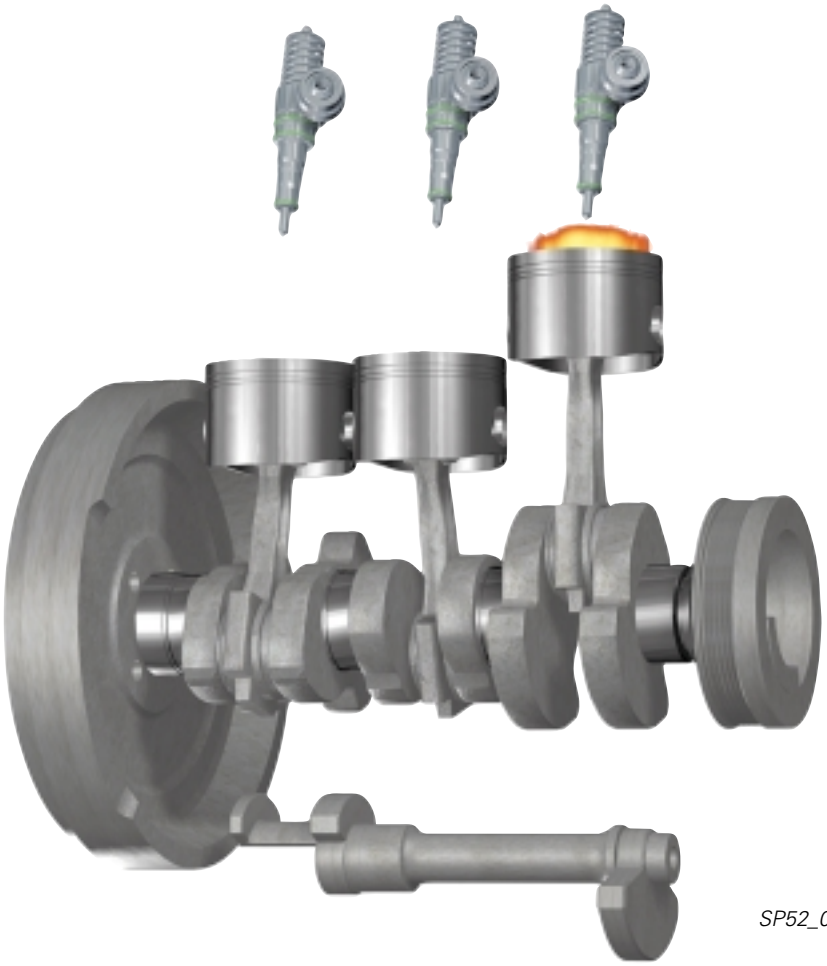
ŠkodaFabia

1,4 l TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem



Selbststudienprogramm



SP52_02

Nach der erfolgreichen Einführung des 1,9 l 4-Zylinder TDI-Motors mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem für **Škoda**Fabia, **Škoda**Octavia und **Škoda**Superb wird der Trend eines sparsamen, schadstoffarmen und gleichzeitig leistungsstarken, direkteinspritzenden Turbodieselmotors im **Škoda**Fabia durch den 3-Zylinder TDI-Motor fortgesetzt.

Durch den Wegfall eines Zylinders ist der Motor leichter, hat weniger bewegte Massen und eine geringere Reibung als ein 4-Zylinder Motor.
Er verfügt trotz geringeren Hubraumes über ein hohes Leistungspotenzial für diese Fahrzeugklasse.

In diesem Selbststudienprogramm können Sie sich mit dem Motor der neuen Generation vertraut machen.

Inhalt

Einleitung **4**
Technische Merkmale 4

Motormechanik **6**
Zylinderblock 6
Ausgleichswelle 6
Trapezkolben und Trapezpleuel 9
Zahnriementrieb 10

Motorschmierung **12**
Ölpumpe 12
Ölfilterhalter 14
Ölkreislauf 15

Pumpe-Düse-Einspritzsystem **16**
Allgemeines 16
Konstruktiver Aufbau 17

Kraftstoffversorgung **18**
Kraftstoffsystem 18
Elektrische Kraftstoffpumpe 20
Kraftstoffkühlung 21

Motorkühlung **22**
Kühlmittelkreislauf 22

Abgasanlage **23**
Abgasanlage 23
Kühler für Abgasrückführung 23

Bauteilepositionen **24**
Übersicht 24

Motormanagement **26**
Systemübersicht 26

Sensoren **28**

Aktoren **38**

Vorglühanlage **42**
Vorglühanlage 42

Zusatzheizung **43**
Zusatzheizung 43

Funktionsplan **44**
Legende zum Funktionsplan 44

Notizen **46**

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



Einleitung

Technische Merkmale



SP52_47

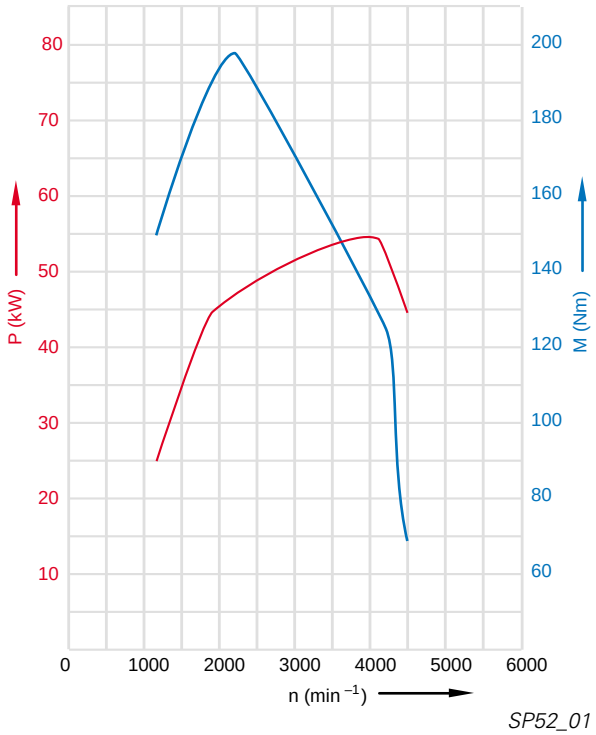
Motormerkmale

- 1,4 l TDI-Motor auf Basis des 1,9 l TDI-Motors mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem entwickelt
- Zylinderblock aus Grauguss
- Zylinderabstand und Bohrung wie bei dem Basis-Motor 1,9 l TDI
- Steuertrieb über einen Zahnriemen
- Ausgleichswelle über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben
- Vakuumpumpe am Zylinderkopf montiert und von der Nockenwelle angetrieben
- Ölfiltergehäuse stehend
- Ölpumpe über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben
- Kühlmittelpumpe im Zylinderblock integriert
- Motor mit Pendellagerung

Technische Daten

Motorkennbuchstaben	AMF
Bauart	3-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1422 cm^3
Bohrung	79,5 mm
Hub	95,5 mm
Verdichtungsverhältnis	19,5 : 1
Ventil pro Zylinder	2
Zündreihenfolge	1 - 2 - 3
max. Leistung	55 kW bei 4000 min^{-1}
max. Drehmoment	195 Nm bei 2200 min^{-1}
Motormanagement	Bosch EDC 15 P
Kraftstoff	Diesel min. 49 CZ – DIN EN 590 oder Biodiesel (RME*) – DIN E 51 606
Abgasnorm	EU3

Leistungs-/Drehmomentdiagramm



SP52_01

Der 1,4 l-Motor erreicht bei einer Drehzahl von 4000 min^{-1} eine Leistung von 55 kW.

Das höchste Drehmoment von 195 Nm wird bei 2200 min^{-1} erreicht.

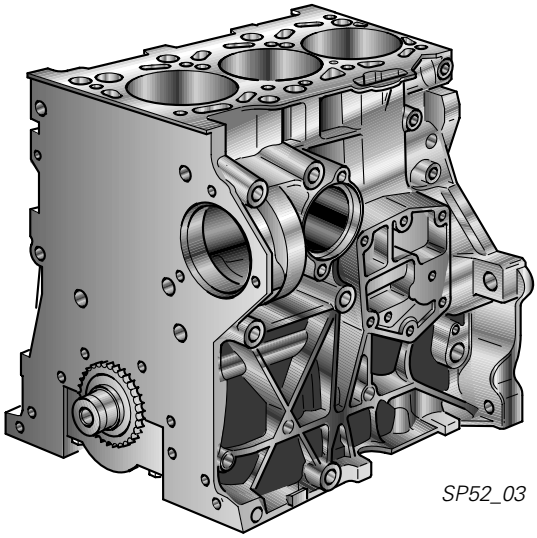
Leistung und Drehmoment gelten beim Betrieb mit Dieselkraftstoff 49 CZ.

M = Drehmoment
n = Drehzahl
P = Leistung

* **R**apsölfettsäure-**M**ethyl-**E**ster

Zylinderblock

Der Zylinderblock ist aus Grauguss hergestellt.



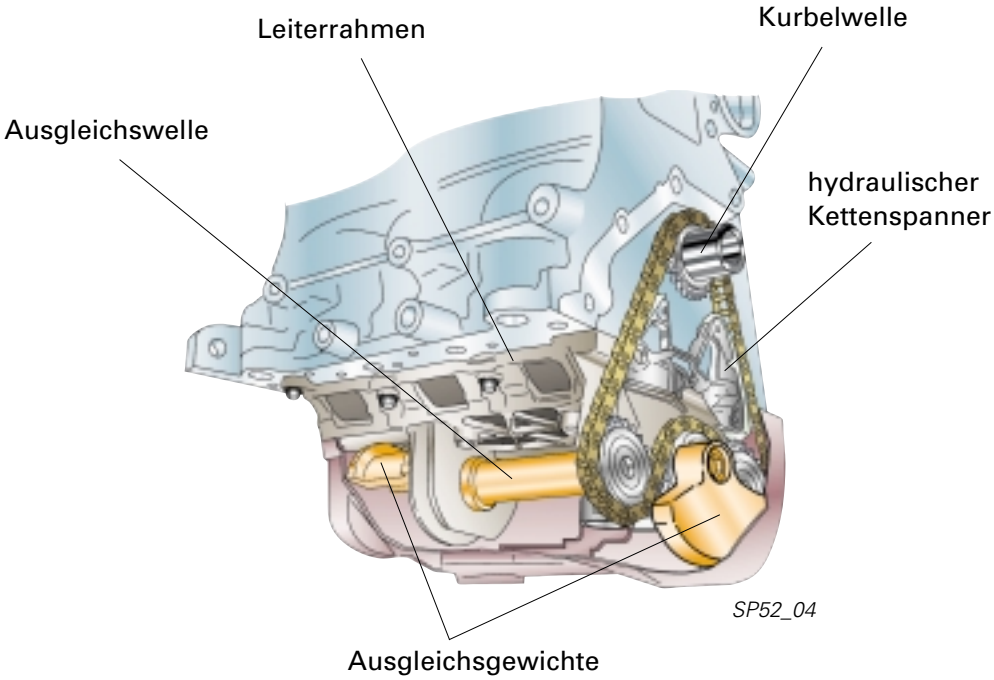
SP52_03

Ausgleichswelle

Im Kurbeltrieb des Motors befindet sich eine Ausgleichswelle. Sie hat die Aufgabe, Schwingungen zu reduzieren und dadurch einen ruhigen Motorlauf zu erzielen.

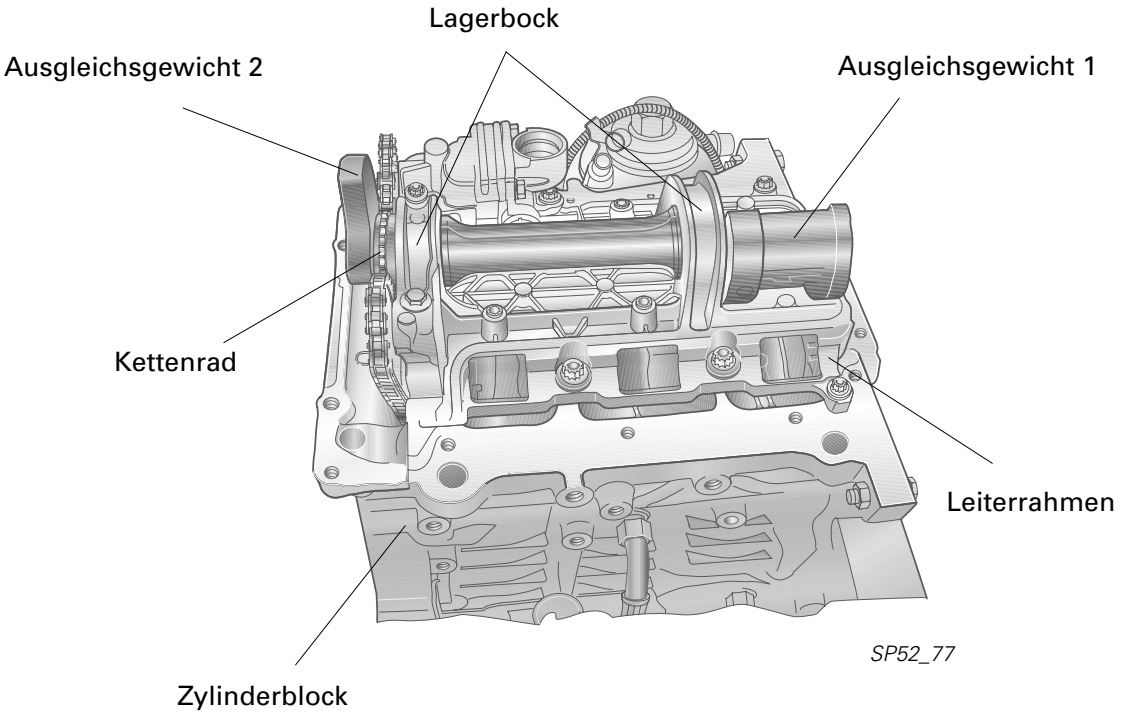
Die Ausgleichswelle ist in einem Leiterrahmen geführt, der mit dem Zylinderblock verschraubt ist. Angetrieben wird sie über eine Kette von der Kurbelwelle.

Dabei dreht sich die Ausgleichswelle mit Motordrehzahl entgegengesetzt zur Drehrichtung der Kurbelwelle. Durch die Auf- und Abwärtsbewegung von Kolben und Pleuel und die Drehbewegung der Kurbelwelle entstehen Kräfte, die Schwingungen verursachen. Diese Schwingungen werden über die Aggregatelagerung auf die Karosserie übertragen. Um die Schwingungen zu reduzieren, wirkt die Ausgleichswelle den Kräften von Kolben, Pleuel und Kurbelwelle entgegen.



SP52_04

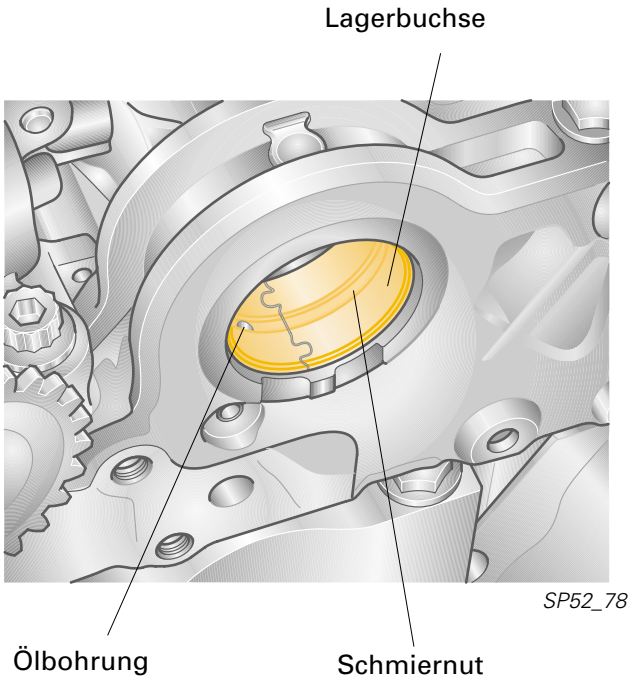
Die Ausgleichswelle ist im Leiterrahmen zweimal gelagert. An der Ausgleichswelle befinden sich zwei Ausgleichsgewichte. Das Ausgleichsgewicht 1 ist Bestandteil der Ausgleichswelle. Das Ausgleichsgewicht 2 ist mit dem Kettenrad in einer bestimmten Position verdrehsicher mit einer Schraube an der Ausgleichswelle befestigt.



Die Lagerböcke sind Bestandteil des Leiterrahmens. In ihnen ist jeweils eine geschlitzte Lagerbuchse eingepresst.

Der Stoß der Lagerbuchsen wurde aus Montagegründen verklinkt.

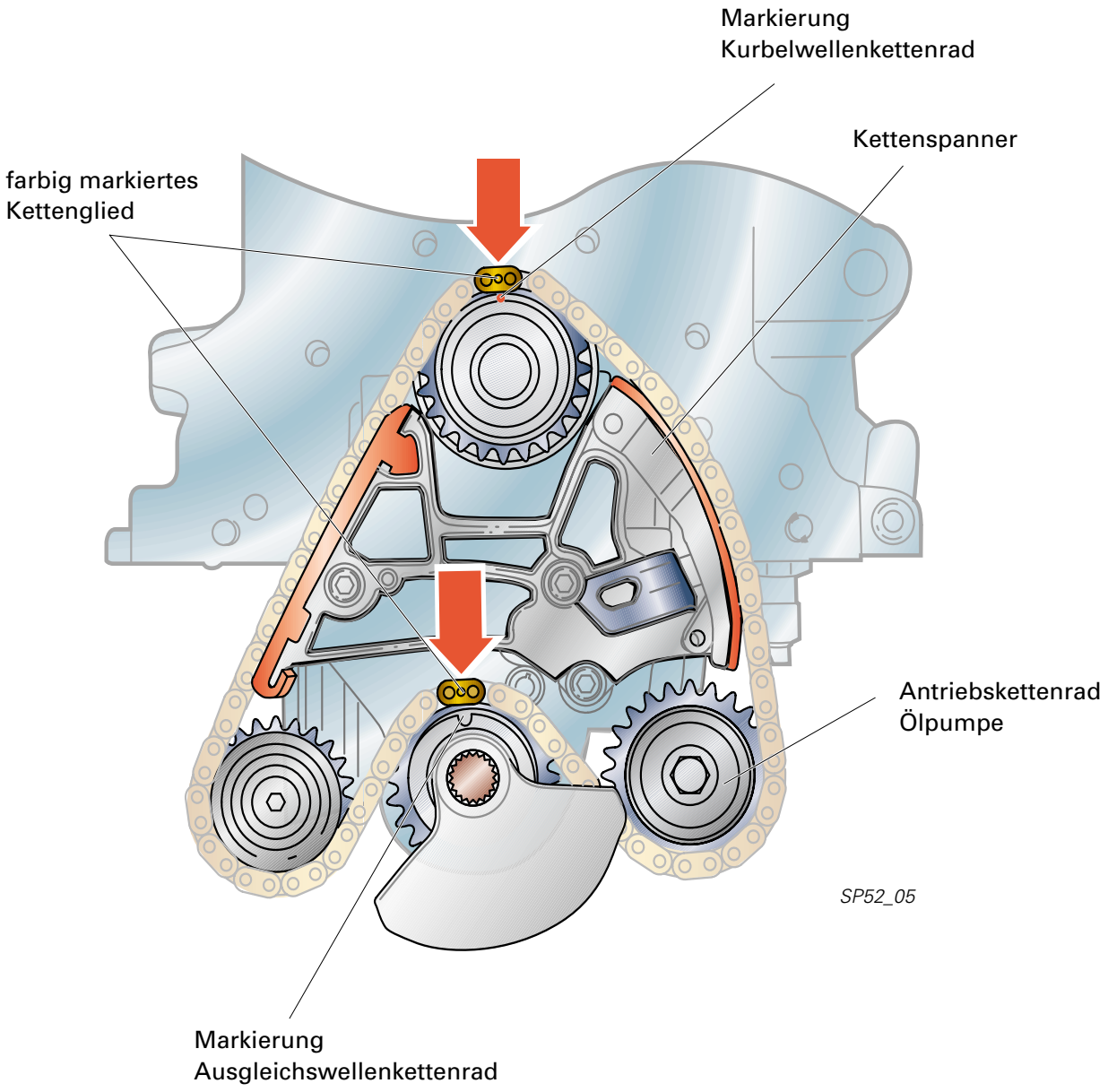
Die Schmierung der Ausgleichswelle erfolgt über jeweils eine Ölbohrung in der Ringnut der Buchsen.



