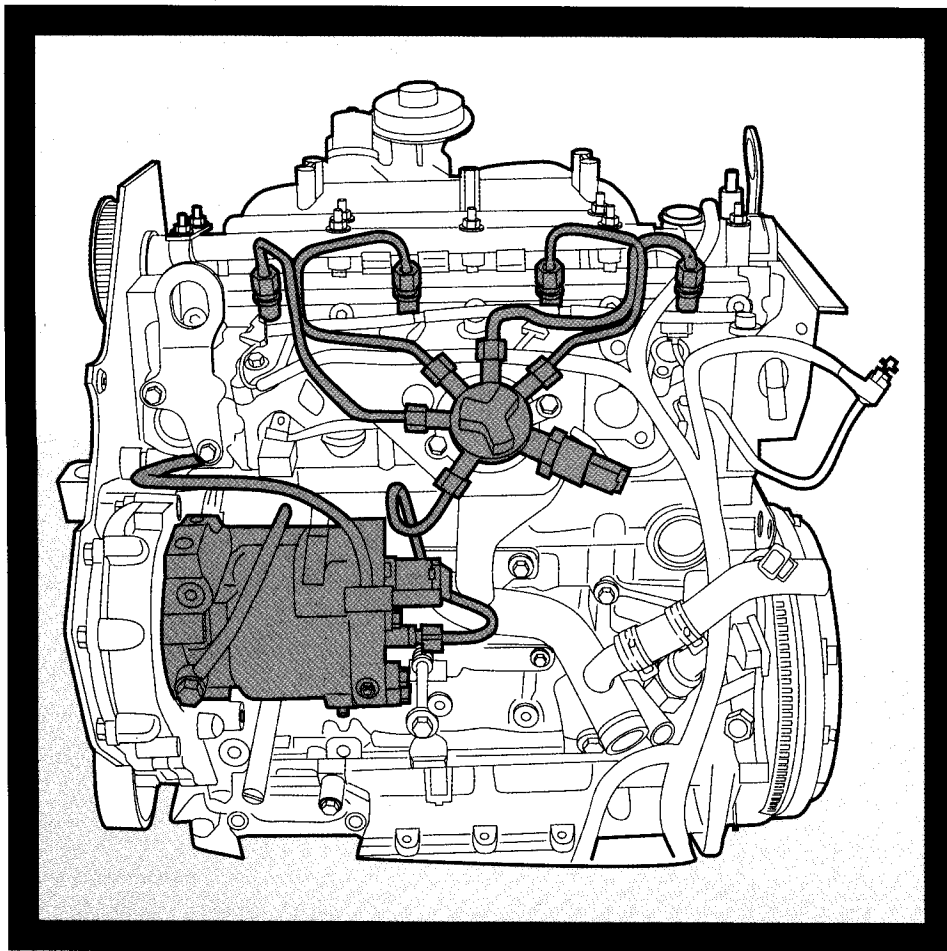


Technisches Service Training

2001.5 Focus

Produkt-Einführung TN7002116S

1.8L DuraTorq-TDCi-Dieselmotor



Techniker Information



Die in dieser Ausgabe enthaltenen Bilder, technische Informationen, Daten und Beschreibungen entsprechen dem Stand bei Drucklegung. Änderungen von Preisen, technischen Daten, Einrichtungen und Wartungs-Anweisungen sind jederzeit ohne Notiz im Rahmen des FORD-Geschäftsgrundsatzes einer dauernden Weiterentwicklung und Verbesserung möglich.

Nachdruck, Einspeicherung in ein Datenverarbeitungs-System oder Übertragung durch elektronische, mechanische, fotografische oder irgendwelche andere Mittel, Aufzeichnung der Übersetzung dieser Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der Ford-Werke Aktiengesellschaft. Eventuelle Irrtümer behalten wir uns vor.

© 2000

FORD-WERKE AKTIENGESSELLSCHAFT
Service-Schulungsprogramme D-P/GT-1
Printed in Germany – (D)

Gedruckt auf umweltfreundlichem chlorfreiem Papier.

Die Anforderungen an moderne Dieselmotoren hinsichtlich Leistung, Kraftstoffverbrauch, Abgas- und Geräuschemissionen werden immer höher. Diese Tendenz kann nur mit einer stetigen Verbesserung der Gemischbildung erfüllt werden.

Die mechanische Verteilereinspritzpumpe hat hinsichtlich der Präzision der Steuerung des Einspritzbeginns und der Einspritzmenge Grenzen.

Mit dem Focus 2001.5 wird der 1.8L DuraTorq-TDCi-Dieselmotor mit Common-Rail Einspritzsystem eingeführt.

Durch das Common-Rail Einspritzsystem sind Druckerzeugung und Einspritzung entkoppelt. Der Einspritzdruck kann so unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt werden. Durch die präzise gesteuerte Piloteinspritzung wird das Verbrennungsgeräusch nachhaltig reduziert. Weiterhin kann durch eine optimale Strahlaufbereitung die Verbrennung in nahezu idealer Weise den gesamten Brennraum erfassen, was dem Emissionsverhalten zugute kommt. Ein eigenes Steuergerät überwacht dabei die Einspritz- und Verbrennungsabläufe der Vor- und Haupteinspritzung über den gesamten Drehzahlbereich.

In dieser Produkt-Einführungsbroschüre werden alle Komponenten des Common-Rail Einspritzsystems und deren Funktion sowie die Änderungen am Basismotor ausführlich beschrieben.

Diese Techniker Information ist in Lektionen gegliedert. Gemäß dem neuen globalen Ford-Trainingskonzept ist sie als Selbstlernmedium konzipiert.

Jeweils zu Beginn einer Lektion werden die Ziele genannt, die durch das Bearbeiten der Lektion erreicht werden sollen. Am Ende einer Lektion stehen jeweils Testfragen, um den Lernfortschritt zu überprüfen. Die Lösungen hierzu sind am Ende der Techniker Information aufgeführt.

Bitte vergessen Sie nicht, dass diese Trainingsdokumentation nur für FORD TRAININGSZWECKE entwickelt wurde.

Die Durchführung von Reparatur- und Einstellarbeiten **MUSS** ausschließlich nach den Anleitungen und Spezifikationen der Werkstattliteratur erfolgen.

Bitte besuchen Sie die von den Ford Schulungszentren angebotenen Lehrgänge, wo Ihnen ein umfassendes Wissen in Theorie und Praxis vermittelt wird.

Einleitung	1
Vorwort	1
Inhaltsverzeichnis	2
Lektion 1 – Einführung	5
Lernziele	5
Allgemeines	6
Motorkennzeichnung	8
Motor/Getriebe-Kombination	8
Motorleistung und Drehmoment	9
Technische Daten	9
Testfragen	10
Lektion 2 – Motormechanik	11
Lernziele	11
Bauteile	12
Zylinderkopf und -haube	12
Zylinderkopf	13
Anbauteile – Zylinderblock	14
Zylinderblock	16
Pleuel	17
Kolben	18
Schwingungsdämpfer	19
Zwei-Massen Schwungrad	19
Automatischer Zahnriemenspanner	20
Ölkühler und -filter	20
Thermostat	21
Testfragen	22

Lektion 3 – Common-Rail Einspritzsystem	23
Lernziele	23
Allgemeines	24
Aufbau	27
Systemübersicht	27
Kraftstoffsystem	28
Hochdruckpumpe	28
Niederdrucksystem	29
Hochdrucksystem	34
Einspritzventile	38
Einspritzverlauf	42
Testfragen	44
Lektion 4 – Motorregelung	45
Lernziele	45
Übersicht	46
Bauteile	51
Modul – Einspritzventile	51
Kraftstofftemperatur-Sensor	51
Kraftstoffdrucksensor	52
Kraftstoffdosierventil	52
Unterdruckdose – Saugrohrklappe	53
Kurbelwellenstellungs (CKP) -Sensor	53
Schwungrad	54
Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor	54
Klopfsensor (KS)	55

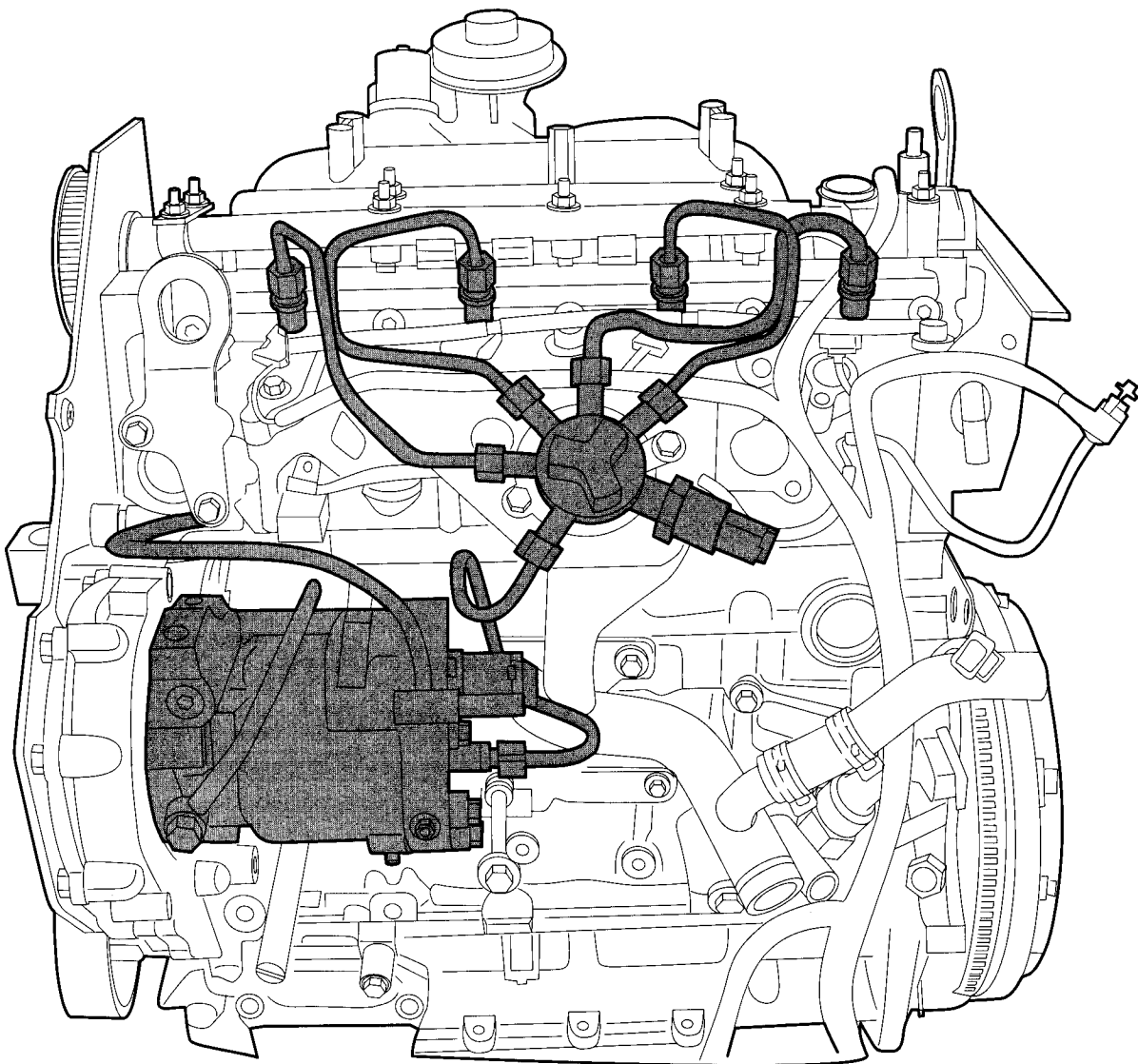
	Seite
Luftmassen (MAF) -Sensor	55
Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor	56
Magnetventil – Ladedruck	56
Magnetventil – Saugrohrklappe	57
Abgasrückführungs (EGR)-Magnetventil	57
Testfragen	58
Abkürzungsverzeichnis	59
Lösungen zu den Testfragen	60

Lektion 1 – Einführung

Lernziele

Nach Bearbeiten dieser Lektion

- können Sie die technischen Unterschiede zum 1.8L Endura-DI Motor mit Turboaufladung beschreiben,
- kennen Sie die technischen Daten des Focus 1.8L DuraTorq-TDCi-Dieselmotor mit Common-Rail Einspritzsystem,
- sind Sie mit den äußeren Merkmalen des 1.8L DuraTorq-TDCi-Dieselmotors vertraut.

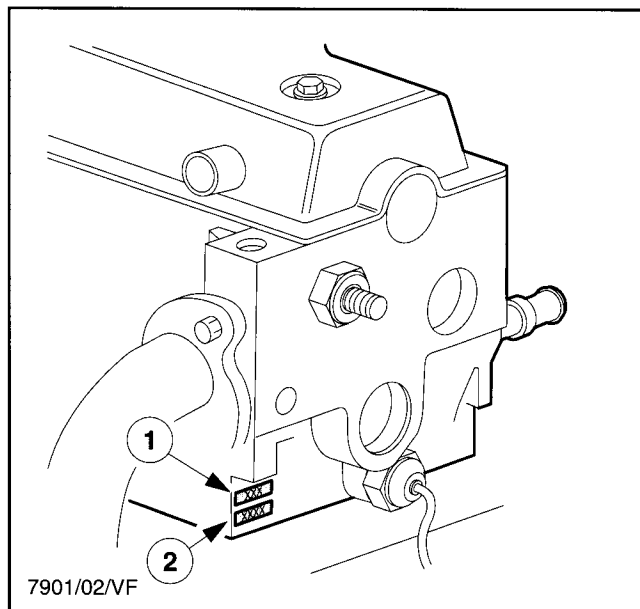


7901/01/VF

- Der 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor mit Common-Rail Einspritzsystem basiert auf dem 1.8L Endura-DI-Dieselmotor mit Verteilereinspritzpumpe, Ladeluftkühlung, Abgasrückführung und 66 kW (90 PS) Leistung.
- Durch den Einsatz eines variablen Turboladers und des Common-Rail Einspritzsystems wurde die Leistung auf 85 kW (115PS) und das Drehmoment auf 250 Nm erhöht.
- Der Motorblock und die Bauteile des Kurbeltriebs wurden hinsichtlich der gesteigerten Leistung überarbeitet und in einigen Details geändert.
- Durch den Einsatz des variablen Turboladers wurde der Auspuffkrümmer überarbeitet. Diese Änderung betrifft auch den Ansaugkrümmer, der zusätzlich mit einer Unterdruckdose – Saugrohrklappe ausgestattet wurde.
- Der Motor wird vom Motorregelungssystem EEC V mit integrierter Strategie für den variablen Turbolader und das Common-Rail Einspritzsystem geregelt. Zudem kommt zur Steuerung des Common-Rail Einspritzsystems ein Modul – Einspritzventile (IDM) zum Einsatz.
- Zusätzlich benötigt das Common-Rail Einspritzsystem eine Zylindererkennung, die durch einen Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor realisiert wurde.
- Die Diagnose des Motorregelungssystems erfolgt mit dem Weltweiten Diagnose-System (WDS) über den Diagnoseanschluss (DLC).

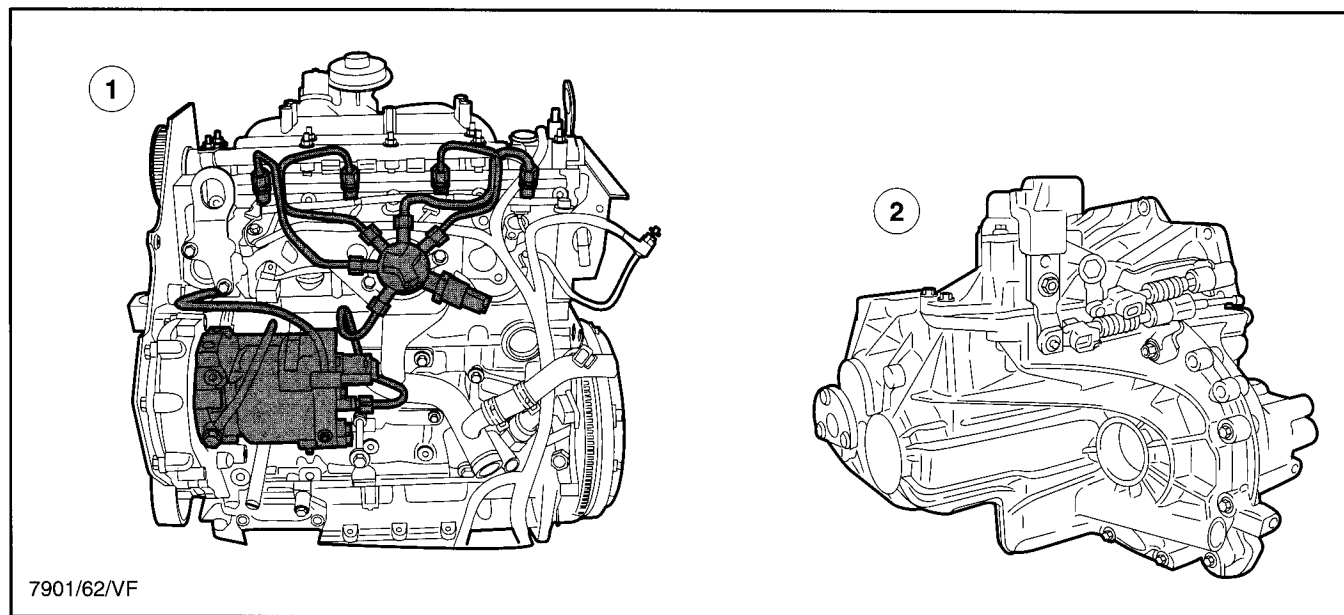
Motorkennzeichnung

- Motorcode und Seriennummer befinden sich am Zylinderkopf.



- 1 Motorcode F9DA
- 2 Seriennummer

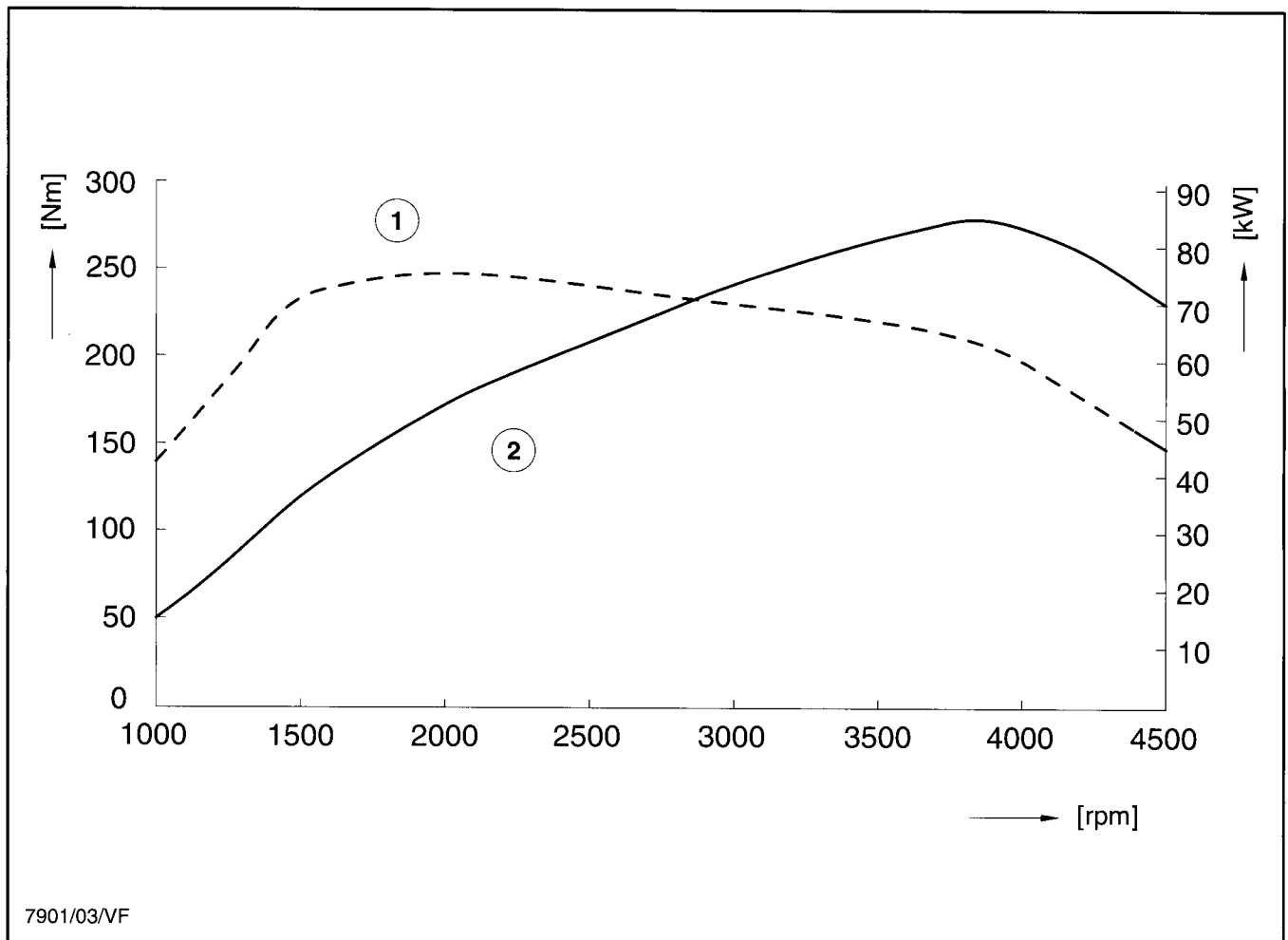
Motor/Getriebe-Kombination



- 1 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor

- 2 Schaltgetriebe MTX-75

Motorleistung und Drehmoment



1 Drehmomentkurve

2 Leistungskurve

Technische Daten

Motordaten	Dimensionen
Hubraum	1753 cm ³
Hub	82 mm
Bohrung	82,5 mm
Maximale Leistung (DIN/EEC)	85 kW (115PS) bei 3800 min ⁻¹
Maximales Drehmoment (DIN/EEC)	250 Nm bei 1850 min ⁻¹
Verdichtungsverhältnis	18,5 : 1

Kreuzen Sie die jeweils richtige Antwort an.

