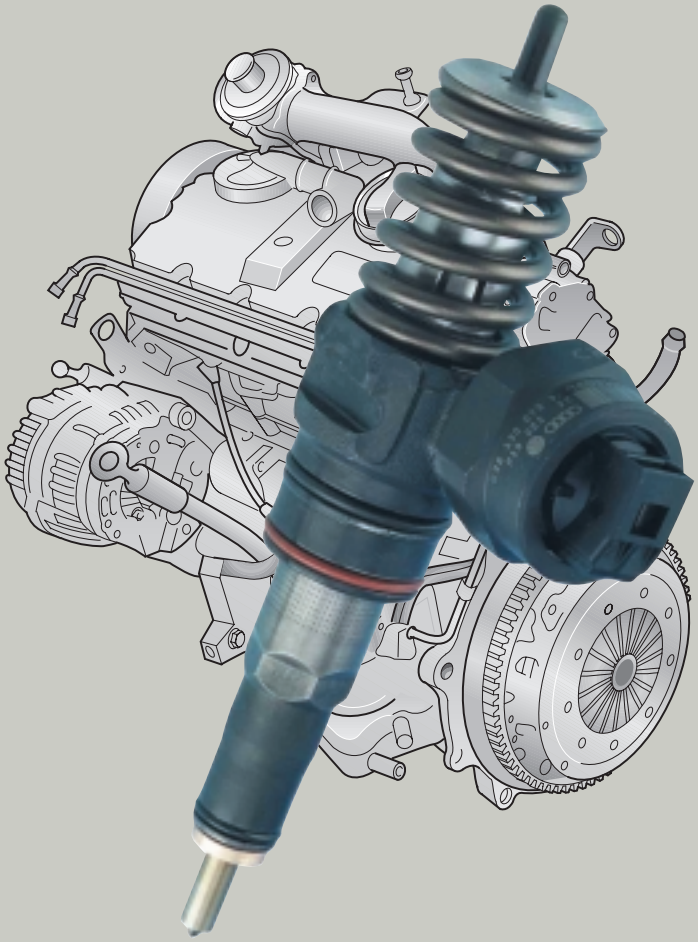
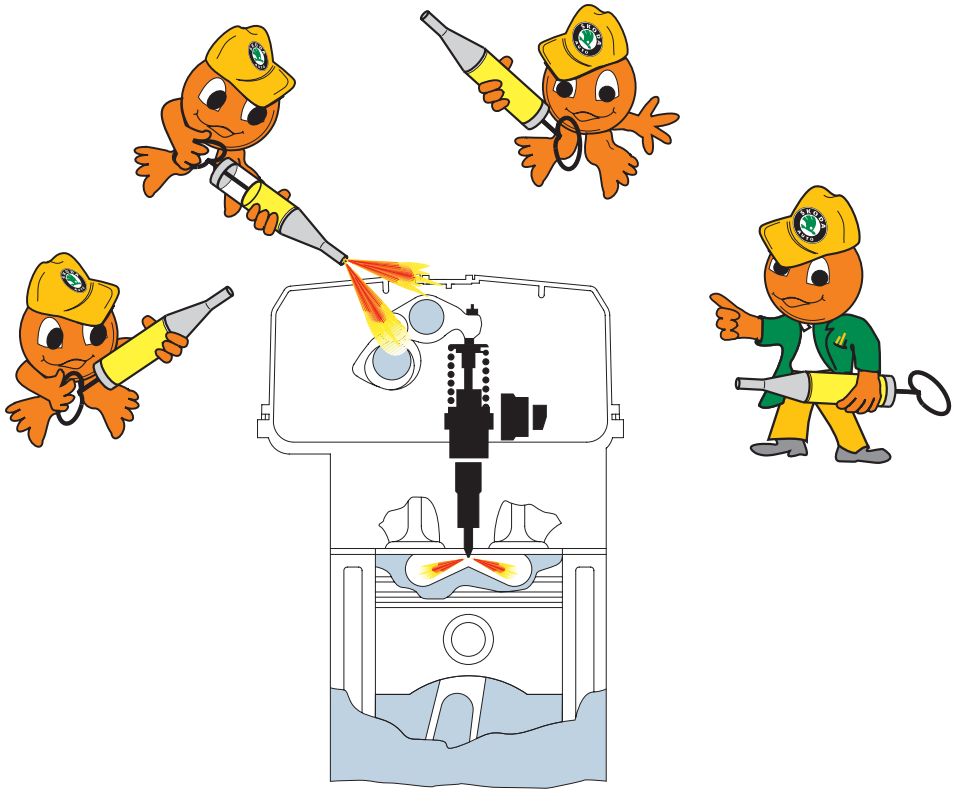
Škoda Fabia

1,9 l TDI-Motor mit
Pumpe-Düse-Einspritzsystem



Selbststudienprogramm

Neue Diesel-Einspritztechnik



SP36_01

Die Anforderungen an moderne Dieselmotoren hinsichtlich Leistung, Kraftstoffverbrauch, Abgas- und Geräusch-emissionen werden immer höher.
Die Voraussetzung, um diese Anforderungen zu erfüllen, ist eine gute Gemischaufbereitung.
Dazu benötigen die Motoren leistungs-fähige Einspritzsysteme, die hohe Einspritzdrücke für eine sehr feine Kraftstoffzerstäubung erzeugen und Einspritzbeginn und Einspritzmenge präzise steuern.

Ein Arbeitsverfahren, das diese hohen Anforderungen erfüllt, ist
das Pumpe-Düse-Einspritzsystem.

Volkswagen ist es erstmals gelungen, in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch AG einen Dieselmotor mit einem magnetventilgesteuerten Pumpe-Düse-Einspritzsystem zu entwickeln, der in einem PKW zur Anwendung kommt.

Dieser Motor erfüllt die Anforderungen bezüglich hoher Leistung bei gleichzeitig niedriger Belastung der Umwelt.
Er ist ein Schritt in die Zukunft zu rauch- und geruchlosen Dieselabgasen.

Diese neue Motorengeneration kommt zunehmend auch in ŠKODA-Fahrzeugen zum Einsatz.

Inhalt

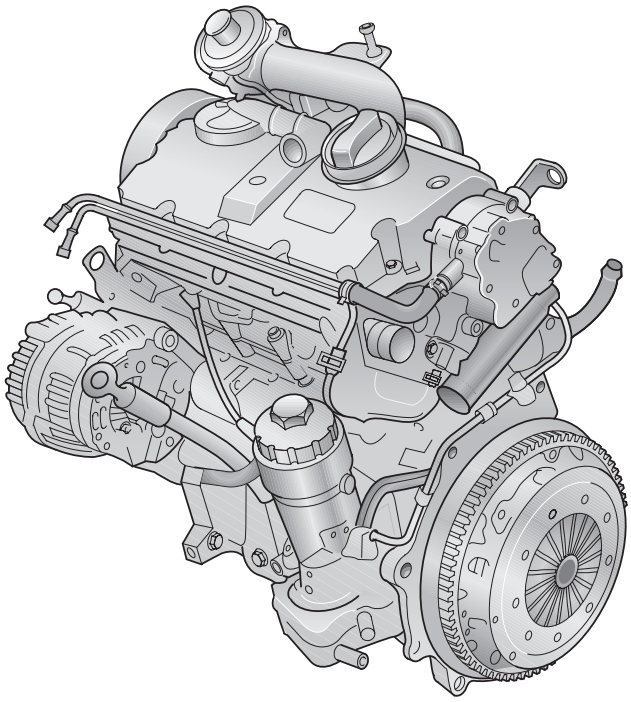
	Einführung	**4**
	Pumpe-Düse-Einspritzsystem	**6**
	Kraftstoffversorgung	**18**
	Vorglühanlage	**25**
	Motormanagement	**26**
	Funktionsplan	**38**
	Eigendiagnose	**41**
	Motormechanik	**42**
	Prüfen Sie Ihr Wissen	**46**

Hinweise zu Inspektion und Wartung, Einstell- und Reparaturanweisungen finden Sie im Reparaturleitfaden.



Einführung

Der 1,9 l TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem



SP36_05

Der 1,9 l TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem ist eine Entwicklung auf der Basis des 1,9 l TDI-Motors mit Verteilereinspritzpumpe.

Sein Unterschied zu diesem Motor liegt hauptsächlich in der Art der Einspritzung.

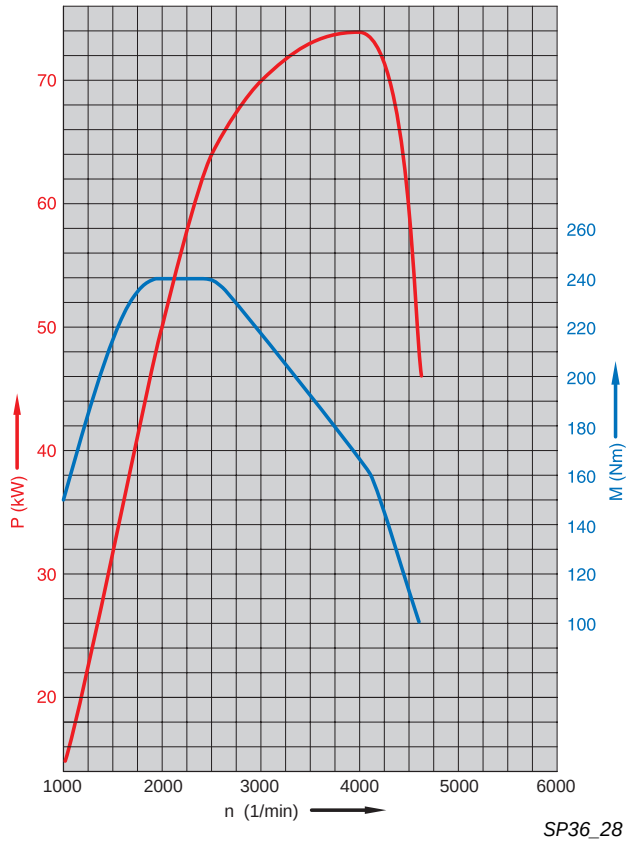
In diesem Selbststudienprogramm wird die Konstruktion und Funktion dieses neuen Einspritzsystems vorgestellt und die damit verbundenen Neuerungen am Kraftstoffsystem, im Motormanagement und der Motormechanik aufgezeigt.

Im Vergleich der Einspritzsysteme
Verteilereinspritzpumpe
zu Pumpe-Düse
zeigen sich für letztere folgende Vorteile:

- geringe Verbrennungsrückstände
- wenig Schadstoffemission
- geringer Kraftstoffverbrauch
- hohe Leistungsausbeute

Die Vorteile werden erreicht durch:

- einen hohen Einspritzdruck von maximal 205 MPa (2050 bar)
- eine präzise Steuerung des Einspritzvorganges
- eine Voreinspritzung



SP36_28

Die Motormechanik

- Turbodieselmotor mit Ladeluftkühlung
- Tandempumpe für Kraftstoffversorgung und Unterdruckversorgung, elektrische Vorförderpumpe
- Graugussgehäuse
- Tassenstößel mit hydraulischem Ventilspielausgleich
- Jeder Zylinder hat eine Pumpe-Düse-Einheit, hoher Einspritzdruck von 205 MPa (2050 bar).
- Kühlung des rückfließenden Kraftstoffes über einen luftumströmten Kühler am Fahrzeugboden.

Technische Daten

Motorkennbuchstabe:	ATD
Motormanagement:	Bosch EDC 15P
Bauart:	4 Zyl.-Reihenmotor
Ventile pro Zylinder:	2
Hubraum:	1896 cm^3
Bohrung:	79,5 mm
Hub:	95,5 mm
Verdichtungs-Verhältnis:	19,0 : 1
Nennleistung:	74 kW/4000 min^{-1}
Max. Drehmoment:	240 Nm bei 1900 ... 2400 min^{-1}
Abgasreinigung:	Abgasrückführung, Oxidationskatalysator
Abgasnorm:	EU3
Kraftstoff:	Diesel, mind. CZ49 PME, mind. CZ48

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Allgemeines

Was ist eine Pumpe-Düse-Einheit?

Eine Pumpe-Düse-Einheit ist eine Einzylinder-Einspritzpumpe mit Magnetventilsteuerung und Einspritzdüse, die zu einem Modul zusammengefasst sind.



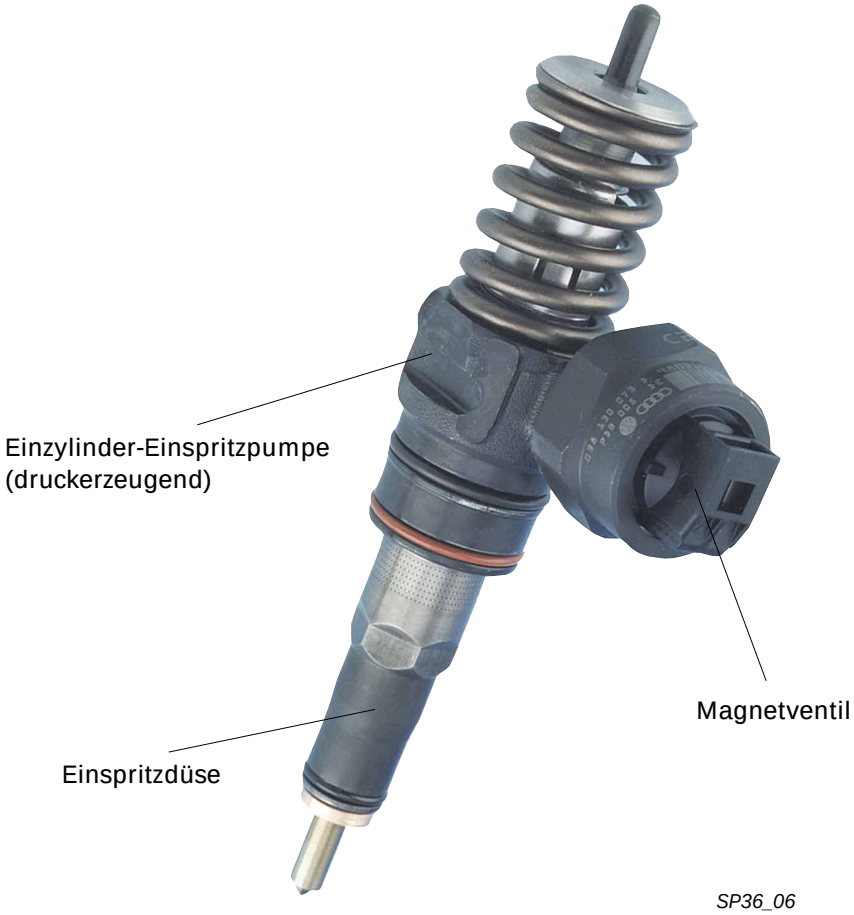
Hinweis:
Die Pumpe-Düse-Einheit wird auch als Unit-Injektor-System UIS bezeichnet.

Wie eine Verteilereinspritzpumpe mit Einspritzdüsen hat das Pumpe-Düse-Einspritzsystem folgende Aufgaben:

– den Hochdruck für die Einspritzung zu erzeugen,

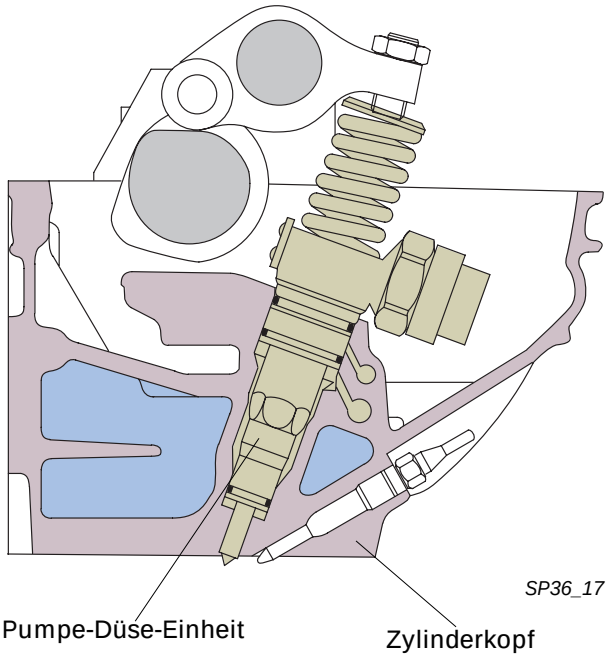
– den Kraftstoff in der richtigen Menge zur richtigen Zeit einzuspritzen.

Jeder Zylinder hat eine Pumpe-Düse-Einheit. Dadurch sind nur wenig hochdruckführende Teile erforderlich.



SP36_06

Einbauort

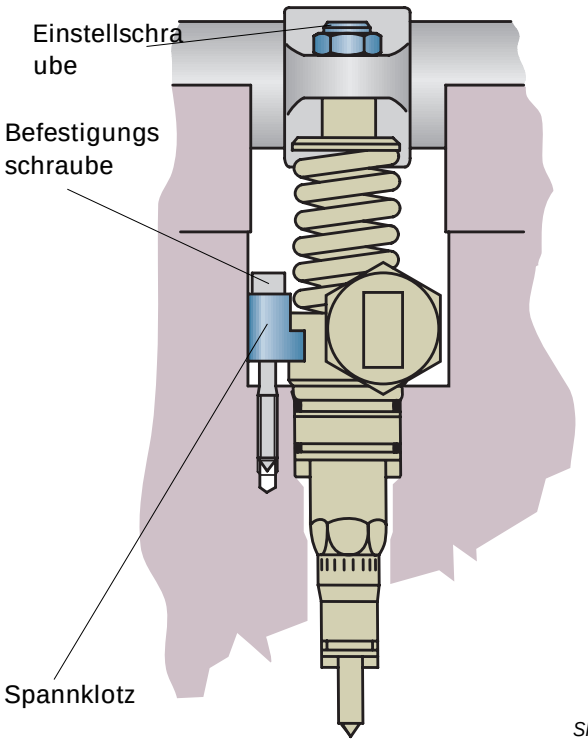


SP36_17

Die Pumpe-Düse-Einheit ist direkt im Zylinderkopf über jedem Zylinder angeordnet.

O-Ringe dichten die Pumpe-Düse-Einheit gegen den Zylinderkopf radial ab.

Befestigung/Einstellung



SP36_18

Die Pumpe-Düse-Einheit ist mit einem Spannklotz im Zylinderkopf befestigt.
Mit der Einstellschraube wird nach dem Einbau der Pumpenkolben justiert.

Beim Einbau einer Pumpe-Düse-Einheit auf richtige Einbaulage achten und einstellen. Steht sie nicht rechtwinklig zum Spannklotz, kann sich die Befestigungsschraube lösen. Die Pumpe-Düse-Einheit beziehungsweise der Zylinderkopf kann beschädigt werden.

