Service Training

Selbststudienprogramm 403

Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem

Konstruktion und Funktion





S403_051

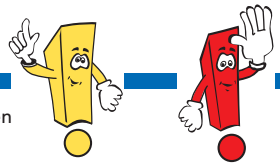
Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem ist der erste Vertreter einer neuen Generation von dynamischen und effizienten Dieselmotoren von Volkswagen.

Durch die Kombination des erfolgreichen und bewährten 2,0l-TDI-Motors mit der Common-Rail-Technologie setzt Volkswagen neue Maßstäbe hinsichtlich der charakteristischen TDI-Merkmale wie Dynamik, Fahrspaß, Sparsamkeit und Zuverlässigkeit. Diese herausragenden TDI-Qualitäten sind beim 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem auf die zukünftigen Herausforderungen hinsichtlich Akustik, Komfort sowie der Abgasnachbehandlung ausgerichtet.

Die im Jahr 1993 begonnene Pionierrolle von Volkswagen, mit der Einführung des ersten direkteinspritzenden Dieselmotors mit Turboaufladung in einem PKW, wird als Erfolgsgeschichte mit dem 2,0l-TDI-Motor weitergeführt und bestätigt die Rolle von Volkswagen als Vorreiter in der Dieseltechnologie.

Der Motor erfüllt bereits jetzt die derzeit gültigen Standards der Abgasnorm Euro 5, die voraussichtlich Ende 2009 in Kraft tritt und bietet das Potential für zukünftige Abgasnormen und den damit verbundenen Technologien.

NEU



Achtung
Hinweis

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 KD-Literatur.

Auf einen Blick

Kurz und bündig 4

Motormechanik 6

Motormanagement 40

Service 62

Prüfen Sie Ihr Wissen 65

Kurz und bündig

Einführung

Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem basiert auf dem 2,0l TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem. Der Vorgängermotor ist einer der meistgebauten Dieselmotoren weltweit. Er ist der Motor mit dem breitesten Einsatzgebiet im Volkswagen-Konzern, vom PKW bis zum Transporter.



S403_050



S403_053

Um den gestiegenen Ansprüchen hinsichtlich Akustik, Verbrauch und Abgasemissionen gerecht zu werden, wurde eine Vielzahl von Motorkomponenten überarbeitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Umstellung des Einspritzsystems auf die Common-Rail-Technologie.

Mit einem Dieselpartikelfilter ausgestattet, erfüllt der Motor die derzeit gültigen Standards der Abgasnorm EU 5, die voraussichtlich Ende 2009 in Kraft tritt. Weil derzeit die gesetzlichen Vorgaben für die Zulassungsbedingungen zur Abgasnorm EU 5 noch nicht festgelegt sind, ist der Motor mit der Abgasnorm EU 4 zugelassen.

In einigen Märkten wird der Motor auch ohne Dieselpartikelfilter angeboten, diese Motoren erfüllen die Abgasnorm EU 3.

Technische Merkmale

- Common-Rail-Einspritzsystem mit Piezo-Einspritzventilen
- Dieselpartikelfilter mit vorgeschaltetem Oxidationskatalysator
- Saugrohr mit Drallklappenverstellung
- Elektrisches Abgasrückführungsventil
- Verstellbarer Abgasturbolader mit Wegerückmeldung
- Niedertemperatur Abgasrückführungskühlung

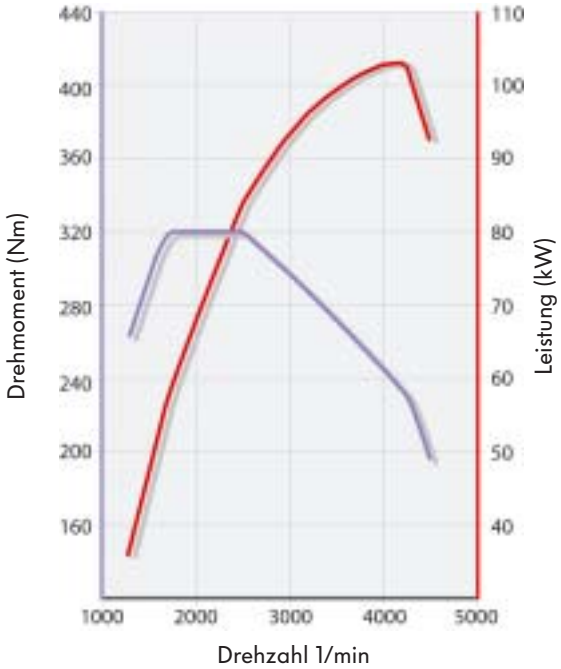


S403_003

Technische Daten

Motorkennbuchstabe	CBAB
Bauart	4-Zylinder Reihen-Motor
Ventile pro Zylinder	4
Hubraum	1968 cm^3
Hub	95,5 mm
Bohrung	81 mm
Max. Leistung	103 kW bei 4200 1/min
Max. Drehmoment	320 Nm bei 1750 bis 2500 1/min
Verdichtungsverhältnis	16,5:1
Motormanagement	Bosch EDC 17 (Common-Rail-Einspritzsystem)
Kraftstoff	Diesel, DIN EN 590
Abgasreinigung	Abgasrückführung, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU 4

Leistungs-und Drehmomentdiagramm



S403_007

Die Kurbelwelle

Aufgrund der hohen mechanischen Belastungen kommt beim 2,0l-TDI-CR-Motor eine geschmiedete Kurbelwelle zum Einsatz.
Anstelle der üblichen acht Gegengewichte hat diese Kurbelwelle nur vier Gegengewichte. Dadurch werden die Belastung der Kurbelwellenlager gesenkt. Außerdem werden Geräuschemissionen verringert, die durch die Eigenbewegungen und Schwingungen des Motors entstehen können.



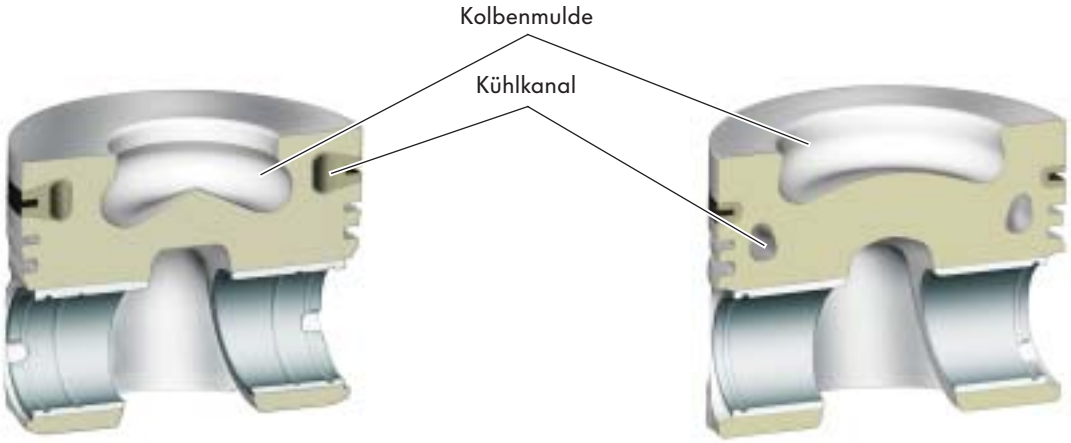
S403_069

Die Kolben

Wie bereits beim 2,0l/125 kW-TDI-Motor mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem haben die Kolben keine Ventiltaschen. Durch diese Maßnahme wird der Schadraum verringert und die Drallbildung im Zylinder verbessert. Unter Drall versteht man eine kreisförmige Strömungsbewegung um die senkrechte Zylinderachse. Der Drall hat einen wesentlichen Einfluss auf die Gemischbildung.

Kolben 2,0l-Pumpe-Düse-Motor

Kolben 2,0l-Common-Rail-Motor



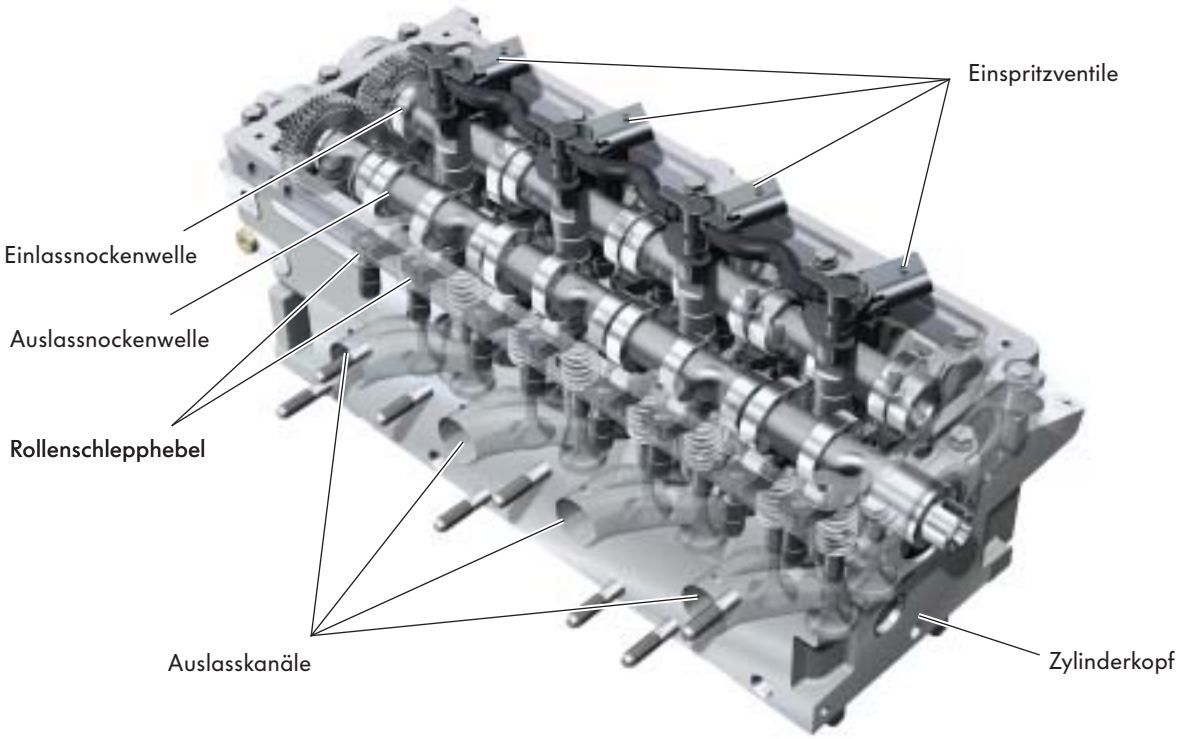
S403_062

S403_004

Zur Kühlung der Kolbenringzone verfügt der Kolben über einen ringförmigen Kühlkanal, in den durch Kolbenspritzdüsen Öl eingespritzt wird.
Die Kolbenmulde, in der der eingespritzte Kraftstoff mit der Luft verwirbelt und vermischt wird, ist auf die Strahllage der Einspritzdüsen abgestimmt und hat im Vergleich zum Kolben beim Pumpe-Düse-Motor eine breitere und flachere Geometrie. Somit wird eine homogenere Gemischbildung ermöglicht und die Rußbildung verringert.

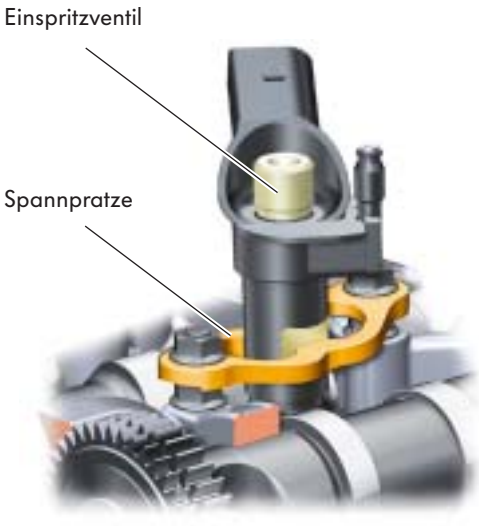
Der Zylinderkopf

Der Zylinderkopf des 2,0l-TDI-Motors mit Common-Rail-Einspritzsystem ist ein Querstrom-Aluminium-Zylinderkopf mit zwei Einlass- und zwei Auslassventilen je Zylinder. Die Ventile sind senkrecht hängend angeordnet.
Die zwei oben liegenden Nockenwellen sind über eine Stirnradverzahnung mit integriertem Zahnflankenspiel-ausgleich verbunden. Der Antrieb erfolgt von der Kurbelwelle über einen Zahnriemen und das Nockenwellenrad der Auslass-Nockenwelle. Die Ventile werden über reibungsarme Rollenschlepphebel mit hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselementen betätigt.



S403_008

Die Einspritzventile sind mit Spannpratzen im Zylinderkopf befestigt. Sie können über kleine Deckel in der Zylinderkopfhaube ausgebaut werden.

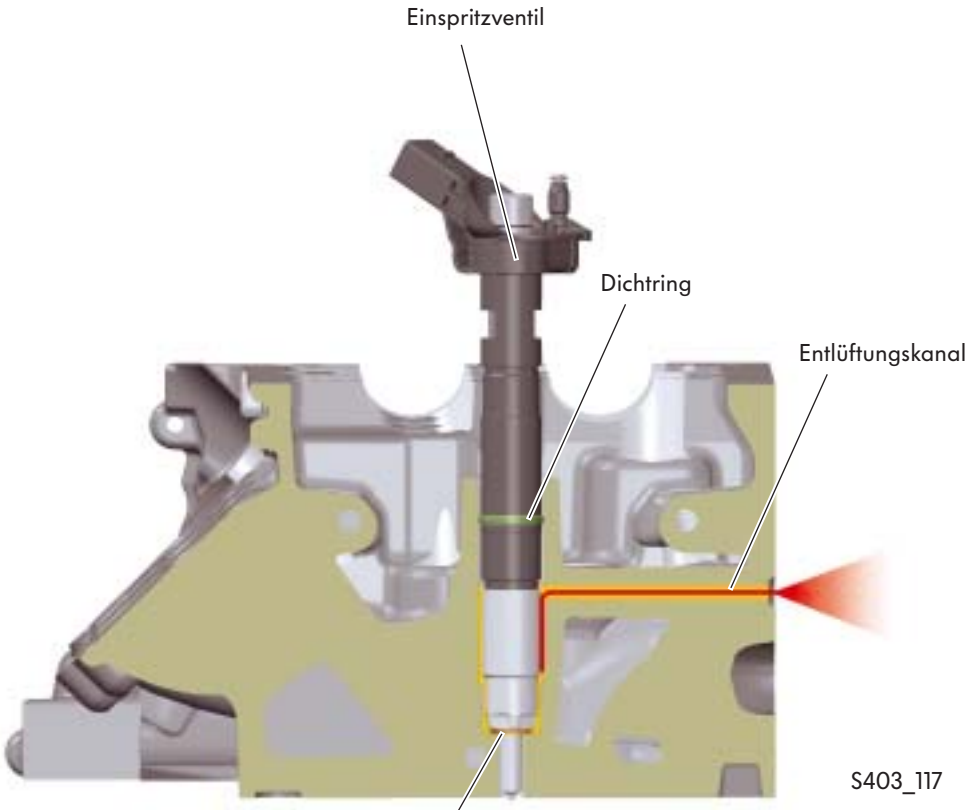


S403_084

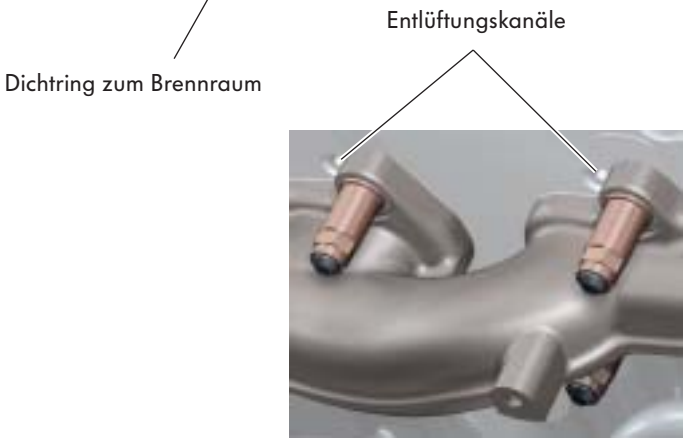
Entlüftungskanal im Zylinderkopf

Bei eventuellen Leckagen im Bereich des kupfernen Einspritzventil-Dichtringes kann die Luft aus dem Brennraum über einen Kanal entweichen.
Der Entlüftungskanal ist im Zylinderkopf oberhalb des Abgaskrümmers angeordnet.

Er verhindert, dass der Überdruck aus dem Brennraum, über die Kurbelgehäuseentlüftung zur Verdichterseite des Abgasturboladers gelangt und eventuelle Funktionsstörungen verursacht.



S403_117

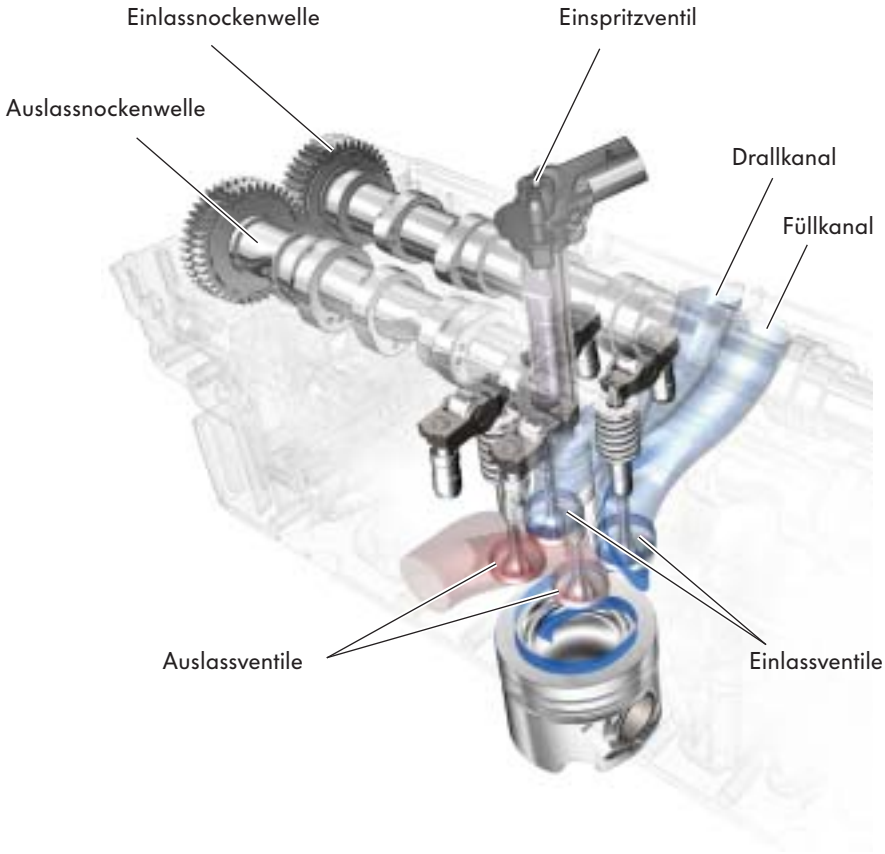


S403_118

Die 4-Ventiltechnik

Je Zylinder sind zwei Einlass- und zwei Auslassventile senkrecht hängend im Zylinderkopf angeordnet.

Das senkrecht stehende und zentral angeordnete Einspritzventil ist direkt über der mittigen Kolbenmulde angeordnet.



S403_061

Form, Größe und Anordnung der Ein- und Auslasskanäle sorgen für einen guten Füllungsgrad und einen günstigen Ladungswechsel im Brennraum.

Die Einlasskanäle sind als Drall- und Füllkanal ausgelegt. Durch den Drallkanal erzeugt die einströmende Luft die gewünschte hohe Ladungsbewegung.

Der Füllkanal bewirkt, insbesondere bei hohen Drehzahlen, eine gute Füllung des Brennraumes.

Das Saugrohr mit Drallklappen

Im Saugrohr befinden sich stufenlos regelbare Drallklappen.

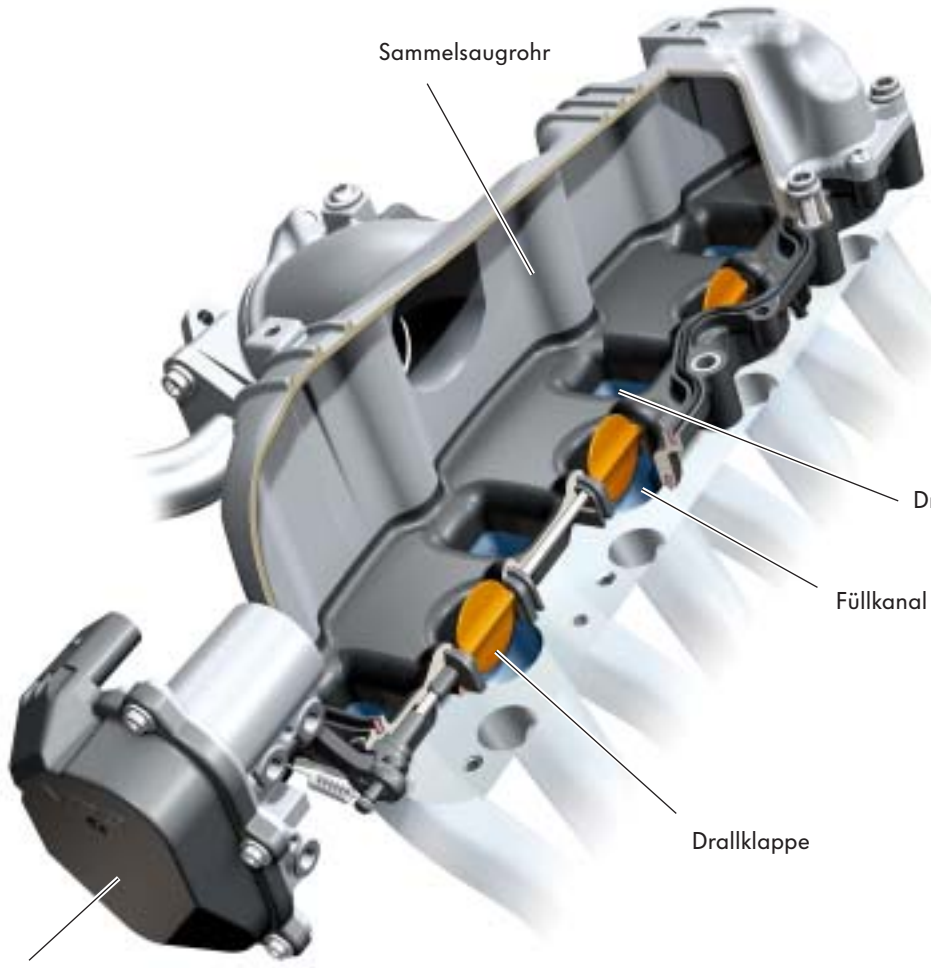
Durch die Stellung der Drallklappen wird, abhängig von Motordrehzahl und -last, der Drall der Ansaugluft eingestellt.

