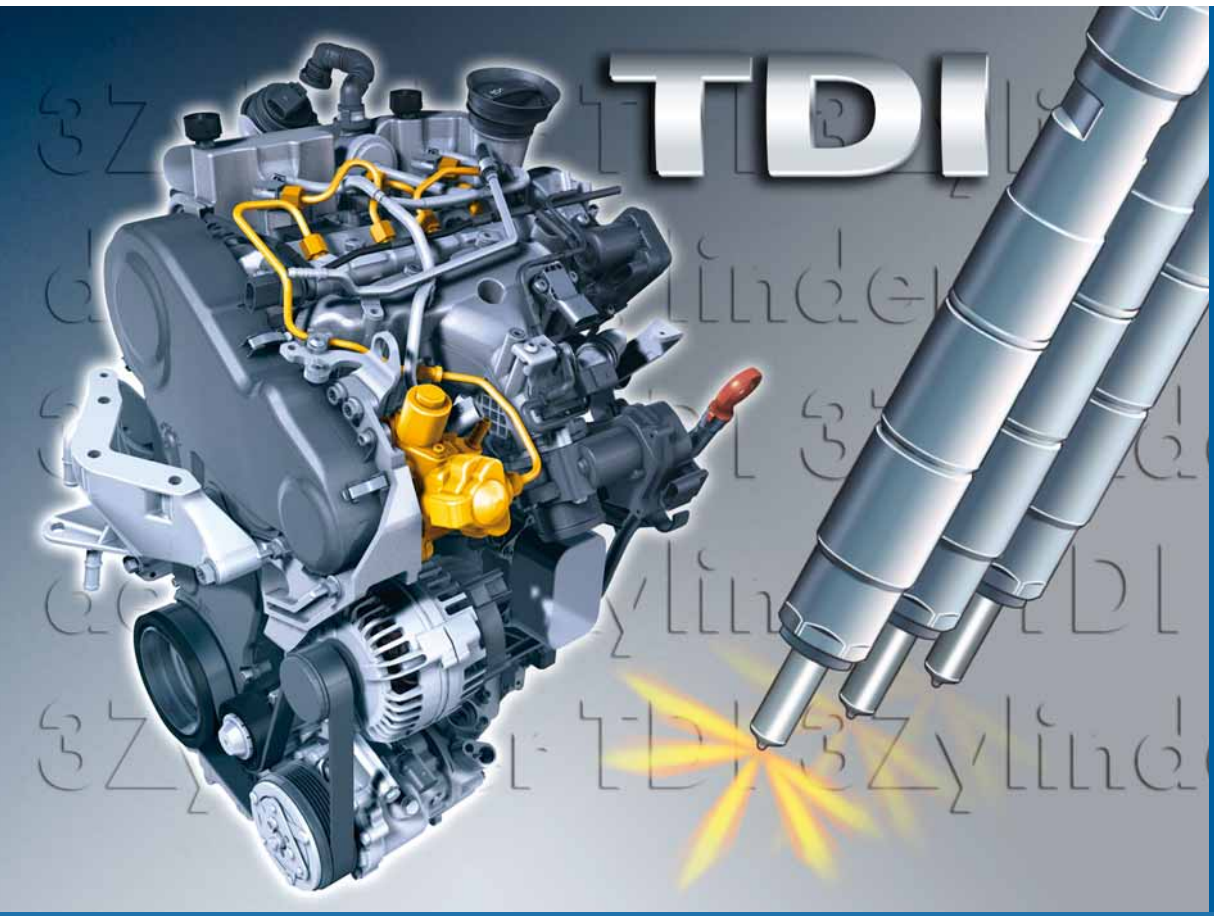
Service Training

Selbststudienprogramm 465

Der 1,2l-3-Zylinder-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem

Konstruktion und Funktion





S465_002

Reduziert auf das Maximum

Der 1,2l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem reiht sich in die neue Generation von effizienten, sparsamen und dynamischen Dieselmotoren bei Volkswagen ein.

Dieser neue Dreizylinder-Dieselmotor ist auf Basis des Anfang 2009 eingeführten 1,6l-TDI-Vierzylinder-Dieselmotor entwickelt worden und löst den erfolgreichen 1,4l-TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem ab.

Den wachsenden Ansprüchen hinsichtlich Dynamik und Komfort bei niedrigstem Kraftstoffverbrauch und geringsten Schadstoffemissionen wird der neue 1,2l-TDI-Motor in idealer Weise gerecht.

Der Polo Blue Motion erreicht mit diesem Motor die Spitzenwerte eines minimalen Kraftstoffverbrauches von 3,3l/100km und einen CO_2-Ausstoß von 87g/km.

Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar!
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.



Achtung Hinweis

Auf einen Blick

Einleitung **4**
Der 1,2l-55kW-TDI-Motor 4

Motormechanik **6**
Der Zylinderblock 6
Die Kurbelwelle 6
Der Zylinderkopf 7
Die Zylinderkopfhaube 7
Das Ausgleichswellenmodul 8
Der Zahnriementrieb 9
Der Antrieb der Nebenaggregate 9
Der Ölkreislauf 10
Die Ölpumpe 11
Die Ölwanne 11
Der Kühlmittelkreislauf 12
Die Niedertemperatur-Abgasrückführung 13
Das Saugrohr mit Drallklappen 14
Das Kraftstoffsystem 16
Das Common-Rail-Einspritzsystem 20

Motormanagement **38**
Systemübersicht 38
Das Motorsteuergerät 40
Der Turbolader 40
Die Drosselklappensteuereinheit J338 42
Die Sensoren 43
Die Abgasrückführung 46
Das Dieselpartikelfiltersystem 48
Die Vorglühanlage 50
Die Start-Stopp-Anlage 52

Service **53**
Spezialwerkzeuge und Betriebseinrichtungen 53

Prüfen Sie Ihr Wissen **54**

Der 1,2l-55kW-TDI-Motor

Auf Basis des Anfang 2009 im Polo eingeführten 1,6l-TDI-Motors wurde mit dem 1,2l-55kW-TDI-Motor ein neues 3-Zylinderaggregat entwickelt.

Bei der Entwicklung des Motors wurde das Thema „Down-Sizing“ beispielhaft umgesetzt.
Das Down-Sizing bezeichnet die Hubraumreduzierung eines Motors bei gleichbleibender Leistung und gleichbleibendem Drehmoment. Die Reduzierung des Hubraums kann durch die Verringerung des einzelnen Zylinderhubvolumens, die Reduzierung der Zylinderanzahl oder die Kombination aus beiden erreicht werden. Dadurch sinken das Gewicht sowie die innere Reibung des Motors und somit der Kraftstoffverbrauch.

Im Falle des 1,2l-TDI-CR-Motors wurde die Zylinderanzahl bei gleichbleibendem Zylinderhubvolumen gegenüber dem 1,6l-TDI-CR-Motor von 4 auf 3 reduziert.

Neben den gewichts- und reibungsreduzierenden Maßnahmen ist dieser Motor mit einem neuen Common-Rail-Einspritzsystem ausgestattet, dass durch einen hohen maximalen Einspritzdruck sowie eine präzise Steuerung zur Schadstoffverringerung beiträgt.

Der Polo Blue Motion erreicht mit dem neuen 1,2l-55kW-TDI-Motor und weiteren Maßnahmen wie Start-Stopp-Anlage, aerodynamisch modifizierte Front-, Seiten-, Boden- und Heckpartie, rollwiderstandsreduzierte Reifen auf Leichtmetallfelgen die Spitzenwerte eines geringen Kraftstoffverbrauchs von 3,3l/100km und einen CO_2-Ausstoß von 87g/km.



S465_025

Der Aufbau und die Funktion des 1,6l-TDI-Motors sind im Selbststudienprogramm Nr. 442 „Der 1,6l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem“ beschrieben.

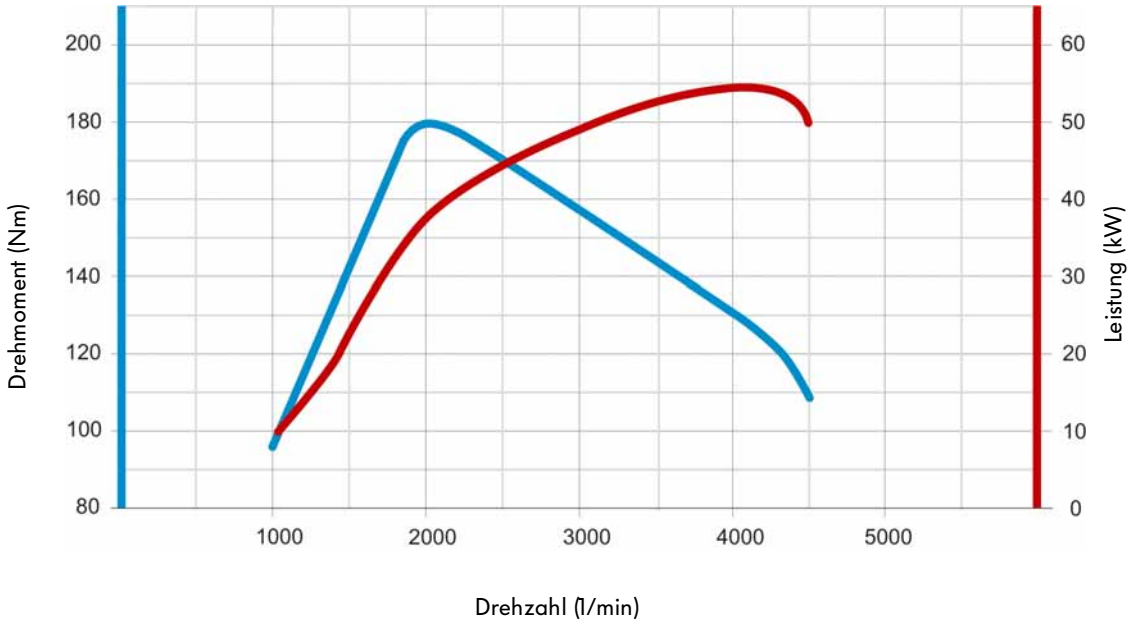
Technische Merkmale

- Common-Rail-Einspritzsystem mit magnetventil-gesteuerten Einspritzventilen
- Verstellbarer Turbolader
- Abgasrückführungsmodul bestehend aus Abgasrückführungsventil und schaltbarem Kühler für Abgasrückführung
- Oxidationskatalysator
- Ausgleichswellenmodul

Technische Daten

Motorkennbuchstaben	CFWA
Bauart	3-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1199 cm^3
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,5 : 1
max. Leistung	55 kW bei 4200 1/min
max. Drehmoment	180 Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Delphi DCM 3.7
Kraftstoff	Diesel nach DIN EN590
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung, Oxidationskatalysator, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU5

Leistungs- und Drehmomentdiagramm



S465_024

Der Zylinderblock

Der Zylinderblock des 1,2l-TDI-Motors entspricht im Wesentlichen dem Zylinderblock des 1,6l-TDI-Motors mit Common-Rail-Einspritzsystem.
Da der 1,2l-TDI-Motor einen Zylinder weniger hat, ist der Zylinderblock dementsprechend kürzer und leichter.

Der Zylinderdurchmesser beträgt 79,5 mm, der Hub 80,5 mm. Dieses beinahe quadratische Hub-Bohrungs-Verhältnis führt zu geringen Reibungsverlusten an den Zylinderlaufbuchsen.
Diese Maßnahme dient zur Reduzierung der inneren Reibung des Motors und trägt zu einem niedrigen Kraftstoffverbrauch bei.

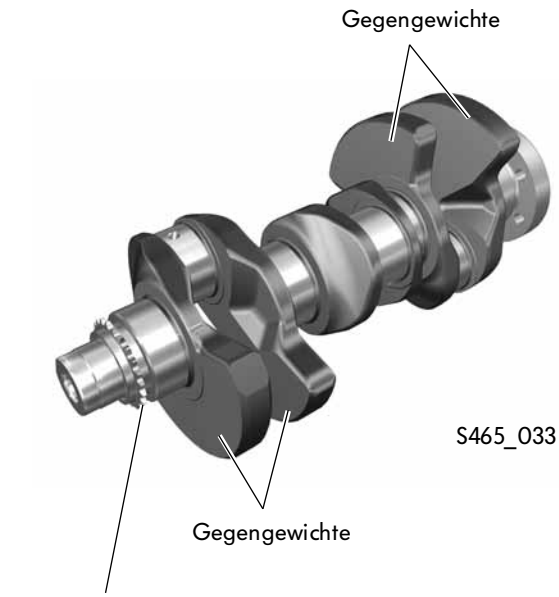


S465_031

Die Kurbelwelle

Die rotierenden Massenmomente des Motors werden durch die Gegengewichte an den Kurbelwangen von Zylinder 1 und 3 ausgeglichen.

Die beiden äußeren Kurbelwangen (Gewichte) sind dabei größer dimensioniert als die beiden inneren. Der größere Hebelarm der äußeren Gewichte zum Schwerpunkt der Kurbelwelle, bewirkt eine optimale Massenverteilung für den Momentausgleich.



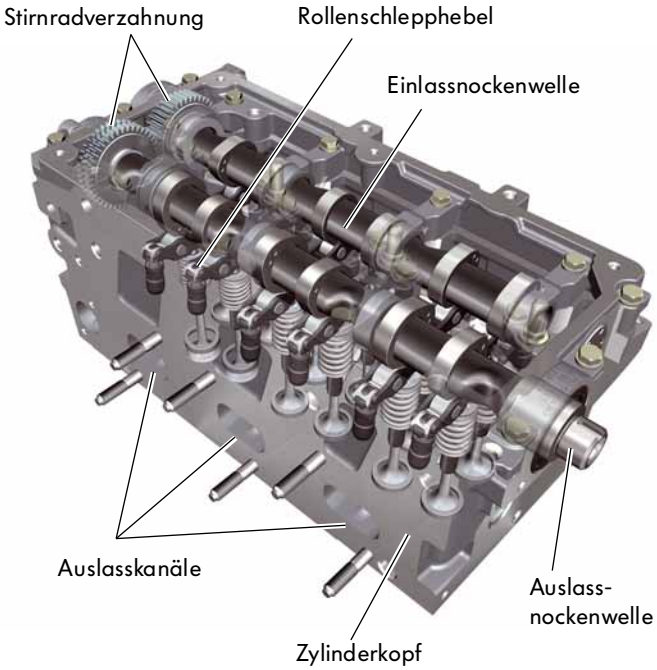
S465_033

Der Zylinderkopf

Der Zylinderkopf des 1,2l-TDI-Motors ist aus Aluminium-Guss gefertigt und hat je Zylinder zwei Einlass- und Auslassventile die nach dem Querstromprinzip angeordnet sind.

Der Antrieb der Nockenwellen erfolgt von der Kurbelwelle über einen Zahnriemen und das Nockenwellenrad der Auslass-Nockenwelle. Ein- und Auslassnockenwelle sind über eine Stirnradverzahnung mit integriertem Zahnflankenspielausgleich verbunden.

Die Ventile werden über reibungsarme Rollenschlepphebel mit hydraulischen Ventilspielausgleichselementen betätigt

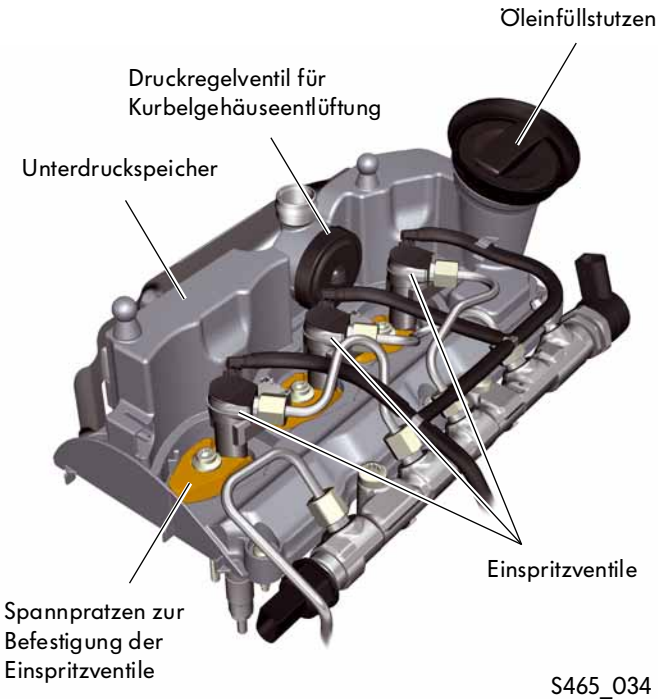


S465_032

Die Zylinderkopfhaube

In der Zylinderkopfhaube sind der Öleinfüllstutzen, die Kurbelgehäuseentlüftung, der Druckspeicher für das Unterdrucksystem des Motors und die Dichtungen für die Einspritzventile integriert.

Die Einspritzventile werden über Spannpratzen im Zylinderkopf befestigt.



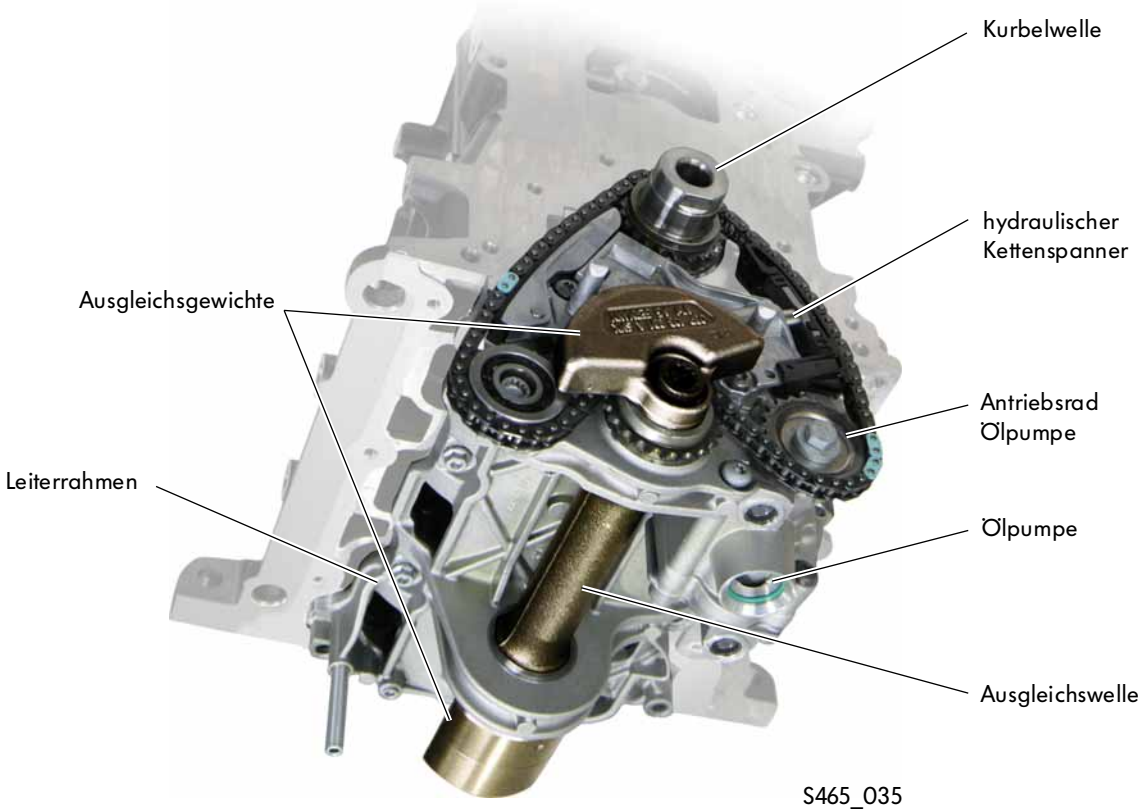
S465_034

Das Ausgleichswellenmodul

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

Durch die Auf- und Abwärtsbewegung von Kolben und Pleuel sowie 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.

Die Ausgleichswelle ist zusammen mit dem Leiterrahmen und der Ölpumpe in einem Ausgleichswellenmodul integriert. Sie wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Dabei dreht sich die Ausgleichswelle mit Motordrehzahl entgegengesetzt zur Motordrehrichtung.



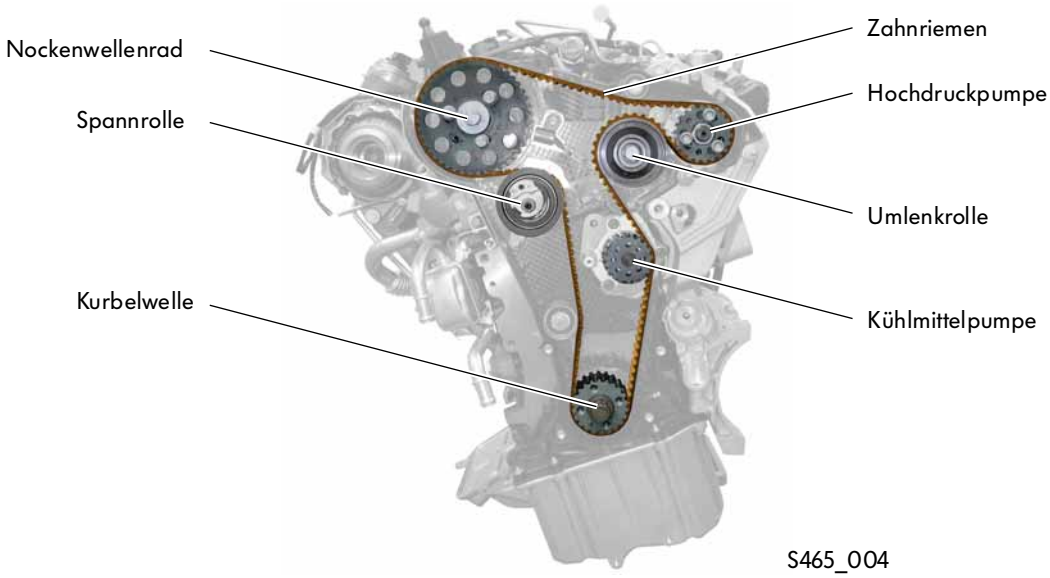
S465_035



Für einen wirkungsvollen Ausgleich der Massenmomente müssen Kurbelwelle und Ausgleichswelle in der richtigen Position zueinander laufen.
Beachten Sie dazu beim Einbau der Ausgleichswelle die Angaben im Reparaturleitfaden!

Der Zahnriementrieb

Über den Zahnriemen werden die Auslassnockenwelle, die Hochdruckpumpe des Common-Rail-Systems und die Kühlmittelpumpe angetrieben.



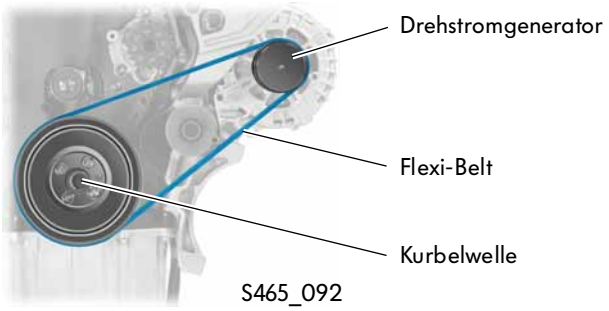
S465_004

Der Antrieb der Nebenaggregate

Je nach Ausstattung des Fahrzeugs gibt es zwei unterschiedliche Varianten für den Antrieb der Nebenaggregate des Motors.