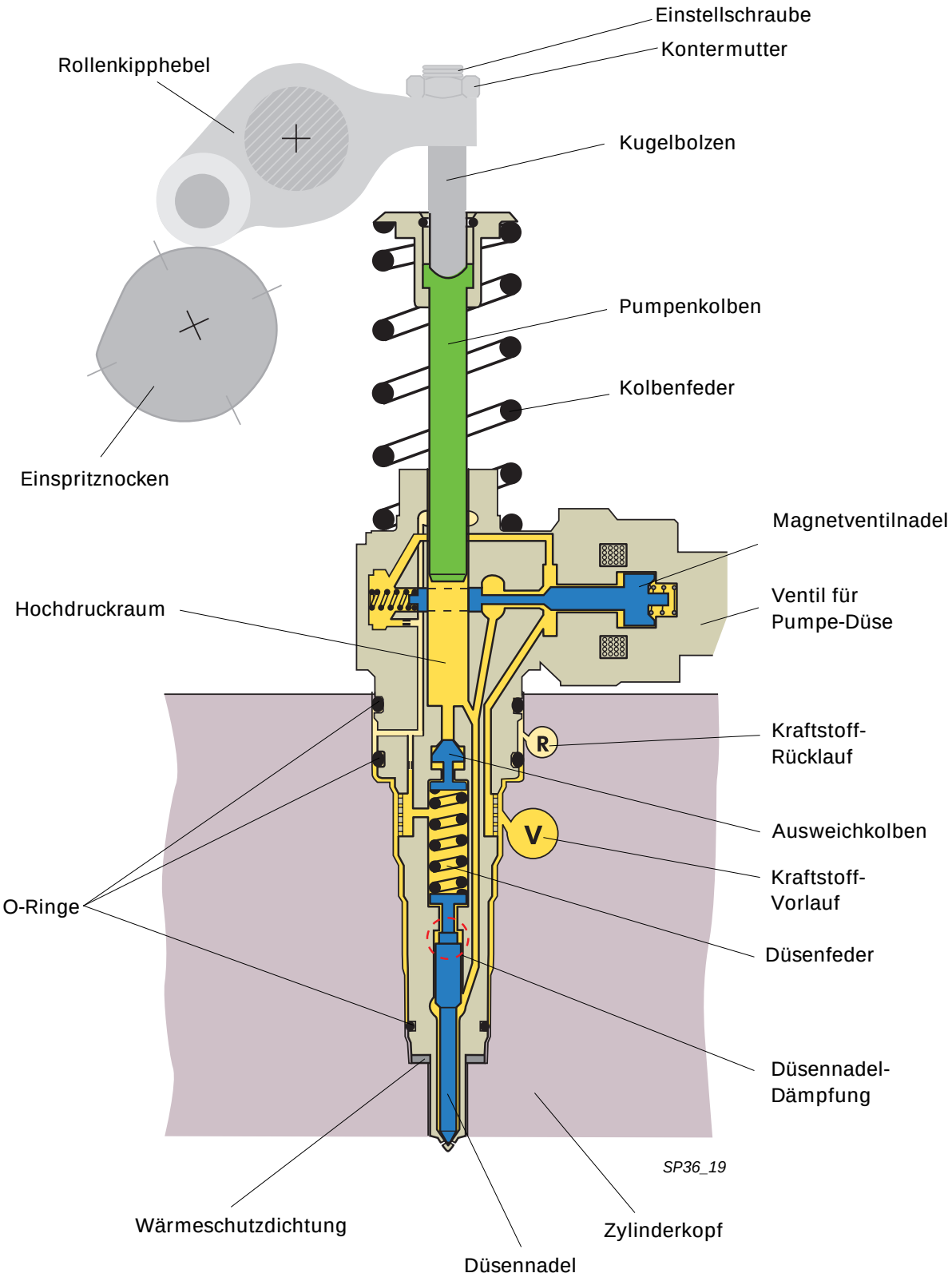
Mit der Einstellung wird ein Mindestabstand an der tiefsten Stelle zwischen Boden des Hochdruckraumes und Pumpenkolben eingestellt (siehe auch Seite 8). Dadurch wird verhindert, daß der Pumpenkolben bei Erwärmung am Boden des Hochdruckraumes aufschlägt.



Hinweis:
Beachten Sie dazu bitte die Anweisungen im Reparaturleitfaden!

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

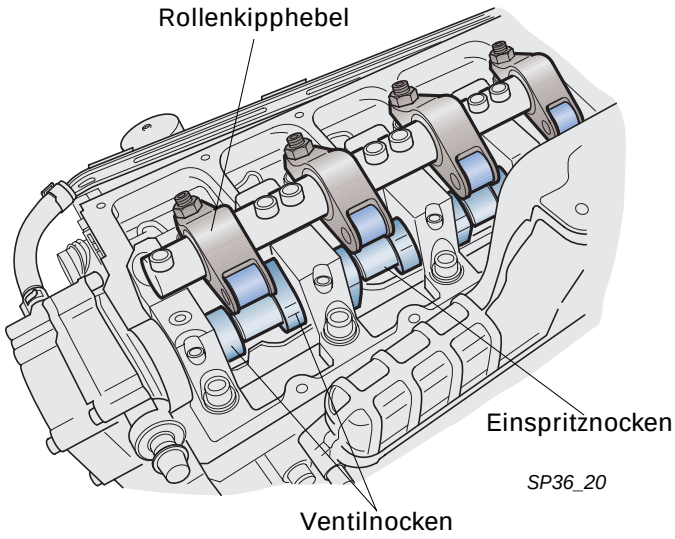
Konstruktiver Aufbau



Antrieb

Je eine Pumpe-Düse-Einheit pro Zylinder wird von der Nockenwelle über Rollenkipphebel betätigt.

Die Nockenwelle hat dazu vier zusätzliche Nocken, die Einspritznocken, die zwischen den Ventilnocken liegen.
Diese betätigen über Rollenkipphebel die Pumpenkolben der Pumpe-Düse-Einheiten.



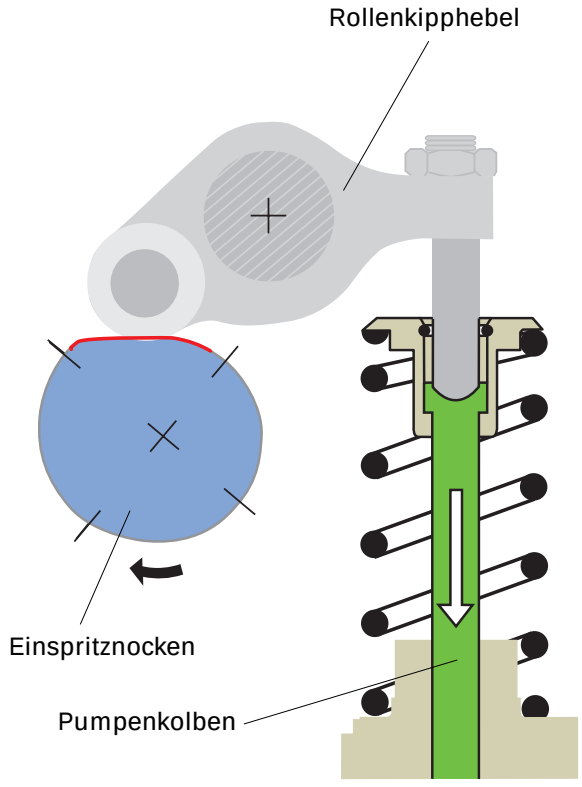
SP36_20

Der Einspritznocken hat eine steile auflaufende Flanke ...

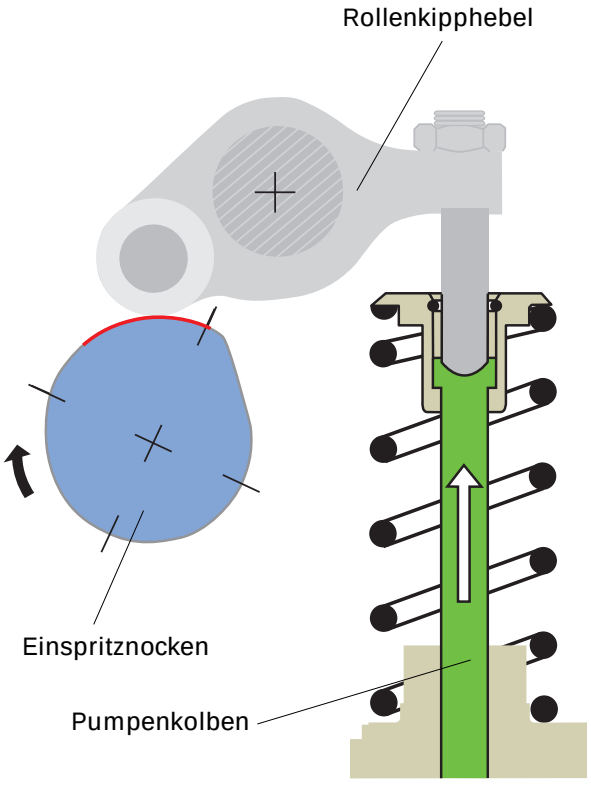
Der Pumpenkolben wird mit einer hohen Geschwindigkeit nach unten gedrückt. Dadurch wird sehr schnell ein hoher Einspritzdruck erreicht.

... und eine flache ablaufende Flanke.

Durch diese bewegt sich der Pumpenkolben langsam und gleichmäßig nach oben und der Kraftstoff kann blasenfrei in den Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit nachfließen.



SP36_29



SP36_30

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Anforderungen an Gemischbildung und Verbrennung

Die Voraussetzung für eine effiziente Verbrennung ist eine gute Gemischbildung. Dazu muss der Kraftstoff mit der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt und mit hohen Druck eingespritzt werden.
Schon bei geringfügigen Abweichungen sind ansteigende Schadstoff-Emissionen, laute Verbrennungsgeräusche oder hoher Kraftstoffverbrauch die Folge.

Wichtig für den Verbrennungsablauf eines Dieselmotors ist ein geringer Zündverzug. Der Zündverzug ist die Zeit zwischen dem Einspritzbeginn und dem Beginn des Druckanstieges im Brennraum. Wird während dieser Zeit eine große Kraftstoffmenge eingespritzt, führt dies zu einem schlagartigen Druckanstieg und dadurch zu lauten Verbrennungsgeräuschen.

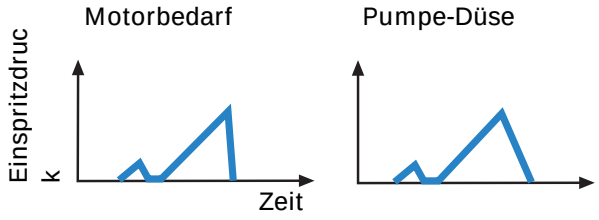
Voreinspritzung
Um einen möglichst sanften Verbrennungsablauf zu erreichen, wird vor Beginn der Haupteinspritzung eine kleine Kraftstoffmenge mit geringem Druck eingespritzt – die Voreinspritzung.
Durch die Verbrennung dieser kleinen Kraftstoffmenge steigen Druck und Temperatur im Brennraum.

Dies schafft die Voraussetzung für eine schnelle Zündung der Haupteinspritzmenge und verringert dadurch den Zündverzug. Die Voreinspritzung und eine „Spritzpause“ zwischen Vor- und Haupteinspritzung bewirken, daß die Drücke im Brennraum nicht schlagartig auftreten, sondern flach ansteigen. Die Folge sind geringe Verbrennungsgeräusche und weniger Stickoxid-Emissionen.

Haupteinspritzung
Bei der Haupteinspritzung kommt es auf eine gute Gemischbildung an, damit der Kraftstoff möglichst vollständig verbrennt. Mit hohem Einspritzdruck wird der Kraftstoff sehr fein zerstäubt, so daß sich Kraftstoff und Luft gut miteinander vermischen können. Eine vollständige Verbrennung führt zur Reduzierung der Schadstoffemissionen und hoher Leistungsausbeute.

Einspritzende
Am Ende der Einspritzung ist es wichtig, daß der Einspritzdruck schnell abfällt und die Düsennadel schnell schließt.
Dies verhindert, daß Kraftstoff mit geringem Einspritzdruck und großem Tropfendurchmesser in den Brennraum gelangt und nur noch unvollständig verbrennt, was zu erhöhten Schadstoffemissionen führt.

Der Einspritzverlauf des Pumpe-Düse-Einspritzsystems mit
geringem Druck bei der Voreinspritzung,
anschließender „Spritzpause“,
ansteigendem Druck bei der Haupteinspritzung mit schnellem Einspritzende,
stimmt mit dem Bedarf des Motors weitgehend überein.

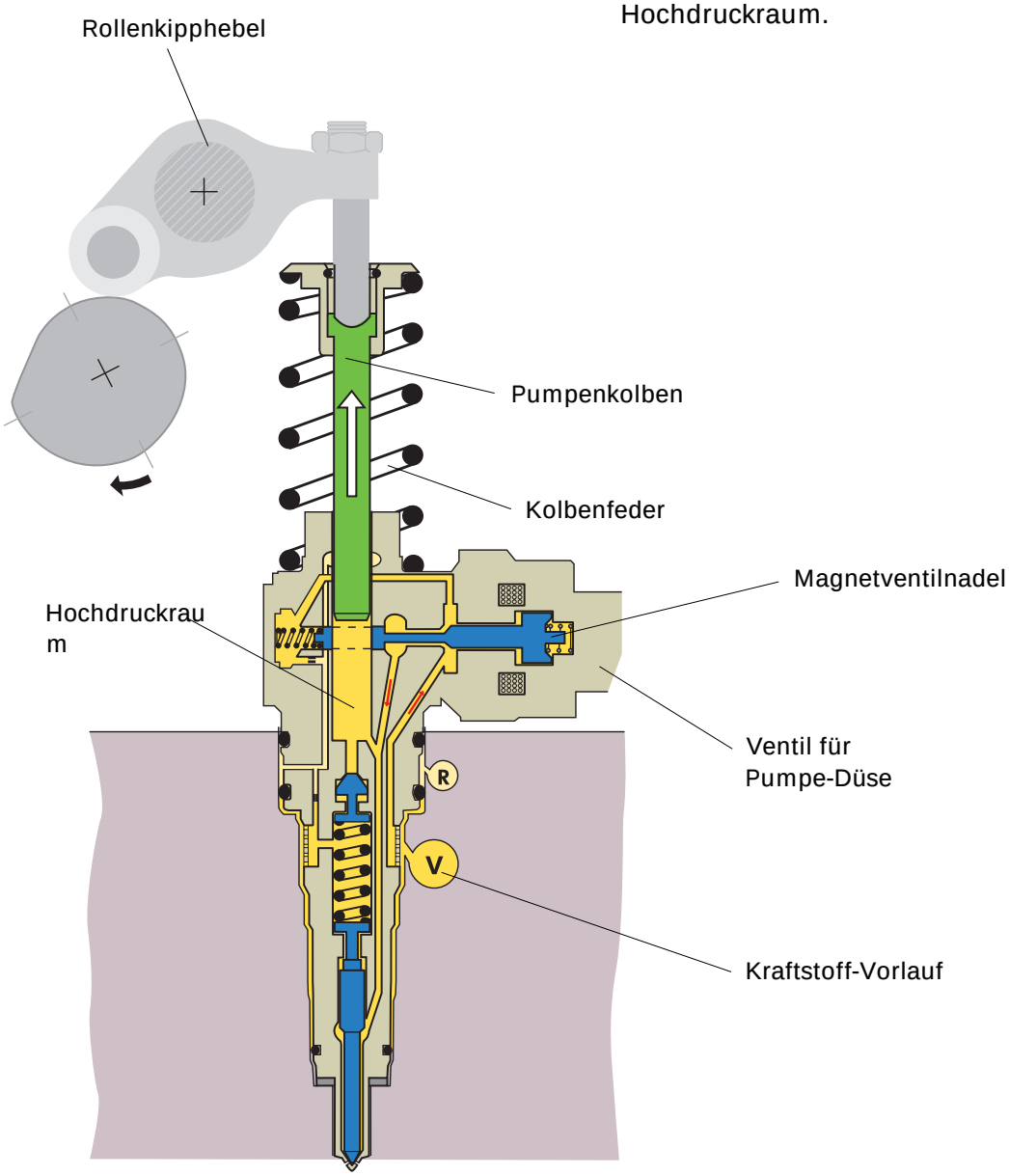


Der Einspritzvorgang

Der Hochdruckraum wird befüllt

Beim Füllvorgang bewegt sich der Pumpenkolben durch die Kraft der Kolbenfeder nach oben und vergrößert dadurch das Volumen des Hochdruckraumes.
Das Ventil für Pumpe-Düse ist nicht angesteuert.
Die Magnetventilnadel befindet sich in Ruhelage und gibt den Weg von Kraftstoff-Vorlauf zum Hochdruckraum frei.

Durch den von der Kraftstoffpumpe erzeugten Druck im Vorlauf strömt der Kraftstoff in den Hochdruckraum.



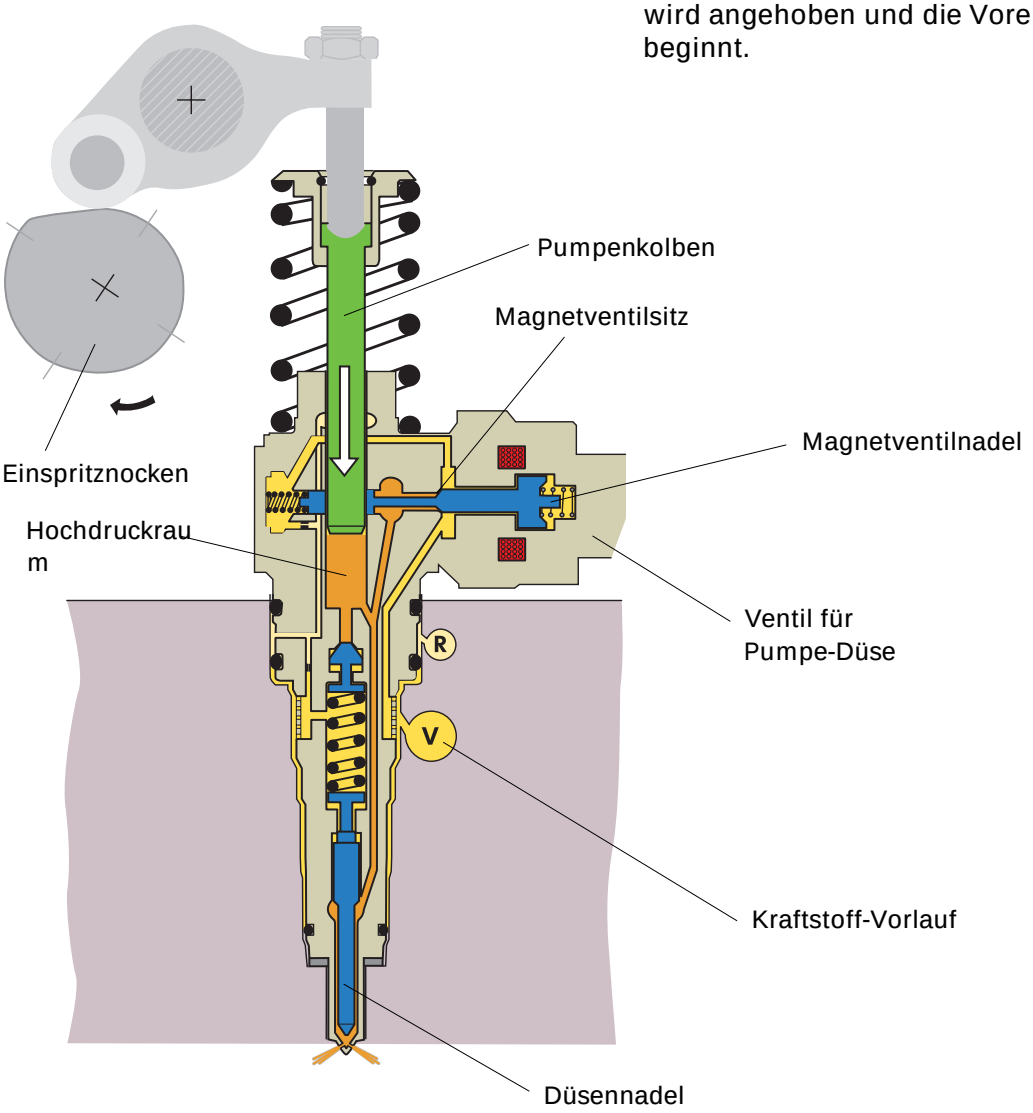
SP36_21

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Der Einspritzvorgang

Die Voreinspritzung beginnt

Der Pumpenkolben wird vom Einspritznocken über den Rollenkipphebel nach unten gedrückt und verdrängt dadurch den Kraftstoff aus dem Hochdruckraum in den Kraftstoff-Vorlauf.
Der Einspritzvorgang wird vom Motorsteuergerät eingeleitet. Dazu steuert es das Ventil für Pumpe-Düse an. Die Magnetventilnadel wird dabei in den Sitz gedrückt und verschließt den Weg vom Hochdruckraum zum Kraftstoff-Vorlauf. Dadurch beginnt der Druckaufbau im Hochdruckraum. Bei Erreichen von 18 MPa (180 bar) wird die Vorspannkraft der Düsenfeder überwunden. Die Düsennadel wird angehoben und die Voreinspritzung beginnt.