Die Drallklappen 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 über die aktuelle Stellung der Drallklappen.



S403_043

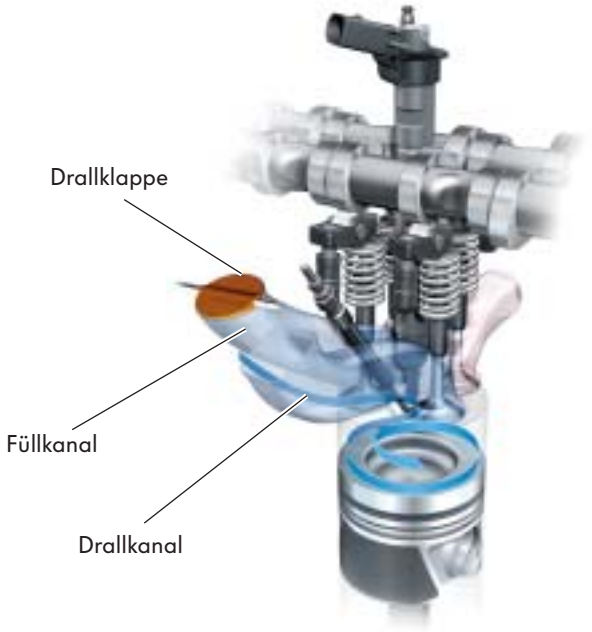
Aufbau



S403_010

Funktion der Drallklappen

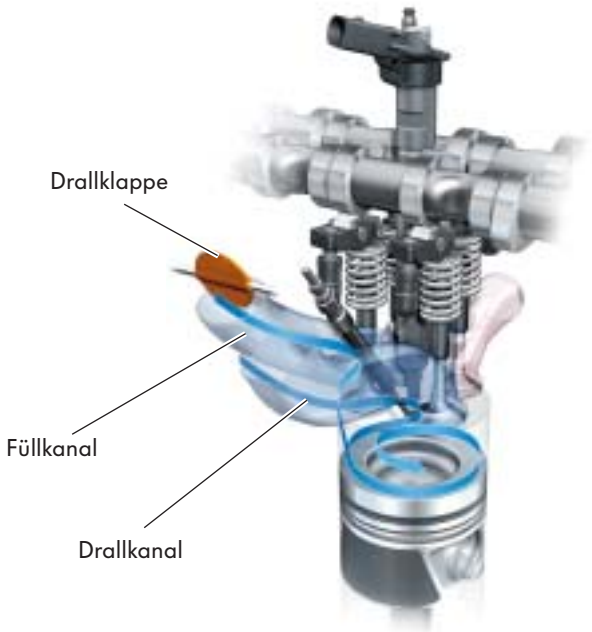
Im Leerlauf und bei niedrigen Drehzahlen sind die Drallklappen geschlossen. Dadurch wird eine hohe Drallwirkung erzielt, die zu einer guten Gemischbildung führt.



S403_044

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

Ab einer Drehzahl von circa 3000 1/min sind die Drallklappen vollständig geöffnet. Durch den erhöhten Luftdurchsatz wird eine gute Füllung des Brennraumes erzielt.



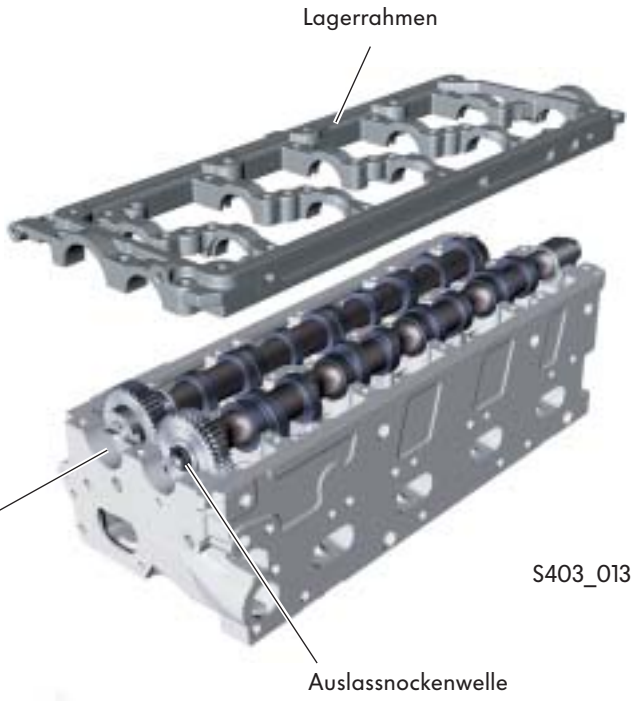
S403_045



Bei Motorstart, im Notlauf und bei Volllast sind die Drallklappen geöffnet.

Der Antrieb der Nockenwellen

Die Ein- und Auslassnockenwellen sind über eine Stirnradverzahnung mit integriertem Zahnflankenspielausgleich verbunden. Dabei wird das Stirnrad der Einlassnockenwelle von dem Stirnrad der Auslassnockenwelle angetrieben.
Der Zahnflankenspielausgleich sorgt für einen geräuscharmen Antrieb der Nockenwellen.



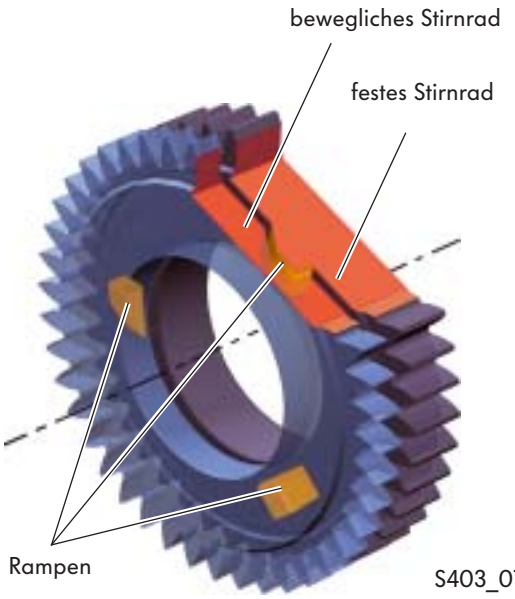
S403_013



S403_012

Aufbau

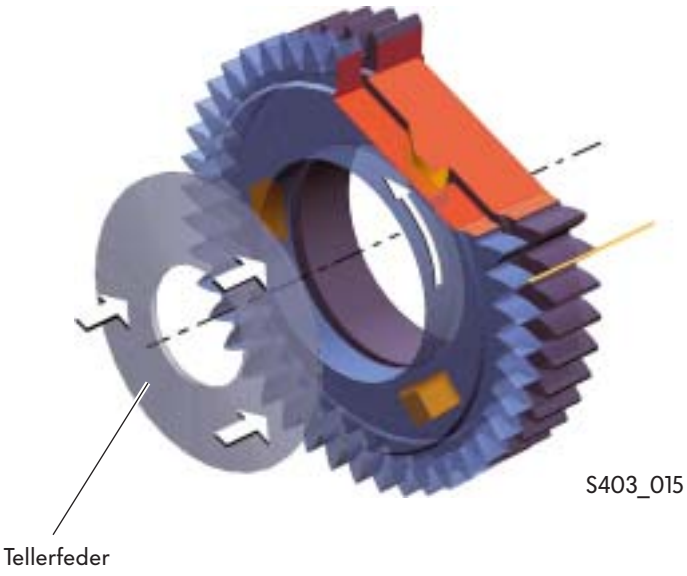
Der breitere Teil des Stirnrades (festes Stirnrad) ist kraftschlüssig mit der Auslassnockenwelle verbunden. Auf der Vorderseite befinden sich Rampen. Der schmalere Teil des Stirnrades (bewegliches Stirnrad) ist radial und axial beweglich. Auf dessen Rückseite befinden sich Aussparungen für die Rampen.



S403_014

So funktioniert es:

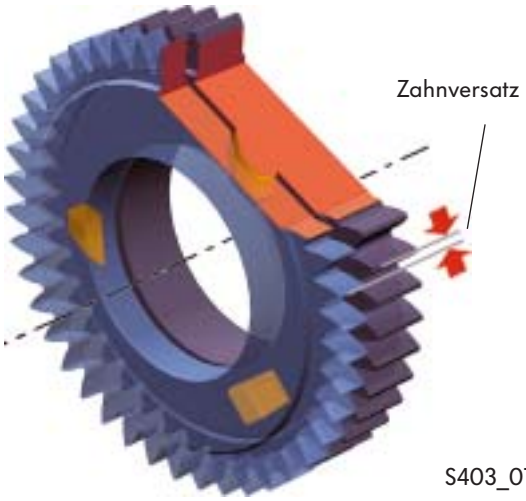
Beide Stirnradteile werden durch die Kraft einer Tellerfeder in axialer Richtung gegeneinander geschoben. Dabei werden sie gleichzeitig durch die Rampen in eine Drehbewegung versetzt.



S403_015

Die Drehbewegung führt zu einem Zahnversatz der beiden Stirnradteile und bewirkt somit den Zahnflankenspielausgleich zwischen den Zahnrädern von Einlass- und Auslassnockenwelle.

Spielausgleich

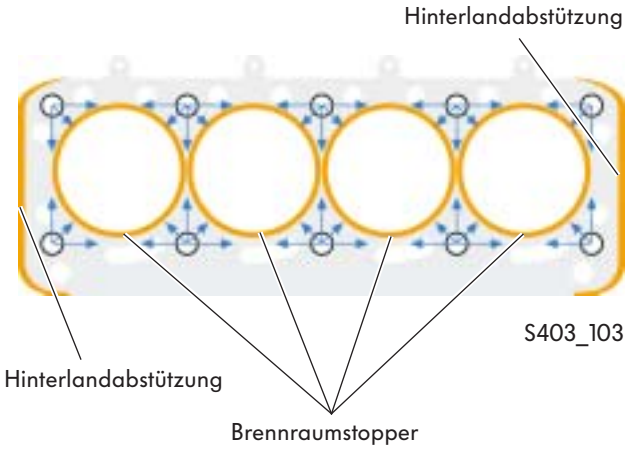


S403_016

Zylinderkopfdichtung

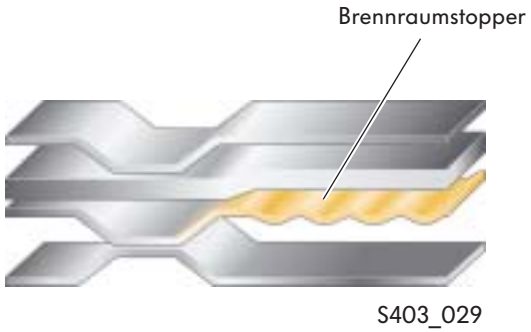
Die Zylinderkopfdichtung hat einen 4-lagigen Aufbau und verfügt über zwei besondere Merkmale, welche die Abdichtung der Brennräume verbessern.

- höhenprofilierte Brennraumstopper
- „Hinterlandabstützung“



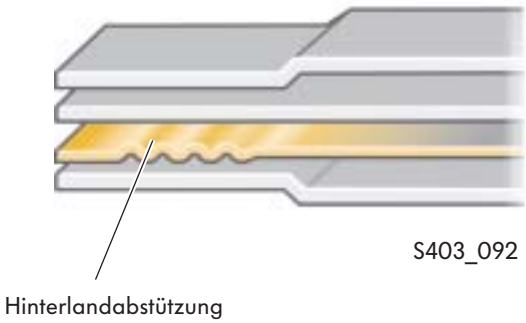
Höhenprofilierte Brennraumstopper

Mit Brennraumstopper wird die Dichtkante an der Zylinderbohrung bezeichnet. Sie ist höhenprofiliert ausgeführt. Das bedeutet, dass das Profil der Kante entlang des Brennraumes unterschiedliche Höhen hat. Durch diese besondere Ausformung wird eine gleichmäßige Verteilung der Anzugskräfte an den Brennräumen erreicht. Verzüge an den Zylinderbohrungen und auftretende Dichtspalt-Schwingungen werden somit verringert.



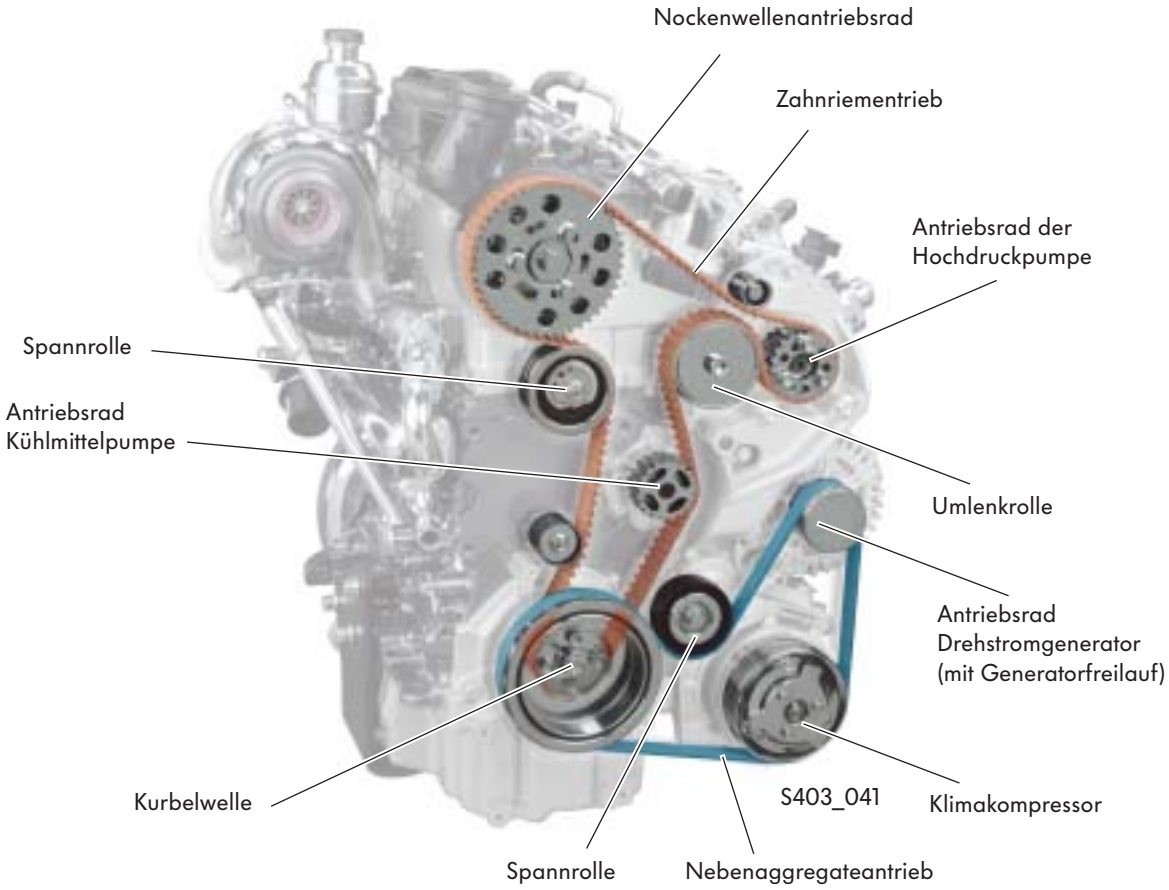
„Hinterlandabstützung“

Mit Hinterlandabstützung wird das Profil im Bereich der beiden äußeren Zylinder der Zylinderkopfdichtung bezeichnet. Die Hinterlandabstützung bewirkt in diesen Bereichen eine gleichmäßige Verteilung der Anzugskräfte. Dadurch werden die Durchbiegung des Zylinderkopfes und der Verzug der äußeren Zylinder verringert.



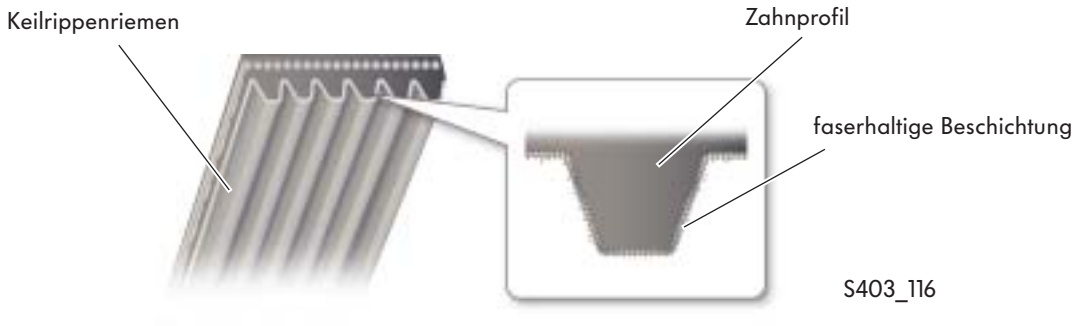
Der Zahnriementrieb

Über den Zahnriemen wird die Nockenwelle, die Kühlmittelpumpe und die Hochdruckpumpe für das Common-Rail-Einspritzsystem angetrieben.



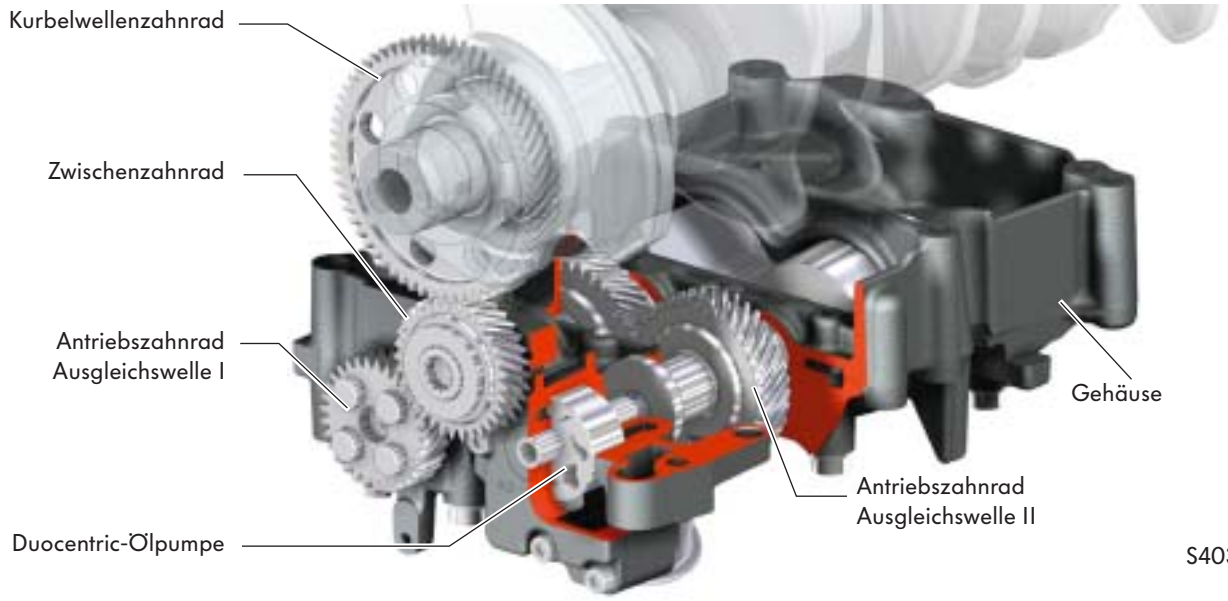
Der Antrieb der Nebenaggregate

Die Nebenaggregate Drehstromgenerator und Klimakompressor werden über einen Keilrippenriemen von der Kurbelwelle angetrieben. Die Profiloberfläche des Keilrippenriemens ist mit einer faserhaltigen Beschichtung versehen. Dadurch wird das Reibverhalten des Riemens verbessert. Störende Geräusche, die bei Nässe und Kälte auftreten können, werden somit reduziert.



Das Ausgleichswellenmodul

Der 2,0l-103 kW-TDI-Motor im Tiguan hat ein Ausgleichswellenmodul, das unterhalb der Kurbelwelle in der Ölwanne untergebracht ist. Das Ausgleichswellenmodul wird über einen Zahnradantrieb von der Kurbelwelle angetrieben. Die Duocentric-Ölpumpe ist in das Ausgleichswellenmodul integriert.



Aufbau

Das Ausgleichswellenmodul besteht aus einem Gehäuse aus Grauguss, zwei gegenläufigen Ausgleichswellen, dem Zahnradantrieb mit Schrägverzahnung, sowie der integrierten Duocentric-Ölpumpe. Die Drehung der Kurbelwelle wird auf das Zwischenzahnrad an der Außenseite des Gehäuses übertragen. Dieses treibt die Ausgleichswelle I an. Von dieser Ausgleichswelle wird die Bewegung dann über ein Zahnradpaar innerhalb des Gehäuses auf die Ausgleichswelle II und die Duocentric-Ölpumpe übertragen.

Der Zahnradantrieb ist so ausgelegt, dass sich die Ausgleichswellen mit der doppelten Kurbelwellen-Drehzahl drehen.