1. Welche Aussage über den 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor ist richtig?

- ☐ a) Der 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor verfügt über ein Pumpe-Düse Einspritzsystem.
- ☐ b) Der 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor ist mit einem Common-Rail Einspritzsystem ausgerüstet.
- ☐ c) Der 1.8L Dur Torq-TDCi-Motor arbeitet mit einer Verteilereinspritzpumpe.
- ☐ d) Das Einspritzsystem des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors entspricht dem des 1.8L Endura-DI Motors.

2. Welchen entscheidenden Vorteil bietet das Einspritzsystem des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors?

- ☐ a) Druckerzeugung und Einspritzung sind voneinander unabhängig (entkoppelt).
- ☐ b) Der Einspritzdruck ist von der Motordrehzahl abhängig.
- ☐ c) Der Einspritzzeitpunkt kann nicht frei gewählt werden.
- ☐ d) Die Einspritzung erfolgt kontinuierlich.

3. Welche Aussage über die Piloteinspritzung ist falsch?

- ☐ a) Durch die Piloteinspritzung verringert sich die Belastung des Kurbeltriebs.
- ☐ b) Durch die Piloteinspritzung können wesentlich höhere Einspritzdrücke erzielt werden.
- ☐ c) Die Piloteinspritzung reduziert die Verbrennungsgeräusche.
- ☐ d) Durch die entsprechende Erhöhung des Einspritzdrucks werden die Abgasemissionen reduziert.

Lektion 2 – Motormechanik

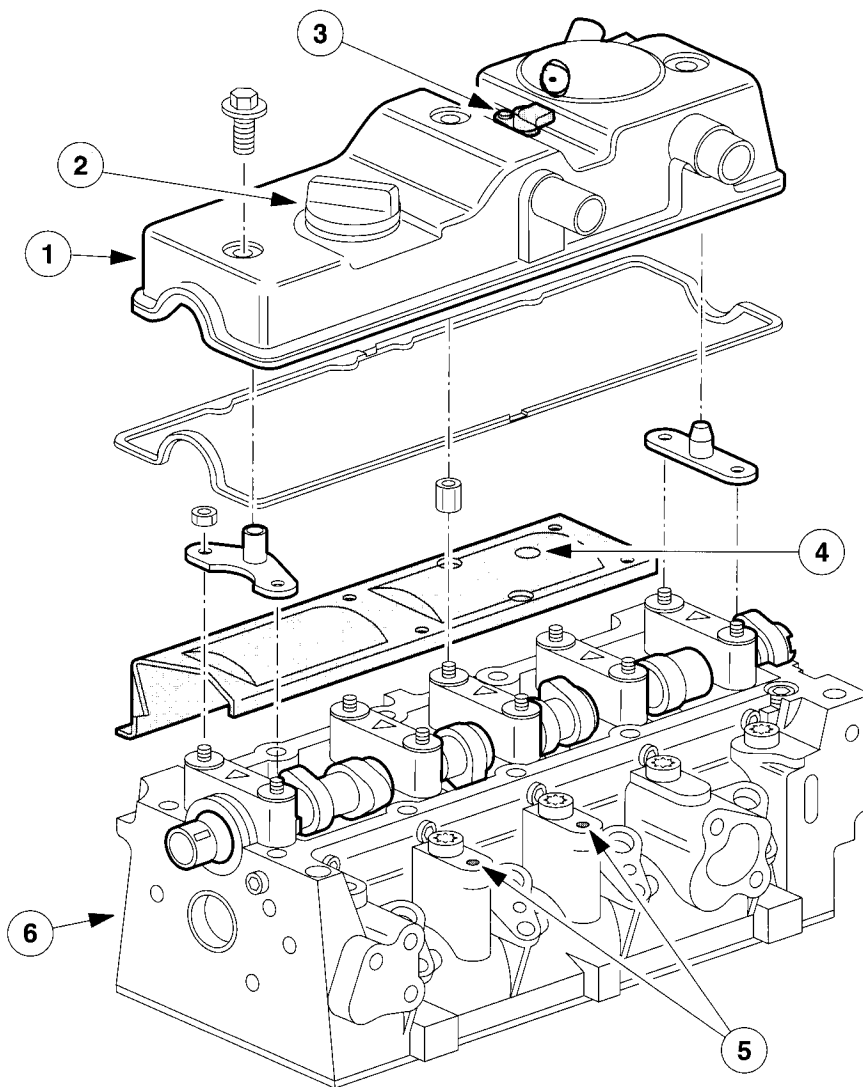
Lernziele

Nach Bearbeiten dieser Lektion

- sind Ihnen die Änderungen am Zylinderkopf des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors und an den entsprechenden Anbauteilen im Vergleich zum 1.8L Endura-DI Motor vertraut,
- ist Ihnen die Kennzeichnung von Zylinderblock, Pleuel und Kolben sowie deren Modifikationen bekannt,
- sind Sie mit den Maßnahmen zur Schwingungskompensation der Kurbelwelle vertraut,
- kennen Sie die Modifikationen an Nockenwellenantrieb, Schmierungs- und Kühlsystem.

Zylinderkopf und -haube

- Der Zylinderkopf bleibt, bis auf zwei zusätzliche Bohrungen zur Befestigung der Halteplatte des Kraftstoffverteilerrohrs (Common-Rail), unverändert.
- Der Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor wurde in die Zylinderkopfhaube integriert.
- Als zusätzliches Unterscheidungsmerkmal der Zylinderköpfe ist rechts neben dem Auslasskanal am Zylinder 1 eine Einfräsung eingearbeitet.
- Das Ölprallblech erhielt zusätzlich eine Bohrung für den CMP-Sensor.



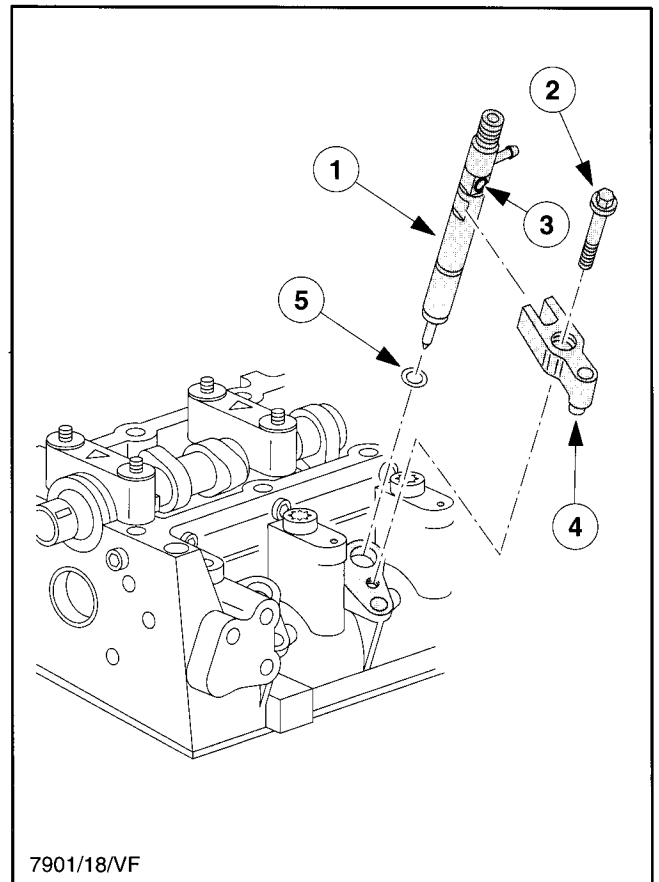
7901/04/VF

- | | |
|--|---|
| 1 Zylinderkopfhaube | 5 Bohrungen für Halteplatte – Kraftstoffverteilerrohr |
| 2 Öleinfüll-Deckel | 6 Kennzeichnung – Zylinderkopf |
| 3 CMP-Sensor | |
| 4 Bohrung für CMP-Sensor im Ölprallblech | |

Zylinderkopf

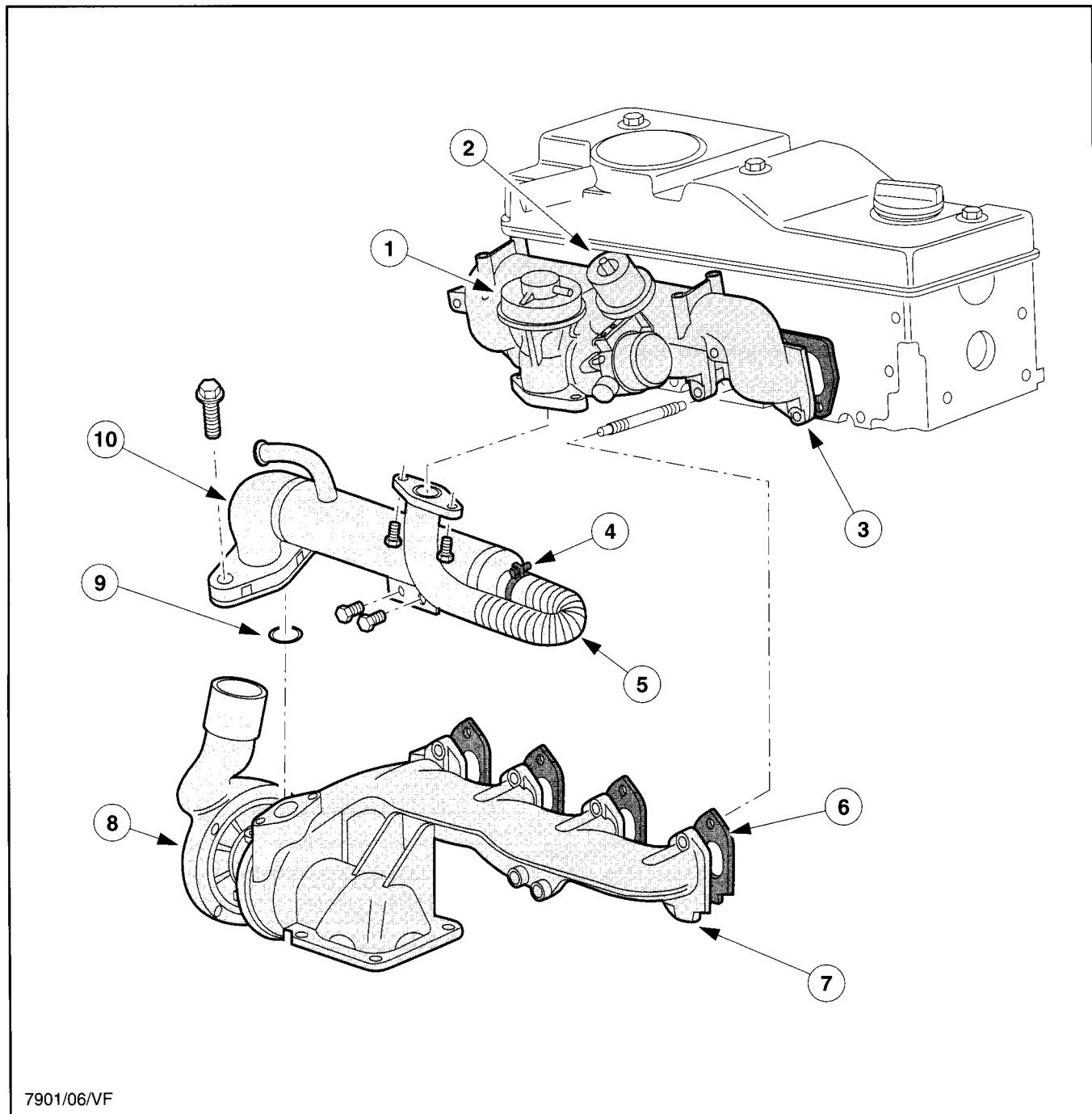
- Der gusseiserne Zylinderkopf basiert auf dem des Endura-DI.
- Die Anordnung der Glühstiftkerzen und Einspritzdüsen bleibt unverändert.
- Die Einspritzventile sind gesteckt und werden jeweils durch geänderte Halter in Einbaulage gehalten.

BEACHTEN: Die Befestigungsschrauben der Halter müssen mit einem vorgeschriebenem Drehmoment befestigt werden. Die Befestigungsschrauben und die Kupferdichtringe dürfen nicht wiederverwendet werden. Siehe aktuelle Service-Literatur.



- 1 Einspritzventil
- 2 Befestigungsschraube
- 3 Elektrischer Anschluss
- 4 Halter – Einspritzventil
- 5 Kupferscheibe

Anbauteile – Zylinderkopf



- 1 EGR-Ventil
- 2 Unterdruckdose – Saugrohrklappe
- 3 Ansaugkrümmer
- 4 Schelle – Verbindungsrohr
- 5 Verbindungsrohr

- 6 Dichtung – Abgaskrümmer
- 7 Abgaskrümmer
- 8 Variabler Turbolader
- 9 Dichtung – EGR-Kühler
- 10 EGR-Kühler

Ansaugkrümmer mit EGR-Ventil

- Der Ansaugkrümmer wurde für den Einsatz im 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor modifiziert.
- Das EGR-Ventil hat keinen EGR-Stellungssensor mehr.
- Ergänzt wurde eine Unterdruckdose – Saugrohrklappe. Sie hat die Aufgabe, ein Schütteln des Fahrzeugs beim Abstellen des Motors zu verhindern.
- Betätigt wird die Unterdruckdose – Saugrohrklappe über das Magnetventil – Saugrohrklappe, die vom EEC V angesteuert wird.

BEACHTEN: Die Dichtung des Ansaugkrümmers darf nicht wiederverwendet werden.

Abgaskrümmer

- Der Abgaskrümmer wurde für den Einsatz eines größeren variablen Turboladers überarbeitet.

EGR-Kühler

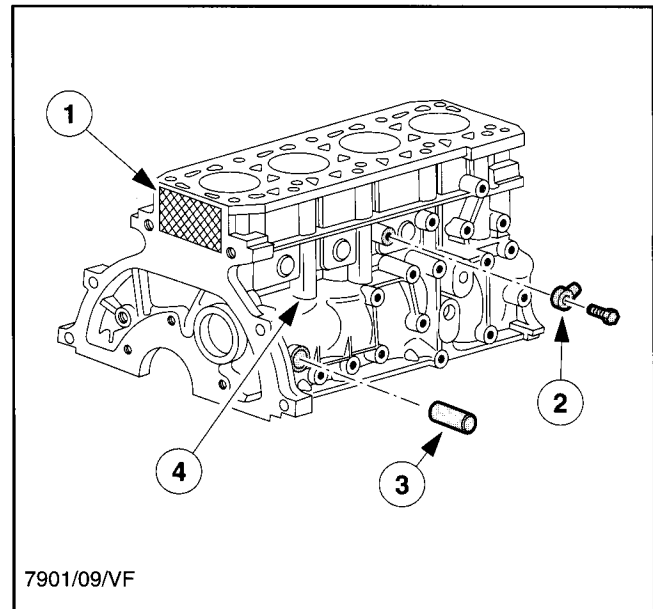
- Der modifizierte EGR-Kühler wird nicht mehr mit einer Schelle befestigt. Er ist über einen Flansch mit dem Abgaskrümmer verschraubt. Dadurch wird eine bessere Abdichtung erzielt.

Turbolader

- Für den 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor kommt ein variabler Turbolader zum Einsatz.
- Der Turbolader bildet mit dem Abgaskrümmer eine Einheit.
- Die Leistungssteigerung wurde hauptsächlich durch den Einsatz des variablen Turboladers erreicht.
- Der Ladedruck konnte auf diese Weise im Vergleich zum 1.8L Endura-DI Motor von 1,0 bar bei 2200 min⁻¹ auf 1,2 bar bei 2500 min⁻¹ gesteigert werden.

Zylinderblock

- Auch der Zylinderblock basiert auf dem des Endura-DI Motors, er wurde jedoch durch zusätzliche Versteifungsrippen verstärkt.
- Die Anpassung des Spiels zwischen Zylinder und Kolben ist weiterhin durch zwei verschiedene Bohrungsdurchmesser ab Werk gewährleistet.
- Die verschiedenen Bohrungen sind durch Buchstaben (A oder B) auf dem Block gekennzeichnet.
- Um eine bessere Ölabdichtung zu erzielen, wurde der Rücklauf des Turboladers modifiziert.
- Zur Überwachung der Verbrennungsgeräusche kommt jetzt ein Klopfsensor (KS) zum Einsatz. Dieser sitzt auf der Rückseite des Zylinderblocks.

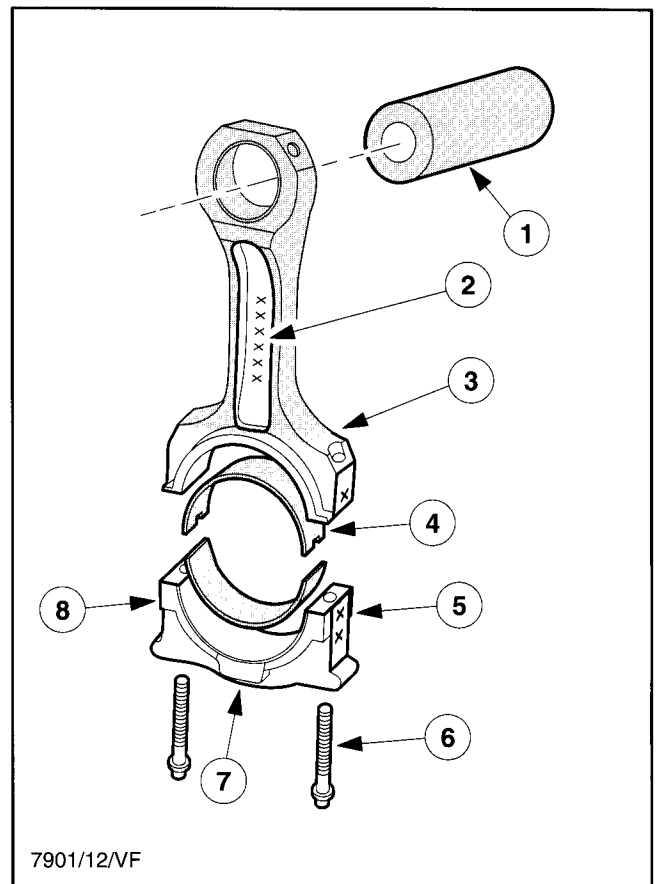


- 1 Motor-Kennzeichnung
- 2 Klopfsensor (KS)
- 3 Ölrücklauf – Turbolader
- 4 Versteifungsrippen

Pleuel

- Aufgrund des höheren Motordrehmoments gegenüber dem 1.8L Endura-DI Motor sind auch die Verbrennungsdrücke gestiegen. Dies brachte folgende Änderungen mit sich:
 - verstärkte Lagerschalen mit Haltenasen
 - verstärkte Pleuelschäfte und vergrößerte Durchmesser des Pleuelauges
 - vergrößerter Außendurchmesser des Pleuelbolzens
- Die Einteilung und Kennzeichnung der Pleuel hinsichtlich Längen- und Gewichtsklassen wurde beibehalten.
- Die Nase am Lagerdeckel und die Teilenummer auf dem Pleuel müssen beim Einbau in Richtung Stirnseite zeigen.

BEACHTEN: Die Befestigungsschrauben müssen nach dem Lösen erneuert werden.