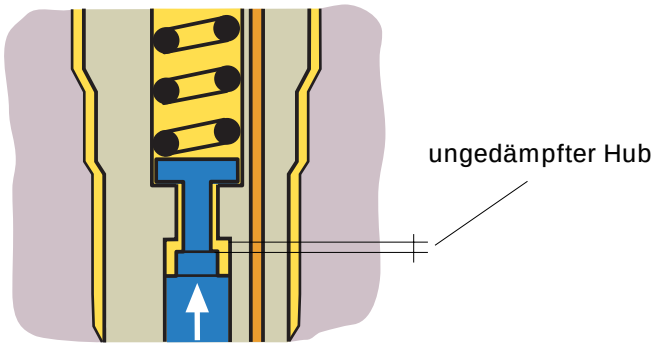
SP36_22

Düsennadel-Dämpfung

Bei der Voreinspritzung wird der Hub der Düsennadel durch ein hydraulisches Polster gedämpft. Dadurch ist es möglich, die Einspritzmenge genau zu dosieren.

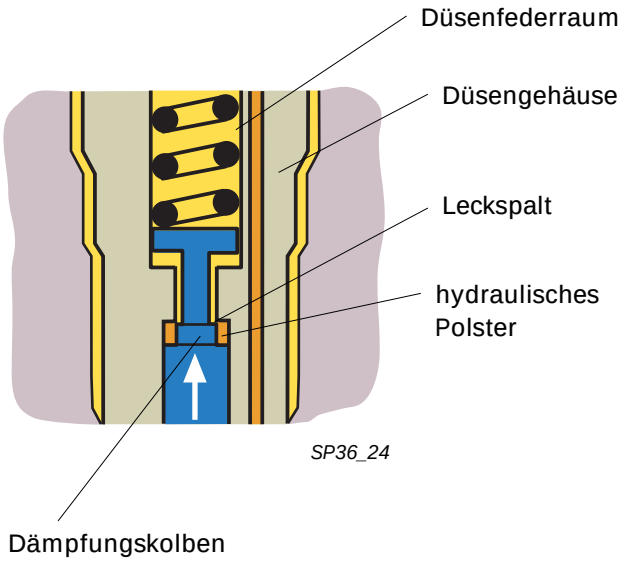
Funktionsablauf

Im ersten Drittel des Gesamthubes wird die Düsennadel ungedämpft geöffnet. Dabei wird die Voreinspritzmenge in den Brennraum gespritzt.



SP36_23

Sobald der Dämpfungskolben in die Bohrung des Düsengehäuses eintaucht, kann der Kraftstoff oberhalb der Düsennadel nur über einen Leckspalt in den Düsenfederraum verdrängt werden. Dadurch entsteht ein hydraulisches Polster, das den Hub der Düsennadel bei der Voreinspritzung begrenzt.



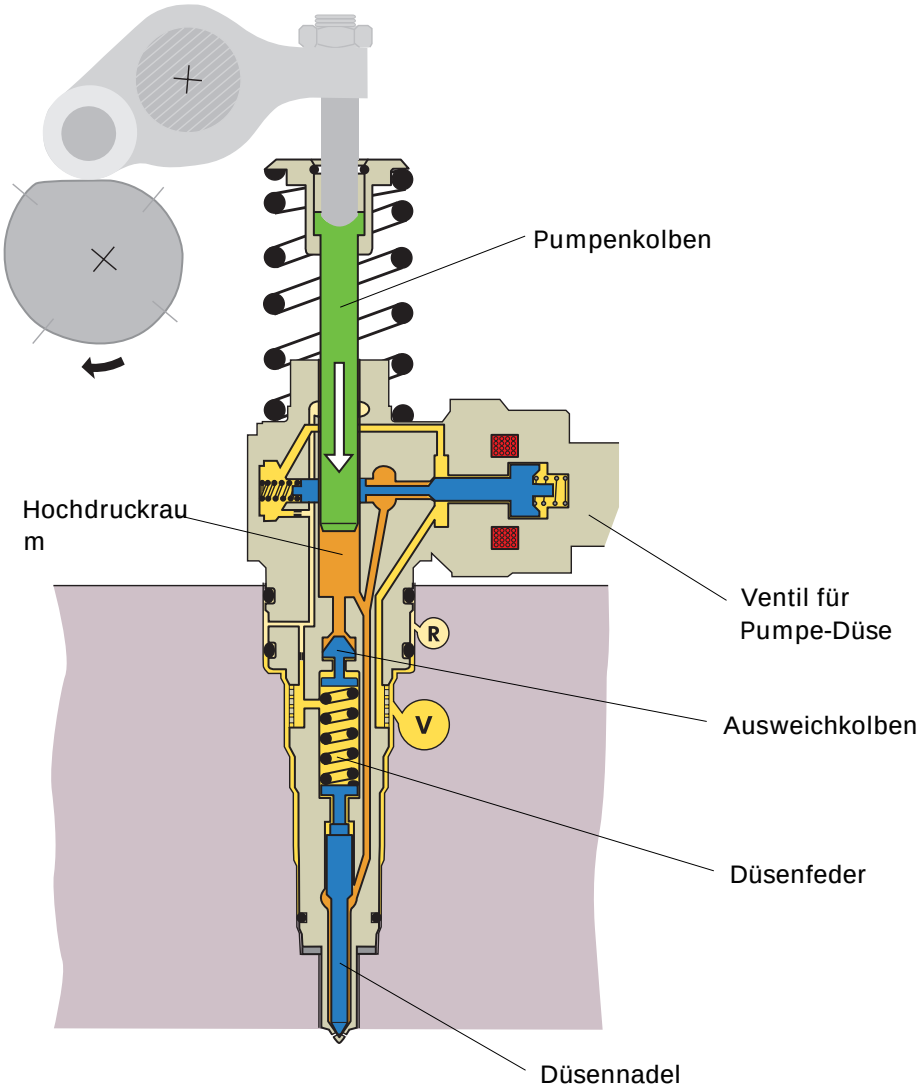
SP36_24

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Der Einspritzvorgang

Die Voreinspritzung endet

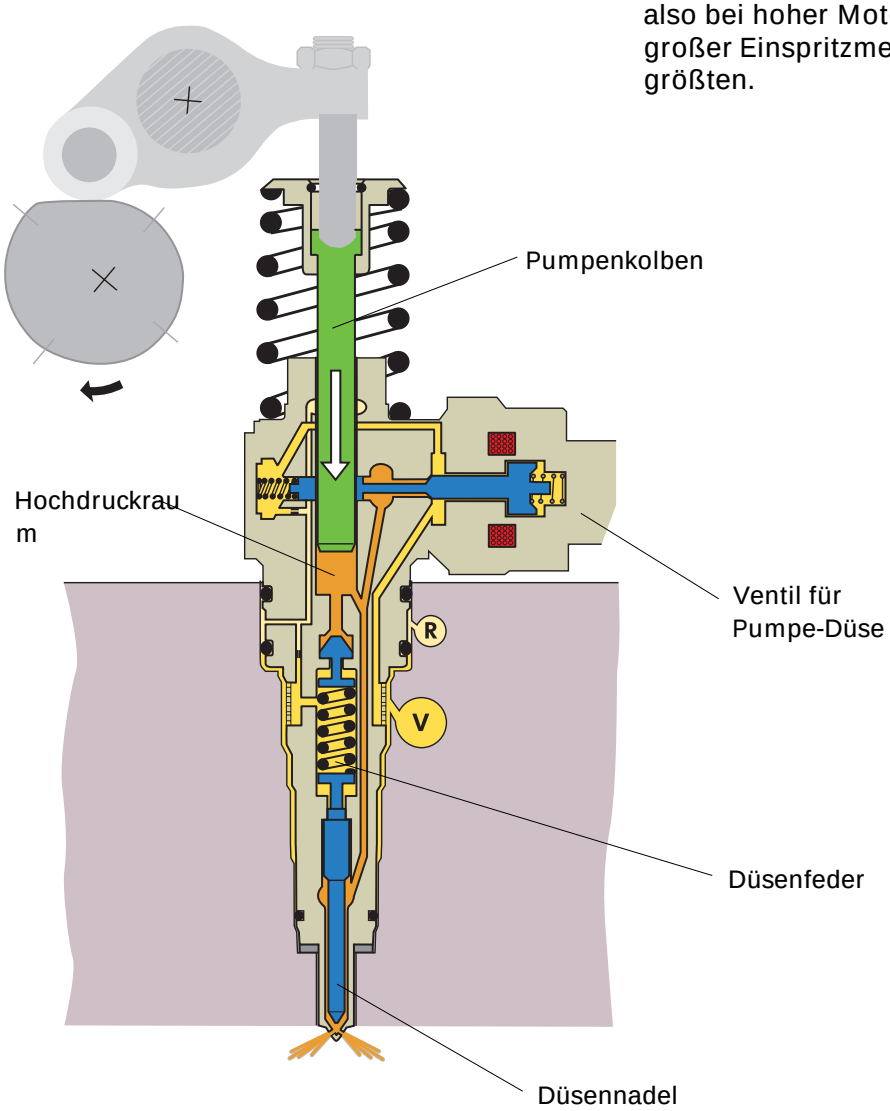
Unmittelbar nach dem Öffnen der Düsennadel endet die Voreinspritzung. Durch den ansteigenden Druck bewegt sich der Ausweichkolben nach unten und vergrößert damit das Volumen des Hochdruckraumes. Der Druck fällt dadurch für einen kurzen Augenblick ab und die Düsennadel schließt. Die Voreinspritzung ist zu Ende.
Durch die Abwärtsbewegung des Ausweichkolbens ist die Düsenfeder stärker vorgespannt. Zum erneuten Öffnen der Düsennadel bei der nachfolgenden Haupteinspritzung ist daher ein größerer Kraftstoffdruck nötig als bei der Voreinspritzung.



SP36_25

Die Haupteinspritzung beginnt

Kurz nach dem Schließen der Düsennadel steigt der Druck im Hochdruckraum wieder an. Das Ventil für Pumpe-Düse ist dabei weiterhin geschlossen und der Pumpenkolben bewegt sich abwärts.
Bei ca. 30 MPa (300 bar) ist die aus dem Kraftstoffdruck resultierende Kraft größer als die Kraft der vorgespannten Düsenfeder. Die Düsennadel wird erneut angehoben und die Haupteinspritzmenge eingespritzt.
Der Druck steigt dabei auf bis zu 205 MPa (2050 bar) an, weil im Hochdruckraum mehr Kraftstoff pro Zeiteinheit verdrängt werden soll als durch die Düsenlöcher entweichen kann. Bei maximaler Leistung des Motors, also bei hoher Motordrehzahl und gleichzeitig großer Einspritzmenge, ist der Druck am größten.



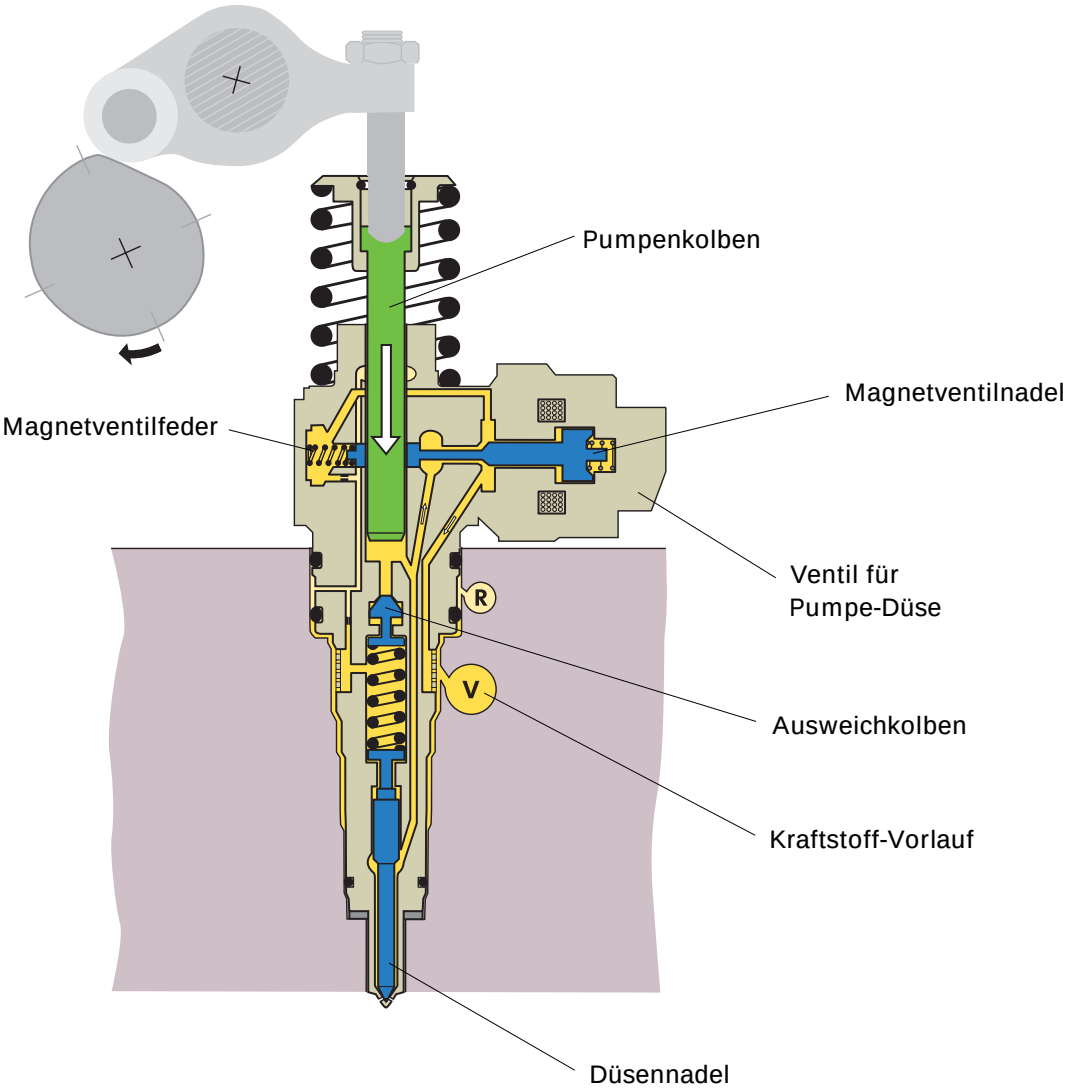
SP36_26

Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Der Einspritzvorgang

Die Haupteinspritzung endet

Das Ende der Haupteinspritzung wird eingeleitet, wenn das Motorsteuergerät das Ventil der Pumpe-Düse nicht mehr ansteuert. Dabei wird die Magnetventilnadel durch die Magnetventilfeder geöffnet. Der vom Pumpenkolben verdrängte Kraftstoff kann nun in den Kraftstoff-Vorlauf entweichen. Der Druck baut sich ab. Die Düsennadel schließt und der Ausweichkolben wird von der Düsenfeder in seine Ausgangslage gedrückt. Die Haupteinspritzung ist beendet.



SP36_16

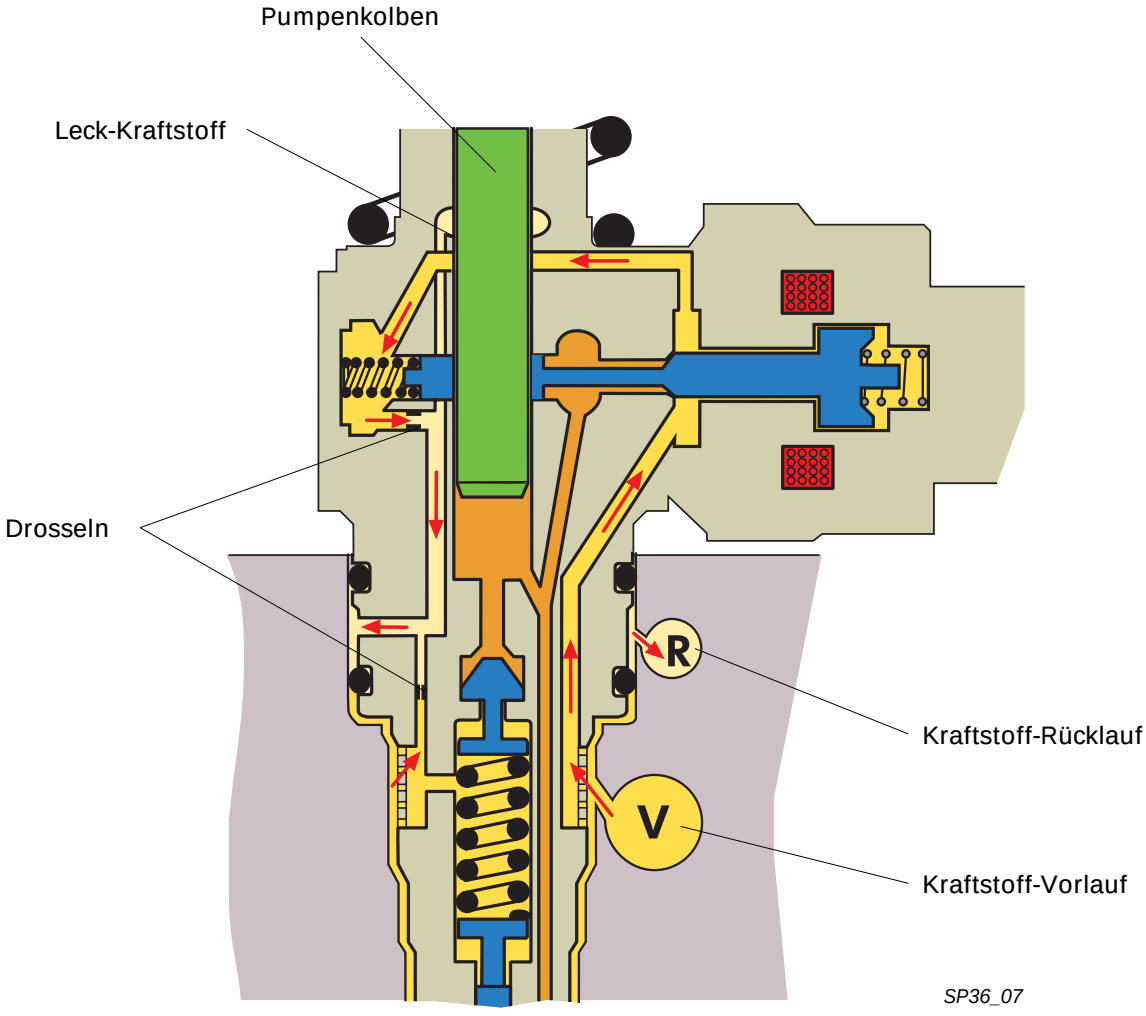
Der Kraftstoff-Rücklauf in der Pumpe-Düse-Einheit

Der Kraftstoff-Rücklauf in der Pumpe-Düse-Einheit hat folgende Aufgaben:

– Kühlung der Pumpe-Düse-Einheit
  Dazu wird Kraftstoff vom Kraftstoff-Vorlauf durch die Kanäle der Pumpe-Düse-Einheit in den Kraftstoff-Rücklauf gespült.