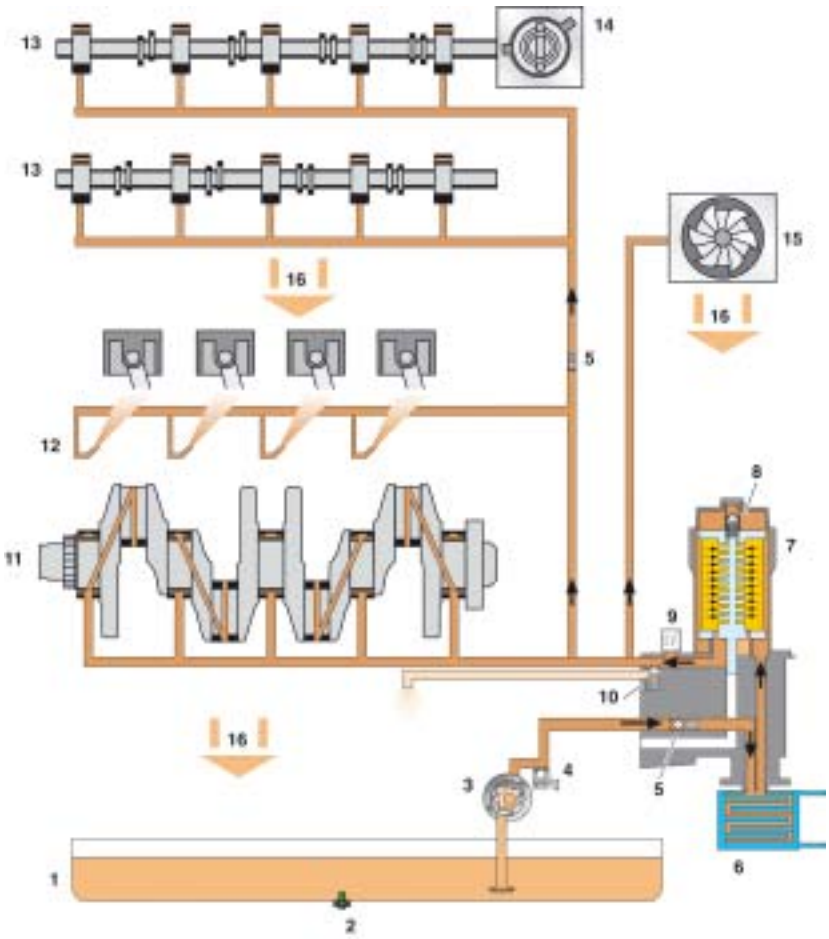
Das Zahnflankenspiel des Zahnradantriebes wird mit Hilfe einer Beschichtung auf dem Zwischenzahnrad eingestellt. Diese Beschichtung nutzt sich bei der Inbetriebnahme des Motors ab und ergibt ein definiertes Zahnflankenspiel.



Das Zwischenrad muss immer ausgetauscht werden, wenn das Zwischenrad oder das Antriebsrad der Ausgleichswelle I gelöst wurden.
Beachten Sie bitte 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 die Ausgleichswelle II 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 Kurzschlussventil öffnet bei verstopftem Ölfilter und sichert dadurch die Schmierung des Motors.



S403_106

Legende

1 - Ölwanne
2 - Ölstands- und Temperaturgeber G266
3 - Ölpumpe
4 - Ölüberdruckventil
5 - Ölrücklaufsperre
6 - Ölkühler
7 - Ölfilter
8 - Kurzschlussventil
9 - Öldruckschalter F1
10 - Öldruckregelventil
11 - Kurbelwelle
12 - Spritzdüsen zur Kolbenkühlung
13 - Nockenwelle
14 - Vakuumpumpe
15 - Turbolader
16 - Ölrücklauf

Die Kurbelgehäuse-Entlüftung

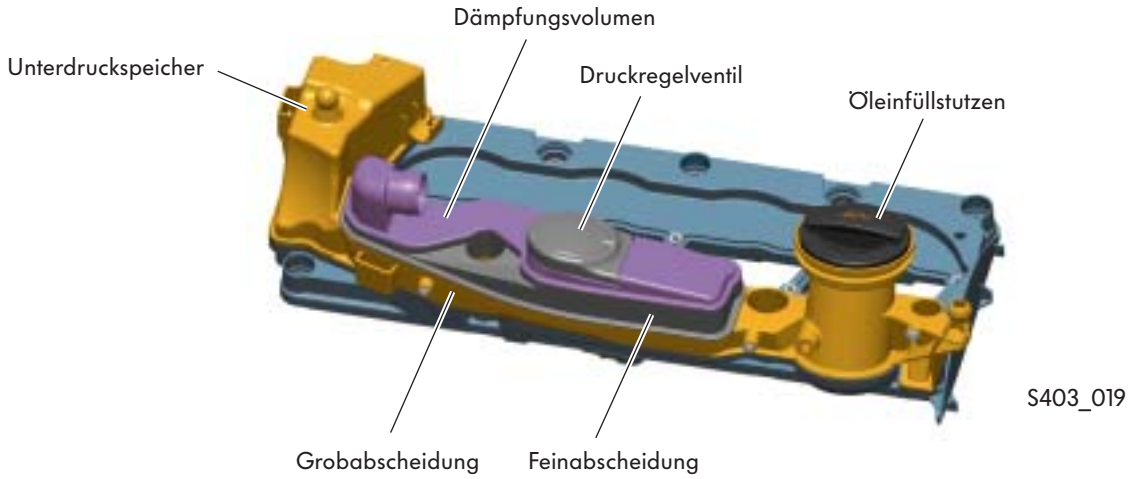
Bei Verbrennungsmotoren entstehen durch Druckunterschiede zwischen Brennraum und Kurbelgehäuse Luftströmungen zwischen Kolbenringen und Zylinderlaufbahn, die so genannten Blow-by-Gase.
Diese ölhaltigen Gase werden über die Kurbelgehäuseentlüftung wieder in den Ansaugbereich zurückgeführt damit die Umwelt nicht belastet wird.

Die gestiegenen Anforderungen an den Umweltschutz stellen hohe Anforderungen an eine wirkungsvolle Ölabscheidung. Durch eine stufenförmige Abscheidung entsteht nur ein geringer Öleintrag in der Ansaugluft und somit auch weniger Rußemissionen.

Die Ölabscheidung erfolgt in drei Stufen:

- die Grobabscheidung
- die Feinabscheidung
- das Dämpfungsvolumen

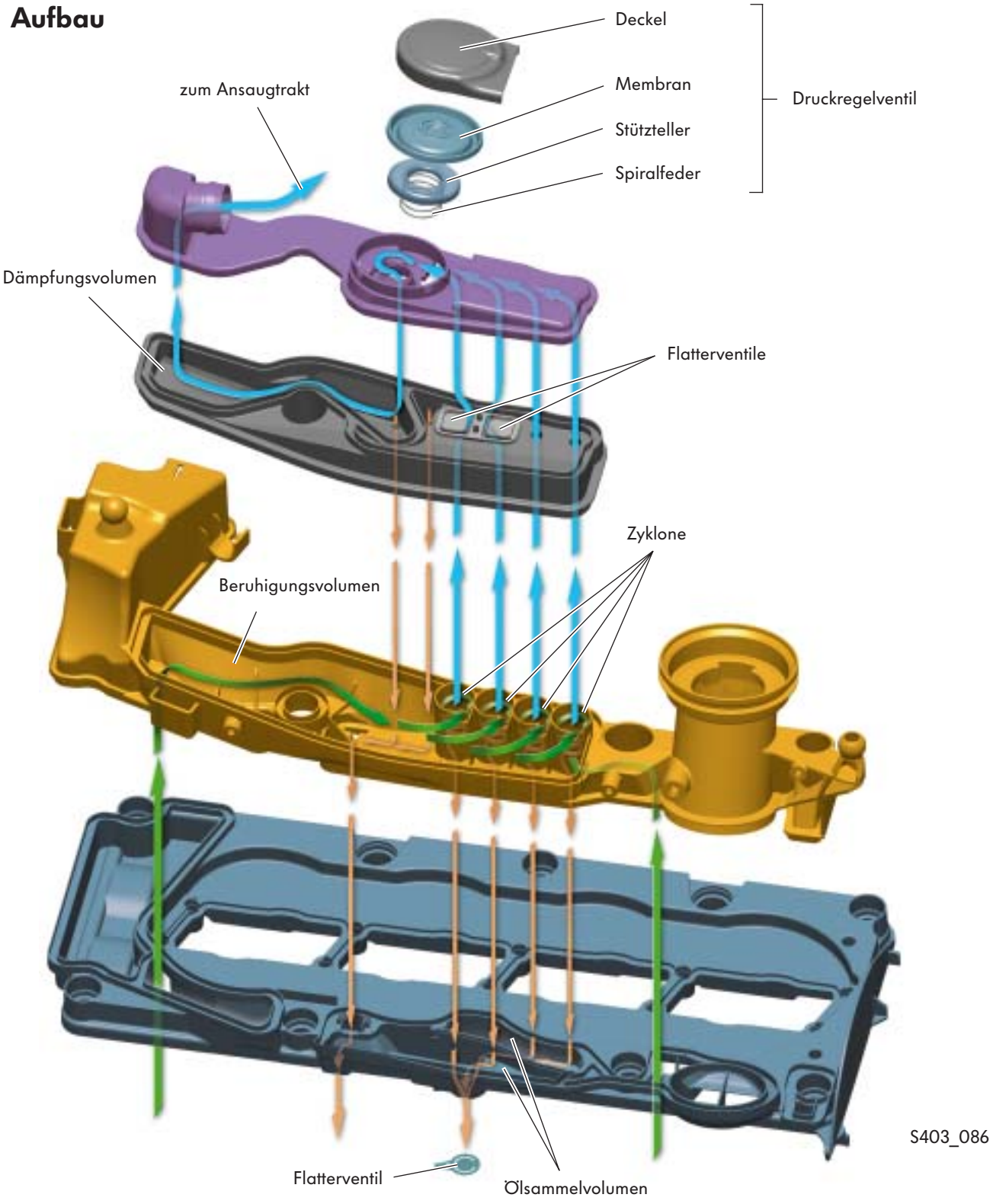
Die Komponenten der Kurbelgehäuse-Entlüftung sind, neben dem Öleinfüllstutzen und dem Druckspeicher für das Unterdrucksystem des Motors, in der Zylinderkopfhaube integriert.



Grobabscheidung

Die Blow-by-Gase gelangen aus dem Kurbelwellen- und Nockenwellenraum in ein Beruhigungsvolumen. Dieses ist im Zylinderkopfdeckel integriert. Im Beruhigungsvolumen scheiden sich die größeren Öltröpfchen an den Wänden ab und sammeln sich an dessen Boden. Über die Öffnungen des Beruhigungsvolumens kann das Öl in den Zylinderkopf abtropfen.

Aufbau

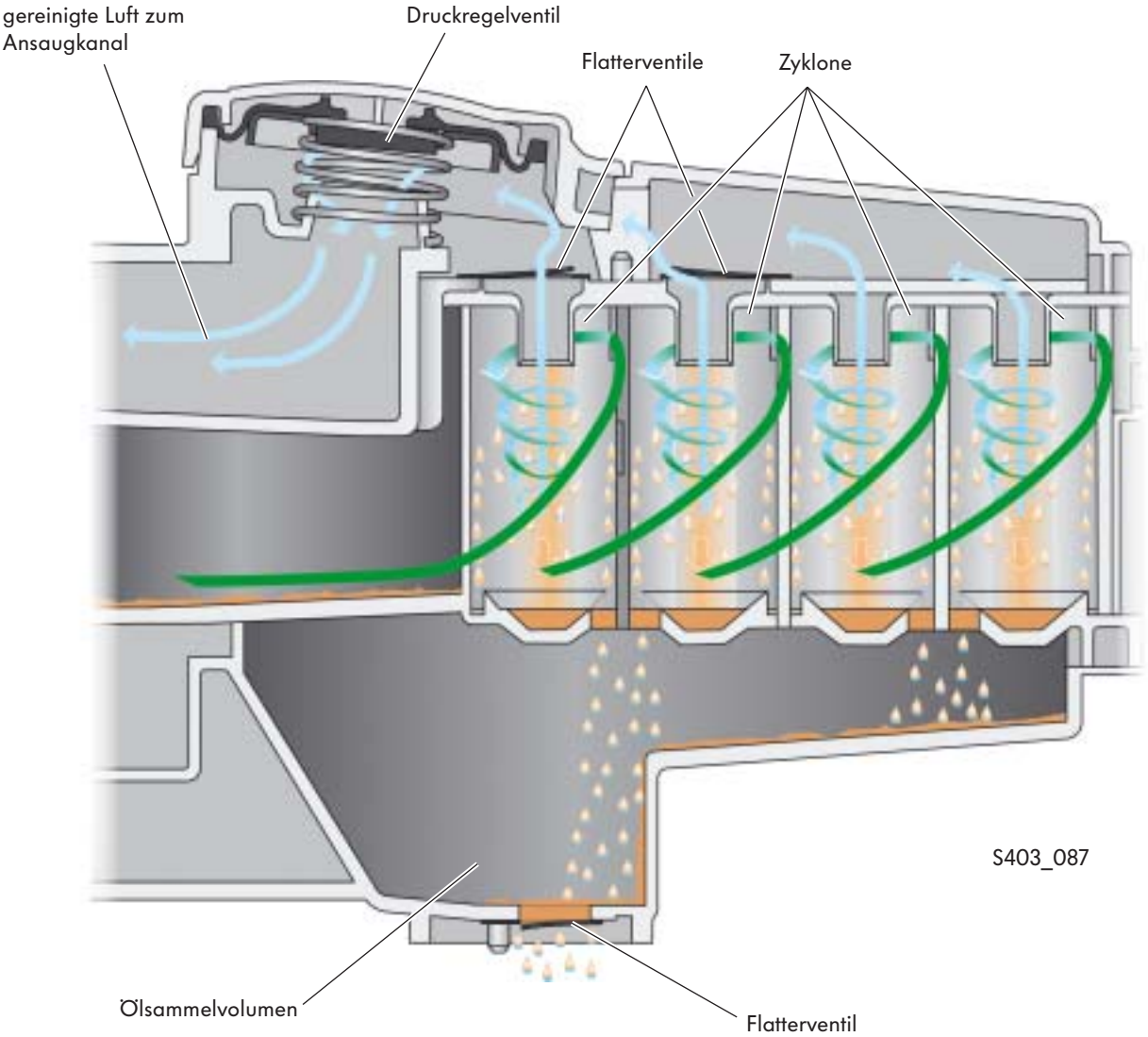


Legende

- ölversetzte Luft vom Kurbelgehäuse
- ölgereinigte Luft
- Ölrücklauf

Feinabscheidung

Die Feinabscheidung erfolgt über einen Zyklonabscheider, der aus insgesamt vier Zyklonen besteht. Je nach Stärke des Druckunterschiedes zwischen Ansaugrohr und Kurbelgehäuse werden zwei oder vier Zyklone durch Flatterventile aus Federstahl zugeschaltet.
Bedingt durch die Form der Zyklone wird die Luft in eine rotierende Bewegung versetzt. Durch die auftretende Fliehkraft wird der Ölnebel an die Abscheiderwand geschleudert. Die Öltröpfchen scheiden sich an der Gehäusewand des Zyklons ab und werden in einem Sammelvolumen aufgefangen.
Das Sammelvolumen kann die Ölmenge aufnehmen, die maximal bei einer kompletten Tankfüllung des Fahrzeugs anfallen kann.



Bei Motorstillstand öffnet ein Flatterventil, das während des Motorbetriebes durch den höheren Druck im Zylinderkopf verschlossen wird. Das Öl gelangt aus dem Sammelvolumen über den Zylinderkopf zurück in die Ölwanne.

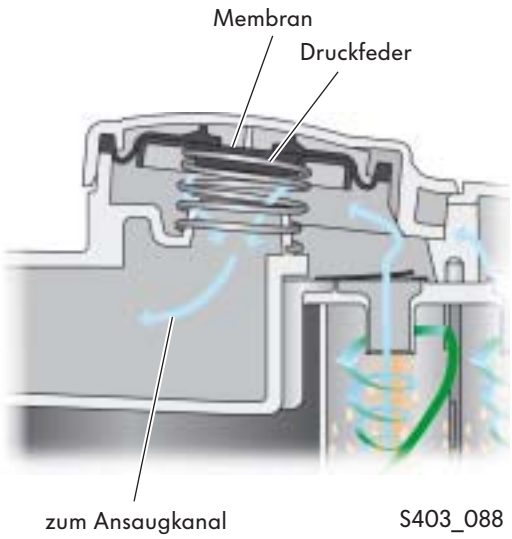
Druckregelventil

Das Druckregelventil regelt den Druck zur Entlüftung des Kurbelgehäuses. Es besteht aus einer Membrane und einer Druckfeder.
Beim Einleiten der Blow-by-Gase begrenzt das Druckregelventil den Unterdruck im Kurbelgehäuse. Bei einem zu hohen Unterdruck im Kurbelgehäuse könnten die Motordichtungen beschädigt werden.

Bei einem geringen Unterdruck im Ansaugkanal öffnet das Ventil durch die Kraft der Druckfeder.

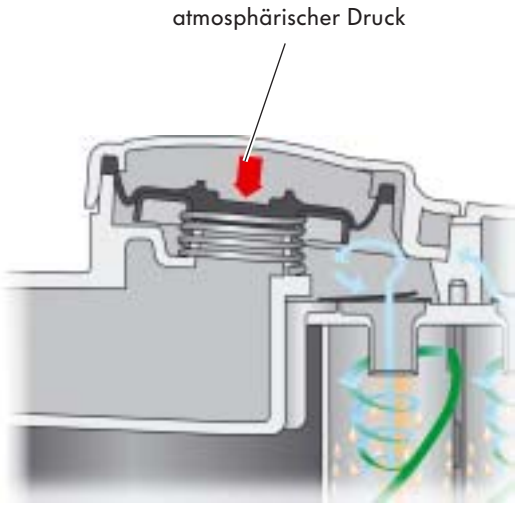
Bei einem großen Unterdruck im Ansaugkanal schließt das Druckregelventil.

Druckregelventil geöffnet



S403_088

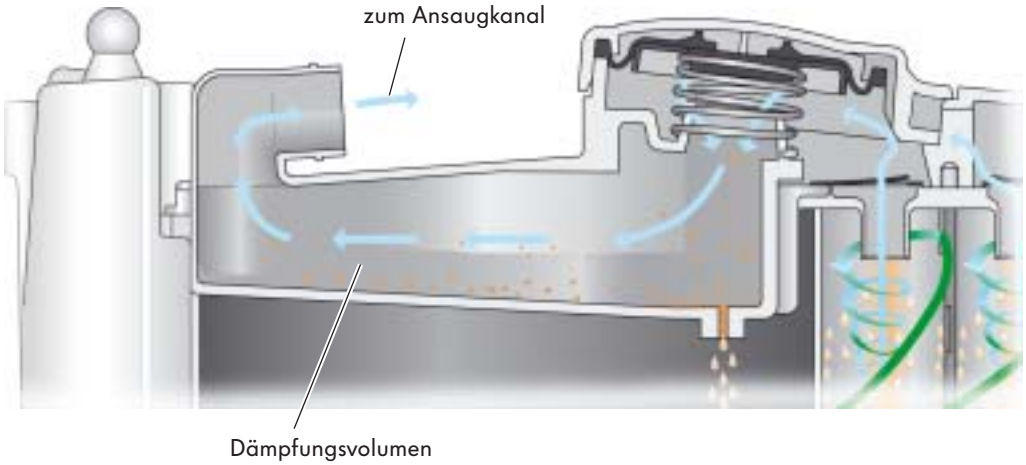
Druckregelventil schließt



S403_089

Dämpfungsvolumen

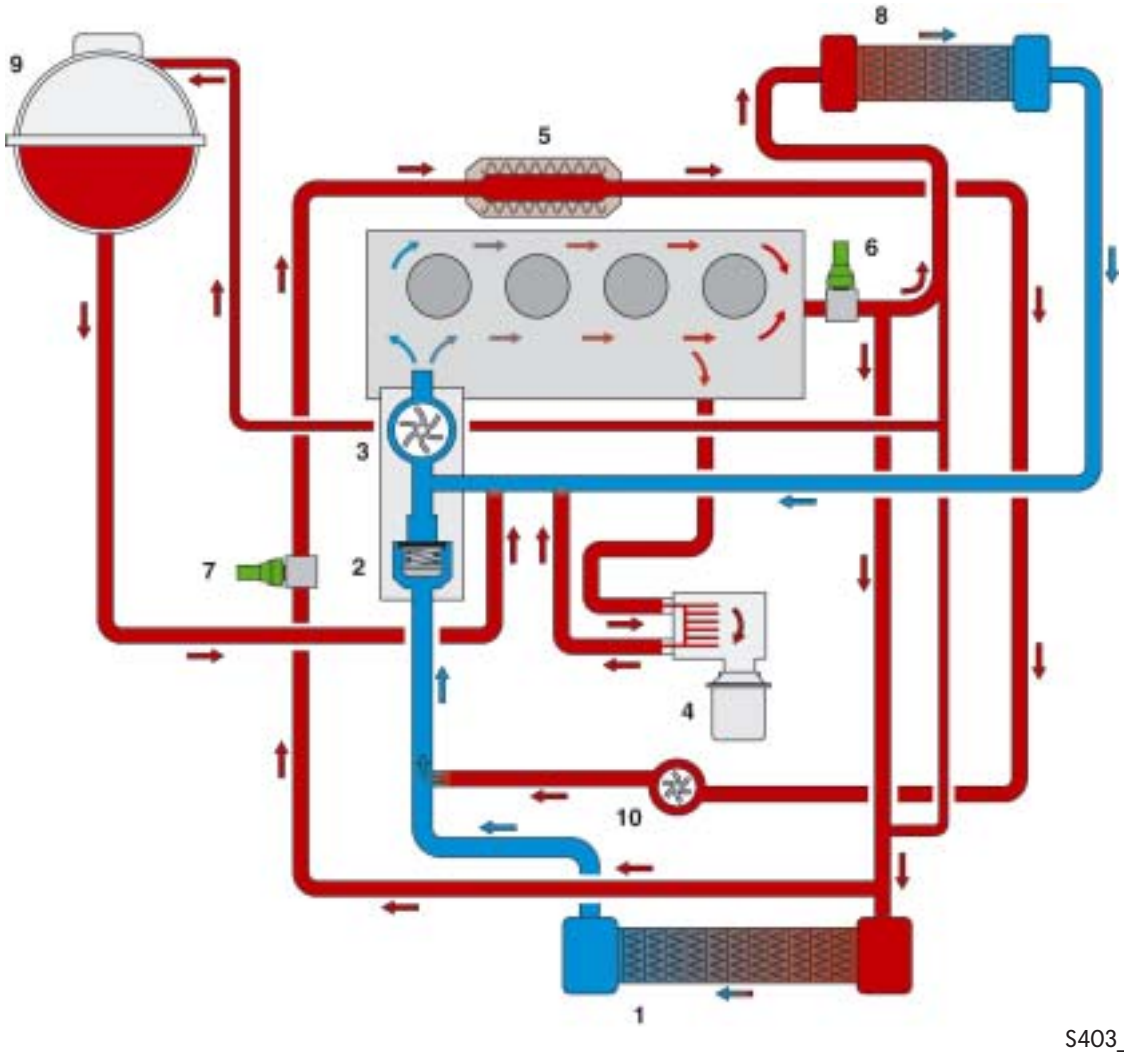
Um störende Strömungswirbel bei der Einleitung der Gase in das Saugrohr zu vermeiden, schließt sich an den Zyklon-Ölabscheider ein Dämpfungsvolumen an. In diesem Raum wird die Bewegungsenergie der Gase aus den Zyklonen vermindert. Außerdem scheidet sich im Dämpfungsvolumen noch einmal eine Restmenge an Öl ab.



S403_104

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.



