulässige Abweichung von 1,5 Milligramm pro Hub, muss mit einer Kompressionsmessung oder einer Düsenprüfung festgelegt werden, ob der Fehler in der Mechanik oder in der Einspritzhydraulik liegt.

Zeile	Messgröße	Messwert	Bemerkungen (Sollwerte usw.)
1.	Motordrehzahl	740 1/min	
2.	Gaspedalposition	0 %	Gaspedal losgelassen: 0 % durchgetreten: 100 %. Bei Abweichungen Einstellung des Fahrpedalgebers überprüfen.
3.	Leerlaufkontakt	geschlossen	
4.	Klimakompressorsignal	ein	
5.	Kühlmitteltemperatur	90 °C	ab 112 °C Überhitzungsschutz, Rücknahme der Einspritzmenge
6.	Kraftstofftemperatur	38,7 °C	
7.	Ansauglufttemperatur	27,5 °C	
8.	Öltemperatur	98 °C	ab 140 °C Überhitzungsschutz, Rücknahme der Einspritzmenge
9.	Bremspedalschalter	offen	
10.	Bremspedalkontrollschalter	geschlossen	
11.	Kupplungsschalter	offen	
12.	Geschwindigkeitsregelanlage	aus	
13.	Starteinspritzmenge	11,6 mg/H(ub)	bei letztem Motorstart
14.	Einspritzbeginn	1° v. OT	bei letztem Motorstart
15.	Einspritzbeginn Soll	0,6° v. OT	Sollwert im Leerlauf: 2° n. OT bis 2° v. OT, bei Volllast und 3800 bis 4200 1/min: 10 bis 15° v. OT, bei Soll-Ist-Abweichung Pumpendruck, Pumpengrundeinstellung und Spritzverstellermagnetventil prüfen
16.	Einspritzbeginn Ist	0,6° v. OT	
17.	Spritzverstellermagnetventil Tastverhältnis	73 %	Tastverhältnis muss bei steigender Drehzahl kleiner werden.
18.	Einspritzmenge	6,9 mg/h	
19.	Kraftstoffverbrauch	1,10 l/h	
20.	Ansteuerdauer Magnetventil	21 °KW	
21.	Einspritzmengen-abweichung zu Zylinder 3		
22.	Zylinder 1	+ 1,25 mg/H	Zulässige Abweichung ± 1,5 mg/H. Bei größeren Abweichungen Düsen und Kompressionsdruck prüfen.
23.	Zylinder 2	+ 1,25 mg/H	
24.	Zylinder 4	+ 0,39 mg/H	
25.	Zylinder 5	+ 1,02 mg/H	
26.	Zylinder 6	+ 0,78 mg/H	
27.	Einspritzmengenbegrenzung Drehmoment	29,8 mg/H	Sollwert bei Volllast und 2800 bis 3500 1/min: max. 37 bis 40 mg/H. Wert < 37 mg/H: Notlauf, Wert > 40 mg/H Chip-Tuning?
28.	Einspritzmengenbegrenzung Luftmasse	23,2 mg/H	Sollwert bei Volllast und 2800 bis 3500 1/min: 41 mg/H, Wert > 41 mg/H Chip-Tuning?, Wert < 41 mg/H Luftmassenmesser, AGR und Turbolader prüfen
29.	angesaugte Luftmasse (Sollwert)	259 mg/H	Zulässiger Unterschied Soll/Ist ± 20 mg/H. Bei größeren Unterschieden: AGR abgeschaltet, weil Leerlauf länger als 10 min, Gasstoß. Andernfalls AGR und Luftmassenmesser prüfen. Istwert konstant 550 mg/H, Ersatzwert. System im Notlauf.
30.	angesaugte Luftmasse (Istwert)	259 mg/H	
31.	Tastverhältnis AGR-Druckwandler	45 %	TVH muss bei Volllast und Drehzahlen über 3000 1/min auf 5 bis 10 % fallen.
32.	Umgebungsluftdruck	1000 mbar	zulässiger Unterschied zu Zeile 34 bei stehendem Motor und Zündung ein maximal ± 40 mbar
33.	Ladedruck (Sollwert)	1061 mbar	Ladedruck 1,9 bis 2,2 bar (absolut) bei Volllast und 2900 – 4000 1/min. Bei Abweichung Turbolader, Ladeluftkühler und Ladesteuerung prüfen.
34.	Ladedruck (Istwert)	1061 mbar	
35.	Tastverhältnis Druckwandler Turbolader	85 %	Tastverhältnis muss bei Erreichen des zulässigen Ladedrucks kleiner werden
36.	Zusatzheizung	ein	
37.	Generatorauslastung	51 %	
38.	Kraftstoffmengendiagnose	000	000 = i.O., 100 = Tank leer, 010 = Tank fast leer, 001 = Warnsignal im Schalttafeleinsatz aktiviert
39.	Kraftstoffpumpe	ein	
40.	Versorgungsspannung Motorsteuergerät	13,45 V	
41.	Versorgungsspannung Pumpensteuergerät	13,68 V	
42.	Einspritzpumpe	00 000 000	i.O. 00 000 001: Magnetventil ständig bestromt. 00 000 010: Magnetventil defekt. 00 000 100: Geber für Pumpendrehzahl defekt. 00 001 000: Spritzversteller defekt. 00 010 000: Spritzbeginn nicht erkannt. 00 100 000: Abschaltsignal gesetzt. 01 000 000: Motordrehzahl nicht erkannt. 10 000 000: Datenleitung defekt.