– Abführung des Leck-Kraftstoffes am Pumpenkolben

– Abscheiden von Dampfblasen aus dem Kraftstoff-Vorlauf über die Drosseln in den Kraftstoff-Rücklauf



Kraftstoffversorgung

Kraftstoffversorgungssystem

Für die Kraftstoff-Förderung arbeiten zwei Pumpen:
– eine elektrische Kraftstoffpumpe*
– eine mechanische Kraftstoffpumpe

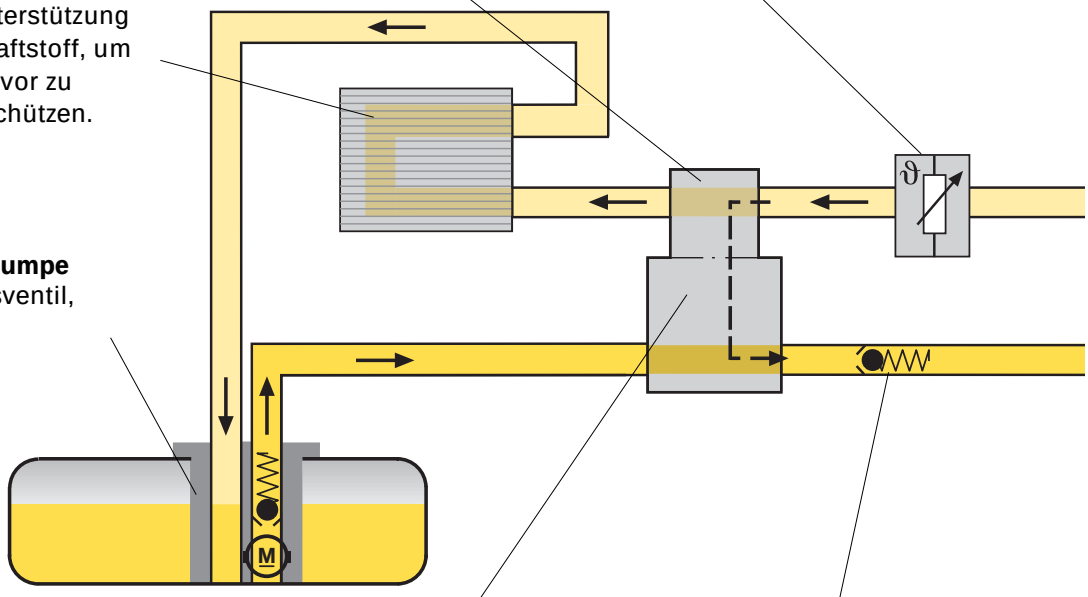
Die elektrische Kraftstoffpumpe arbeitet als Vorförderpumpe und ist im Kraftstoffbehälter plaziert. Sie pumpt Kraftstoff mit einem Druck von 0,05 MPa (0,5 bar) zur mechanischen Kraftstoffpumpe.
Diese ist am Motor direkt neben der Vakuumpumpe am Zylinderkopf angeflanscht.

Bei Zündung „Ein“ pumpt die elektrische Pumpe für 2 Sekunden vor und geht wieder aus, bis sich der Motor mit Anlasserdrehzahl dreht.
Dann läuft sie ständig mit und stellt der mechanischen Kraftstoffpumpe den Kraftstoff direkt am Motor bereit.
Ein Druckbegrenzungsventil in der elektrischen Kraftstoffpumpe sichert, daß an der mechanischen Pumpe der Kraftstoffdruck nahezu 0 MPa (0 bar) ist.
Über die Vorlaufbohrung im Zylinderkopf wird der Kraftstoff dann von der mechanischen Kraftstoffpumpe direkt zu den Pumpe-Düse-Einheiten gefördert.

Vorwärmventil,**
dient zur Regelung der Vorwärmung des Kraftstoffes.

Kraftstofftemperaturfühler,
ermittelt die Temperatur des Kraftstoffes im Kraftstoff-Rücklauf und sendet ein Signal an das Motorsteuergerät.

Kraftstoffkühler,
kühlt mit Fahrtwindunterstützung den rückfließenden Kraftstoff, um den Kraftstoffbehälter vor zu heißem Kraftstoff zu schützen.



Elektrische Kraftstoffpumpe
mit Druckbegrenzungsventil, pumpt Kraftstoff zur mechanischen Pumpe

Kraftstoffbehälter

Kraftstoffilter,
schützt die Einspritzanlage vor Verschmutzung und Verschleiß durch Partikel und Wasser.

Rückschlagventil,
verhindert, daß bei Motorstillstand Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe zurück in den Kraftstoffbehälter fließt [Öffnungsdruck = 0,02 MPa (0,2 bar)].

* Einige Modelle wurden zu Serienbeginn ohne elektrische Kraftstoffpumpe produziert.

** In Abhängigkeit von der Kraftstofftemperatur im Vorwärmventil leitet es erwärmten Kraftstoff der Rücklaufleitung über den Kraftstoff-Filter wieder der

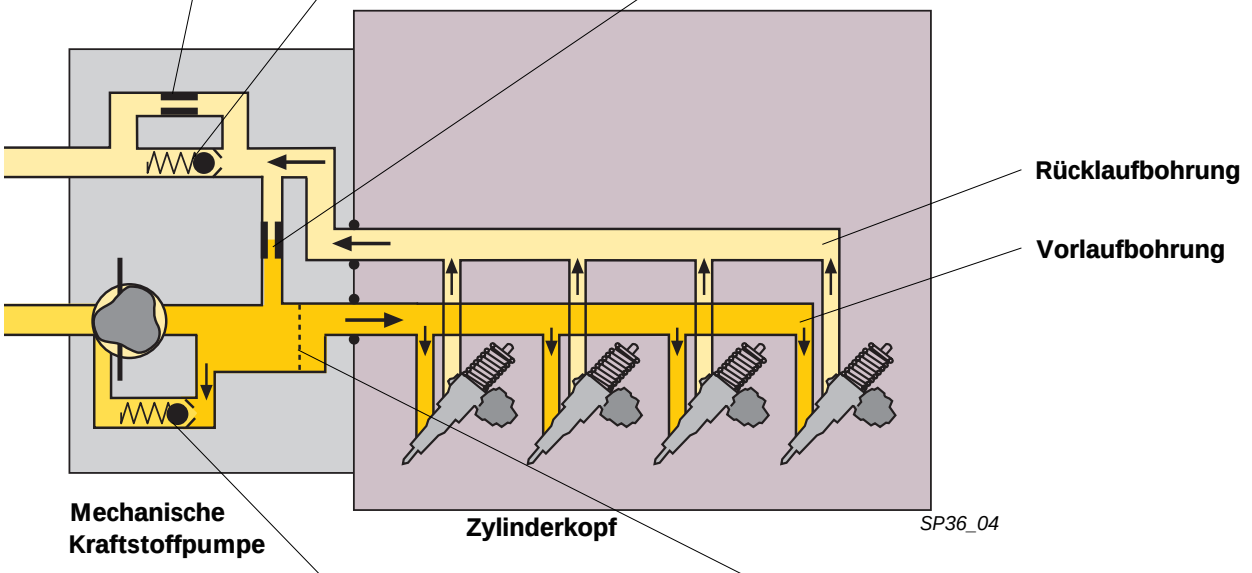
Nicht zur Einspritzung benötigter Kraftstoff wird über die Rücklaufbohrung im Zylinderkopf durch die mechanische Kraftstoffpumpe zum Kraftstoffbehälter zurückgefördert.

In der Kraftstoff-Rücklaufleitung befinden sich ein Temperaturfühler und ein Kraftstoffkühler.

Bypass
Ist Luft im Kraftstoffsystem, zum Beispiel bei leergefahrenem Kraftstoffbehälter, bleibt das Druckbegrenzungsventil geschlossen. Die Luft wird von dem nachfließenden Kraftstoff aus dem System gedrückt.

Druckregelventil,
begrenzt den Druck im Kraftstoff-Rücklauf auf 0,1 MPa (1 bar). Dadurch werden gleichbleibende Kräfteverhältnisse an der Magnetventilnadel erzielt.

Drosselbohrung vom Kraftstoff-Vorlauf zum Kraftstoff-Rücklauf
Über die Drosselbohrung werden Dampfblasen, die sich im Kraftstoff-Vorlauf befinden, in den Kraftstoff-Rücklauf abgeschieden.



Druckregelventil,
regelt den Kraftstoffdruck im Kraftstoff-Vorlauf. Bei einem Kraftstoffdruck über 0,75 MPa (7,5 bar) öffnet das Ventil. Der Kraftstoff wird der Saugseite der Kraftstoffpumpe wieder zugeführt.

Sieb,
fängt Dampfblasen aus dem Kraftstoff-Vorlauf auf. Anschließend werden diese über die Drosselbohrung und den Rücklauf abgeschieden.

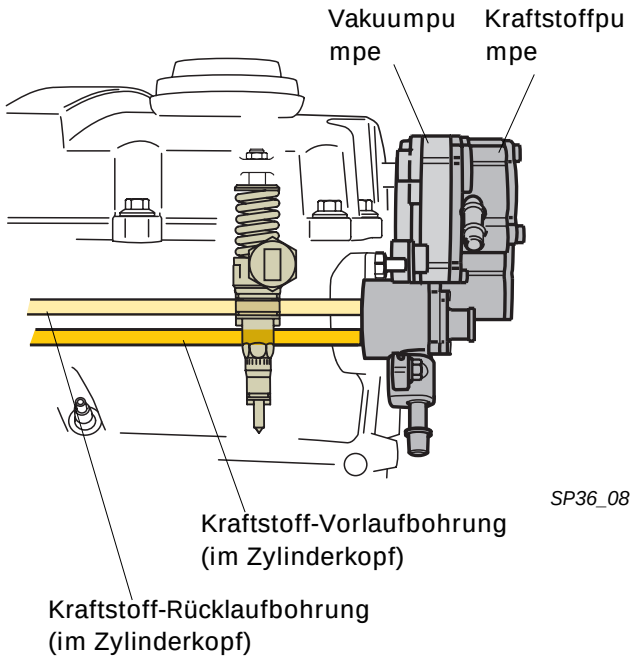
Kraftstoffversorgung

Die mechanische Kraftstoffpumpe

Die Pumpe befindet sich direkt hinter der Vakuumpumpe seitlich am Zylinderkopf. Beide Pumpen werden gemeinsam von der Nockenwelle angetrieben.
Diese Einheit wird auch als Tandempumpe bezeichnet.

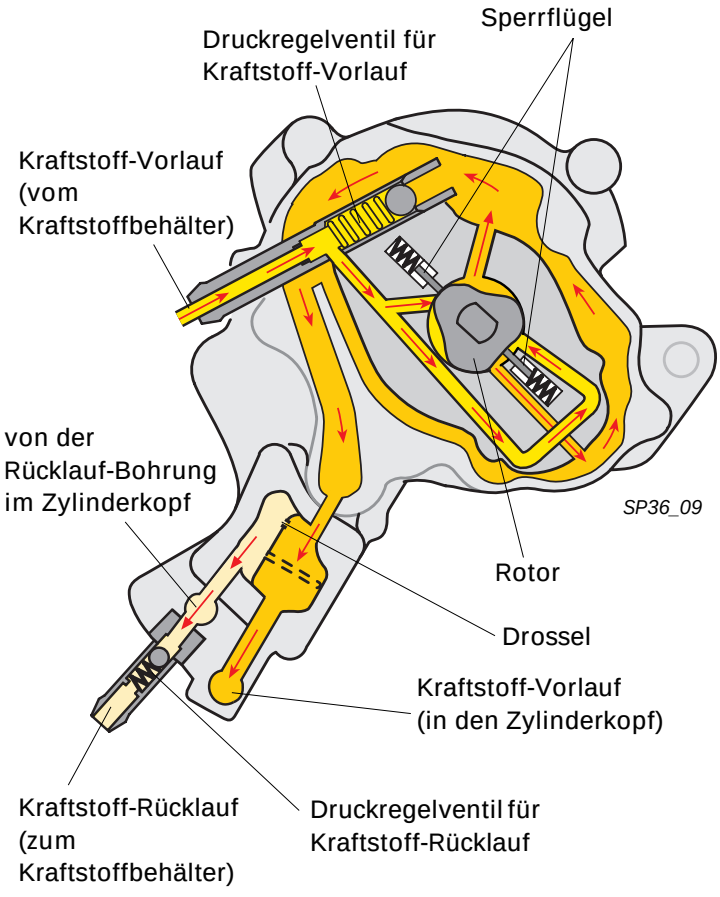
Der von der elektrischen Pumpe am Motor bereitgestellte Kraftstoff wird von der mechanischen über die Kraftstoff-Vorlaufbohrung (im Zylinderkopf) zu den Pumpe-Düse-Einheiten gefördert.

An der Kraftstoffpumpe befindet sich eine Verschlussschraube zum Anschluss eines Manometers.
Dort kann der Kraftstoffdruck im Vorlauf überprüft werden.



Die mechanische Kraftstoffpumpe ist eine Sperrflügelpumpe. Die Sperrflügel werden durch Federkraft gegen den Rotor gepreßt.
Der Vorteil:
bereits bei geringen Drehzahlen wird Kraftstoff gefördert.
(Flügelzellenpumpen saugen erst an, wenn die Drehzahl so hoch ist, daß die Flügelzellen durch die Fliehkraft am Stator anliegen.)

Die Führung des Kraftstoffes innerhalb der Pumpe ist so ausgeführt, daß der Rotor auch bei leergefahrenem Tank immer mit Kraftstoff benetzt bleibt. Ein selbsttätiges Ansaugen ist gewährleistet.



Funktion

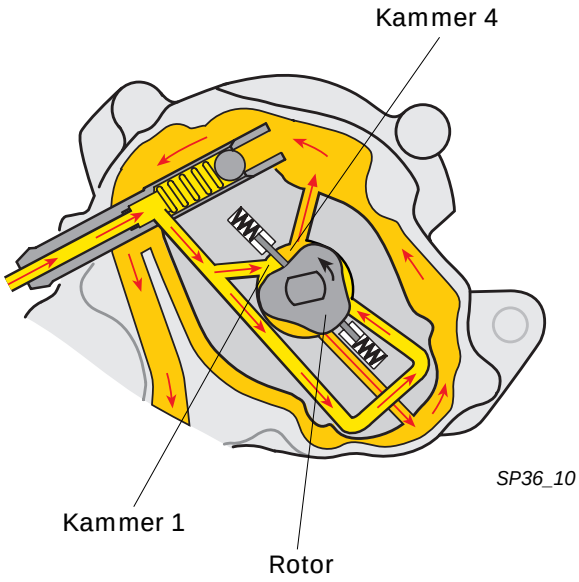
Die Kraftstoffpumpe arbeitet nach dem Prinzip:

– Ansaugen durch Volumenvergrößerung
– Fördern durch Volumenverkleinerung

Der Kraftstoff wird in jeweils zwei Kammern angesaugt und gefördert.
Die Ansaugkammern und Förderkammern sind durch die Sperrflügel getrennt.

Funktionsdarstellung
Kammer 1 und 4

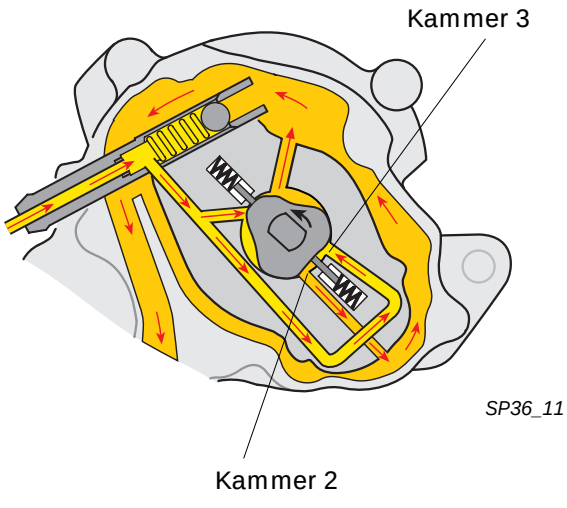
Kraftstoff wird von der Kammer 1 (Ansaugkammer) angesaugt
und von der Kammer 4 (Förderkammer) gefördert.
Durch die Drehung des Rotors vergrößert sich das Volumen von Kammer 1, während sich das Volumen von Kammer 4 verkleinert.



SP36_10

Funktionsdarstellung
Kammer 2 und 3

Hier sind die beiden anderen Kammern in Aktion.
Der Kraftstoff wird von Kammer 2 gefördert und von der Kammer 3 angesaugt.