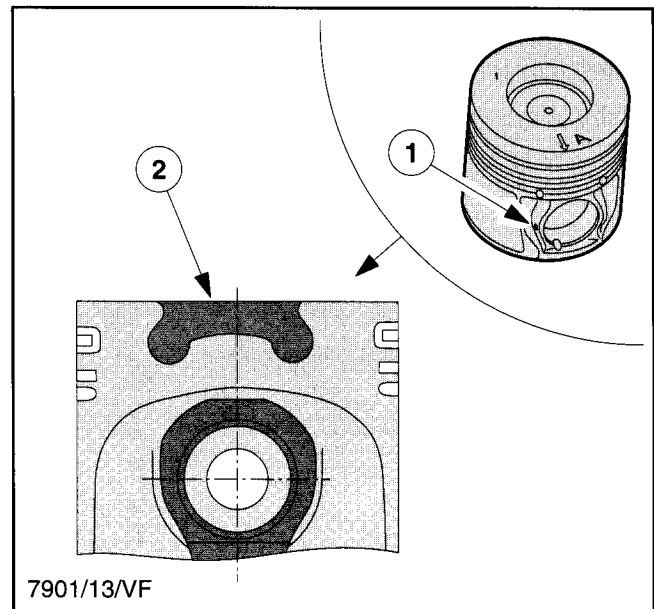


- 1 Pleuelbolzen
- 2 Teilenummer
- 3 Pleuel
- 4 Lagerschale
- 5 Kennzeichnung der Pleuellänge
- 6 Befestigungsschraube – Pleuellagerdeckel
- 7 Kennzeichnung der Einbaulage
- 8 Kennzeichnung der Gewichtsklasse

Kolben

- Die Kolbenmulde wurde zur Optimierung der Verwirbelung vergrößert und überarbeitet.
- Der Pfeil auf dem Kolbenboden, bzw. die Markierung am Kolbenschaft, muss beim Einbau zur Stirnseite des Motors weisen.
- Die Klassifizierungen nach Durchmesser (A und B) und Gewicht (+ und –) müssen beachtet werden.

BEACHTEN: Es dürfen nur Kolben gleicher Gewichtsklasse eingebaut werden.

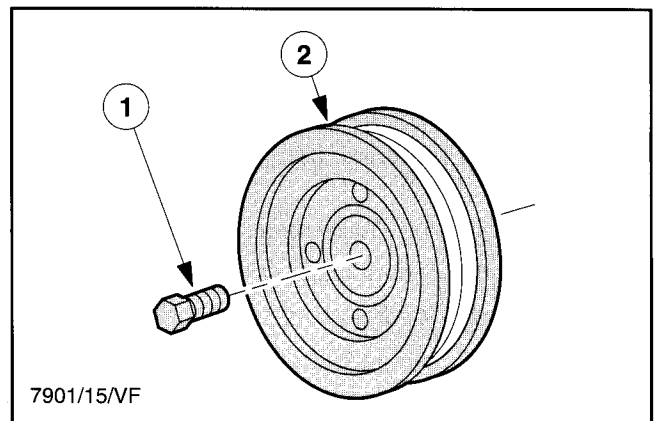


- 1 Markierung
- 2 Kolbenmulde

Schwingungsdämpfer

- Der Schwingungsdämpfer wurde für den Einsatz in Verbindung mit einem Zwei-Massen Schwungrad im Außenbereich um 6 mm verstärkt.
- Die Befestigungsschraube wurde um 3 mm auf 86 mm verkürzt.

BEACHTEN: Das geänderte Anzugsdrehmoment ist der aktuellen Service-Literatur zu entnehmen.



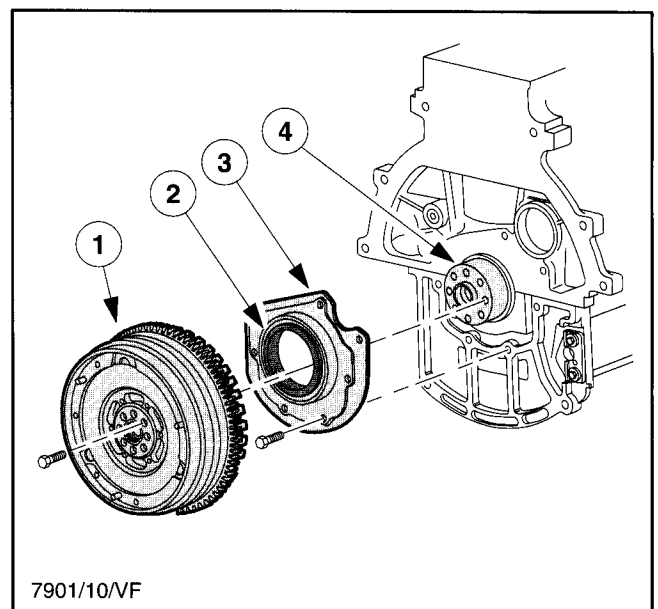
- 1 Befestigungsschraube – Schwingungsdämpfer
- 2 Schwingungsdämpfer

Zwei-Massen Schwungrad

- Mit dem Focus 2001.5 wird ein Zwei-Massen Schwungrad eingeführt.
- Durch die periodisch auftretenden Verbrennungsvorgänge werden Drehschwingungen im Antriebsstrang angeregt. Dies würde aufgrund der höheren Verbrennungsdrücke zu Getrieberasseln und Karosseriedröhnen führen.
- Das Zwei-Massen Schwungrad dämpft jedoch diese Geräuschquellen, so dass der vom 1.8L Endura-DI bekannte Fahrkomfort noch verbessert werden konnte.
- Die Befestigungsschrauben wurden geändert. Sie verfügen über einen Bund am Sechskant.

BEACHTEN: Das geänderte Anzugsdrehmoment ist der aktuellen Service-Literatur zu entnehmen.

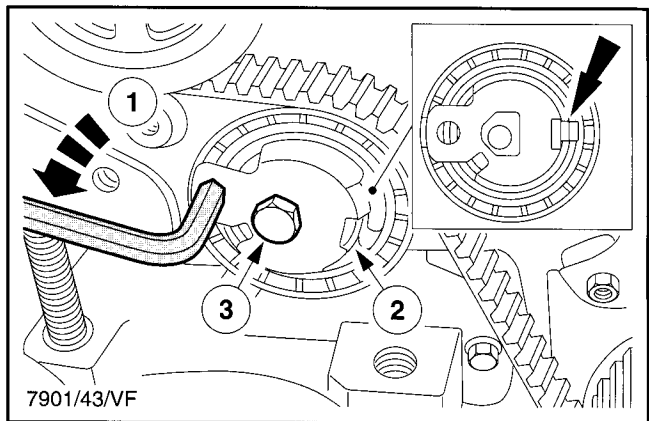
BEACHTEN: Das Zwei-Massen Schwungrad darf nicht zerlegt werden.



- 1 Schwungrad
- 2 Führungshülse
- 3 Radialdichtringträger – Kurbelwelle
- 4 Kurbelwelle

Automatischer Zahnriemenspanner

- Wie bereits beim 1.8L Endura-DI-Motor kommt ein automatischer Zahnriemenspanner zum Einsatz. Dieser ist jedoch für den 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor leicht modifiziert worden.
- Der automatische Zahnriemenspanner ist nach Auflegen des Zahnriemens so weit gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, bis der Zapfen (Pfeil) mit der Aussparung (2) fluchtet.
- Er ist mit dem Innensechskantschlüssel so lange auf Spannung zu halten, bis die Befestigungsschraube mit dem vorgeschriebenen Drehmoment angezogen wurde.

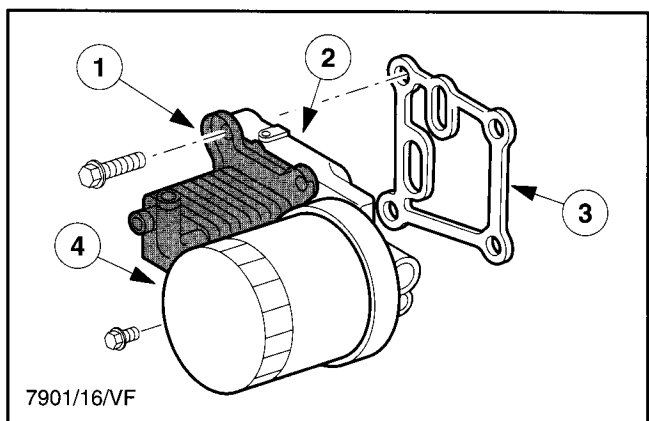


- 1 Drehrichtung des Werkzeugs
- 2 Aussparung
- 3 Befestigungsschraube

BEACHTEN: Der Zahnriemenwechsel ist gemäß Service-Literatur durchzuführen.

Ölkühler und -filter

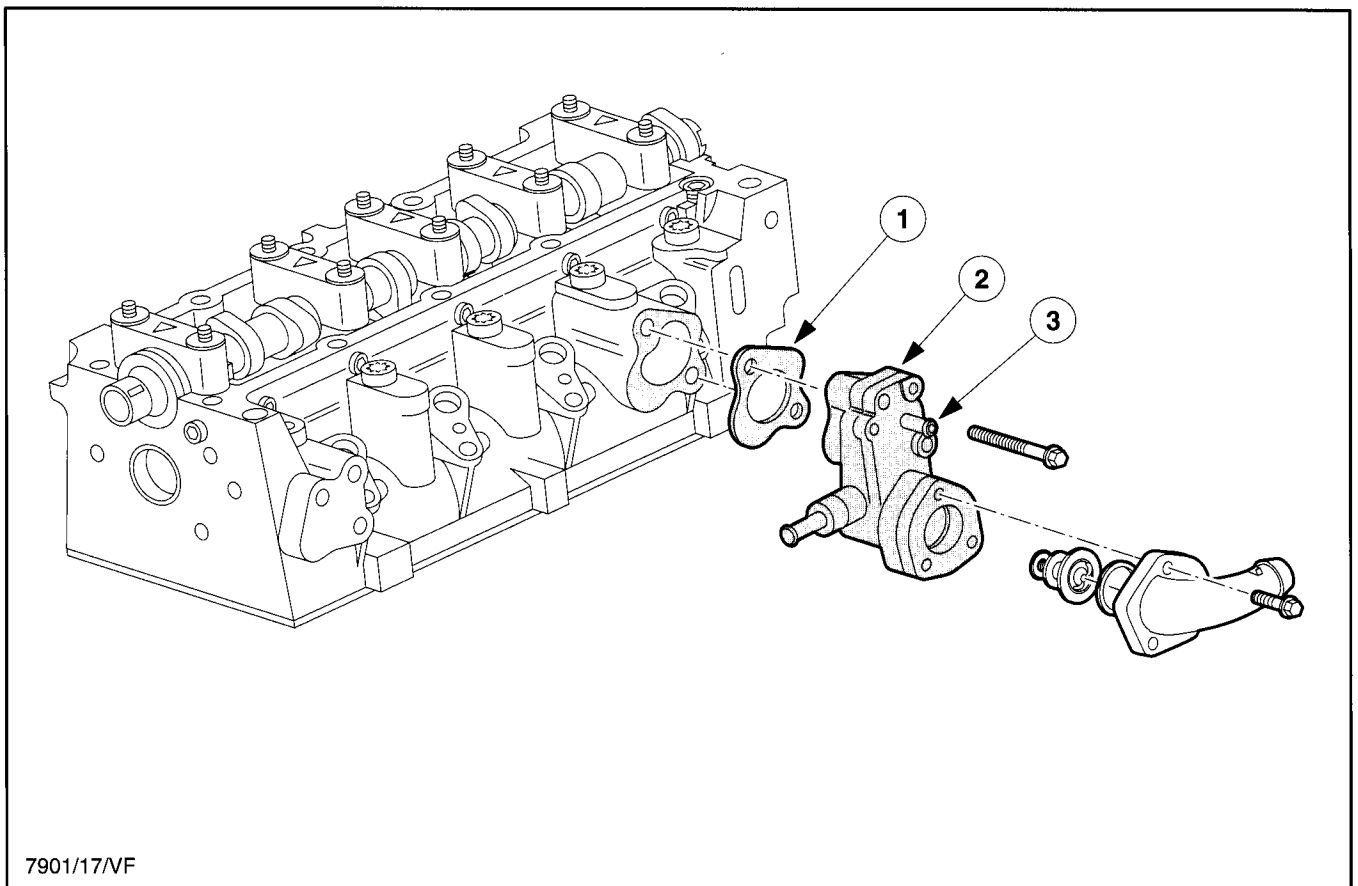
- Aufgrund der, durch die Leistungssteigerung bedingten, höheren thermischen Belastung erhielt der Ölkühler zwei zusätzliche Kühlsegmente.
- Die Ölfüllmenge bleibt jedoch im Vergleich zum Endura-DI mit 5,6 Litern unverändert.



- 1 Ölkühler
- 2 Adapter
- 3 Stahldichtung
- 4 Ölfilter

Thermostat

- Das Thermostatgehäuse sitzt seitlich am Zylinderkopf und wird mit einer nicht wiederverwendbaren Stahldichtung abgedichtet.
- Durch die Adaptierung des Common-Rail Kraftstoffverteilerrohrs wurde das Thermostatgehäuse geändert.
- Der Anschluss – Kühlmittelschlauch zum Ausgleichbehälter wurde auf die Vorderseite des Thermostatgehäuses verlegt.



- 1 Stahldichtung
- 2 Thermostatgehäuse
- 3 Anschluss – Kühlmittelschlauch

Kreuzen Sie die jeweils richtige Antwort an.

1. **Wodurch kann der Zylinderkopf des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors von dem des 1.8L Endura-DI unterschieden werden?**
 - ☐ a) Die Zylinderköpfe unterscheiden sich durch gravierende konstruktive Maßnahmen.
 - ☐ b) Die Nockenwellen sind unterschiedlich.
 - ☐ c) Durch eine Einfräsung auf der Rückseite des Zylinderkopfs des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors.
 - ☐ d) Durch die geänderten Auslasskanäle des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors.

2. **Welche der folgenden Aussagen über die Änderungen des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors im Vergleich zum 1.8L Endura-DI Motor ist korrekt?**
 - ☐ a) Die Befestigungsschrauben der Pleuellagerdeckel wurden geändert.
 - ☐ b) Die Ventildfedern wurden verstärkt.
 - ☐ c) Die Pleuenschäfte wurden modifiziert.
 - ☐ d) Die Pleuenschäfte wurden verstärkt.

3. **Welche Aussage über den 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor ist falsch?**
 - ☐ a) In der Zylinderkopfhaube ist der CMP-Sensor integriert.
 - ☐ b) Der Turbolader wurde vom 1.8L Endura-DI übernommen.
 - ☐ c) Das Anzugsdrehmoment der Zylinderkopfschrauben bleibt im Vergleich zum 1.8L Endura-DI unverändert.
 - ☐ d) Mit den geänderten Einspritzventilen wurden auch die Fixierstücke modifiziert.

Lektion 3 – Common-Rail Einspritzsystem

Lernziele

Nach Bearbeiten dieser Lektion


- sind Ihnen die Gründe für den Einsatz des Common-Rail Einspritzsystems bekannt,
- sind Sie mit dem Gesamtsystem sowie den Komponenten von Hoch- und Niederdruckteil des Common-Rail Einspritzsystems vertraut,
- sind Sie mit Aufbau und Funktion der Einspritzventile vertraut.

- Das Common-Rail Einspritzsystem wird mit dem Focus 2001.5 eingeführt.
- Es bietet im Vergleich zu dem bisherigen Verteiler-einspritzsystem folgende Vorteile:
 - geringere Verbrennungsgeräusche,
 - weniger Schadstoffemissionen,
 - geringeren Kraftstoffverbrauch,
 - und ein höheres Drehmoment.
- Diese Vorteile werden durch eine Entkopplung von Druckerzeugung und Einspritzung erreicht.
- Das heißt, dass der Einspritzdruck sowie die Einspritzmenge für jeden Betriebszustand des Motors unabhängig voneinander festgelegt werden können.
- Das Kraftstoffsysteem besteht aus einem Niederdruckteil für die Niederdruckförderung und einem Hochdruckteil für die Hochdruckförderung des Kraftstoffs.
- Das Niederdrucksystem liefert den Kraftstoff zum Hochdruckraum der Hochdruckpumpe und sorgt zusätzlich für eine ausreichende Schmierung und Kühlung der Hochdruckpumpe.
- Der Kraftstoff wird in der Hochdruckpumpe auf einen Druck von bis zu 1600 bar gebracht und zum Kraftstoffverteilerrohr gefördert.
- Das Kraftstoffverteilerrohr ist nicht in länglicher Form ausgebildet, sondern liegt aus Platzgründen in sphärischer Form vor.
- Der Kraftstoff im Kraftstoffverteilerrohr steht unter hohem Druck für die Einspritzung bereit.
- Das Common-Rail Einspritzsystem verfügt über ein eigenes Modul – Einspritzventile (IDM), das mit Hilfe von Sensoren den Einspritzdruck sowie die Einspritzdauer genau berechnet.
- In Abhängigkeit des im Kraftstoffverteilerrohrs gemessenen Kraftstoffdrucks wird nun das Magnetventil des Einspritzventils angesteuert und für eine bestimmte Zeit geöffnet.
- Durch den Einsatz von entsprechend kleinen Einspritzdüsenbohrungen und den hohen Einspritzdrücken, kann eine optimale Strahlaufbereitung realisiert werden. Diese kann in nahezu idealer Weise den gesamten Brennraum erfassen und führt somit zu einer bestmöglichen Verbrennung.
- Die Verbrennung wird mit der Piloteinspritzung eingeleitet. Hierbei ist es wichtig, dass die Piloteinspritzmenge ein relativ kleines Einspritzmengenniveau nicht überschreitet.
- Durch das Piloteinspritzen einer kleinen Kraftstoffmenge in den Brennraum beginnt die Vorverbrennung. Dies hat zur Folge, dass der Kompressionsdruck leicht ansteigt und dadurch der Zündverzögerung der Haupteinspritzung verkürzt wird.
- Des Weiteren verringern sich der Verbrennungsdruckanstieg und die Verbrennungsdruckspitzen, wodurch sich auch der Wirkungsgrad der Verbrennung verbessert.
- Diese Effekte verringern das Verbrennungsgeräusch, den Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen.
- Ein weiterer Vorteil dieses Einspritzsystems liegt in den nahezu konstanten Druckverhältnissen während der Einspritzung. Hierdurch wird die dynamische Belastung der Bauteile verringert.

Service-Hinweise

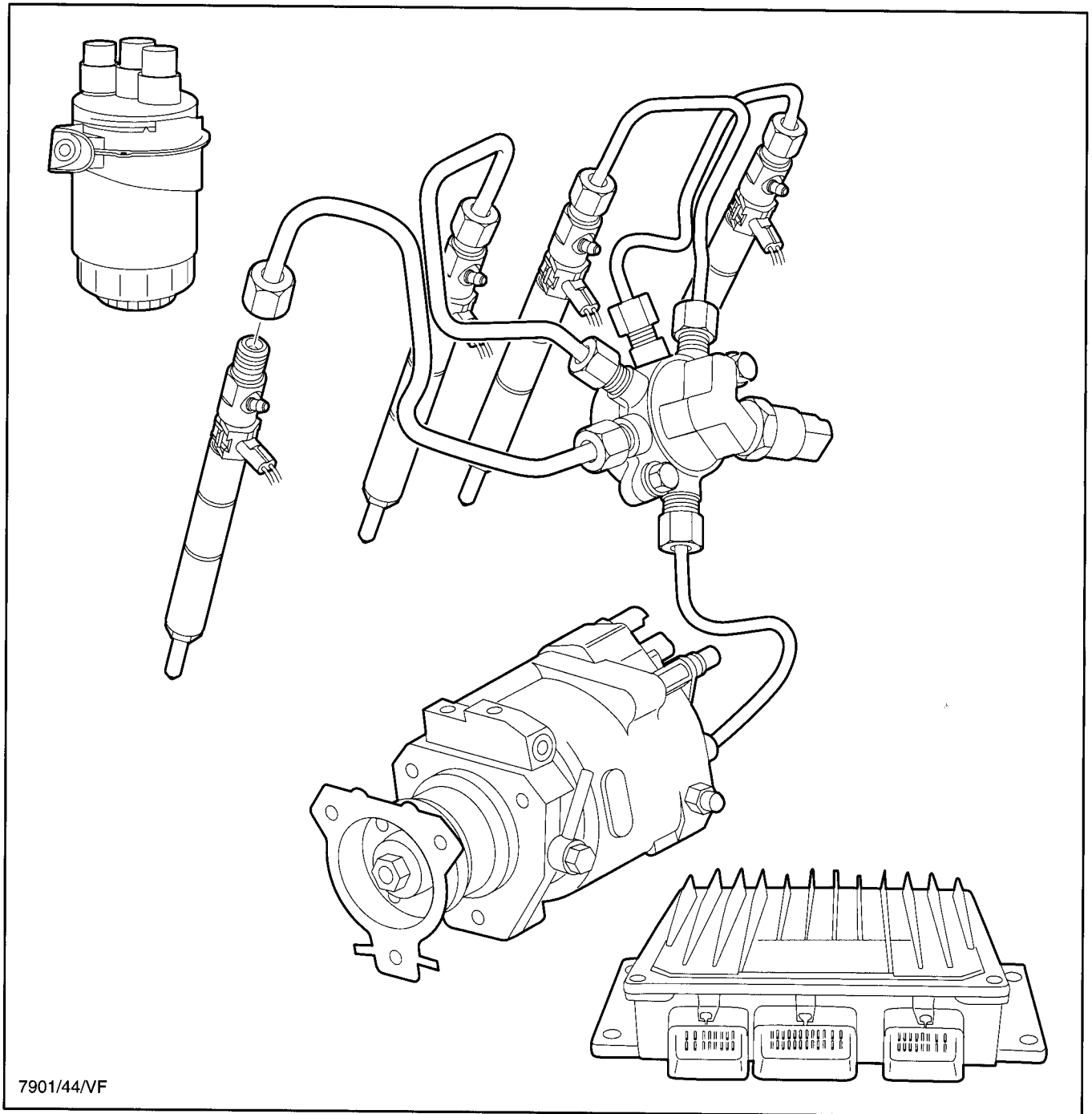
Sauberkeitsvorschriften

- Das Common-Rail Diesel-Einspritzsystem des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors besteht aus hochpräzisen Komponenten, die mit modernsten Fertigungsverfahren nach strengsten Toleranzvorschriften hergestellt werden.
- Aufgrund der extrem engen Passungen der beweglichen Teile und der besonders engen Kraftstoffkanäle und Düsenöffnungen können bereits kleinste Verunreinigungen im Einspritzsystem zum Ausfall einzelner Komponenten oder des gesamten Systems führen.
- Aus diesem Grund ist **absolute Sauberkeit** bei der Arbeit am Common-Rail Diesel-Einspritzsystem sowie bei der Lagerung und Handhabung von Ersatzteilen zwingend erforderlich.