Keilrippenriemenantrieb für Fahrzeuge ohne Klimakompressor

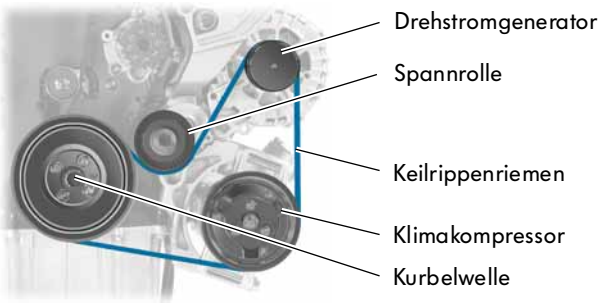
Hier wird nur der Drehstromgenerator über einen flexiblen, dehnbaren Keilrippenriemen, dem Flexi-Belt, angetrieben. Durch den Flexi-Belt entfällt die Spannrolle.



S465_092

Keilrippenriemenantrieb für Fahrzeuge mit Klimakompressor

Hier werden die Nebenaggregate durch einen herkömmlichen Keilrippenriemen angetrieben. Der Keilrippenriemen wird durch eine federbelastete Spannrolle gespannt.



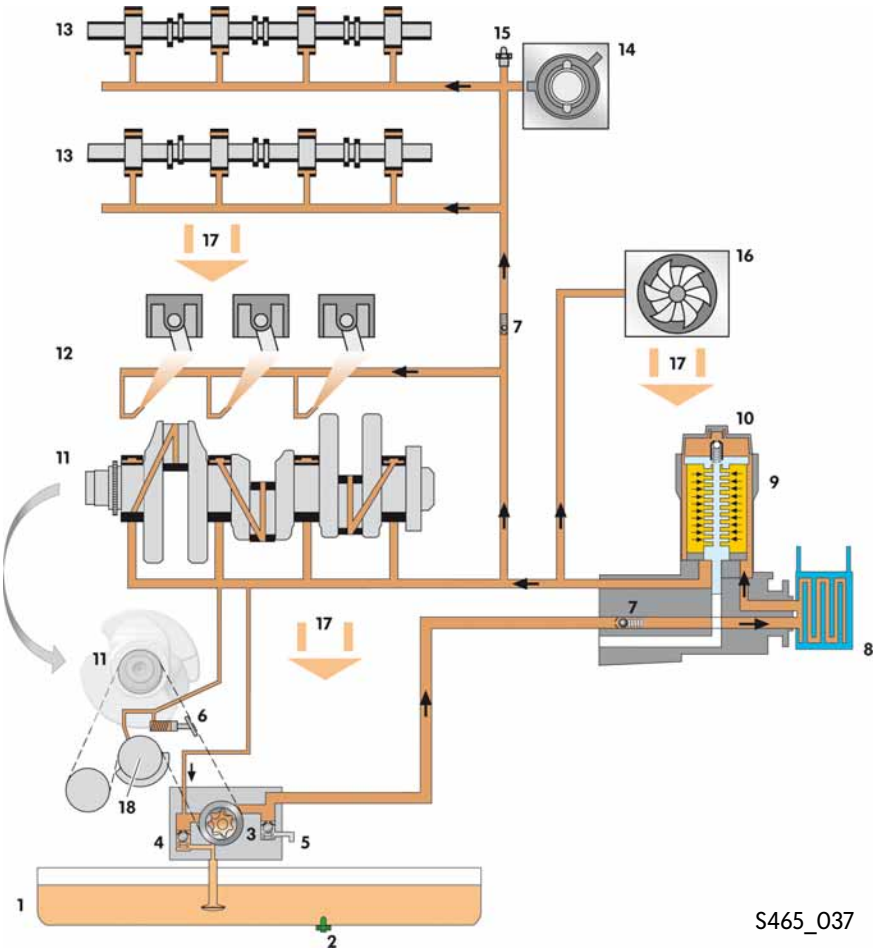
S465_036



Beachten Sie bei der Montage des Keilrippenriemens die Anweisungen im Reparaturleitfaden!

Der Ölkreislauf

Eine Duocentric-Ölpumpe erzeugt den erforderlichen Öldruck für den Motor. Sie ist in das Ausgleichswellenmodul integriert und wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben.
Das Überdruckventil 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. Das Filterumgehungsventil öffnet bei verstopftem Ölfilter und sichert dadurch die Schmierung des Motors.



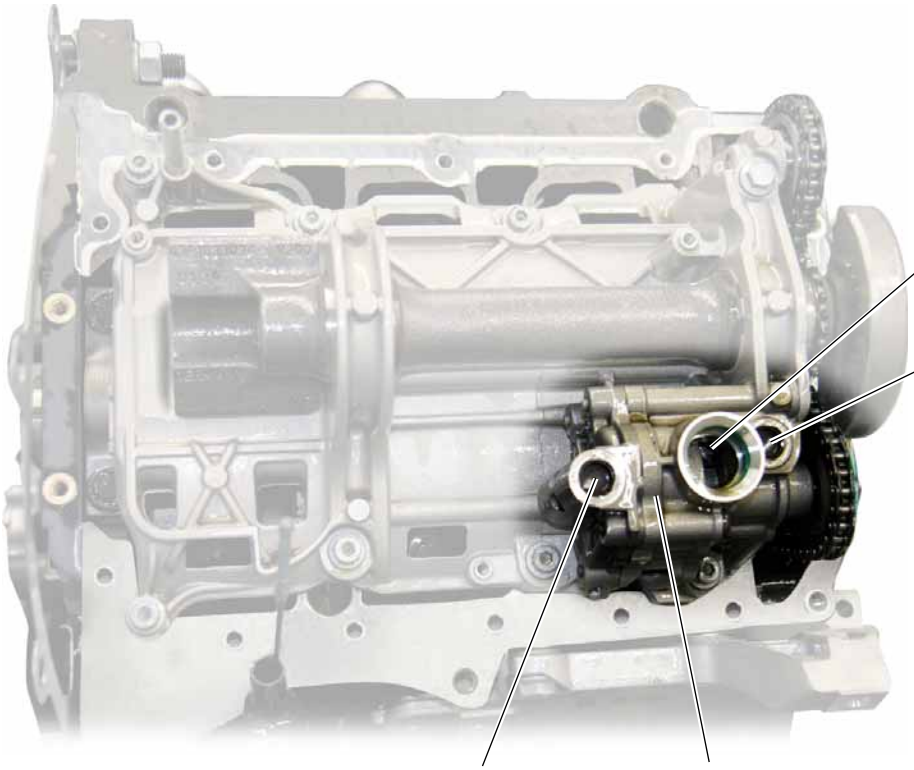
S465_037

Legende

1 - Ölwanne
2 - Ölstands- und Öltemperaturgeber G266
3 - Ölpumpe
4 - Öldruckregelventil
5 - Überdruckventil
6 - Hydraulischer Kettenspanner
7 - Ölrücklaufsperre
8 - Ölkühler
9 - Ölfilter
10 - Filterumgehungsventil
11 - Kurbelwelle
12 - Spritzdüsen zur Kolbenkühlung
13 - Nockenwellen
14 - Vakuumpumpe
15 - Öldruckschalter F1
16 - Turbolader
17 - Ölrücklauf
18 - Ausgleichswelle

Die Ölpumpe

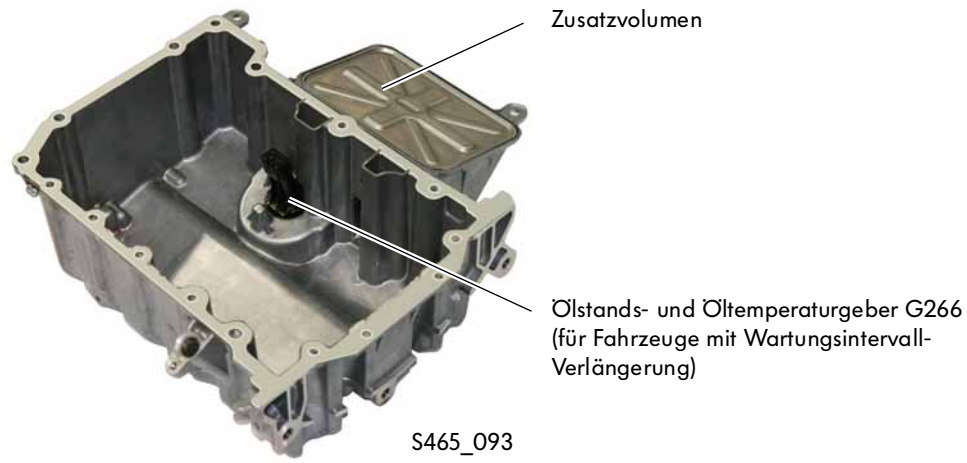
Die Duocentric-Ölpumpe ist in dem Leiterrahmen der Ausgleichswelle integriert und wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Kette wird durch einen hydraulischen Kettenspanner gespannt.



S465_038

Die Ölwanne

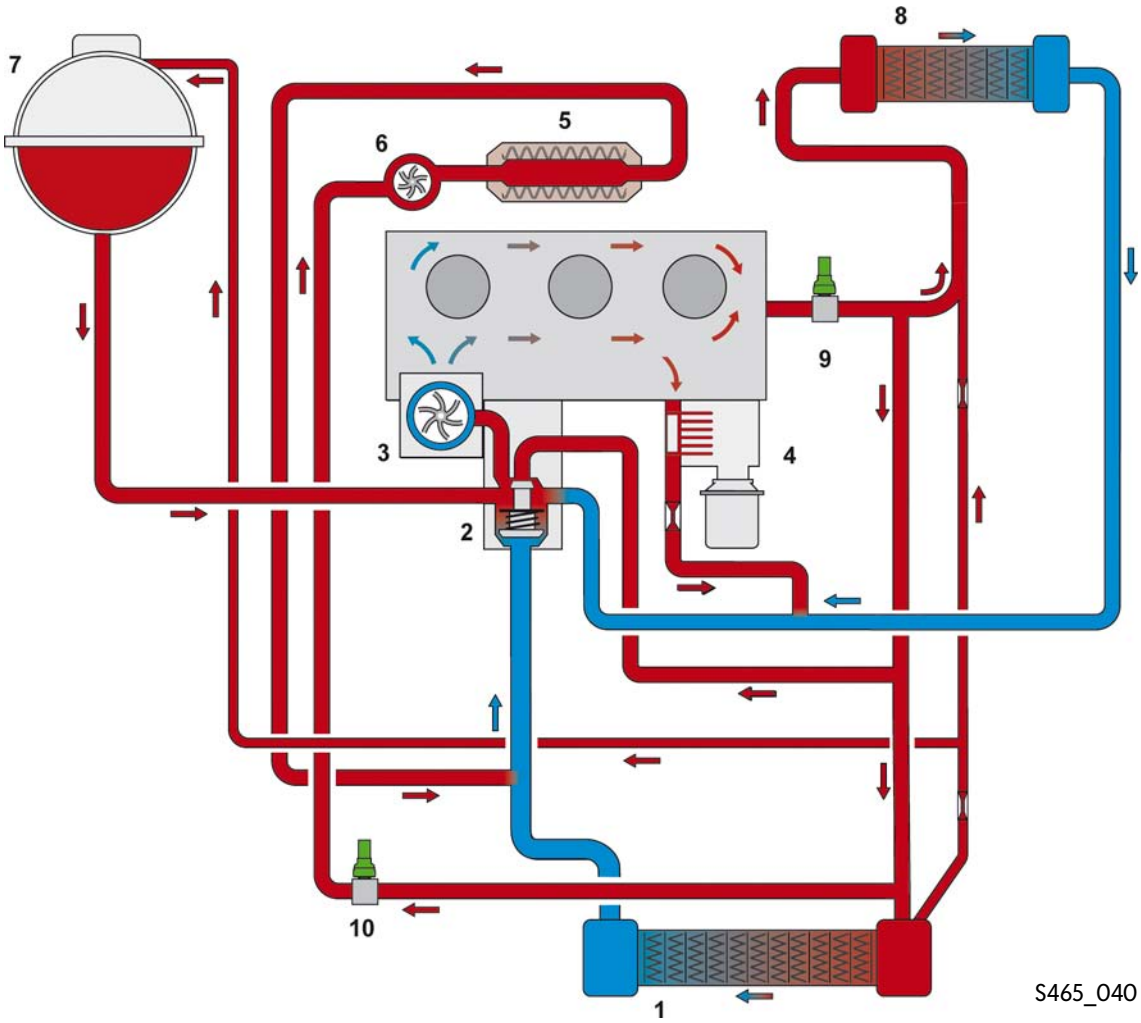
Die Form der Ölwanne ist durch ein zusätzliches Volumen erweitert, um die für den Motor benötigte Ölmenge unterzubringen.



S465_093

Der Kühlmittelkreislauf

Im Kühlmittelkreislauf wird das Kühlmittel von einer mechanischen Kühlmittelpumpe umgewälzt. Sie wird über den Zahnriemen angetrieben. Der Kreislauf wird durch ein Dehnstoff-Thermostat, den Kühlmittelregler, gesteuert.

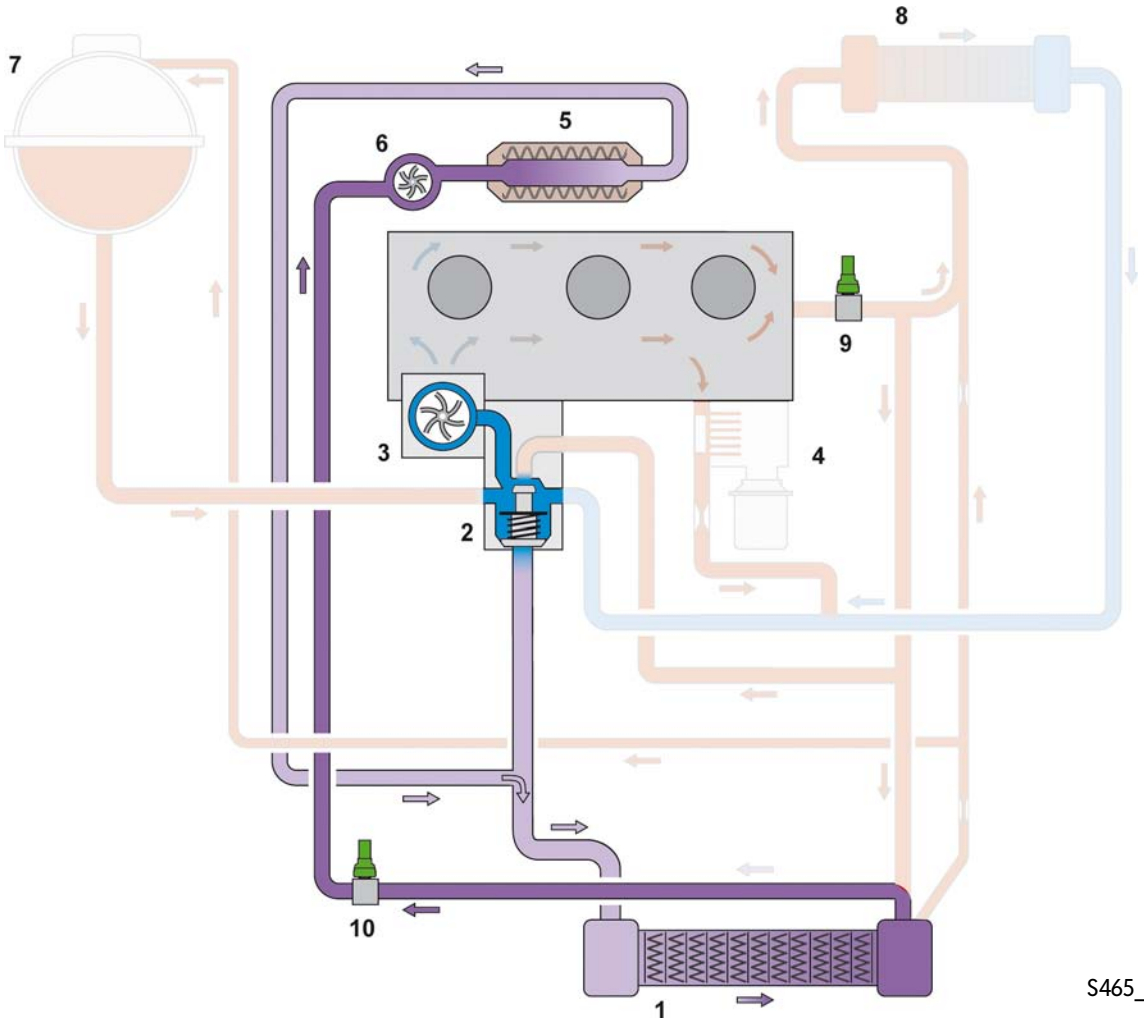


Legende

1 - Kühler für Motorkühlmittelkreislauf
2 - Kühlmittelregler
3 - Kühlmittelpumpe
4 - Ölkühler
5 - Kühler für Abgasrückrührung
6 - Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178
7 - Ausgleichsbehälter
8 - Wärmetauscher für Heizung
9 - Kühlmitteltemperaturgeber G62
10 - Kühlmitteltemperaturgeber G83 nach Kühlerausgang

Die Niedertemperatur-Abgasrückführung

Für die Reduzierung der NO_x-Emissionen ist der Motor mit einer Niedertemperatur Abgasrückführung ausgestattet.



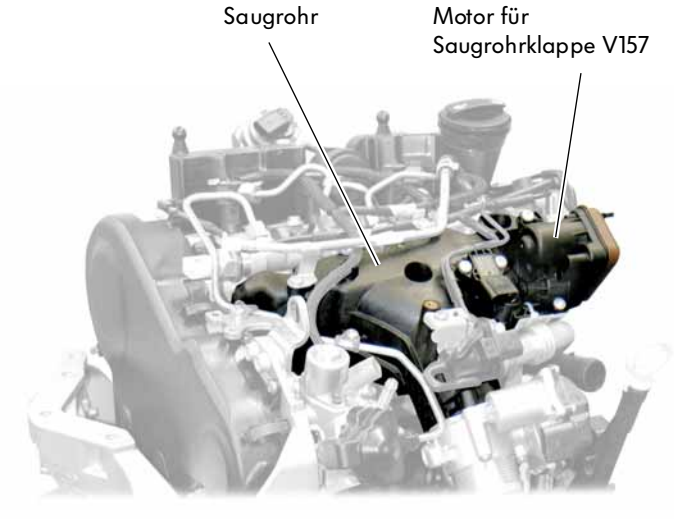
S465_041

Funktion

Bei geschlossenem Kühlmittelregler (Thermostat) wird der Abgasrückführungskühler direkt vom Motorkühler mit kaltem Kühlmittel versorgt. Aufgrund des dadurch größeren Temperaturgefälles kann eine größere Abgasmenge zurückgeführt werden. Somit können die Verbrennungstemperaturen und in dessen Folge die Stickoxid-Emissionen in der Warmlaufphase des Motors weiter gesenkt werden.
Die elektrische Zusatzwasserpumpe (Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178) wird vom Motorsteuergerät angesteuert und läuft nach Motorstart ständig mit.

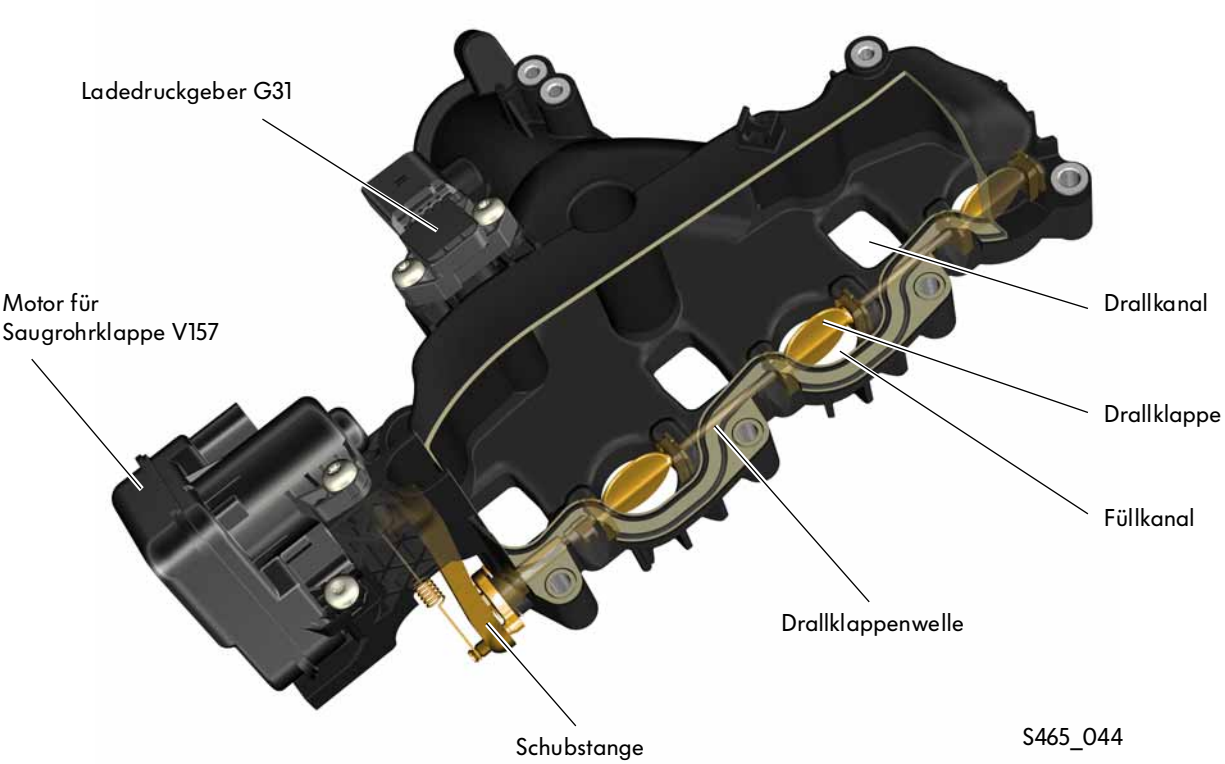
Das Saugrohr mit Drallklappen

Im Saugrohr befinden sich stufenlos regelbare Drallklappen.
Durch die Stellung der Drallklappen wird, abhängig von Motordrehzahl und -last, der Drall der Ansaugluft eingestellt.
Die Drallklappen sind fest mit der Drallklappenwelle verbunden und werden über eine Schubstange vom Motor für Saugrohrklappe bewegt. Dazu wird der Stellmotor vom Motorsteuergerät angesteuert.
Im Motor für Saugrohrklappe V157 ist das Potenziometer für Saugrohrklappe G336 integriert. Es dient dem Motorsteuergerät zur Rückmeldung der aktuellen Stellung der Drallklappen.