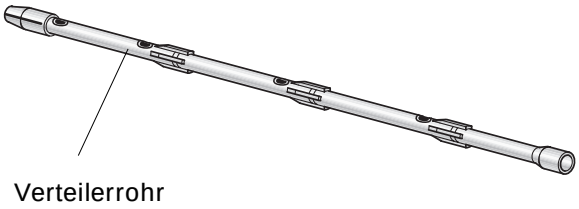


SP36_11

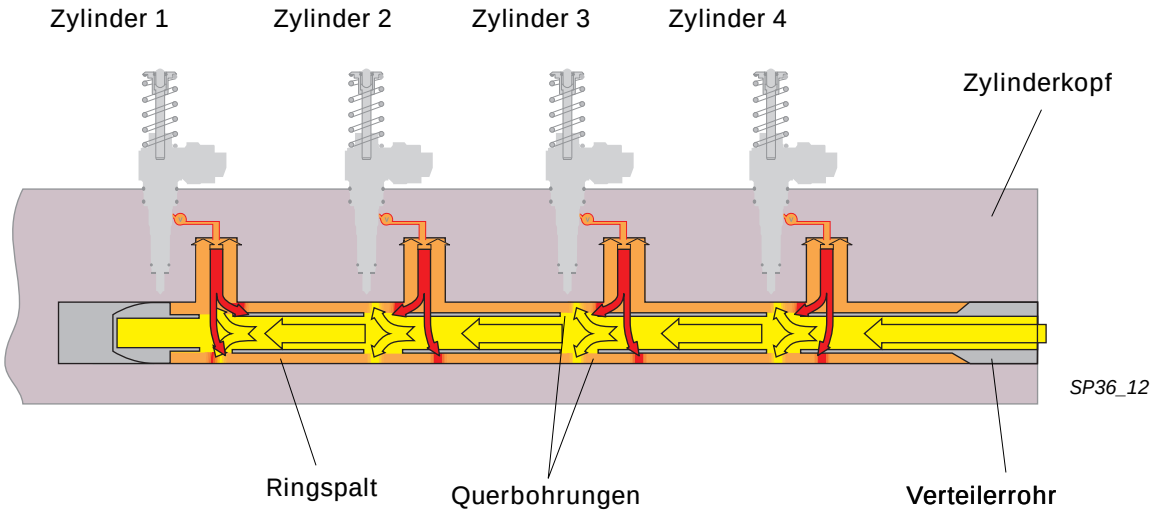
Kraftstoffversorgung

Das Verteilerrohr

In der Vorlaufbohrung im Zylinderkopf befindet sich ein Verteilerrohr.
Seine Aufgabe: den Kraftstoff gleichmäßig an die Pumpe-Düse-Einheiten zu verteilen und für gleiche Temperatur des Kraftstoffes an den Pumpe-Düse-Einheiten zu sorgen.



SP36_15



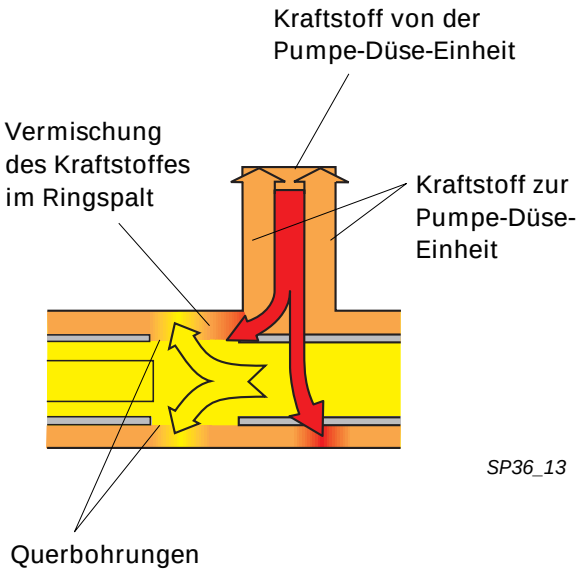
SP36_12

Funktionsprinzip

Die Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff in das Verteilerrohr im Zylinderkopf.
Im Inneren des Verteilerrohres strömt der Kraftstoff in Richtung Zylinder 1.

Über Querbohrungen gelangt der Kraftstoff in den Ringspalt zwischen Verteilerrohr und Zylinderkopfwandung. Hier vermischt sich der Kraftstoff mit dem von den Pumpe-Düse-Einheiten in die Vorlaufbohrung zurückgeschobenen heißen Kraftstoff.

Das Ergebnis ist eine gleichmäßige Temperatur des Kraftstoffes im Vorlauf an allen Zylindern.
Alle Pumpe-Düse-Einheiten werden mit der gleichen Kraftstoffmasse versorgt. Es wird ein runder Motorlauf erreicht.



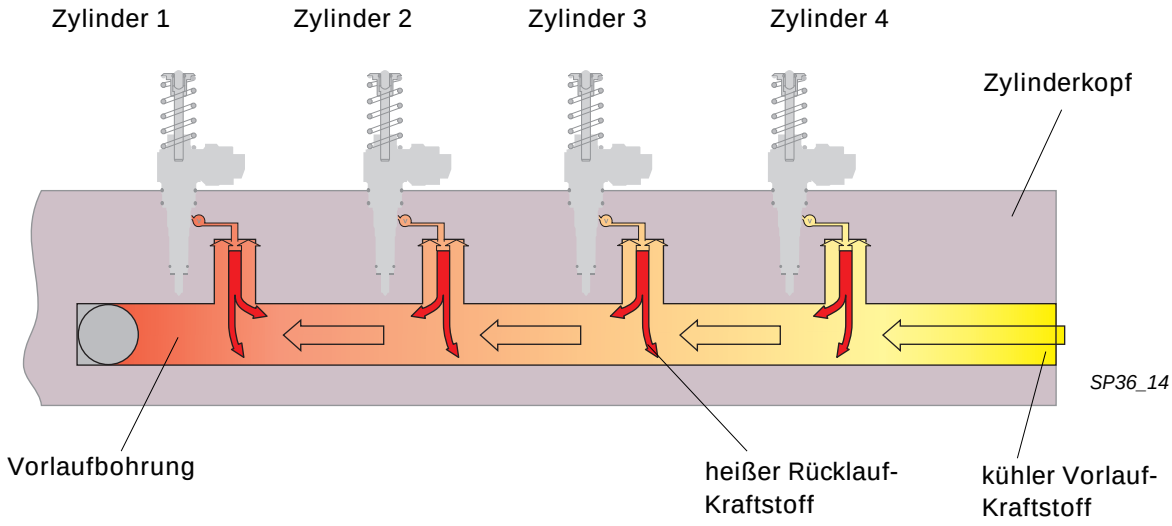
SP36_13

Ohne Verteilerrohr wäre die Temperatur des Kraftstoffes an den Pumpe-Düse-Einheiten ungleichmäßig.

Der von den Pumpe-Düse-Einheiten in die Vorlaufbohrung zurückgeschobene heiße Rücklauf-Kraftstoff würde durch den einströmenden kühlen Vorlauf-Kraftstoff von Zylinder 4 in Richtung Zylinder 1 gedrängt.

Die Temperatur des Kraftstoffes von Zylinder 4 zu Zylinder 1 würde ansteigen und die Pumpe-Düse-Einheiten mit unterschiedlichen Kraftstoffmassen versorgt. Die Folgen:

– unrunder Motorlauf
– zu hohe Temperatur an den vorderen Zylindern



Prüfen des Kraftstoffdruckes

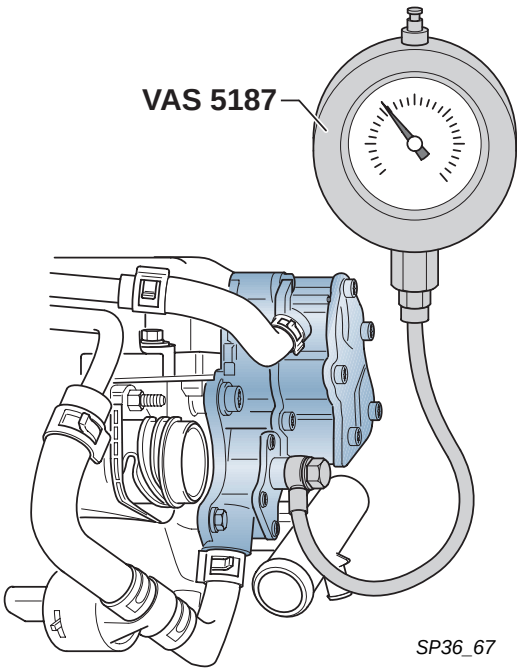
Zum Prüfen des Kraftstoffdruckes hat die Tandempumpe extra eine Verschlußschraube. Diese wird herausgenommen und die Druckmeßvorrichtung VAS 5187 angeschlossen.

Prüfvoraussetzung:

– Kühlmitteltemperatur mind. 85 ^{o}C
– erhöhte Leerlaufdrehzahl 1500 min^{-1}

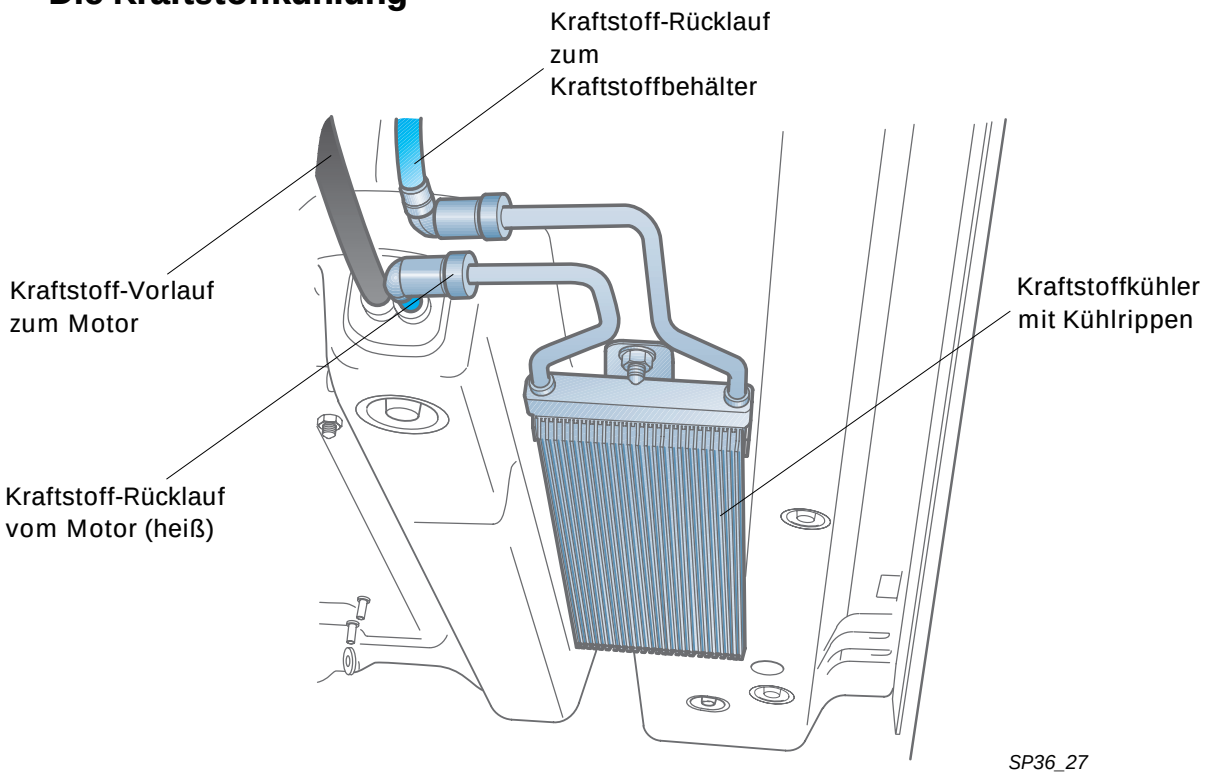
Der Sollwert des Kraftstoffdruckes muss mind. 0,35 MPa (3,5 bar) betragen.

Die Drehzahlbestimmung erfolgt während der Druckprüfung mit einem Fehlerauslesegerät.



Kraftstoffversorgung

Die Kraftstoffkühlung



Durch den hohen Druck in den Pumpe-Düse-Einheiten erwärmt sich der Kraftstoff so stark, daß er abgekühlt werden muß, bevor er in den Kraftstoffbehälter zurückfließt.

Deshalb ist in die Kraftstoff-Rücklaufleitung zusätzlich ein Kraftstoffkühler eingebunden.

Der von den Pumpe-Düse-Einheiten über die Kraftstoffpumpe zurückfließende Kraftstoff durchströmt den Kraftstoffkühler, der mit Kühlrippen versehen ist und sich durch den Kraftstoff aufheizt.
Dem heißen Kraftstoff wird an dieser Stelle durch die anströmende Luft (Fahrtwind) Wärme entzogen.

Der gekühlt zurückfließende Kraftstoff hat auf den Kraftstoffbehälter, auf die elektrische Kraftstoffpumpe und den Geber für Kraftstoffvorratsanzeige nun keine negativen Auswirkungen.

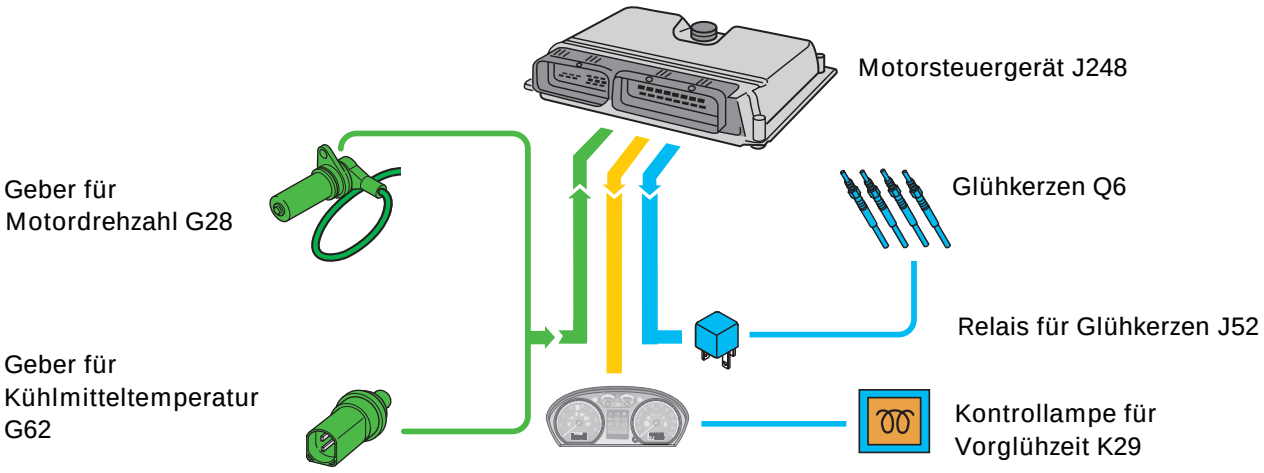
Der Kraftstoffkühler ist links am Unterboden des Fahrzeuges in der Rücklaufleitung zum Kraftstoffbehälter angebracht.

Die Kraftstoffleitungen können vom Kraftstoffbehälter bei Bedarf leicht gelöst werden (Schnellverschlüsse).

Vorglühanlage

Mit der Vorglühanlage wird bei niedrigen Temperaturen das Starten des Motors erleichtert.
Sie wird vom Motorsteuergerät bei einer Kühlmitteltemperatur unter +9 °C eingeschaltet.
Das Relais für Glühkerzen wird vom Motorsteuergerät angesteuert. Es schaltet daraufhin den Arbeitsstrom für die Glühkerzen ein.

Die Systemübersicht zeigt, welche Sensorensignale für die Vorglühanlage verwendet und welche Aktoren angesteuert werden.
Die Ansteuerung der Kontrollampe für Vorglühzeit erfolgt über den CAN-BUS Antrieb vom Motorsteuergerät zum Steuergerät im Schalttafeleinsatz.



Vorglühen

Nach dem Einschalten der Zündung werden bei einer Temperatur unter +9 °C die Glühkerzen eingeschaltet.
Die Kontrollampe für Vorglühzeit leuchtet.

Ist der Glühvorgang beendet, erlischt die Kontrollampe und der Motor kann gestartet werden.

Nachglühen

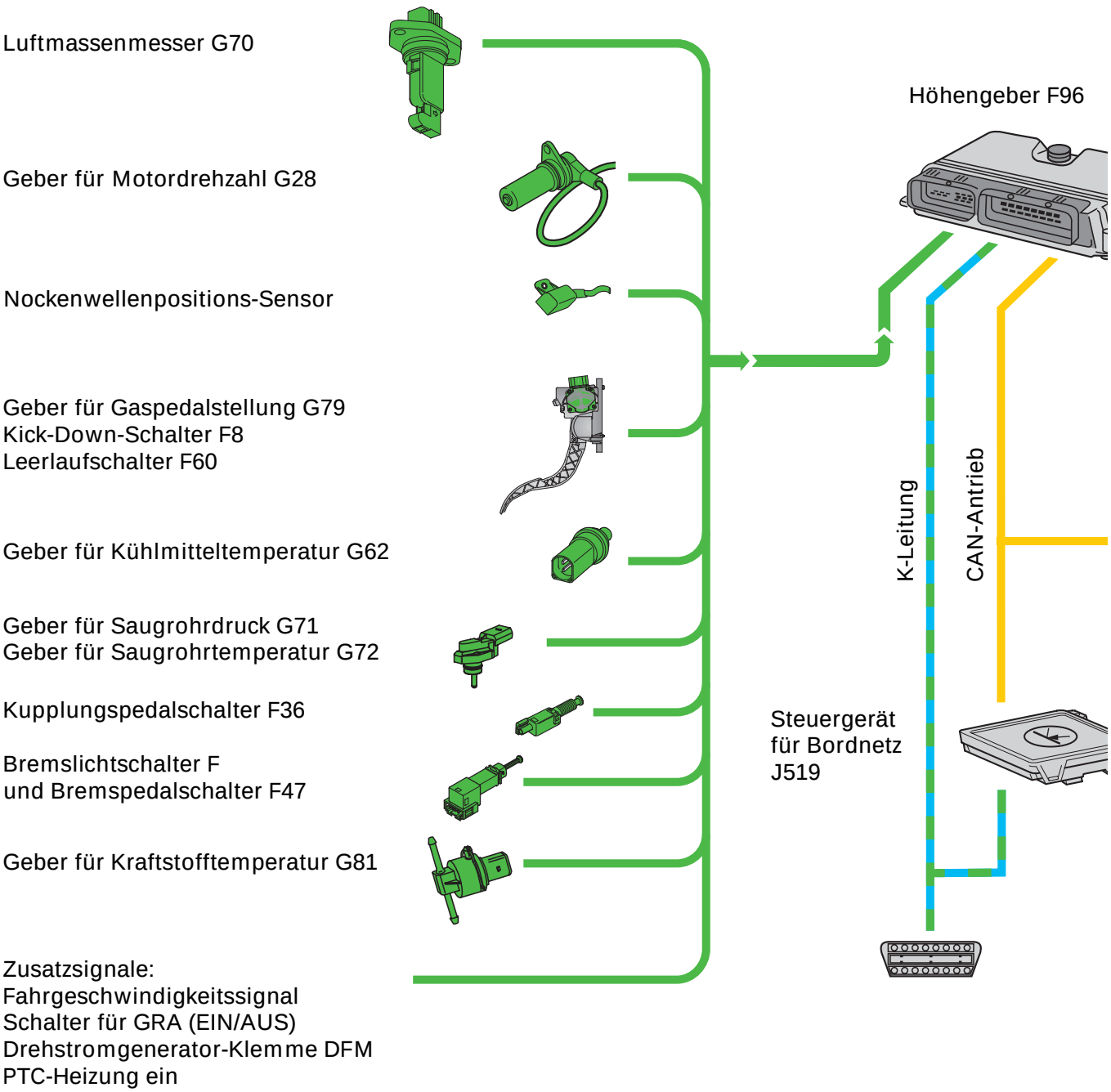
Nach jedem Motorstart wird nachgeglüht, unabhängig davon, ob vorgeglüht wurde.