 **ACHTUNG:** Vor Service- und Reparaturarbeiten am Common-Rail Diesel-Einspritzsystem sind unbedingt die Vorschriften in der aktuellen Service-Literatur zu beachten.

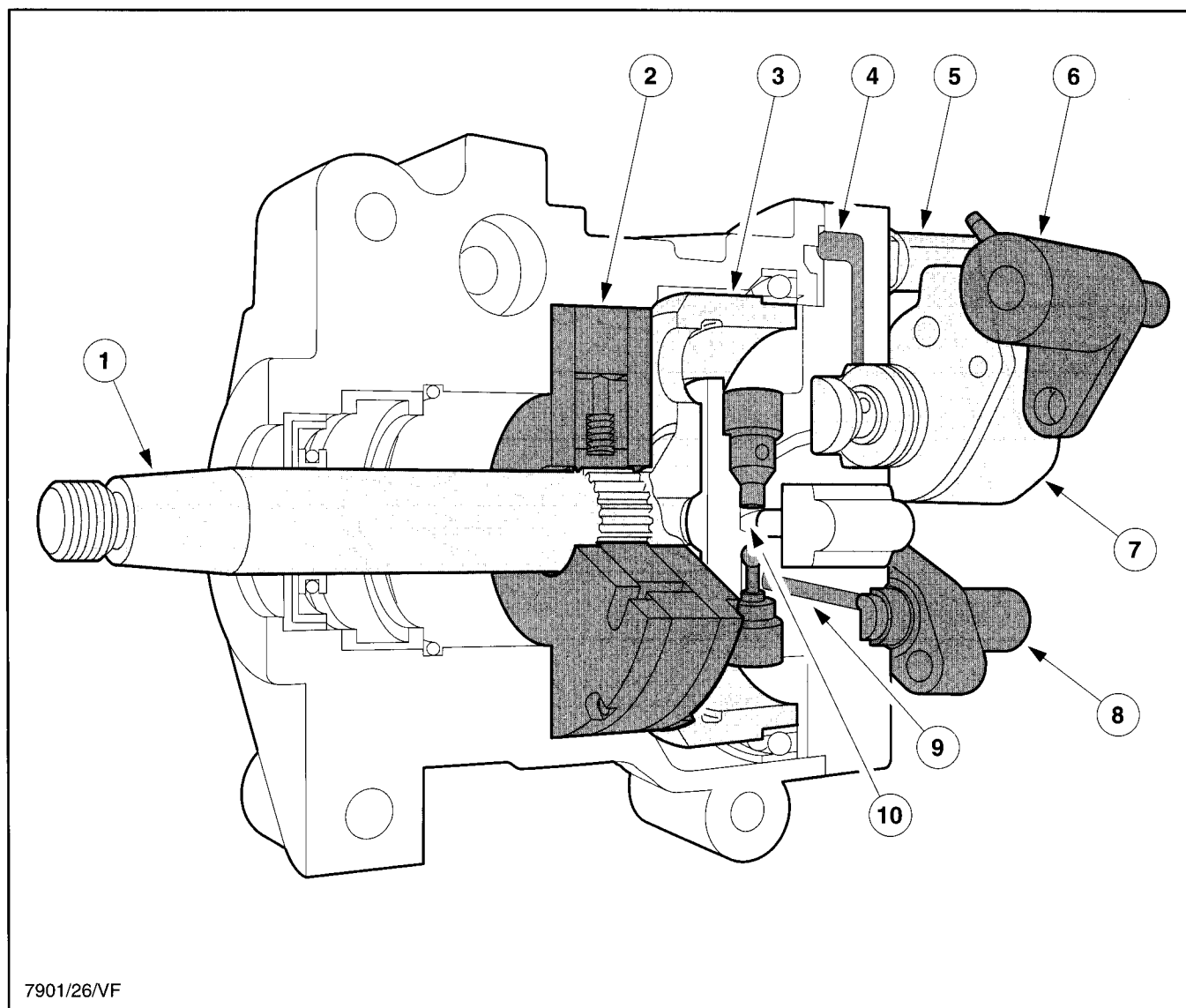
This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal black lines across its entire width, typical of notebook or primary writing paper. The background is a solid off-white color, and there are no margins, text, or other markings present.

Systemübersicht



Hochdruckpumpe

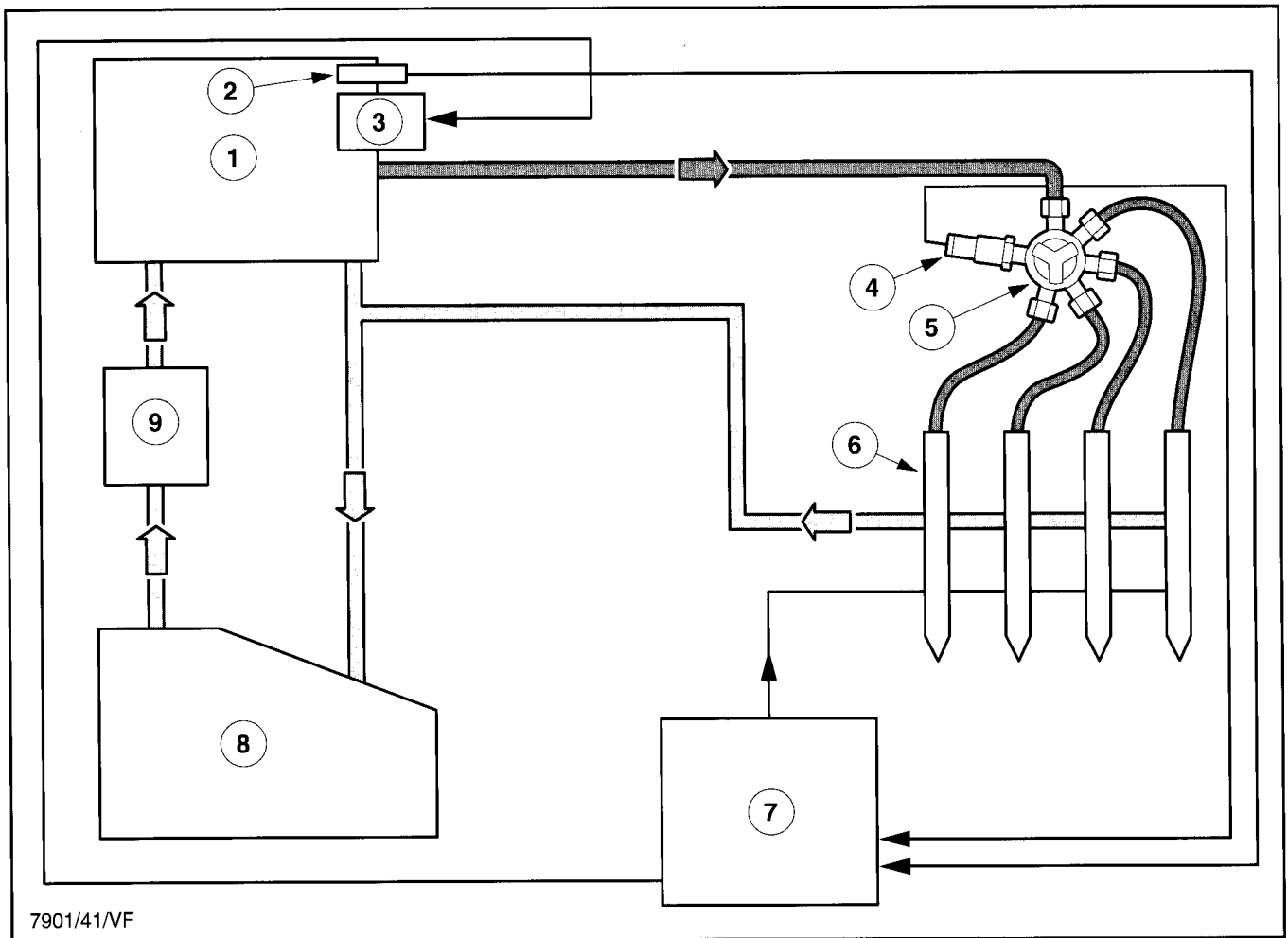
- Der Kraftstoff gelangt über eine Zulaufbohrung von der Transferpumpe in den Hochdruckraum.
- Zwischen Transferpumpe und Hochdruckraum, in der Zulaufbohrung, sitzt das Kraftstoffdosierventil.
- Das elektromagnetisch gesteuerte Kraftstoffdosierventil regelt, je nach Betriebszustand vom Modul – Einspritzventile (IDM) angesteuert, den Querschnitt der Zulaufbohrung und damit die Kraftstoffmenge, die in den Hochdruckraum gelangen soll.



- | | |
|-------------------------------|--|
| 1 Antriebswelle | 6 Venturi im Kraftstoffrücklauf |
| 2 Transferpumpe | 7 Kraftstoffdosierventil |
| 3 Exzenterring | 8 Hochdruckanschluss zum Kraftstoffverteilerrohr |
| 4 Zulaufbohrung | 9 Hochdruckkanal |
| 5 Kraftstofftemperatur-Sensor | 10 Hochdruckraum |

Niederdrucksystem

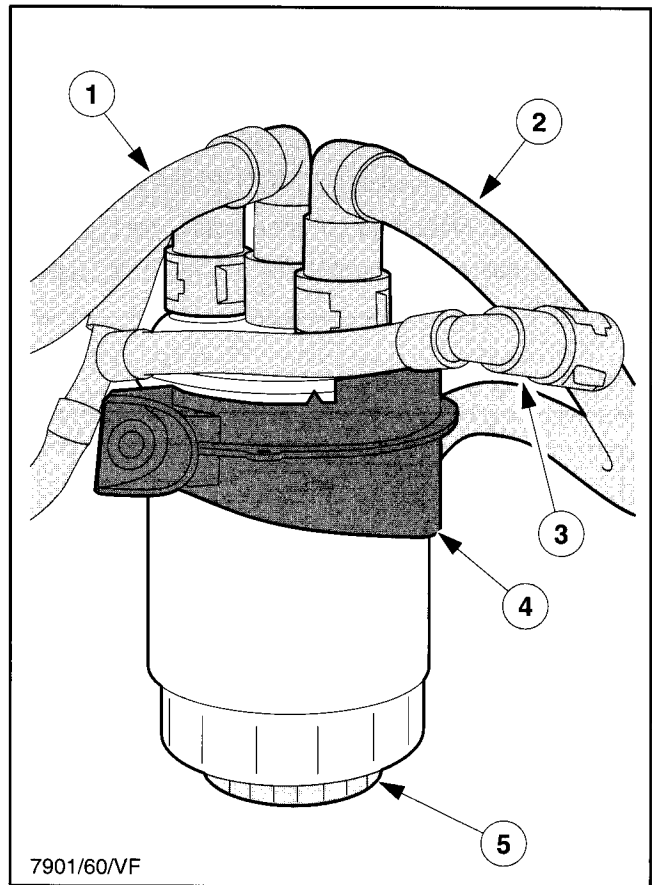
- Das Niederdrucksystem besteht aus folgenden Bauteilen:
 - Kraftstoffbehälter
 - Kraftstofffilter
 - Transferpumpe
 - Niederdruck-Kraftstoffleitungen



- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1 Hochdruckpumpe | 6 Einspritzventile |
| 2 Kraftstofftemperatur-Sensor | 7 Modul – Einspritzventile (IDM) |
| 3 Kraftstoffdosierventil | 8 Kraftstofftank |
| 4 Kraftstoffdrucksensor | 9 Kraftstofffilter |
| 5 Kraftstoffverteilerrohr | |

Kraftstofffilter

- Um einen störungsfreien Betrieb der Einspritzanlage zu gewährleisten, wurde ein speziell auf die Erfordernisse der Einspritzanlage abgestimmter Kraftstofffilter von Delphi eingesetzt.
- Die Einbauposition bleibt im Vergleich zum 1.8L Endura-DI Motor unverändert.
- Der Kraftstofffilter hat ein integriertes Regelventil, das bei niedrigen Temperaturen den Rücklauf zum Tank sperrt. Hierdurch wird der Kraftstoff im Kraftstofffilter erwärmt.
- Die Kraftstoffleitungen sind mit Clips auf der Oberseite des Kraftstofffiltergehäuses befestigt.
- Die Kraftstoffleitungen haben unterschiedliche Farbkennzeichnungen für Zulauf (weiß) und Rücklauf (rot).
- Um Schäden an der Einspritzanlage durch Kondenswasserbildung zu vermeiden, verfügt der Kraftstofffilter über einen Wassersammelraum.
- Der Wassersammelraum kann über die Wasserablassschraube an der Unterseite des Gehäuses entleert werden.



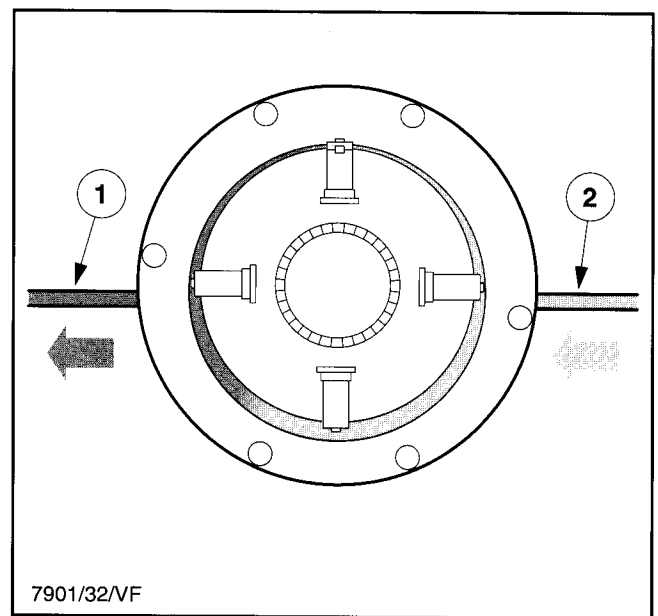
- 1 Zulauf zur Hochdruckpumpe
- 2 Zulauf vom Kraftstofftank
- 3 Rücklauf von der Hochdruckpumpe
- 4 Halter
- 5 Wasserablassschraube

BEACHTEN: Im Service ist der Kraftstofffilter alle 60000 km zu wechseln.

BEACHTEN: Der Wassersammelraum muss alle 20000 km entleert werden.

Transferpumpe

- Als Transferpumpe kommt eine über die Pumpen-Antriebswelle mechanisch angetriebene Flügelzellenpumpe zum Einsatz.
- Die Transferpumpe saugt drehzahlabhängig mit einem Unterdruck von maximal 0,65 bar den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter an und fördert den Kraftstoff zum Hochdruckraum.
- Im Niederdruckkreislauf zwischen Transferpumpe und Hochdruckraum befindet sich ein Druckregelventil, welches den Transferdruck bis maximal 6 bar steuert.