S465_043

Aufbau

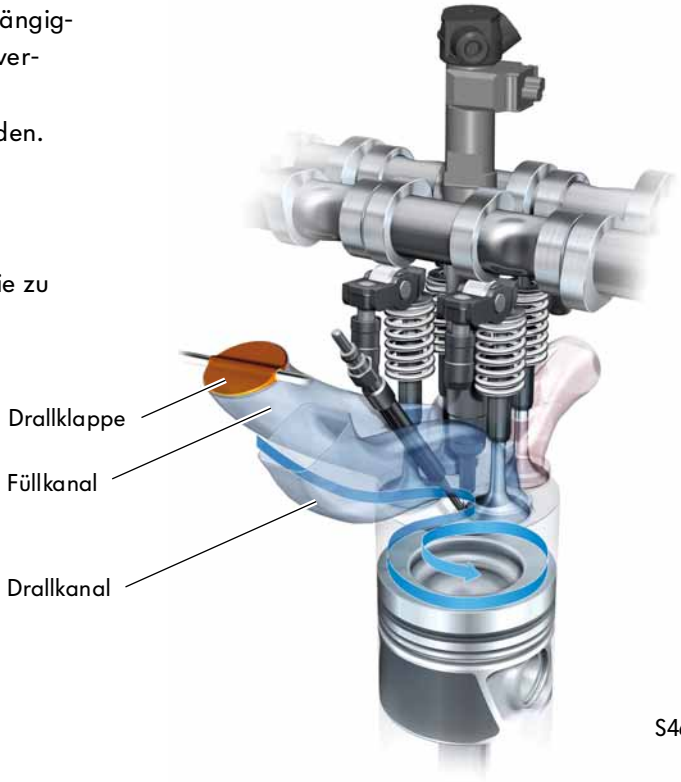


S465_044

Funktion der Drallklappen

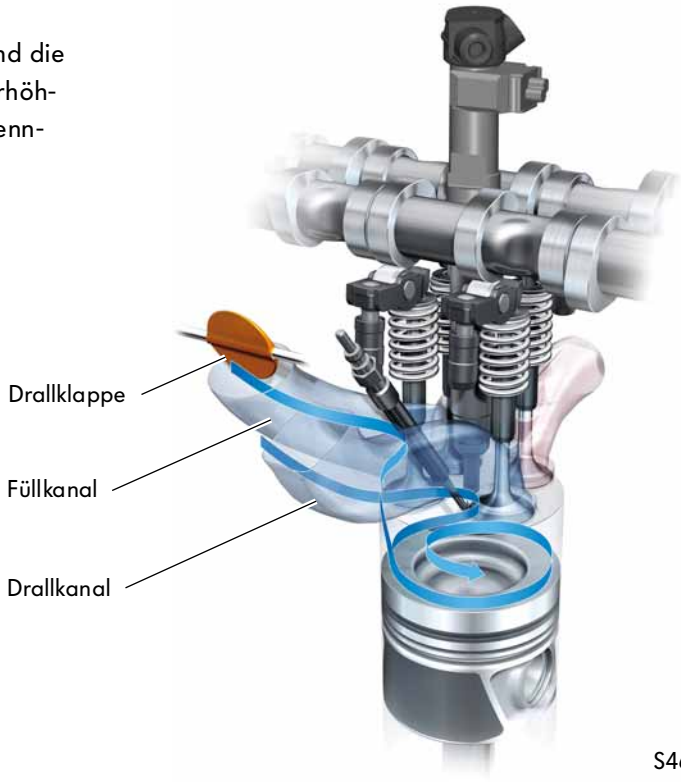
Im Fahrbetrieb werden die Drallklappen in Abhängigkeit von Last und Motordrehzahl kontinuierlich verstellt. Für jeden Betriebsbereich ist dadurch im Brennraum die optimale Luftbewegung vorhanden.

Im unteren Teillastbereich sind die Drallklappen halb bis vollständig geschlossen.
Dadurch wird eine hohe Drallwirkung erzielt, die zu einer guten Gemischbildung führt.



S465_045

Bei Motorstart, im Leerlauf sowie bei Volllast sind die Drallklappen vollständig geöffnet. Durch den erhöhten Luftdurchsatz wird eine gute Füllung des Brennraumes erzielt.



S465_046

Das Kraftstoffsystem

schematische Übersicht

1 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Die Kraftstoffpumpe fördert kontinuierlich, mit einem Druck von ca. 6 bar, Kraftstoff in den Vorlauf.

2 - Druckregler für Kraftstoffvorlauf

Das Druckregelventil regelt den Druck im Kraftstoffvorlauf auf ca. 5 bar und leitet den überschüssigen Kraftstoff in den Kraftstoffbehälter zurück.

3 - Kraftstofffilter

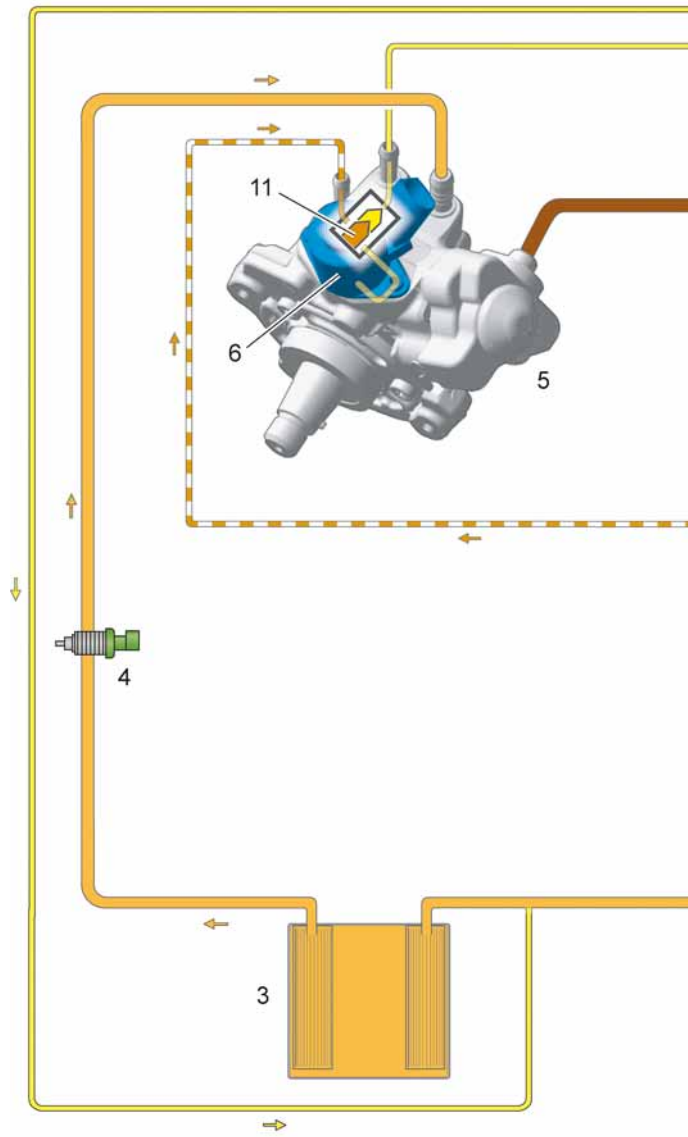
Der Kraftstofffilter hält Verunreinigungen im Dieselkraftstoff von den Bauteilen des Einspritzsystems fern. Die mit hoher Präzision gefertigten Bauteile, wie zum Beispiel die Hochdruckpumpe und die Einspritzventile, können bereits durch kleinste Schmutzpartikel beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

4 - Kraftstofftemperaturgeber G81

Der Kraftstofftemperaturgeber ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur.

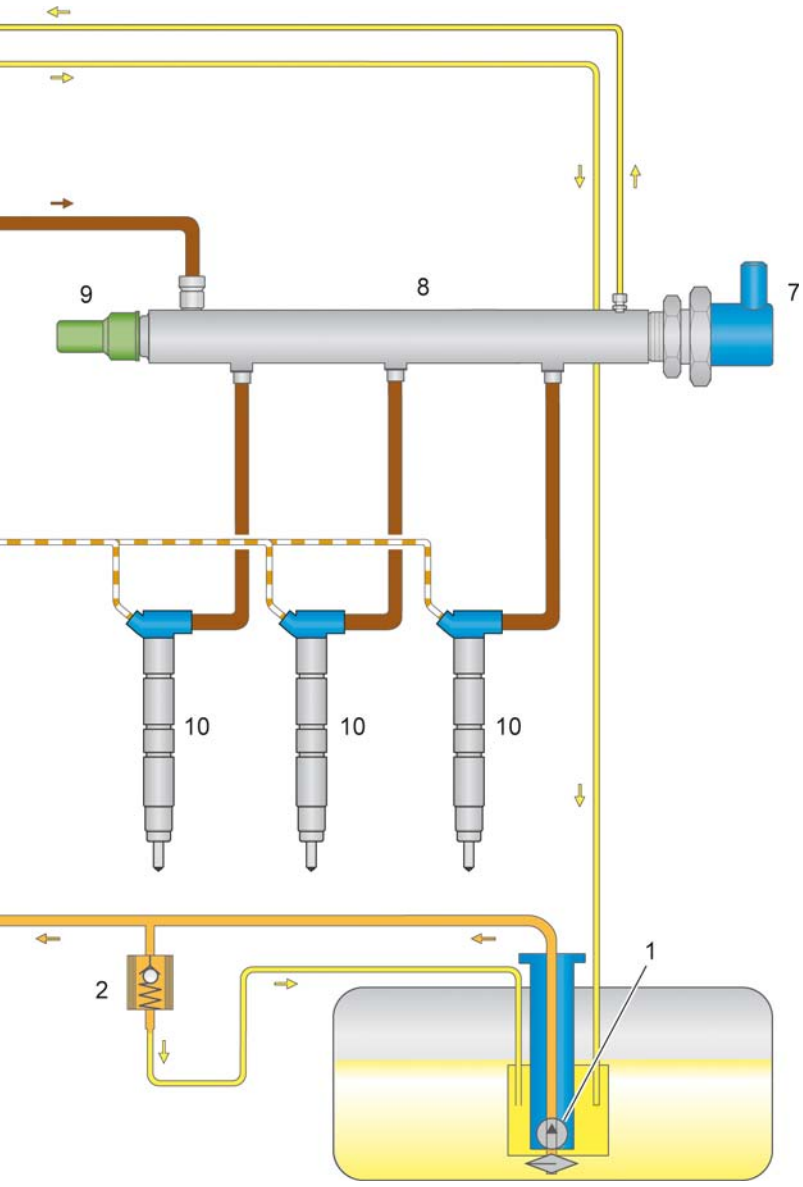
5 - Hochdruckpumpe

Die Hochdruckpumpe erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen Kraftstoffhochdruck.



Farbcodierung/Legende

- Hochdruck 230 - 1800 bar
- Vorlaufdruck 5 bar
- Rücklaufdruck 0,3 bar
- Rücklaufdruck von den Einspritzventilen (Unterdruck) –0,1 bar bis –0,5 bar



S465_047

6 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Mit dem Ventil für Kraftstoffdosierung wird die zur Hochdruckerzeugung benötigte Kraftstoffmenge bedarfsgerecht geregelt.

7 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Das Regelventil für Kraftstoffdruck öffnet unterhalb einer bestimmten Kraftstofftemperatur zur Vorwärmung des Kraftstofffilters.

8 - Hochdruckspeicher (Rail)

Der Hochdruckspeicher speichert für alle Zylinder den zur Einspritzung benötigten Kraftstoff unter hohem Druck.

9 - Kraftstoffdruckgeber G247

Der Kraftstoffdruckgeber ermittelt den aktuellen Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich.

10 - Einspritzventile N30, N31, N32

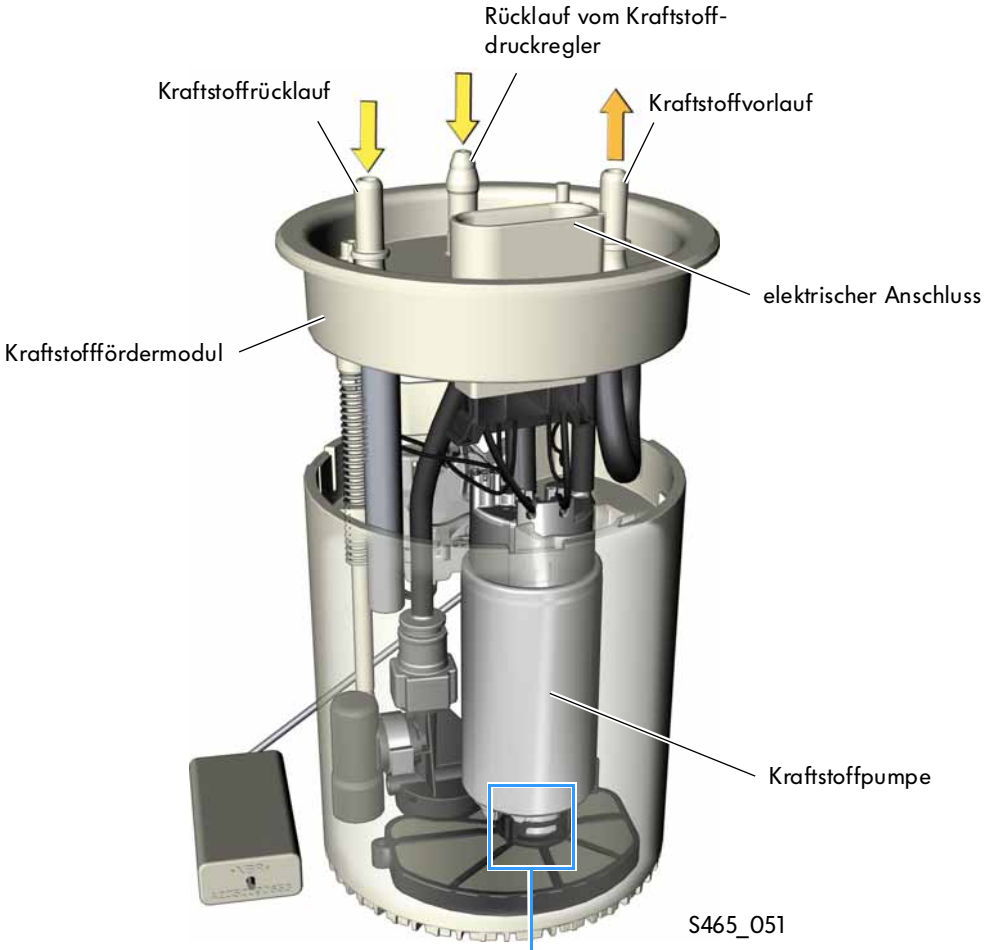
Die Einspritzventile spritzen den Kraftstoff in die Brennräume.

11 - Venturi-Düse

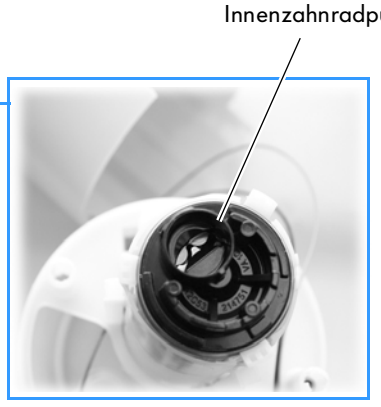
Die Venturi-Düse in der Hochdruckpumpe erzeugt den Unterdruck im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile.

Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Die Kraftstoffpumpe für Vorförderung ist eine elektrisch angetriebene Innenzahnradpumpe. Sie ist in das Kraftstoffördermodul integriert und erzeugt im Vorlauf des Kraftstoffsystems einen Druck von ca. 6 bar. Dadurch wird sichergestellt, dass die Hochdruckpumpe in allen Betriebszuständen mit ausreichend Kraftstoff versorgt ist. Die Kraftstoffpumpe wird bei Motorstart über ein Relais vom Motorsteuergerät angesteuert.



S465_051



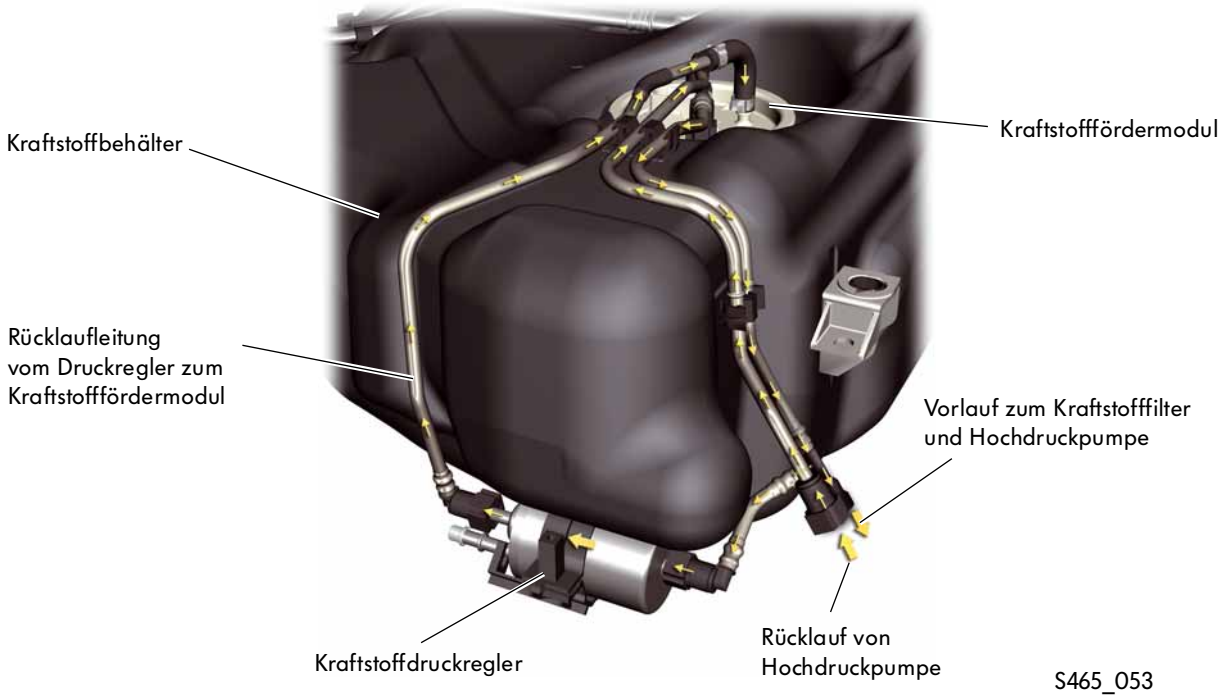
S465_052

Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall der Kraftstoffpumpe für Vorförderung ist kein Motorlauf möglich.

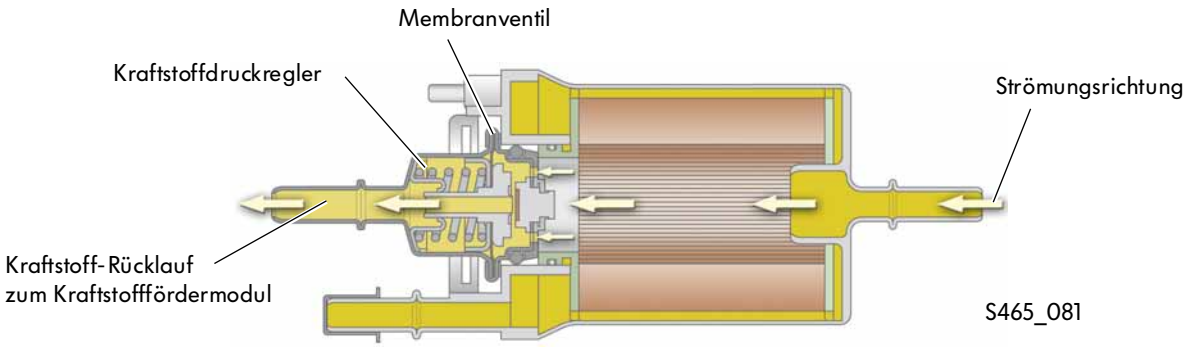
Kraftstoffdruckregler

Der Kraftstoffdruckregler befindet sich im Bereich des Fahrzeugbodens an der rechten Seite des Kraftstoffbehälters.
Der Kraftstoffdruckregler reduziert den von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung erzeugten Kraftstoffdruck im Kraftstoffvorlauf auf ca. 5 bar. Dadurch wird ein gleichbleibendes Druckniveau im Kraftstoffvorlauf erreicht.



So funktioniert es

Der von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung geförderte Kraftstoff gelangt über einen Abzweigkanal zum Kraftstoffdruckregler. In der Kammer des Kraftstoffdruckreglers wird der Kraftstoffdruck von ca. 5 bar durch ein federbelastetes Membranventil eingestellt. Steigt der Druck über 5 bar, öffnet das Membranventil und der Kraftstoff fließt in das Kraftstofffördermodul zurück.





In der Reparaturliteratur wird der Kraftstoffdruckregler auch als Zusatzkraftstofffilter bezeichnet. Der in der Kammer befindliche Filter hat aber hier keine Funktion, das Bauteil erfüllt nur die Aufgabe, den Kraftstoffdruck im Niederdruckkreislauf zu regeln.

Das Common-Rail-Einspritzsystem

Das Common-Rail-Einspritzsystem des 1,2l-TDI-Motors ist von Volkswagen und der Firma DELPHI entwickelt worden.

Beim Common-Rail-Einspritzsystem sind die Druckerzeugung und die Kraftstoffeinspritzung voneinander getrennt. Die Hochdruckpumpe erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen hohen Kraftstoffdruck.

Dieser Kraftstoffdruck wird in dem Hochdruckspeicher (Rail) gespeichert und über kurze Einspritzleitungen den Einspritzventilen (Injektoren) zur Verfügung gestellt. Durch eine in der Hochdruckpumpe integrierte Venturi-Düse wird im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile ein Unterdruck erzeugt, der eine hohe Schaltgeschwindigkeit der Einspritzventile ermöglicht.

Das Common-Rail-Einspritzsystem wird durch das Motormanagementsystem Delphi DCM 3.7 geregelt.



S465_086

Das Common-Rail-Einspritzsystem bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten, um den Einspritzdruck und den Einspritzverlauf dem Betriebszustand des Motors anzupassen.

Die Eigenschaften des Common-Rail-Einspritzsystems sind:

- Ein hoher Einspritzdruck bis maximal 1800 bar ermöglicht eine gute Gemischbildung.
- Der Einspritzdruck ist nahezu frei wählbar und kann an den jeweiligen Betriebszustand des Motors angepasst werden.
- Der Einspritzverlauf kann flexibel gestaltet werden – mit mehreren Voreinspritzungen für eine geräuscharme Verbrennung und mehreren Nacheinspritzungen zur Regeneration des Dieselpartikelfilters.