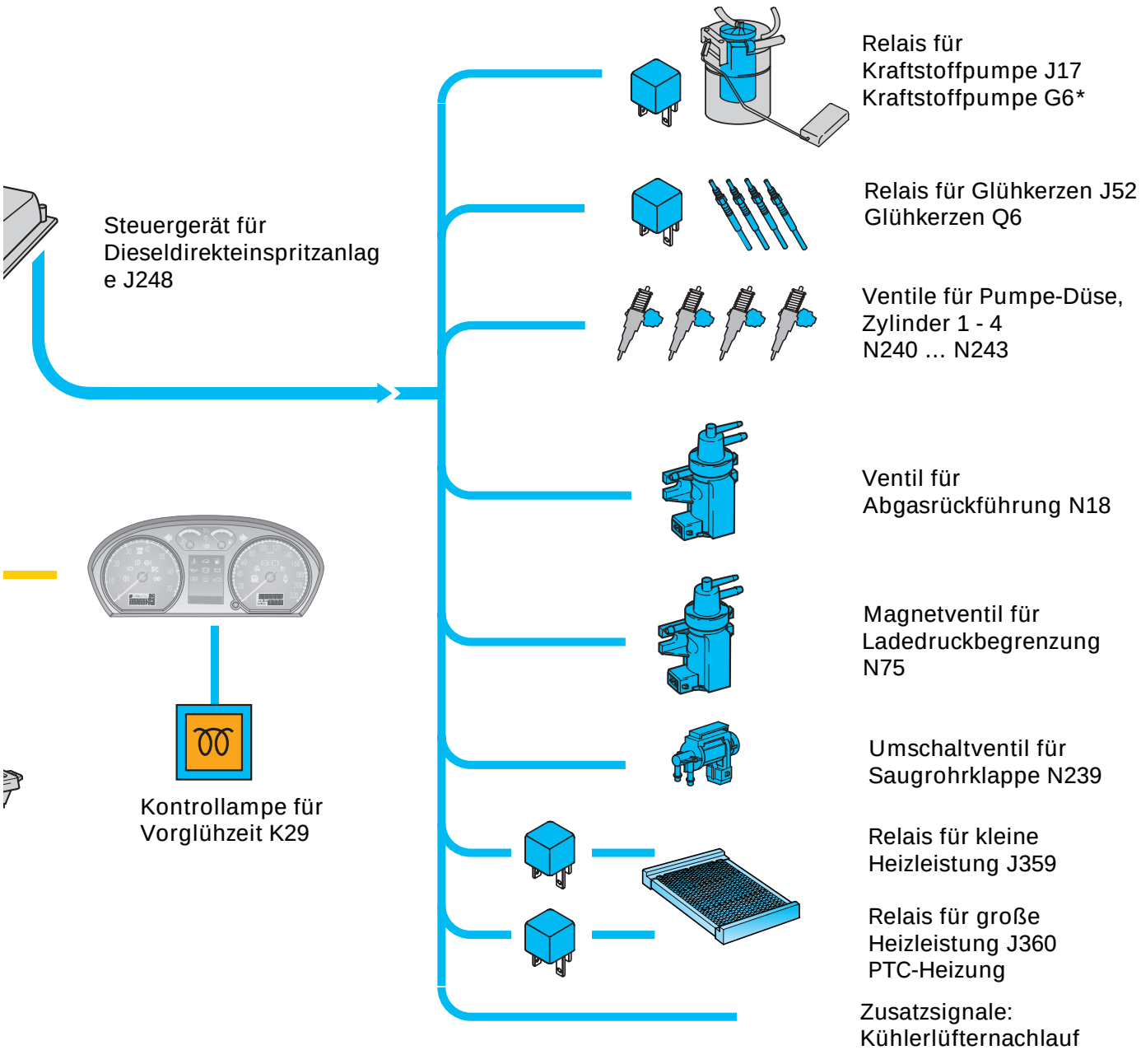
Dadurch werden die Verbrennungsgeräusche vermindert, die Leerlaufqualität verbessert und die Kohlenwasserstoff-Emissionen reduziert.

Die Nachglühphase dauert max. vier Minuten und wird bei Motordrehzahlen von über 2500 min^{-1} unterbrochen.

Motormanagement

Systemübersicht

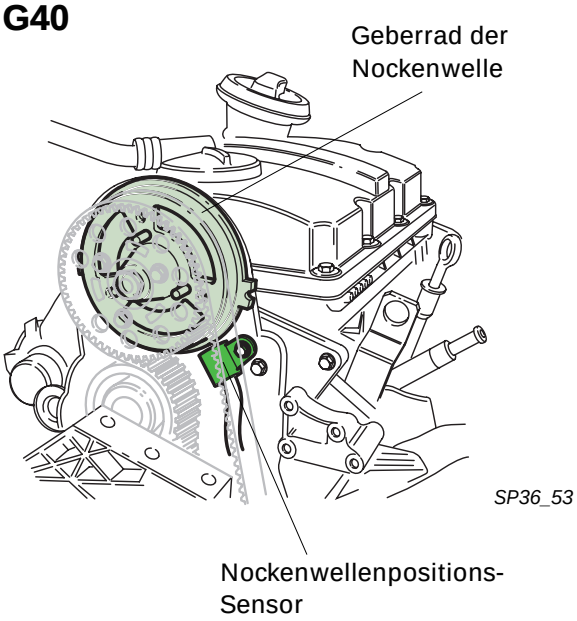




SP36_34

*** Hinweis:**
Einige Modelle wurden zu Serienbeginn ohne die elektrische Kraftstoffpumpe G6 produziert.

Der Nockenwellenpositions-Sensor G40



Der Nockenwellenpositions-Sensor arbeitet nach dem Hallgeber-Prinzip. Der Sensor ist am Zahnriemenschutz unterhalb des Nockenwellenzahnrades befestigt.
Er tastet die Zähne auf dem Geberrad der Nockenwelle ab (7 unterschiedlich plazierte Zähne).

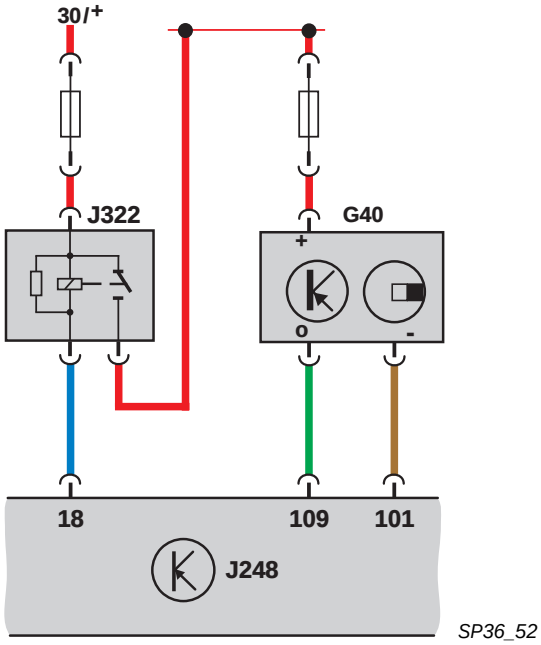
Signalverwendung

Das Signal vom Nockenwellenpositions-Sensor dient dem Motorsteuergerät beim Motorstart zur Erkennung der Zylinder.

Auswirkung bei Signalausfall

Bei Signalausfall benutzt das Steuergerät das Signal des Gebers für Motordrehzahl G28.

Elektrische Schaltung



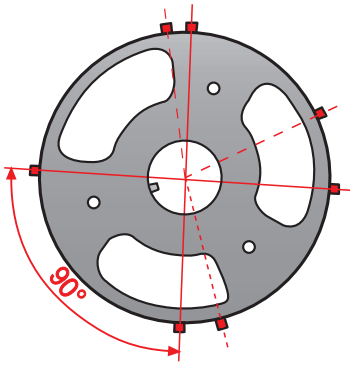
Die Zylindererkennung beim Motorstart

Beim Motorstart muss das Motorsteuergerät erkennen, welcher Zylinder sich im Verdichtungstakt befindet, um das entsprechende Ventil für Pumpe-Düse anzusteuern. Dazu wertet es das Signal vom Nockenwellenpositions-Sensor aus, der die Zähne vom Geberrad der Nockenwelle abtastet und dadurch die Nockenwellenposition ermittelt.

Das Geberrad der Nockenwelle

Da die Nockenwelle pro Arbeitsspiel eine Umdrehung von 360° macht, gibt es auf dem Geberrad für jeden Zylinder einen Zahn im Abstand von 90°.

Um die Zähne entsprechenden Zylindern zuordnen zu können, hat das Geberrad je einen zusätzlichen Zahn für Zylinder 1, 2 und 3 mit jeweils unterschiedlichen Abständen.



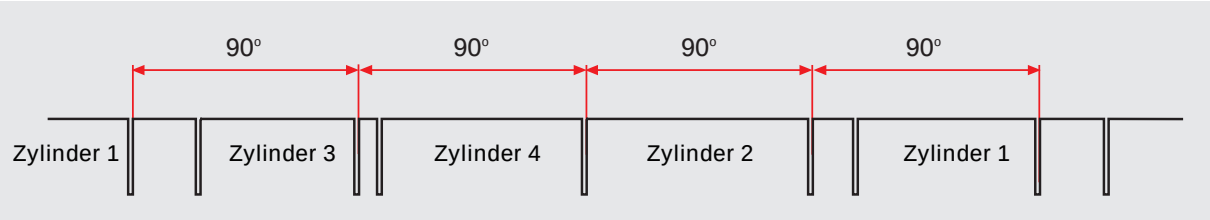
SP36_54

So funktioniert es:

Jedesmal, wenn ein Zahn am Nockenwellenpositions-Sensor vorbeiläuft, entsteht eine Hallspannung, die an das Motorsteuergerät weitergeleitet wird. Aufgrund der unterschiedlichen Abstände der Zähne treten die Hallspannungen in verschiedenen Zeitabständen auf.

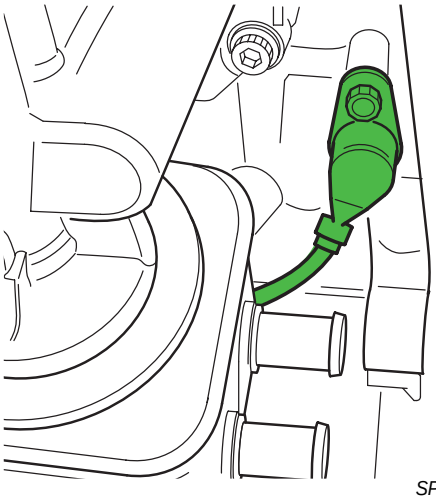
Daraus erkennt das Motorsteuergerät den zutreffenden Zylinder und kann das richtige Ventil für Pumpe-Düse ansteuern.

Signalbild Hallgeber



SP36_55

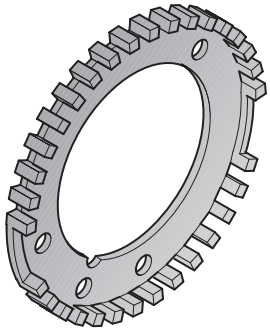
Geber für Motordrehzahl G28



SP36_46

Der Geber für Motordrehzahl ist ein Induktivgeber. Er ist an der Schwungradseite am Zylinderblock befestigt.

Geberrad für Motordrehzahl



SP36_46

Der Geber für Motordrehzahl tastet ein Geberrad ab, das an der Kurbelwelle befestigt ist. Das Geberrad hat auf seinem Umfang 56 Zähne und 2 Lücken von jeweils 2 Zähnen. Die Lücken sind um 180° versetzt und dienen als Bezugsmarken zur Ermittlung der Kurbelwellenposition.

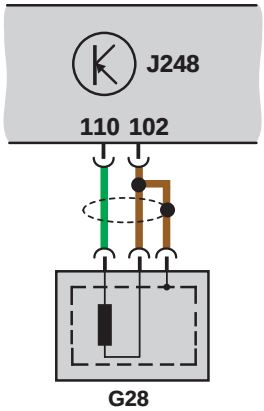
Signalverwendung

Durch das Signal des Gebers für Motordrehzahl wird die Drehzahl des Motors und die genaue Stellung der Kurbelwelle erfasst.
Mit diesen Informationen wird der Einspritzzeitpunkt und die Einspritzmenge

Auswirkung bei Signalausfall

Fällt das Signal des Gebers für Motordrehzahl aus, bleibt der Motor stehen und kann nicht wieder gestartet werden.

Elektrische Schaltung



SP36_48

Funktion der Schnellstart-Erkennung

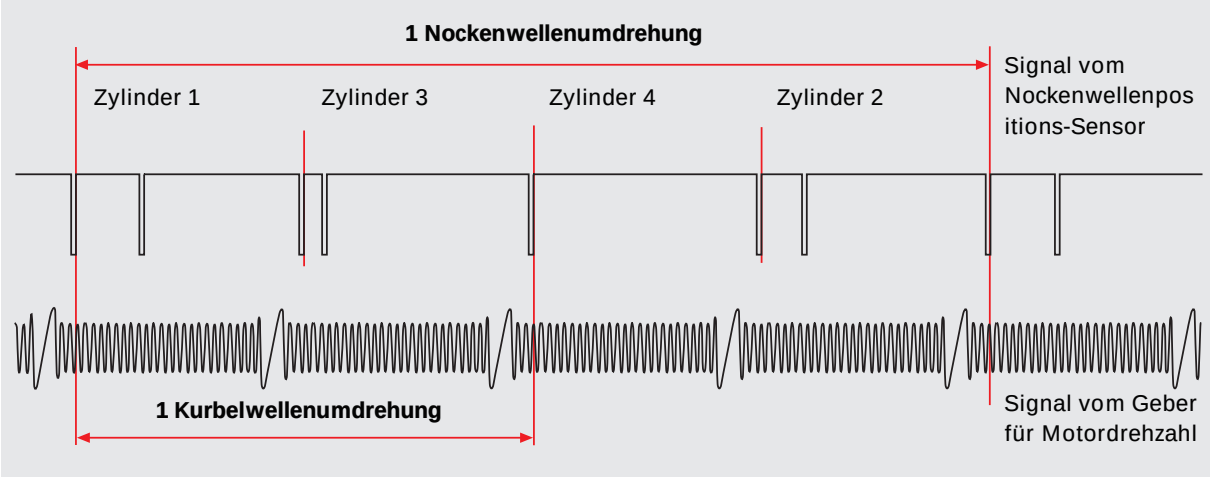
Beim Starten wertet das Motorsteuergerät die Signale vom Nockenwellenpositions-Sensor und vom Geber für Motordrehzahl sofort aus.

Mit dem Signal vom Nockenwellenpositions-Sensor, der das Geberrad der Nockenwelle abtastet, erkennt es die Zylinder.

Durch die 2 Lücken auf dem Geberrad der Kurbelwelle bekommt das Motorsteuergerät bereits nach einer halben Kurbelwellenumdrehung ein Bezugssignal.

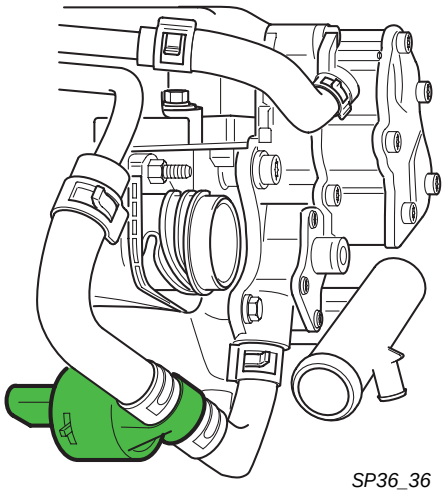
Somit erkennt das Motorsteuergerät frühzeitig die Stellung der Kurbelwelle und kann das richtige Magnetventil ansteuern, um den Einspritzvorgang einzuleiten.

Signalbild Nockenwellenpositions-Sensor und Geber für Motordrehzahl



SP36_49

Geber für Kraftstofftemperatur G81



SP36_36

Der Geber befindet sich in der Kraftstoff-Rücklaufleitung nach der Kraftstoffpumpe. Es wird die aktuelle Kraftstofftemperatur ermittelt.

Der Geber ist ein Temperatursensor mit negativem Temperatur-Koeffizienten (NTC).

Der Widerstand des Sensors verringert sich mit steigender Kraftstofftemperatur.

Signalverwendung

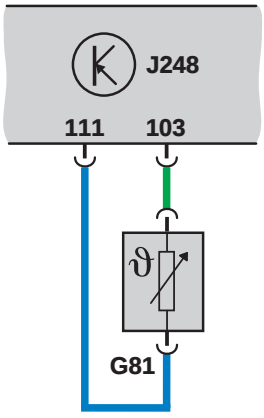
Das Signal dient der Erkennung der Kraftstofftemperatur.

Das Motorsteuergerät benötigt es zur Berechnung des Förderbeginns und der Einspritzmenge, um die Dichte des Kraftstoffes bei unterschiedlichen Temperaturen zu berücksichtigen.

Auswirkung bei Signalausfall

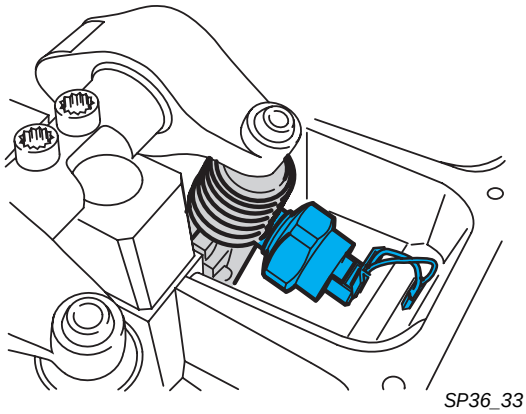
Bei Signalausfall errechnet das Motorsteuergerät einen Ersatzwert aus dem Signal des Gebers für Kühlmitteltemperatur G62.

Elektrische Schaltung



SP36_37

Ventil für Pumpe-Düse
N240, N241, N242, N243



SP36_33

Jede Pumpe-Düse-Einheit besitzt ein Ventil. Es ist direkt an ihr befestigt. Die Ventile sind elektro-magnetisch betätigte Ventile, die vom Motorsteuergerät angesteuert werden.

Über die Ventile werden Förderbeginn und Einspritzmenge vom Motorsteuergerät geregelt.

Förderbeginn

Wird das Ventil angesteuert, wird die Magnetventilnadel in den Magnetventil-Sitz gedrückt. Der Weg vom Kraftstoff-Vorlauf zum Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit wird verschlossen. Danach beginnt die Einspritzung.

Einspritzmenge

Die Einspritzmenge wird durch die Ansteuerzeit bestimmt. Ist das Ventil geschlossen, wird Kraftstoff in den Brennraum gespritzt.