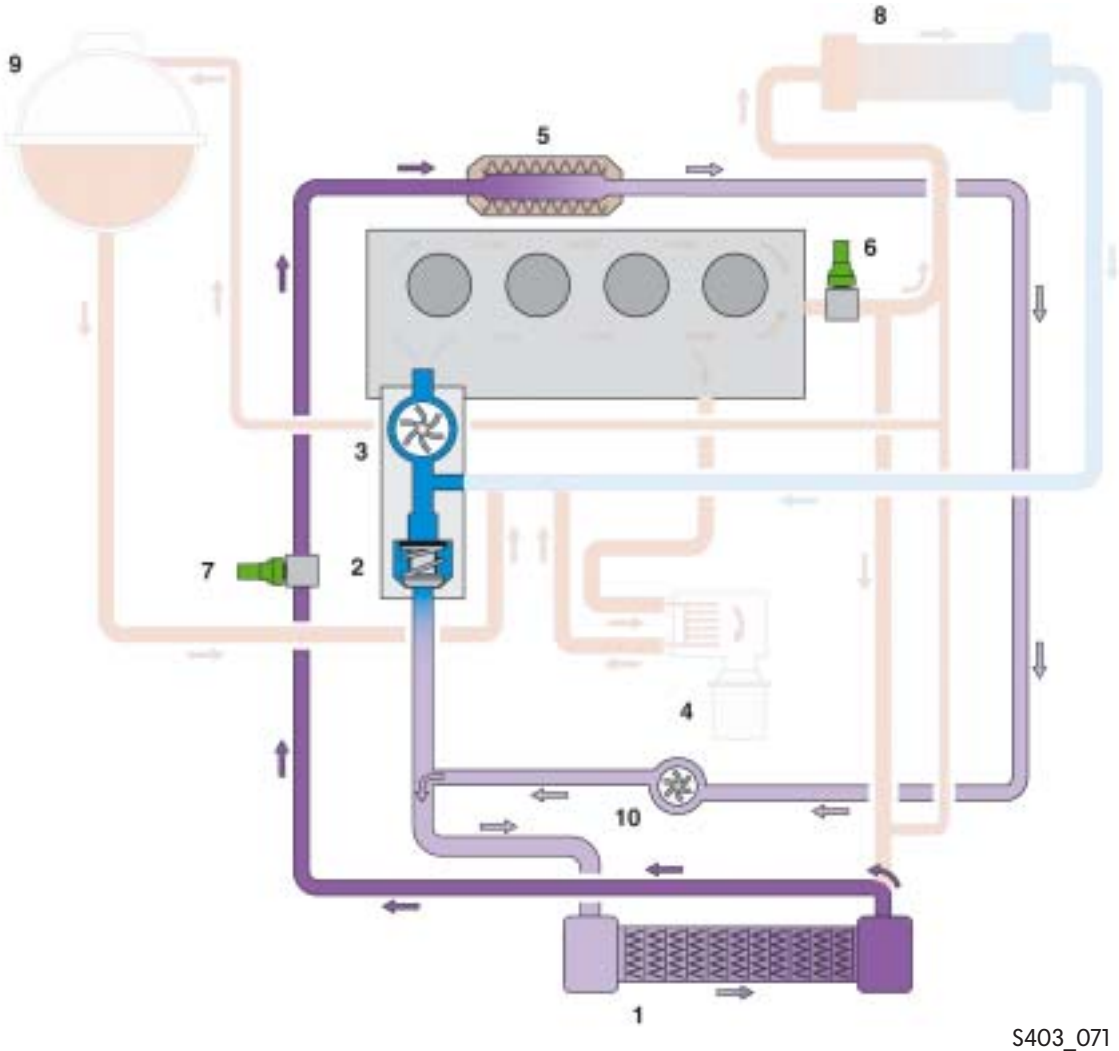
S403_020

Legende

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

Die Niedertemperatur-Abgasrückführung

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



S403_071

Funktion

Bei geschlossenem Kühlmittelregler (Thermostat) wird der Abgasrückführungs-Kühler 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 Kraftstoffsystem

Schematische Übersicht

1 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Fördert kontinuierlich Kraftstoff in den Vorlauf.

2 - Kraftstofffilter mit Vorwärmventil

Das Vorwärmventil verhindert bei niedrigen Außentemperaturen, dass der Filter durch auskristallisierende Parafinkristalle zugesetzt wird.

3 - Zusatzkraftstoffpumpe V393

Fördert den Kraftstoff aus dem Vorlauf zur Kraftstoffpumpe

4 - Filtersieb

Schützt die Hochdruckpumpe vor Schmutzpartikeln

5 - Kraftstofftemperaturgeber G 81

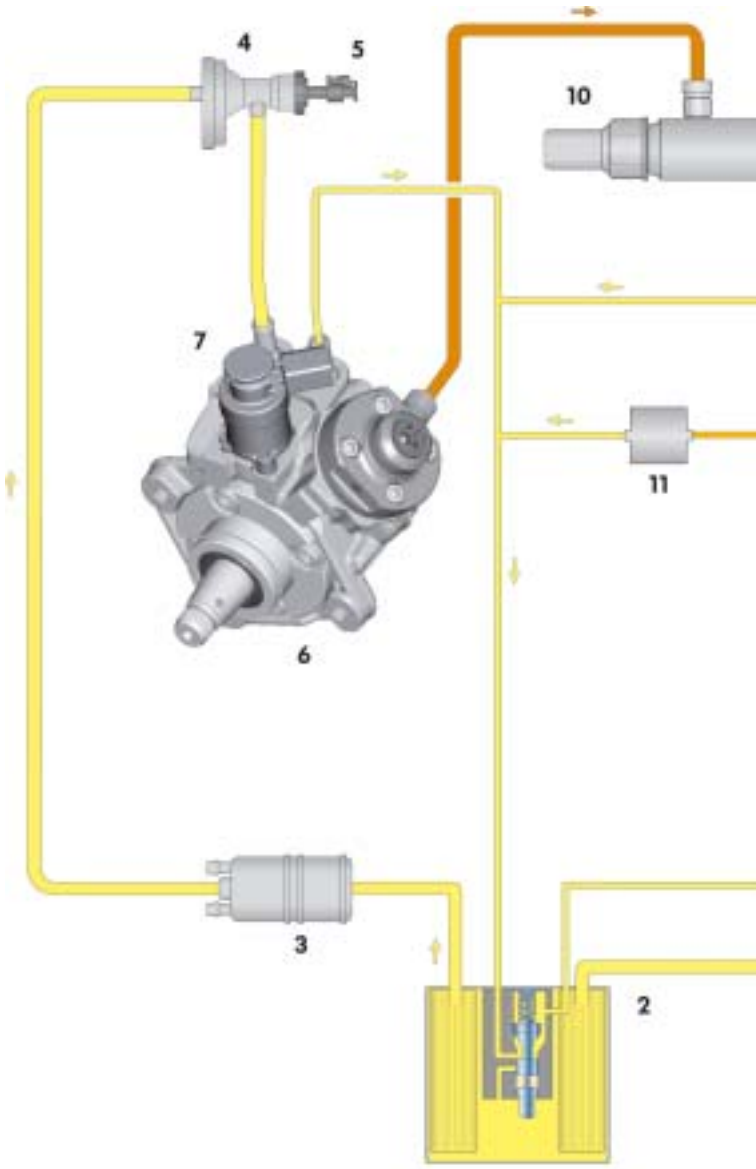
Ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur

6 - Hochdruckpumpe

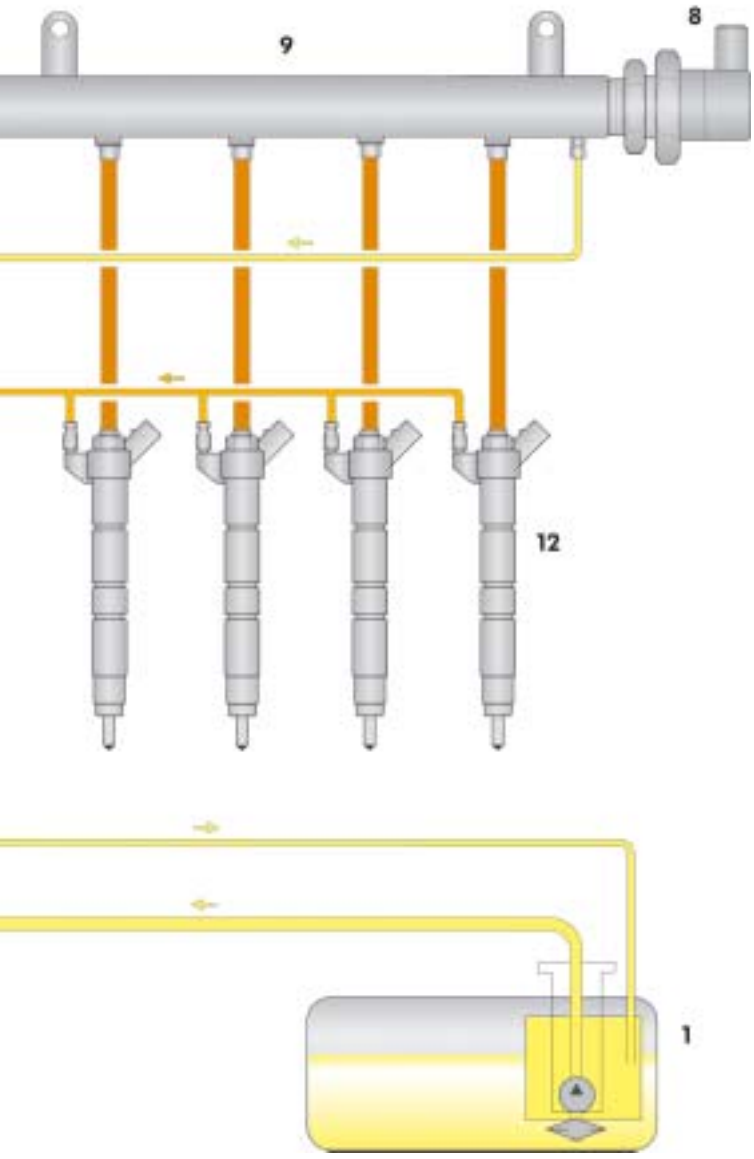
Erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen Kraftstoffhochdruck

7 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelt die Menge des zu verdichtenden Kraftstoffes bedarfsgerecht.



1 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6
2 - Kraftstofffilter mit Vorwärmventil
3 - Zusatzkraftstoffpumpe V393
4 - Filtersieb
5 - Kraftstofftemperaturgeber G 81
6 - Hochdruckpumpe



S403_021

8 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Stellt den Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich ein.

9 - Hochdruckspeicher (Rail)

Speichert für alle Zylinder den zur Einspritzung benötigten Kraftstoff unter hohem Druck.

10 - Kraftstoffdruckgeber G247

Ermittelt den aktuellen Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich

11 - Druckhalteventil

Hält den Rücklaufdruck von den Einspritzventilen auf ca. 10 bar. Dieser Druck wird für die Funktion der Einspritzventile benötigt.

12 - Einspritzventile N30, N31, N32, N33

7 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290
8 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276
9 - Hochdruckspeicher (Rail)
10 - Kraftstoffdruckgeber G247
11 - Druckhalteventil
12 - Einspritzventile N30, N31, N32, N33

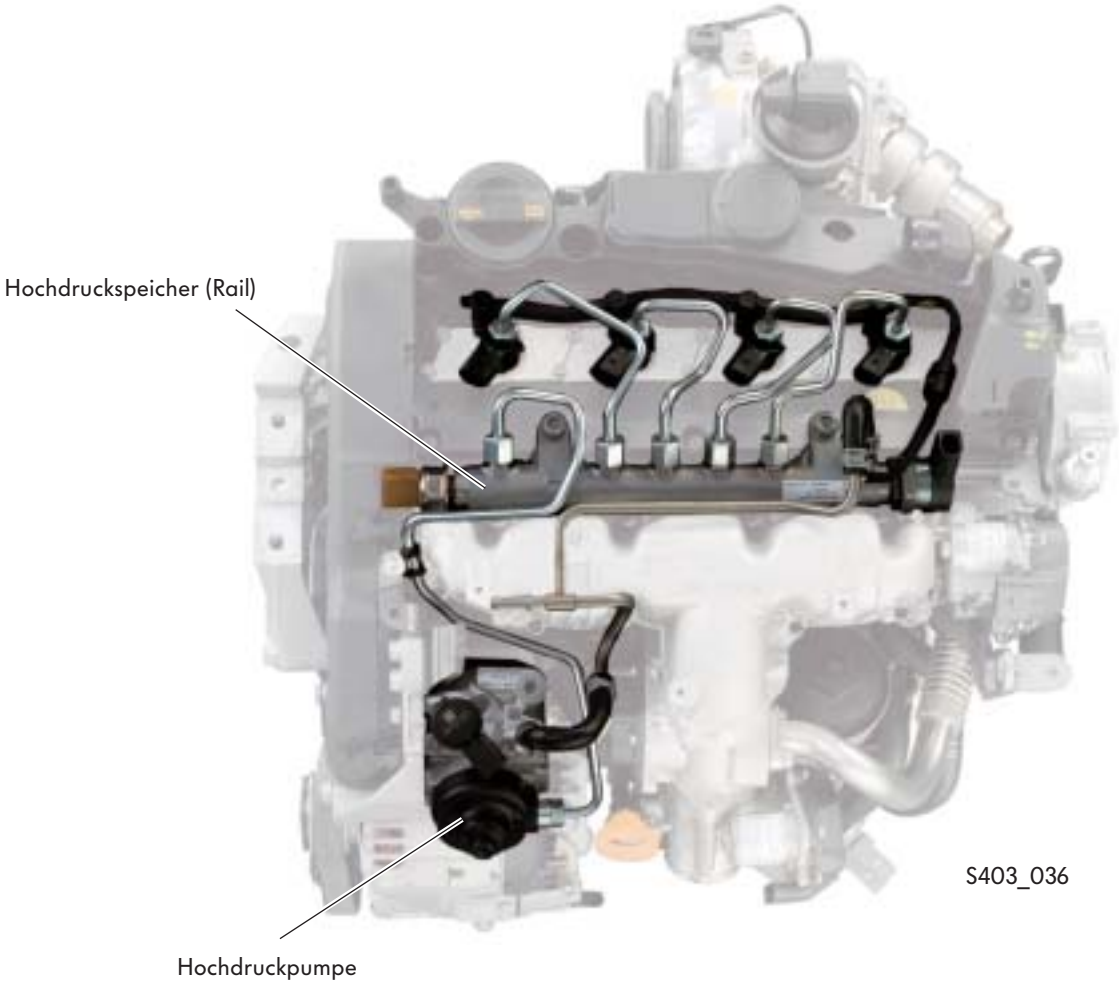
Hochdruck 230 - 1800 bar

Rücklaufdruck von den Einspritzventilen 10 bar

Vorlaufdruck Rücklaufdruck

Das Common-Rail-Einspritzsystem

Der 2,0l TDI-Motor im Tiguan ist mit einem Common-Rail-Einspritzsystem für die Gemischaufbereitung ausgestattet.
Das Common-Rail-Einspritzsystem ist ein Hochdruck-Speicher-Einspritzsystem für Dieselmotoren.
Der Begriff „Common-Rail“ bedeutet „gemeinsame Leiste“ und steht für einen gemeinsamen Kraftstoff-Hochdruckspeicher für alle Einspritzventile einer Zylinderbank.

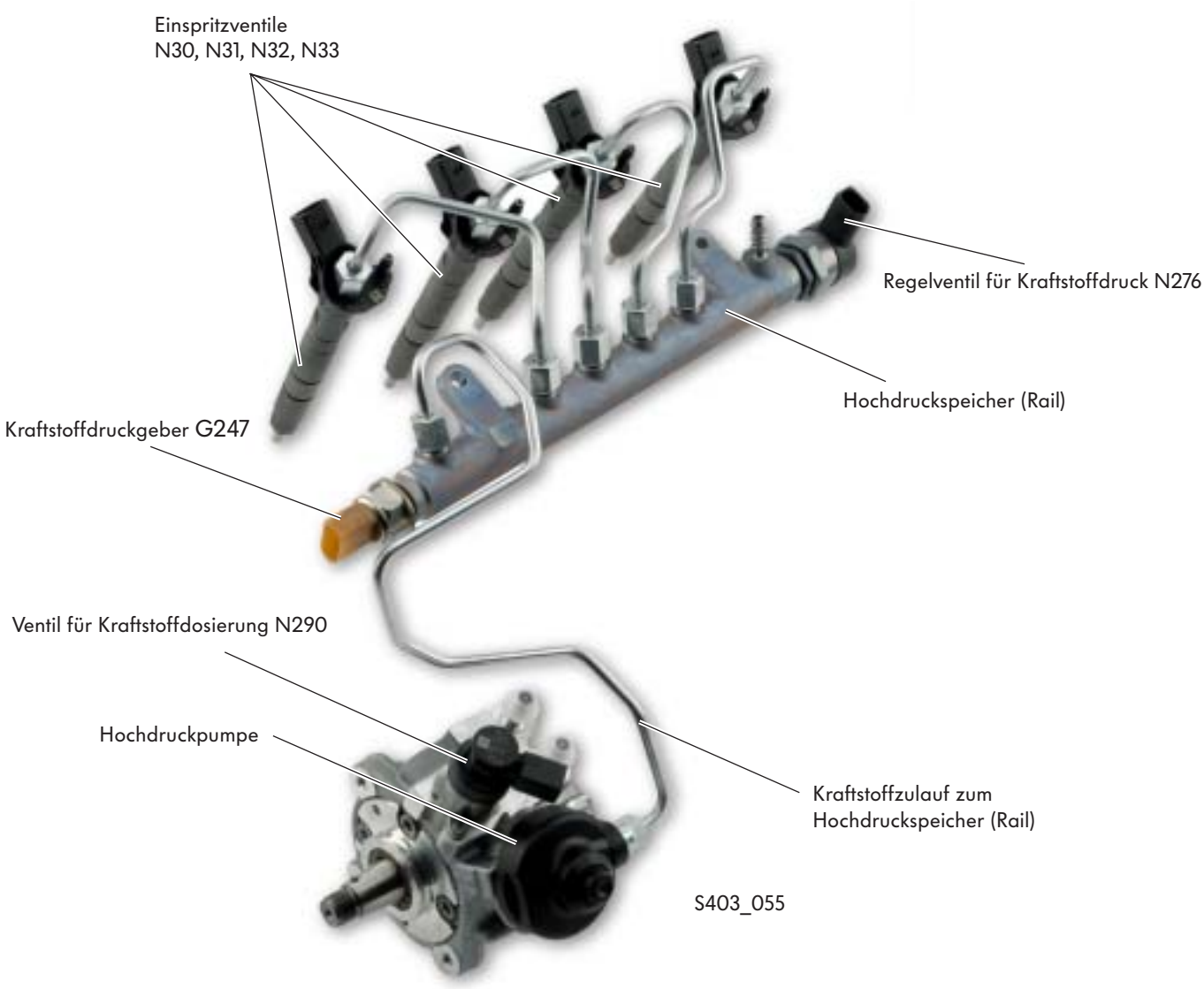


Die Druckerzeugung und die Kraftstoffeinspritzung sind bei diesem Einspritzsystem voneinander getrennt. Eine separate Hochdruckpumpe erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen hohen Kraftstoffdruck.
Dieser Kraftstoffdruck wird in einem Hochdruck-speicher (Rail) gespeichert und über kurze Einspritzleitungen den Einspritzventilen (Injektoren) zur Verfügung gestellt.
Das Common-Rail-Einspritzsystem wird durch das Motormanagementsystem Bosch EDC 17 geregelt.

Die Eigenschaften dieses Einspritzsystems sind:

- Der Einspritzdruck ist nahezu frei wählbar und kann an den jeweiligen Betriebszustand des Motors angepasst werden.
- Ein hoher Einspritzdruck bis maximal 1800 bar ermöglicht eine gute Gemischbildung.
- Ein flexibler Einspritzverlauf mit mehreren Vor- und Nacheinspritzungen.

Das Common-Rail-Einspritzsystem bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten, um den Einspritzdruck und den Einspritzverlauf dem Betriebszustand des Motors anzupassen.
Dadurch hat es sehr gute Voraussetzungen, um die stetig steigenden Anforderungen an ein Einspritzsystem nach einem geringen Kraftstoffverbrauch, wenig Schadstoffemissionen und einen ruhigen Motorlauf zu erfüllen.





Das Funktionsprinzip des Common-Rail-Einspritzsystemsmit Piezo-Einspritzventilen ist im Selbststudienprogramm. 351 „Das Common-Rail-Einspritzsystem des V6 TDI Motors“ beschrieben.

Einspritzventile

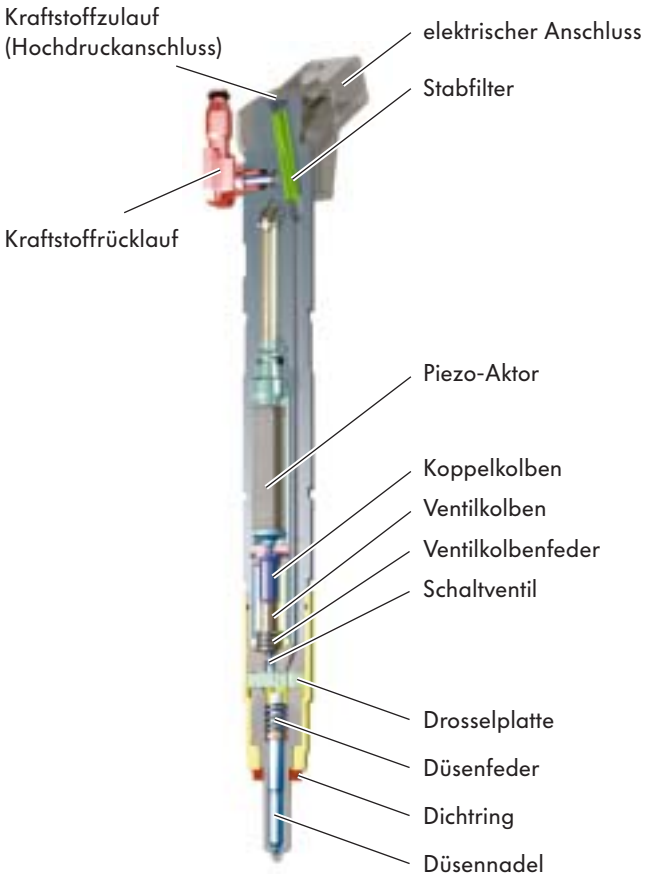
Im Common-Rail-System des 2,0l-TDI-Motors kommen piezogesteuerte Einspritzventile zum Einsatz.