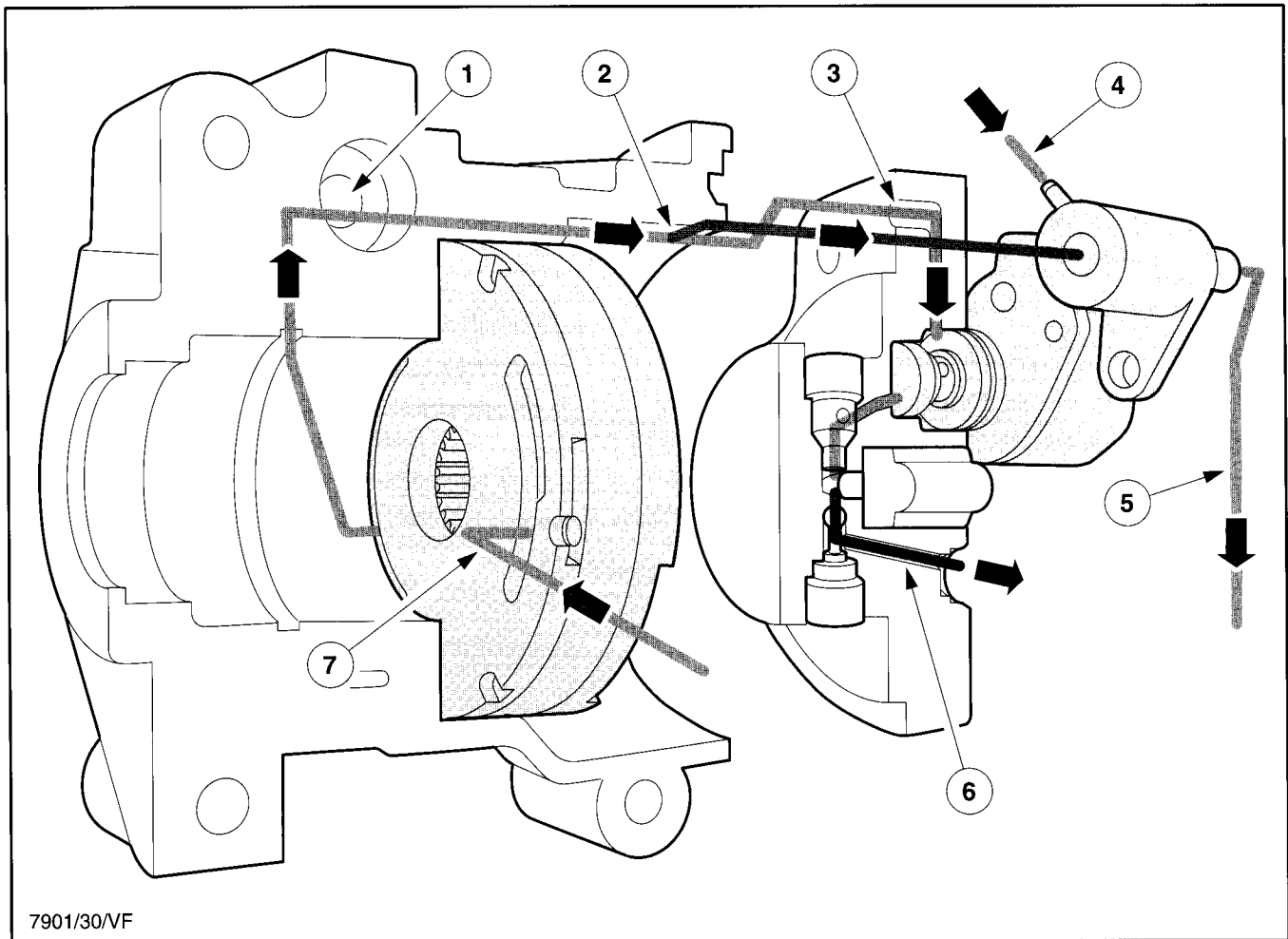


1 Druckseite

2 Saugseite

Niederdruck-Kraftstoffrücklauf

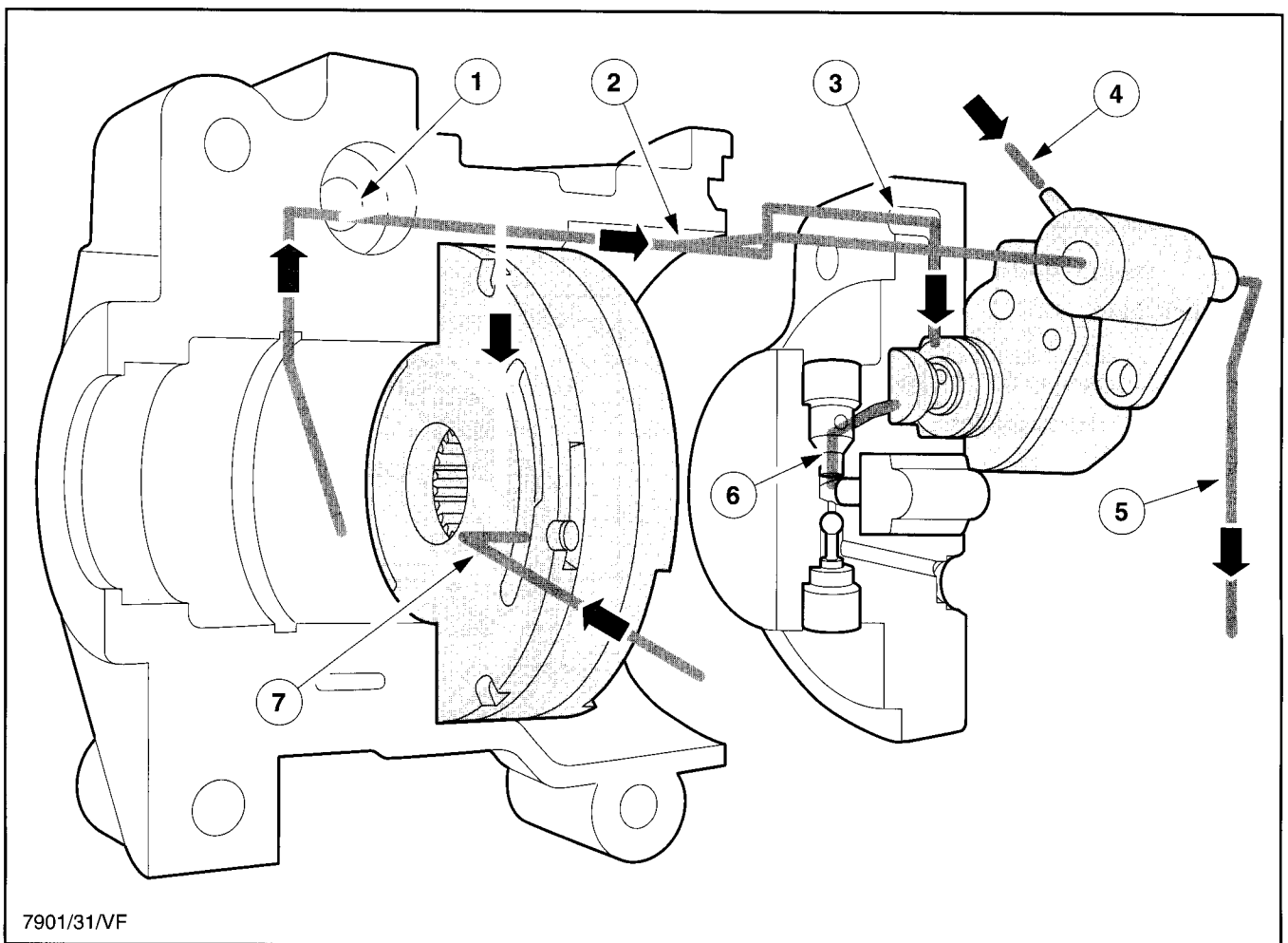
- Der Niederdruck-Kraftstoffrücklauf hat folgende Aufgaben:
 - Kühlen und Schmieren der Hochdruckpumpe durch den internen Rücklauf des Niederdruck-Kraftstoffs zum Kraftstofftank.
 - Rückführen des Leck-Kraftstoffs von den Einspritzventilen zum Kraftstofftank.
- In der Beschleunigungsphase wird der Kraftstoff ständig in den Hochdruckraum gefördert.
- Gleichzeitig wird ein Teil des Kraftstoffs zur Pumpschmierung verwendet und läuft über den Venturi im Kraftstoffrücklauf zurück zum Tank.
- Der Venturi im Kraftstoffrücklauf arbeitet nach dem Prinzip einer Saugstrahlpumpe und erzeugt einen leichten Unterdruck in den Leckölleitungen. Dadurch wird das Lecköl besser abgeführt.



Kraftstoffrücklauf beim Beschleunigen

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 Druckregelventil | 5 Kraftstoffrücklauf zum Tank |
| 2 Rücklaufbohrung | 6 Hochdruckkanal zum Kraftstoffverteilerrohr |
| 3 Zulaufbohrung – Hochdruckraum | 7 Transferpumpe |
| 4 Leckkraftstoff – Einspritzventile | |

- Im Schubbetrieb verschließt das Kraftstoffdosier-ventil den Zulauf zum Hochdruckraum.
- Daraus resultiert ein Druckanstieg in der Zulauf-bohrung. Sobald der Niederdruck den maximalen Wert von 6 bar bei 2500 min^{-1} erreicht, öffnet das Druckregelventil, das über eine Bohrung mit der Transferpumpe verbunden ist.
- Der überschüssige Kraftstoff fließt zum Teil zurück zur Saugseite der Transferpumpe und über den Venturi im Kraftstoffrücklauf zurück zum Kraftstofftank.



Kraftstoffrücklauf im Schubbetrieb

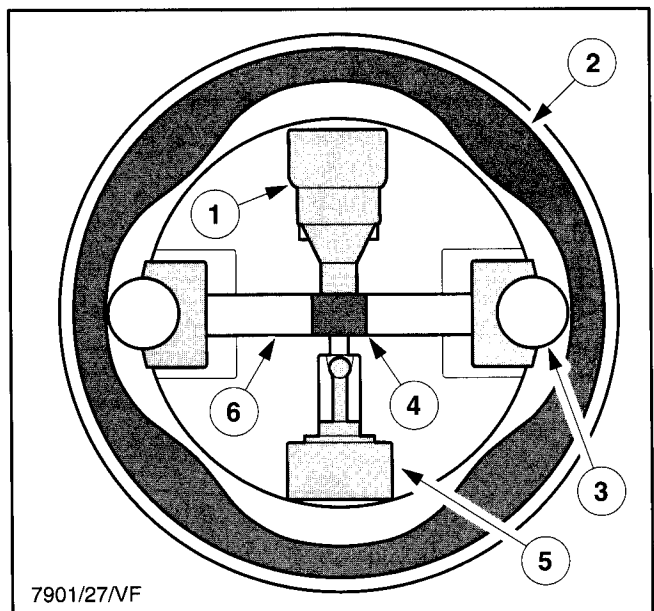
- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Druckregelventil | 5 Kraftstoffrücklauf zum Tank |
| 2 Rücklaufbohrung | 6 Hochdruckraum |
| 3 Zulaufbohrung – Hochdruckraum | 7 Transferpumpe |
| 4 Leckkraftstoff – Einspritzventile | |

Hochdrucksystem

- Das Hochdrucksystem besteht aus folgenden Bauteilen:
 - Hochdruckpumpe
 - Kraftstoffdosierventil
 - Kraftstoffverteilerrohr
 - Kraftstoffdrucksensor
 - Hochdruckleitungen
 - Vier magnetventilgesteuerte Einspritzventile

Hochdruckraum

- Der Hochdruckraum der Hochdruckpumpe hat die Aufgabe, den zugeführten Kraftstoff zu verdichten.
- Der Hochdruckraum besteht aus einem Einlass- und einem Auslassventil, die beide mit einem Rückschlagventil ausgestattet sind, zwei Pumpenkolben und einer Antriebswelle mit vier Exzenternocken.
- Die Exzenternocken bewegen die Pumpenkolben auf und ab.
- Überschreitet der Transferdruck den Innendruck des Hochdruckraums, öffnet das Einlassventil. Kraftstoff fließt in den Hochdruckraum und drückt die Pumpenkolben über die Rollen und Rollenschuhe gegen den Exzenternocken.
- Das Auslassventil bleibt durch den höheren Druck in dem dahinterliegenden Hochdruckkanal geschlossen.

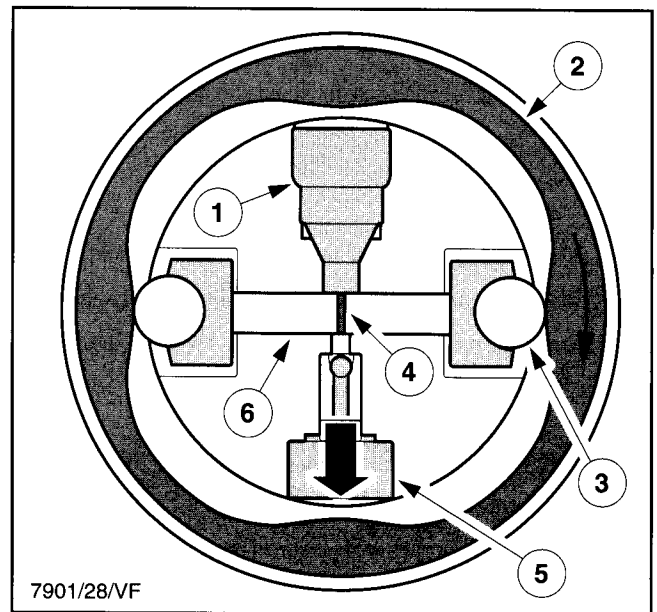


Hochdruckraum (Auslassventil geschlossen)

- 1 Einlassventil
- 2 Exzenterterring mit Exzenternocken
- 3 Rolle und Rollenschuh
- 4 Hochdruckraum
- 5 Auslassventil
- 6 Pumpenkolben

Hochdruckraum (Fortsetzung)

- Läuft nun ein Exzenternocken über die Pumpenkolben, wird der Kraftstoff im Hochdruckraum verdichtet.
- Sobald der Druck im Hochdruckraum größer ist als der Druck im Hochdruckkanal, ist das Auslassventil geöffnet und der Kraftstoff wird durch den Hochdruckausgang zum Kraftstoffverteilerrohr gefördert.
- Es wird solange Kraftstoff in das Hochdrucksystem gefördert, bis das Förderende der Pumpenkolben erreicht ist.
- Die Druckverhältnisse sind nun umgekehrt, sodass der Druck im Hochdrucksystem größer ist als im Hochdruckraum.
- Das Auslassventil schließt und somit wird kein Kraftstoff mehr in den Hochdruckkreislauf gefördert.
- Die geförderte Menge zum Kraftstoffverteilerrohr richtet sich nach der eingespritzten Kraftstoffmenge bzw. dem Druckabfall im Hochdrucksystem, der vom jeweiligen Betriebszustand des Motors abhängig ist.

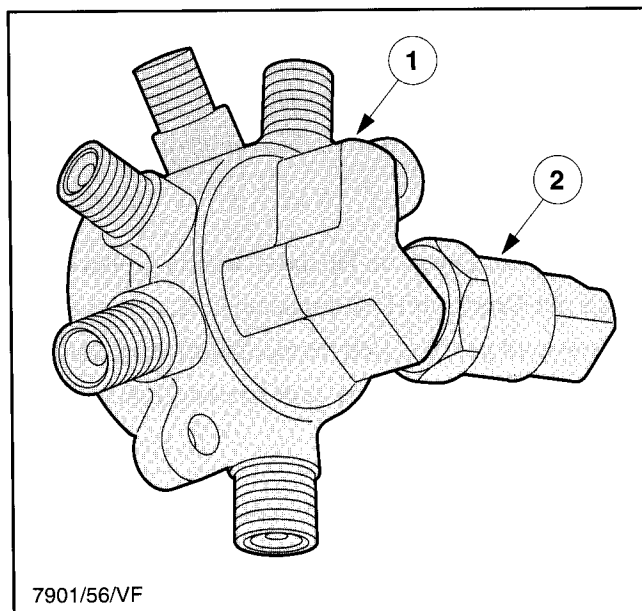


Hochdruckraum (Auslassventil öffnet)

- 1 Einlassventil
- 2 Exzentering mit Exzenternocken
- 3 Rolle und Rollenschuh
- 4 Hochdruckraum
- 5 Auslassventil
- 6 Pumpenkolben

Kraftstoffverteilerrohr (Common-Rail)

- Im Kraftstoffverteilerrohr wird der Kraftstoff gespeichert und steht unter Hochdruck für die Einspritzung bereit.
- Am Kraftstoffspeicher befindet sich ein Kraftstoffdrucksensor, der dem IDM die Informationen über den aktuellen Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr weiterleitet.
- Das Kraftstoffverteilerrohr ist so konzipiert, dass das Volumen groß genug ist, um Druckschwankungen im System weitgehend zu dämpfen.
- Andererseits sollte das Volumen jedoch so klein wie möglich sein, damit der erforderliche Druck schnell aufgebaut werden kann, um ein schnelles Starten des Motors zu gewährleisten.
- Zudem muss bei einem zu großen Volumen mehr Leck-Kraftstoff abgeführt werden, was zur Folge hat, dass die Kraftstofftemperaturen steigen.



- 1 Kraftstoffverteilerrohr
- 2 Kraftstoffdrucksensor

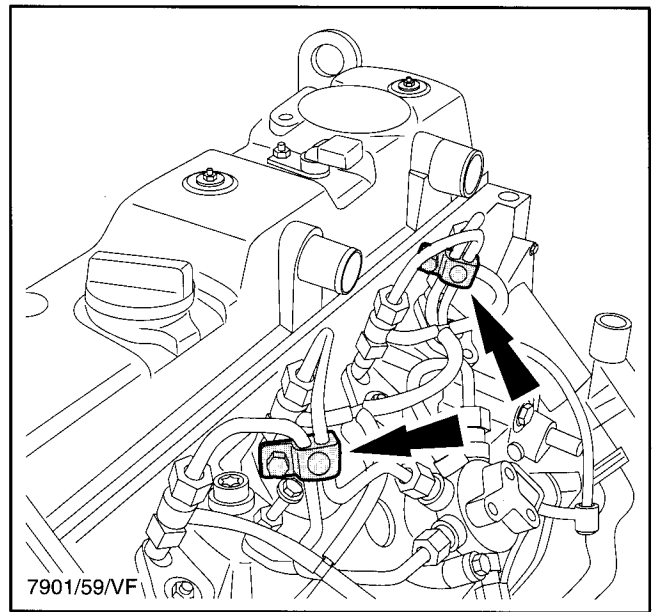
Kraftstoff-Hochdruckleitungen

- Die Kraftstoff-Hochdruckleitungen verbinden die Hochdruckpumpe mit dem Kraftstoffverteilerrohr und das Kraftstoffverteilerrohr mit den einzelnen Einspritzventilen.
- Die hochdruckführenden Kraftstoffleitungen müssen dem maximalen Systemdruck und den Druckschwankungen standhalten.
- Die Kraftstoffleitungen haben einen Außendurchmesser von 6,0 mm und einem Innendurchmesser von 2,4 mm.
- Um die Belastung der Kraftstoff-Hochdruckleitungen durch Vibrationen und Druckschwankungen zu reduzieren, wurden neue Leitungsschellen verwendet.
- Die Leitungsschellen bestehen jetzt aus Metall mit Gummibeschichtung und werden durch Schrauben festgeklemmt.

BEACHTE: Werden Einspritzventile erneuert, müssen, um die Dichtigkeit zu gewährleisten, auch die Kraftstoffleitungen erneuert werden.

BEACHTE: Die Länge und die Biegeradien sind genau auf das System abgestimmt und dürfen nicht verändert werden.

BEACHTE: Das Kraftstoffsystem braucht nicht entlüftet zu werden.

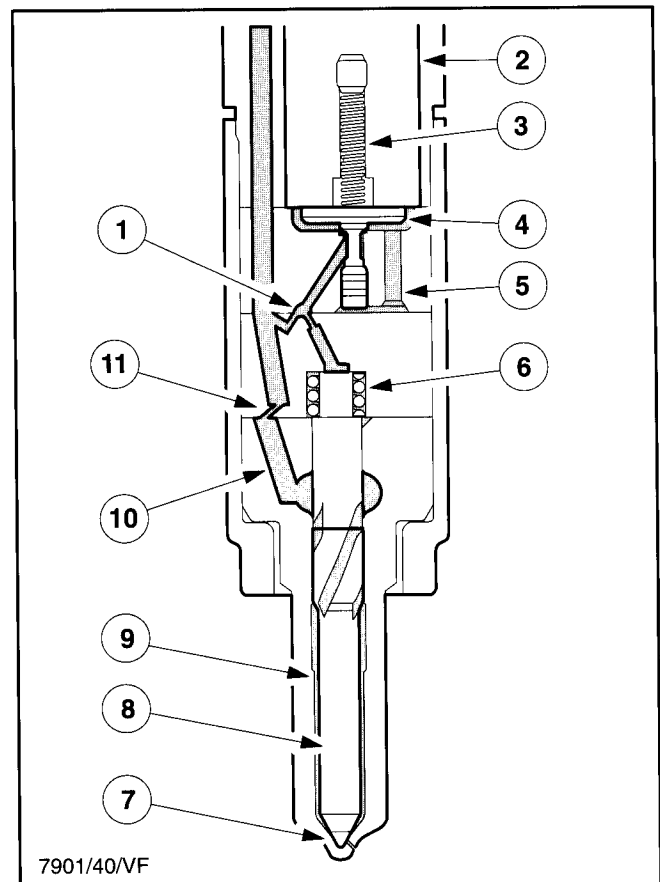


Leitungsschellen

Einspritzventile

- Die Aufgabe der magnetventilgesteuerten Einspritzventile ist, den Einspritzbeginn und die Einspritzmenge durch die Vorgaben vom IDM zu regulieren.
- Beim 1.8L DuraTorq-TDCi Motor kommen 6-Loch-Einspritzdüsen zum Einsatz.
- Durch die geringen bewegten Massen der Steuer-ventile konnte die schnelle Schaltzeit von 0,3 ms realisiert werden. Das ist die Ansprechzeit, die das Einspritzsystem benötigt, um schnell auf Veränderungen der Betriebszustände reagieren zu können.
- Produktionsbedingt haben die Einspritzventile Fertigungstoleranzen, die durch eine Identifikations-Nummer auf den Einspritzventilen gekennzeichnet ist.
- Um die richtige Kraftstoffmenge berechnen zu können, muss dem IDM eine Veränderung am System durch das Wechseln der Einspritzventile mitgeteilt werden.

BEACHTEN: Nach dem Wechsel eines Einspritz-ventils muss die Identifikations-Num-mer auf dem Einspritzventil und die entsprechende Zylinderzuordnung über WDS in das IDM eingegeben werden.

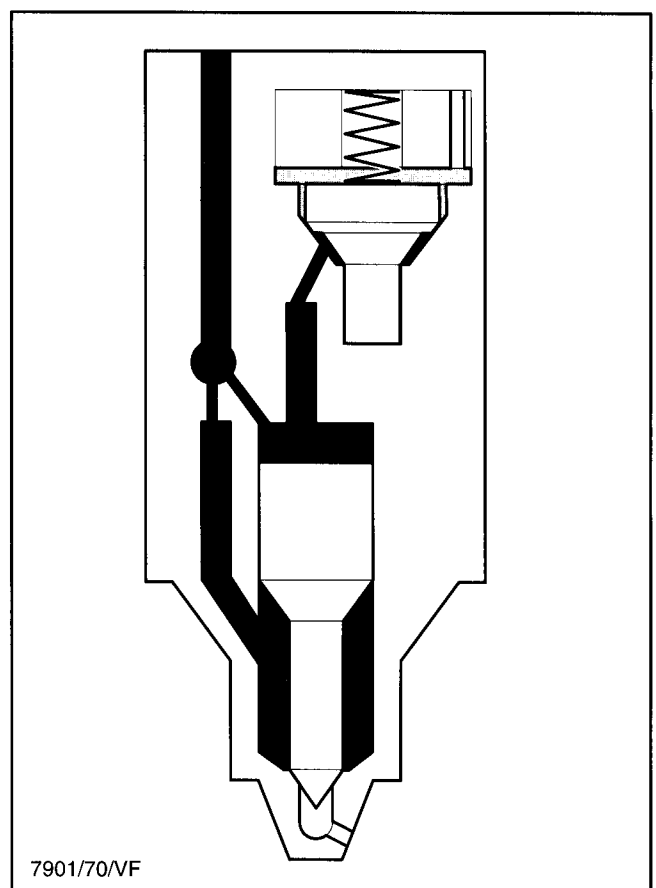


- 1 Zulaufdrossel (Steuerraum)
- 2 Magnetventil
- 3 Feder – Magnetventil
- 4 Steuerventil
- 5 Ablaufbohrung
- 6 Steuerraum
- 7 Düsenöffnungen
- 8 Düsennadel
- 9 Düsenvorraum
- 10 Zulaufkanal
- 11 Zulaufdrossel (Zulaufkanal)

- Die Funktion der Einspritzventile kann in vier Betriebszustände unterteilt werden:
 - Einspritzventil geschlossen
 - Einspritzventil beginnt zu öffnen
 - Einspritzventil vollständig geöffnet (Einspritzung)
 - Einspritzventil schließt

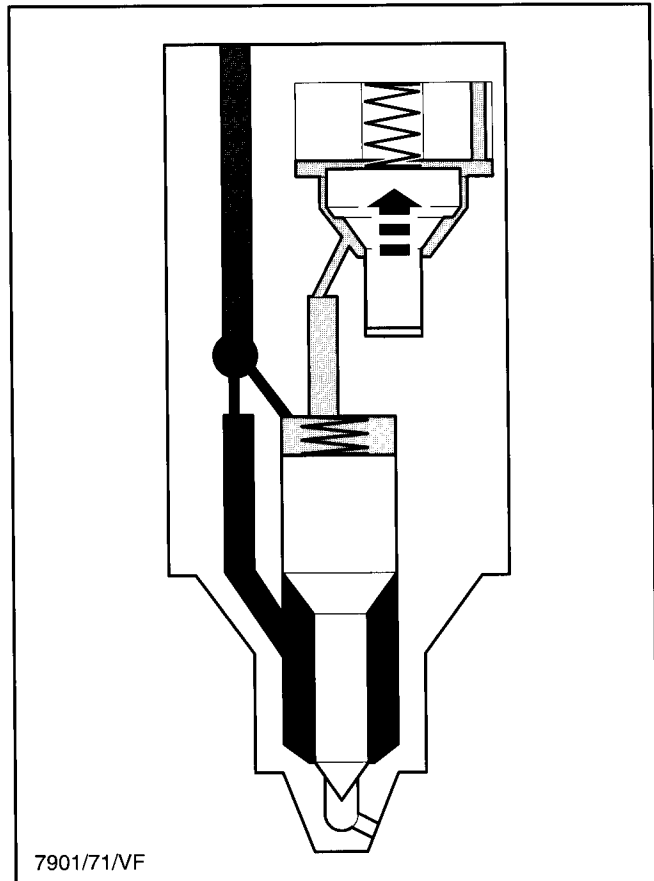
Einspritzventil geschlossen

- Der Kraftstoff wird vom Hochdruckanschluss über einen Zulaufkanal zum Düsenvorraum sowie über die Zulaufdrossel in den Steuerraum geführt.
- Somit liegt im Steuerraum und im Düsenvorraum der gleiche Druck wie im Kraftstoffverteilerrohr an.
- Das Magnetventil ist stromlos, das Steuerventil ist geschlossen.
- Im Ventilsteuerraum wirkt zusätzlich die Kraft der Düsenfeder auf die Düsennadel.
- Die hydraulische Kraft und die Federkraft, die auf die Oberseite der Düsennadel wirken, überwiegen im Verhältnis zur Kraft im Düsenvorraum, die auf den Konus der Düsennadel wirkt.
- Die Düsennadel bleibt in der untersten Stellung und verschließt die Einspritzdüsen.