Auswirkung bei Ausfall

Fällt ein Ventil aus, ist der Motorlauf unrund und die Leistung geringer.

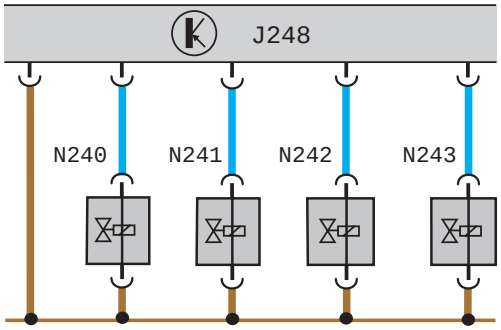
Das Ventil für Pumpe-Düse hat eine doppelte Sicherheitsfunktion:

- Bleibt das Ventil offen, kann kein Druck in der Pumpe-Düse-Einheit aufgebaut werden.
- Bleibt das Ventil geschlossen, kann der Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit nicht mehr befüllt werden.

In beiden Fällen wird kein Kraftstoff in den Zylinder gespritzt.

Elektrische Schaltung

J248	Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
N240 ... N243	Ventil für Pumpe-Düse für Zylinder 1 ... 4



SP36_03

Die Überwachung des Ventils für Pumpe-Düse

Das Motorsteuergerät überwacht den Stromverlauf des Ventils für Pumpe-Düse.

Zur Regelung des Förderbeginns erhält es eine Rückmeldung über den tatsächlichen Förderbeginn. Funktionsstörungen des Ventils können festgestellt werden.

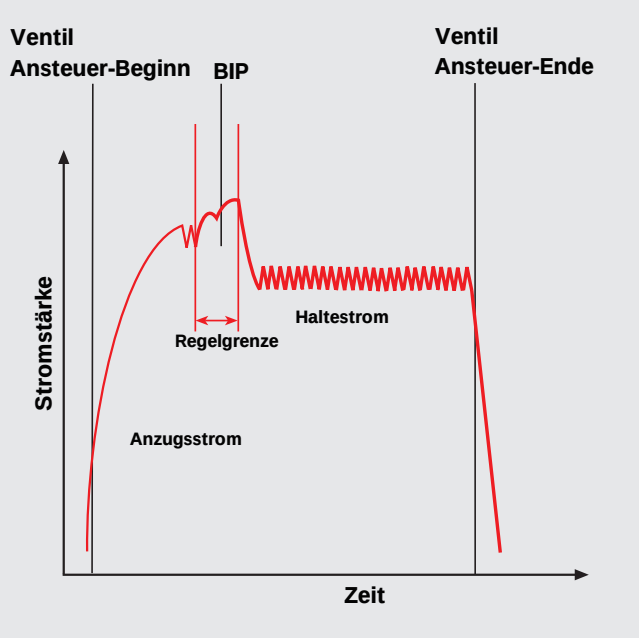
Funktionsablauf

Der Einspritzvorgang wird mit der Ansteuerung des Ventils für Pumpe-Düse eingeleitet. Dabei wird ein Magnetfeld aufgebaut, die Stromstärke steigt an und das Ventil schließt.

Beim Aufschlagen der Magnetventilnadel auf den Sitz gibt es einen auffälligen Knick im Stromverlauf.
Dieser Knick wird als **BIP** bezeichnet (Abkürzung für **B**eginning of **I**njection **P**eriod; engl. = Einspritzbeginn).

Der BIP signalisiert dem Motorsteuergerät das vollständige Schließen des Ventils für Pumpe-Düse und somit den Zeitpunkt des Förderbeginns.

Stromverlauf Ventil für Pumpe-Düse



SP36_50

Ist das Ventil geschlossen, fällt die Stromstärke auf einen konstanten Haltestrom ab.
Ist die gewünschte Förderdauer erreicht, wird die Ansteuerung beendet und das Ventil öffnet.

Der tatsächliche Ventil-Schließzeitpunkt wird vom Motorsteuergerät erfaßt, um den Ansteuerzeitpunkt des Ventils für die nächste Einspritzung zu berechnen. Weicht der Ist-Förderbeginn von dem im Motorsteuergerät abgelegten Sollwert ab, wird der Ansteuerbeginn des Ventils korrigiert.

Um Funktionsstörungen des Ventils feststellen zu können, wird der Bereich abgetastet und ausgewertet, in dem das Motorsteuergerät den BIP erwartet. Dieser Bereich kennzeichnet die Regelgrenze des Förderbeginns. Bei einer fehlerfreien Funktion erscheint der BIP innerhalb der Regelgrenze.

Bei einer Funktionsstörung erscheint der BIP außerhalb der Regelgrenze. In diesem Fall wird der Förderbeginn nach festen Werten aus dem Kennfeld gesteuert; eine Regelung ist nicht möglich.

Beispiel einer Funktionsstörung

Befindet sich Luft in der Pumpe-Düse-Einheit, hat die Magnetventilnadel einen geringen Widerstand beim Schließen.
Das Ventil schließt schneller und der BIP erscheint zu einem früheren Zeitpunkt als erwartet.

In diesem Fall gibt es in der Eigendiagnose die Fehlermeldung:

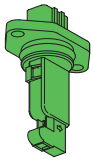
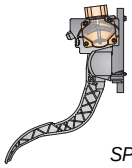
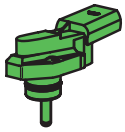
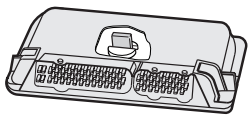
Regelgrenze unterschritten

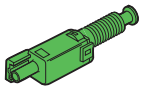
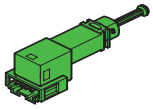
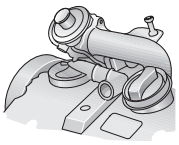
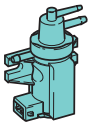
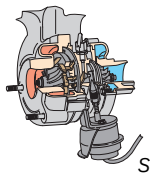
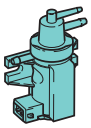
Motormanagement



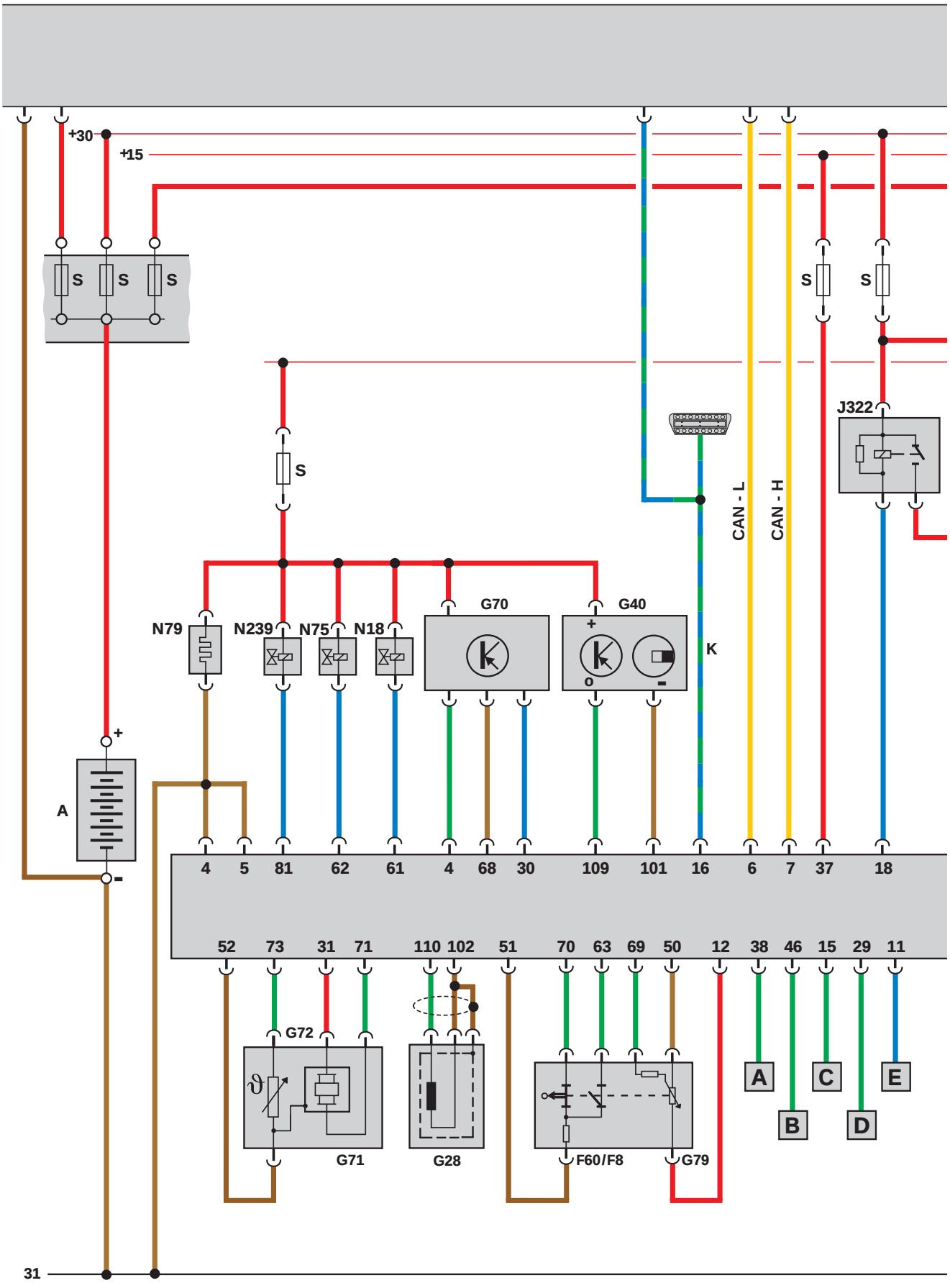
Hinweis:
Für die Regelung des 1,9 l-Motors mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem werden weiterhin Funktionsbauteile genutzt, die auch analog am 1,9 l TDI 81 kW bzw. 50 kW oder auch bei Benzinmotoren vorhanden sind.

Bitte nutzen Sie zur Information dazu die bereits vorliegenden Selbststudienprogramme.

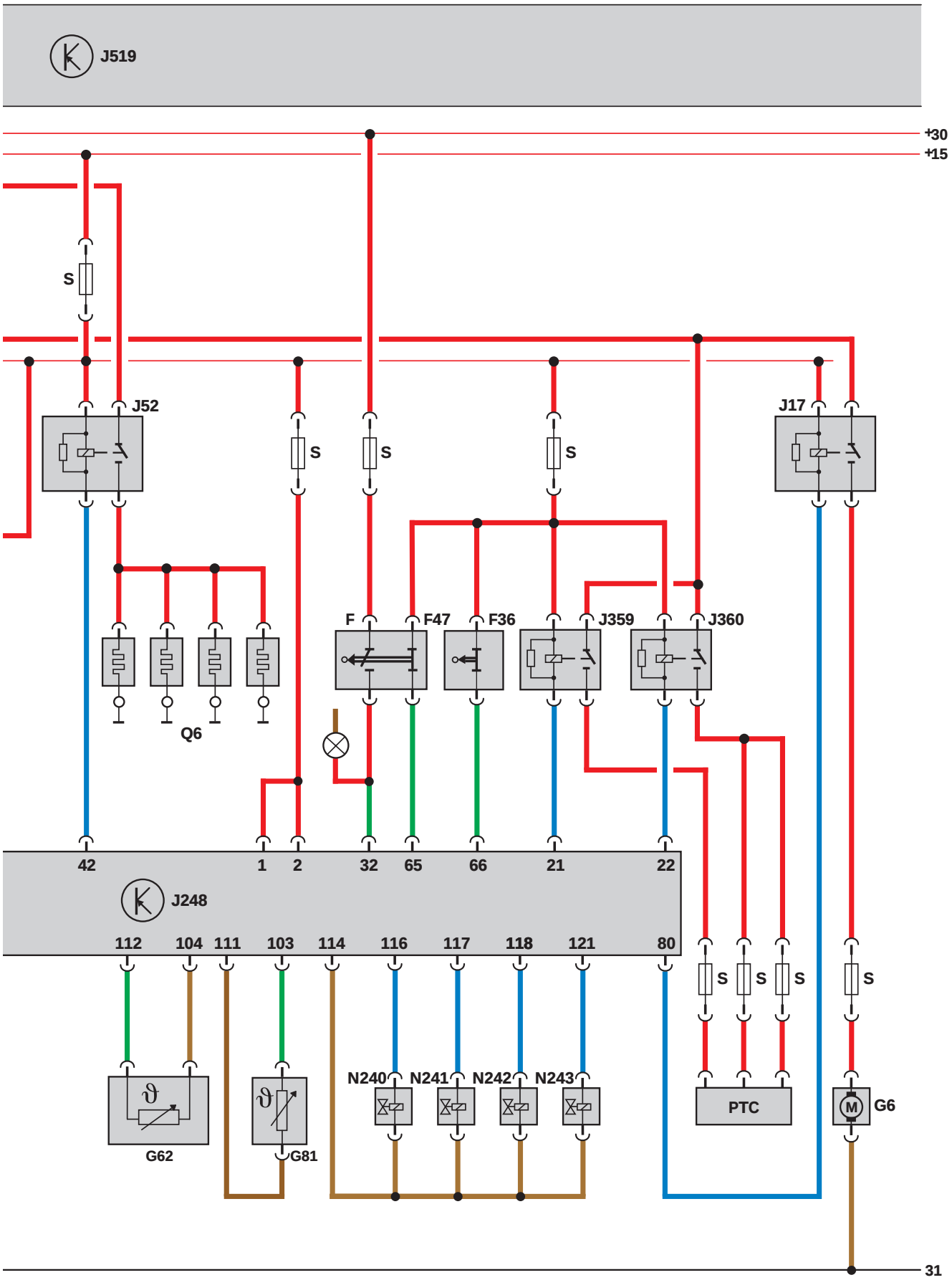
Funktionsbauteil		Funktionsbeschreibung
 SP36_38	Luftmassenmesser G70 Er ermittelt die angesaugte Luftmasse im Ansaugrohr.	SSP 16 SSP 23
 SP36_39	Geber Kühlmitteltemperatur G62 Information an das Motorsteuergerät zur aktuellen Kühlmitteltemperatur	SSP 16
 SP27_27	Geber Gaspedalstellung G79, F8, F60 Information (elektrisch) über die aktuelle Gaspedalstellung an das Motorsteuergerät	SSP 16 SSP 27
 SP36_40	Geber Saugrohrdruck G71 und -temperatur G72 Signale dienen zur Begrenzung des Ladedruckes.	SSP 16
 SP16_04	Höhengeber F96 Signal dient dem Motorsteuergerät zur Höhenkorrektur der Ladedruckregelung.	SSP 16

Funktionsbauteil		Funktionsbeschreibung
 SP36_41	Kupplungspedalschalter F36 Beeinflußt die Einspritzmengenregelung beim Gangwechsel (Laufruhe).	SSP 16
 SP36_42	Bremspedalschalter F und F47 Schaltet die Bremsleuchten und meldet dem Steuergerät „Bremse betätigt“.	SSP 16
 SP36_58	Abgasrückführung Der Ansaugluft werden Abgasanteile zugesetzt. Der Schadstoffanteil im Abgas wird verringert.	SSP 16
 SP36_45	Ventil für Abgasrückführung N18 Steuert die in die Frischluft zugeführte Abgasmenge.	SSP 16 SSP 22
 SP36_59	Abgasturbolader mit verstellbaren Leitschaufeln. Vorverdichtete Luft wird in den Zylinder gedrückt.	SSP 16 SSP 22
 SP27_44	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75 Begrenzt Ladedruck entsprechend Ladedruckkennfeld.	SSP 16 SSP 22
 SP36_43	Saugrohrklappe N239 Verhindert durch Schließen des Saugrohres Ruckelbewegungen beim Motorabschalten	SSP 22

Funktionsplan



Legende zum Funktionsplan
siehe Seite 40


J519
+30
+15
S
J52
S
S
S
J17
F
F47
F36
J359
J360
Q6
42
1
2
32
65
66
21
22
J248
112
104
111
103
114
116
117
118
121
80
S
S
S
S
N240
N241
N242
N243
PTC
G6
G62
G81
31
in
out

Funktionsplan

Legende zum Funktionsplan

Bauteile

A	Batterie
F	Bremslichtschalter
F8	Kick-Down-Schalter
F36	Kupplungspedalschalter
F47	Bremspedalschalter für GRA/ Dieseldirekteinspritzanlage
F60	Leerlaufschalter
G6	Kraftstoffpumpe (Vorförderpumpe)*
G28	Geber für Motordrehzahl
G40	Nockenwellenpositions-Sensor
G62	Geber für Kühlmitteltemperatur
G70	Luftmassenmesser
G71	Geber für Saugrohrdruck
G72	Geber für Saugrohrtemperatur
G79	Geber für Gaspedalstellung
G81	Geber für Kraftstofftemperatur
J17	Kraftstoffpumpenrelais
J52	Relais für Glühkerzen
J248	Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
J322	Relais für Dieseldirekteinspritzanlage
J359	Relais für kleine Heizleistung
J360	Relais für große Heizleistung
J519	Steuergerät für Bordnetz
N18	Ventil für Abgasrückführung
N75	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
N79	Heizwiderstand (Kurbelgehäuseentlüftung)
N239	Umschaltventil für Saugrohrklappe
N240	Ventil für Pumpe-Düse, Zylinder 1
N241	Ventil für Pumpe-Düse, Zylinder 2
N242	Ventil für Pumpe-Düse, Zylinder 3
N243	Ventil für Pumpe-Düse, Zylinder 4
Q6	Glühkerzen (Motor)
S	Sicherungen

Zusatzsignale

A	Generator DFM
B	GRA-Schalter Ein/Aus
C	PTC-Heizung ein
D	Geschwindigkeitssignal
E	Kühlerlüfternachlauf

Farbcodierung

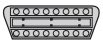
= Eingangssignal

= Ausgangssignal

= Batterie-Plus

= Masse

= CAN-Datenbus


= Diagnoseanschluss



*** Hinweis:**
Einige Modelle wurden zu Serienbeginn ohne Vorförderpumpe produziert.

Der Funktionsplan stellt einen vereinfachten Stromlaufplan dar.
Er zeigt alle Verknüpfungen des Motormanagements Bosch EPC 15 P.

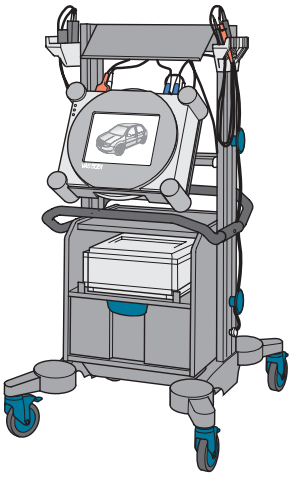
Eigendiagnose

Das Steuergerät für die Diesel-Direkteinspritzanlage ist mit einem Fehlerspeicher ausgestattet.
Adreßwort: 01 - Motorelektronik

Folgende Funktionen können mit dem Fahrzeugdiagnose-, Mess- und Informationssystem VAS 5051 oder dem Fahrzeugsystem-tester V.A.G 1552 ausgelesen werden:

01 - Steuergeräteversion abfragen
02 - Fehlerspeicher abfragen
03 - Stellglieddiagnose
04 - Grundeinstellung
05 - Fehlerspeicher löschen
06 - Ausgabe beenden
07 - Steuergerät codieren
08 - Messwerteblock lesen

In der Funktion 02 - Fehlerspeicher abfragen werden eventuelle Fehler aller farbig gekennzeichneten Bauteile ausgegeben.