Die Einspritzventile werden dabei über einen Piezo-Aktor gesteuert. Die Schaltgeschwindigkeit eines Piezo-Aktors ist ungefähr viermal schneller gegenüber einem Magnetventil.

Außerdem hat die Piezo-Technologie im Vergleich zu magnetventil-gesteuerten Einspritzventilen circa 75 % weniger bewegter Masse an der Düsennadel.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

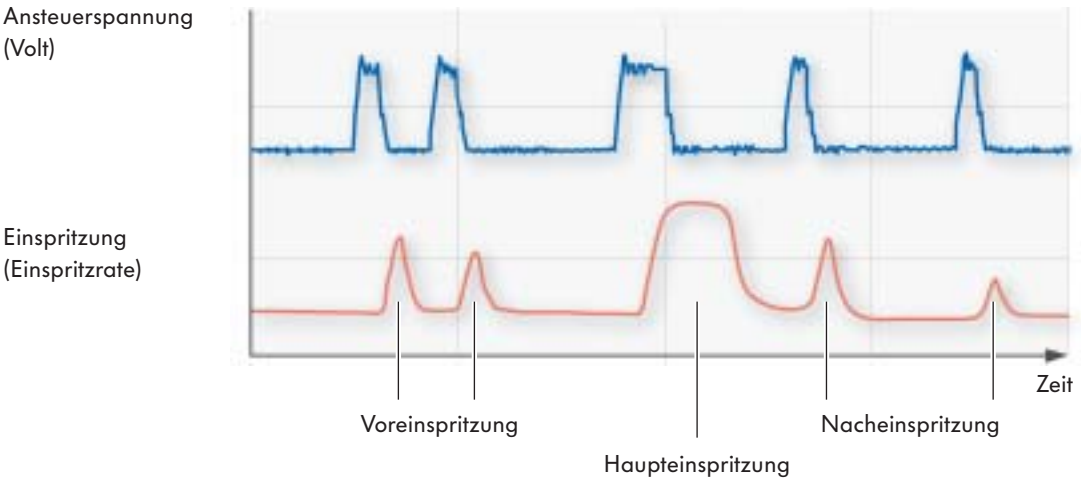
- sehr kurze Schaltzeiten
- mehrere Einspritzungen pro Arbeitstakt sind möglich
- genau dosierbare Einspritzmengen



S403_024

Einspritzverlauf

Aufgrund der sehr kurzen Schaltzeiten der piezogesteuerten Einspritzventile ist es möglich, die Einspritzphasen und die Einspritzmengen flexibel und genau zu steuern. Dadurch kann der Einspritzverlauf den jeweiligen Anforderungen an die Betriebsbedingungen des Motors angepasst werden. Pro Einspritzverlauf werden bis zu fünf Teileinspritzungen vorgenommen.



S403_025

Zusatzkraftstoffpumpe V393

Die Zusatzkraftstoffpumpe ist eine Rollenzellenpumpe. Sie befindet sich im Motorraum des Tiguans und hat die Aufgabe, den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter in den Vorlauf zur Hochdruckpumpe zu fördern. Die Zusatzkraftstoffpumpe wird über ein Relais vom Motorsteuergerät angesteuert und erhöht den von der elektrischen Kraftstoffpumpe im Kraftstoffbehälter vorgeförderten Kraftstoffdruck auf ca. 5 bar. Dadurch wird die Kraftstoffversorgung der Hochdruckpumpe in allen Betriebszuständen sichergestellt.

Auswirkungen bei Ausfall

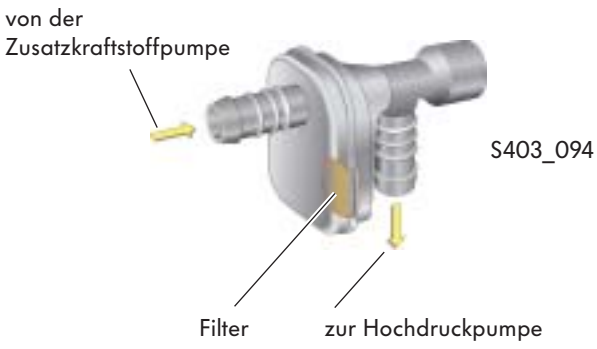
Bei Ausfall der Zusatzkraftstoffpumpe läuft der Motor zunächst mit verminderter Leistung weiter. Ein Motorstart ist nicht möglich.





Filtersieb

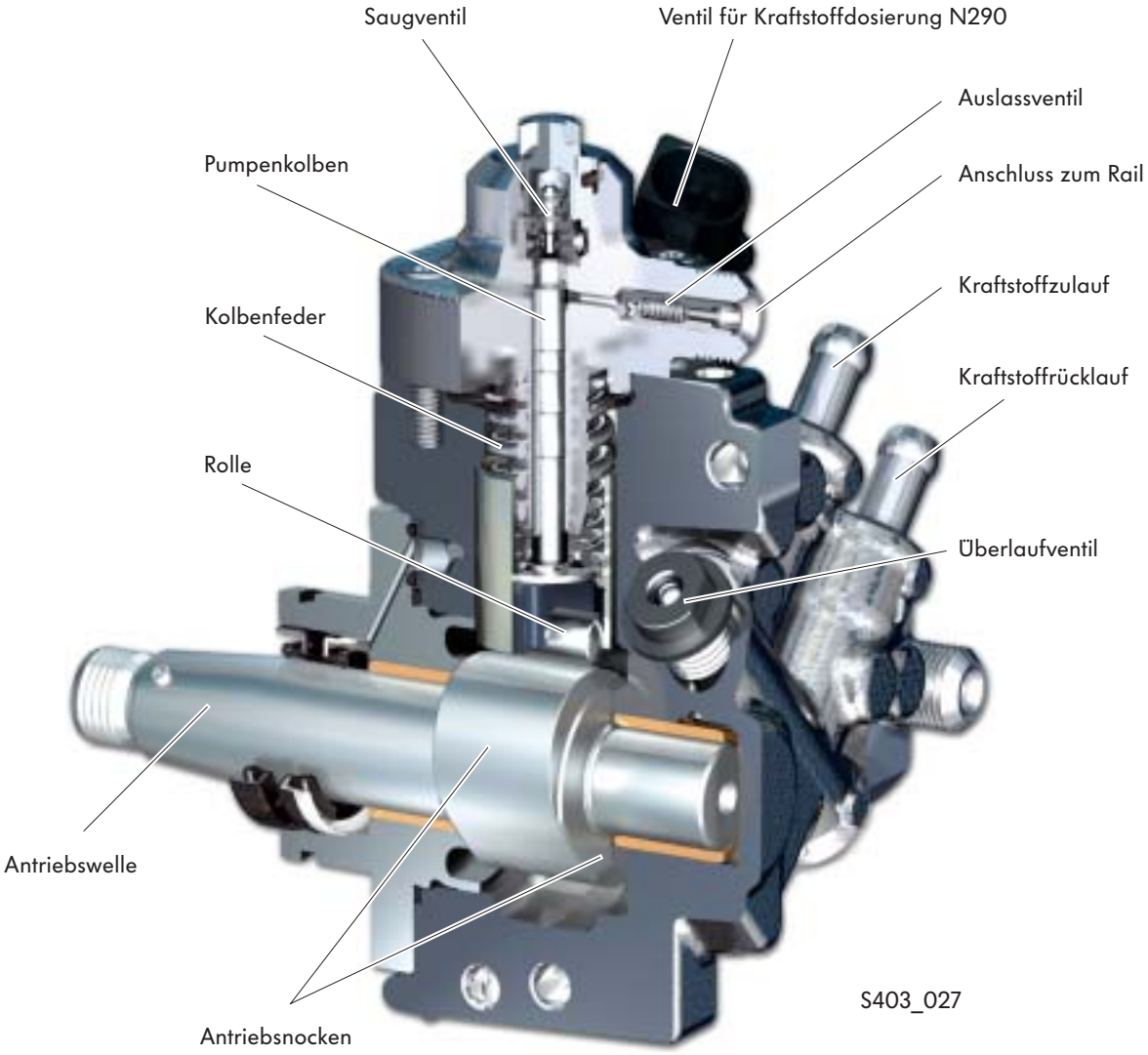
Zum Schutz der Hochdruckpumpe vor Schmutzpartikeln, zum Beilspiel durch mechanischen Abrieb, befindet sich im Kraftstoffzulauf vor der Hochdruckpumpe ein Filtersieb.



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.
Durch die zwei um 180° versetzten Nocken auf der Antriebswelle erfolgt die Druckerzeugung synchron zur Einspritzung im Arbeitstakt des jeweiligen Zylinders. Dadurch wird der Pumpenantrieb gleichmäßig belastet und Druckschwankungen im Hochdruckbereich gering gehalten.
Eine Rolle sorgt für eine reibungsarme Kraftübertragung von den Antriebsnocken auf den Pumpenkolben.

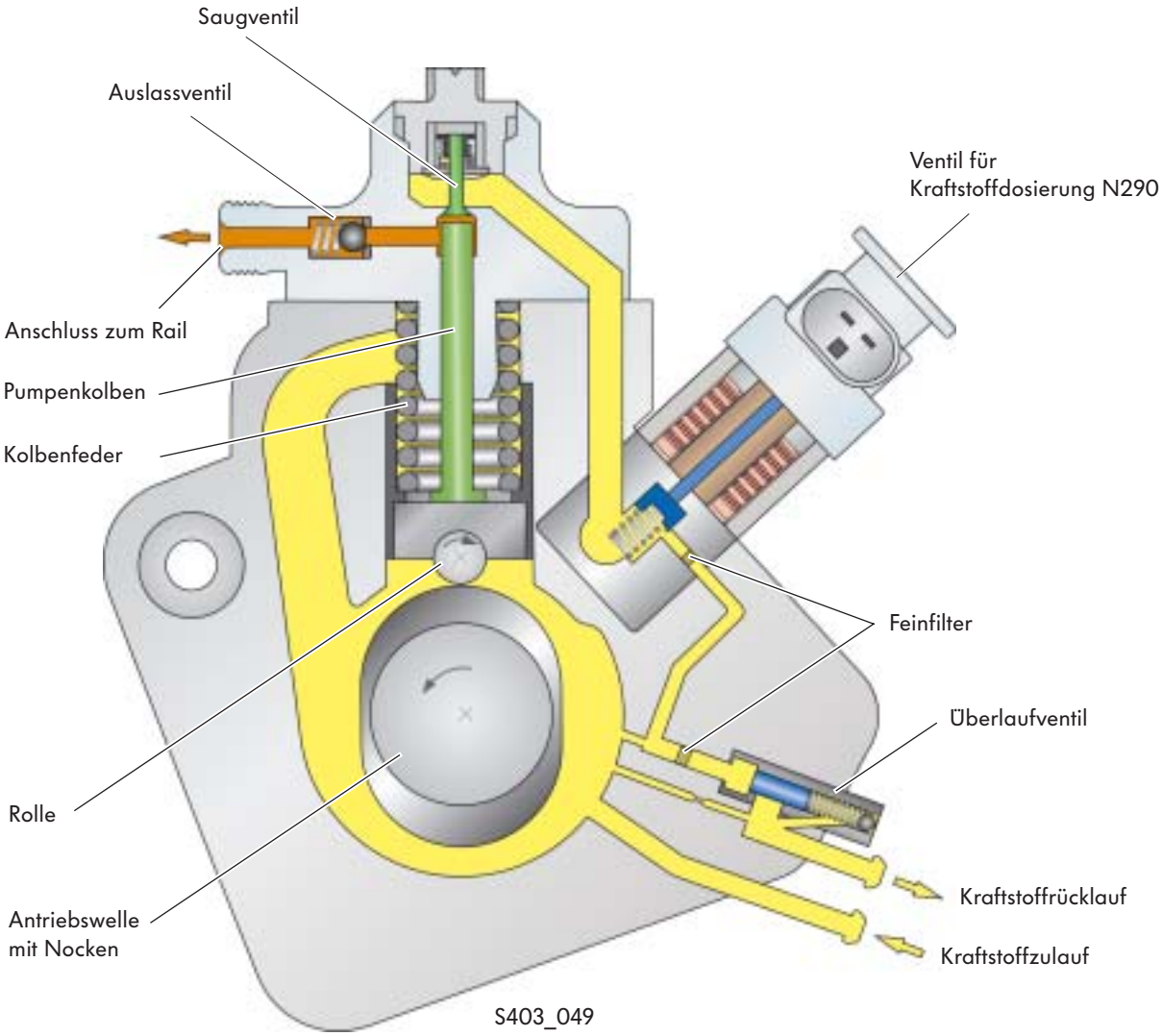
Aufbau der Hochdruckpumpe





Beim Einstellen der Steuerzeiten des Motors muss die Position der Antriebswelle von der Hochdruckpumpe eingestellt werden.
Beachten Sie dazu die Hinweise im Reparaturleitfaden.

Aufbau der Hochdruckpumpe - schematisch

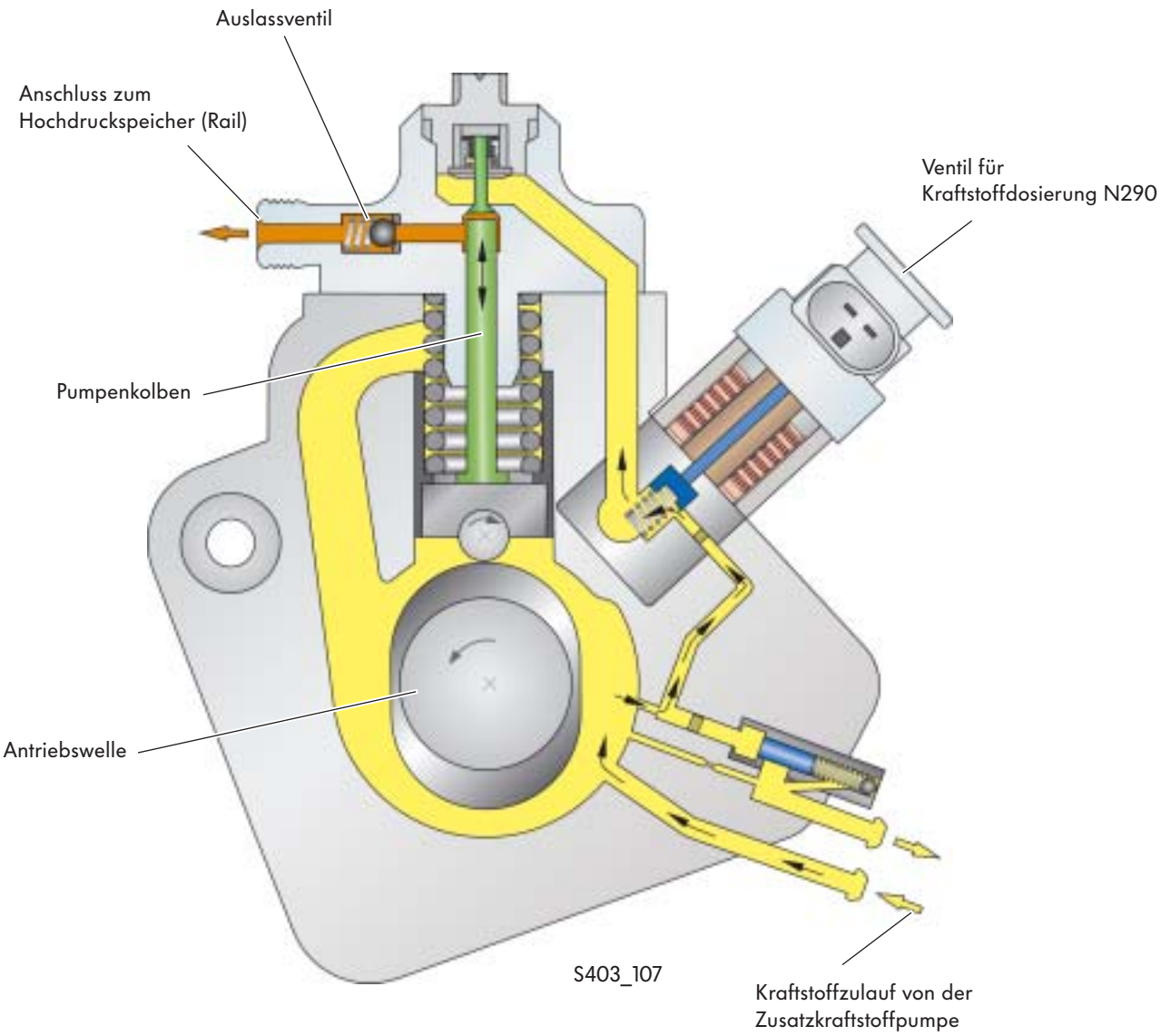


Hochdruckbereich

Die Hochdruckpumpe wird durch die Zusatzkraftstoffpumpe in jedem Betriebsbereich des Motors mit ausreichend Kraftstoff versorgt.

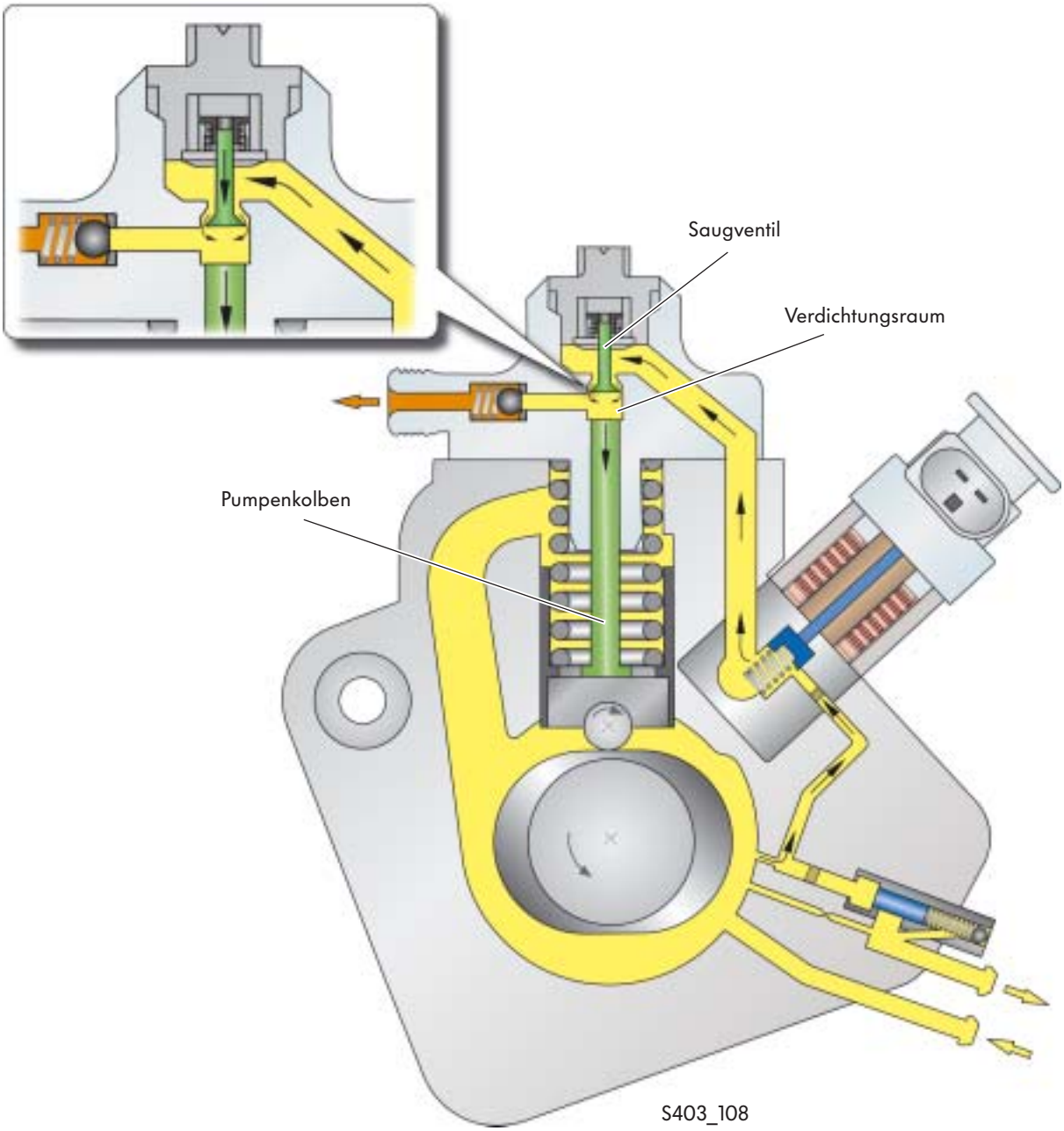
Der Kraftstoff gelangt über das Ventil für Kraftstoffdosierung in den Hochdruckbereich des Motors.

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



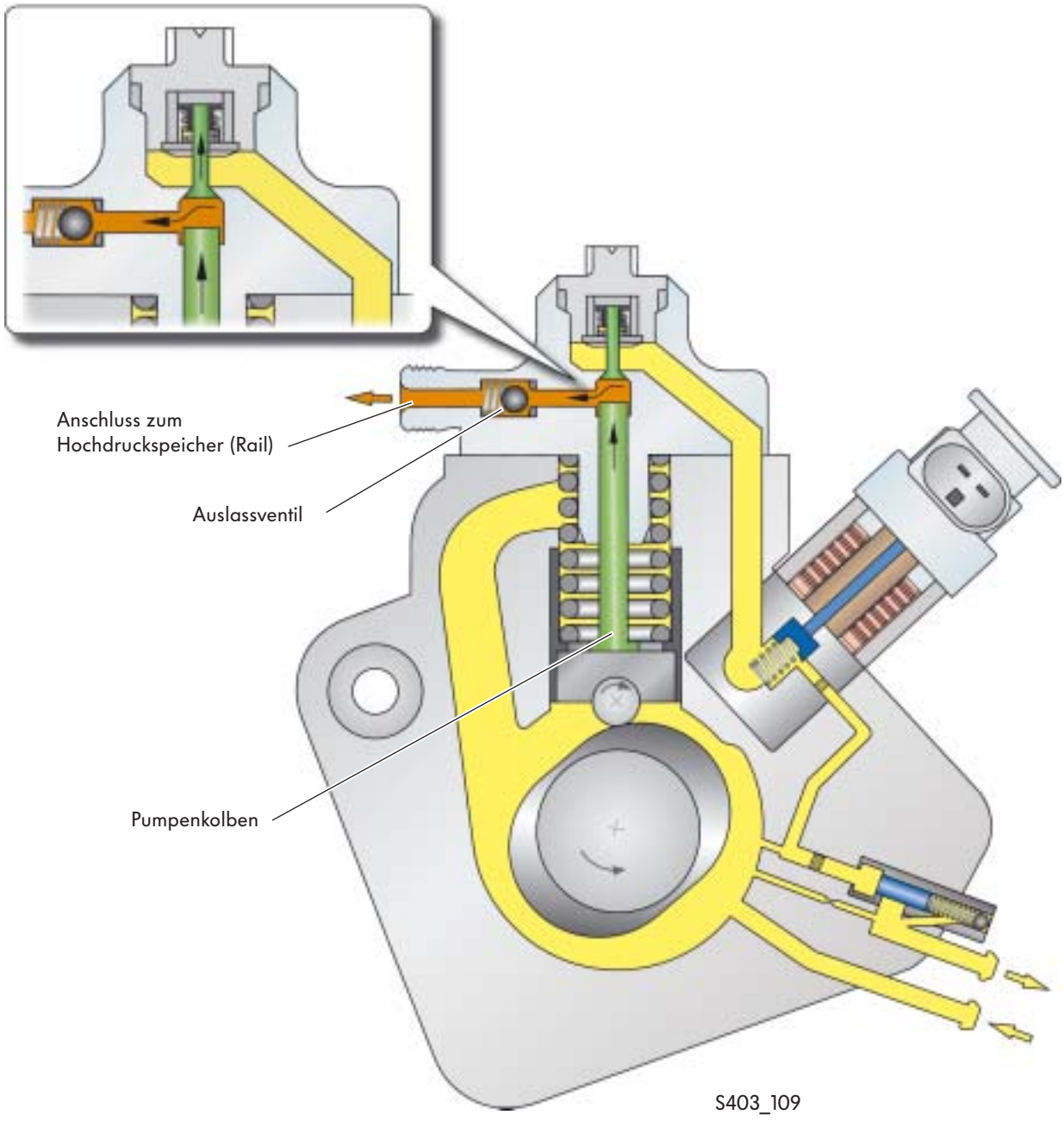
Saughub

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).