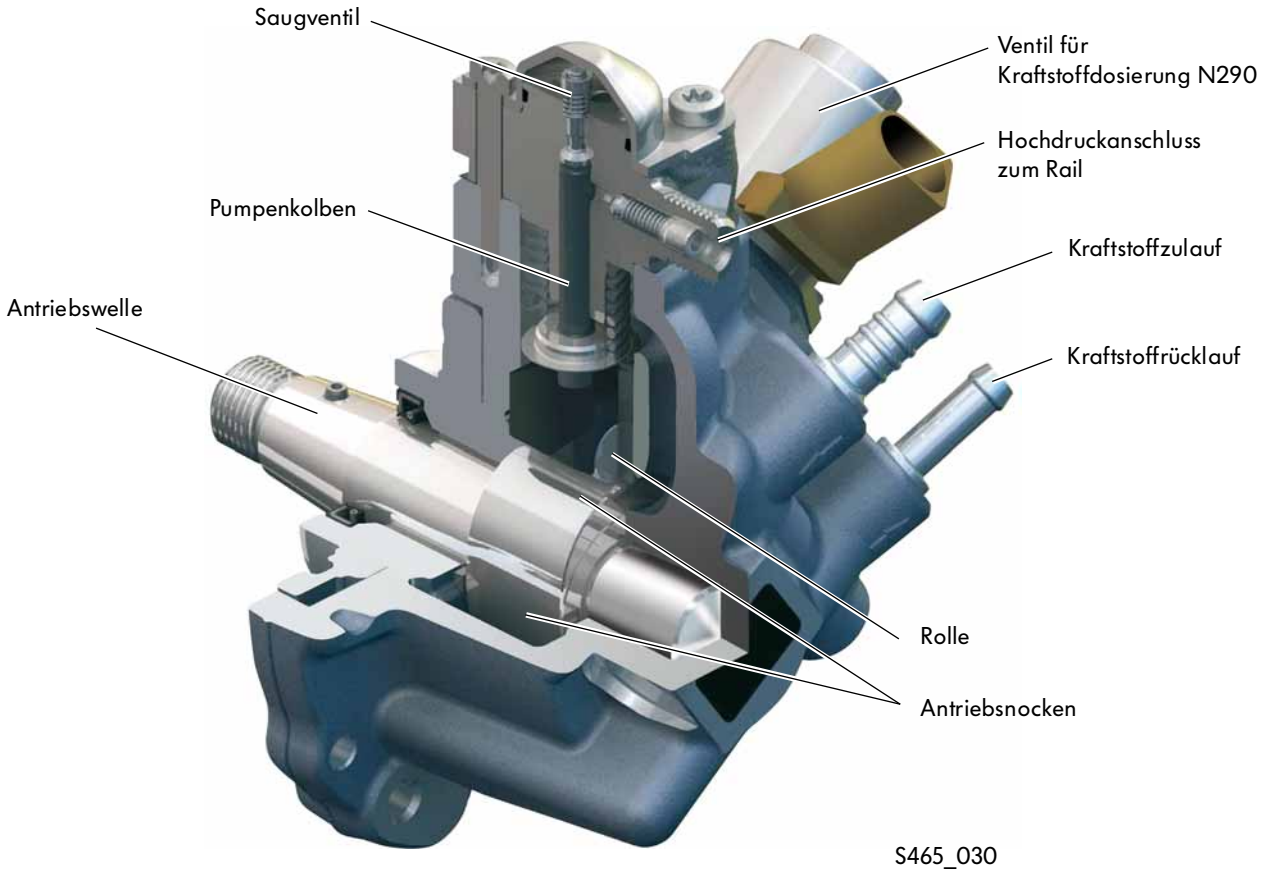
Hochdruckpumpe

Die Hochdruckpumpe ist eine 1-Kolbenpumpe. Sie wird über den Zahnriemen von der Kurbelwelle mit Motordrehzahl angetrieben.
Die Hochdruckpumpe hat die Aufgabe, den zur Einspritzung notwendigen Kraftstoffhochdruck von bis zu 1800 bar zu erzeugen. Die zwei Nocken auf der Antriebswelle sind um 180° versetzt. Eine Rolle, die auf dem Nocken der Antriebswelle läuft, sorgt für eine reibungsarme Kraftübertragung auf den Pumpenkolben.
In dem Gehäuse der Hochdruckpumpe sind das Ventil für Kraftstoffdosierung N290 zur Regelung des Kraftstoffdurchflusses in den Hochdruckbereich und eine Venturidüse zur Unterdruckerzeugung im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile integriert.



S465_072

Aufbau der Hochdruckpumpe



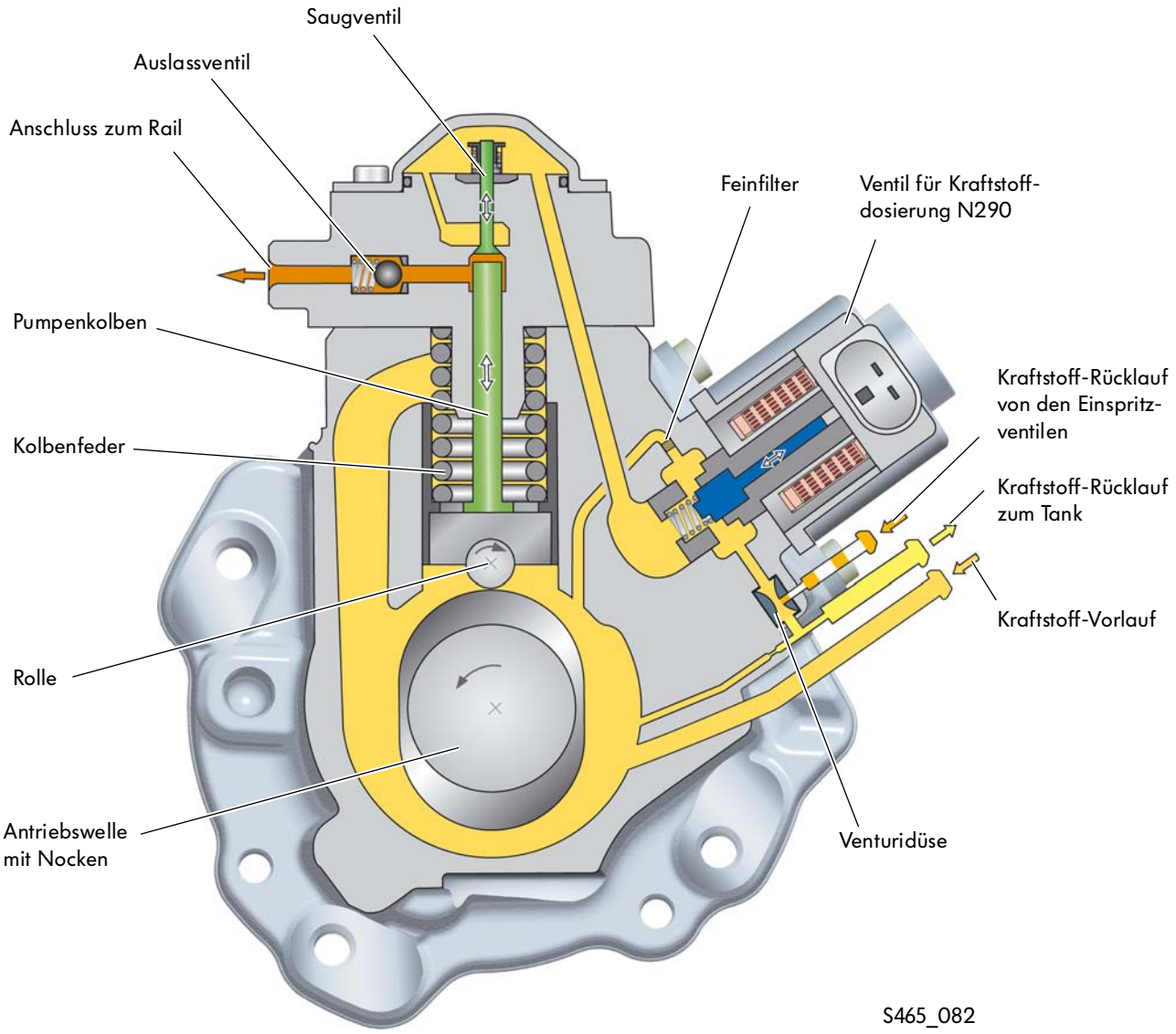
S465_030

Aufbau der Hochdruckpumpe – schematisch

Die Hochdruckpumpe wird durch die Kraftstoffpumpe für Vorförderung in jedem Betriebsbereich des Motors mit ausreichend Kraftstoff versorgt.

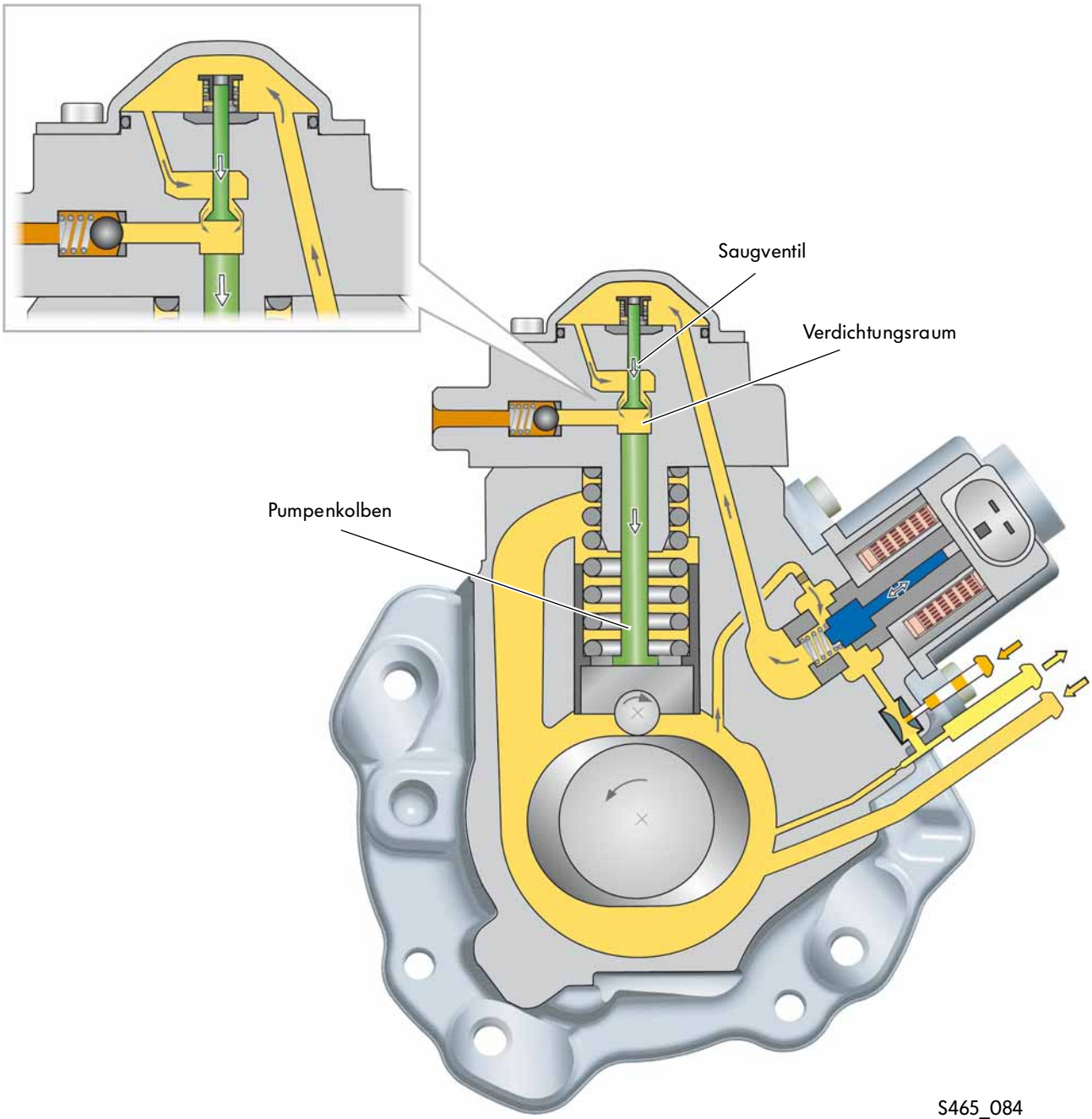
Der Kraftstoff gelangt über das Ventil für Kraftstoffdosierung in den Hochdruckbereich des Railsystems.

Der Pumpenkolben wird durch die Nocken auf der Antriebswelle in eine Auf- und Abwärtsbewegung versetzt.



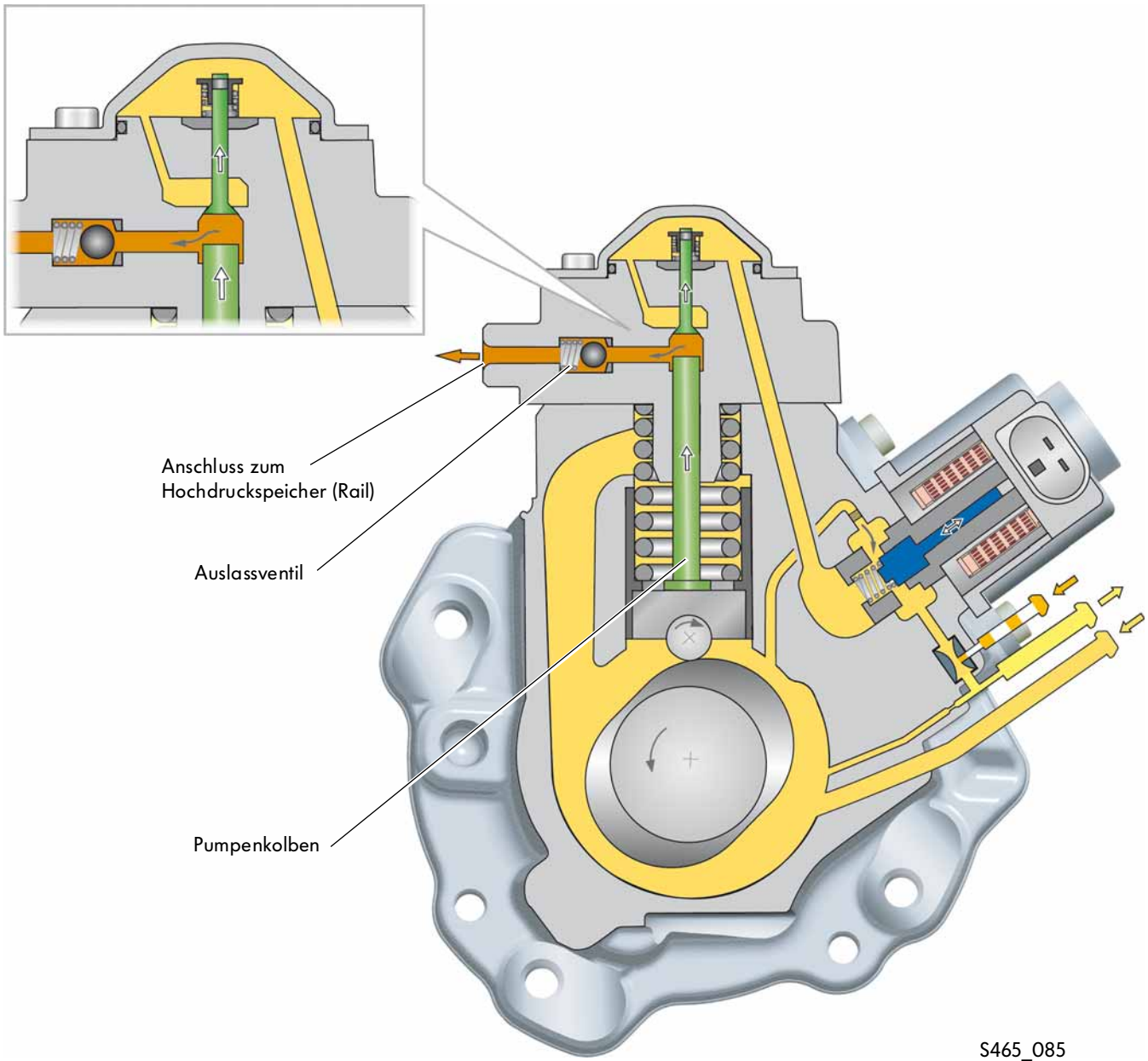
Saughub

Die Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens führt zu einer Volumenvergrößerung des Verdichtungsraumes. Dadurch entsteht ein Druckunterschied zwischen dem Kraftstoff in der Hochdruckpumpe und dem Verdichtungsraum. Das Saugventil öffnet und Kraftstoff fließt in den Verdichtungsraum.



Förderhub

Mit Beginn der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens steigt der Druck im Verdichtungsraum an und das Saugventil schließt. Sobald der Kraftstoffdruck im Verdichtungsraum den Druck im Hochdruckbereich übersteigt, öffnet das Auslassventil (Rückschlagventil) und der Kraftstoff gelangt zum Hochdruckspeicher (Rail).



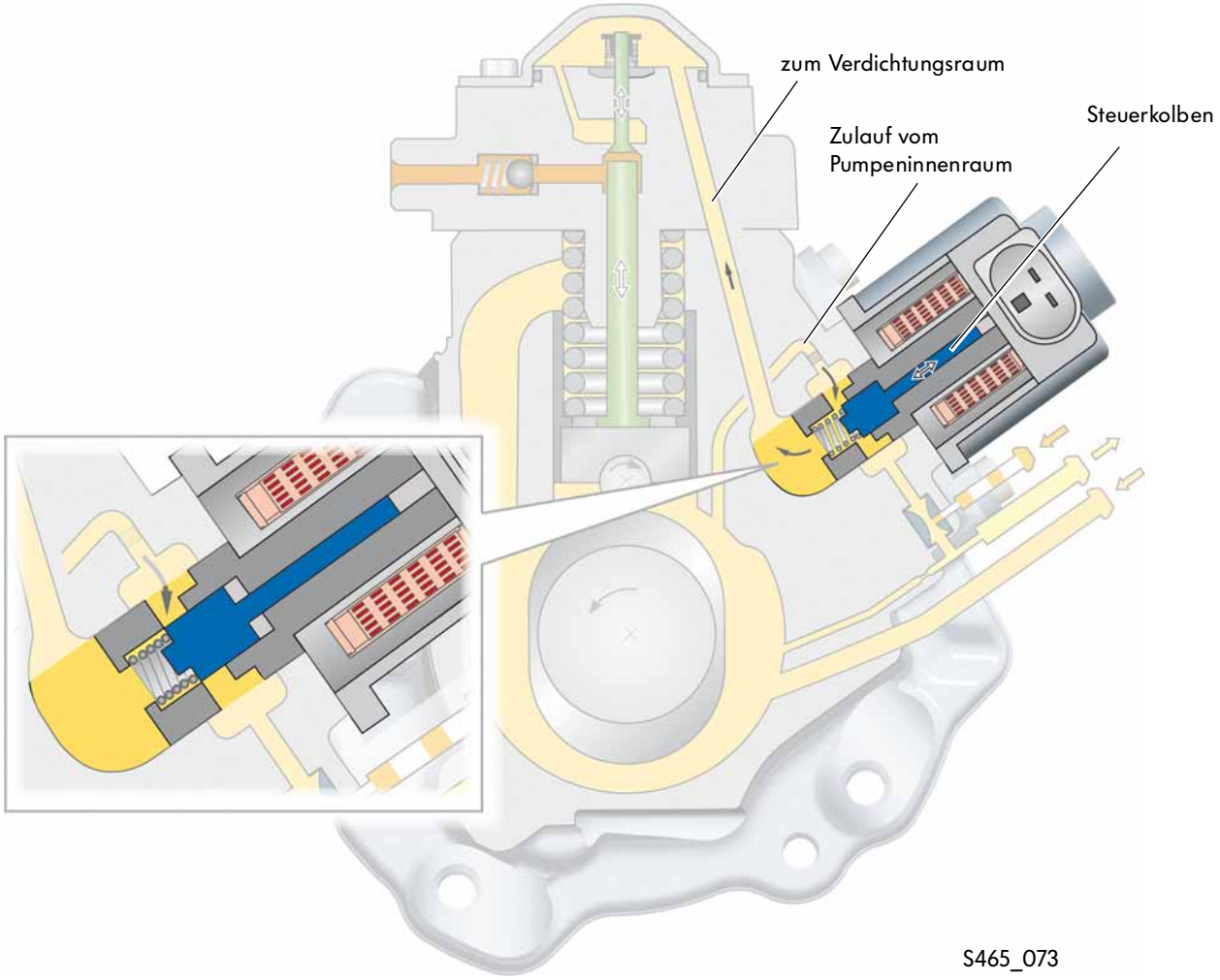
Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Das Ventil für Kraftstoffdosierung ist in der Hochdruckpumpe integriert. Es sorgt für eine bedarfsgerechte Regelung des Kraftstoffdruckes im Hochdruckbereich. Das Ventil für Kraftstoffdosierung regelt die Kraftstoffmenge, die zur Hochdruckerzeugung benötigt wird. Das hat den Vorteil, dass die Hochdruckpumpe nur den Druck erzeugen muss, der für die momentane Betriebssituation erforderlich ist. Somit werden die Leistungsaufnahme der Hochdruckpumpe reduziert und eine unnötige Aufheizung des Kraftstoffes vermieden.

Funktion

Im stromlosen Zustand ist das Ventil für Kraftstoffdosierung geöffnet. Um die Zulaufmenge zum Verdichtungsraum zu verringern, wird das Ventil vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten (PWM) Signal angesteuert.

Durch das PWM-Signal wird das Ventil für Kraftstoffdosierung getaktet geschlossen. Je nach Variation des Tastverhältnisses ändert sich die Stellung des Steuerkolbens und somit die Zulaufmenge des Kraftstoffes in den Verdichtungsraum der Hochdruckpumpe.

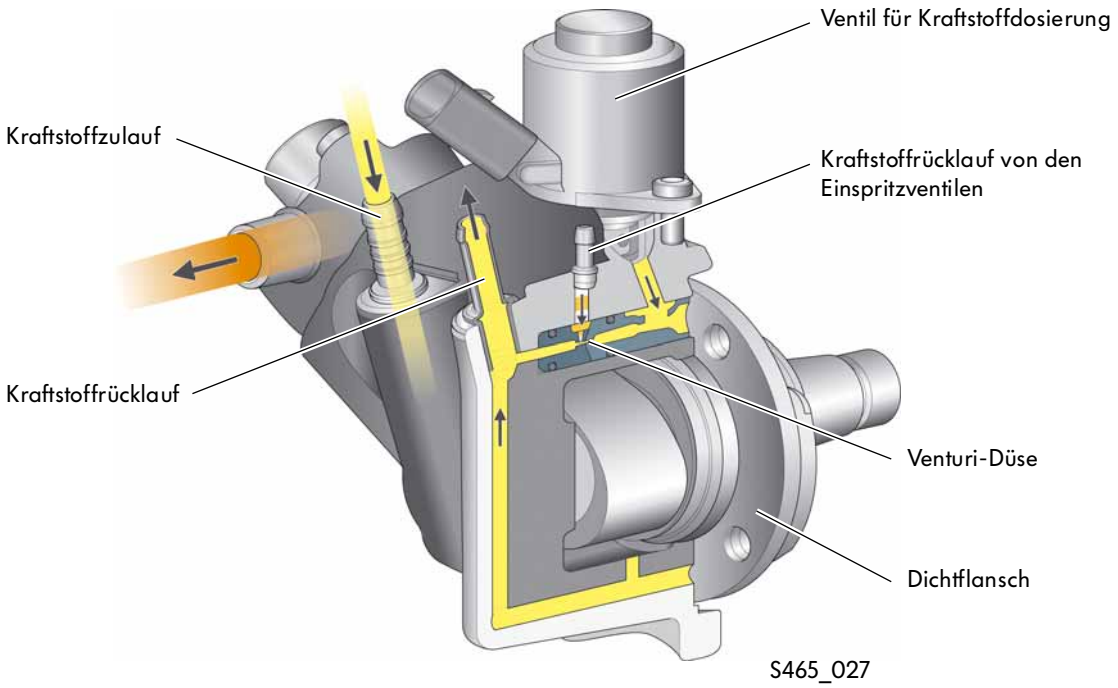


Auswirkungen bei Ausfall

Die Motorleistung ist reduziert. Das Motormanagement läuft im Notlauf.

Venturi-Düse

Durch die Venturi-Düse wird ein Unterdruck im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile erzeugt. Sie ist im Gehäuse der Hochdruckpumpe integriert.
Der Unterdruck im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile unterstützt ein rasches Öffnen und Schließen der Einspritzventile beim Einspritzvorgang.



So funktioniert es

Der nicht zur Einspritzung benötigte Kraftstoff wird vom Ventil für Kraftstoffdosierung in den Kraftstoffrücklauf in Richtung Venturi-Düse abgesteuert.
In dem verengten Querschnitt der trichterförmigen Düse steigt die Fließgeschwindigkeit des Kraftstoffes an, da überall dieselbe Menge durchfließt.
Die hohe Strömungsgeschwindigkeit an der engsten Stelle der Venturi-Düse erzeugt eine Sogwirkung im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile.
Mit dieser Sogwirkung wird der Unterdruck im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile erreicht, der ein rasches Öffnen und Schließen der Einspritzventile beim Einspritzvorgang unterstützt.