Markierungen zum Massenausgleich

Für einen wirkungsvollen Massenausgleich müssen Kurbelwelle und Ausgleichswelle in der richtigen Position zueinander laufen. Dazu müssen beim Einbau der Antriebskette die Markierungen von Kurbelwellenkettenrad und Ausgleichswellenkettenrad mit den zwei farbigen Gliedern der Antriebskette in Übereinstimmung gebracht werden.

Um eine gleichmäßige Belastung der Kette zu erreichen, ist die Zahl der Zähne auf dem Kurbelwellenkettenrad und Ausgleichswellenkettenrad und Anzahl der Kettenglieder zwischen den farbig markierten Kettenglieder so gewählt, dass die markierten Kettenglieder erst nach mehreren Umdrehungen wieder mit den Markierungen übereinstimmen.



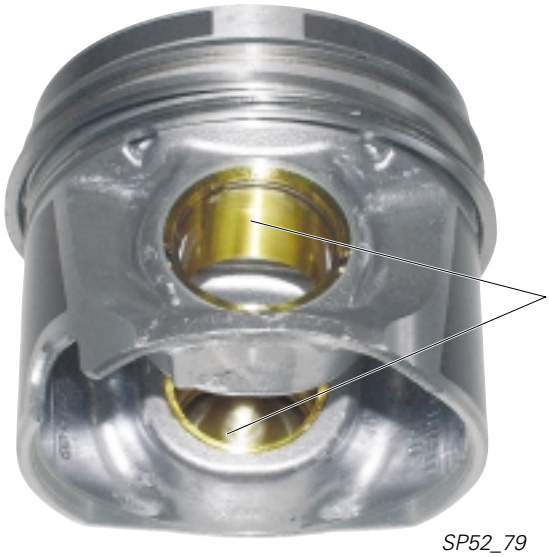
Trapezkolben und Trapezpleuel

Bei der Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches wird ein hoher Druck im Brennraum erreicht. Durch den hohen Verbrennungsdruck werden die Bauteile des Kurbeltriebs stark belastet.

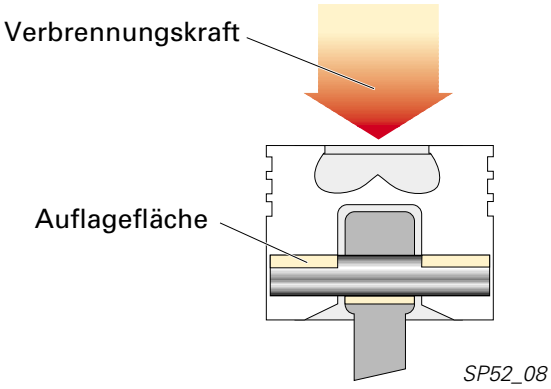
Um bei den hohen Verbrennungsdrücken die Beanspruchung von Kolben, Kolbenbolzen und Pleuel zu verringern, sind die Kolbennabe und das Pleuelauge trapezförmig ausgeführt.



SP52_07

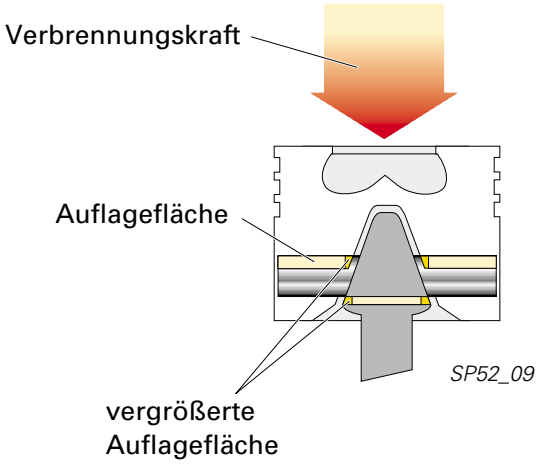


SP52_79



SP52_08

Herkömmliche Verbindung zwischen Kolben und Pleuel.



SP52_09

Im Vergleich zur herkömmlichen Verbindung zwischen Kolben und Pleuel ist durch die Trapezform die Auflagefläche von Pleuelauge und Kolbennabe am Kolbenbolzen vergrößert. Somit werden die Verbrennungskräfte auf eine größere Fläche verteilt. Kolben, Kolbenbolzen sowie Pleuel werden dabei weniger belastet.

Zahnriementrieb

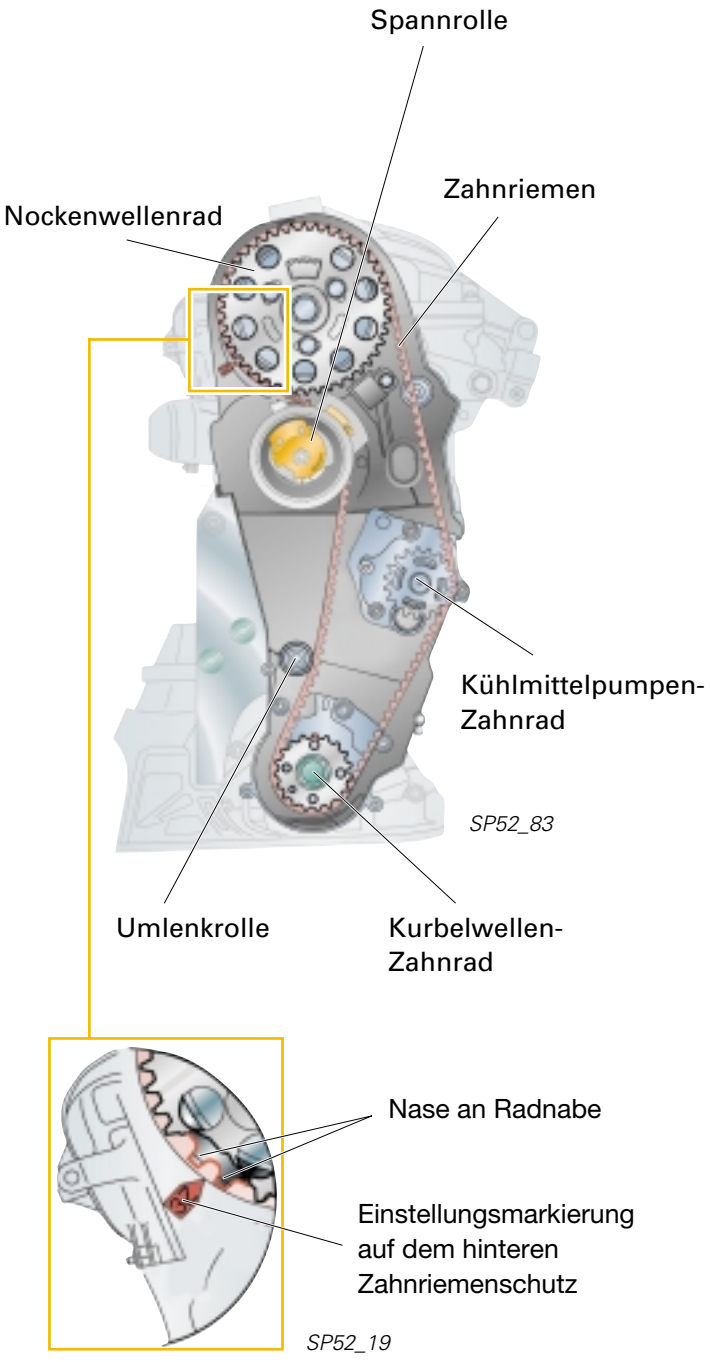
Um einen Einspritzdruck von 200 MPa zu erzeugen, sind große Antriebskräfte erforderlich. Diese Kräfte führen zu einer hohen Belastung der Bauteile des Zahnriementriebes.

Aus diesem Grund gibt es folgende Maßnahmen, um den Zahnriemen zu entlasten:

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

– **Zahnriemen**
Der Zahnriemen ist 30 mm breit. Durch die größere Auflagefläche wird die Belastung des Zahnriemens verringert.

– **Spannrolle**
Die Spannrolle des Zahnriemens sorgt für eine gleichmäßige Spannung bei unterschiedlichen Belastungs- und Temperaturzuständen.



Einstellung der Steuerzeiten – Nockenwelle

Zur Einstellung der Steuerzeiten befindet sich auf dem hinteren Zahnriemenschutz eine Markierung. Die Einstellungsmarkierung für den 3-Zylinder TDI-Motor ist mit **3Z** gekennzeichnet, da beim 3-Zylinder der gleiche Zahnriemenschutz verbaut wird wie bei dem 4-Zylinder-Motor.
Die Nockenwelle befindet sich in der „OT Zylinder 1“-Stellung, wenn die Nasen an der Radnabe der Einstellungsmarkierung **3Z** gegenüberstehen.



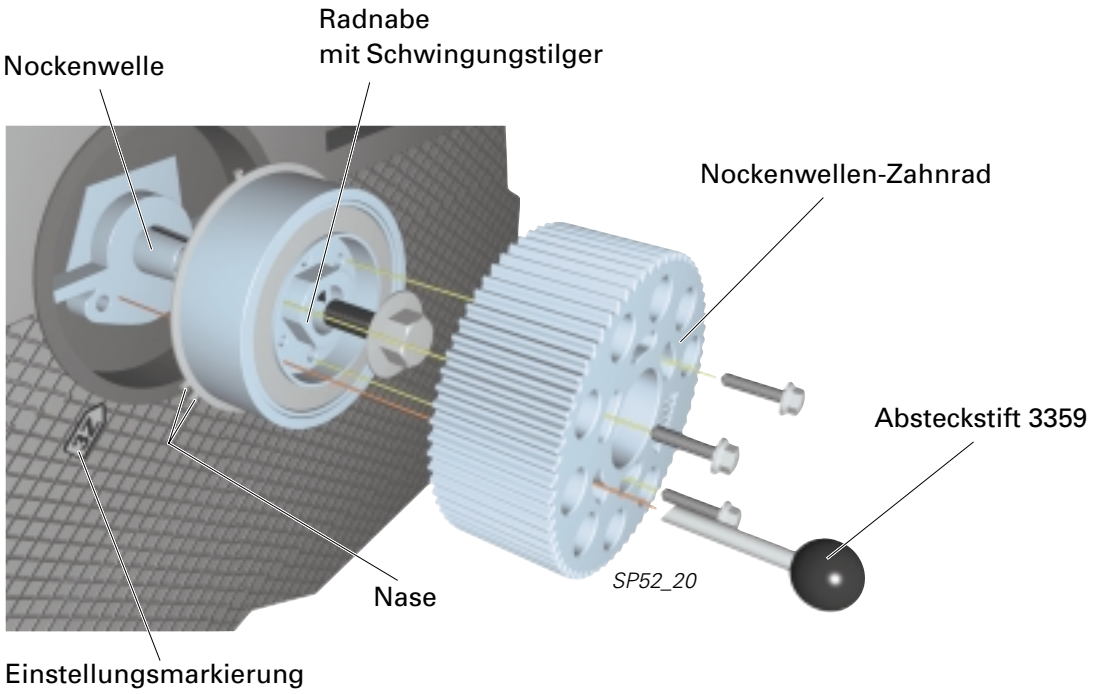
Hinweis:
Zum Einstellen der Steuerzeiten beachten Sie bitte die Anweisungen im Reparaturleitfaden!

Geteiltes Nockenwellenrad

Es wird ein geteiltes Nockenwellenrad verwendet.
Ein Teil des Nockenwellenrades ist die Radnabe mit Schwingungstilger. Sie sitzt auf dem Konus der Nockenwelle. Die Einbauposition ist durch eine Nut-Feder-Verbindung festgelegt.
Der andere Teil ist das Nockenwellen-Zahnrad, das mit Schrauben an der Radnabe befestigt ist.

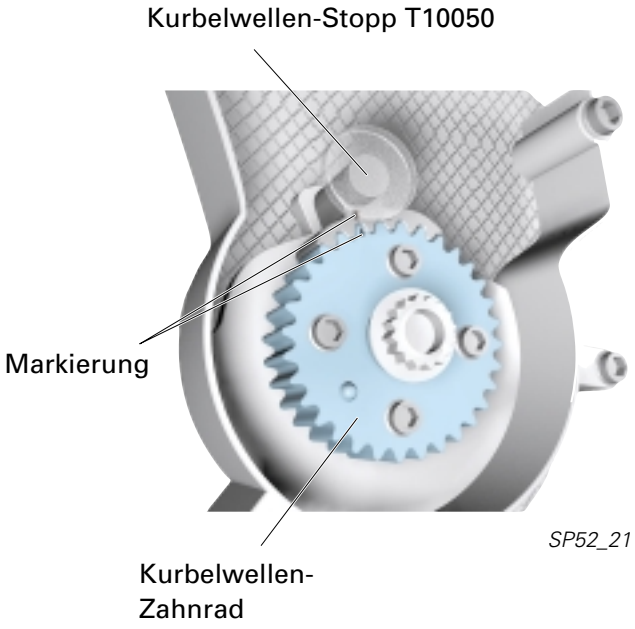
Die Nockenwelle wird in „OT-Zylinder 1“-Stellung fixiert, in dem der Absteckstift 3359 in einer Bohrung der Radnabe und im Zylinderkopf eingesteckt wird.

Beim Spannen des Zahnriemens wird das Nockenwellen-Zahnrad in den Langlöchern verdreht, wobei die Nockenwelle in der „OT Zylinder 1“-Stellung durch den Absteckstift 3359 arretiert ist.



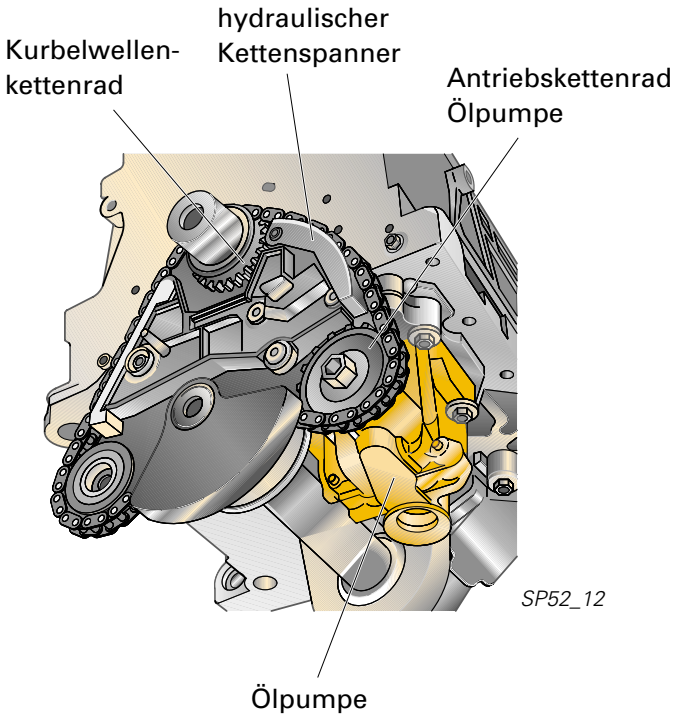
Einstellung der Steuerzeiten – Kurbelwelle

Die Kurbelwelle wird mit dem Kurbelwellen-Stopp T10050, der auf das Kurbelwellen-Zahnrad in axialer Richtung aufgeschoben wird, in „OT Zylinder 1“-Stellung fixiert.



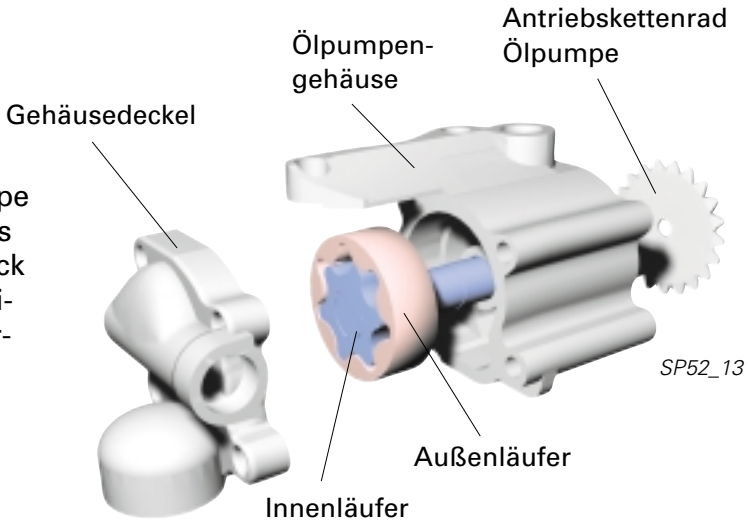
Ölpumpe

Die Ölpumpe ist eine Innenzahnradpumpe. Sie wird auch als Duocentric-Pumpe bezeichnet. Der Begriff „Duocentric“ basiert auf dem geometrischen Versatz der Achsen von Innen- und Außenläufer. Die Ölpumpe ist an dem Leiterrahmen befestigt und wird durch eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Kette wird durch einen hydraulischen Kettenspanner gespannt.

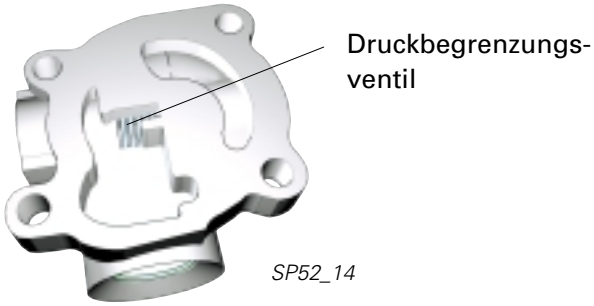


Aufbau der Ölpumpe

Das Druckbegrenzungsventil in der Ölpumpe ist ein Sicherheitsventil. Es verhindert, dass Bauteile des Motors durch zu hohen Öldruck beschädigt werden, zum Beispiel bei niedrigen Außentemperaturen und hohen Motordrehzahlen.