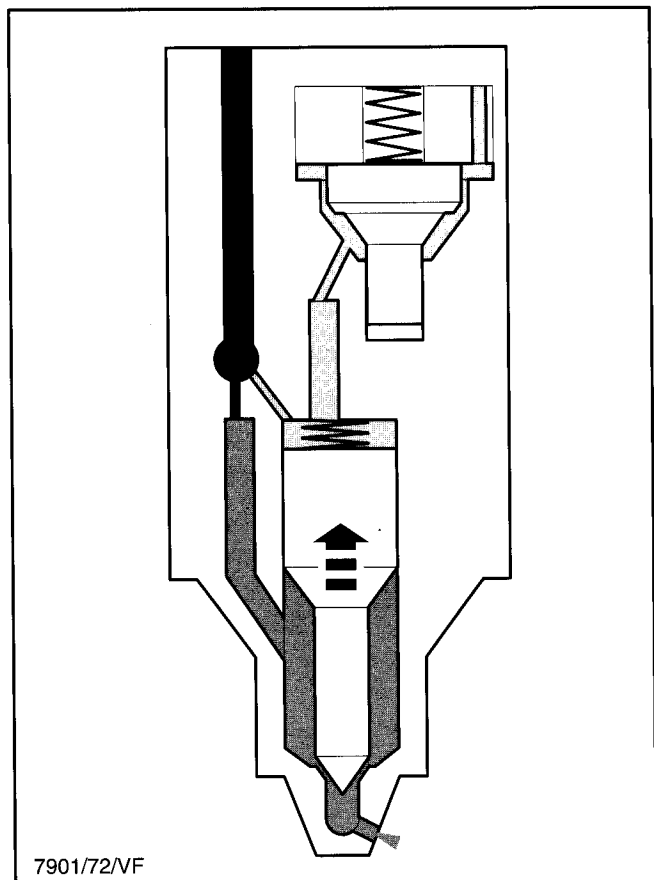
Einspritzventil beginnt zu öffnen

- Das Magnetventil wird über das IDM mit dem Anzugsstrom angesteuert und das Steuerventil öffnet.
- Durch das Öffnen des Steuerventils wird der Steuerraum mit der Ablaufbohrung verbunden.
- Dadurch kann der Leck-Kraftstoff über die Niederdruckanschlüsse der Einspritzventile abfließen.
- Der Druck im Steuerraum beginnt zu fallen.
- Die Einspritzdüse ist weiterhin verschlossen.



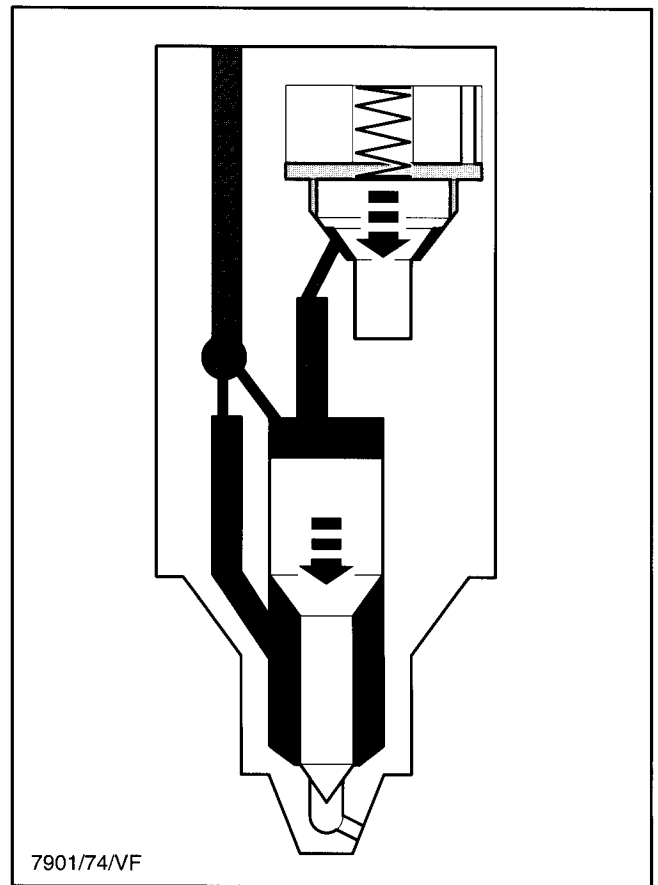
Einspritzventil vollständig geöffnet (Einspritzung)

- Der hohe Anzugsstrom von 12 A wird auf einen niedrigeren Haltestrom von 6 A reduziert. Die Ablaufbohrung ist weiterhin geöffnet.
- Sobald der Druck im Düsenvorraum höher ist als der Druck im Steuerraum, wird die Düsennadel geöffnet.
- Die Einspritzdüse ist jetzt geöffnet und die Einspritzung beginnt.



Einspritzventil schließt

- Wird das Magnetventil nicht mehr vom IDM angesteuert, wird das Steuerventil durch die Feder des Magnetventils in den Sitz gedrückt.
- Dadurch wird die Ablaufbohrung verschlossen und der Kraftstoffdruck im Steuerraum steigt durch den Zulauf der Zulaufdrossel.
- Sobald der Druck im Steuerraum größer ist als der Druck im Düsenvorraum, bewegt sich die Düsennadel nach unten und verschließt die Einspritzdüsen.
- Die Einspritzung ist beendet.



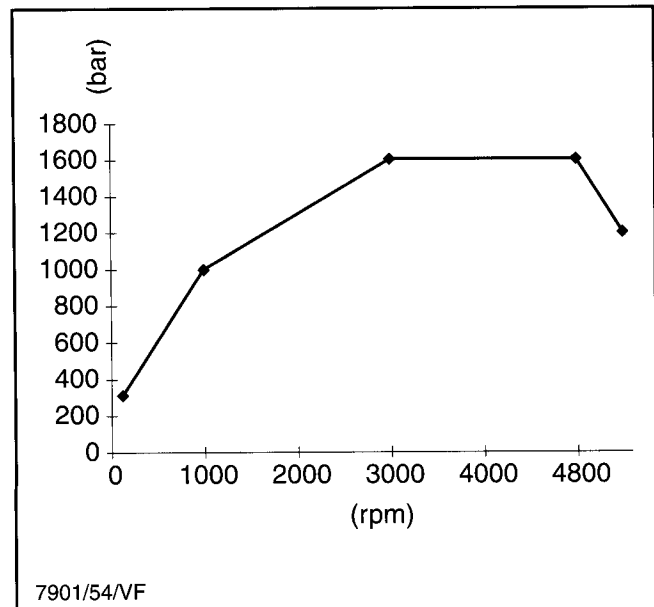
Druckregelung

- Der Druckabbau wird durch mehrmaliges Ansteuern der Steuerventile durch das IDM erreicht.
- Der Anzugsstrom ist groß genug, um das Steuerventil zu öffnen, bleibt jedoch so klein, dass das Steuerventil nur sehr wenig öffnet.
- Dieser Öffnungsbereich ist so klein, dass er zum Druckabbau ausreicht, jedoch nicht groß genug ist, um einen Druckunterschied zum Öffnen des Steuerventils zu erreichen.
- Nach dem gleichen Prinzip wird auch der Systemdruck je nach Betriebszustand des Motors reguliert.
- Durch diese konstruktive Maßnahme wird kein zusätzliches Hochdruckregelventil benötigt.

Einspritzverlauf

Piloteinspritzung

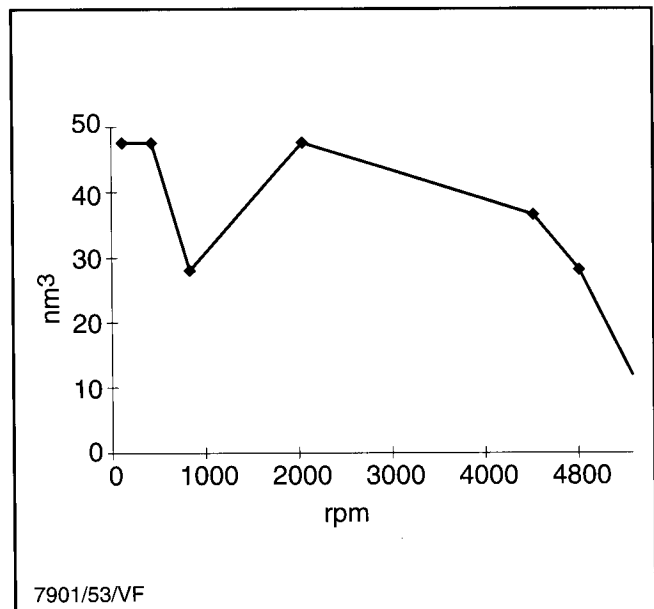
- Die Piloteinspritzung erfolgt im Bereich von 0° bis 40° vor dem oberen Totpunkt.
- Die Piloteinspritzmenge ist über den gesamten Drehzahlbereich variierbar und liegt im Bereich von $0,8 \text{ mm}^3/\text{Hub}$ bis $5 \text{ mm}^3/\text{Hub}$.
- Die Piloteinspritzmenge wird durch die Ansteuerdauer der Einspritzventile in Abhängigkeit vom Druck im Kraftstoffverteilerrohr realisiert.



Druckverlauf in Abhängigkeit von der Motor-drehzahl

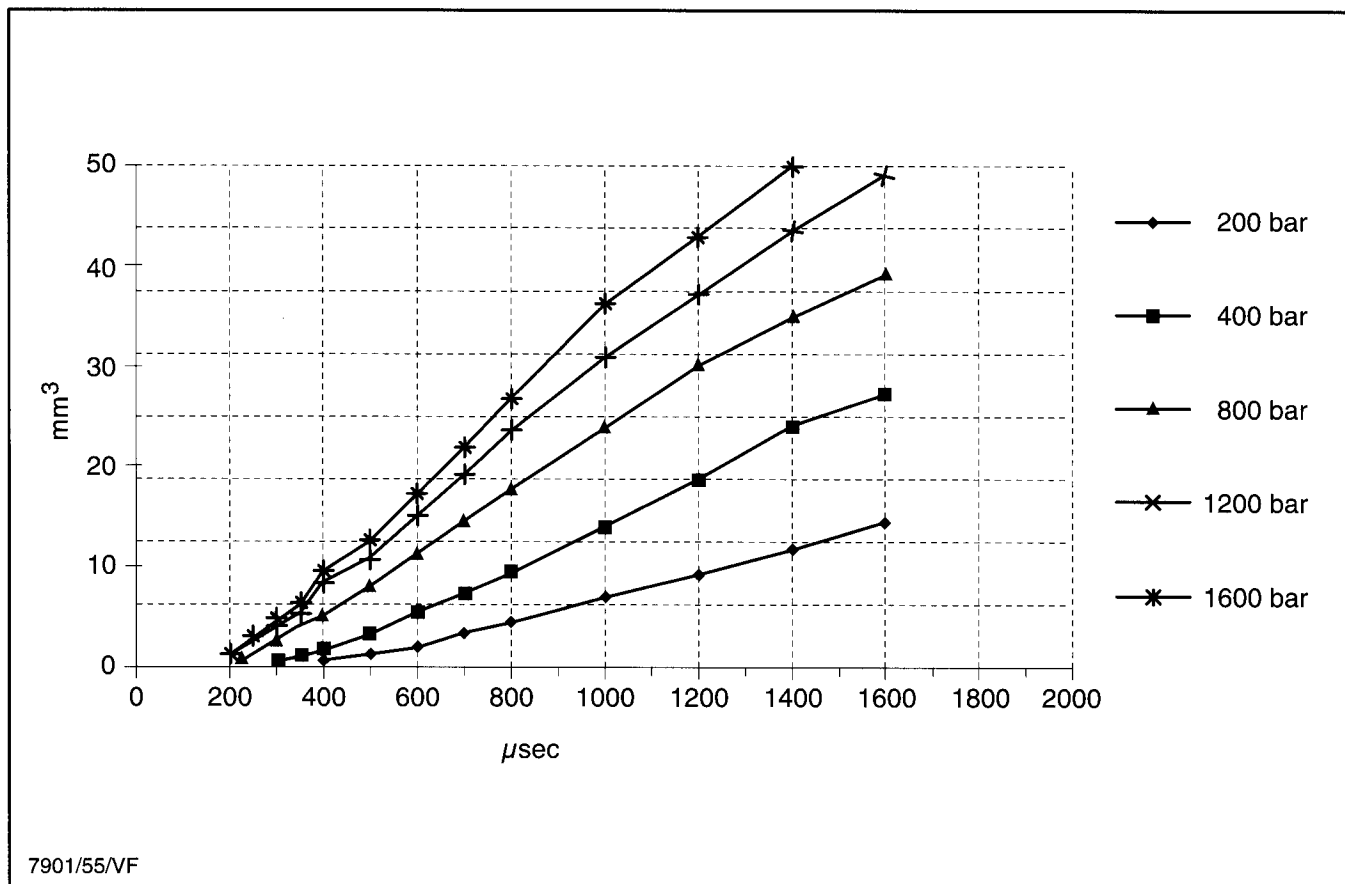
Haupteinspritzung

- Die Haupteinspritzung erfolgt nach der Piloteinspritzung im Bereich von 25° vor dem oberen Totpunkt bis 15° nach dem oberen Totpunkt.
- Zwischen der Pilot- und Haupteinspritzung erfolgt eine Spritzpause.
- Die Haupteinspritzmenge ist wie die Piloteinspritzmenge über den gesamten Drehzahlbereich variierbar und beträgt bis zu $50 \text{ mm}^3/\text{Hub}$.
- Die Haupteinspritzmenge wird wie die Piloteinspritzmenge durch die Ansteuerdauer der Einspritzventile und den Druck im Kraftstoffverteilerrohr geregelt.



Gesamteinspritzmenge pro Hub in Abhängigkeit von der Motordrehzahl

Einspritzverlauf (Fortsetzung)



Gesamteinspritzmenge pro Hub in Abhängigkeit von der Ansteuerdauer bezogen auf den Kraftstoffdruck

Kreuzen Sie die jeweils richtige Antwort an.

1. Welche Aufgabe hat das Kraftstoffdosierventil?

- ☐ a) Die Fördermenge der Transferpumpe zu regeln.
- ☐ b) Den Kraftstoff in den Düsenvorraum weiterzuleiten.
- ☐ c) Den Kraftstoff aus dem Tank in die Hochdruckpumpe zu fördern.
- ☐ d) Den Querschnitt der Zulaufbohrung zum Hochdruckraum zu regeln.

2. Welche Aussage zum Kraftstofffilter ist falsch?

- ☐ a) Die Kraftstoffleitungen für Zu- und Rücklauf haben eine Farbmarkierung.
- ☐ b) Der Kraftstofffilter hat ein integriertes Regelventil.
- ☐ c) Das Wechselintervall beträgt 60000 km.
- ☐ d) Der Kraftstofffilter hat keinen Wassersammelraum.

3. Welche Bauteile sind nicht in der Hochdruckpumpe integriert?

- ☐ a) Transferpumpe
- ☐ b) Exzenternocken
- ☐ c) Kraftstofftemperatur-Sensor
- ☐ d) Steuerventil

4. Welche Funktion übernimmt die Düsenfeder in der Steuerkammer?

- ☐ a) Durch die Düsenfeder wird die Düsennadel verschlossen.
- ☐ b) Die Druckregelung in der Zulaufbohrung wird über die Düsenfeder gesteuert.
- ☐ c) Bei der Einspritzung verhindert die Düsenfeder ein Pulsieren der Düsennadel.
- ☐ d) Die Kraftstoffmenge im Steuerraum wird über die Düsenfeder reguliert.

5. Warum hat das Einspritzsystem des 1.8L DuraTorq-TDCi-Motors kein Hochdruckregelventil?

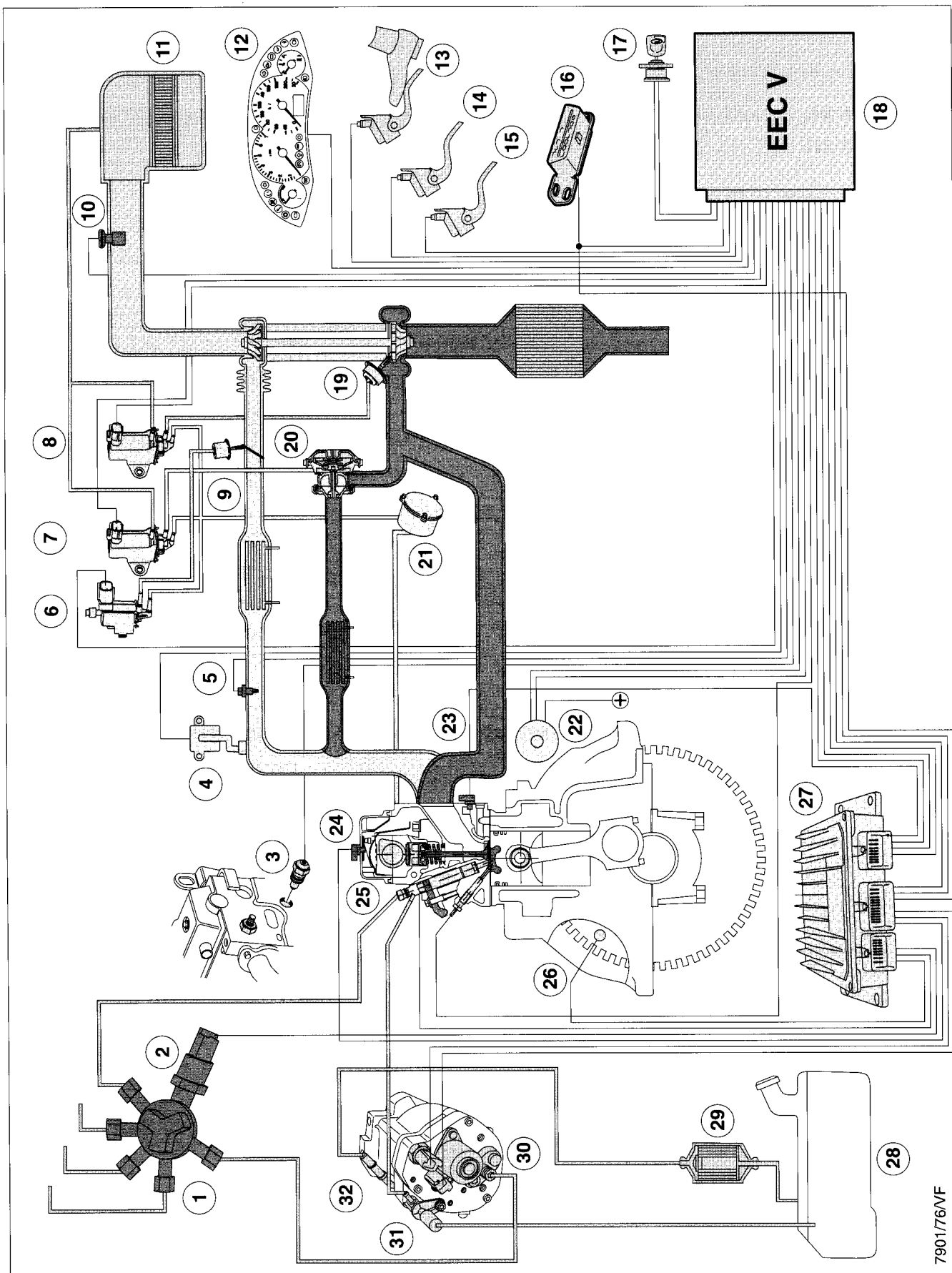
- ☐ a) Die Aufgabe des Hochdruckregelventils übernimmt das IDM.
- ☐ b) Die Druckregelung erfolgt durch mehrfaches kurzzeitiges Ansteuern des Steuerventils.
- ☐ c) Die Funktion des Hochdruckregelventils übernimmt der Drucksensor.
- ☐ d) Eine Druckregelung ist beim Common-Rail Einspritzsystem nicht notwendig.