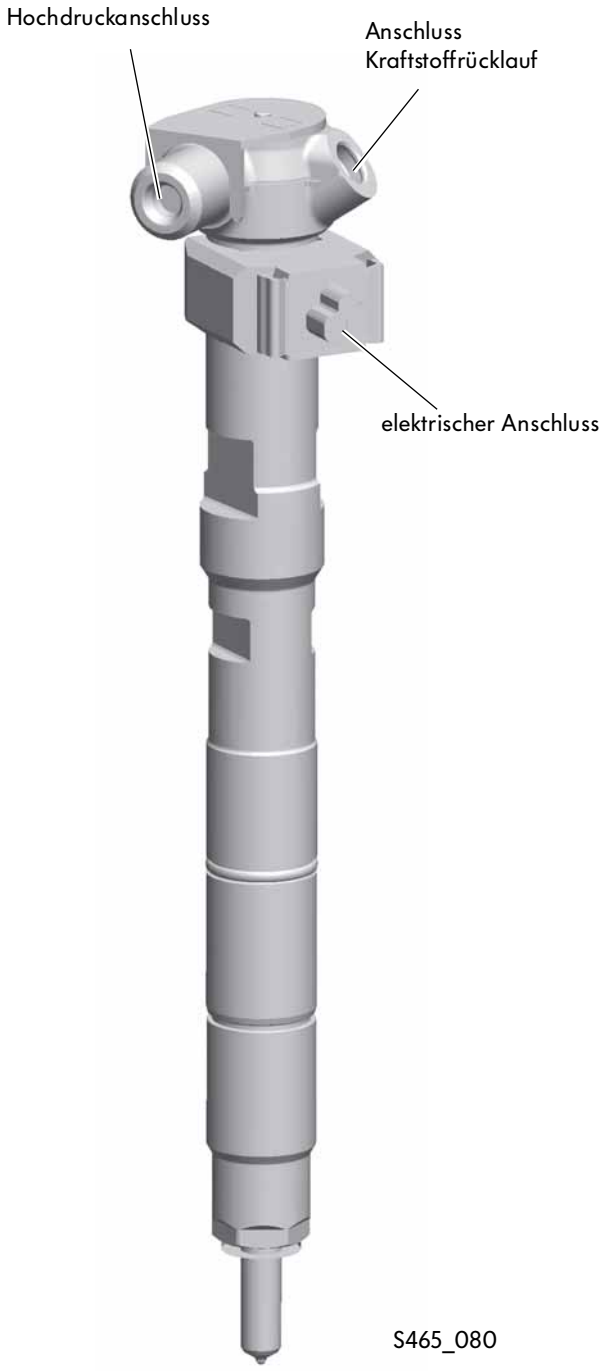


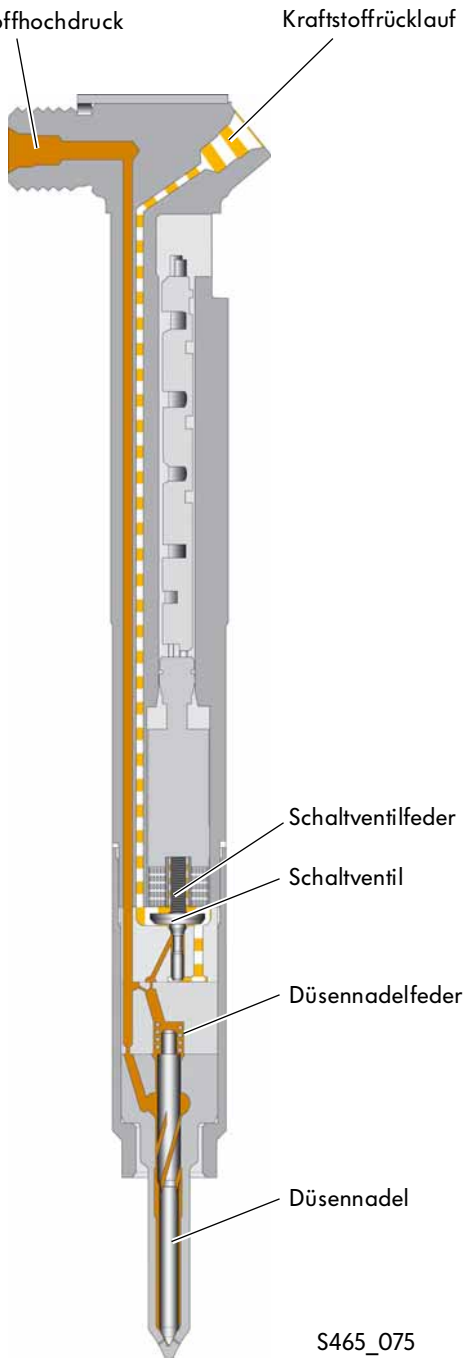
Bei Abweichungen im Kraftstoffunterdruck von den Einspritzventilen kann es zu Leistungsmangel bei hoher Motorlast und Funktionsstörungen kommen.

Einspritzventile (Injektoren)

Die Einspritzventile sind durch Spannpratzen im Zylinderkopf befestigt. Sie haben die Aufgabe den Kraftstoff in richtiger Menge zum richtigen Zeitpunkt in die Brennräume einzuspritzen. Dazu werden sie vom Motorsteuergerät angesteuert.

Aufbau





Einspritzvorgang

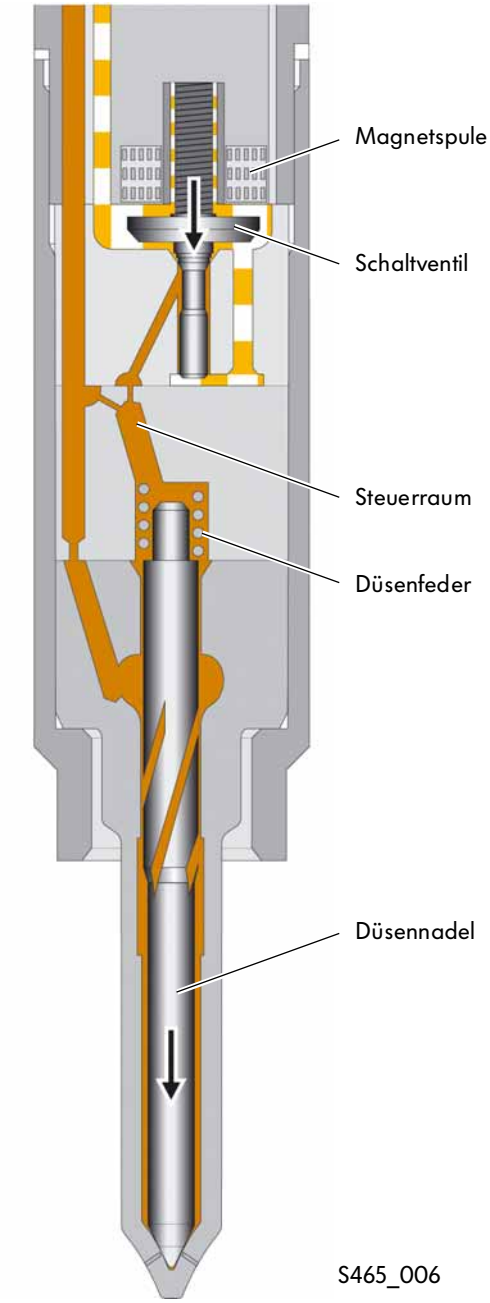
Einspritzventil in Ruhelage

In der Ruhelage ist das Einspritzventil geschlossen.

Das Magnetventil ist nicht angesteuert.

Das Schaltventil verschließt den Weg vom Steuerraum zum Kraftstoffrücklauf. Im Steuerraum und an der Düsennadel befindet sich Kraftstoffhochdruck.

Die Druckverhältnisse an der Düsennadel und im Steuerraum befinden sich im Gleichgewicht, die Düsennadel wird durch die Kraft der Düsenfeder in ihren Sitz gedrückt.



Einspritzbeginn

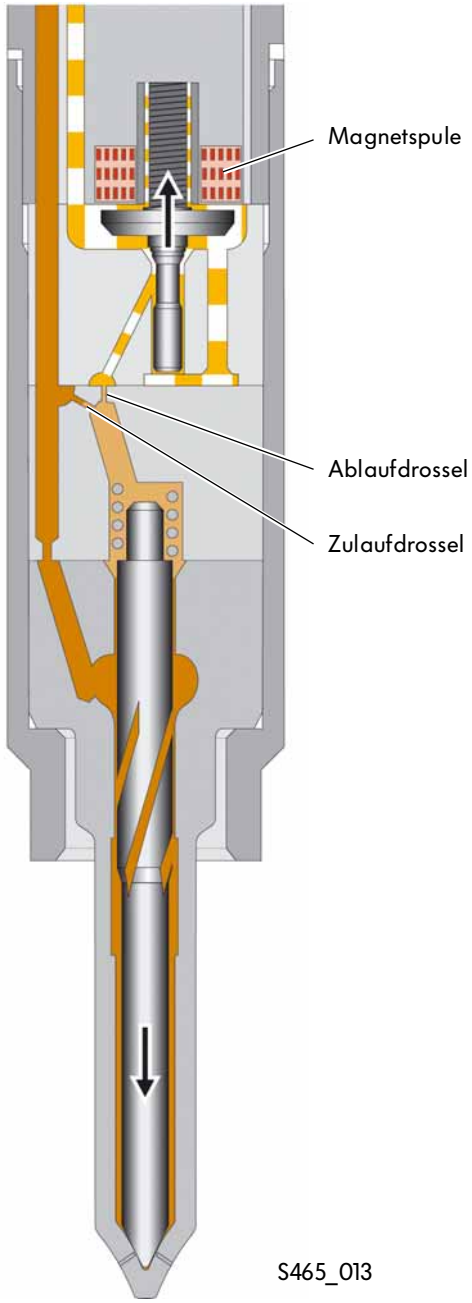
Phase 1

Der Einspritzbeginn wird vom Motorsteuergerät eingeleitet. Dazu steuert es das Magnetventil an.

In der Magnetspule entsteht ein Magnetfeld, dass das Schaltventil von seinem Sitz anhebt.

Die Öffnungsbewegung des Schaltventils wird dabei durch den Unterdruck im Kraftstoffrücklauf unterstützt.

Dadurch ist der Weg vom Steuerraum zum Kraftstoffrücklauf geöffnet. Der Kraftstoff im Steuerraum fließt über die Ablaufdrossel in den Kraftstoffrücklauf. Somit verringert sich der Kraftstoffdruck im Steuerraum der die Düsennadel in ihren Sitz drückt. Die Zulaufdrossel zum Steuerraum ist kleiner als die Ablaufdrossel, um einen raschen Druckausgleich zu verhindern.



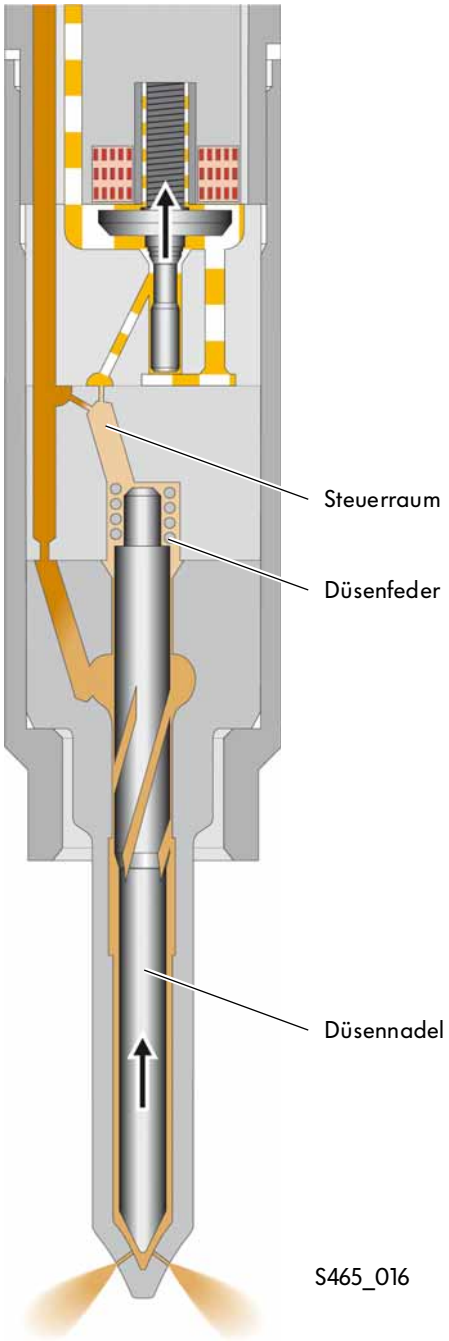
Einspritzbeginn

Phase 2

Sobald der Kraftstoffdruck an der Düsennadel größer ist als der Druck im Steuerraum und die Kraft der Düsenfeder, hebt die Düsennadel von ihrem Sitz ab und die Einspritzung beginnt.

Der Unterdruck im Kraftstoffrücklauf unterstützt den Druckabfall des Kraftstoffdruckes im Steuerraum und erhöht dadurch die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventils.

Der Öffnungsweg der Düsennadel wird durch den Anschlag im Steuerraum begrenzt.



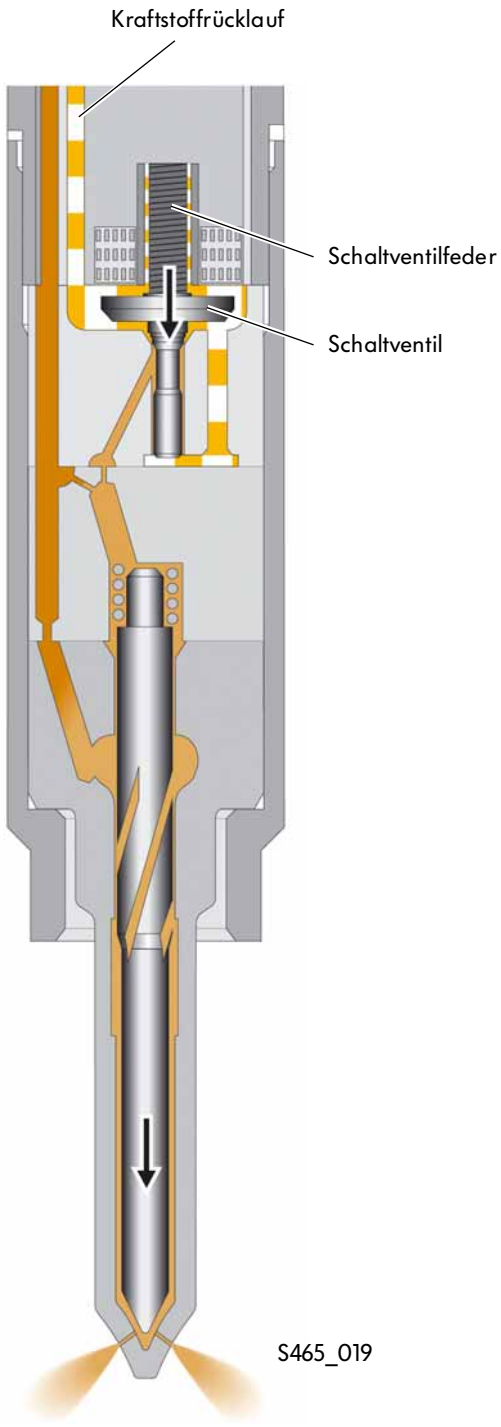
Einspritzende

Phase 1

Das Einspritzende wird vom Motorsteuergerät eingeleitet. Dazu beendet es die Ansteuerung des Magnetventils.

Das Schaltventil wird durch die Kraft der Schaltventil-Feder in den Sitz gedrückt und verschließt somit den Weg vom Steuerraum zum Kraftstoffrücklauf.

Die Schließgeschwindigkeit wird dabei durch den Unterdruck im Kraftstoffrücklauf erhöht.



Einspritzende

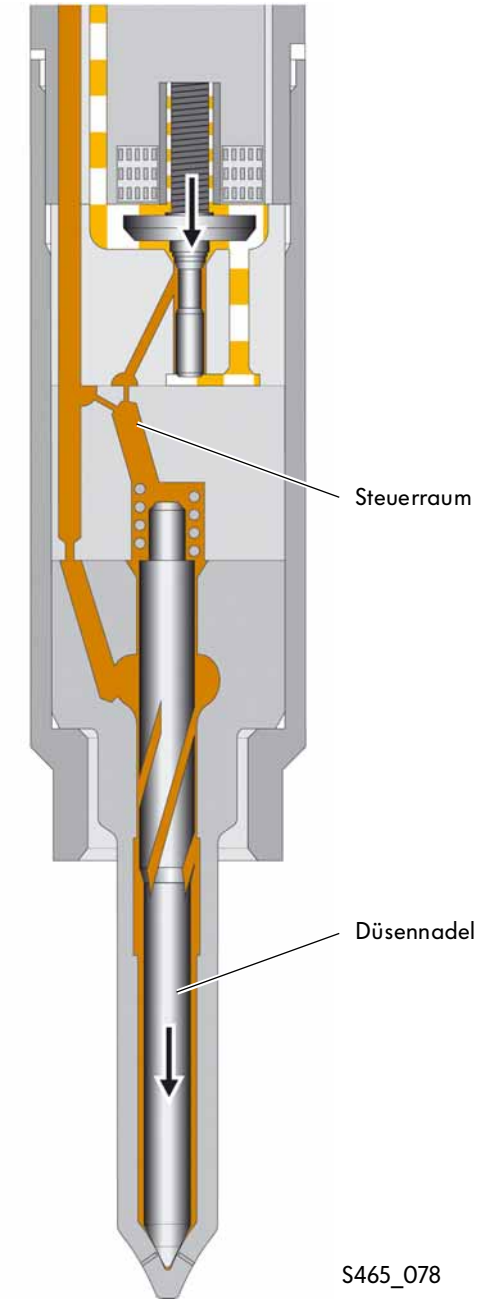
Phase 2

Im Steuerraum steigt der Kraftstoffdruck wieder an, bis er so hoch ist, wie der Druck an der Düsennadel.

Die Kraft der Düsenfeder hebt das Kräftegleichgewicht des Kraftstoffdruckes ober- und unterhalb der Düsennadel auf und drückt die Düsennadel in ihren Sitz.

Der Einspritzvorgang ist beendet und das Einspritzventil befindet sich wieder in Ruhelage.

Die Einspritzmenge wird durch die Ansteuerdauer des Magnetventils und den Raildruck bestimmt. Durch den Unterdruck im Kraftstoffrücklauf werden schnelle Bewegungen des Magnetventils ermöglicht. Somit können mehrere Einspritzungen pro Arbeitstakt vorgenommen und die Einspritzmengen genau angepasst werden.



Korrekturwert für die Einspritzventile

Auf der Kopfseite der Einspritzventile befindet sich ein Datenträger. Auf diesem Datenträger sind neben herstellerspezifischen Angaben, die VW-Teilenummer und ein 20-stelliger Korrekturwert für die Einspritzventile aufgeprägt.

Durch den Korrekturwert wird unterschiedliches Einspritzverhalten der Einspritzventile, welches sich aufgrund von Fertigungstoleranzen ergibt, ausgeglichen.

Der Korrekturwert wird bei der Fertigung des Einspritzventils auf einem Prüfstand ermittelt. Er stellt die Abweichungen zu den Sollwerten dar und beschreibt somit das Einspritzverhalten des jeweiligen Einspritzventils.



S465_098

Das Motorsteuergerät kann mit dem Korrekturwert die Ansteuerung des Einspritzventils im gesamten Kennfeldbereich individuell steuern und korrigieren. Dadurch wird eine präzise Steuerung der Einspritzmengen ermöglicht, die zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen sowie zu einem ruhigen Motorlauf beiträgt.



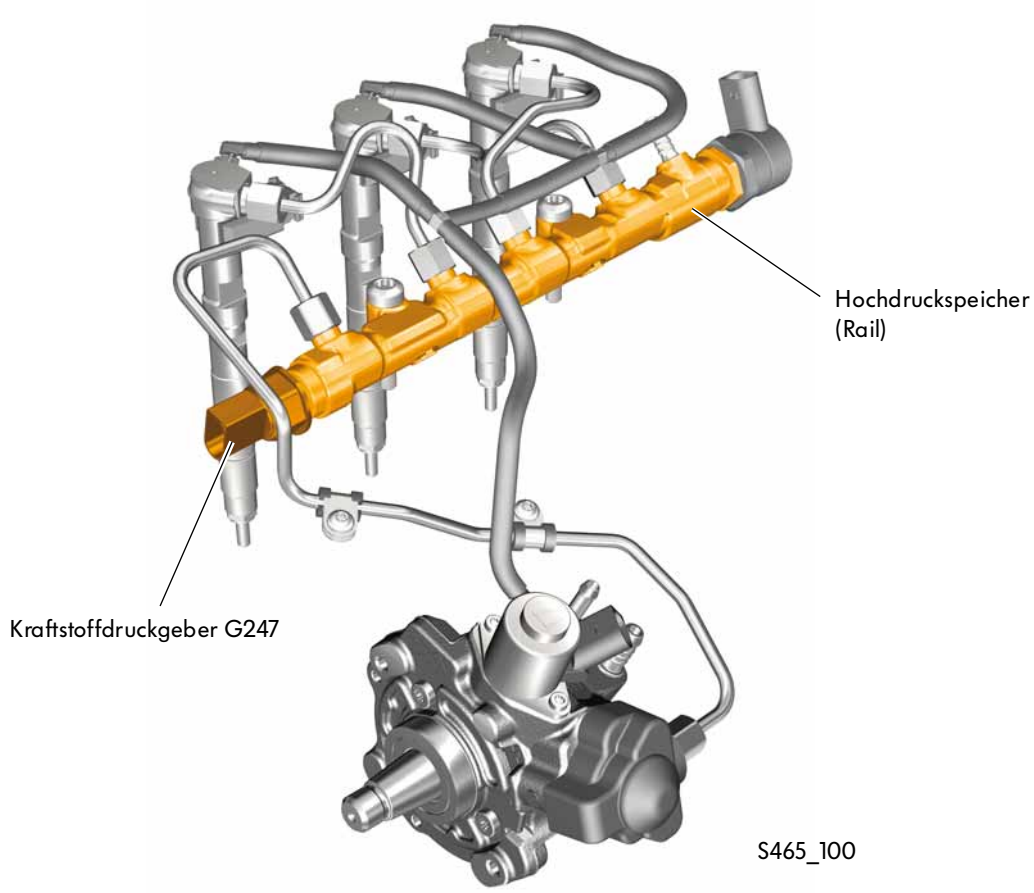
S465_101



Beim Ersatz der Einspritzventile muss der Korrekturwert in der Geführten Fehlersuche unter dem Menüpunkt „Korrekturwerte Einspritzventile lesen/anpassen“ eingegeben werden.

Hochdruckspeicher (Rail)

Das Rail dient als Hochdruckspeicher für den Kraftstoff, der von der Hochdruckpumpe geliefert wird. Es versorgt die Einspritzventile mit der zur Einspritzung benötigten Kraftstoffmenge.



Kraftstoffdruckgeber G247

Der Kraftstoffdruckgeber ermittelt den aktuellen Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher (Rail).
Eine Auswerteelektronik im Kraftstoffdruckgeber wandelt den hydraulischen Druck in ein Spannungssignal um, das vom Motorsteuergerät ausgewertet wird.

Signalverwendung

Das Signal des Kraftstoffdruckgebers wird vom Motorsteuergerät zur Berechnung der Ansteuerdauer der Einspritzventile und der Hochdruckregelung durch das Ventil für Kraftstoffdosierung verwendet.