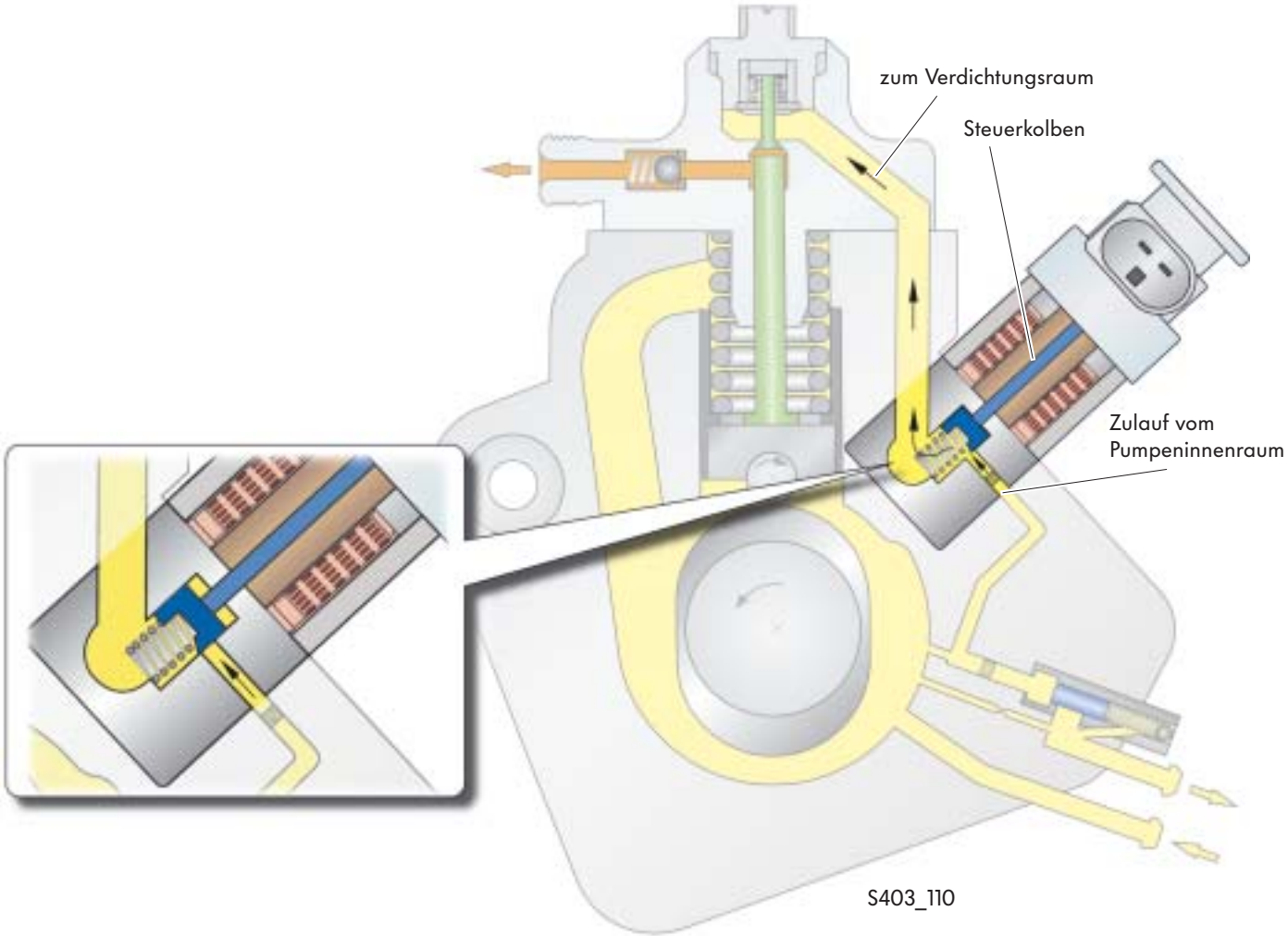
Ventil für Kraftstoffdosierung N290

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 wird 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.

Niederdruckbereich

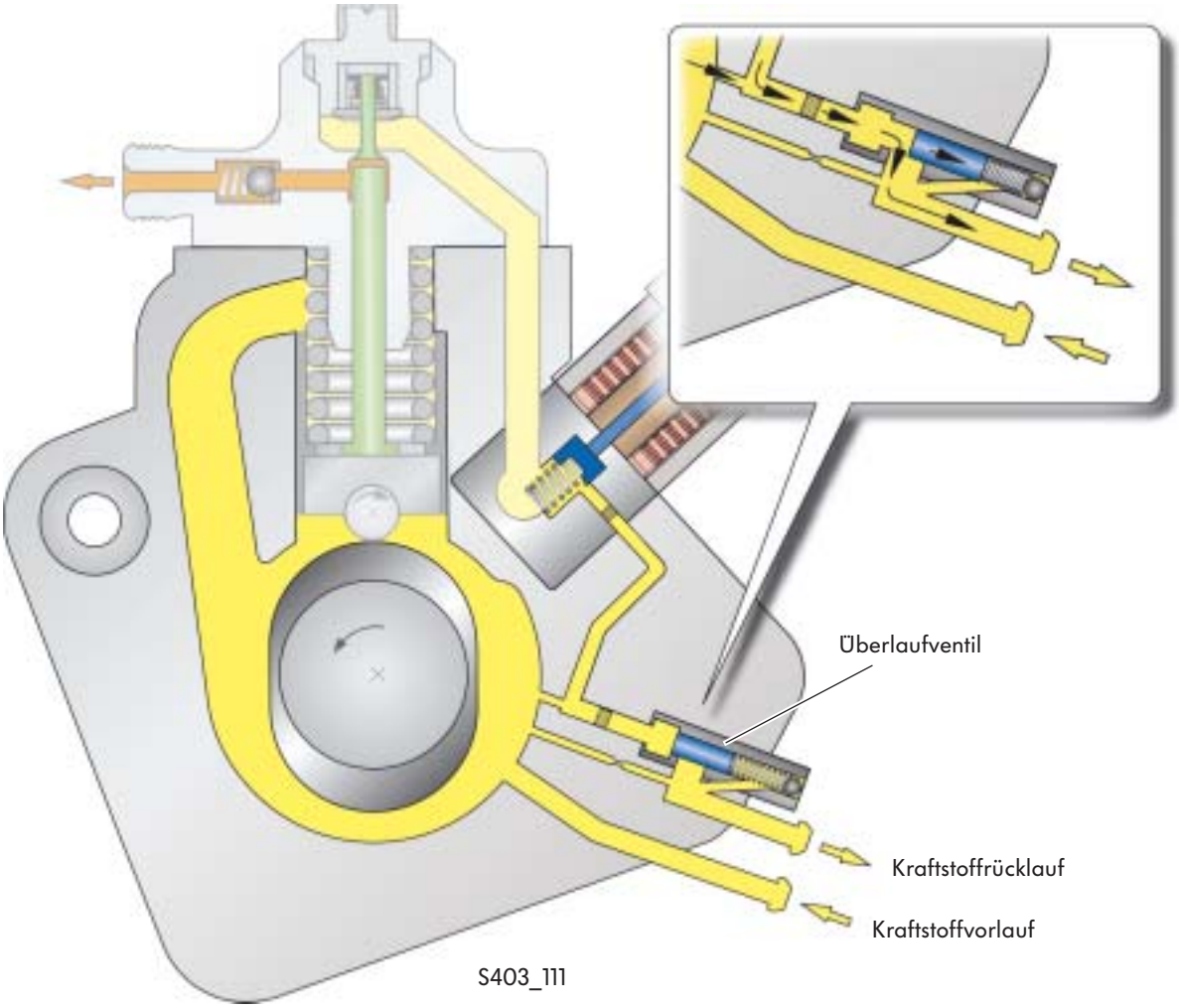
Überlaufventil

Der Kraftstoffdruck im Niederdruckbereich der Hochdruckpumpe wird durch das Überlaufventil geregelt.

Funktion

Die Zusatzkraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter mit einem Druck von ca. 5 bar in die Hochdruckpumpe. Dadurch wird die Kraftstoffversorgung der Hochdruckpumpe in allen Betriebszuständen sichergestellt.
Das Überlaufventil regelt den Kraftstoffdruck in der Hochdruckpumpe auf ca. 4,3 bar.

Der von der Zusatzkraftstoffpumpe geförderte Kraftstoff wirkt gegen den Kolben und die Kolbenfeder des Überlaufventils. Bei einen Kraftstoffdruck über 4,3 bar öffnet das Überlaufventil und gibt den Weg zum Kraftstoffrücklauf frei. Der zu viel geförderte Kraftstoff fließt über den Kraftstoffrücklauf in den Kraftstoffbehälter.



S403_111

Regelung des Kraftstoffhochdruckes

Beim Common-Rail-Einspritzsystem im Tiguan wird der Kraftstoffhochdruck durch ein so genanntes Zwei-Regler-Konzept geregelt.
Dazu werden das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 und das Ventil für Kraftstoffdosierung N290 vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten Signal (PWM-Signal) angesteuert.
Je nach Betriebszustand des Motors erfolgt die Regelung des Kraftstoffhochdruckes durch eines der beiden Ventile, das jeweils andere Ventil wird dabei vom Motorsteuergerät nur gesteuert.

Regelung durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Bei Motorstart und zur Aufwärmung des Kraftstoffes wird der Kraftstoffhochdruck durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 geregelt. Um den Kraftstoff schnell zu erwärmen wird von der Hochdruckpumpe mehr Kraftstoff gefördert und verdichtet als nötig. Der überschüssige Kraftstoff wird durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 wieder in den Kraftstoffrücklauf abgegeben.

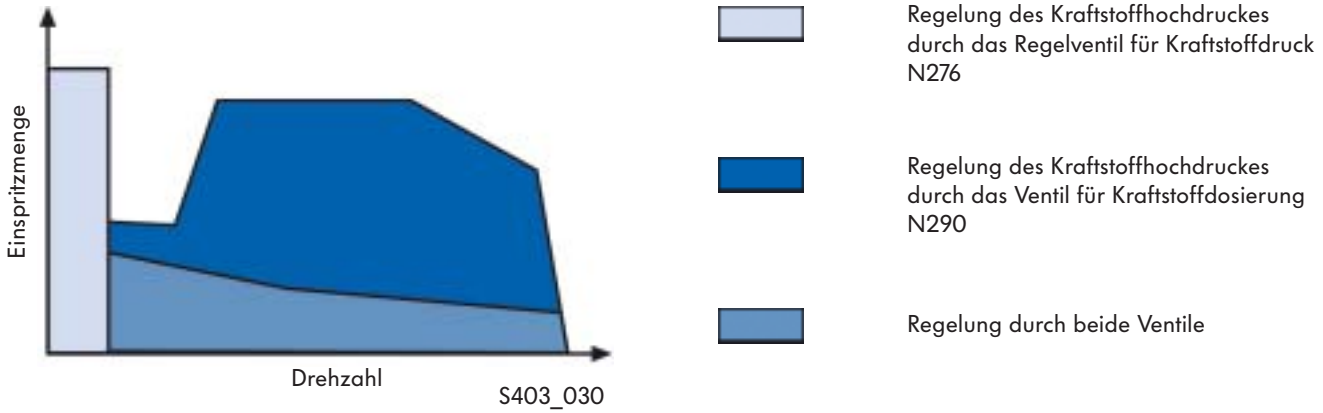
Regelung durch das Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Bei hohen Einspritzmengen und hohen Raildrücken wird der Kraftstoffhochdruck durch das Ventil für Kraftstoffdosierung N290 geregelt. Dadurch erfolgt eine bedarfsgerechte Regelung des Kraftstoffhochdruckes. Die Leistungsaufnahme der Hochdruckpumpe wird reduziert und eine unnötige Aufheizung des Kraftstoffes vermieden.

Regelung durch beide Ventile

Im Leerlauf, im Schubbetrieb und bei kleinen Einspritzmengen wird der Kraftstoffdruck durch beide Ventile gleichzeitig geregelt. Dadurch wir eine genaue Regelung erreicht, welche die Leerlaufqualität und den Übergang in den Schubbetrieb verbessert.

Zwei-Regler-Konzept



Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Das Regelventil für Kraftstoffdruck befindet sich am Hochdruckspeicher (Rail).

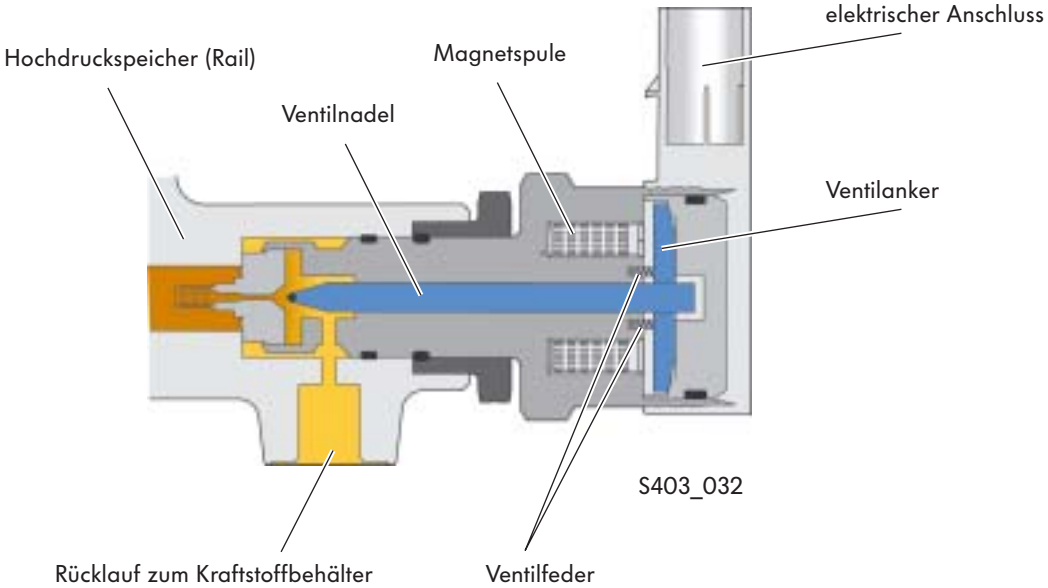
Durch Öffnen und Schließen des Regeventils wird der Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich eingestellt.

Dazu wird es vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten Signal angesteuert.



S403_023

Aufbau



S403_032

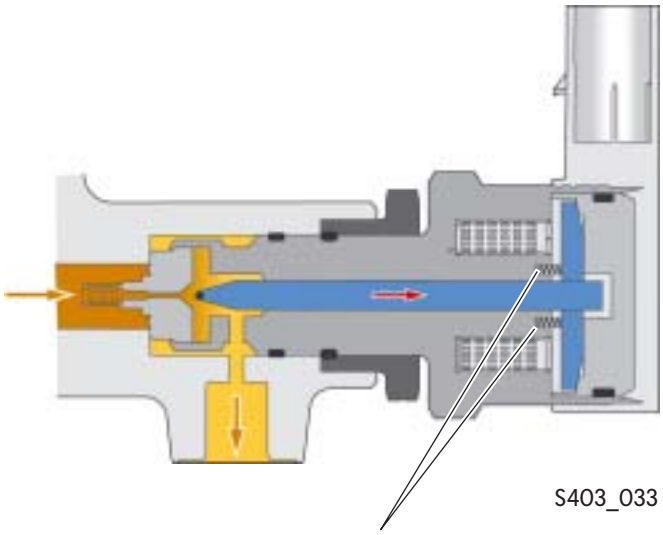
So funktioniert es

Im Gegensatz zu bisherigen Regelventilen in Common-Rail-Einspritzsystemen ist dieses Ventil im unbestromten Zustand offen.

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 Niederdruckbereich sichergestellt. Dampfblasen, die während des Abkühlvorgangs bei Motorstillstand im Hochdruckspeicher (Rail) entstehen können, werden vermieden und somit das Startverhalten des Motors verbessert.

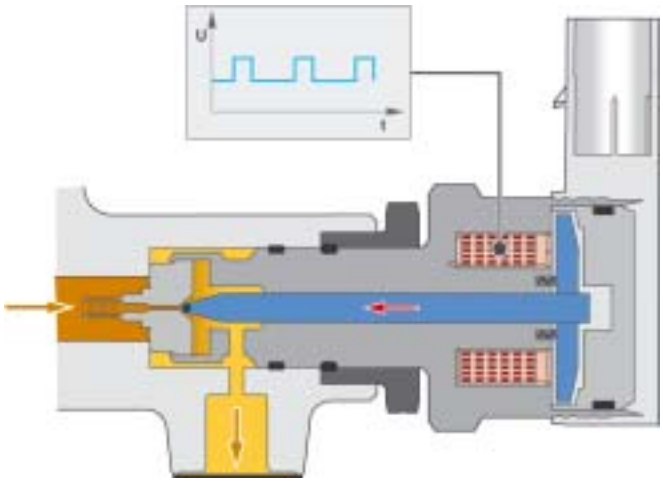


S403_033

Regelventil angesteuert (Motor „ein“)

Um einen Betriebsdruck von 230 bis 1800 bar im Hochdruckspeicher einzustellen, wird das Regelventil vom Motorsteuergerät J623 mit einem pulsweitenmodulierten (PWM) Signal 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. Je nach Tastverhältnis der Ansteuerung wird der Durchflussquerschnitt zur Rücklaufleitung und somit die Ablaufmenge verändert. Außerdem können dadurch Druckschwankungen im Hochdruckspeicher ausgeglichen werden.