Lektion 4 – Motorregelung

Lernziele

Nach Bearbeiten dieser Lektion

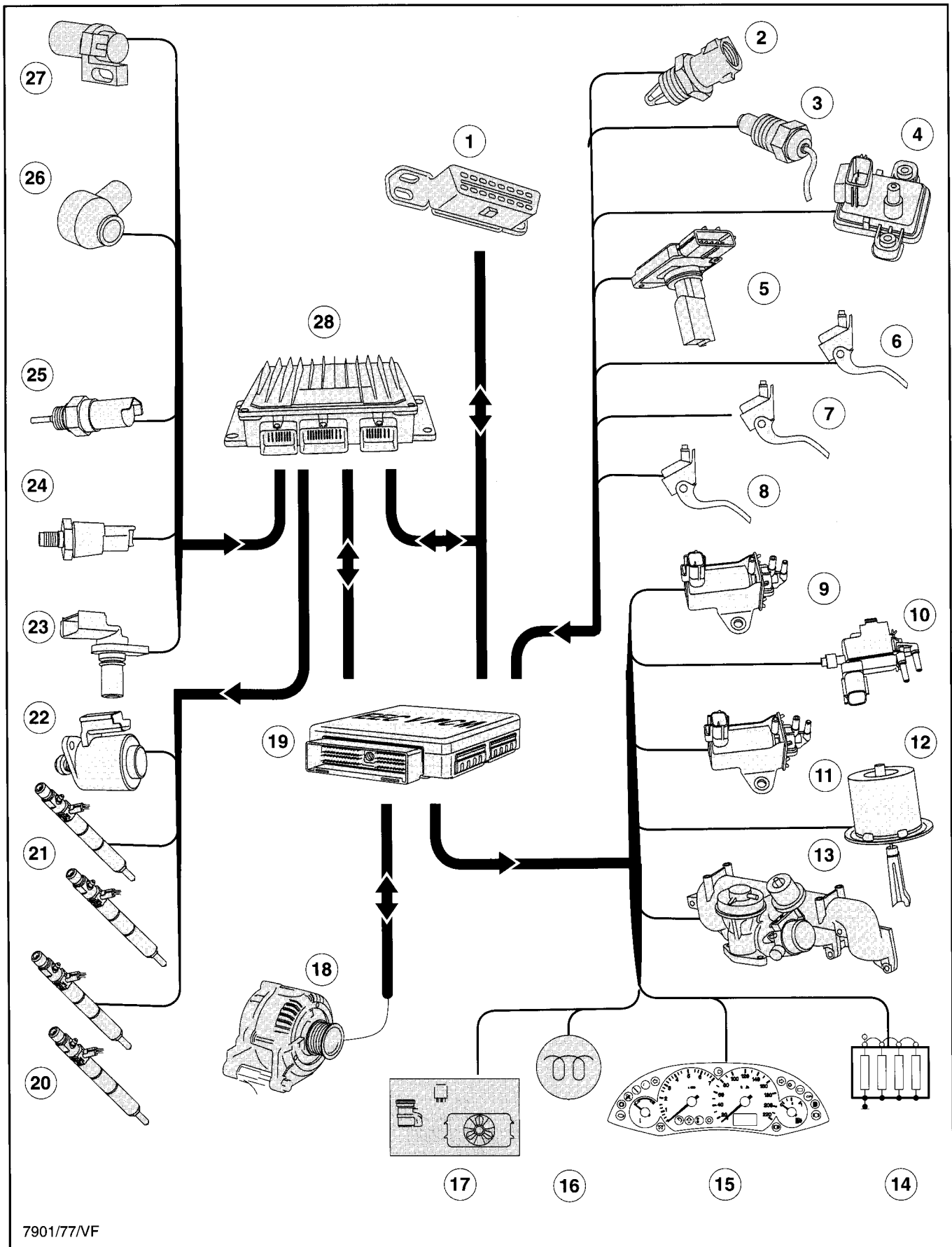
- sind Sie mit dem Gesamtsystem sowie den Komponenten der Motorregelung des Common-Rail Einspritzsystems vertraut,
- sind Sie mit Aufbau und Funktion der Sensoren und Aktuatoren vertraut.



7901/76/VF

Legende zur nebenstehenden Abbildung:

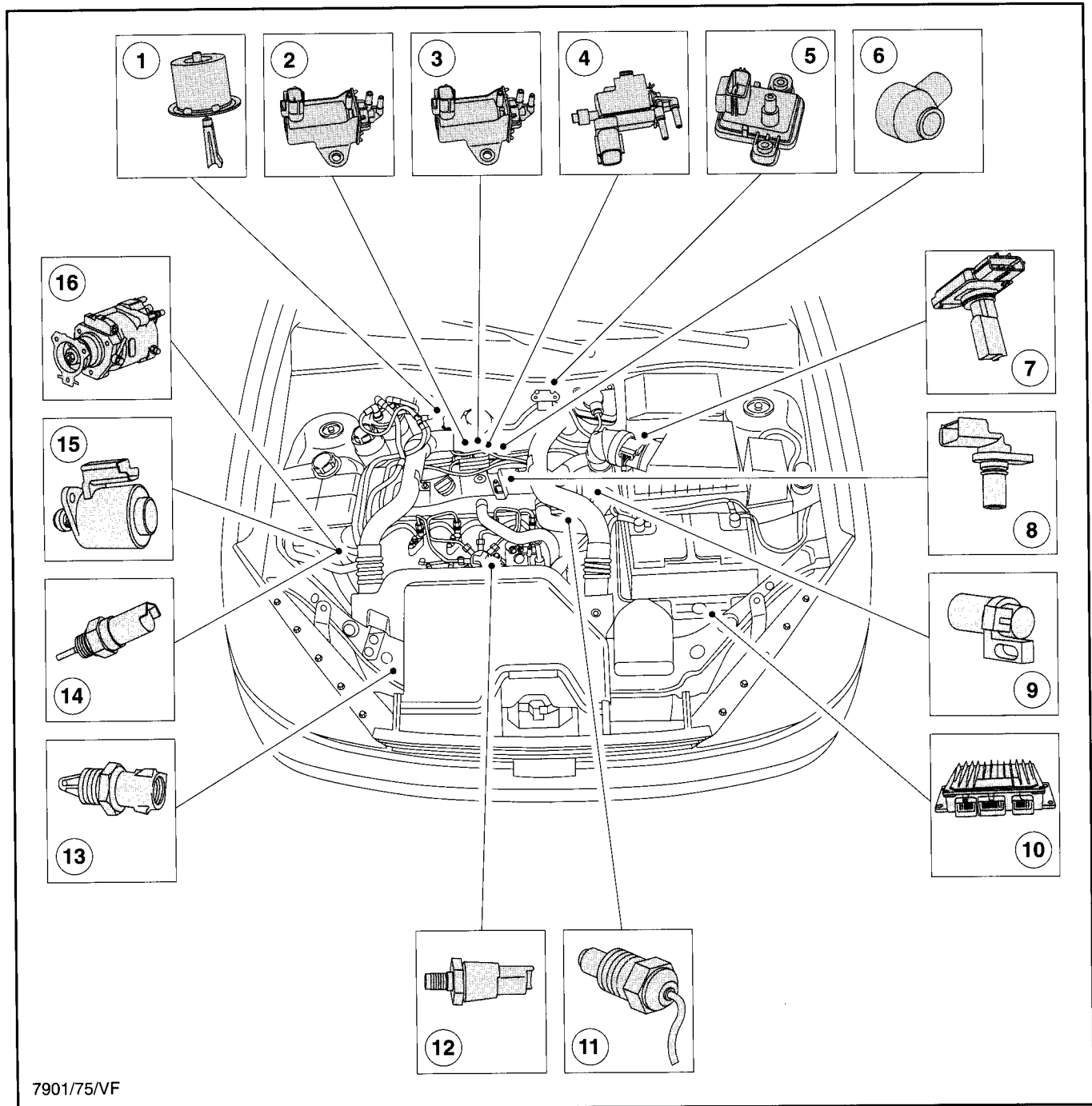
- | | |
|---|--|
| 1 Kraftstoffverteilerrohr | 21 Vakuumpumpe |
| 2 Kraftstoffdrucksensor | 22 Geregelte Batterieaufladung (Smart-Charging) |
| 3 Zylinderkopftemperatur (CHT) -Sensor | 23 Klopfsensor (KS) |
| 4 Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor | 24 Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor |
| 5 Ansauglufttemperatur (IAT) -Sensor im Ladeluftkühler | 25 Einspritzventile |
| 6 Magnetventil – Saugrohrklappe | 26 Kurbelwellenstellungs (CKP) -Sensor |
| 7 Abgasrückführungs (EGR) -Magnetventil | 27 Modul – Einspritzventile (IDM) |
| 8 Magnetventil – Ladedruck | 28 Kraftstofftank |
| 9 Unterdruckdose – Saugrohrklappe | 29 Kraftstofffilter |
| 10 Luftmassen (MAF) -Sensor | 30 Hochdruckpumpe mit Kraftstofftemperatur-Sensor und Kraftstoffdosierventil |
| 11 Luftfilter | 31 Venturi im Kraftstoffrücklauf |
| 12 Kombiinstrument | 32 Kraftstoffzulauf |
| 13 Fahrpedalpositions (APP) -Sensor | |
| 14 Kupplungspedalstellungs (CPP) -Schalter | |
| 15 Bremslichtschalter (BPP) | |
| 16 Diagnoseanschluss (DLC) | |
| 17 Zündschloss | |
| 18 Antriebsstrangsteuergerät (PCM) EEC V mit 104 Pins und integrierter passiver elektronischer Wegfahrsperre (PATS) | |
| 19 Unterdruckdose – Turbolader | |
| 20 Abgasrückführungs (EGR) -Ventil ohne EGR-Stellungssensor | |



7901/77/VF

Legende zur nebenstehenden Abbildung:

- | | |
|---|--|
| 1 Diagnoseanschluss (DLC) | 21 Einspritzventile |
| 2 Ansauglufttemperatur (IAT) -Sensor im Ladeluftkühler | 22 Kraftstoffdosierventil |
| 3 Zylinderkopftemperatur (CHT) -Sensor | 23 Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor |
| 4 Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor | 24 Kraftstoffdrucksensor |
| 5 Luftmassenmesser (MAF) -Sensor | 25 Kraftstofftemperatur-Sensor |
| 6 Fahrpedalpositions (APP) -Sensor | 26 Klopfsensor (KS) |
| 7 Kupplungspedalstellungs (CPP) -Schalter | 27 Kurbelwellenstellungs (CKP) -Sensor |
| 8 Bremslichtschalter (BPP) | 28 Modul – Einspritzventile (IDM) |
| 9 Abgasrückführungs (EGR) -Magnetventil | |
| 10 Magnetventil – Saugrohrklappe | |
| 11 Magnetventil – Ladedruck | |
| 12 Unterdruckdose – Saugrohrklappe | |
| 13 Abgasrückführungs (EGR) -Ventil
ohne EGR-Stellungssensor | |
| 14 Vorglühmodul | |
| 15 Kombiinstrument | |
| 16 Vorglüh-Kontrollleuchte | |
| 17 Klimakompressor- und Kühllüftersteuerung | |
| 18 Geregelte Batterieaufladung (Smart-Charging) | |
| 19 Antriebsstrangsteuergerät (PCM) EEC V mit
104 Pins und integrierter passiver elektronischer
Wegfahrsperre (PATS) | |
| 20 Einspritzventile | |

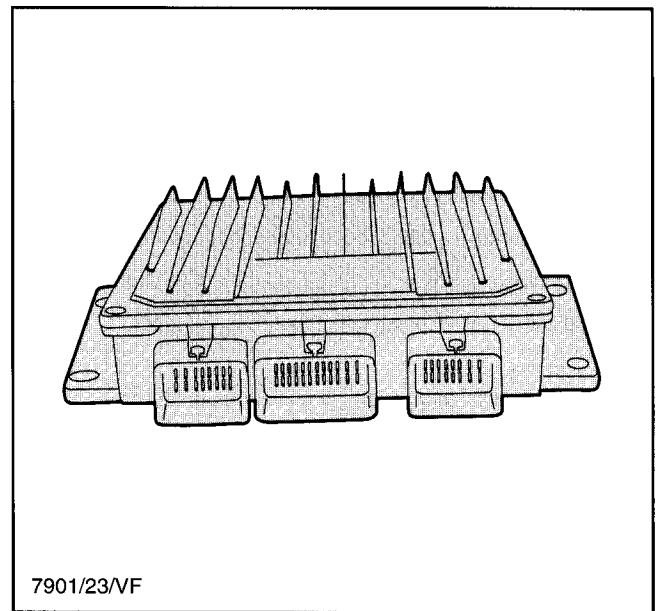


7901/75/VF

- | | |
|---|---|
| 1 Unterdruckdose – Saugrohrklappe | 9 Kurbelwellenstellungs (CKP) -Sensor |
| 2 Abgasrückführungs (EGR) -Magnetventil | 10 Modul – Einspritzventile (IDM) |
| 3 Magnetventil – Ladedruck | 11 Zylinderkopftemperatur (CHT) -Sensor |
| 4 Magnetventil – Saugrohrklappe | 12 Kraftstoffdrucksensor |
| 5 Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor | 13 Ansauglufttemperatur (IAT) -Sensor |
| 6 Klopfsensor (KS) | 14 Kraftstofftemperatur-Sensor |
| 7 Luftmassenmesser (MAF) | 15 Kraftstoffdosierventil |
| 8 Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor | 16 Hochdruckpumpe |

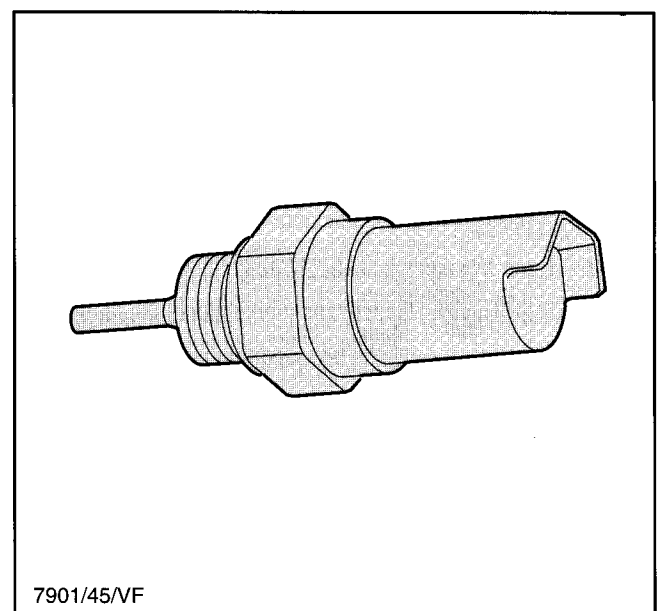
Modul – Einspritzventile (IDM)

- Das IDM ist unter dem Batteriekasten befestigt und mit dem EEC V Steuergerät verbunden.
- Es verarbeitet und überwacht die Eingangssignale der folgenden Sensoren:
 - KS
 - CKP-Sensor
 - CMP-Sensor
 - Kraftstofftemperatur-Sensor
 - Kraftstoffdrucksensor
 - Umgebungsluftdruck (BARO) -Sensor
- Mit diesen Informationen kalkuliert das IDM für jeden Betriebszustand des Motors die Position des Kraftstoffdosierventils, den Systemdruck sowie den Zeitpunkt und die Menge der Pilot- und Haupteinspritzung.
- Im IDM ist ein Umgebungsluftdruck (BARO) -Sensor zur Anpassung des Ladedrucks und der Einspritzmenge integriert.
- Das IDM ist über den DLC Anschluss mit WDS diagnosefähig.



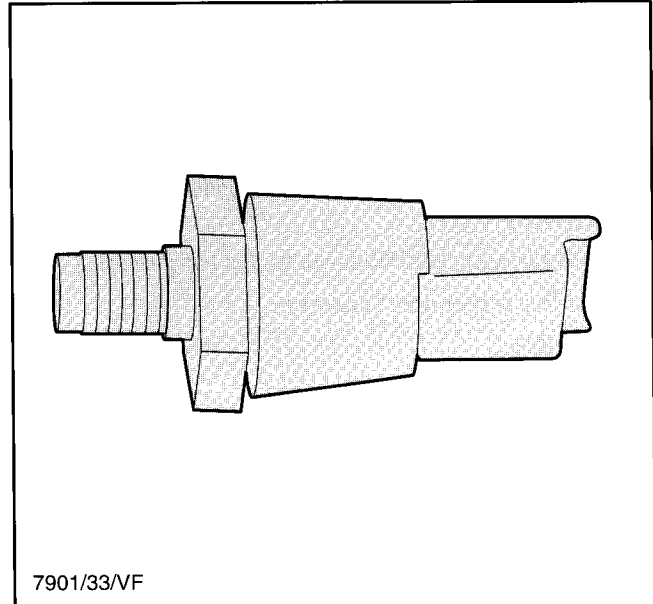
Kraftstofftemperatur-Sensor

- Der Kraftstofftemperatur-Sensor ist in der Zulaufbohrung auf der Rückseite der Hochdruckpumpe eingeschraubt.
- Er erfasst die Kraftstofftemperatur des Niederdrucksystems und leitet das Signal an das IDM weiter.
- Das Signal wird bei der Berechnung der Einspritzmenge mit berücksichtigt.

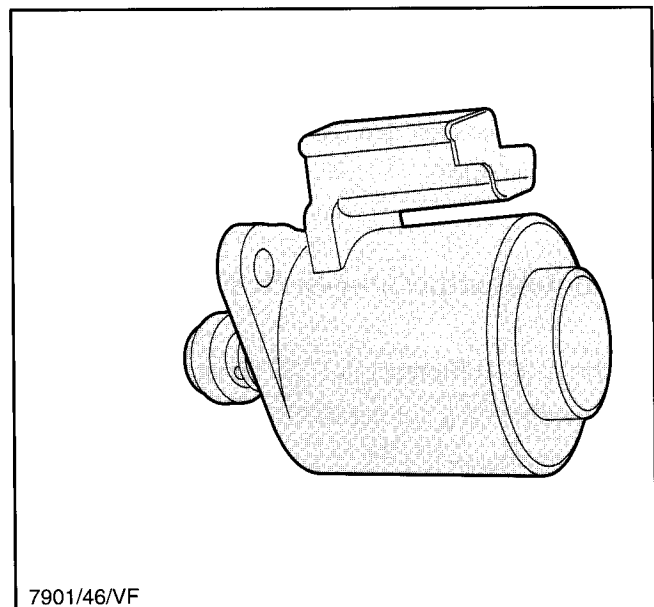


Kraftstoffdrucksensor

- Der Kraftstoffdrucksensor ist am Kraftstoffverteilerrohr eingeschraubt.
- Er erfasst den Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr und leitet diese Information an das IDM weiter. Sie wird zur Berechnung der Einspritzzeit und Einspritzmenge verwendet.
- Im Kraftstoffdrucksensor befindet sich eine Membrane, auf die ein Sensorelement aufgebracht ist.
- Der elektrische Widerstand des auf der Membran aufgetragenen Sensorelements variiert, wenn sich ihre Form durch die Druckbeaufschlagung ändert.
- Diese Veränderung des elektrischen Widerstandes erzeugt in dem mit 5 V versorgten Sensorelement eine Spannungsänderung.