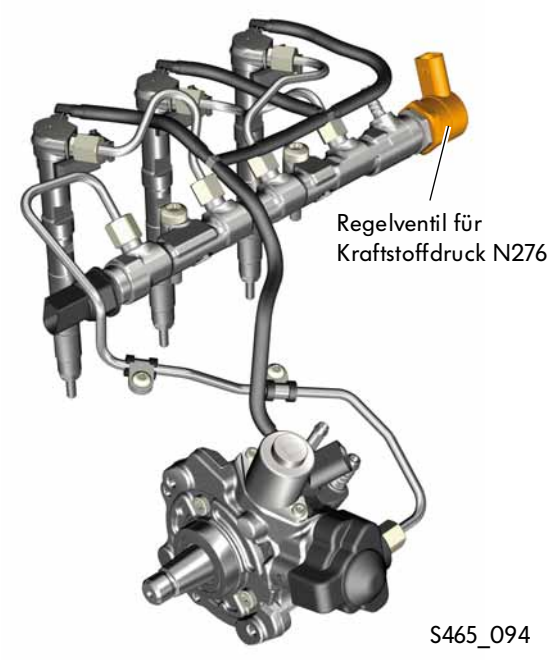
Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Kraftstoffdruckgebers ist kein Motorlauf möglich.

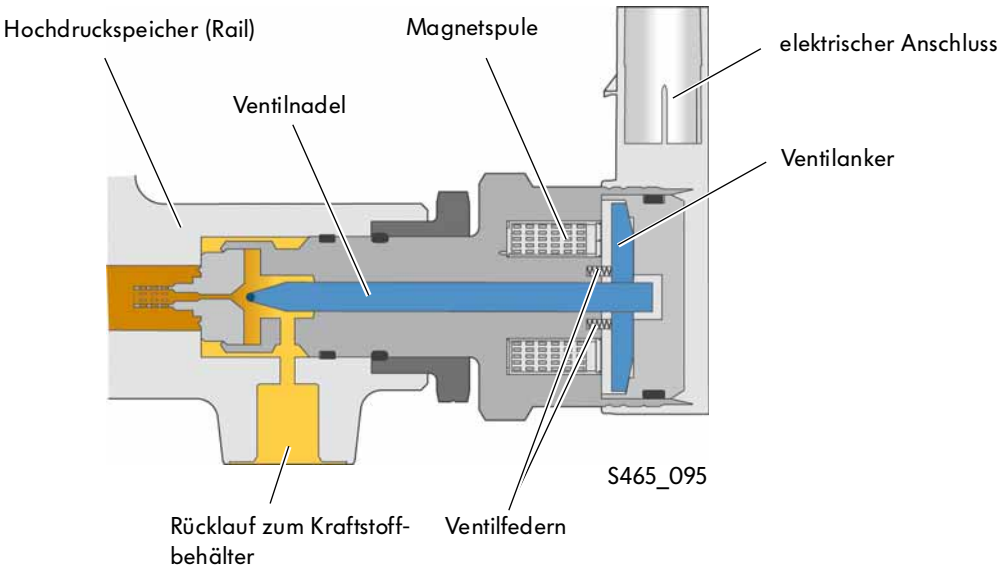
Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Das Regelventil für Kraftstoffdruck befindet sich am Hochdruckspeicher (Rail)

Das Motorsteuergerät steuert das Regelventil mit einem pulsweitenmodulierten Signal an und stellt dadurch den Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich ein.



Aufbau

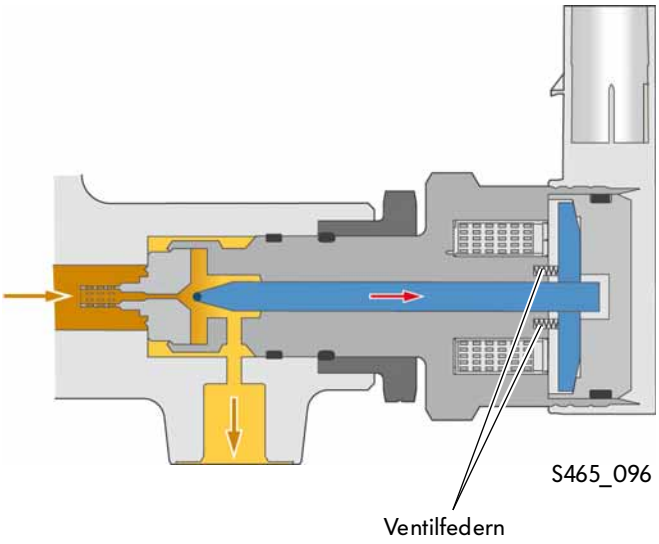


So funktioniert es

Regelventil in Ruhelage (Motor „aus“)

Ist das Regelventil nicht angesteuert, wird das Druckregelventil durch die Ventilfedern geöffnet. Der Hochdruckbereich ist mit dem Kraftstoffrücklauf verbunden.

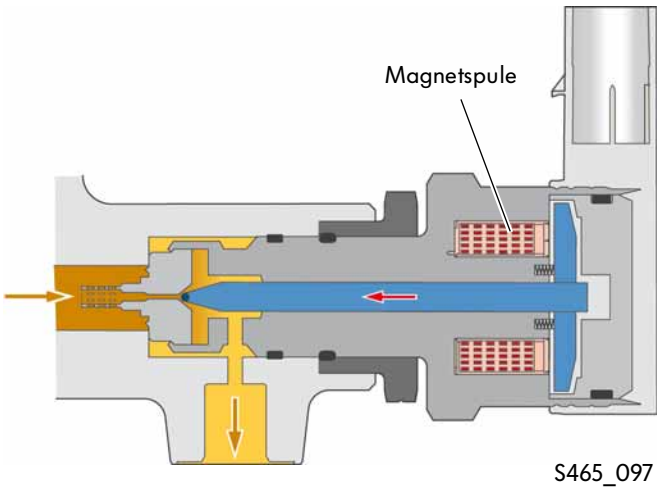
Dadurch wird ein Volumenausgleich zwischen Kraftstoffhochdruck- und Kraftstoffniederdruckbereich sichergestellt. Dampfblasen, die während des Abkühlvorgangs bei Motorstillstand im Hochdruckspeicher (Rail) entstehen können, werden vermieden und somit das Startverhalten des Motors verbessert.



Regeventil angesteuert (Motor „ein“)

Um den Betriebsdruck von 230 bis 1800 bar im Hochdruckspeicher einzustellen, wird das Regelventil vom Motorsteuergerät angesteuert. Daraufhin entsteht in der Magnetspule ein Magnetfeld. Der Ventilanker wird angezogen und drückt die Ventilnadel in ihren Sitz. Dem Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher wird damit eine magnetische Kraft entgegengesetzt.

Bei betriebswarmem Motor wird der Kraftstoffhochdruck ausschließlich durch das Ventil für Kraftstoffdosierung geregelt. Das Regelventil für Kraftstoffdruck ist dabei vollständig geschlossen.



Auswirkungen bei Ausfall

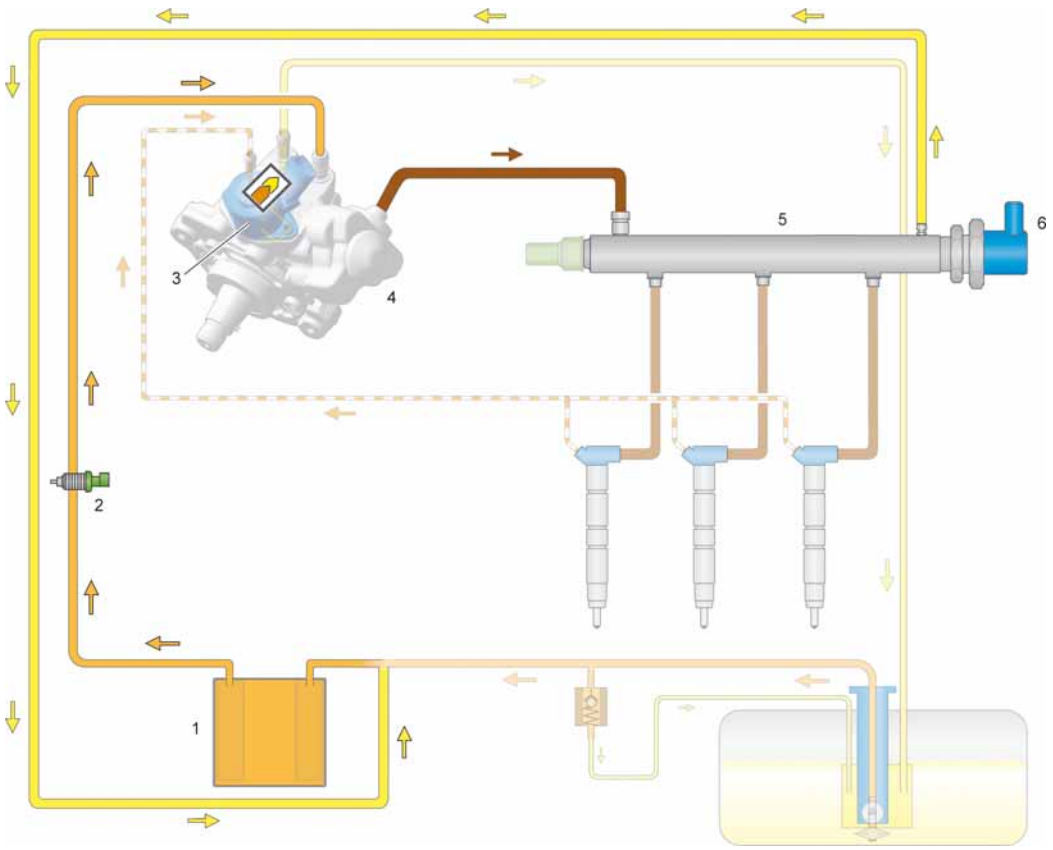
Bei Ausfall des Regelventils für Kraftstoffdruck ist kein Motorlauf möglich, da kein ausreichend hoher Kraftstoffdruck für die Einspritzung aufgebaut werden kann.

Vorwärmung des Kraftstofffilters

Um bei kalten Kraftstofftemperaturen zu verhindern, dass der Kraftstofffilter durch auskristallisierende Parafine verstopft, wird gezielt erwärmter Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (Rail) in die Vorlaufleitung vor den Kraftstofffilter gesteuert.

Damit der Kraftstoff bei kaltem Motor schnell erwärmt werden kann, gelangt durch die Regelung des Ventils für Kraftstoffdosierung N290 mehr Kraftstoff in den Druckraum der Hochdruckpumpe als zur Einspritzung notwendig ist. Der bei der Druckerzeugung erwärmte Kraftstoff wird aus dem Hochdruckspeicher (Rail) über das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 in die Rücklaufleitung von den Kraftstofffilter geleitet.

Sobald der Kraftstoff eine bestimmte Temperatur erreicht hat, bleibt das Regelventil für Kraftstoffdruck vollständig geschlossen. Die Regelung des Kraftstoffhochdruckes erfolgt dann ausschließlich durch das Ventil für Kraftstoffdosierung N290.



S465_099

Legende

1 - Kraftstofffilter
2 - Kraftstofftemperaturgeber G81
3 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290
4 - Hochdruckpumpe
5 - Hochdruckspeicher (Rail)
6 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Systemübersicht

Sensoren

Motordrehzahlgeber G28

Hallgeber G40

Gaspedalstellungsgeber G79
Gaspedalstellungsgeber 2 G185

Luftmassenmesser G70

Kühlmitteltemperaturgeber G62

Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83

Ladedruckgeber G31
Ansaugluftemperaturgeber G42

Kraftstofftemperaturgeber G81

Kraftstoffdruckgeber G247

Klopfsensor 1 G61

Potenziometer für Abgasrückführung G212

Lambdasonde G39

Drucksensor 1 für Abgas G450

Abgastemperaturgeber 1 G235

Abgastemperaturgeber 3 G495

Abgastemperaturgeber 4 G648

Bremslichtschalter F

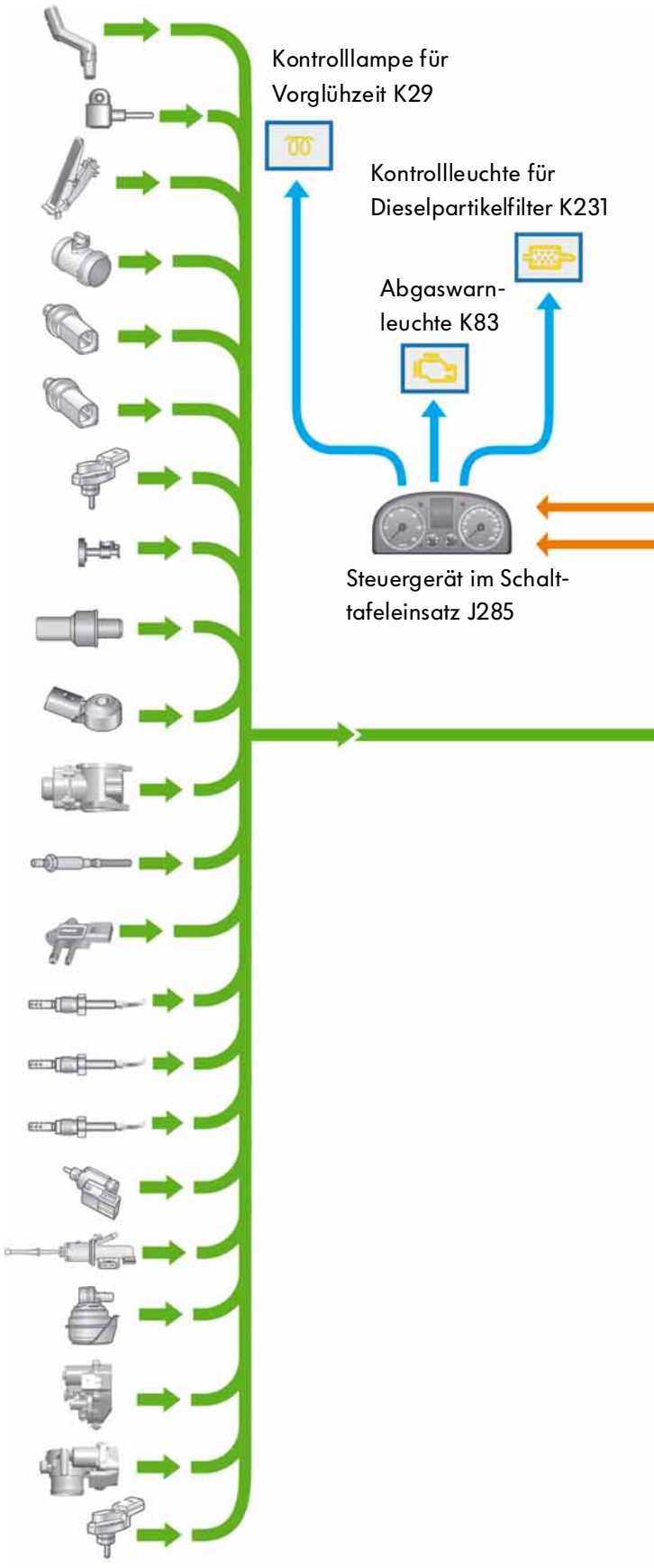
Kupplungspositionsgeber G476

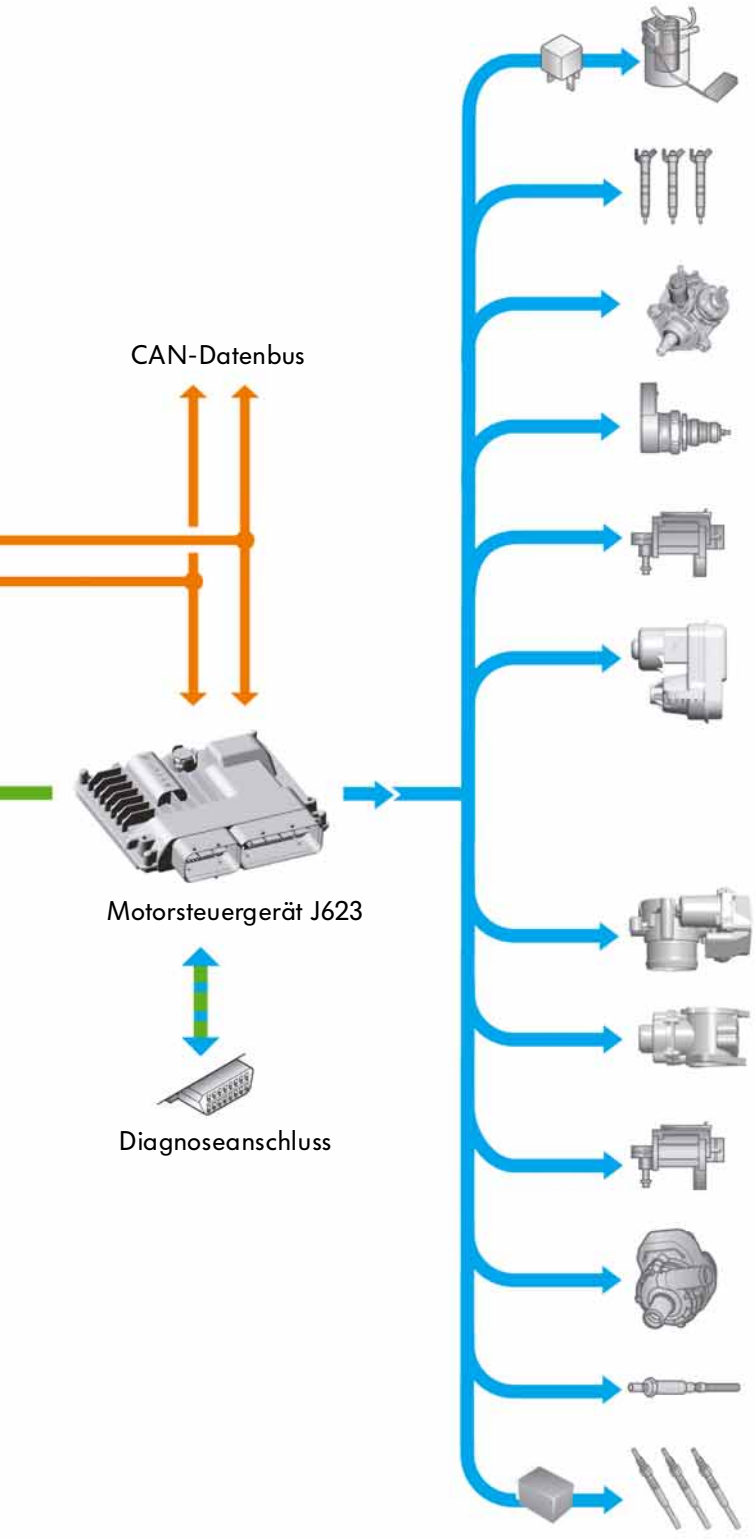
Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Potenziometer für Saugrohrklappe G336

Drosselklappenpotenziometer G69

Ölstands- und Öltemperaturgeber G266





Aktoren

Relais für Kraftstoffvorlauf J643
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Einspritzventil für Zylinder 1 N30
Einspritzventil für Zylinder 2 N31
Einspritzventil für Zylinder 3 N32

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Motor für Saugrohrklappe V157

Drosselklappensteuereinheit J338

Abgasrückführungsventil N18

Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345

Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178

Heizung für Lambdasonde Z19

Steuergerät für Glühzeitautomatik J179
Glühkerze 1 Q10
Glühkerze 2 Q11
Glühkerze 3 Q12

S465_076

Das Motorsteuergerät

Das Motormanagementsystem des 1,2l-TDI-Motors mit Common-Rail-Einspritzsystem hat die Bezeichnung:

Delphi DCM 3.7

Delphi = Herstellerfirma des Motormanagementsystems
DCM = Diesel Control Module
3.7 = Entwicklungsstufe

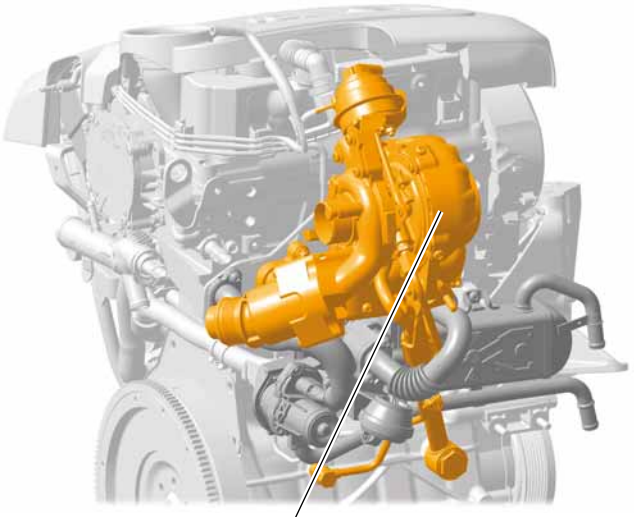
Das Motormanagementsystem prüft alle Prozesse, die zur Regelung des Einspritzsystems und der Motorsteuerung notwendig sind. Zudem kommuniziert das Motorsteuergerät über den CAN-Datenbus mit den Steuergeräten der anderen Fahrzeugsysteme zum Austausch von Informationen.



S465_079

Der Turbolader

Der Ladedruck des 1,2l-TDI-Motors wird durch einen Turbolader mit verstellbaren Leitschaufeln erzeugt. Mit den verstellbaren Leitschaufeln kann der Abgasstrom auf das Turbinenrad des Turboladers beeinflusst werden. Dies hat den Vorteil, dass über den gesamten Drehzahlbereich ein optimaler Ladedruck und damit eine gute Verbrennung erreicht werden können.

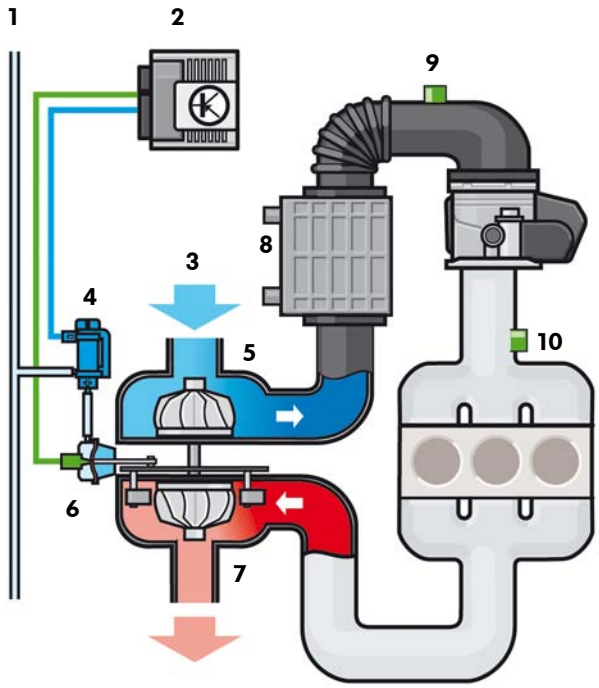


S465_106



Der Aufbau und die Funktionsweise des Turboladers werden im Selbststudienprogramm Nr. 190 „Der verstellbare Turbolader“ erläutert.

Ladedruckregelung



S465_077

Legende

1 - Unterdrucksystem
2 - Motorsteuergerät J623
3 - Ansaugluft
4 - Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75
5 - Verdichter des Turboladers
6 - Unterdruckdose mit Positionsgeber für Ladedrucksteller G581
7 - Abgasturbine mit Leitschaufelverstellung
8 - Ladeluftkühler
9 - Ansaugluftemperaturgeber G42
10 - Ladedruckgeber G31

Die Ladedruckregelung steuert die Luftmenge, die vom Turbolader verdichtet wird.

Der Turbolader erhöht den Druck im Ansaugtrakt des Motors, so dass während des Ansaugtaktes eine größere Menge Luft in den Zylinder gelangt. Damit steht mehr Sauerstoff zur Verbrennung einer entsprechend größeren Kraftstoffmenge zur Verfügung. Das Resultat ist eine Leistungssteigerung bei gleichem Hubraum und gleicher Drehzahl.