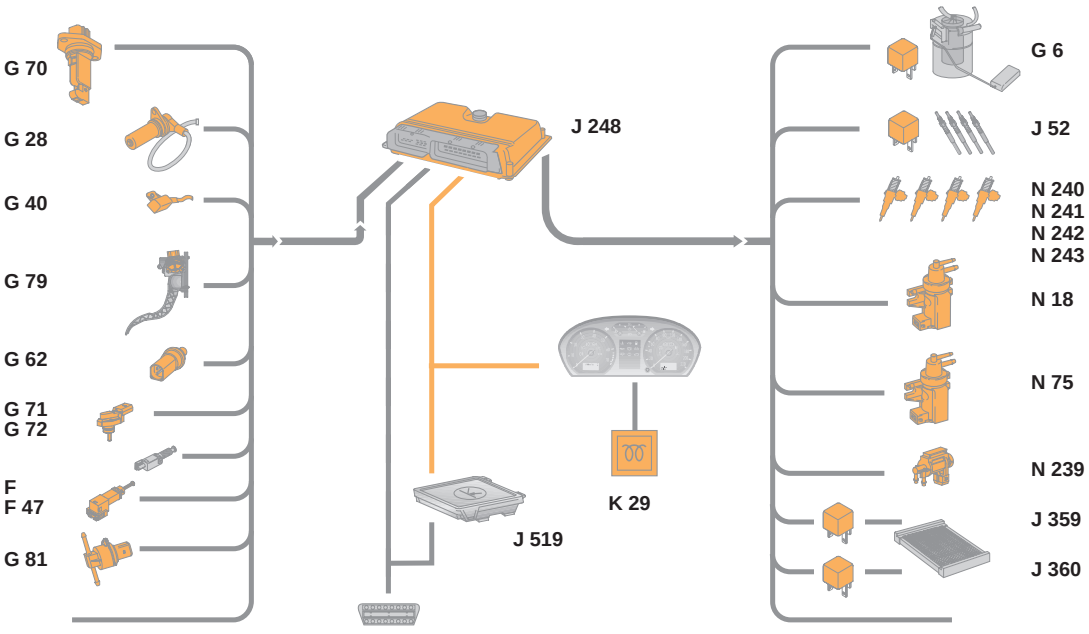


SP33_73



Hinweis:
Der Motor soll dabei im Leerlauf laufen.

Legende zu den Bauteilen siehe unter Funktionsplan.



SP36_57

Beim Pumpe-Düse-Einspritzsystem treten höhere Verbrennungsdrücke als beim herkömmlichen Dieselmotor auf.

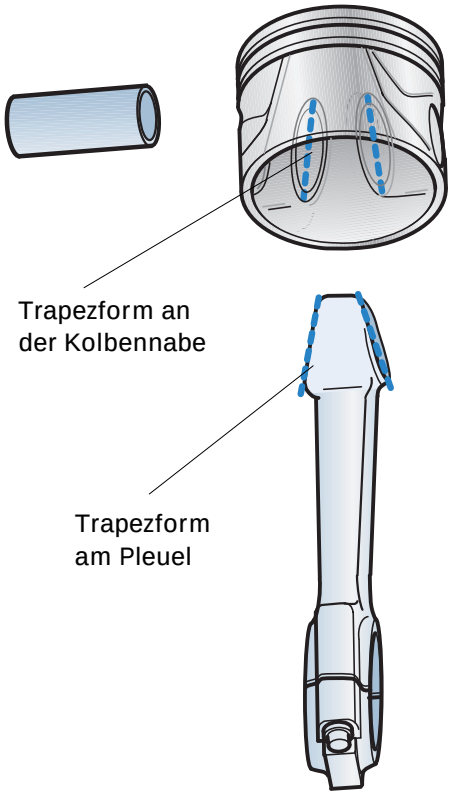
Diesem Umstand trägt eine Veränderung der Geometrie am Kolben und Pleuel Rechnung:

Trapezkolben und Trapezpleuel

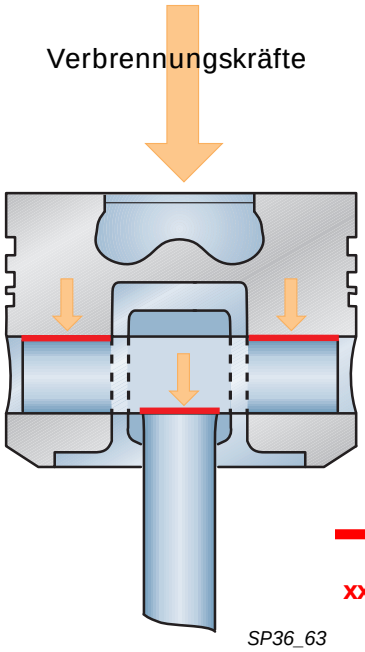
Die Kolbennabe und das Pleuelauge sind trapezförmig.

Im Vergleich zur herkömmlichen Verbindung zwischen Kolben und Pleuel wird durch die Trapezform die Auflagefläche vom Pleuelauge und Kolbennabe am Kolbenbolzen vergrößert.

Die Verteilung der Verbrennungskräfte auf eine größere Fläche führt zu einer geringeren Belastung von Kolbenbolzen und Pleuel.

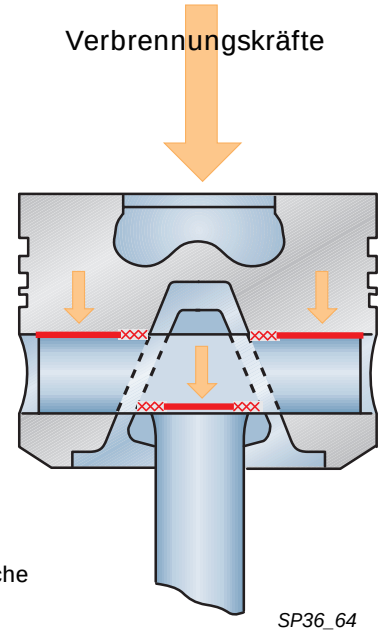


SP36_65



SP36_63

Kraftverteilung bei einem Kolben und Pleuel mit Parallelform



SP36_64

Kraftverteilung bei einem Kolben und Pleuel mit Trapezform

Auflagefläche

XXXX vergrößerte Fläche

Kolbenkühlung

Zur Kühlung des Kolbens wird bekanntlich ein kleiner Teil des Schmieröls vom Ölkreislauf abgezweigt und direkt zum Kolbeninneren gespritzt.

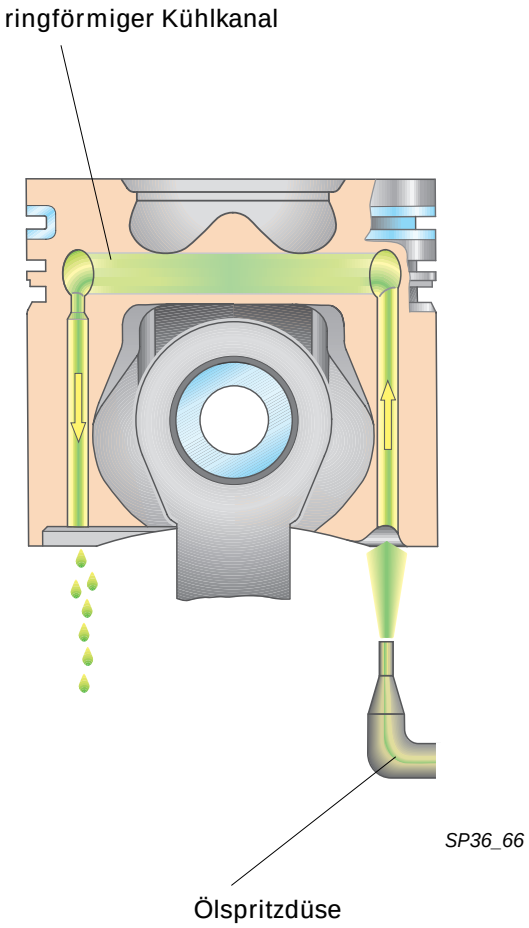
Dazu ist im Bereich unter jedem Kolben am Zylinder eine gehäusefeste Ölspritzdüse vorhanden, die über einen Ölkanal direkt von der Ölpumpe das Öl erhält.

Zur Reduzierung der Temperatur am Kolben im Ringbereich und am Muldenrand ist der Kolben jetzt zusätzlich in diesem Bereich mit einem ringförmigen Kühlkanal versehen.

Spritzöl wird nun nicht mehr an die Innenwandung des Kolbens gespritzt, sondern im unteren Totpunkt taucht die Spritzdüse in die trichterförmige Erweiterung der Zuführungsbohrung ein.

Das Öl wird im Kolben in einen kleinen Ölumlauf gezwängt und tropft nach unten wieder aus dem Kolben ab.

Das Spritzöl kühlt über den Kühlkanal den Kolben von innen heraus.



Der Zahnriementrieb

Zur Erzeugung eines Einspritzdruckes bis 205 MPa (2050 bar) sind große Pumpenkräfte erforderlich. Diese belasten die Bauteile des Zahnriementriebes sehr stark.

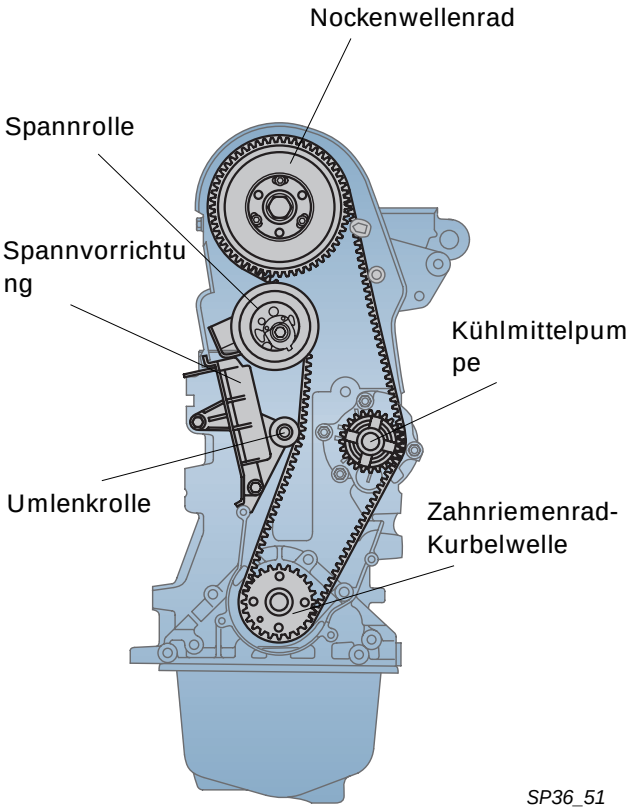
Um den Zahnriemen zu entlasten, wurden konstruktive Maßnahmen wirksam:

– Im Nockenwellenrad befindet sich ein Schwingungstilger, der Vibrationen im Zahnriementrieb reduziert.

– Der Zahnriemen wurde um 5 mm verbreitert. Dadurch können höhere Kräfte übertragen werden.

– Eine Spannvorrichtung für Zahnriemen sorgt für eine gleichmäßige Spannung bei unterschiedlichen Belastungszuständen.

– Das Zahnriemenrad-Kurbelwelle hat 2 vergrößerte Zahnlücken-Paare, um den Verschleiß des Zahnriemens zu verringern.



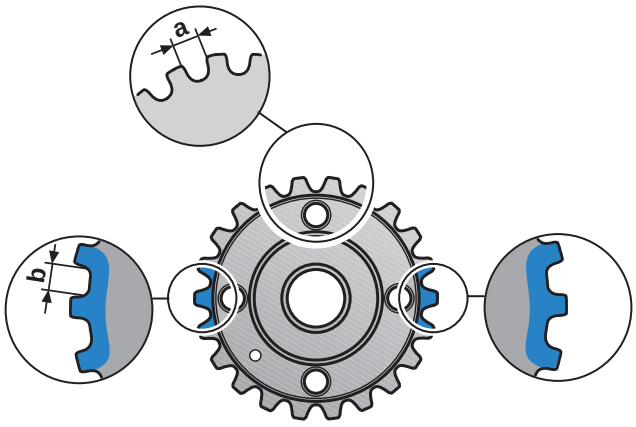
SP36_51

Beim Aufbau der hohen Einspritzdrücke wird der Zahnriemen infolge der auftretenden hohen Belastung minimal gedehnt.

Um den Zahnriemen beim Einspritzvorgang zu entlasten, hat das Zahnriemenrad-Kurbelwelle an 2 um 180^{o} am Umfang versetzten Stellen jeweils 2 aufeinanderfolgende Zahnlücken, die im Vergleich zu den übrigen Lücken größer ausgeführt sind.

Dadurch greifen die Zähne des gedehnten Zahnriemens in die größere Zahnlücke und stoßen nicht auf einen Zahn des Zahnriemenrades-Kurbelwelle.

a - normale Lückenbreite
b - vergrößerte Lückenbreite

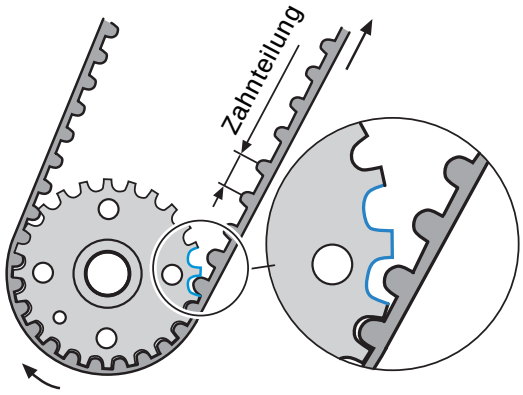


SP36_50

Funktionsablauf

Beim Einspritzvorgang wird der Zahnriemen durch die hohen Pumpenkräfte stark belastet. Das Nockenwellenrad wird durch die Pumpenkräfte verzögert, gleichzeitig beschleunigt die eingeleitete Verbrennung das Zahnriemenrad der Kurbelwelle. Dadurch längt sich der Zahnriemen und die Zahnteilung wird vorübergehend größer.

Verzögerungskraft



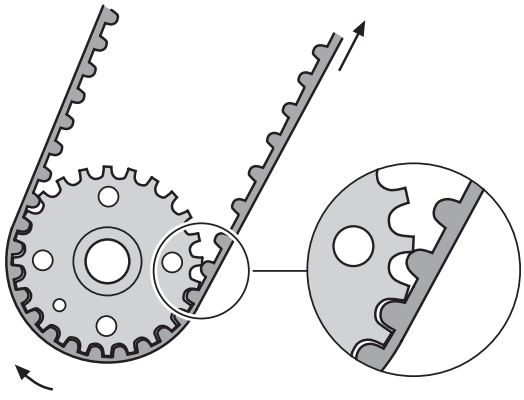
SP36_61

Beschleunigungskraft

Aufgrund der Zündreihenfolge tritt dieser Vorgang periodisch auf, so daß jedesmal die gleichen Zähne am Zahnriemen im Eingriff sind.

An diesen Stellen hat das Zahnriemenrad-Kurbelwelle vergrößerte Zahnlücken und somit auch ein größeres Spiel zwischen Zahnriemen und Zahnriemenrad-Kurbelwelle. Damit wird die Zahnteilungsänderung ausgeglichen und der Verschleiß des Zahnriemens verringert.

Verzögerungskraft



SP36_62

Beschleunigungskraft

Bei einem Kurbelwellen-Zahnriemenrad mit gleichmäßigen Zahnlücken würden die Zähne des Zahnriemens auf die Zahnkanten des Zahnriemenrades-Kurbelwelle stoßen, wenn der Zahnriemen durch hohe Pumpenkräfte stark belastet wird.

Die Folge wäre ein hoher Verschleiß und eine geringere Lebensdauer des Zahnriemens.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antworten sind richtig?
Manchmal nur eine.
Vielleicht aber auch mehr als eine - oder alle!



SP36_68

1. Ein Motor mit Pumpe-Düse-Einsritzsystem

   A. hat an jedem Zylinder eine Pumpe-Düse-Einheit,
   B. arbeitet mit hohem Einspritzdruck, was eine gute Verbrennung bewirkt,
   C. hat im Vergleich zu einem Motor mit Verteiler-einspritzpumpe eine höhere Leistungsausbeute und geringere Schadstoffemission.

2. Jede Pumpe-Düse-Einheit besitzt ein Ventil,

   A. es ist ein elektro-magnetisch betätigtes Ventil und wird vom Motorsteuergerät angesteuert,
   B. das für die Haupteinspritzung geöffnet wird,
   C. das für die Haupteinspritzung geschlossen wird.

3. Der Pumpenkolben in der Pumpe-Düse-Einheit wird

   A. direkt vom Pumpennocken betätigt,
   B. über Rollenkipphebel von der Nockenwelle betätigt,
   C. vom Magnetventil gesteuert.

4. Die Kraftstofförderung vom Kraftstoffbehälter zum Motor erfolgt durch

   A. die Pumpkolben,
   B. eine elektrische Kraftstoffpumpe,
   C. eine elektrische Vorförderpumpe und eine mechanische Kraftstoffpumpe.

5. Die Voreinspritzung wird beendet durch

   A. das Ventil für Pumpe-Düse,
   B. den Ausweichkolben,
   C. die Düsennadeldämpfung.

6. Welche Aufgabe hat die Kraftstoffkühlung?

   A. Es wird verhindert, daß der Kraftstoffbehälter, die elektrische Kraftstoffpumpe und der Geber für Kraftstoffvorratsanzeige durch zu heißen Kraftstoff beschädigt werden.
   B. Durch gekühlten Kraftstoff wird die Verbrennungstemperatur gesenkt.
   C. Durch die Kraftstoffkühlung wird der Kraftstoff gleichmäßig im Verteilerrohr an die Zylinder verteilt.

7. Der Nockenwellenpositions-Sensor G40 ...

   A. ... ermittelt die Motordrehzahl,
   B. ... dient der Erkennung der einzelnen Zylinder,
   C. ... dient ausschließlich zur Erkennung des 1. Zylinders.

8. Bei Signalausfall des

   A. Gebers für Motordrehzahl G28
   B. Nockenwellenpositions-Sensors G40
   C. Gebers für Kraftstofftemperatur G81

   bleibt der Motor stehen und kann nicht wieder gestartet werden.

Lösungen
1. A, B, C; 2. A, C; 3. B; 4. C; 5. B; 6. A; 7. B; 8. A

Nur für den internen Gebrauch in der Škoda-Organisation.
© ***ŠKODA AUTO a.s.***
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
S00.2003.95.00 Techn. Stand 12/99