Motorsteuergerät J623



S403_034

Auswirkungen bei Ausfall

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

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

Potenziometer für Abgasrückführung G212

Lambdasonde G39

Drucksensor 1 für Abgas G450

Abgastemperaturgeber 1 G235

Abgastemperaturgeber 3 G495

Abgastemperaturgeber 4 G648

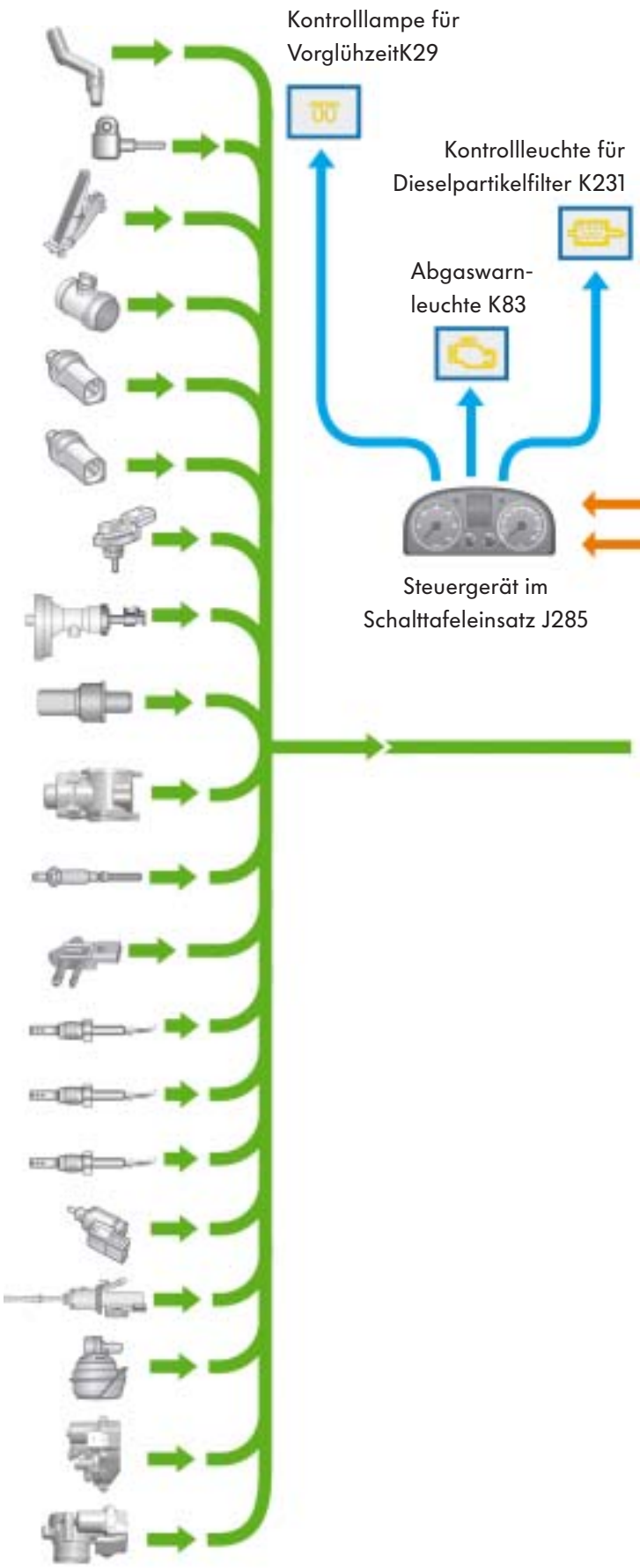
Bremslichtschalter F

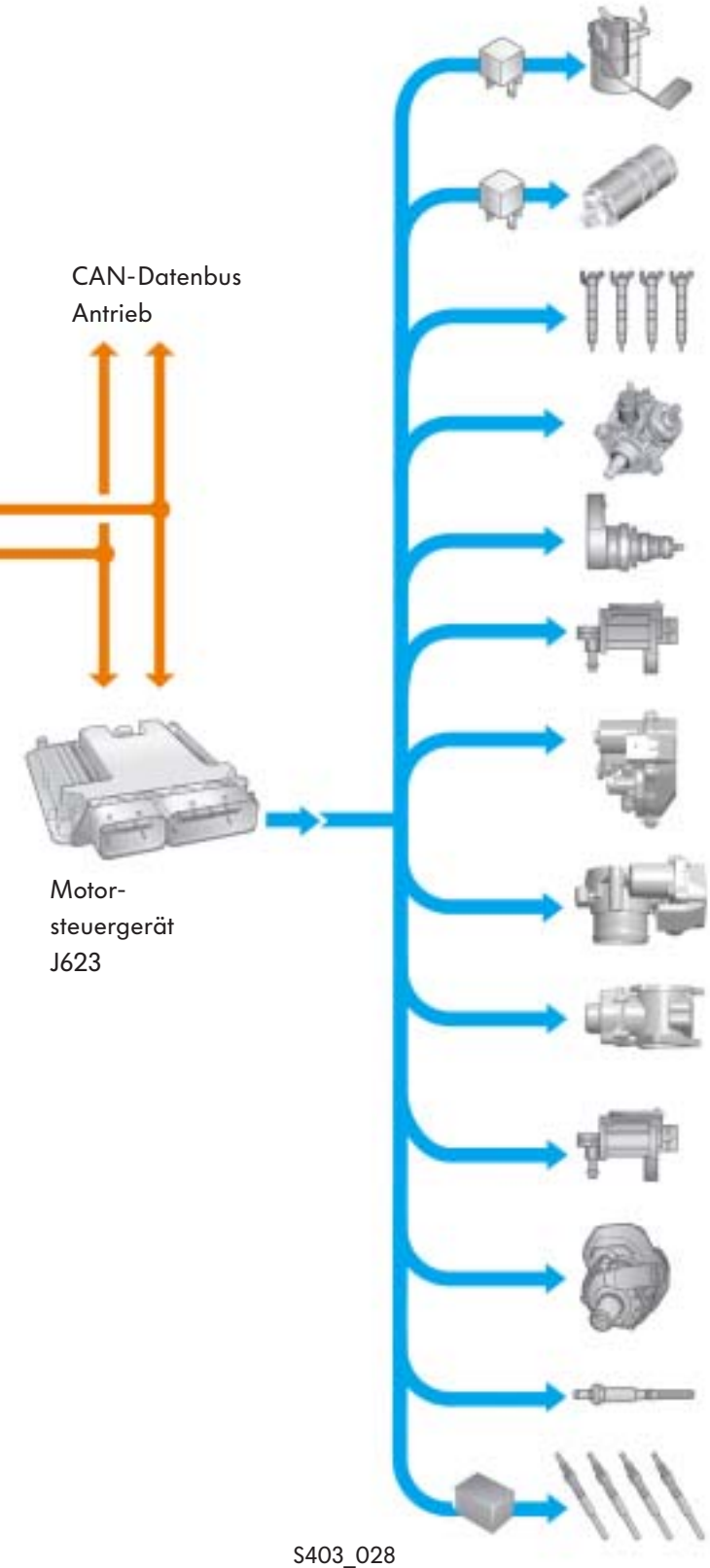
Kupplungspositionsgeber G476

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Potenziometer für Saugrohrklappe G336

Drosselklappenpotenziometer G69





Aktoren

Kraftstoffpumpenrelais J17
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Relais für Zusatzkraftstoffpumpe J832
Zusatzkraftstoffpumpe V393

Einspritzventil für Zylinder 1 N30
Einspritzventil für Zylinder 2 N31
Einspritzventil für Zylinder 3 N32
Einspritzventil für Zylinder 4 N33

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Motor für Saugrohrklappe V157

Drosselklappensteuereinheit J338

Abgasrückführungsventil N18

Umschaltventil für Kühler für Abgasrückführung N345

Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178

Heizung für Lambdasonde Z19

Steuergerät für Glühzeitautomatik J179
Glühkerze 1 Q10
Glühkerze 2 Q11
Glühkerze 3 Q12
Glühkerze 4 Q13

Motormanagement

Das Motormanagement

Das Motormanagementsystem des 2,0l-TDI-Motors mit Common-Rail-Einspritzsystem ist die elektronische Dieselregelung EDC 17 der Firma Bosch.

Das Motormanagementsystem EDC 17 ist eine Weiterentwicklung der EDC 16. Es unterscheidet sich im Vergleich zur EDC 16 durch eine gesteigerte Rechenleistung und eine größere Speicherkapazität.

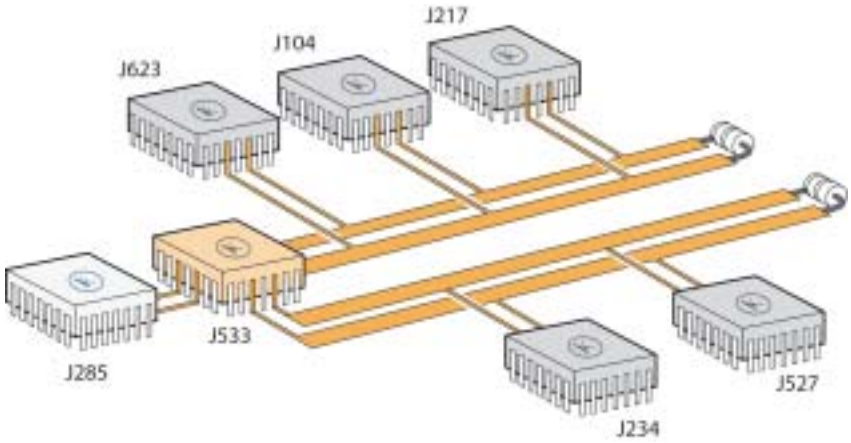
Zusätzlich bietet es die Möglichkeit, Regelfunktionen für zukünftige Techniken zu integrieren.



S403_052

Steuergeräte im CAN-Datenbus

Das dargestellte Schema zeigt die Einbindung des Motorsteuergerätes in die CAN-Datenbus-Struktur des Fahrzeuges. Über den CAN-Datenbus werden Informationen zwischen den Steuergeräten übermittelt.



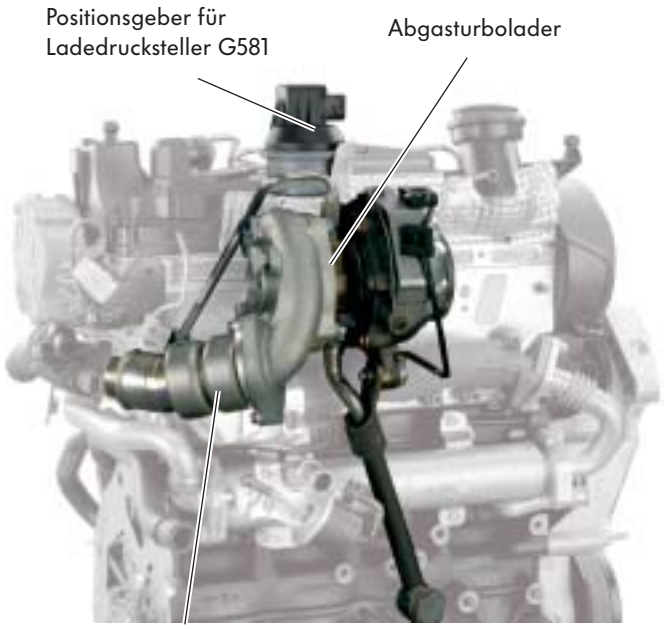
S403_090

Legende

J104	Steuergerät für ABS
J217	Steuergerät für automatisches Getriebe
J234	Steuergerät für Airbag
J285	Steuergerät im Schalttafeleinsatz
J527	Steuergerät für Lenksäulenelektronik
J533	Diagnose-Interface für Datenbus
J623	Motorsteuergerät

Der Abgasturbolader

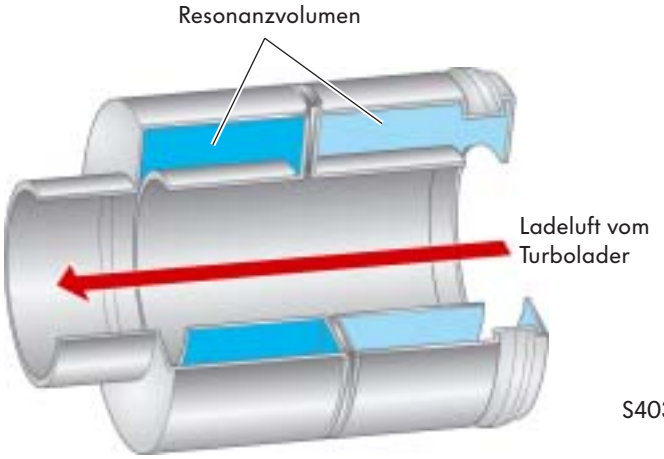
Der Ladedruck wird beim 2,0l-TDI-Motor durch einen verstellbaren Turbolader erzeugt.
Er verfügt über verstellbare Leitschaufeln, durch die der Abgasstrom auf das Turbinenrad beeinflusst werden kann. Dies hat den Vorteil, dass über den gesamten Drehzahlbereich ein optimaler Ladedruck und damit eine gute Verbrennung erreicht werden.
Die verstellbaren Leitschaufeln ermöglichen im unteren Drehzahlbereich ein hohes Drehmoment und gutes Anfahrverhalten, im oberen Drehzahlbereich einen geringen Kraftstoffverbrauch und niedrige Abgasemissionen. Die Leitschaufeln werden über ein Gestänge durch Unterdruck verstellt.



S403_039

Strömungsdämpfer

Hinter dem Ausgang des Turboladers in der Ladeluftstrecke ist ein Strömungsdämpfer verbaut.
Er hat die Aufgabe störende Turboladergeräusche zu verringern.



S403_098

Aufbau und Funktion

Während einer Volllastbeschleunigung muss der Turbolader sehr schnell Ladedruck aufbauen. Dabei wird das Turbinen- und Verdichterrad schnell beschleunigt und der Turbolader nähert sich seiner Pumpgrenze. Dies kann zu Strömungsabrissen im Luftstrom führen, die zu störenden Geräusche führen und in die Ladeluftstrecke abstrahlen.

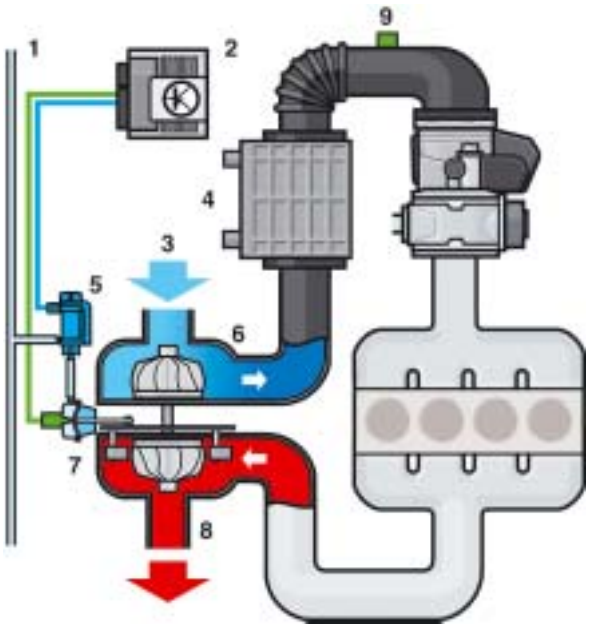
Die Ladeluft versetzt die Luft in den Resonanzvolumen des Strömungsdämpfers in Schwingungen. Diese Schwingungen haben ungefähr die gleiche Frequenz wie die Geräusche der Ladeluft. Durch die Überlagerung der Schallwellen von Ladeluft und der Luftschwingungen aus den Resonanzvolumen des Strömungsdämpfers werden die störenden Geräusche minimiert.

Die Ladedruckregelung

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

Legende

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



S403_040

Magnetventil für Ladedruck-begrenzung N75

Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung ist ein elektro-pneumatisches Ventil. Durch das Ventil wird der Unterdruck gesteuert, der zum Verstellen der Leitschaufeln über die Unterdruckdose benötigt wird.

Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Ventils wird die Unterdruckdose nicht mit Unterdruck versorgt. Eine Feder in der Unterdruckdose verschiebt das Gestänge der Verstellmechanik so, dass die Leitschaufeln des Turboladers in einen steilen Anstellwinkel gebracht werden (Notlaufposition). Bei geringer Motordrehzahl und damit geringem Abgasdruck ist nur ein geringer Ladedruck vorhanden. Der Motor hat weniger Leistung, eine aktive Regeneration des Partikelfilters ist nicht möglich.



S403_097

Ladedruckgeber G31/ Ansauglufttemperaturgeber G42

Der Ladedruckgeber G31 und der Ansauglufttemperaturgeber G42 sind in einem Bauteil integriert und befinden sich im Saugrohr.

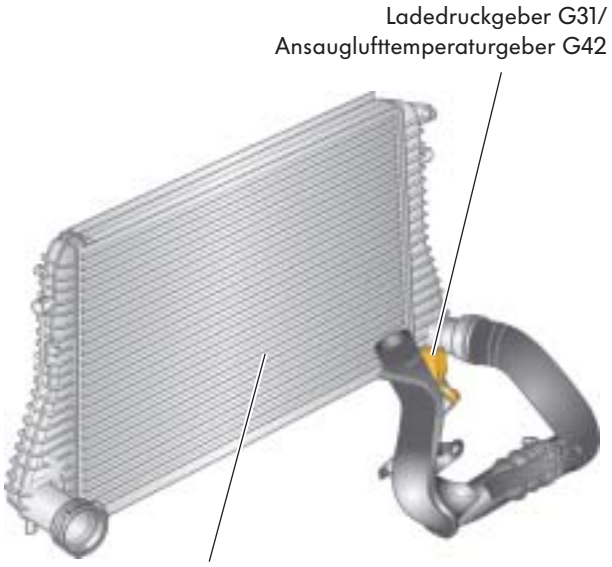
Ladedruckgeber G31

Signalverwendung

Durch das Signal des Ladedruckgebers wird der aktuelle Luftdruck im Saugrohr ermittelt. Das Motorsteuergerät benötigt das Signal zur Regelung des Ladedruckes.

Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Signals gibt es keine Ersatzfunktion. Die Ladedruckregelung wird abgeschaltet und die Motorleistung nimmt deutlich ab.
Der Partikelfilter kann nicht aktiv regeneriert werden.



S403_096

Ansauglufttemperaturgeber G42

Das Signal des Ansauglufttemperaturgebers verwendet das Motorsteuergerät für die Regelung des Ladedruckes. Da die Temperatur die Dichte der Ladeluft beeinflusst, wird das Signal als Korrekturwert vom Motorsteuergerät verwendet.

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Der Positionsgeber für Ladedrucksteller ist in die Unterdruckdose des Turboladers integriert. Er ist ein Wegsensor, der es dem Motorsteuergerät ermöglicht, die Stellung der Leitschaufeln des Turboladers zu ermitteln.

Signalverwendung

Das Signal des Sensors liefert dem Motorsteuergerät die aktuelle Stellung der Leitschaufeln des Turboladers. Zusammen mit dem Signal des Ladedruckgebers G31 kann somit auf den Zustand der Ladedruckregelung geschlossen werden.



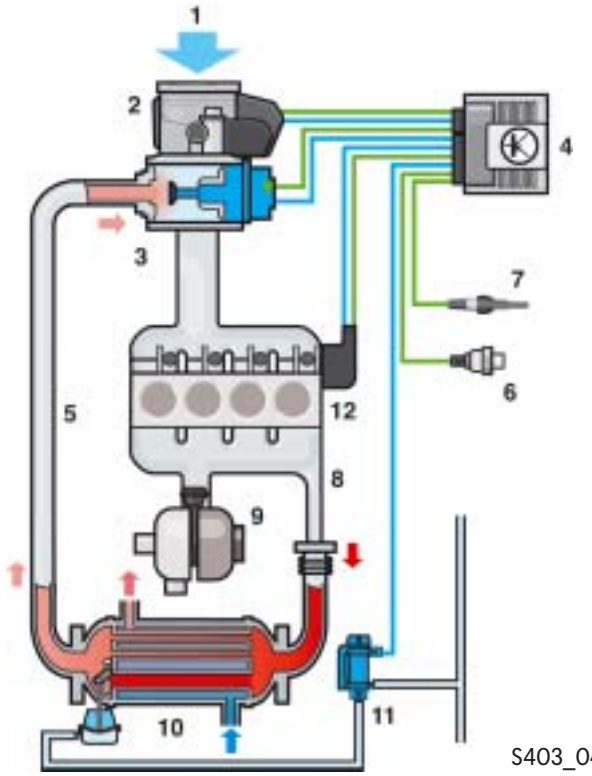
S403_095

Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Sensors wird das Signal des Ladedruckgebers und die Motordrehzahl verwendet um auf die Stellung der Leitschaufeln zu schließen.
Die Abgaswarnleuchte K83 wird 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.



S403_046

Legende

1 - Ansaugluft
2 - Drosselklappensteuereinheit J338 mit Drosselklappenpotenziometer G69
3 - Abgasrückführungs-Ventil mit Potenziometer für Abgasrückführung G212 und Abgasrückführungsventil N18
4 - Motorsteuergerät J623
5 - Abgaszuleitung
6 - Kühlmitteltemperaturgeber G62
7 - Lambdasonde G39
8 - Abgaskrümmer
9 - Abgasturbolader
10 - Abgaskühler
11 - Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345
12 - Motor für Saugrohrklappe V157 mit Potenziometer für Saugrohrklappe G336

Die Abgasrückführungsmenge wird nach einem Kennfeld im Motorsteuergerät gesteuert. Dabei werden die Motordrehzahl, die Einspritzmenge, die angesaugte Luftmasse, die Ansaugluftttemperatur 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 23 erklärt.

Abgasrückführungsventil N18

Das Abgasrückführungsventil N18 ist ein elektromotorisch betätigter Ventilteller. Er wird vom Motorsteuergerät angesteuert und kann von einem Elektromotor stufenlos verstellt werden. Durch den Hub des Ventiltellers wird die Menge an zurückgeführtem Abgas gesteuert.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Abgasrückführungsventils N18 wird der Ventilteller durch eine Ventilfeder geschlossen. Es kann kein Abgas zurückgeführt werden.



S403_099

Abgasrückführungsventil N18 mit Potenziometer für Abgasrückführung G212

Potenziometer für Abgasrückführung G212

Das Potenziometer für Abgasrückführung erfasst die Stellung des Ventiltellers im Abgasrückführungsventil.

Signalverwendung

Anhand des Signals erkennt das Motorsteuergerät die aktuelle Position des Ventiltellers. Damit wird die Menge an zurückgeführtem Abgas und somit der Stickoxidanteil im Abgas geregelt.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Sensors wird die Abgasrückführung ausgeschaltet. Der Antrieb des Abgasrückführungs-Ventils ist stromlos geschaltet und der Ventilteller wird durch eine Ventilfeder geschossen.



Detaillierte Informationen zu Aufbau und Funktionsweise des Potenziometers für Abgasrückführung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 368 „Der 2,0l-125 kW-TDI-Motor mit 4-Ventiltechnik“.

Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345

Der Kühler für Abgasrückführung ist ein schaltbarer Kühler. Damit erreichen der Motor und der Dieselpartikelfilter schneller ihre Betriebstemperatur. Der Abgaskühler wird ab einer Kühlmitteltemperatur von 37 °C zugeschaltet.

Das Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung ist ein elektro-pneumatisches Ventil. Es versorgt die Unterdruckdose des Kühlers für Abgasrückführung mit dem zum Schalten der Bypassklappe erforderlichen Unterdruck.

Auswirkung bei Ausfall

Fällt das Umschaltventil aus, kann die Bypassklappe nicht mehr durch die Unterdruckdose des Kühlers für Abgasrückführung betätigt werden. Die Bypassklappe bleibt offen und die Abgaskühlung somit aktiv. Das Erreichen der Betriebstemperatur von Motor und Dieselpartikelfilter wird dadurch verzögert.



S403_100

Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345

Drosselklappensteuereinheit J338

In Strömungsrichtung vor dem Abgasrückführungsventil 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.



S403_101

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.

.