Eine Leistungssteigerung wird auch durch die Verwendung eines Ladeluftkühlers erreicht. Die über den Luftfilter angesaugte Verbrennungsluft heizt sich auf dem Weg zum Motor, besonders im Turbolader, stark auf. Die Luftmenge und damit die für die Verbrennung zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge nehmen ab. Im Ladeluftkühler wird die Luft wieder abgekühlt und somit die Luftdichte weiter erhöht.



Weitere Informationen zur Ladedruckregelung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 403 „Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem“.

Die Drosselklappensteuereinheit J338

Am Saugrohr des Motors ist die Drosselklappensteuereinheit montiert.

In der Drosselklappensteuereinheit befindet sich ein Elektromotor, der über ein Getriebe die Drosselklappe betätigt. Die Verstellung der Drosselklappe ist stufenlos und kann an die jeweilige Last und Drehzahl des Motors angepasst werden.

Die Drosselklappensteuereinheit hat folgende Aufgaben:

In bestimmten Betriebssituationen wird durch die Drosselklappe eine Differenz zwischen Saugrohrdruck und Abgasdruck erzeugt. Durch die Druckdifferenz wird eine wirksam funktionierende Abgasrückführung erreicht.

Im Regenerationsbetrieb des Dieselpartikelfilters wird mit der Drosselklappe die Ansaugluftmenge geregelt.

Beim Abstellen des Motors wird die Klappe geschlossen. Dadurch wird weniger Luft angesaugt und verdichtet, wodurch der Motor weich ausläuft.



S465_116

Drosselklappensteuereinheit J338 mit Drosselklappenpotenziometer G69

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall ist keine korrekte Regelung der Abgasrückführungsrate möglich. Eine aktive Regeneration des Dieselpartikelfilters findet nicht statt.



Detaillierte Informationen zur Drosselklappensteuereinheit finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 368 „Der 2,0l-125kW-TDI-Motor mit 4-Ventiltechnik“.

Drosselklappenpotenziometer G69

Das Drosselklappenpotenziometer ist im Antrieb der Drosselklappe integriert. Das Sensorelement erfasst die aktuelle Stellung der Drosselklappe.

Signalverwendung

Anhand des Signals erkennt das Motorsteuergerät die aktuelle Stellung der Drosselklappe. Diese Information wird für die Regelung der Abgasrückführung und die Partikelfilter-Regeneration benötigt.

Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall wird die Abgasrückführung ausgeschaltet und es findet keine aktive Regeneration des Dieselpartikelfilters statt.

Die Sensoren

Klopfsensor G61

Der Klopfsensor ist ein Sensor, der die Schwingungen des Motors aufnimmt und diese als Signal an das Motorsteuergerät sendet. Durch den Klopfsensor wird beim Dieselmotor der Verbrennungsvorgang an dem jeweiligen Zylinder erkannt und die Ansteuerung des entsprechenden Einspritzventils durch das Motorsteuergerät angepasst.

Der Klopfsensor befindet sich im Zylinderblock in Höhe des Zylinders 2. Die Einbauposition ist so gewählt, dass ein maximales Signal von allen Zylindern empfangen werden kann.



S465_089

Signalverwendung

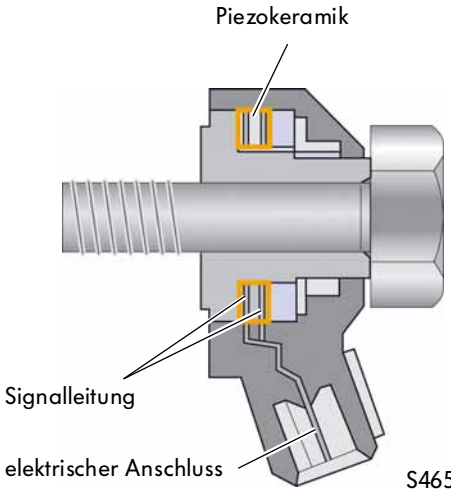
Mit dem Signal des Klopfsensors erkennt das Motorsteuergerät den Verbrennungsvorgang und somit den tatsächlichen Einspritzbeginn am jeweiligen Zylinder. Dadurch kann das Motorsteuergerät stetig die Ansteuerung des Einspritzventils anpassen. Ein verändertes Einspritzverhalten der Einspritzventile über eine längere Betriebszeit kann dadurch ausgeglichen werden. Durch das Signal des Klopfsensors ist es möglich, selbst kleinste Einspritzmengen genau zu dosieren und dadurch den Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen zu reduzieren.



Bitte beachten Sie im Reparaturleitfaden die Angaben zur Montage des Klopfsensors am Zylinderblock. Ein falsches Anzugsdrehmoment kann zu Schäden oder einem verzerrten Signal führen.

Aufbau des Klopfsensors

Der Aufbau des Klopfsensors beim Dieselmotor entspricht dem eines Klopfsensors beim Ottomotor. Die Körperschall-Schwingungen und der Körperschall des Motors werden auf die Piezokeramik des Sensors übertragen. An der Piezokeramik entsteht durch diese Schwingungen eine elektrische Spannung, die dem Motorsteuergerät als Signal übermittelt wird.

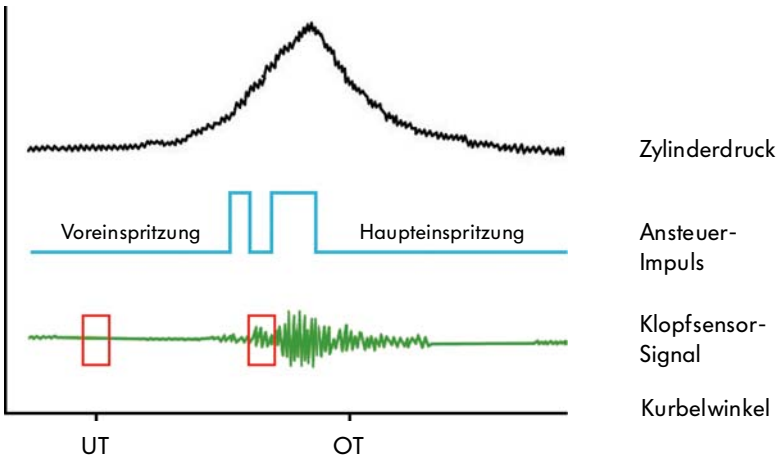


S465_115

Funktion der Einspritzerkennung

Um die Körperschall-Schwingungen des Verbrennungsvorgangs von den Körperschall-Schwingungen der Hintergrundgeräusche im Kurbeltrieb unterscheiden zu können, werden die Geräusche in zwei Zeitfenstern vom Motorsteuergerät ermittelt. Anschließend werden die beiden Messergebnisse ins Verhältnis gesetzt und verglichen.
Im ersten Zeitfenster ist der Zeitpunkt der Messung so gelegt, dass keine Verbrennung stattfinden kann – zum Beispiel im unteren Totpunkt der Kurbelwelle.
Im zweiten Zeitfenster wird die Intensität der Verbrennung nach einer Voreinspritzung ermittelt. Der Zeitpunkt der Messung ist so gewählt, dass nur die Verbrennungsgeräusche ermittelt werden, die durch die Voreinspritzung verursacht werden. Das zweite Zeitfenster liegt deshalb unmittelbar vor der Haupteinspritzung.

Einspritzvorgang mit einer Voreinspritzung



S465_103

Funktion der Einspritzanpassung

Im Motorsteuergerät ist ein Sollwert für die minimale Ansteuerzeit des Magnetventils zur Einspritzung gespeichert. Dieser Ansteuerimpuls muss mindestens vorhanden sein, damit eingespritzt werden kann.

Ist der Ansteuerimpuls zu gering, erfolgt keine Einspritzung, da die Ansteuerzeit für das Magnetventil zu kurz ist, um die Düsennadel des Einspritzventils anzuheben.

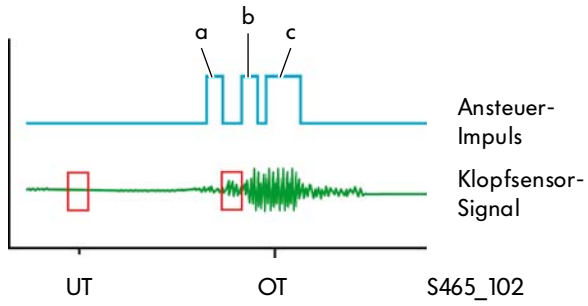
Ist der Ansteuerimpuls zu groß, wird zuviel Kraftstoff eingespritzt, da die Düsennadel des Einspritzventils länger geöffnet bleibt als vorgegeben ist.

Bei der Einspritzanpassung wird die Abweichung der minimalen Ansteuerzeit bei einer Einspritzung von dem gespeicherten Sollwert ermittelt. Weicht die minimale Ansteuerzeit vom Sollwert ab, korrigiert das Motorsteuergerät die Ansteuerzeit des Magnetventils.

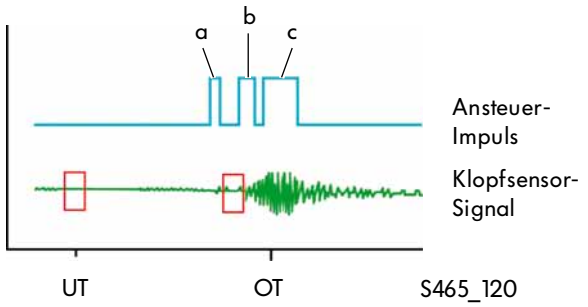
Lernvorgang

Um den minimalen Ansteuerimpuls für ein Einspritzventil herauszufinden, steuert das Motorsteuergerät das Magnetventil mit einer vorgegebenen Zeit an. Anschließend wird, je nach Verbrennungsgeräusch, die Ansteuerzeit des Magnetventils verringert oder vergrößert bis keine Voreinspritzung mehr erfolgt. Dieser Ansteuerwert wird als Korrekturwert im Motorsteuergerät gespeichert.

Langer Ansteuerimpuls für Voreinspritzung



Kurzer Ansteuerimpuls für Voreinspritzung



a) Voreinspritzung für Lernfunktion zur Einspritzanpassung
b) Voreinspritzung zur Geräuschreduzierung
c) Haupteinspritzung

Um beim Lernvorgang der Einspritzanpassung die Verbrennungsgeräusche zu reduzieren, erfolgt unmittelbar vor der Haupteinspritzung eine weitere Voreinspritzung.

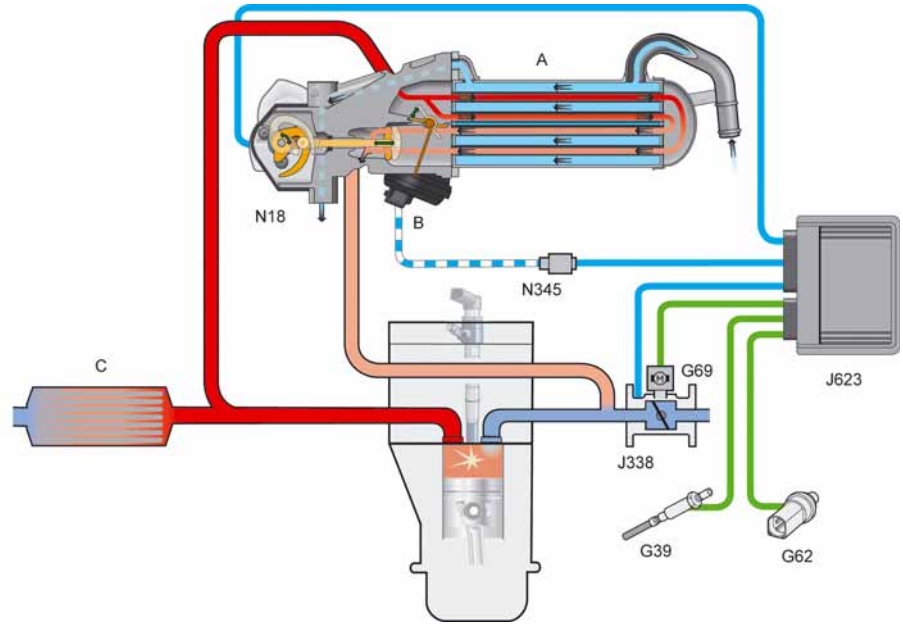
Die minimale Ansteuerzeit wird bei betriebswarmem Motor und bestimmten Betriebsbedingungen für jeden Zylinder separat ermittelt.

Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Klopfsensor-Signals wird im Motorsteuergerät ein Fehler eingetragen. Die Einspritzventile werden mit den im Motorsteuergerät gespeicherten Ansteuerimpuls-Werten angesteuert.

Die Abgasrückführung

Die Abgasrückführung ist eine Maßnahme zur Verringerung der Stickoxidemissionen. Durch die Abgasrückführung wird ein Teil der Abgase dem Verbrennungsprozess erneut zugeführt. Dabei wird der Sauerstoffanteil des Kraftstoff-Luft-Gemisches verringert, was eine langsamere Verbrennung bewirkt. Dadurch sinkt die Verbrennungsspitzentemperatur und die Stickoxidemission wird verringert.



S465_105

Legende

G39 Lambdasonde
G62 Kühlmitteltemperaturgeber
G69 Drosselklappenpotenziometer
J338 Drosselklappensteuereinheit
J623 Motorsteuergerät
N18 Abgasrückführungsventil
N345 Umschaltventil für Kühler für Abgasführung
A Abgasrückführungsmodul
B Unterdruckdose
C Katalysator

Die Abgasrückführungsmenge wird nach einem Kennfeld im Motorsteuergerät gesteuert. Dabei werden die Motordrehzahl, die Einspritzmenge, die angesaugte Luftmasse, die Ansauglufttemperatur und der Luftdruck berücksichtigt.

Im Abgasstrang vor dem Partikelfilter befindet sich eine Breitband-Lambdasonde. Mit der Lambdasonde kann der Sauerstoffanteil im Abgas über einen großen Messbereich erfasst werden. Für das Abgasrückführungs-System wird das Signal der Lambdasonde als Korrekturwert zur Regelung der Abgasrückführungsmenge verwendet.

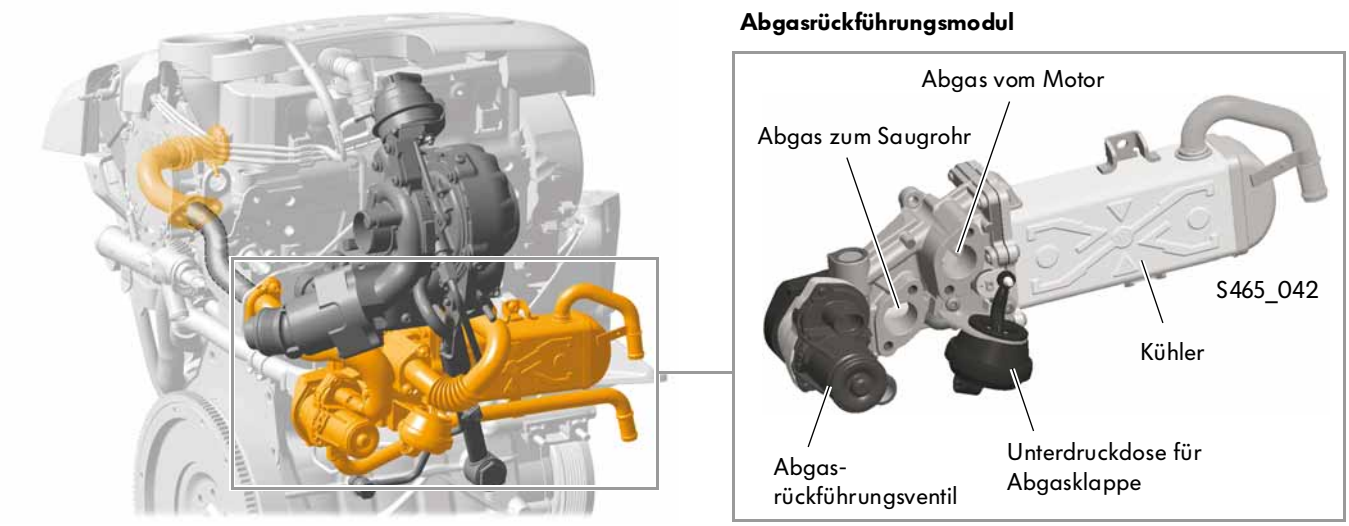
Ein Kühler für Abgasrückführung sorgt dafür, dass durch die Kühlung der zurückgeführten Abgase die Verbrennungstemperatur zusätzlich gesenkt wird und eine größere Menge an Abgasen zurückgeführt werden kann.

Diese Wirkung wird durch die Niedertemperatur-Abgasrückführung noch verstärkt.

Die Funktion der Niedertemperatur-Abgasrückführung ist in diesem Heft auf Seite 13 erklärt.

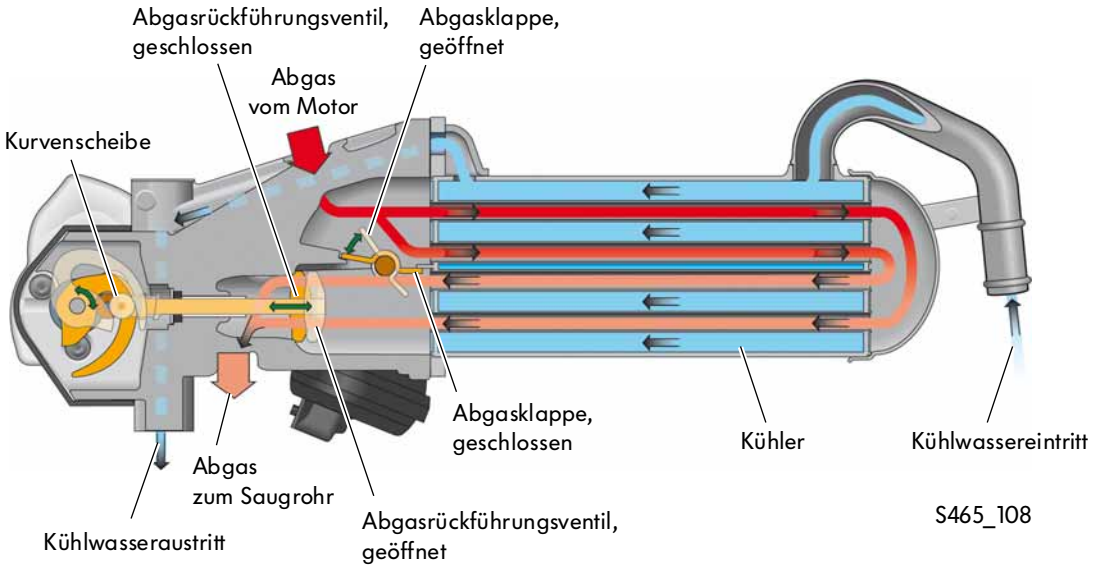
Abgasrückführungsmodul

Beim 1,2l-TDI-Motor sind das Abgasrückführungsventil und der Abgaskühler mit Abgasklappe in einem Modul zusammengefasst. Die Vorteile der Modulbauweise sind ein kompakter Bauraum und eine gleichzeitig kürzere Regelstrecke. Das Abgasrückführungsmodul wird auf der Abgasseite an Zylinderkopf und Abgaskrümmer verschraubt. Die Verbindung des Moduls mit dem Saugrohr wird direkt durch den Zylinderkopf geführt. Dadurch wird eine zusätzliche Kühlung der zurückgeführten Abgase erreicht.



S465_005

Aufbau



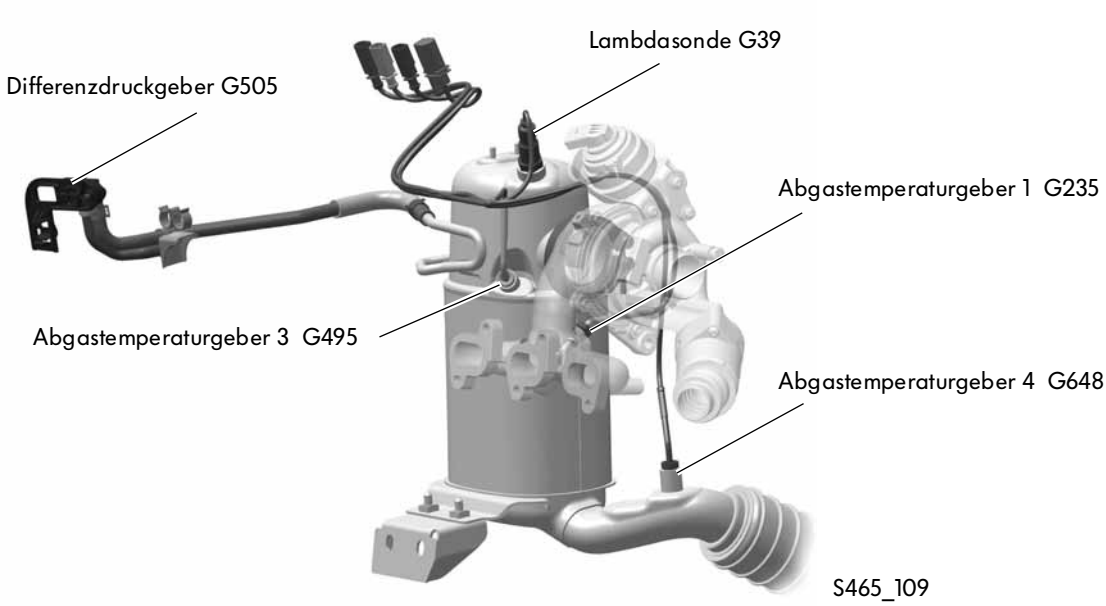
S465_108



Weitere Informationen zum Funktionsprinzip der Abgasrückführung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 316 „Der 2,0l-TDI-Motor“.

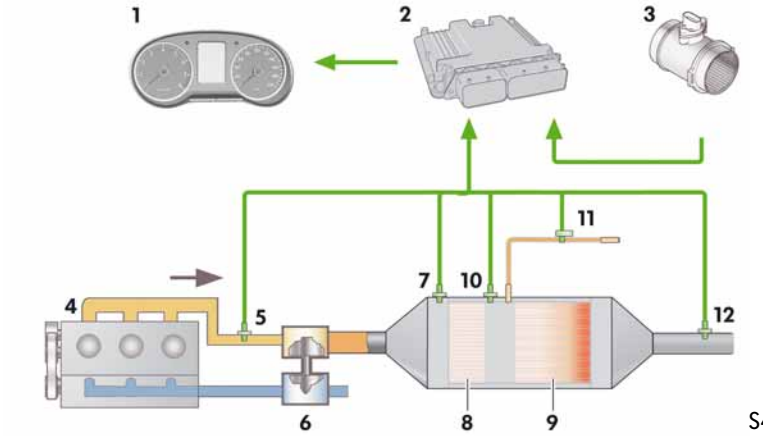
Das Dieselpartikelfiltersystem

Die bei der Verbrennung entstehenden Rußpartikel werden, neben innermotorischen Maßnahmen, zusätzlich durch einen Dieselpartikelfilter vermindert.
Der Dieselpartikelfilter befindet sich zusammen mit dem Oxidationskatalysator in einem Gehäuse. Im Polo ist das Gehäuse motornah angeordnet, um die Betriebstemperatur von Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter schnell zu erreichen.



S465_109

Systemübersicht



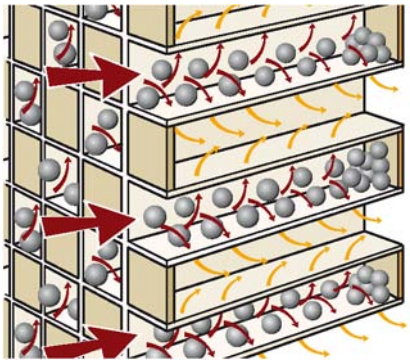
S465_110

Legende

1 - Steuergerät im Schalttafeleinsatz J285
2 - Motorsteuergerät J623
3 - Luftmassenmesser G70
4 - Dieselmotor
5 - Abgastemperaturgeber 1 G235
6 - Turbolader
7 - Lambdasonde G39
8 - Oxidationskatalysator
9 - Dieselpartikelfilter
10 - Abgastemperaturgeber 3 G495
11 - Differenzdruckgeber G505
12 - Abgastemperaturgeber 4 G648

Aufbau

Der Dieselpartikelfilter besteht aus einem wabenförmigen Keramikkörper, der in eine Vielzahl von kleinen Kanälen unterteilt ist. Diese Kanäle sind wechselseitig verschlossen und somit in Ein- und Auslasskanäle aufgeteilt.