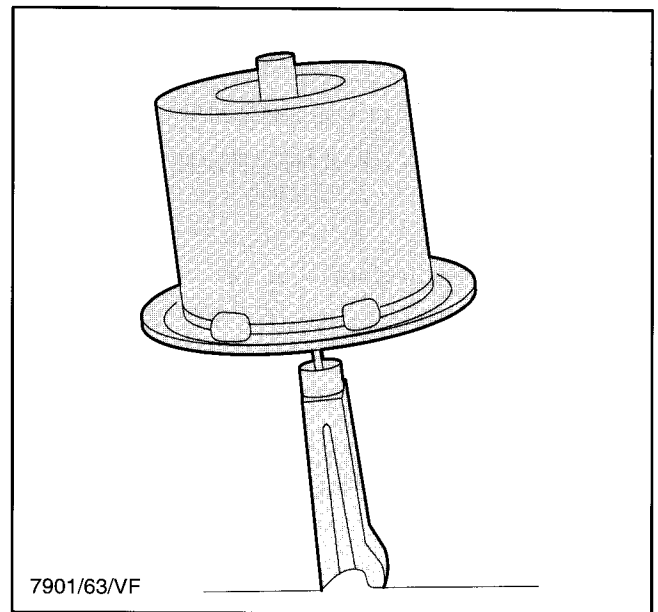
**Kraftstoffdosierventil**

- Das Kraftstoffdosierventil ist auf der Rückseite der Hochdruckpumpe befestigt und regelt die Kraftstoffmenge, die der Hochdruckpumpe entsprechend des Kraftstoffbedarfs zugeführt wird.
- Der Kraftstoffbedarf setzt sich zusammen aus Einspritzmenge, Leckkraftstoff und der zur Steuerung der Düsennadeln benötigten Kraftstoffmenge.
- Auf diese Weise kann die Menge des zum Tank zurückgeführten Kraftstoffs sehr gering gehalten werden. Somit entfällt der Einsatz eines Kraftstoffkühlers.
- Das Kraftstoffdosierventil wird durch Pulsweitenmodulation gesteuert und hat eine maximale Stromaufnahme von 1 A. Im stromlosen Zustand ist es geöffnet.



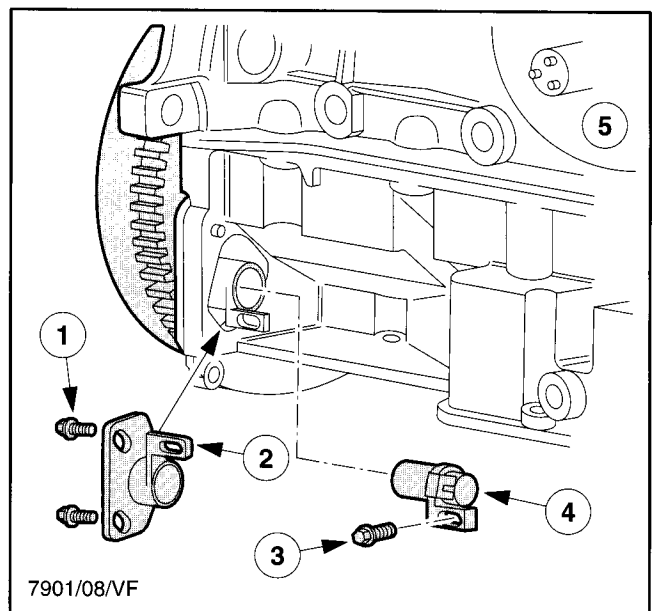
Unterdruckdose – Saugrohrklappe

- Der 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor erhielt eine Unterdruckdose – Saugrohrklappe.
- Die Unterdruckdose – Saugrohrklappe besteht aus einer Druckdose mit einer Membrane, die mit einem Hebel verbunden ist.
- Der Hebel ist mit der Saugrohrklappe verbunden.
- Die Unterdruckdose – Saugrohrklappe wird von einem Magnetventil gemäß der Ansteuerung durch das EEC V mit Unterdruck beaufschlagt.
- Die Aufgabe der Unterdruckdose – Saugrohrklappe ist es, nach Abstellen des Motors die Luftzufuhr durch Schließen der Saugrohrklappe zu unterbrechen.
- Hierdurch wird das Schütteln des Fahrzeugs nach Abstellen des Motors zuverlässig verhindert.



Kurbelwellenstellungs (CKP) -Sensor

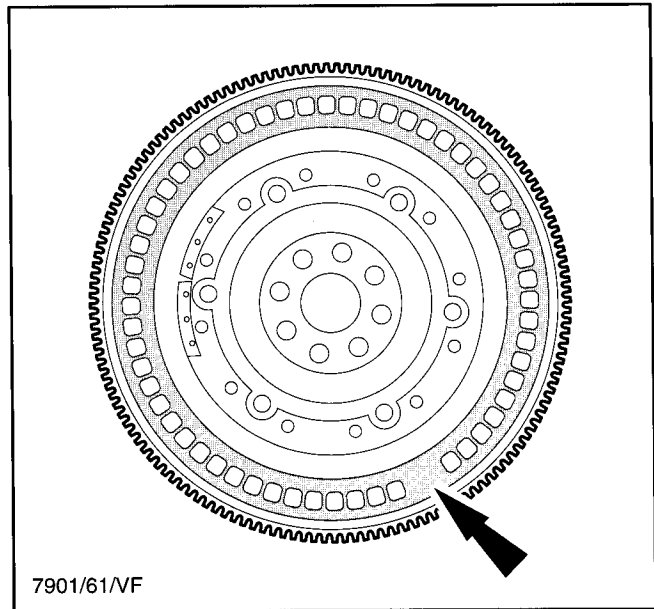
- Signalverarbeitung im IDM bzw. EEC V.
- Die Sensorhalteplatte und der CKP-Sensor selbst sind mit einem Langloch ausgestattet.
- Der CKP-Sensor hat an der Frontseite drei Abstandhalter, die bei erster Inbetriebnahme des Motors abbrechen.
- Damit entfällt das Distanzstück, das beim Endura-DI zur Einstellung des Abstands verwendet wurde.



- 1 Befestigungsschrauben
- 2 Sensorhalteplatte
- 3 Befestigungsschraube – CKP-Sensor
- 4 CKP-Sensor
- 5 Frontansicht CKP-Sensor

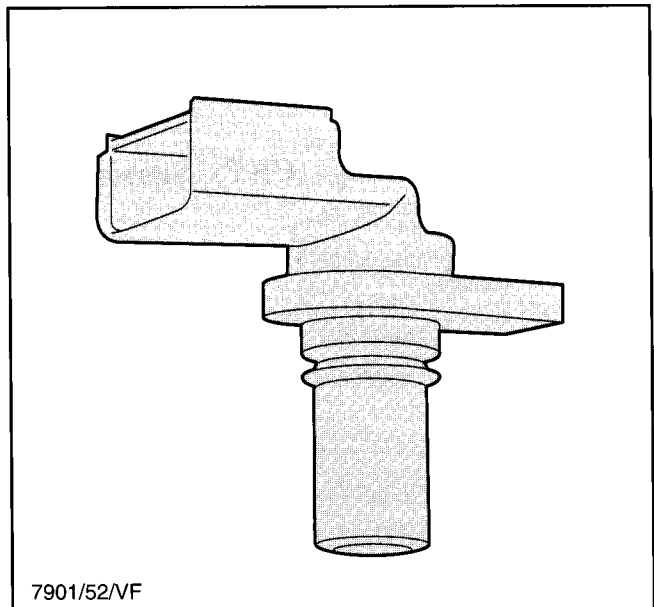
Schwungrad

- Mit Einführung des Common-Rail Einspritzsystems kommt ein 60-2 Schwungrad zum Einsatz.
- Die Markierung befindet sich 90° vor dem oberen Totpunkt des 3. Zylinders und dient dem IDM bzw. dem EEC V als Bezugsmarke für die Kurbelwellenstellung.



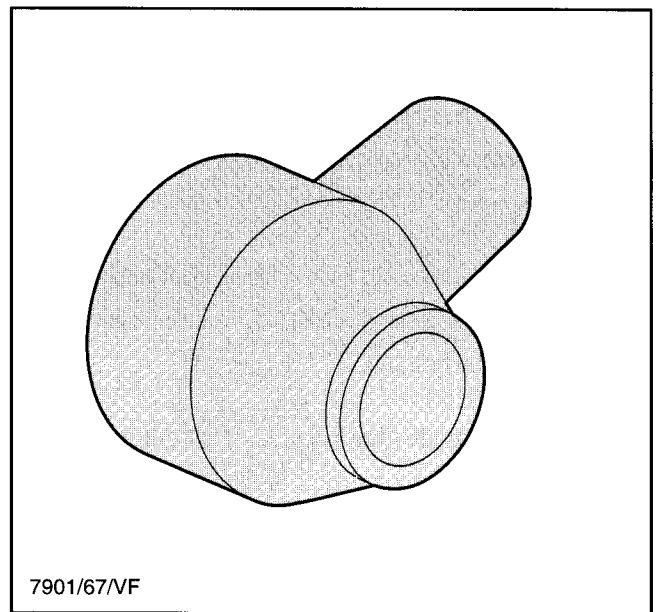
Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensor

- Das CMP-Sensorsignal wird beim Starten des Motors in Verbindung mit dem Signal des CKP-Sensors für die Zylinder-3-Kennung verwendet.
- Das CMP-Signal wird im IDM verarbeitet.
- Ist die Signalweiterleitung an das IDM unterbrochen, wird die Stromzufuhr zu den Einspritzventilen abgestellt, sodass der Motor stehenbleibt.



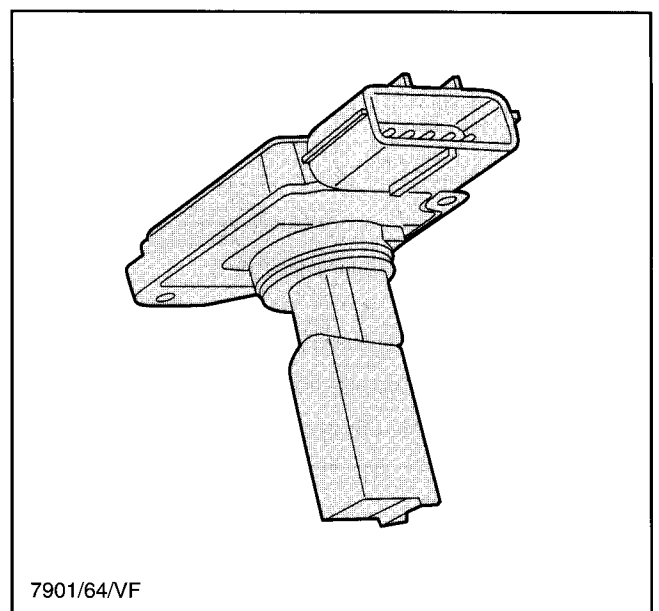
Klopfsensor (KS)

- Der Klopfsensor ist auf der Rückseite des Motorblocks in Höhe des zweiten und dritten Zylinders angebracht.
- Das piezoelektrische Element erfasst die Vibrationen des Motorblocks, die durch die Verbrennung in den Motorblock eingeleitet werden.
- Mit dem Signal wird der Zeitpunkt der Piloteinspritzung durch das IDM bestimmt.
- Wird die Piloteinspritzung zu einem ungünstigen Zeitpunkt eingeleitet, verstärken sich die Vibrationen.
- Das IDM verstellt den Zeitpunkt der Piloteinspritzung solange, bis das Signal mit den im IDM gespeicherten Werten übereinstimmt.



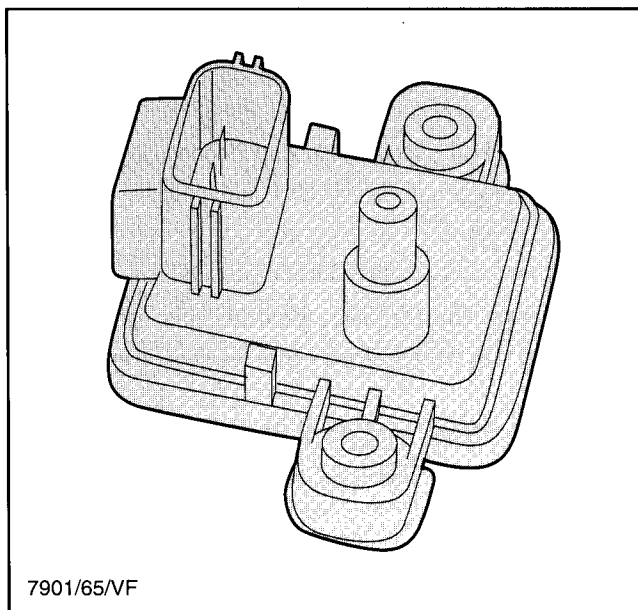
Luftmassen (MAF) -Sensor

- Einbaulage:
im Luftansaugrohr hinter dem Luftfilter.
- Der MAF-Sensor arbeitet nach dem Hitzdraht-Prinzip.
- Der MAF-Sensor dient zur Erfassung des Motorlastzustandes und zur Regelung des EGR-Systems.



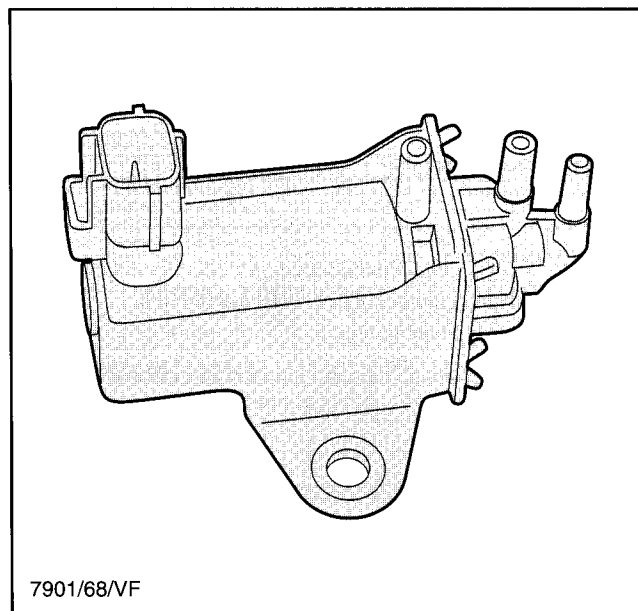
Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor

- Das Signal des MAP-Sensors wird zur Steuerung des Ladedrucks des variablen Turboladers verwendet.
- Das Signal wird zum EEC V gesendet und dient zur Berechnung der Ladedruckverstellung am variablen Turbolader.
- Die Steuerung des Ladedrucks wird durch das Magnetventil – Ladedruck umgesetzt.
- Dadurch wird der Ladedruck für den jeweiligen Betriebszustand des Motors durch Verstellen der Leitschaufeln des Turboladers angepasst.



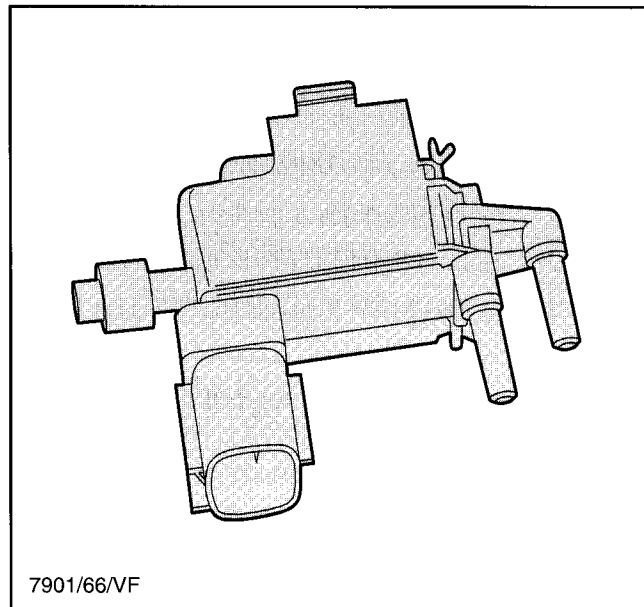
Magnetventil – Ladedruck

- Das Magnetventil – Ladedruck befindet sich zusammen mit dem Magnetventil – Saugrohrklappe und dem EGR-Magnetventil an einem Halter auf dem Ansaugrohr.
- Das Magnetventil – Ladedruck steuert nach den Vorgaben des EEC V die Position der Unterdruckdose – Ladedruckverstellung.
- Dadurch kann der optimale Ladedruck für den jeweiligen Betriebszustand des Motors durch Verstellen der Leitschaufeln des Turboladers erzielt werden.



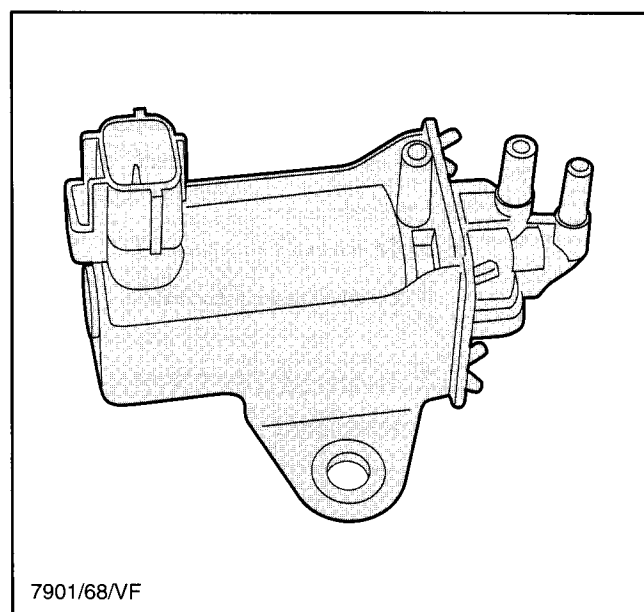
Magnetventil – Saugrohrklappe

- Das Magnetventil – Saugrohrklappe steuert ebenfalls nach Vorgaben des EEC V über einen Steuerunterdruck die Unterdruckdose – Saugrohrklappe.



EGR-Magnetventil

- Für den 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor kommt ein EGR-Magnetventil in kompakterer Ausführung zum Einsatz.
- Die technischen Spezifikationen entsprechen denen des EGR-Magnetventils des 1.8L Endura-DI Motors.
- Zur Steuerung des EGR-Magnetventils werden die Taktsignale des EEC V verwendet.



Kreuzen Sie die jeweils richtige Antwort an.

1. Welche Aussage über den Saugrohr-Absolutdruck (MAP) -Sensor ist richtig?

- ☐ a) Beim 1.8L DuraTorq-TDCi-Motor ist kein MAP-Sensor verbaut.
- ☐ b) Er liefert das Signal zur Steuerung des variablen Turboladers.
- ☐ c) Sein Signal wird bei Ausfall des MAF-Sensors zur Berechnung herangezogen.
- ☐ d) Das MAP-Sensorsignal wird im IDM verarbeitet.

2. Welche Folgen hat der Ausfall des Nockenwellenstellungs (CMP) -Sensors?

- ☐ a) Der Kraftstoffdrucksensor öffnet den Kraftstoffrücklauf.
- ☐ b) Das Fahrzeug beginnt zu ruckeln.
- ☐ c) Der Motor bleibt stehen.
- ☐ d) Das CKP-Sensorsignal wird als Ersatzwert verwendet.

3. Welche Aussage über den Klopfsensor (KS) ist richtig?

- ☐ a) Durch das Signal des KS wird der Zeitpunkt der Piloteinspritzung justiert.
- ☐ b) Das Signal wird genutzt um das IDM zu steuern.
- ☐ c) Der Motor wird bei Überhitzung abgeschaltet.
- ☐ d) Mit dem Signal wird der Zeitpunkt der Haupteinspritzung reguliert.

Abkürzungsverzeichnis

Die Abkürzungen entsprechen der Norm SAE J1930, mit Ausnahme derer, die mit einem * gekennzeichnet sind.

APP*	A ccelerator P edal P osition Fahrpedalposition	EGR	E xhaust G as R ecirculation Abgasrückführung
BARO	B arometric Pressure Umgebungsluftdruck	IAT	I ntake A ir T emperature Ansauglufttemperatur
BPP*	B rake P edal P osition Bremspedalschalter	IDM*	I njector D river M odule Modul – Einspritzventile
CHT*	C ylinder H ead T emperature Zylinderkopftemperatur	KS	K nock S ensor Klopfsensor
CKP	C rankshaft P osition Kurbelwellenstellung	MAF	M ass A ir F low Luftmassenmesser
CMP	C amshaft P osition Nockenwellenstellung	MAP	M anifold A bsolute P ressure Saugrohr-Absolutdruck
CPP	C lutch P edal P osition Kupplungspedalstellung	PATS*	P assiv A nti- T heft S ystem Passive elektronische Wegfahrsperre
DLC	D ata L ink C onnecter Diagnoseanschluss	PCM	P owertrain C ontrol M odule Antriebsstrangsteuergerät
EEC V*	E lectronic E ngine C ontrol Elektronische Motorregelung, 5. Generation	WDS*	W orld wide D iagnostics S ystem Weltweites Diagnose-System

Lösungen zu den Testfragen

Lektion 1 – Einführung

1. b)
2. a)
3. b)

Lektion 2 – Motormechanik

1. c)
2. d)
3. b)

Lektion 3 – Common-Rail Einspritzsystem

1. d)
2. d)
3. d)
4. a)
5. b)

Lektion 4 – Motorregelung

1. b)
2. c)
3. a)