Tabelle 1: Auszug aus der Datenliste eines Audi A6 2,5 TDI im Leerlauf

Überschreiten alle Zylinder der Zeilen 22 bis 26 die zulässige Abweichung im negativen Bereich, liegt der Fehler bei Zylinder 3, der nur mit einer großen Einspritzmenge in Betrieb gehalten werden kann.

Bei Verdacht auf Chip-Tuning kann man in Zeile 27 und 28 überprüfen, ob der Tuner die Kennfelder für die Einspritzmengenbegrenzung verändert hat. Die Abgasrückführung wird in den Zeilen 29 und 30 überprüft. Ist die angesaugte Luftmasse zu groß, ist wahrscheinlich die AGR abgeschaltet. Im Leerlauf kann sie mit einem der Gasstöße wieder aktiviert werden. Ist die angesaugte Luftmasse zu klein, hängt entweder das AGR-Ventil offen oder der Luftmassenmesser ist defekt.

Springt der Motor nicht an, sind die Tabellenzeilen 38 bis 42 von Bedeutung. Ein leer gefahrener Tank, eine defekte Kraftstoffpumpe, fehlende Versorgungsspannungen oder eine defekte Einspritzpumpe können schnell entdeckt werden. In der tragbaren Ausführung kann der Tester auch während der Fahrt eingesetzt werden. Zum Erkennen von schnellen Ausreissern ist die Datenliste nicht geeignet, weil die Datenübertragung vom Steuergerät zum Diagnosetester noch sehr langsam erfolgt.

Hubertus Günther

ALLES, WAS RECHT IST

Zu niedriger Lohn sittenwidrig

Ein Gehalt, das mehr als 40 % unter dem allgemeinen Entgeltniveau liegt, ist sittenwidrig. So eine Vereinbarung ist unwirksam. In diesem Fall reicht es nicht, dass der Arbeitgeber das Gehalt auf gut 70 % der üblichen Vergütung anhebt (das niedrigste Niveau, das das Bundesarbeitsgericht nicht beanstandet hat), sondern der Arbeitgeber muss das übliche Entgelt zahlen (im konkreten Fall: 2500 statt 1500 Mark).

ArbG Herne vom 5. 8. 98 – 5 Ca 4010/97