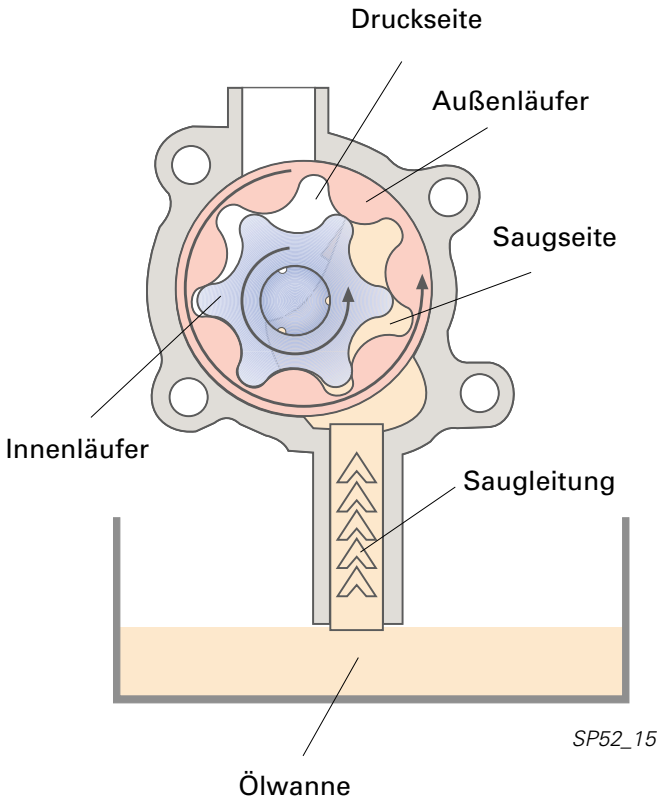
Gehäusedeckel
(geklappt und gedreht)



Arbeitsweise der Ölpumpe

Ansaugen

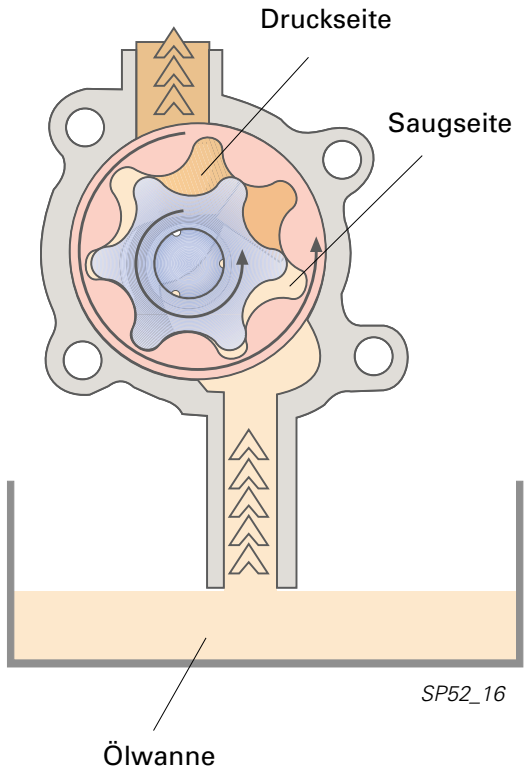
Der Innenläufer sitzt auf der Antriebswelle und treibt den Außenläufer an.
Aufgrund der unterschiedlichen Drehachsen von Innen- und Außenläufer laufen die Zähne bei der Drehbewegung auseinander.
Es entsteht eine Raumvergrößerung auf der Saugseite. Dadurch wird das Öl über eine Saugleitung angesaugt und zur Druckseite weiter transportiert.



SP52_15

Druck erzeugen

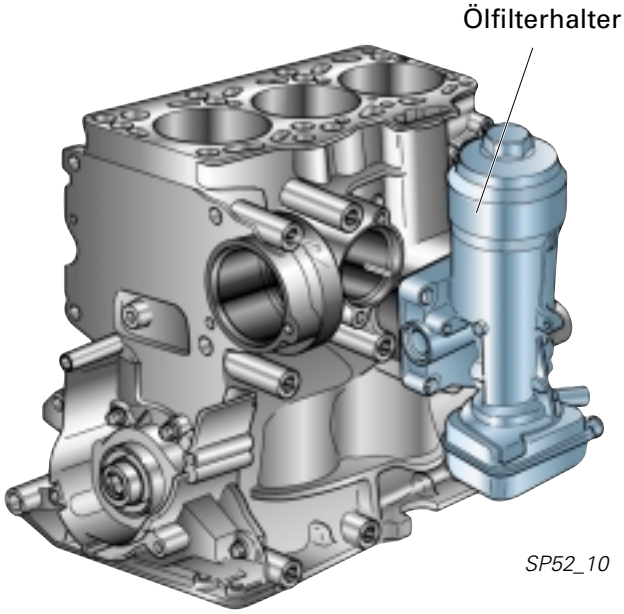
Auf der Druckseite laufen die Zähne von Innen- und Außenläufer wieder zusammen. Dadurch wird der Raum zwischen den Zähnen kleiner. Das Öl wird in den Ölkreislauf des Motors hineingedrückt.



SP52_16

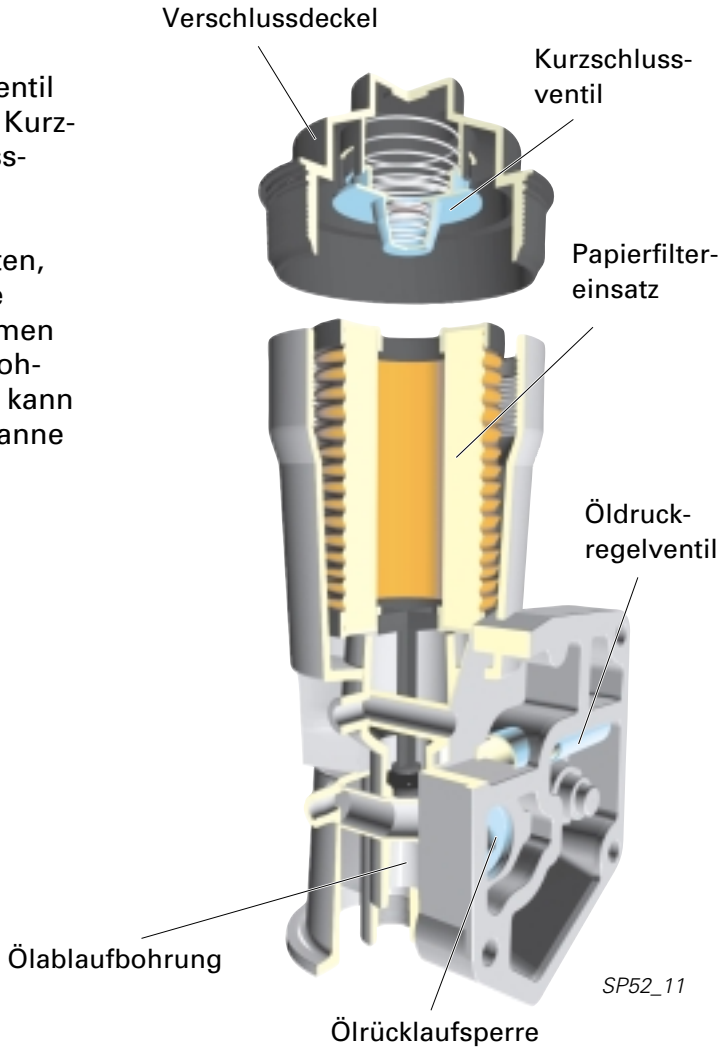
Ölfilterhalter

Der Ölfilterhalter ist stehend angeordnet. Er hat einen nach oben auswechselbaren Papierfiltereinsatz und ist dadurch wartungsfreundlich und umweltschonend.

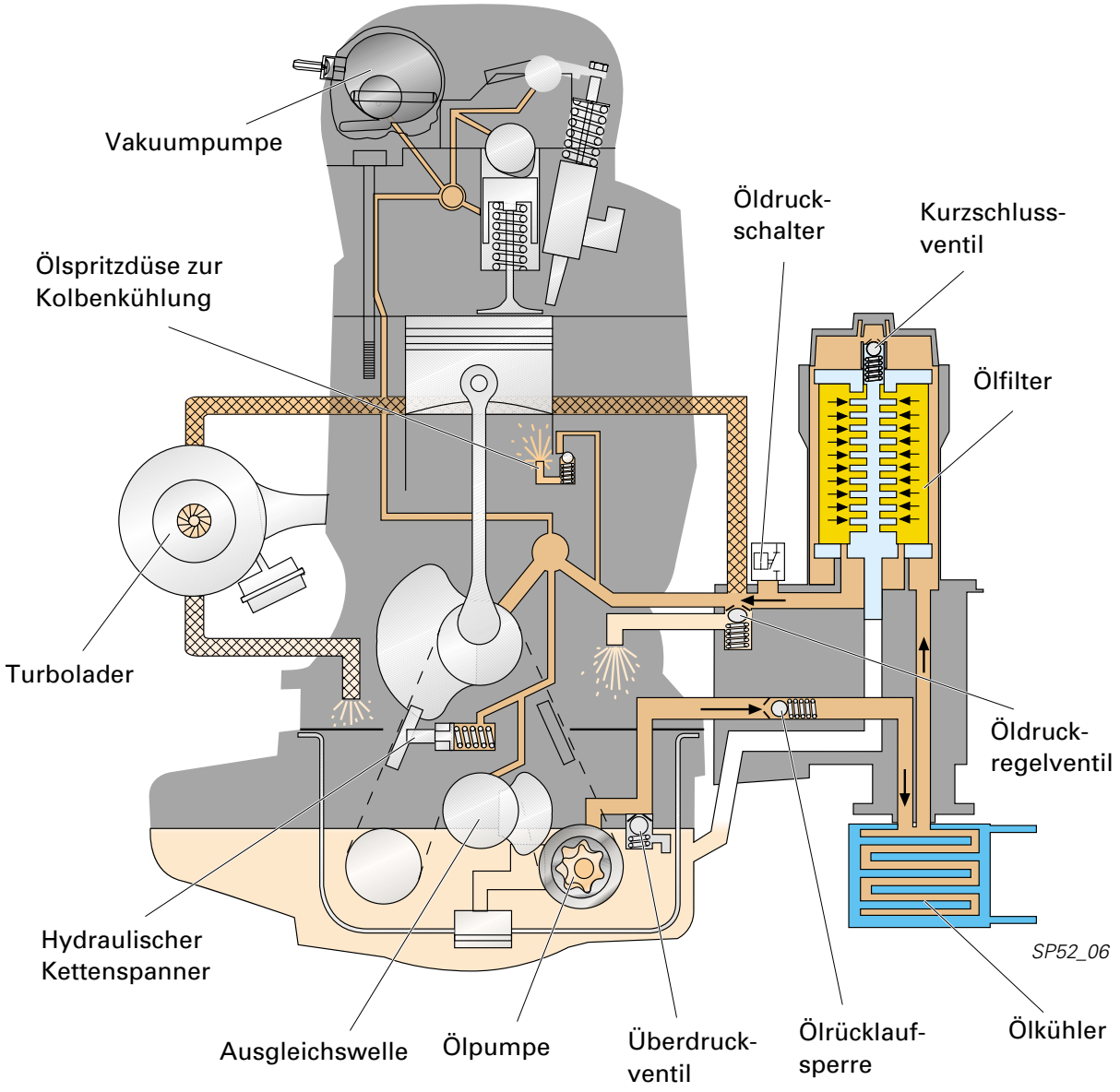


Im Ölfilterhalter sind das Öldruckregelventil und die Ölrücklaufsperre integriert. Das Kurzschlussventil befindet sich im Verschlussdeckel.

Um beim Ölfilterwechsel zu gewährleisten, dass das Öl aus dem Ölfilterhalter in die Ölwanne abläuft, wird beim Herausnehmen des Papierfiltereinsatzes eine Ölablaufbohrung freigegeben. Durch diese Bohrung kann das Öl aus dem Ölfilterhalter in die Ölwanne abfließen.



Ölkreislauf



Das Überdruckventil in der Ölpumpe ist ein Sicherheitsventil. Es verhindert, dass Bauteile des Motors durch zu hohen Öldruck beschädigt werden, zum Beispiel bei niedrigen Außentemperaturen und hohen Drehzahlen.

Das Öldruckregelventil regelt den Öldruck des Motors. Es öffnet, sobald der Öldruck den maximal zulässigen Wert erreicht hat.

Die Ölrücklaufsperre verhindert, dass das Öl bei Motorstillstand aus dem Zylinderkopf und dem Ölfilterhalter in die Ölwanne zurückläuft.

Das Kurzschlussventil öffnet bei verstopftem Ölfilter und sichert dadurch die Ölversorgung des Motors.

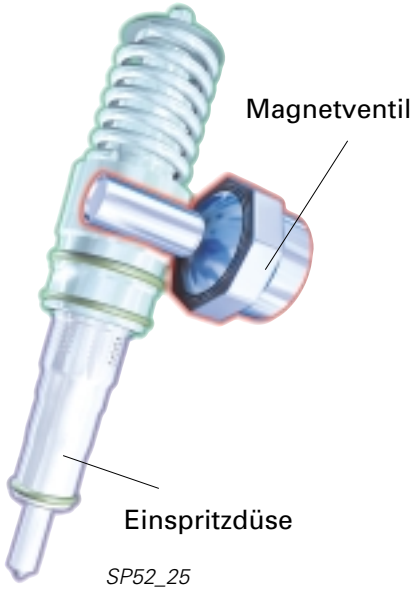
Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Allgemeines

Was ist eine Pumpe-Düse-Einheit?

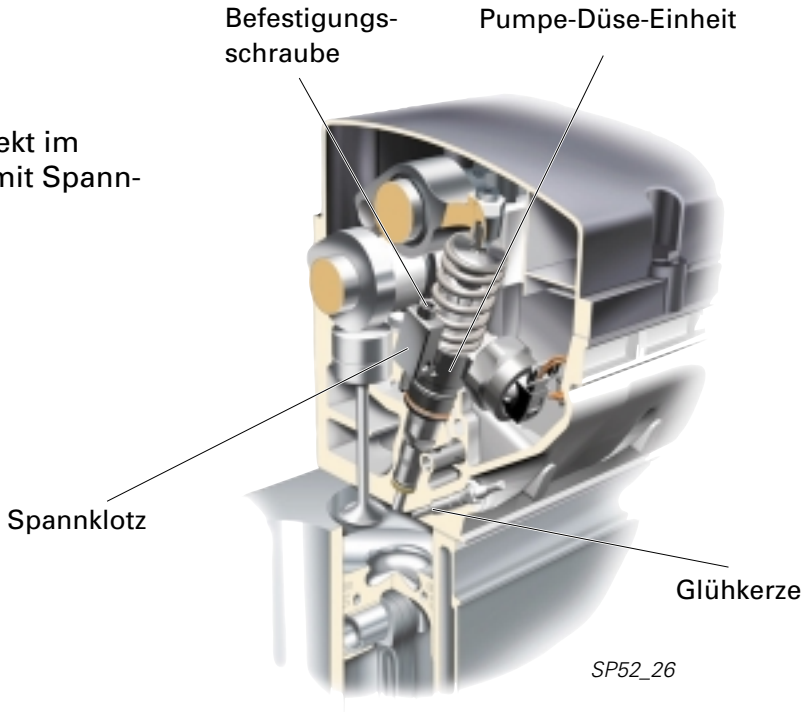
Eine Pumpe-Düse-Einheit ist, wie der Name schon sagt, eine Einspritzpumpe mit Magnetventil und Einspritzdüse zu einem Bauteil zusammengefasst. Jeder Zylinder des Motors hat eine Pumpe-Düse-Einheit. In den Kraftstoff-Vorlaufleitungen liegt kein Hochdruck an. Dieser wird erst in den Pumpe-Düse-Einheiten erzeugt. Damit sind die hoch zu verdichtenden Volumina sehr klein und es wird sehr schnell ein hoher maximaler Einspritzdruck erreicht.

Der Druckaufbau, der Einspritzbeginn und die Einspritzmenge werden vom Motormanagement über Magnetventile präzise gesteuert. Dadurch ergibt sich eine optimale Gemischbildung und somit eine gute Verbrennung. Daraus resultiert eine hohe Leistungsausbeute und niedrige Schadstoffemission bei einem geringen Kraftstoffverbrauch.



SP52_25

Die Pumpe-Düse-Einheiten sind direkt im Zylinderkopf angeordnet. Sie sind mit Spannklötzen im Zylinderkopf befestigt.

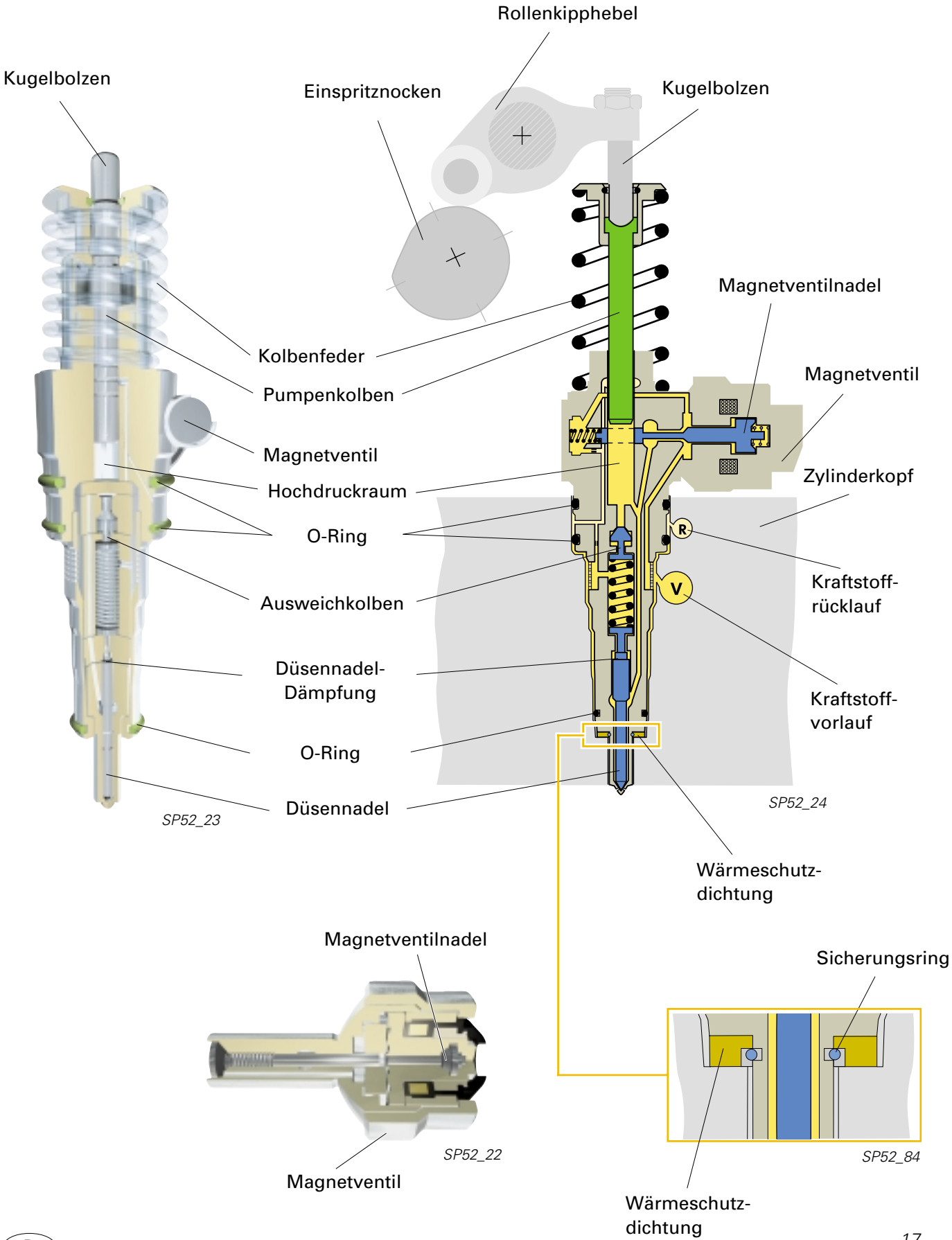


SP52_26



Hinweis:
Beim Einbau der Pumpe-Düse-Einheit muss auf die richtige Einbaulage geachtet werden. Steht die Pumpe-Düse-Einheit nicht rechtwinklig zum Zylinderkopf, kann sich die Befestigungsschraube lösen. Dadurch kann die Pumpe-Düse-Einheit beziehungsweise der Zylinderkopf beschädigt werden.
Beachten Sie bitte die Anweisungen im Reparaturleitfaden.