S465_112

Funktion

Das rußhaltige Abgas strömt durch die porösen Filterwände der Eingangskanäle. Dabei werden die Rußpartikel, im Gegensatz zu den gasförmigen Bestandteilen des Abgases, an den Filterwänden der Eingangskanäle zurückgehalten.

Regeneration

Damit sich der Partikelfilter nicht mit Rußpartikeln zusetzt und in seiner Funktion beeinträchtigt wird, muss er regelmäßig regeneriert werden.

Beim Regenerationsvorgang werden die im Partikelfilter gesammelten Rußpartikel verbrannt.

Passive Regeneration

Bei der passiven Regeneration werden die Rußpartikel, ohne Eingriff der Motorsteuerung, kontinuierlich verbrannt. Dies geschieht überwiegend bei hoher Motorlast bei Abgastemperaturen von 350 °C - 500 °C.

Die Rußpartikel werden dabei durch eine Reaktion mit Stickstoffdioxid in Kohlendioxid umgewandelt.

Aktive Regeneration

In einem hohen Anteil des Betriebsbereiches sind die Abgastemperaturen für eine passive Regeneration zu niedrig. Da passiv keine Rußpartikel mehr abgebaut werden können, wird über die Motorsteuerung eine aktive Regeneration eingeleitet, sobald eine bestimmte Rußbeladung im Filter erreicht ist. Durch Nacheinspritzungen werden die Abgastemperatur auf ca. 550 °C - 650 °C erhöht und die Rußpartikel zu Kohlendioxid verbrannt.



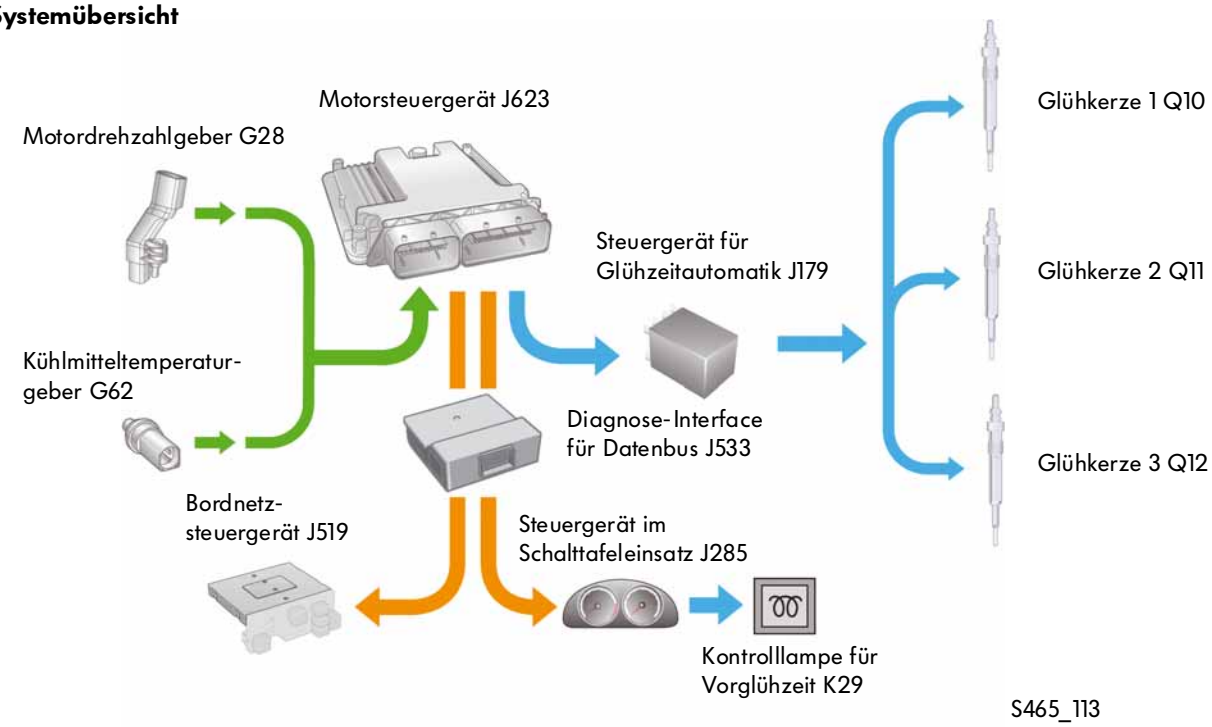
Detaillierte Informationen zum Dieselpartikelfiltersystem finden Sie in den Selbststudienprogrammen Nr. 336 „Der katalytisch beschichtete Dieselpartikelfilter“ und Nr. 403 „Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem“.

Die Vorglühanlage

Eine Diesel-Schnellstart-Vorglühanlage ermöglicht dem 1,2l-TDI-Motor einen, den Ottomotoren vergleichbaren, Motorstart ohne lange Vorglühzeit.

Durch eine extrem kurze Aufheizzeit werden innerhalb von 2 Sekunden bis zu 1000 °C an den Glühkerzen erreicht. Somit wird praktisch unter allen klimatischen Bedingungen ein „ottomotorischer“ Sofortstart des Motors erreicht.

Systemübersicht



Steuergerät für Glühzeitautomatik J179

Das Steuergerät für Glühzeitautomatik erhält die Information zur Glühfunktion von dem Motorsteuergerät. Der Glühzeitpunkt, die Glühdauer, die Ansteuerfrequenz und das Tastverhältnis für die Glühkerzen werden somit vom Motorsteuergerät bestimmt.

Das Steuergerät für Glühzeitautomatik übernimmt folgende Funktionen:

1. Schalten der Glühkerzen mit einem PWM-Signal (PWM = pulsweitenmoduliert),
   - PWM-Low-Pegel = Glühkerze bestromt
   - PWM-High-Pegel = Glühkerze stromlos

2. Integrierte Überspannungs- und Übertemperaturabschaltung

3. Einzelkerzenüberwachung
   - Erkennung von Überstrom und Kurzschluss im Glühkreis
   - Diagnose der Glühelektronik
   - Erkennung eines offenen Glühkreises bei Ausfall einer Glühkerze

Vorglühen

Die Ansteuerung der Stahl-Glühkerzen erfolgt vom Motorsteuergerät über das Steuergerät für Glühzeitautomatik J179 mit Hilfe eines pulsweitenmodulierten Signals (PWM-Signal). Dabei wird die elektrische Spannung an den Glühkerzen über die Frequenz der PWM-Impulse eingestellt. Zum Schnellstart bei einer Außentemperatur von weniger als 18 °C liegt beim Vorglühen eine Maximalspannung von 11,5 Volt an. Diese hohe Spannung gewährleistet, dass sich die Glühkerze innerhalb kürzester Zeit (max. 2 Sekunden) auf über 1000 °C aufheizt. Dadurch verringert sich die Vorglühzeit des Motors.

Nachglühen

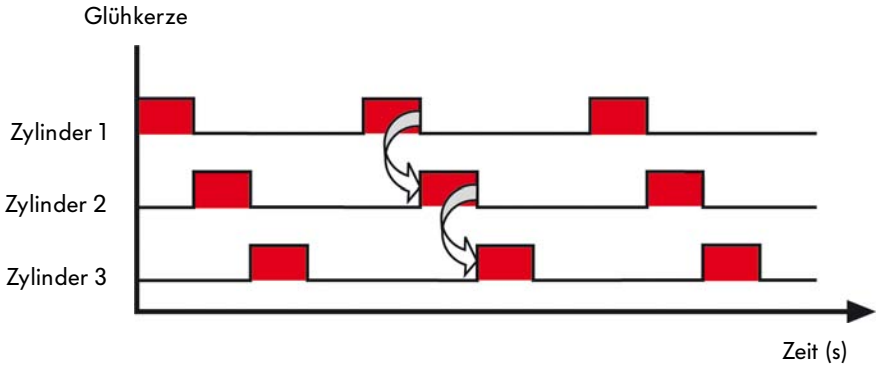
Durch eine kontinuierliche Verringerung des Tastverhältnisses des PWM-Signals, wird die Spannung für das Nachglühen abhängig vom Betriebspunkt auf die Nennspannung von 4,4 Volt eingestellt.

Nachgeglüht wird bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 18 °C nach dem Motorstart für max. 5 Minuten.

Das Nachglühen trägt dazu bei, die Kohlenwasserstoff-Emissionen und die Verbrennungsgeräusche in der Warmlaufphase des Motors zu verringern.

Phasenversetzte Ansteuerung der Glühkerzen

Um die Bordnetzspannung während der Glühphasen zu entlasten, werden die Glühkerzen phasenversetzt angesteuert. Die fallende Signalflanke steuert dabei immer die nächste Glühkerze an.



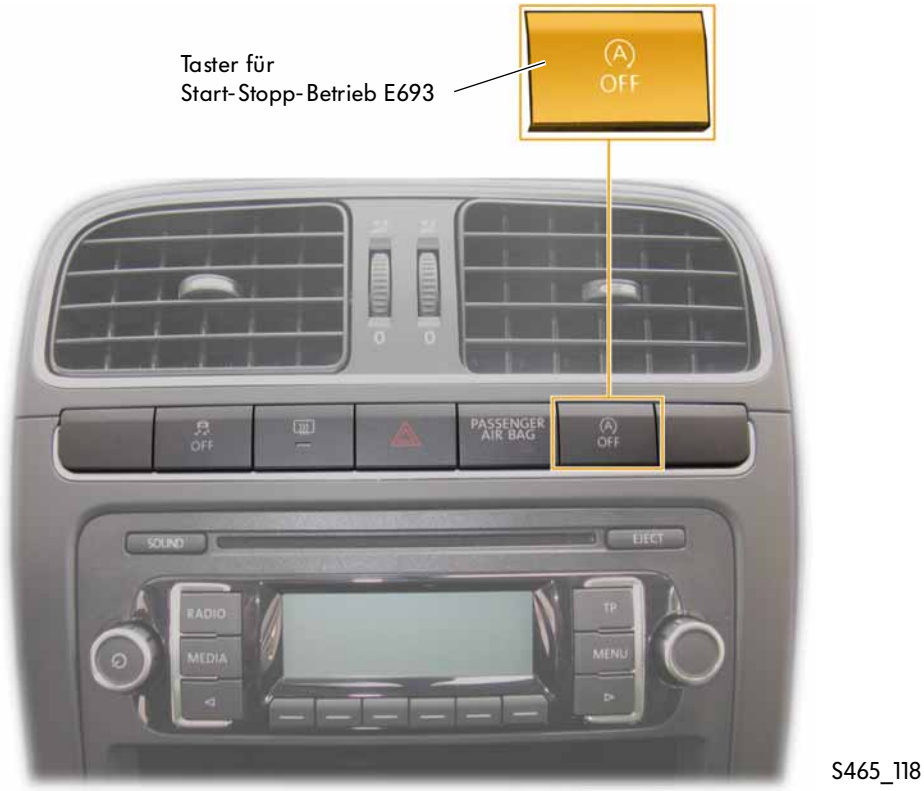
S465_119

Die Start-Stopp-Anlage

Der im Polo Blue Motion verbaute 1,2l-TDI-Motor verfügt serienmäßig über eine Start-Stopp-Anlage.

Die Start-Stopp-Anlage dient zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch, Abgasemissionen und Lärm. Dazu wird in Standphasen des Fahrzeugs der Motor automatisch abgeschaltet und beim Anfahrwunsch des Fahrers selbständig wieder gestartet.

Die Funktion der Start-Stopp-Anlage ist in der Software des Motorsteuergerätes integriert. Das System verwendet eine Vielzahl von Signalen diverser Sensoren und Fahrzeugsysteme, um die Ein- und Ausschaltbedingungen zu prüfen und den Start-Stopp-Betrieb auszuführen.
In welchen Betriebssituationen und wie häufig der Motor ausgeschaltet wird, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Grundsätzlich gilt, dass der Komfort und die Fahrsicherheit für die Fahrzeuginsassen erhalten werden müssen. In diesen Fällen wird der Verbrennungsmotor auch bei aktivierter Start-Stopp-Anlage nicht ausgeschaltet. Der Verbrennungsmotor treibt bei Bedarf die komfort- und sicherheitsrelevanten Komponenten weiterhin an.

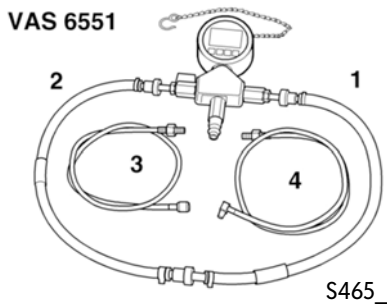
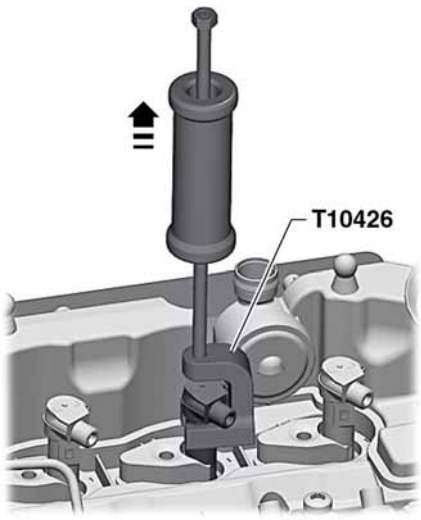
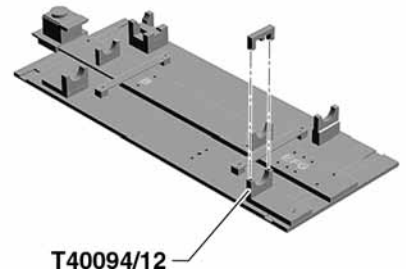


S465_118



Ausführliche Informationen zur Start-Stopp-Anlage finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 426 „Die Start-Stopp-Anlage 2009“.

Spezialwerkzeuge und Betriebseinrichtungen

Bezeichnung	Werkzeug/Betriebseinrichtung	Verwendung
Druckmessgerät VAS 6551 mit Adapterleitungen VAS 6551/1, VAS 6551/2, VAS 6551/3, VAS 6551/4	 S465_117	zur Prüfung des Kraftstoff-Niederdruck-kreislaufs und der Kraftstoffpumpe
Abzieher T 10426	 S465_090	zum Ausbau der Einspritzventile (Injektoren)
Adapter für Nockenwelleneinlege-werkzeug T 40094/12	 S465_091	zum Einbau der Nockenwellen

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Welche Aussage zur Kraftstoffpumpe für Vorförderung beim 1,2l-TDI-CR-Motor ist richtig?

☐ a) Die Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter zur Hochdruckpumpe mit einem Druck von ca. 1 bar.

☐ b) Die Kraftstoffpumpe erzeugt im Vorlauf des Kraftstoffsystems einen Druck von ca. 6 bar.

☐ c) Die Kraftstoffpumpe dient ausschließlich zum Antrieb der Saugstrahlpumpe im Kraftstoffbehälter.

2. Wozu dient der Unterdruck im Kraftstoffrücklauf der Einspritzventile beim 1,2l-TDI-CR-Motor?

☐ a) Der Unterdruck betätigt die Schaltventile in den Einspritzventilen.

☐ b) Der Unterdruck bewirkt ein rasches Öffnen und Schließen der Einspritzventile.

☐ c) Der Unterdruck regelt den Kraftstoffhochdruck im Kraftstoffsystem.

3. Wodurch wird beim 1,2l-TDI-CR-Motor der Kraftstoffhochdruck geregelt, wenn der Motor betriebswarm ist?

☐ a) Der Kraftstoffhochdruck wird ausschließlich durch das Ventil für Kraftstoffdosierung geregelt. Das Regelventil für Kraftstoffdruck ist dabei vollständig geschlossen.

☐ b) Der Kraftstoffhochdruck wird ausschließlich durch das Regelventil für Kraftstoffdruck geregelt. Das Ventil für Kraftstoffdosierung ist dabei vollständig geschlossen.

☐ c) Der Kraftstoffhochdruck wird durch eine gleichmäßige Ansteuerung des Ventils für Kraftstoffdosierung und des Regelventils für Kraftstoffdruck geregelt.

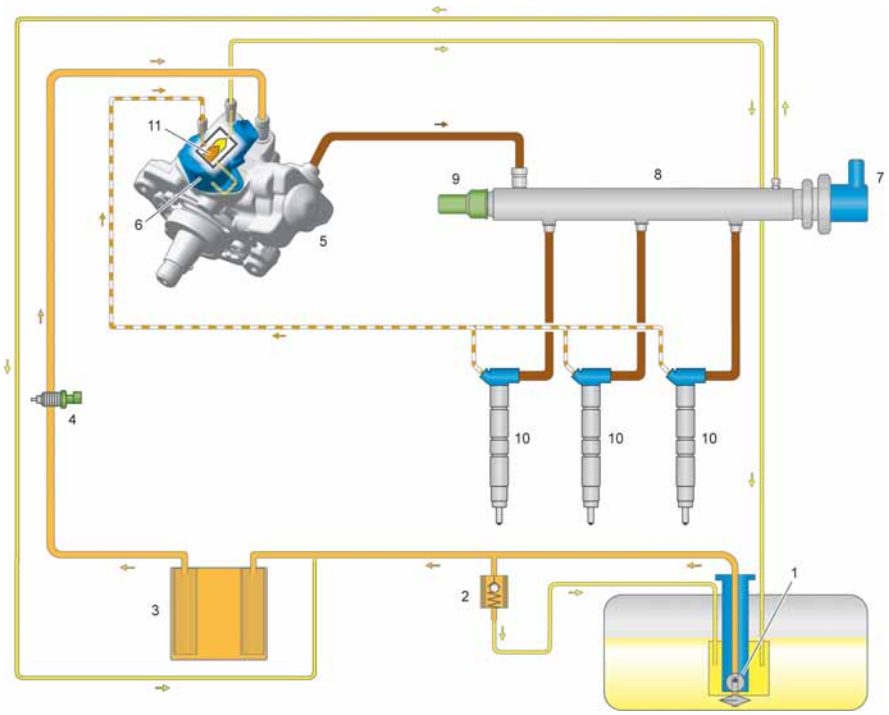
4. Welche Aufgabe hat der Klopfsensor beim 1,2l-TDI-CR-Motor?

☐ a) Durch den Klopfsensor wird die Zündwilligkeit des Kraftstoffes dem Einspritzbeginn angepasst.

☐ b) Durch das Signal des Klopfsensors erkennt das Motorsteuergerät den tatsächlichen Einspritzbeginn am jeweiligen Einspritzventil.

☐ c) Durch das Signal des Klopfsensors erkennt das Motorsteuergerät eine klopfende Verbrennung und legt den Einspritzbeginn auf spät.

5. Bitte ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen:



S465_047

1 - .....

2 - .....

3 - Kraftstofffilter

4 - .....

5 - .....

6 - .....

7 - .....

8 - Hochdruckspeicher (Rail)

9 - .....

10 - .....

11 - .....

Lösungen:

1. b; 2. b; 3. a; 4. b;

5. 1 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

2 - Druckregler für Kraftstoffvorlauf

4 - Kraftstofftemperaturgeber G81

5 - Hochdruckpumpe

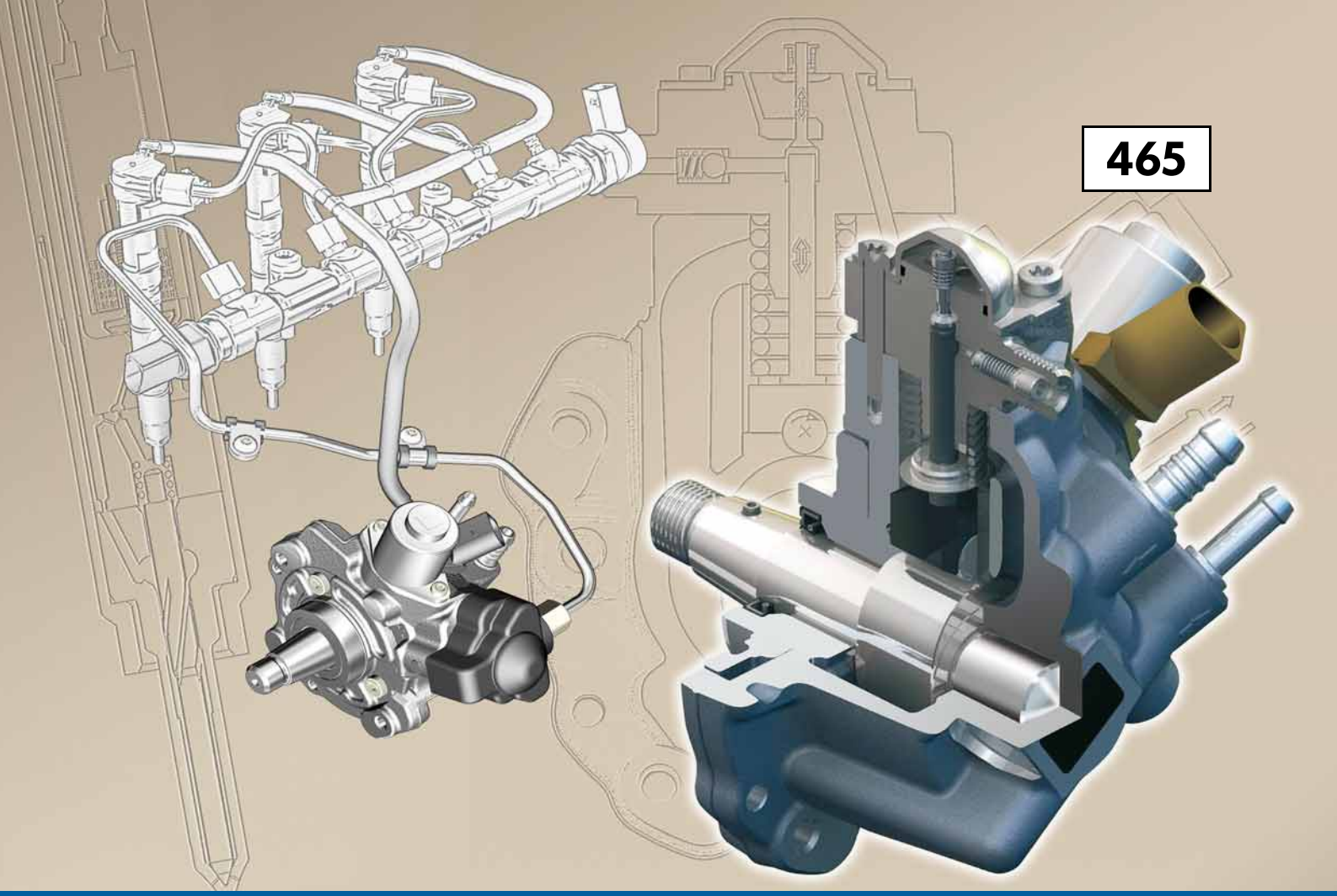
6 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290

7 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276

9 - Kraftstoffdruckgeber G247

10 - Einspritzventile N30, N31, N32

11 - Venturi-Düse



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2812.31.00 Technischer Stand 07.2010

Volkswagen AG
After Sales Qualifizierung
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
D - 38436 Wolfsburg

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.