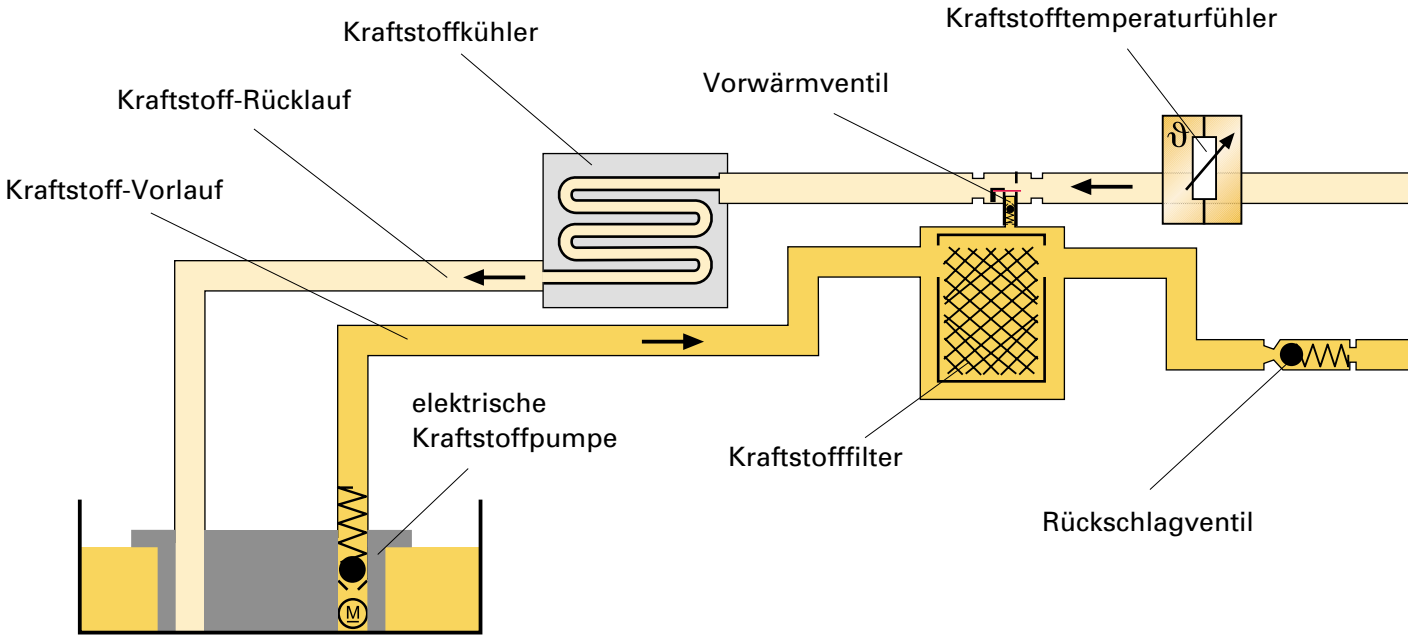
Konstruktiver Aufbau



Kraftstoffversorgung

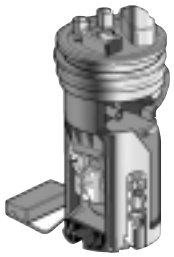
Kraftstoffsystem

Der Kraftstoff wird von einer elektrischen Kraftstoffpumpe aus dem Kraftstoffbehälter über den Kraftstofffilter zur mechanischen Kraftstoffpumpe gepumpt. Von hier aus wird der Kraftstoff über den Vorlaufkanal im Zylinderkopf zu den Pumpe-Düse-Einheiten gefördert.
Der nicht zur Einspritzung benötigte Kraftstoff fließt von den Pumpe-Düsen-Einheiten über den Rücklaufkanal im Zylinderkopf, das Gehäuse der mechanischen Kraftstoffpumpe und den Kraftstoffkühler in den Kraftstoffbehälter zurück.



Elektrische Kraftstoffpumpe

arbeitet als Vorförderpumpe und pumpt Kraftstoff zur mechanischen Kraftstoffpumpe.



SP52_32

Kraftstofffilter

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



SP52_31

Kraftstofftemperaturfühler

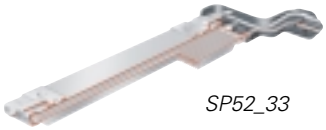
dient zur Erfassung der Kraftstofftemperatur für das Motorsteuergerät.



SP52_28

Kraftstoffkühler

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



SP52_33

Vorwärmeventil

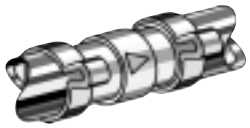
öffnet den Weg zum Kraftstoffbehälter erst bei einer Kraftstoffemperatur von über 30 °C. Dadurch wird die Wärme am Motor konzentriert und der Motor schneller auf Betriebstemperatur gebracht.



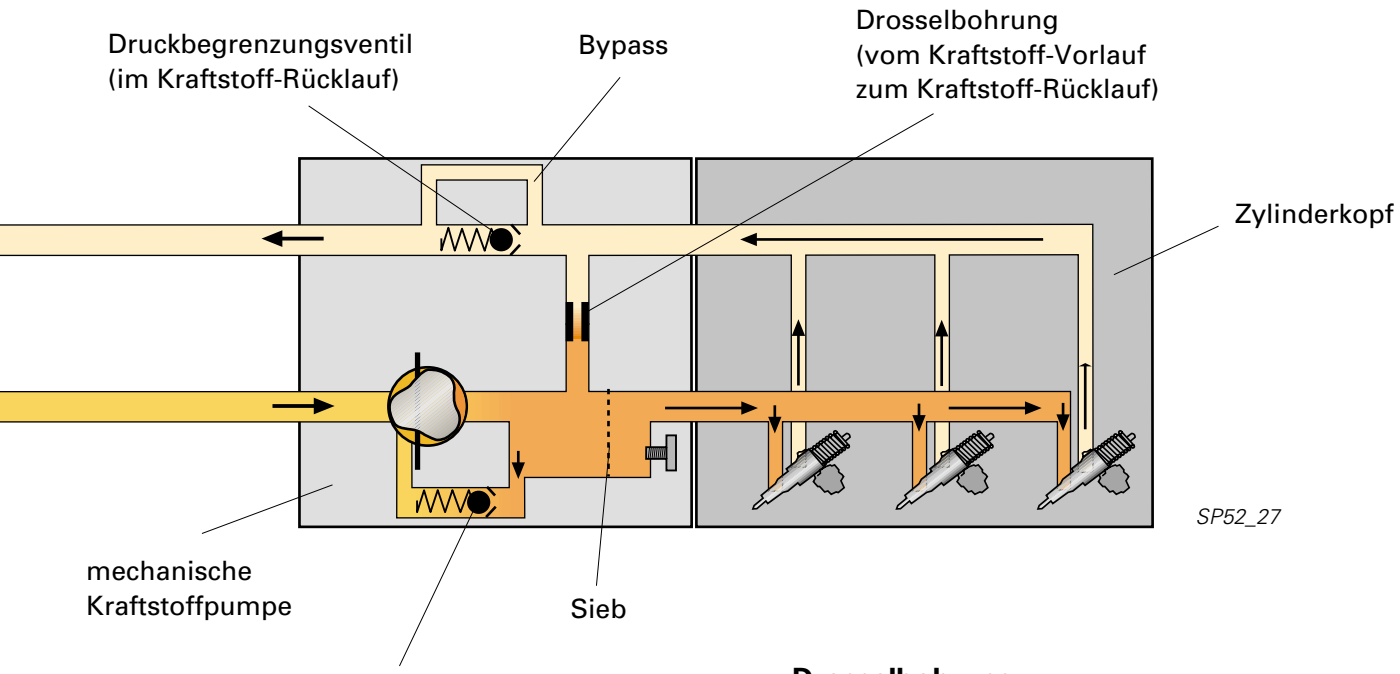
SP52_29

Rückschlagventil

verhindert, dass bei Motorstillstand Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe zurück in den Kraftstoffbehälter fließt.
(Öffnungsdruck = 0,02 MPa)



SP52_30



SP52_27

Druckbegrenzungsventil (im Kraftstoff-Vorlauf)

regelt den Kraftstoffdruck im Kraftstoff-Vorlauf. Bei einem Kraftstoffdruck über 0,75 MPa öffnet das Ventil und der Kraftstoff wird der Saugseite der mechanischen Kraftstoffpumpe zugeführt.

Druckbegrenzungsventil (im Kraftstoff-Rücklauf)

hält den Druck im Kraftstoff-Rücklauf auf 0,1 MPa. Dadurch werden gleichbleibende Kräfteverhältnisse an der Magnetventilnadel erzielt.

Drosselbohrung (vom Kraftstoff-Vorlauf zum Kraftstoff-Rücklauf)

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

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.

Sieb

hat die Aufgabe, Dampfblasen aus dem Kraftstoffvorlauf aufzufangen. Anschließend werden sie über die Drosselbohrung und den Rücklauf abgeschieden.

Elektrische Kraftstoffpumpe

Die elektrische Kraftstoffpumpe befindet sich im Kraftstoffbehälter und arbeitet als Vorförderpumpe. Sie pumpt Kraftstoff zur mechanischen Kraftstoffpumpe am Zylinderkopf. Dadurch wird sichergestellt, dass in extremen Situationen (z. B. Höchstgeschwindigkeitsfahrten bei warmen Außentemperaturen) keine Kraftstoffdampfblasen durch einen zu großen Unterdruck im Kraftstoffvorlauf gebildet werden können. Unregelmäßigkeiten im Motorlauf durch Dampfblasenbildung werden somit verhindert.

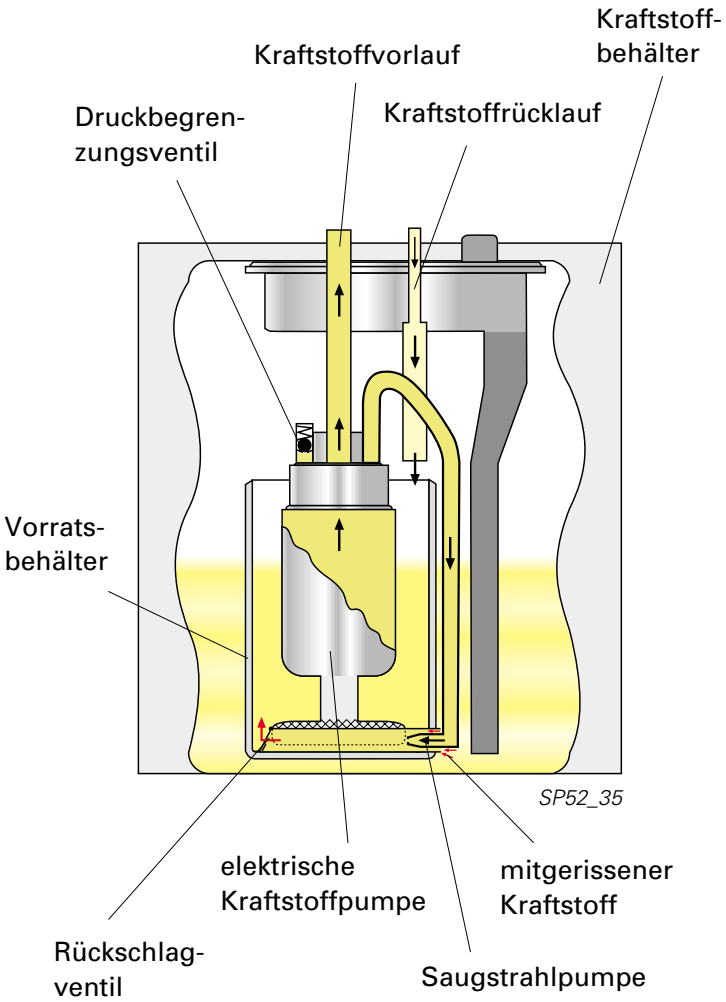
Arbeitsweise der elektrischen Kraftstoffpumpe

Elektrisches Prinzip

Bei Zündung „EIN“ wird das Kraftstoffpumpenrelais vom Motorsteuergerät angesteuert und schaltet den Arbeitsstrom für die elektrische Kraftstoffpumpe. Dabei läuft die Pumpe für ca. 2 Sekunden an und baut einen Vordruck auf. Während des Vorglühens wird sie ausgeschaltet, um die Batterie zu entlasten. Sobald der Motor dreht, läuft die Pumpe ständig mit.

Hydraulisches Prinzip

Die elektrische Kraftstoffpumpe saugt über einen Filter den Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter an.
Im Pumpendeckel wird die Fördermenge aufgeteilt. Zu einem Teil in den Vorlauf zum Motor und zum anderen Teil zum Antrieb der Saugstrahlpumpe. Durch die Saugstrahlpumpe wird der Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter gesaugt und in den Vorratsbehälter der elektrischen Kraftstoffpumpe gefördert. Das Druckbegrenzungsventil im Pumpendeckel begrenzt den Förderdruck auf 0,05 MPa. Dadurch werden die Kraftstoffleitungen vor einem zu hohen Kraftstoffdruck geschützt.



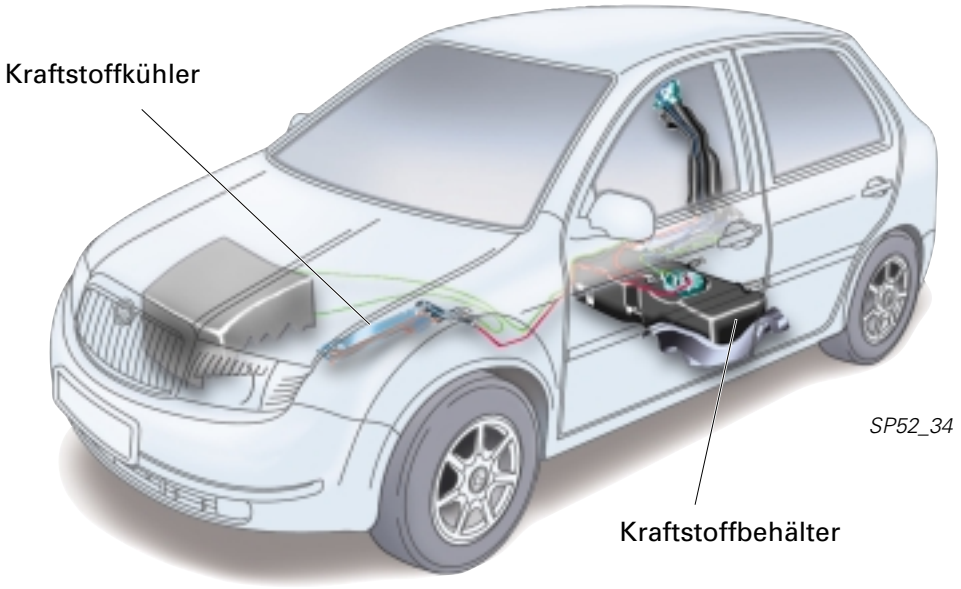


Hinweis:
Detaillierte Informationen zur Saugstrahlpumpe finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 49.

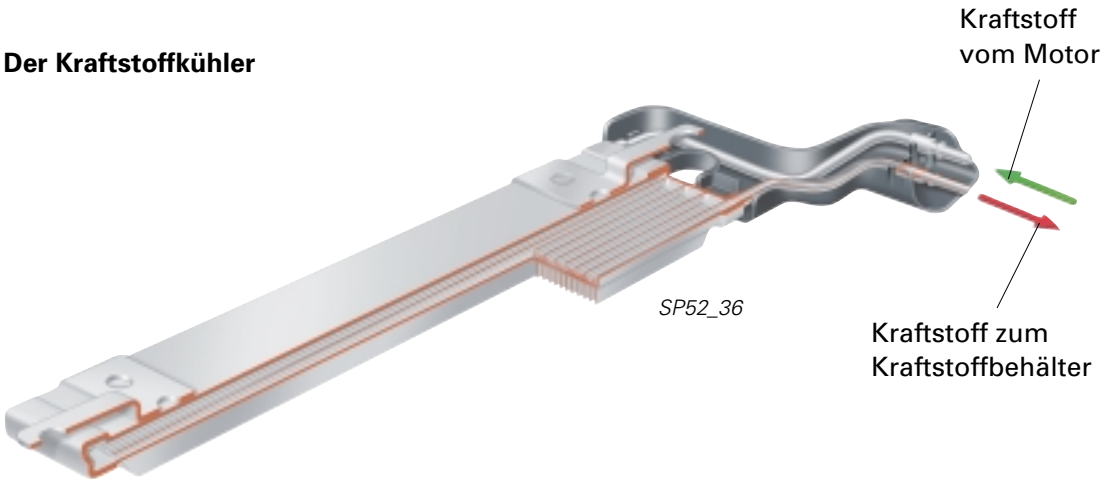
Kraftstoffkühlung

Durch den hohen Druck in den Pumpe-Düsen-Einheiten erwärmt sich der Kraftstoff so stark, dass er abgekühlt werden muss, bevor er in den Kraftstoffbehälter zurückfließt.

Dazu befindet sich unter dem Fahrzeugboden ein Kraftstoffkühler. Er ist mit mehreren parallel angeordneten Kanälen versehen, durch die der rückfließende Kraftstoff schleifenförmig strömt. Dabei wird der Kraftstoff durch die am Kühler entlang strömende Außenluft gekühlt und der Kraftstoffbehälter sowie der Geber für Kraftstoffvorrat vor zu heißem Kraftstoff geschützt.

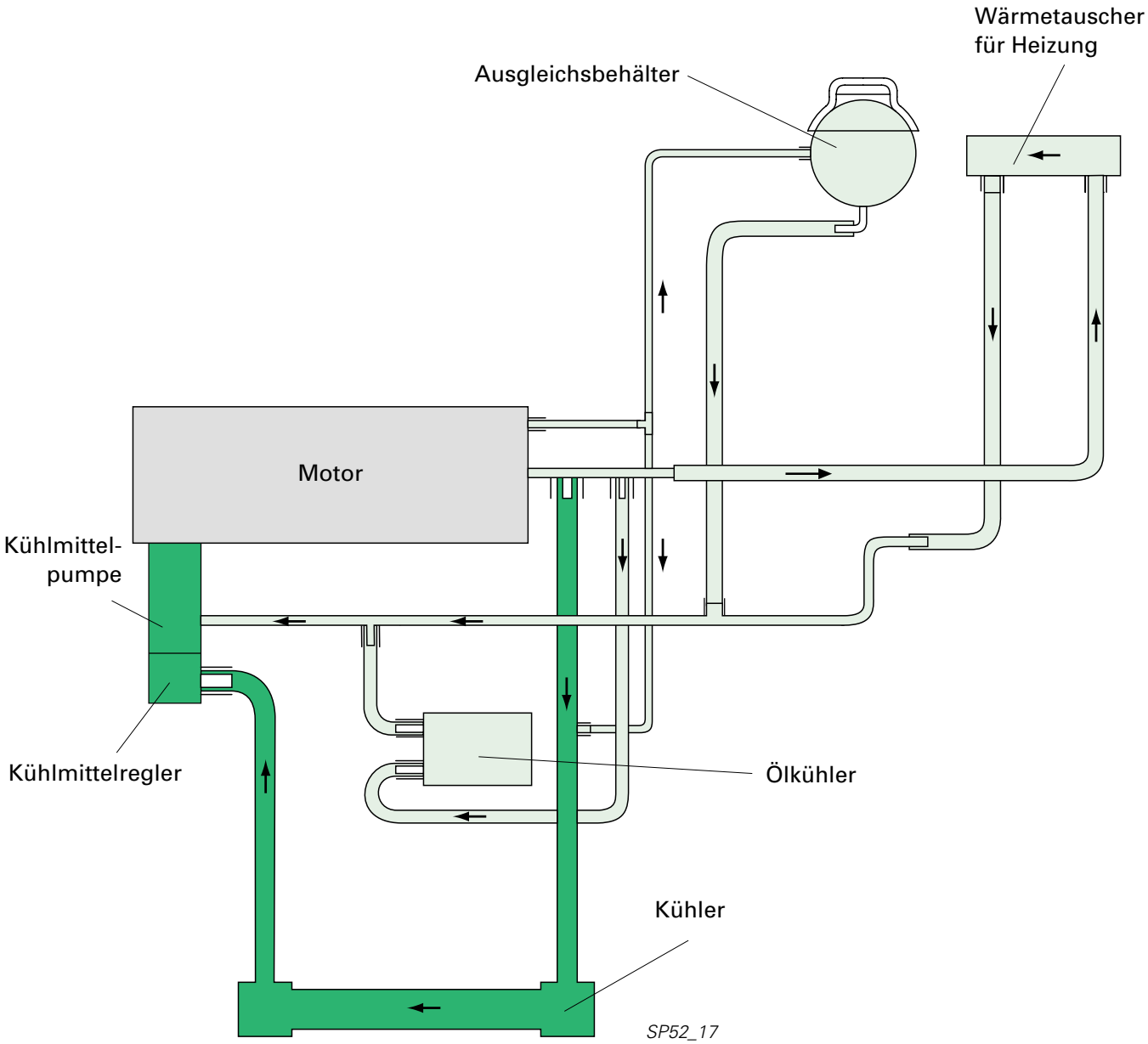


Der Kraftstoffkühler



Motorkühlung

Kühlmittelkreislauf



großer Kühlmittelkreislauf

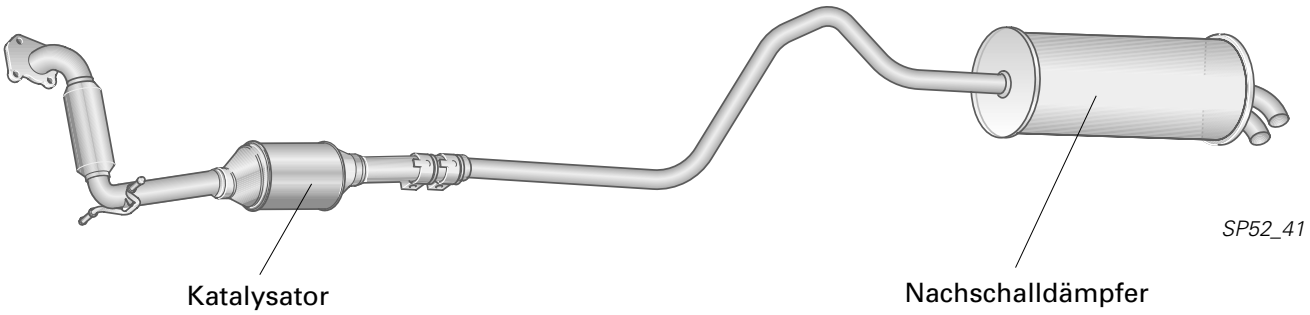
kleiner Kühlmittelkreislauf



Hinweis:
Der Ölkühler befindet sich im kleinen Kühlmittelkreislauf.

Abgasanlage

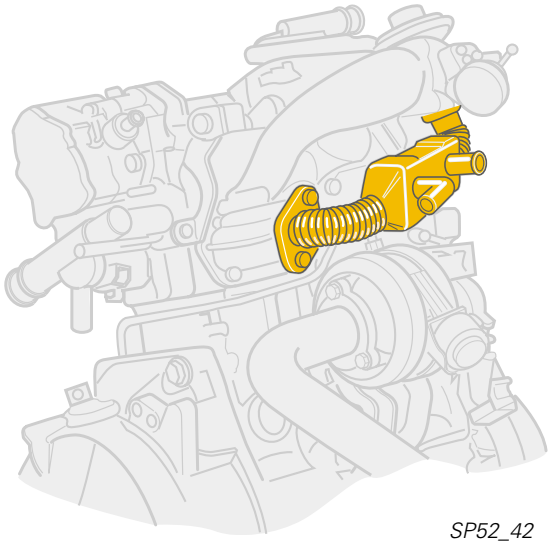
Die Abgasanlage des 1,4 l/55 kW TDI-Motors ist in der gewohnten Weise aufgebaut. Sie besteht aus einem Katalysator und einem Nachschalldämpfer.

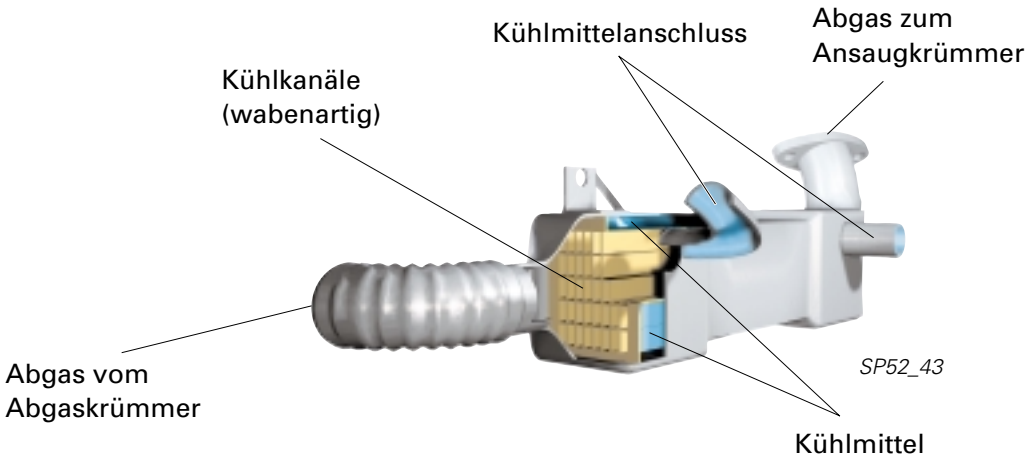


Kühler für Abgasrückführung

Für Motoren, die zukünftig Abgasnorm EU4 erfüllen sollen, ist ein Kühler für Abgasrückführung, der an den Kühlmittelkreislauf angeschlossen wird, vorgesehen.

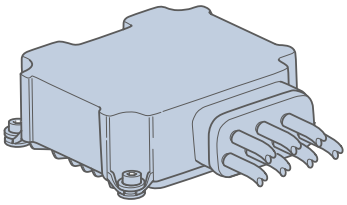
Um die Kühloberfläche zu vergrößern, ist der Metallkörper mit wabenartigen Kanälen, die durch Kühlmittel gekühlt werden, versehen. Das zurückgeführte Abgas strömt durch die Kanäle und gibt dabei die Wärme an das Kühlmittel ab. Aufgrund des abgekühlten Abgases wird die Verbrennungstemperatur weiter abgesenkt und dadurch eine zusätzliche Reduzierung der Stickoxide bewirkt.



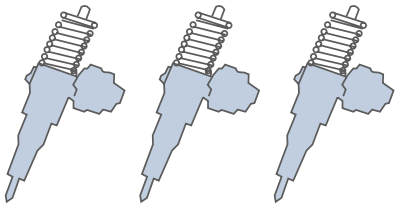


Bauteilepositionen

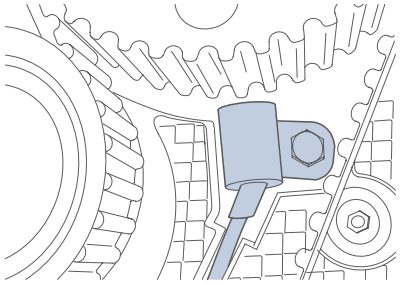
Übersicht



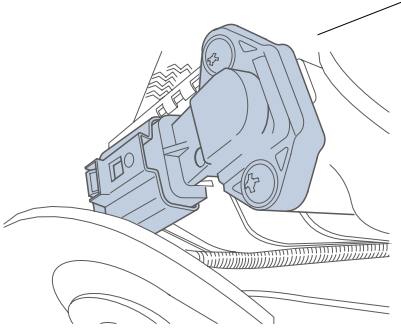
Ventilblock bestehend aus:
- Magnetventil für Abgasrückführung N18
- Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75
- Umschaltventil für Saugrohrklappe N239



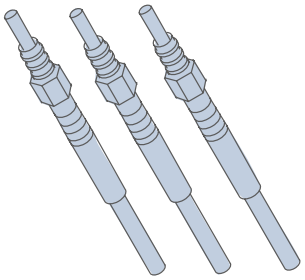
Ventile für Pumpe-Düse
Zylinder 1 - 3
N240 - N242



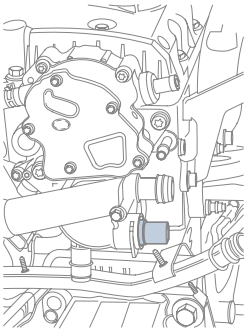
Hallgeber G40



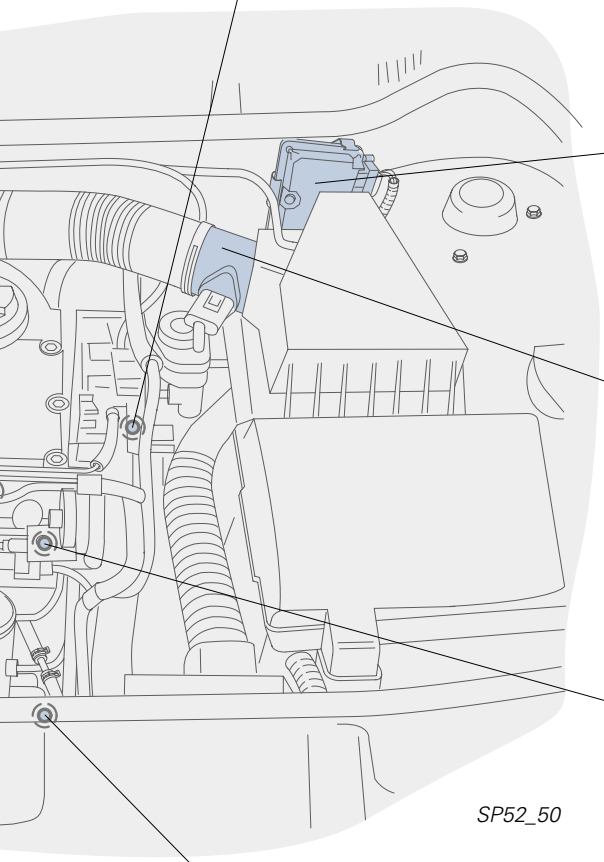
Geber für Saugrohrdruck G71
Geber für saugrohrtemperatur G72

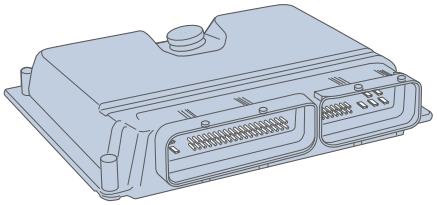


Glühkerzen Q6

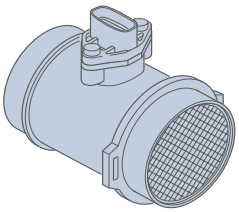


Geber für Kühlmitteltemperatur G62



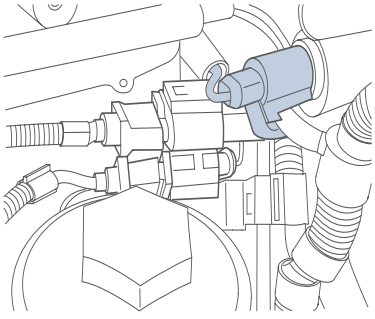


Steuergerät für Dieseldirekt-einspritzanlage J248

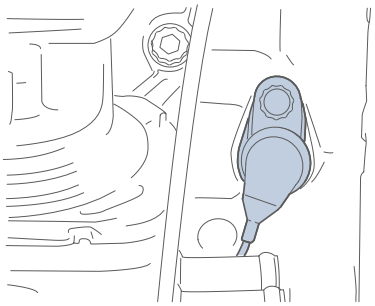


Luftmassenmesser G70

SP52_50

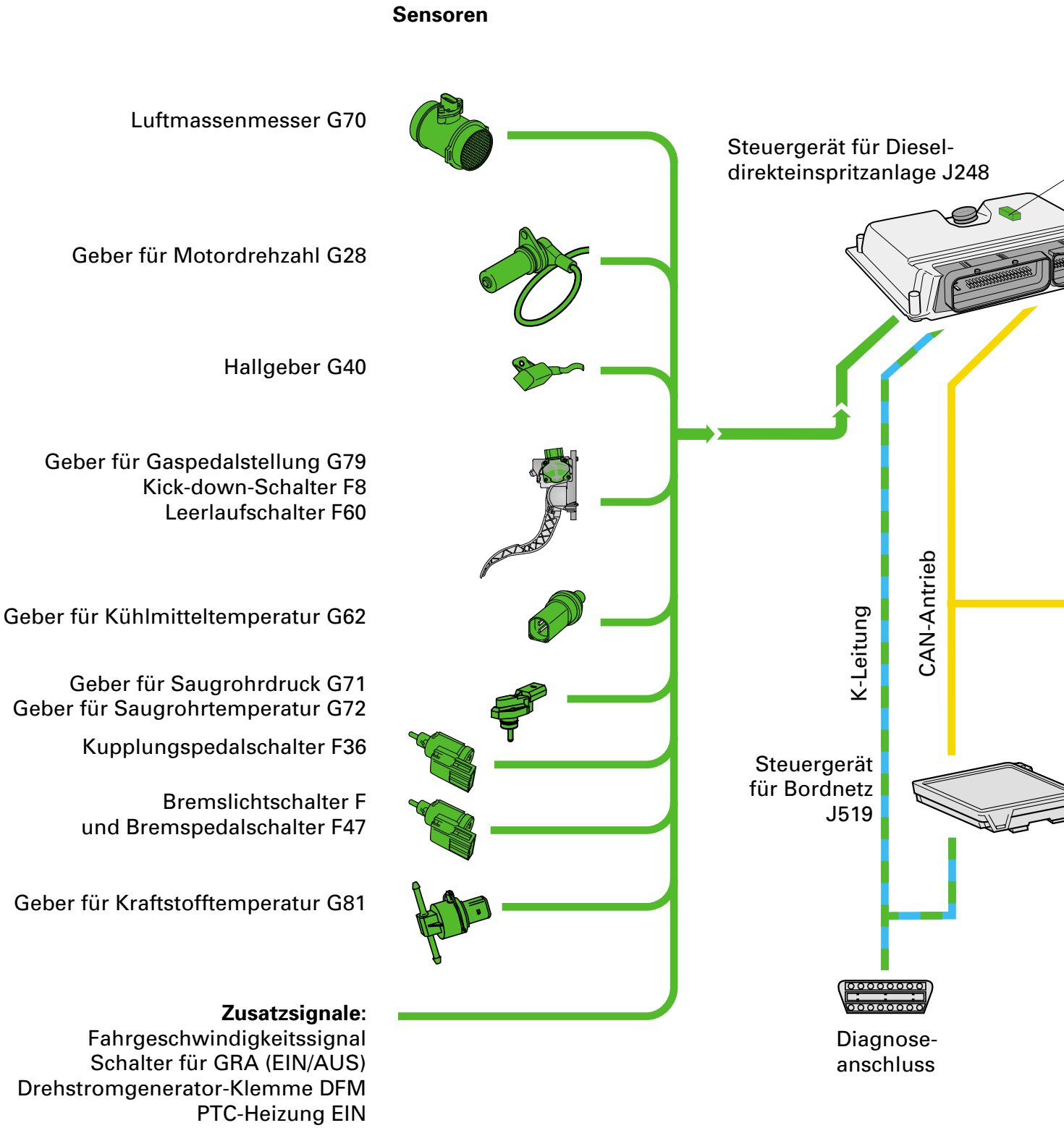


Geber für Kraftstoff-temperatur G81



Geber für Motordrehzahl G28

Systemübersicht

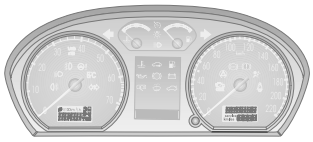


Aktoren

Höhengeber F96



Schalttafeleinsatz K





Kontroll-
lampe
für Vor-
glühzeit
K29

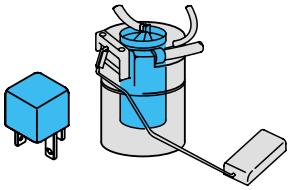




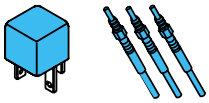
Abgas-
Warnleuchte
K83



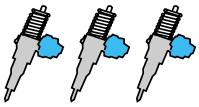
Geber für
Ölstand/
Öltemperatur
G266



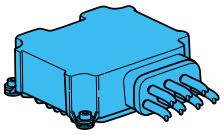
Relais für
Kraftstoffpumpe J17
Kraftstoffpumpe G6



Relais für Glühkerzen J52
Glühkerzen Q6



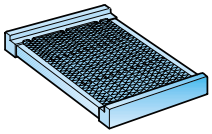
Ventile für Pumpe-Düse
Zylinder 1 - 3
N240 - N242



Ventilblock bestehend aus:
- Magnetventil für Abgas-rückführung N18
- Magnetventil für Lade-druckbegrenzung N75
- Umschaltventil für Saug-rohrklappe N239



Relais für kleine
Heizleistung J359



Heizelement für
Zusatzheizung Z35

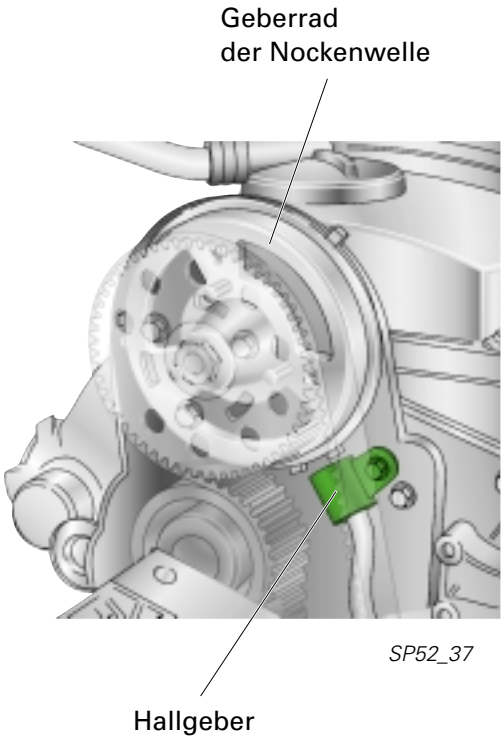


Relais für große
Heizleistung J360

SP52_49

Hallgeber G40

Der Hallgeber ist am Zahnriemenschutz unterhalb des Nockenwellenrades befestigt. Er tastet die Zähne auf dem Geberrad der Nockenwelle ab, welches am Nockenwellenrad befestigt ist.



SP52_37

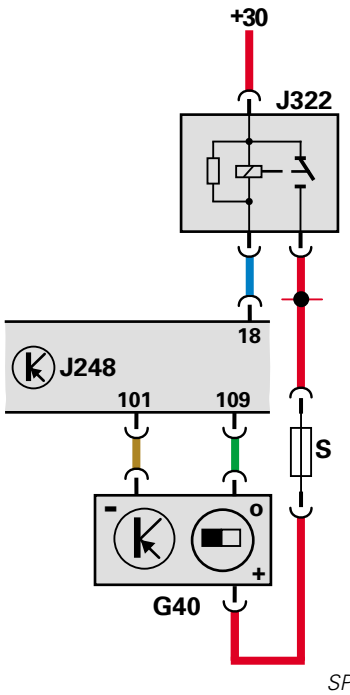
Signalverwendung

Das Signal vom Hallgeber dient dem Motorsteuergerät beim Motorstart zur Erkennung der Zylinder.

Auswirkung bei Signalausfall

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

Elektrische Schaltung



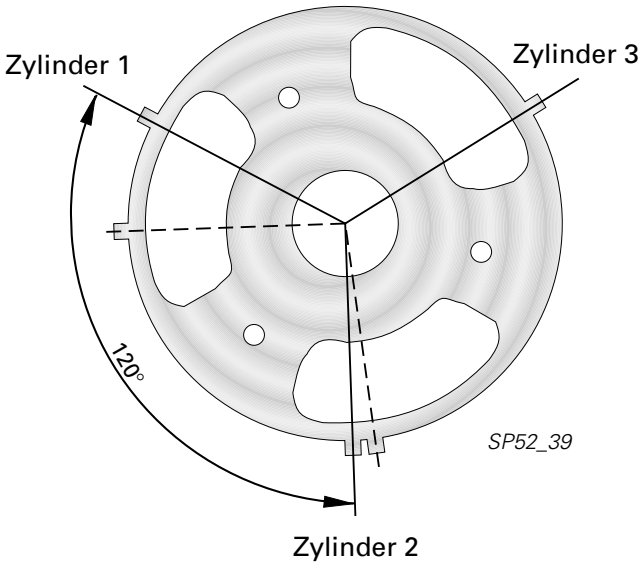
SP52_38



Hinweis:
Detaillierte Informationen zum Hallgeber finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 51.

Die Zylindererkennung beim Motorstart

Beim Motorstart muss das Motorsteuergerät wissen, welcher Zylinder sich im Verdichtungstakt befindet, um das entsprechende Ventil für Pumpe-Düse anzusteuern. Dazu wertet es das Signal des Hallgebers aus. Der Hallgeber tastet die Zähne vom Geberrad der Nockenwelle ab. So wird die Position der Nockenwelle ermittelt und dadurch auch die Stellung der jeweiligen Kolben.



Das Geberrad der Nockenwelle

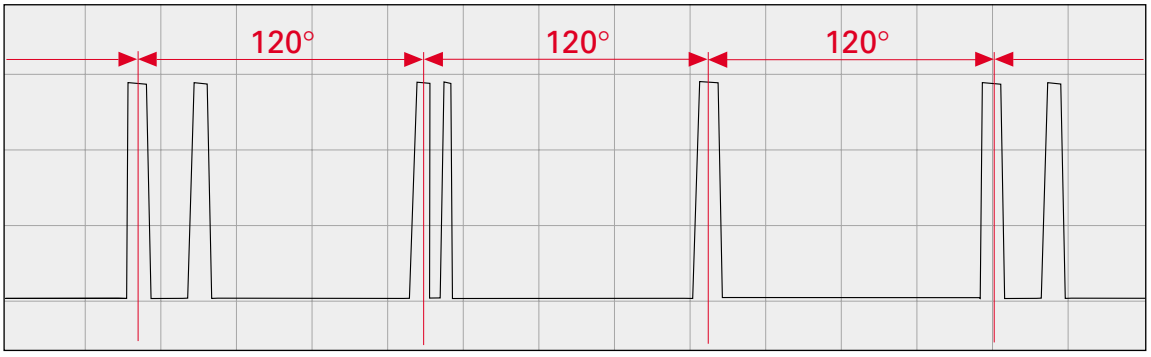
Da die Nockenwelle pro Arbeitsspiel eine Umdrehung von 360° macht, gibt es auf dem Geberrad für jeden Zylinder einen Zahn im Abstand von 120°.

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

Arbeitsweise des Geberrades

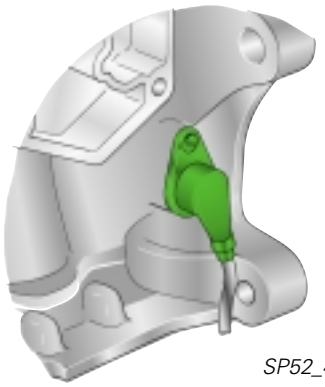
Jedesmal, wenn ein Zahn des Geberrades am Hallgeber vorbei dreht, entsteht eine Hallspannung, die an das Motorsteuergerät weitergeleitet wird.
Aus den unterschiedlichen Abständen der Signale erkennt das Motorsteuergerät die Zylinder und kann das entsprechende Ventil für Pumpe-Düse ansteuern.

Signalbild des Hallgebers G40



Geber für Motordrehzahl G28

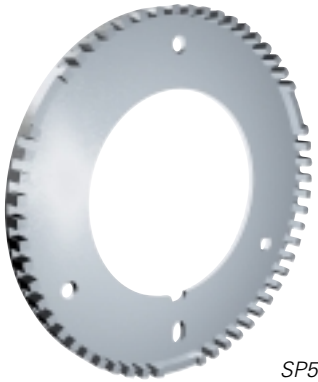
Der Geber für Motordrehzahl ist ein Induktivgeber. Er ist am Zylinderblock befestigt.



SP52_44

Geberrad für Motordrehzahl

Der Geber für Motordrehzahl tastet 54 Zähne (60 – 2 – 2 – 2) des Geberrades ab, das an der Kurbelwelle befestigt ist.



SP52_45

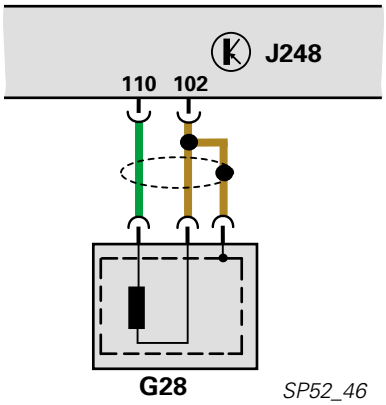
Signalverwendung

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

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Gebers für Motordrehzahl aus, wird der Motor abgestellt. Ein Neustart ist nicht möglich.

Elektrische Schaltung



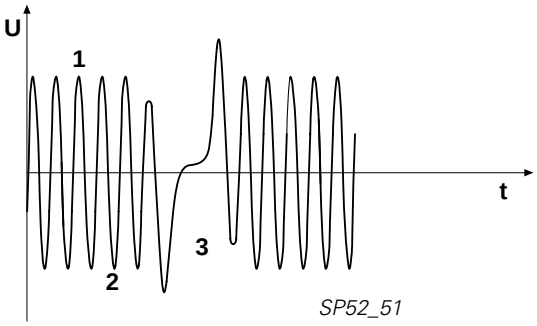
SP52_46

Schnellstart-Erkennung

Um einen schnellen Start zu ermöglichen, wertet das Motorsteuergerät die Signale vom Hallgeber und vom Geber für Motordrehzahl aus.

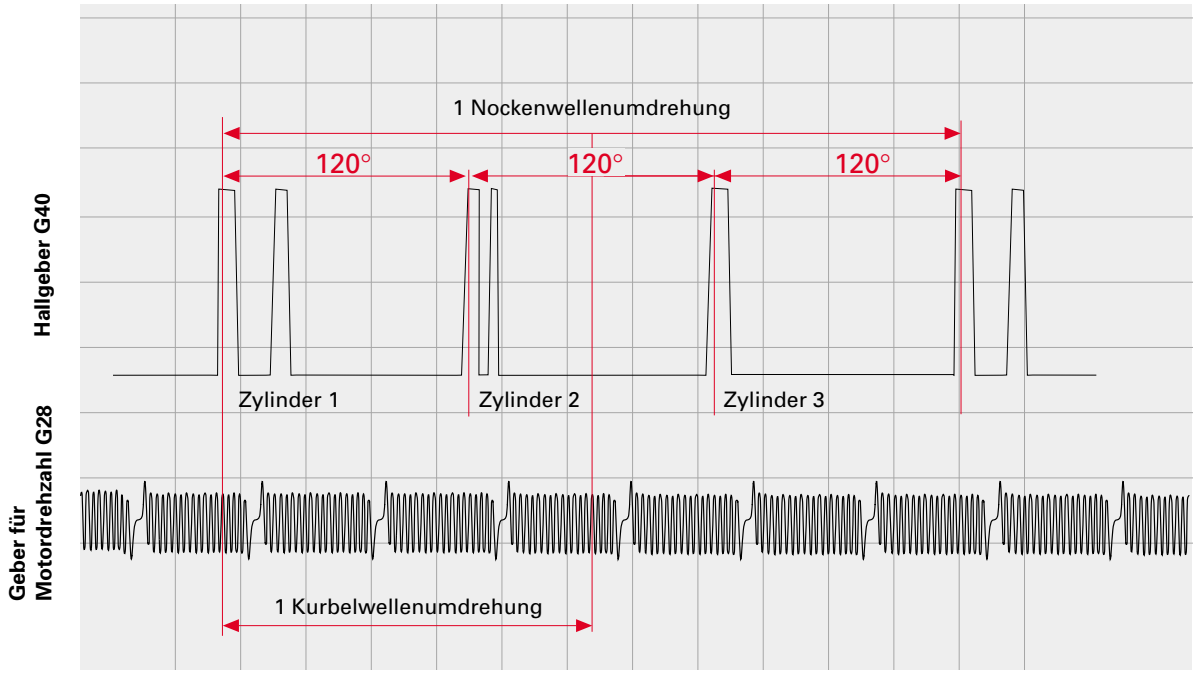
Mit dem Signal vom Hallgeber, der das Geberrad der Nockenwelle abtastet, erkennt das Motorsteuergerät die Zylinder. Durch die 3 Lücken auf dem Geberrad der Kurbelwelle bekommt es bereits nach jedem Drittel einer Kurbelwellenumdrehung ein Bezugssignal. Dadurch erkennt das Motorsteuergerät frühzeitig die Stellung der Kurbelwelle und kann das entsprechende Magnetventil ansteuern, um den Einspritzvorgang einzuleiten.

Signalbild des Gebers für Motordrehzahl G28



U Spannung
t Zeit
1 Zahn
2 Zahnlücke
3 Lücke

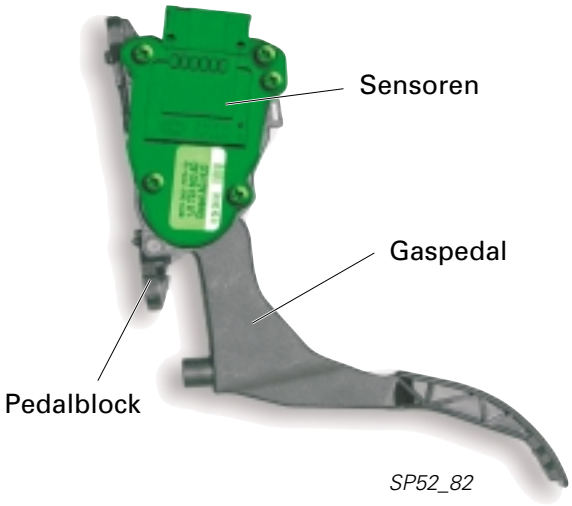
Signalbild des Hallgebers und des Gebers für Motordrehzahl G28



Geber für Gaspedalstellung G79

Der Geber für Gaspedalstellung ist Bestandteil des Gaspedalmoduls. Das Gaspedalmodul besteht aus einem Gaspedal, Sensoren und einem Pedalblock. Der äußere Aufbau ist identisch mit dem Gaspedalmodul der elektrischen Gasbetätigung bei Otto-Motoren. In dem Gaspedalmodul befinden sich folgende Sensoren:

- der Geber für Gaspedalstellung **G79**
- der Leerlaufschalter **F60**
- der Kick-down-Schalter **F8**



Der Geber für Gaspedalstellung G79

ist ein Schleifpotentiometer. Bei jeder Änderung der Gaspedalstellung ändert sich der Widerstandswert.

Der Leerlaufschalter F60
und der Kick-down-Schalter F8

sind Schleifschalter. Befindet sich der Schleifkontakt auf der jeweiligen Schleifbahn, ist der Widerstand ca. 900 Ω (prüfbar zwischen den Kontakten 5 und 6 am Geber) und der Leerlauf- bzw. Kick-down-Schalter ist geschlossen. Steht der Schleifkontakt außerhalb dieser Schleifbahn ist der Widerstand unendlich und der Schalter ist geöffnet.

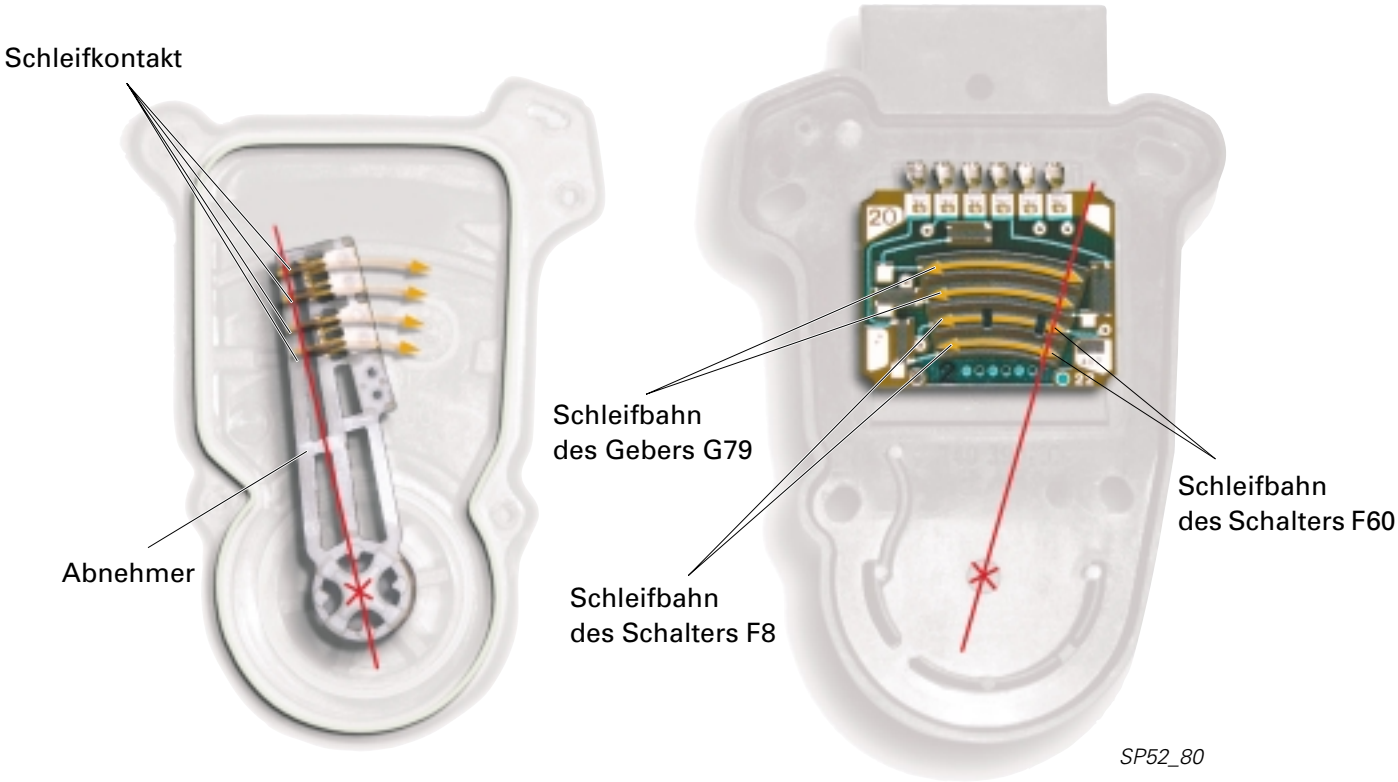


Signalverwendung

Der Geber für Gaspedalstellung G79
übermittelt die aktuelle Gaspedalstellung und verwendet diese Information als Haupteinflussgröße zur Berechnung der Einspritzmenge.

Der Leerlaufschalter F60
signalisiert dem Motorsteuergerät, dass das Gaspedal nicht betätigt ist.

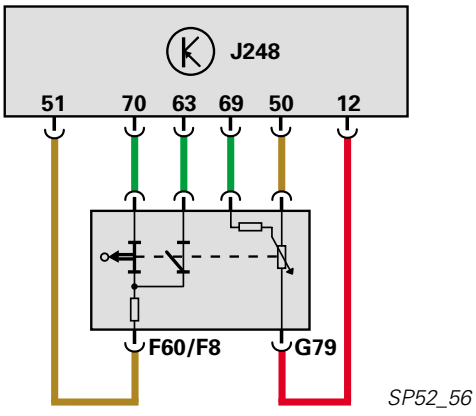
Der Kick-down-Schalter F8
findet seine Verwendung nur bei Fahrzeugen mit automatischem Getriebe.



Auswirkungen bei Signalausfall

Ohne Signal erkennt das Motorsteuergerät die Gaspedalstellung nicht. Der Motor läuft mit erhöhter Leerlaufdrehzahl weiter, damit der Fahrer die nächste Werkstatt erreichen kann.

Elektrische Schaltung





Hinweis:
Die Sensoren bestehen aus Schleifbahnen und Schleifkontakten. Die Schleifkontakte sind gemeinsam auf einem Abnehmer angeordnet, der auf einer Welle befestigt ist.

Sensoren

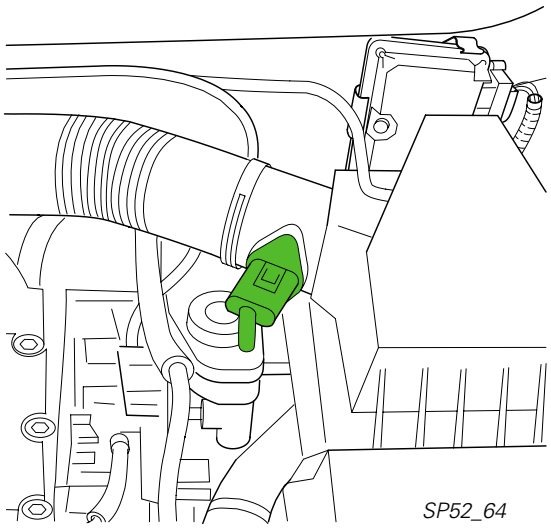
Folgende Sensoren wurden schon in anderen Selbststudienprogrammen zu TDI Motoren beschrieben, aus diesem Grund werden sie hier nicht so ausführlich erklärt.

Luftmassenmesser G70

Der Luftmassenmesser mit Rückstromerkennung ermittelt die angesaugte Luftmasse. Er befindet sich im Ansaugrohr. Durch das Öffnen und Schließen der Ventile entstehen Rückströmungen der angesaugten Luftmasse im Ansaugrohr. Der Luftmassenmesser mit Rückströmenderkennung erkennt die rückströmende Luftmasse und berücksichtigt sie bei seinem Signal an das Motorsteuergerät. Dadurch ist die Messung der Luftmasse sehr genau.

Signalverwendung

Die gemessenen Werte werden vom Motorsteuergerät zur Berechnung der Einspritzmenge und der Abgasrückführungsmenge verwendet.


SP52_64

Auswirkung bei Signalausfall

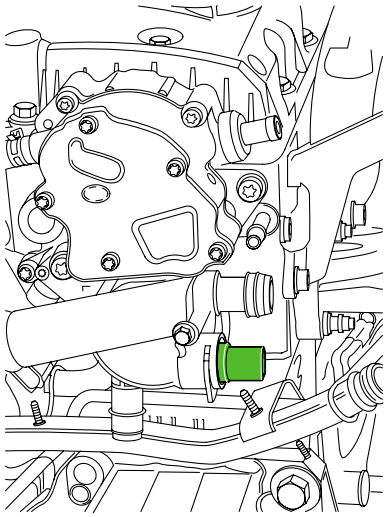
Bei Ausfall des Signals vom Luftmassenmesser rechnet das Motorsteuergerät mit einem festen Ersatzwert.

Geber für Kühlmitteltemperatur G62

Der Geber für Kühlmitteltemperatur befindet sich am Kühlmittelanschluss des Zylinderkopfes. Er informiert das Motorsteuergerät über die aktuelle Kühlmitteltemperatur.

Signalverwendung

Die Kühlmitteltemperatur wird vom Motorsteuergerät als Korrekturwert für die Berechnung der Einspritzmenge benutzt.


SP52_57

Auswirkung bei Signalausfall

Fällt das Signal aus, rechnet das Motorsteuergerät als Ersatzwert mit dem Signal vom Geber für Kraftstofftemperatur.

Geber für Saugrohrdruck G71

Signalverwendung

Das Signal des Gebers für Saugrohrdruck wird zur Überprüfung des Ladedrucks benötigt. Der ermittelte Wert wird vom Motorsteuergerät mit dem Sollwert aus dem Ladedruck-Kennfeld verglichen. Weicht der Istwert vom Sollwert ab, wird der Ladedruck vom Motorsteuergerät über das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung nachgeregelt.

Auswirkung bei Signalausfall

Die Regelung des Ladedrucks ist nicht mehr möglich. Der Motor hat weniger Leistung.

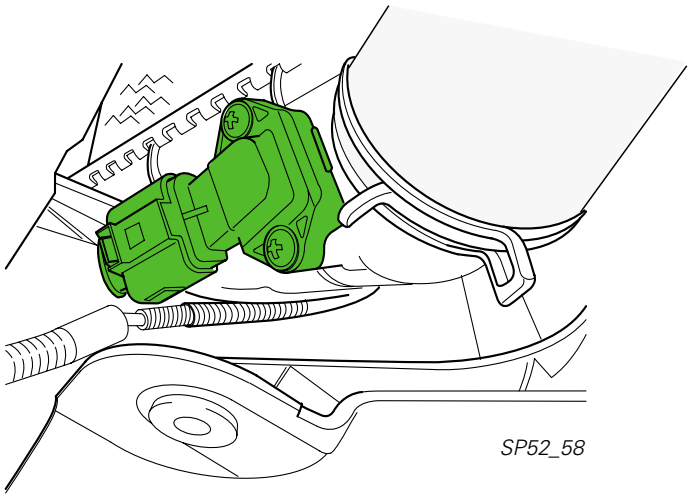
Geber für Saugrohrtemperatur G72

Signalverwendung

Das Signal des Gebers für Saugrohrtemperatur wird vom Motorsteuergerät als Korrekturwert für die Berechnung des Ladedrucks benötigt. Damit wird der Temperatureinfluss auf die Dichte der Ladeluft berücksichtigt.

Auswirkung bei Signalausfall

Bei Ausfall des Signals rechnet das Motorsteuergerät mit einem festen Ersatzwert. Es kann zu Leistungseinbußen kommen.





Hinweis:
Der Geber für Saugrohrdruck G71 und der Geber für Saugrohrtemperatur G72 befinden sich in einem Bauteil im Ansaugrohr.

Höhengeber F96

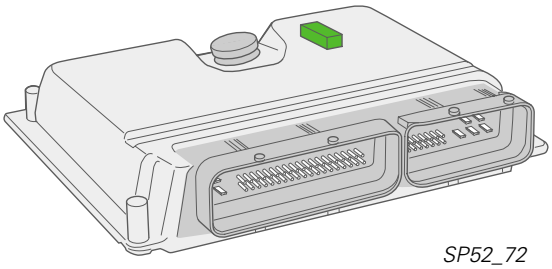
Der Höhengeber befindet sich im Motorsteuergerät.

Signalverwendung

Der Höhengeber meldet dem Motorsteuergerät den aktuellen Umgebungsdruck. Dieser ist abhängig von der geographischen Höhe. Mit dem Signal erfolgt eine Höhenkorrektur für die Ladedruckregelung.

Auswirkung bei Signalausfall

Bei Gebirgsfahrten mit hoher Motorbelastung kann Schwarzrauch auftreten.



SP52_72

Kupplungspedalschalter F36

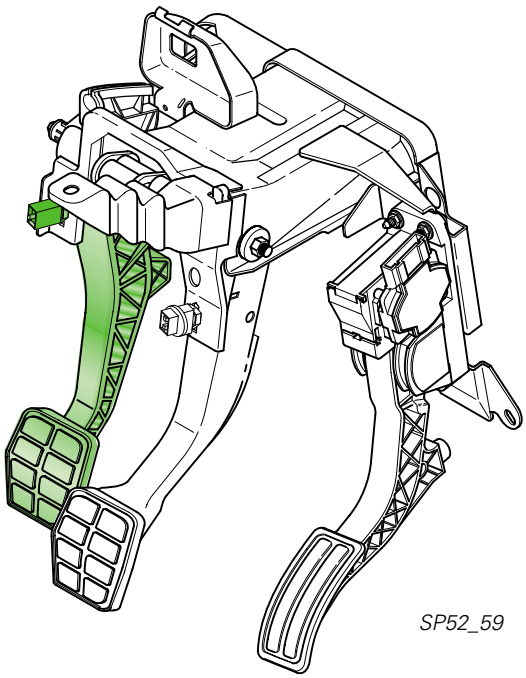
Der Kupplungspedalschalter befindet sich am Fußhebelwerk.

Signalverwendung

Durch das Signal erkennt das Motorsteuergerät, ob ein- oder ausgekuppelt ist. Beim Betätigen des Kupplungspedals wird die Einspritzmenge kurzzeitig reduziert. Dadurch wird ein Motorruckeln beim Schaltvorgang verhindert.

Auswirkung bei Signalausfall

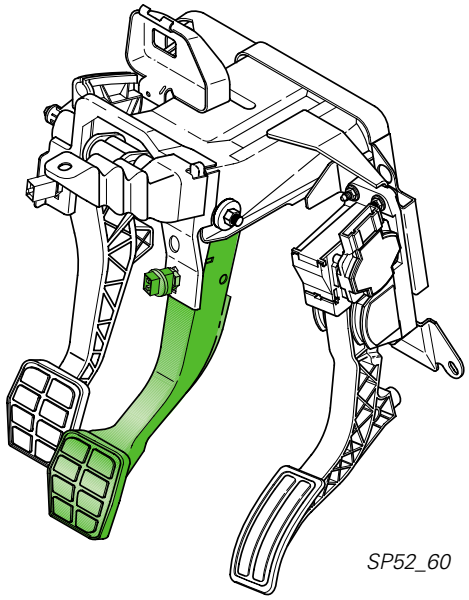
Bei Ausfall des Signals vom Kupplungspedalschalter können Lastschläge beim Schaltvorgang auftreten.



SP52_59

Bremslichtschalter F und Bremspedalschalter F47

Der Bremslichtschalter und der Bremspedalschalter befinden sich zusammen in einem Bauteil am Fußhebelwerk.



SP52_60

Signalverwendung

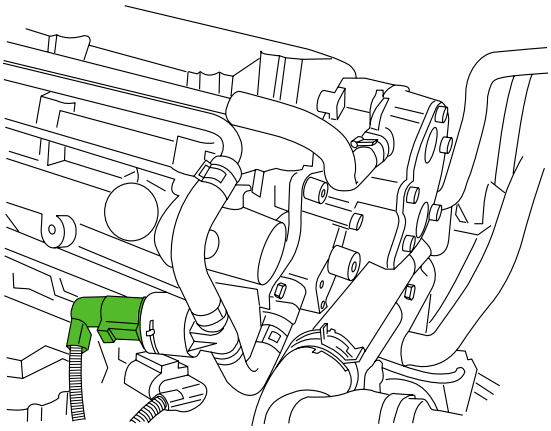
Beide Schalter liefern dem Motorsteuergerät das Signal „Bremse betätigt“. Da der Geber für Gaspedalstellung defekt sein könnte, wird der Motor bei betätigter Bremse aus Sicherheitsgründen abgeregelt.

Auswirkung bei Signalausfall

Fällt einer der beiden Schalter aus, wird vom Motorsteuergerät die Kraftstoffmenge reduziert. Der Motor hat weniger Leistung.

Geber für Kraftstofftemperatur G81

Der Geber für Kraftstofftemperatur ist ein Temperatursensor mit negativem Temperatur-Coeffizient (NTC = **N**egativ **T**emperature **C**oefficient). Das bedeutet, der Widerstand des Sensors verringert sich mit steigender Kraftstofftemperatur. Er befindet sich in der Kraftstoff-Rücklaufleitung zwischen der mechanischen Kraftstoffpumpe und dem Kraftstoffkühler. Der Geber ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur.



SP52_61

Signalverwendung

Um die Dichte des Kraftstoffes bei unterschiedlichen Temperaturen zu berücksichten, benötigt das Motorsteuergerät die aktuelle Kraftstofftemperatur zur Berechnung des Förderbeginns und der Einspritzmenge.

Auswirkung bei Signalausfall

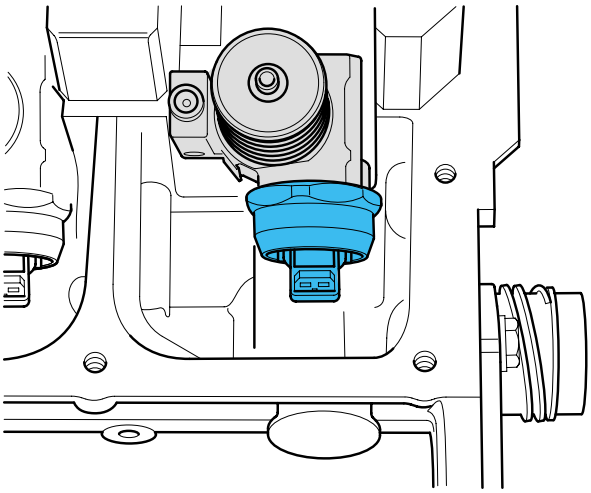
Bei Ausfall des Gebers gibt das Motorsteuergerät als Berechnungsgrundlage einen Festwert vor. Dieser Ausfall des Signals wird durch die Abgas-Warnleuchte im Schalttafeleinsatz signalisiert.

Ventile für Pumpe-Düse N240 - N242

Die Ventile für Pumpe-Düse sind mit einer Überwurfmutter an den Pumpe-Düse-Einheiten befestigt. Es sind Magnetventile, die vom Motorsteuergerät angesteuert werden. Förderbeginn und Einspritzmenge werden vom Motorsteuergerät über die Ventile für Pumpe-Düse geregelt.

Förderbeginn

Sobald das Motorsteuergerät ein Ventil für Pumpe-Düse ansteuert, wird die Magnetventilnadel von der Magnetspule in den Sitz gedrückt und verschließt den Weg vom Kraftstoff-Vorlauf zum Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit. Danach beginnt der Einspritzvorgang.



SP52_62

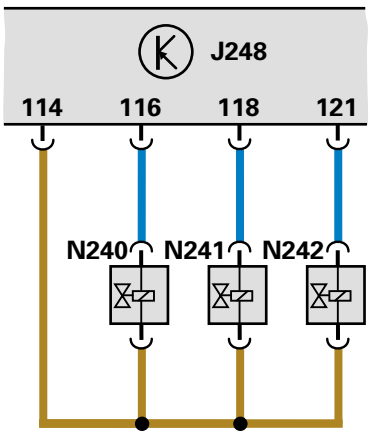
Einspritzmenge

Die Einspritzmenge wird durch die Ansteuerzeit des Magnetventils bestimmt. Solange das Ventil für Pumpe-Düse geschlossen ist, wird Kraftstoff in den Brennraum gespritzt.

Auswirkung bei Ausfall

Fällt ein Ventil für Pumpe-Düse aus, ist der Motorlauf unrund und die Leistung geringer. Das Ventil für Pumpe-Düse hat zwei Sicherheitsfunktionen. 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

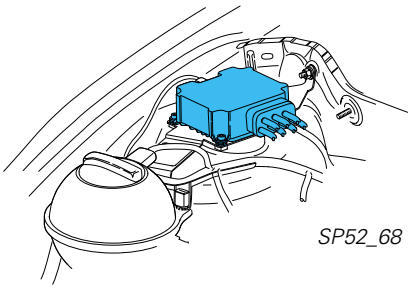


SP52_63

Folgende Aktoren wurden schon in anderen Selbststudienprogrammen zu TDI Motoren beschrieben, aus diesem Grund werden sie hier nicht so ausführlich erklärt.

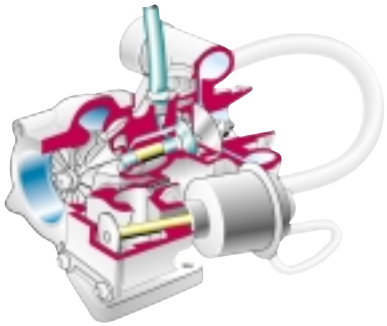
Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung ist ein elektropneumatisches Ventil. Es ist zusammen mit N18 und N239 in einem Ventilblock integriert. Das Ventil schaltet den Steuerdruck zum Betätigen des Ladedruckregelventils.



SP52_68

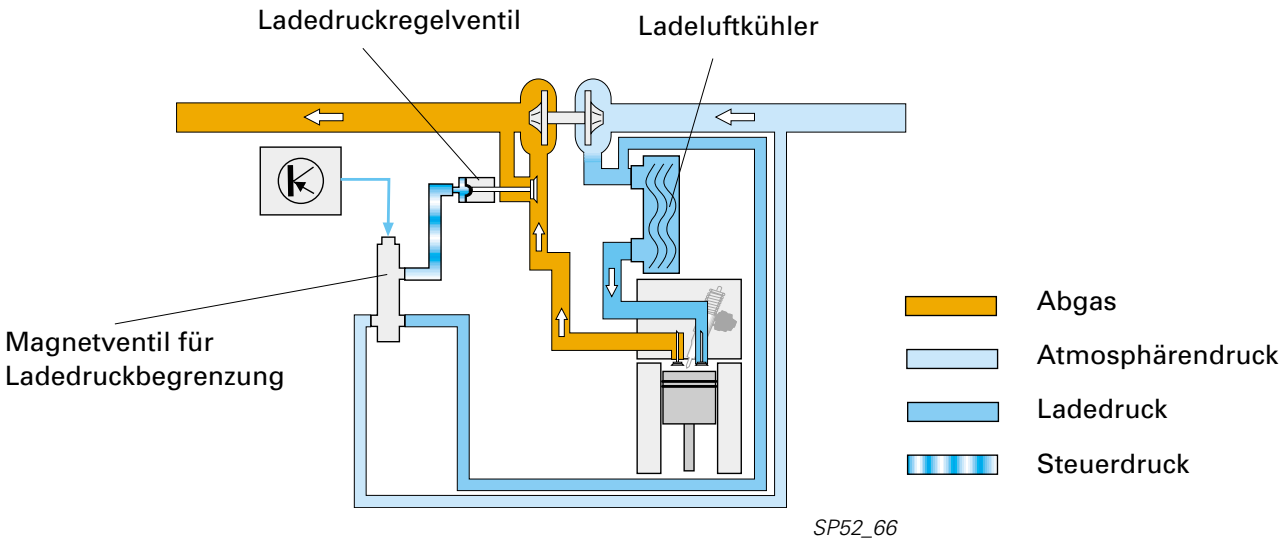
Der Motor erreicht sein hohes Drehmoment mit einem nicht verstellbaren Turbolader.



SP52_65

Ladedruckregelung

Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung wird vom Motorsteuergerät angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck bestimmt, mit dem das Ladedruckregelventil betätigt wird. Dadurch wird die Menge des Abgasstromes gesteuert, die zum Antrieb des Turboladers auf das Turbinenrad geleitet wird. Der Steuerdruck wird aus Atmosphärendruck und Ladedruck gebildet.



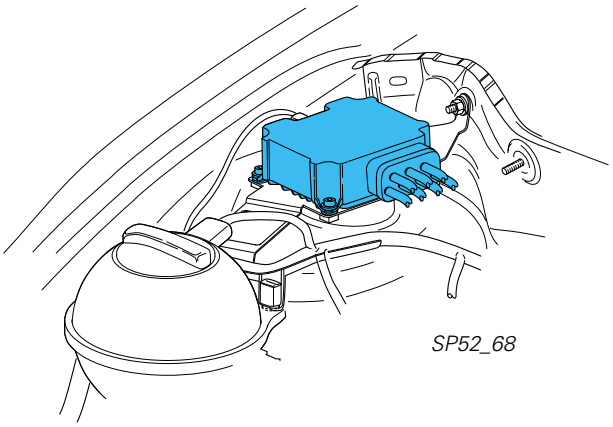
SP52_66

Auswirkung bei Ausfall

Fällt das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung aus, ist die Motorleistung geringer.

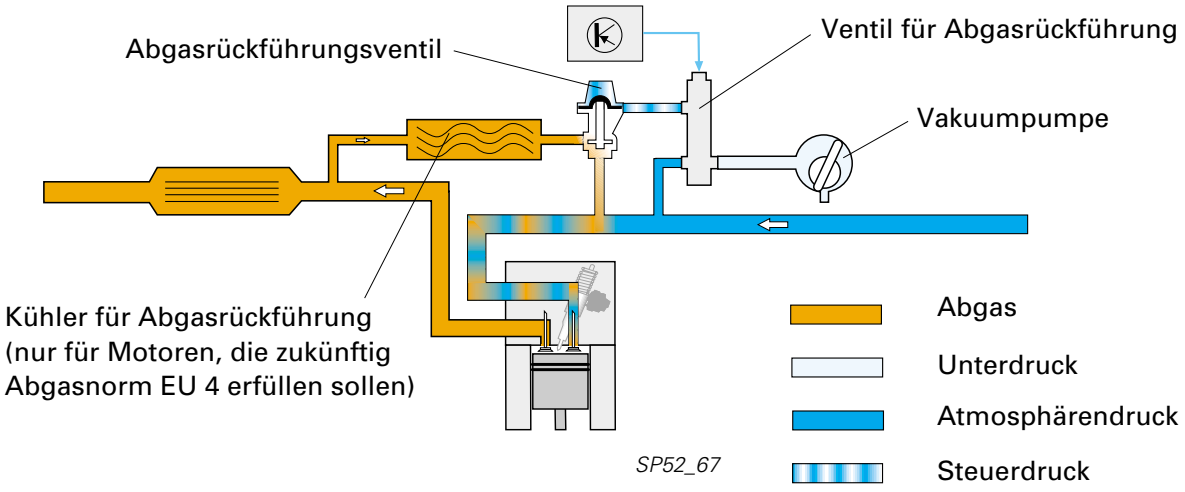
Ventil für Abgasrückführung N18

Das Ventil für Abgasrückführung ist zusammen mit N75 und N239 in einem Ventilblock integriert. Es ist ein elektropneumatisches Ventil. Das Ventil schaltet den Steuerdruck zum Betätigen des Abgasrückführungsventils. Die Abgasrückführung ist eine Maßnahme zur Verringerung der Stickoxide im Abgas. Ein Teil der Abgase wird der Ansaugluft beigemischt. Dadurch wird der Sauerstoffgehalt im Brennraum verringert und die Verbrennungstemperatur gesenkt. Die niedrigere Verbrennungstemperatur bewirkt einen geringeren Ausstoß an Stickoxiden. Im Volllastbetrieb wird kein Abgas zurückgeführt, weil für eine gute Leistungsausbeute ein hoher Sauerstoffanteil im Brennraum erforderlich ist.


SP52_68

Arbeitsweise

Die Abgasrückführung wird über ein Kennfeld im Motorsteuergerät geregelt. Dazu wird das Ventil für Abgasrückführung vom Motorsteuergerät angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck bestimmt, mit dem das Abgasrückführungsventil betätigt wird. Dadurch wird die Menge des zurückgeführten Abgases geregelt.



SP52_67

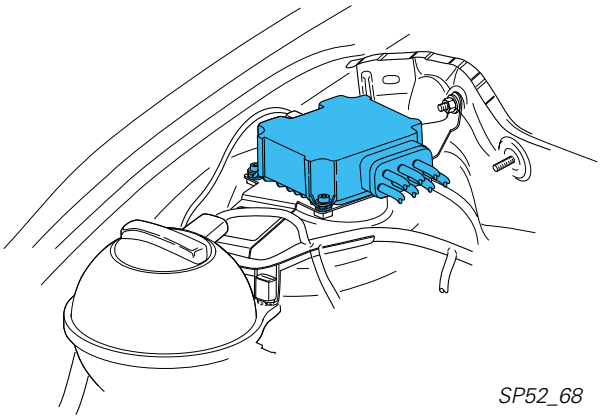
Auswirkung bei Ausfall

Die Abgasrückführung ist nicht gewährleistet. Dieser Ausfall wird durch die Abgas-Warnleuchte im Schalttafeleinsatz signalisiert.

Umschaltventil für Saugrohrklappe N239

Das Umschaltventil für Saugrohrklappe ist zusammen mit N18 und N75 in einem Ventilblock integriert. Es schaltet den Unterdruck für die Betätigung der Saugrohrklappe im Ansaugrohr.

Die Saugrohrklappe unterbricht die Luftzufuhr, wenn der Motor abgestellt wird. Dadurch wird wenig Luft verdichtet und der Motor läuft weich aus.



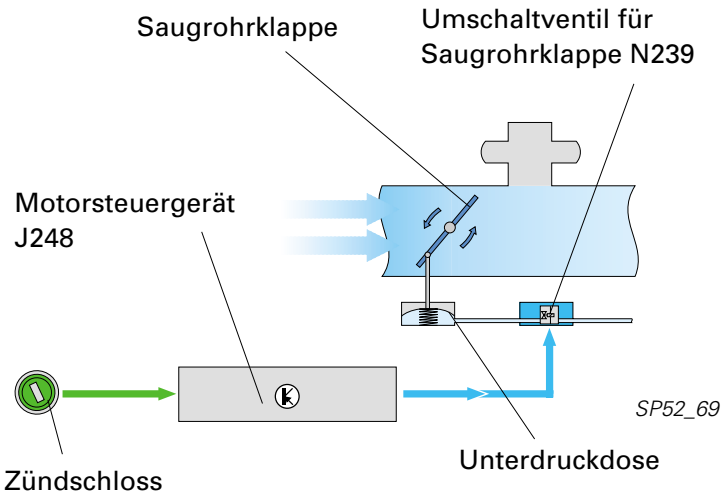
SP52_68



Hinweis:
Bei Dieselmotoren hat die Saugrohrklappe wegen des hohen Verdichtungsdruckes der angesaugten Luft besondere Bedeutung. Sie vermeidet Ruckelbewegungen beim Abschalten des Motors.

Arbeitsweise

Wird der Motor abgestellt, sendet das Motorsteuergerät ein Signal an das Umschaltventil für Saugrohrklappe. Dieses schaltet den Unterdruck für die Unterdruckdose. Die Unterdruckdose schließt die Saugrohrklappe.

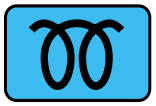


SP52_69

Kontrolllampe für Vorglühzeit K29

Die Kontrolllampe für Vorglühzeit befindet sich im Schalttafeleinsatz und hat die Aufgaben:

- das Vorglühen vor dem Motorstart zu signalisieren – Kontrolllampe leuchtet
- einen Fehler anzuzeigen – Kontrolllampe blinkt (bei Motorlauf)



SP52_71

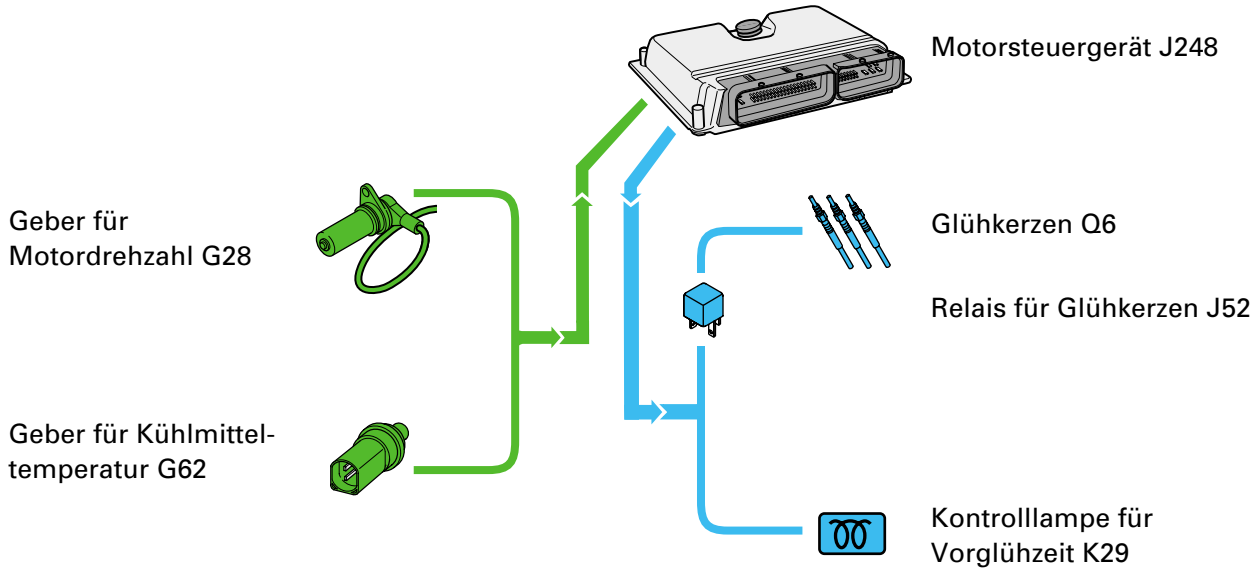
Auswirkung bei Ausfall

Die Kontrolllampe leuchtet und blinkt nicht. Es wird eine Fehlermeldung im Fehlerspeicher abgelegt.

Vorglühanlage

Die Vorglühanlage erleichtert bei niedrigen Temperaturen das Starten des Motors. Sie wird vom Motorsteuergerät bei einer Kühlmitteltemperatur von unter +9 °C eingeschaltet. Das Relais für Glühkerzen wird vom Motorsteuergerät angesteuert. Es schaltet daraufhin den Arbeitsstrom für die Glühkerzen ein. Die Systemübersicht zeigt Ihnen, von welchen Sensoren Signale für die Vorglühanlage verwendet werden und welche Aktoren angesteuert werden.

Systemübersicht Vorglühanlage



Das Glühen ist in zwei Phasen unterteilt.

Vorglühen

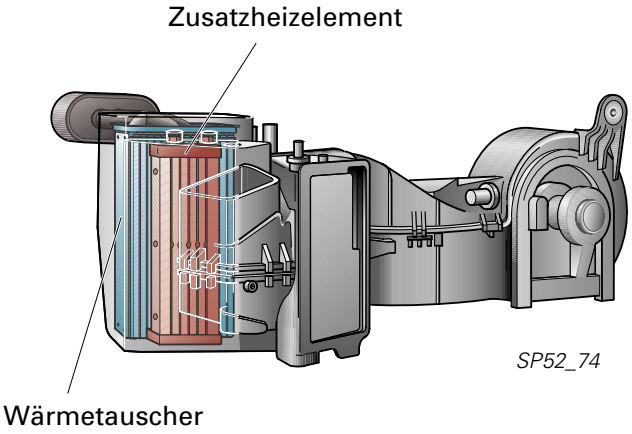
Nach dem Einschalten der Zündung werden bei einer Kühlmitteltemperatur von unter +9 °C die Glühkerzen eingeschaltet. Die Kontrolllampe für Vorglühzeit leuchtet. Ist der Glühvorgang beendet, erlischt die Kontrolllampe und der Motor kann gestartet werden.

Nachglühen

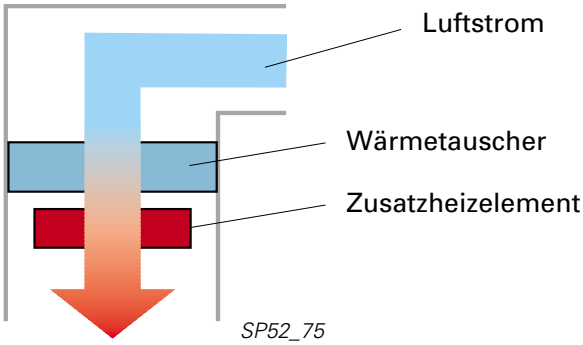
Nach jedem Motorstart wird nachgeglüht, unabhängig davon, ob vorgeglüht wurde. Dadurch werden die Verbrennungsgeräusche vermindert, die Leerlaufqualität verbessert und die Kohlenwasserstoff-Emissionen reduziert. Die Nachglühphase dauert max. drei Minuten und wird bei Motordrehzahlen von über 2500 min^{-1} unterbrochen.

Zusatzheizung

Aufgrund ihres hohen Wirkungsgrades entwickeln die TDI-Motoren wenig Abwärme. Unter Umständen steht nicht genügend Heizleistung zur Verfügung.
Deshalb wird für bestimmte Länder ein Zusatzheizelement im Heizungskasten verbaut.

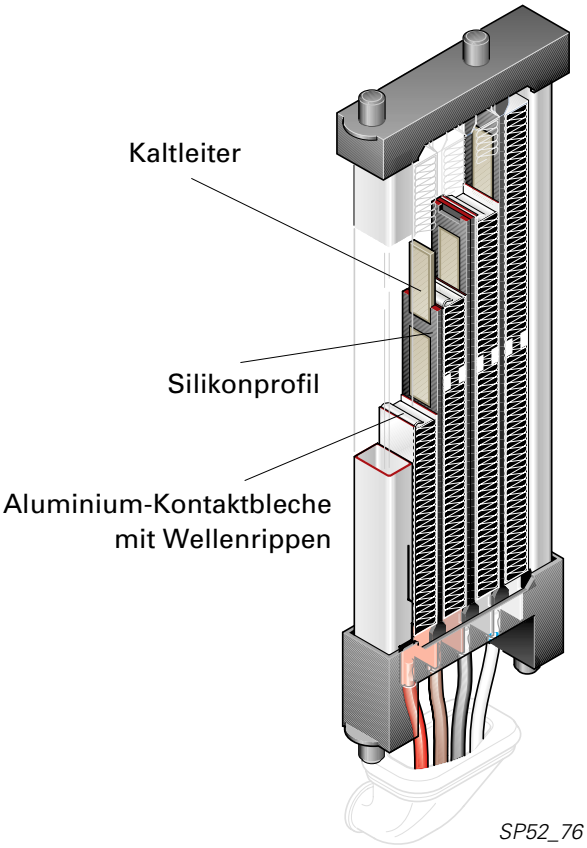


Es ist im Luftstrom hinter dem Wärmetauscher angeordnet.



Das Zusatzheizelement besteht aus Aluminium-Kontaktblechen mit Wellenrippen und fünfzehn ferrokeramischen Kaltleitern, die in drei Heizelemente unterteilt sind. Es erhitzt die vorbeiströmende Luft und sorgt somit für eine schnelle Erwärmung des Fahrgastraumes.

Kaltleiter haben im kalten Zustand ihre höchste Leitfähigkeit. Sie besitzen einen positiven Temperatur-Coeffizienten (PTC = **P**ositiv **T**emperature **C**oefficient). Sie werden vom durchfließenden Strom erwärmt. Mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand zu, wodurch der Stromfluss verringert wird.

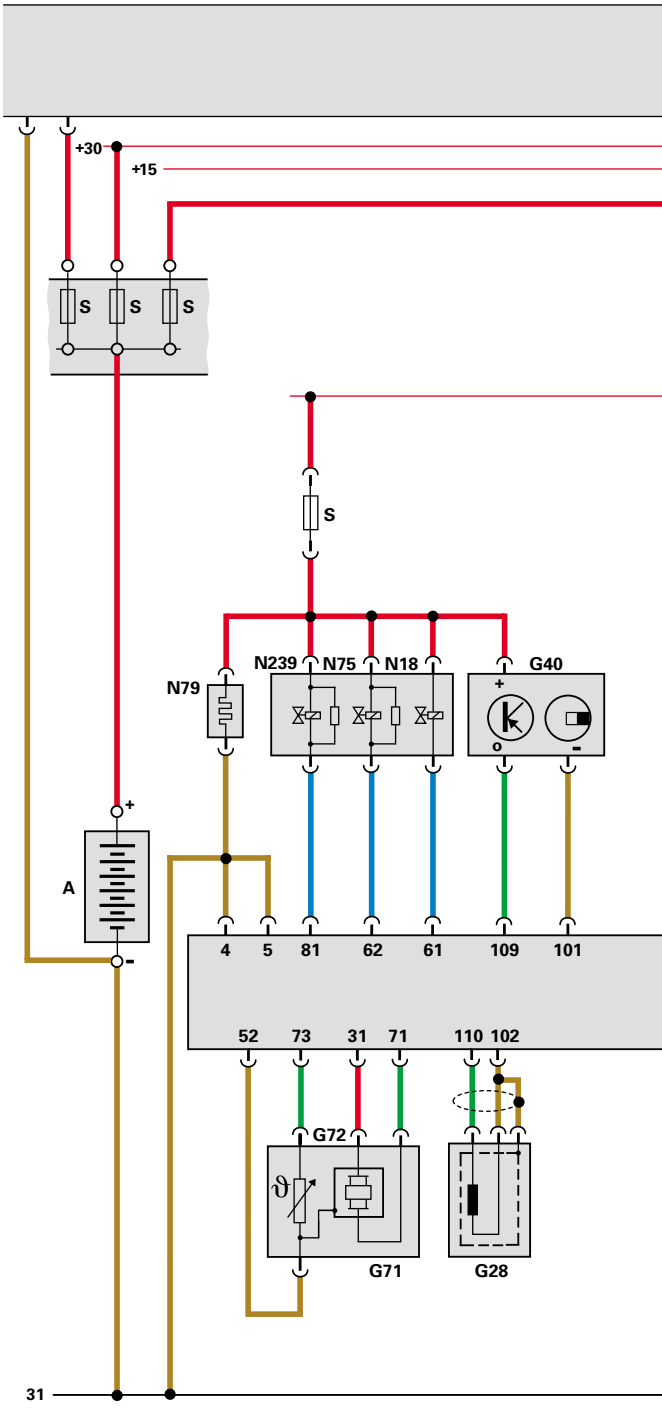


Funktionsplan

Legende zum Funktionsplan

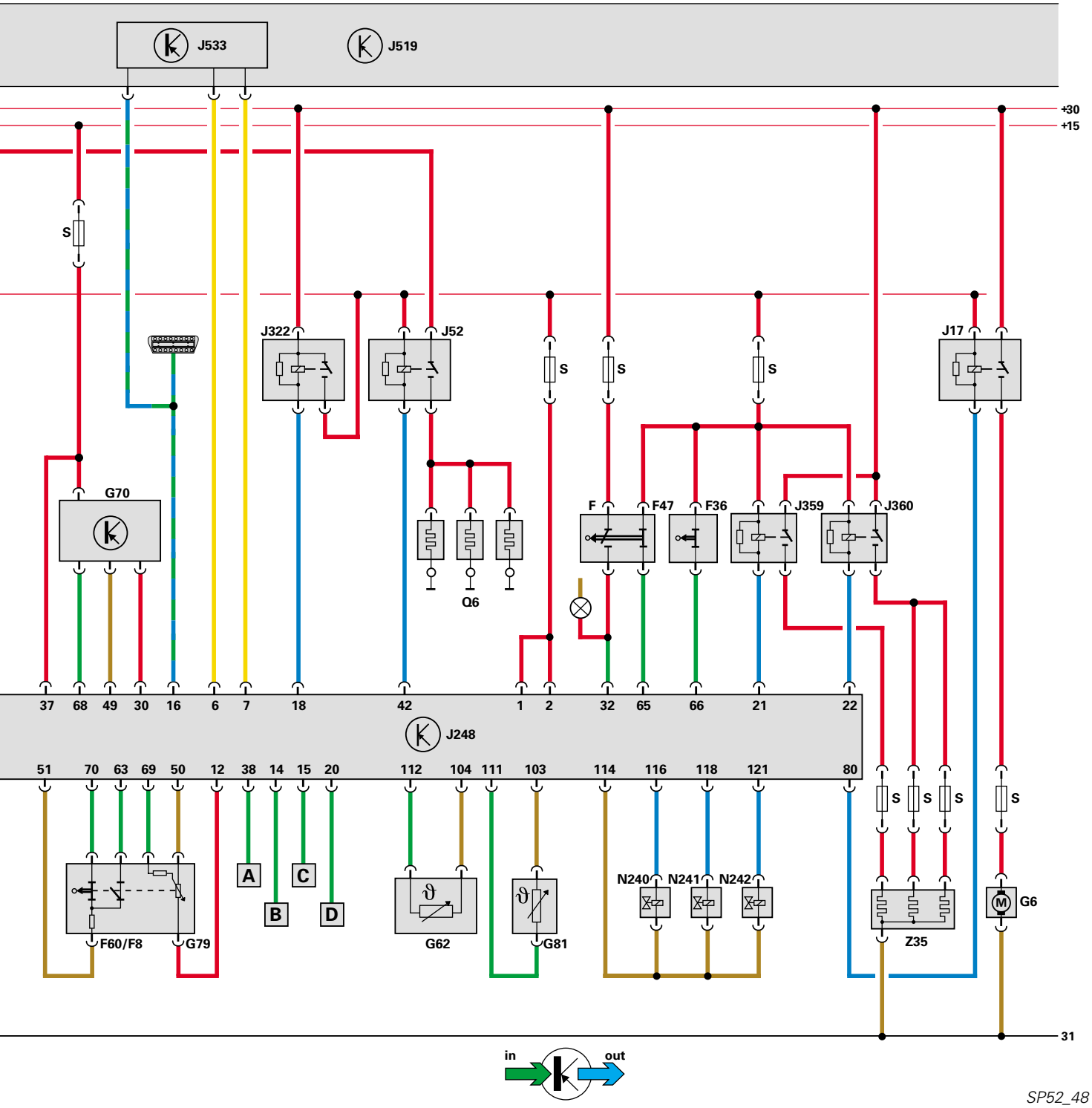
Bauteile

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 Dieseldirekteinspritz-anlage
J322	Relais für Dieseldirekteinspritzanlage
J359	Relais für kleine Heizleistung
J360	Relais für große Heizleistung
J519	Steuergerät für Bordnetz
J533	Diagnose-Interface für Datenbus
N18	Ventil für Abgasrückführung
N75	Magnetventil für Ladedruck-begrenzung
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
Q6	Glühkerzen (Motor)
S	Sicherung
Z35	Heizelement für Zusatzheizung



Zusatzsignale

A	Drehstromgenerator DFM
B	Schalter für GRA EIN/AUS
C	PTC-Heizung EIN
D	Fahrgeschwindigkeitssignal



SP52_48

Farbcodierung

- = Eingangssignal
- = Ausgangssignal
- = Bidirektional
- = Versorgungsspannung
- = Masse
- = CAN-Datenbus
- = Diagnoseanschluss

Nur für den internen Gebrauch in der Škoda-Organisation.
© ***ŠKODA AUTO a.s.***
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
S00.2003.52.00