Drosselklappenpotenziometer G69

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

Signalverwendung

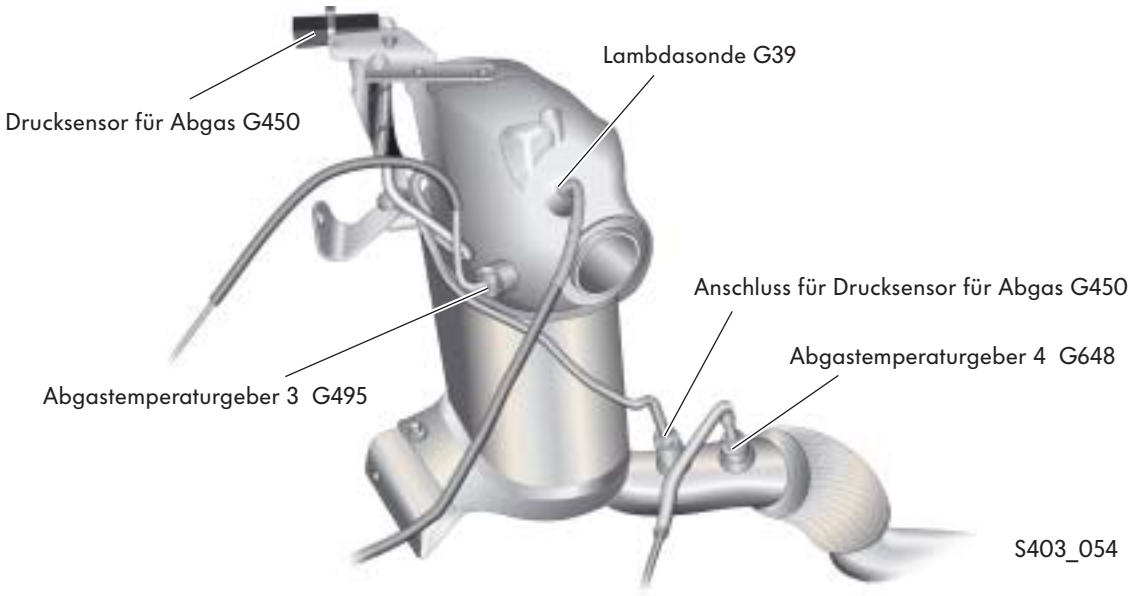
Anhand des Signals erkennt das Motorsteuergerät die aktuelle Stellung der Drosselklappe. Diese Information wird für die Regelung der Abgasrückführung und des Partikelfilter-Regeneration benötigt

Auswirkungen bei Ausfall

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

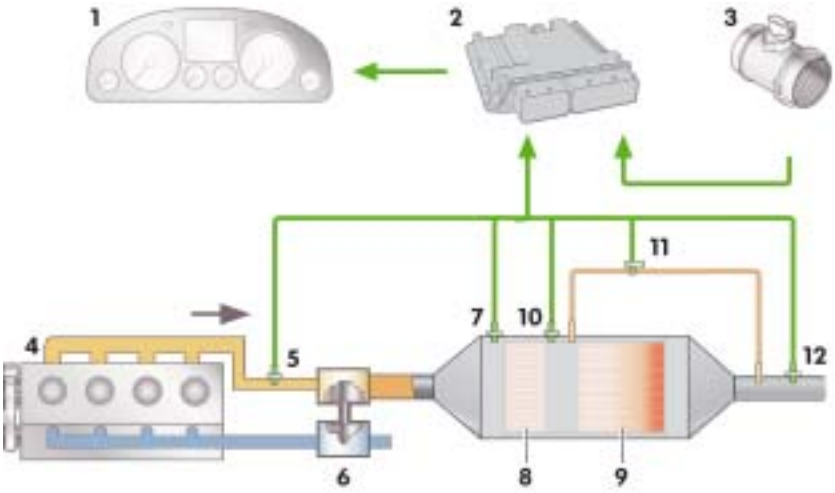
Das Dieselpartikelfiltersystem

Beim 2,0l TDI CR Motor werden die Rußpartikelemissionen, neben den innermotorischen Maßnahmen, zusätzlich durch einen Dieselpartikelfilter vermindert. Im Tiguan befindet sich der Dieselpartikelfilter zusammen mit dem Oxidationskatalysator in einem Gehäuse. Dieses ist für ein schnelles Erreichen der Betriebstemperatur motornah angeordnet.



S403_054

Systemübersicht



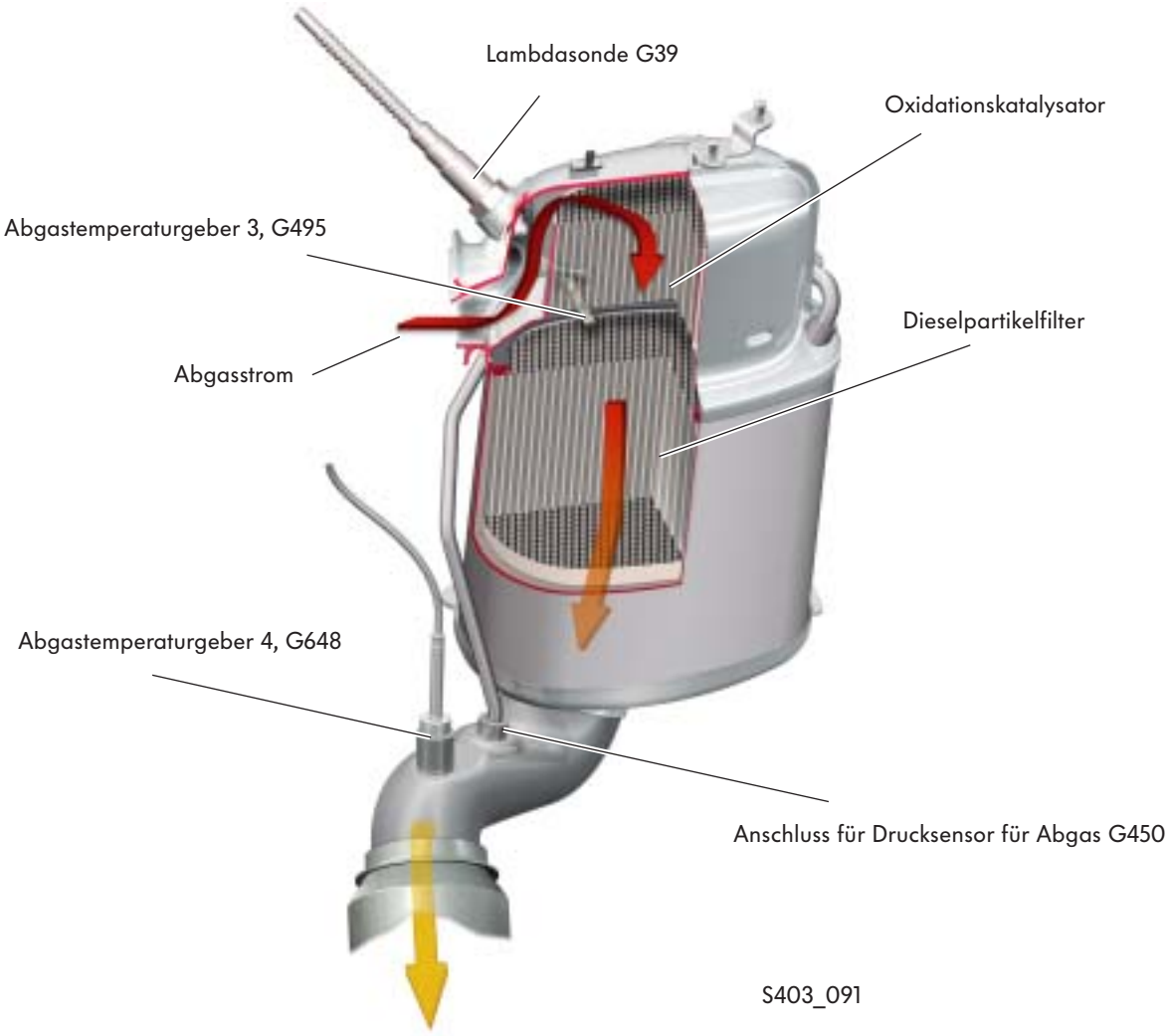
S403_073

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 - Drucksensor 1 für Abgas G450
12 - Abgastemperaturgeber 4 G648

Aufbau

Der Dieselpartikelfilter und der Oxidationskatalysator sind getrennt voneinander in einem gemeinsamen Gehäuse verbaut. Der Oxidationskatalysator ist dabei in Strömungsrichtung vor dem Partikelfilter angeordnet.



Der Aufbau mit vorgelagertem Oxidationskatalysator bietet in Verbindung mit dem Common-Rail-Einspritzsystem folgende Vorteile:

- Durch die Anordnung des Oxidationskatalysators erfolgt bereits vor dem Dieselpartikelfilter ein Temperaturanstieg des Abgases. Dadurch wird die Betriebstemperatur des Dieselpartikelfilters schnell erreicht.
- Im Schubbetrieb wird ein zu starkes Abkühlen des Dieselpartikelfilters durch die angesaugte kalte Luft vermieden. In diesem Fall wirkt der Oxidationskatalysator wie ein Temperaturspeicher, dessen Wärme durch den Abgasstrom zum Partikelfilter geleitet wird.
- Beim Regenerationsvorgang kann die Temperatur des Abgases, im Vergleich zum katalytisch beschichteten Dieselpartikelfilter, feiner geregelt werden. Der Abgastemperaturgeber 3 ermittelt direkt vor dem Partikelfilter die Abgastemperatur. Dadurch kann die Kraftstoffmenge der Nacheinspritzung, die zur Erhöhung der Abgastemperatur beim Regenerationsvorgang dient, genau berechnet werden.

Oxidationskatalysator

Das Trägermaterial des Oxidationskatalysators ist aus Metall, um schnell die Anspringtemperatur zu erreichen. Auf diesem Metallkörper befindet sich eine Trägerschicht aus Aluminiumoxid. Darauf ist, als Katalysator für die Kohlenwasserstoffe (HC) und das Kohlenmonoxid (CO), Platin aufgedampft.

Funktion

Der Oxidationskatalysator wandelt einen großen Teil der Kohlenwasserstoffe (HC) und des Kohlenmonoxids (CO) in Wasserdampf und Kohlendioxid um.



Der Aufbau und die Funktionsweise des Oxidationskatalysators ist im Selbststudienprogramm Nr. 124 „Kat.- Dieselmotor“ beschrieben.

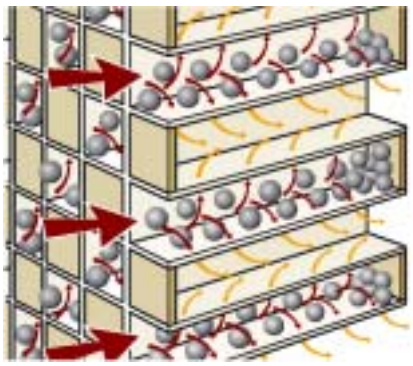
Dieselpartikelfilter

Der Dieselpartikelfilter besteht aus einem wabenförmigen Keramikkörper aus Siliciumcarbid. Der Keramikkörper ist in eine Vielzahl von kleinen Kanälen unterteilt, die wechselseitig verschlossen sind. Dadurch ergeben sich Ein- und Auslasskanäle, die durch Filterwände getrennt sind.

Die Filterwände sind porös und mit einer Trägerschicht aus Aluminiumoxid und Ceroxid beschichtet. Auf dieser Trägerschicht ist das Edelmetall Platin aufgedampft, welches als Katalysator dient.

Funktion

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



S403_072



Im Selbststudienprogramm Nr. 336 „Der katalytisch beschichtete Dieselpartikelfilter“ finden Sie grundlegende Informationen zum Dieselpartikelfiltersystem.

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 (oxidiert).

Die Regeneration des Partikelfilters erfolgt in folgenden Stufen:

- Passive Regeneration
- Aufheizphase
- Aktive Regeneration
- Regenerationsfahrt durch Kunden
- Service-Regeneration



Passive Regeneration

Während der passiven Regeneration werden die Rußpartikel, ohne Eingriff der Motorsteuerung, kontinuierlich verbrannt. Dies geschieht überwiegend bei hoher Motorlast, zum Beispiel im Autobahnbetrieb, bei Abgastemperaturen von 350 °C - 500 °C.
Die Rußpartikel werden dabei durch eine Reaktion mit Stickstoffdioxid in Kohlendioxid umgewandelt.

Aufheizphase

Um einen kalten Oxidationskatalysator und Partikelfilter möglichst schnell aufzuheizen und somit auf Betriebstemperatur zu bringen, wird gezielt durch das Motormanagement nach der Haupteinspritzung eine Nacheinspritzung eingeleitet.
Dieser Kraftstoff verbrennt im Zylinder und erhöht das Temperaturniveau der Verbrennung. Die dabei entstehende Wärme gelangt durch den Luftstrom im Abgastrakt zum Oxidationskatalysator sowie zum Partikelfilter und heizt diese auf.
Die Aufheizphase ist abgeschlossen, sobald die Betriebstemperatur des Oxidationskatalysators und des Partikelfilters für einen bestimmten Zeitraum erreicht ist.

Aktive Regeneration

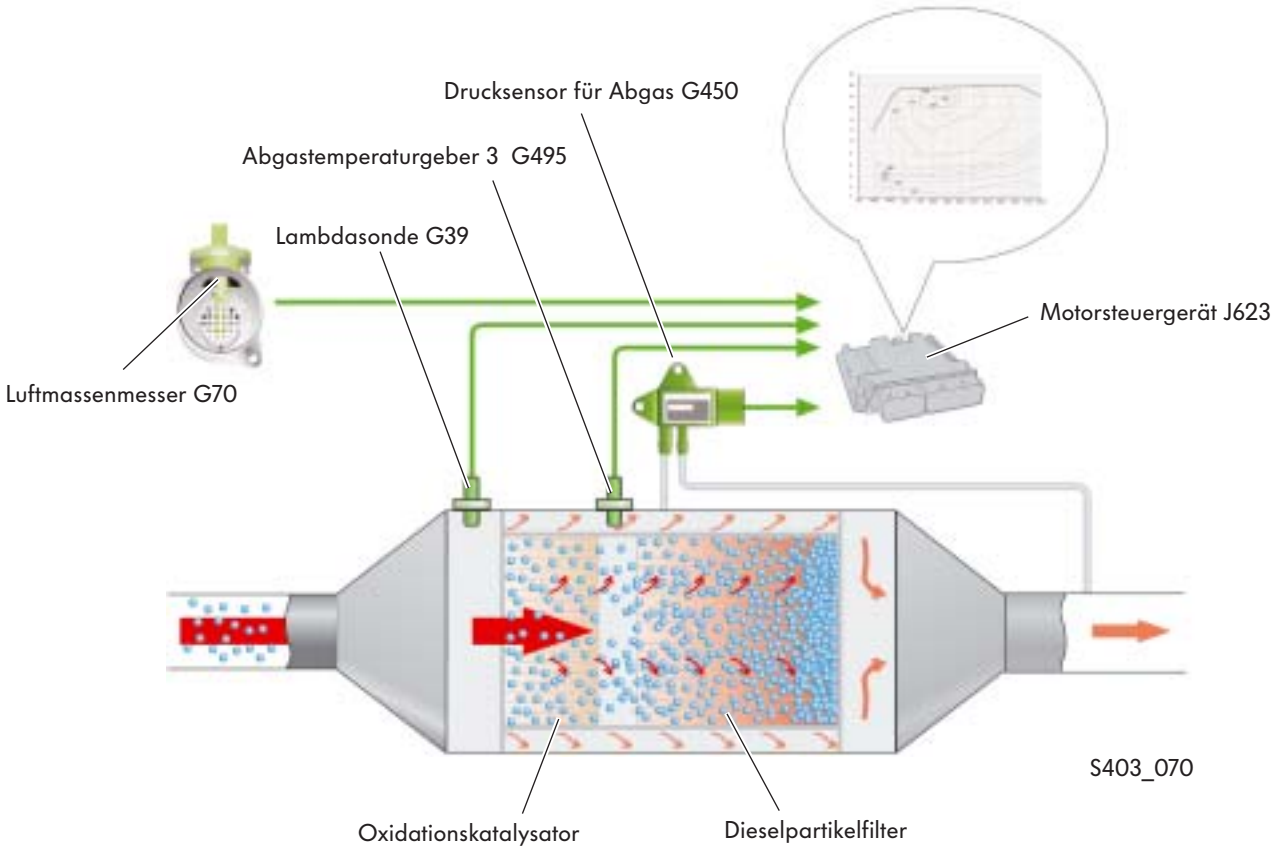
In einem hohen Anteil des Betriebsbereiches sind die Abgastemperaturen für eine passive Regeneration zu niedrig. Da passiv keine Rußpartikel mehr abgebaut werden können, kommt es zu einer Rußanhäufung im Filter.
Sobald eine bestimmte Rußbeladung im Filter erreicht ist, wird über die Motorsteuerung eine aktive Regeneration eingeleitet. Die Rußpartikel werden bei einer Abgastemperatur von 550 - 650 °C zu Kohlendioxid verbrannt.

Funktion der aktiven Regeneration

Die Rußbeladung des Partikelfilters wird durch zwei im Motorsteuergerät vorprogrammierte Beladungsmodelle berechnet.

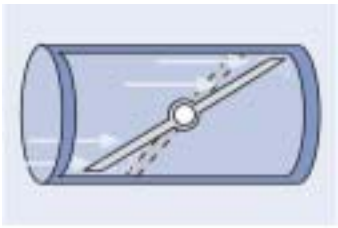
Das eine Beladungsmodell wird aus dem Fahrprofil des Benutzers sowie aus den Signalen der Abgastemperatursensoren und der Lambdasonde ermittelt.

Ein weiteres Rußbeladungsmodell ist der Strömungswiderstand des Partikelfilters. Er wird aus den Signalen des Drucksensors 1 für Abgas, der Abgastemperatursensoren und des Luftmassenmessers errechnet.



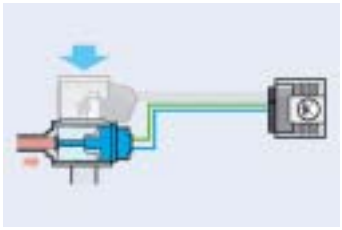
Maßnahmen des Motorsteuergerätes bei der aktiven Regeneration zur Erhöhung der Abgastemperatur:

- Die Ansaugluftzufuhr wird durch die Drosselklappensteuereinheit geregelt.



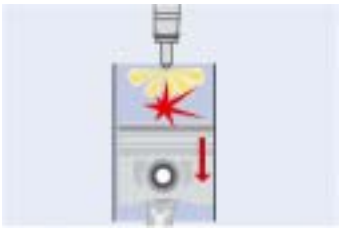
S403_074

- Die Abgasrückführung wird abgeschaltet um die Verbrennungstemperatur und den Sauerstoffanteil im Brennraum zu erhöhen.



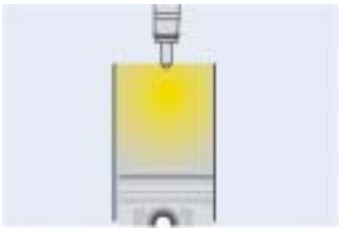
S403_075

- Kurz nach einer auf „spät“ verschobenen Haupteinspritzung wird die erste Nacheinspritzung eingeleitet, um die Verbrennungstemperatur zu erhöhen.



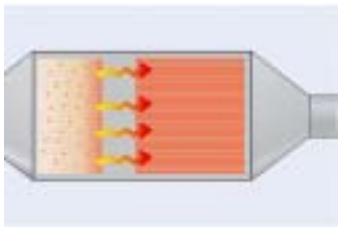
S403_076

- Spät nach der Haupteinspritzung wird eine weitere Nacheinspritzung eingeleitet. Dieser Kraftstoff verbrennt nicht im Zylinder, sondern er verdampft im Brennraum



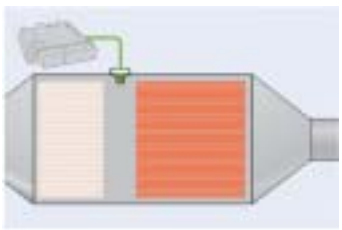
S403_077

- Die unverbrannten Kohlenwasserstoffe dieses Kraftstoffdampfes werden im Oxidationskatalysator oxidiert. Die dabei entstehende Wärme gelangt durch den Luftstrom zum Partikelfilter und sorgt für eine Erhöhung der Abgastemperatur vor dem Partikelfilter auf circa 620 °C.



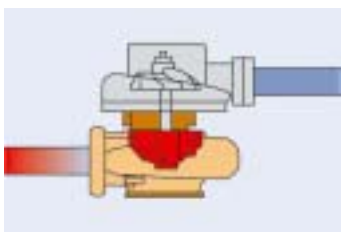
S403_078

- Zur Berechnung der Einspritzmenge für die späte Nacheinspritzung wird vom Motorsteuergerät das Signal des Abgastemperaturgebers 3 G345 vor Partikelfilter verwendet



S403_080

- Der Ladedruck wird angepasst, damit sich das Drehmoment während des Regenerationsvorganges nicht spürbar für den Fahrer verändert.



S403_079

Regenerationsfahrt durch Kunden

Bei extremem Kurzstreckenverkehr wird keine ausreichend hohe Abgastemperatur erreicht, um den Filter zu regenerieren. Erreicht der Beladungszustand des Dieselpartikelfilters einen Grenzwert, leuchtet im Schalttafeleinsatz die Kontrollleuchte für Dieselpartikelfilter.
Mit diesem Signal wird der Fahrer aufgefordert, eine Regenerationsfahrt durchzuführen. Dabei muss das Fahrzeug über einen kurzen Zeitraum mit erhöhter Geschwindigkeit gefahren werden, damit eine ausreichend hohe Abgastemperatur erreicht wird und die Betriebsbedingungen für eine erfolgreiche Regeneration über den Zeitraum gleich bleiben.



Die genauen Angaben zum Fahrverhalten bei aufleuchtender Kontrollleuchte für Dieselpartikelfilter entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung des Fahrzeuges.

Service-Regeneration

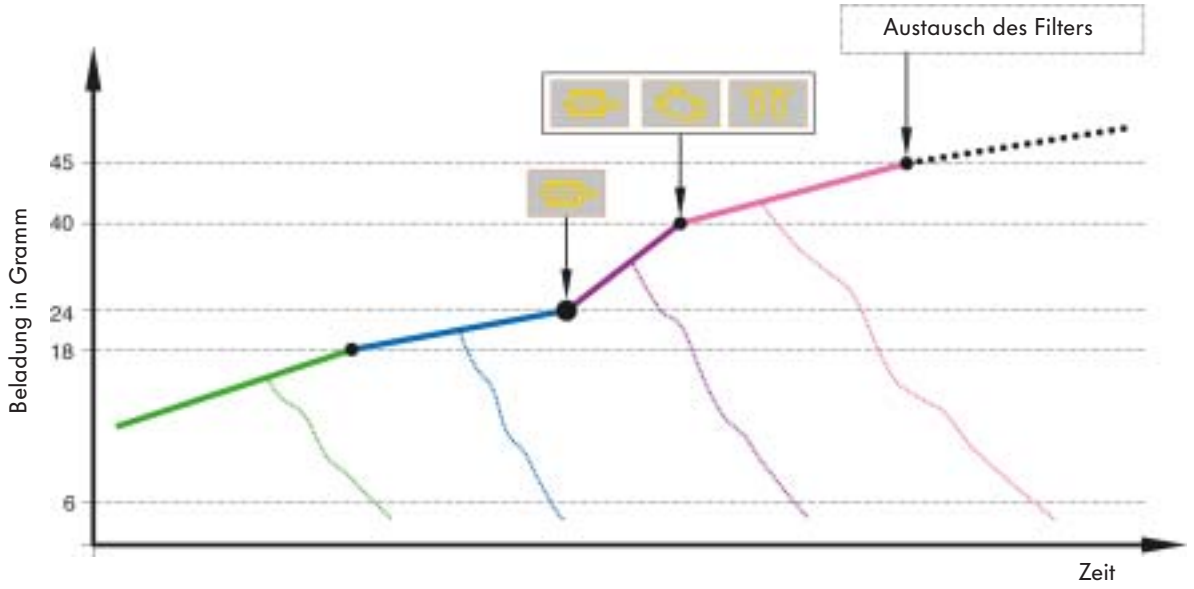
Wenn die Regenerationsfahrt nicht erfolgreich verlaufen ist und der Beladungszustand des Dieselpartikelfilters 40 Gramm erreicht hat, leuchtet zusätzlich zur Kontrollleuchte für Dieselpartikelfilter noch die Kontrollleuchte für Vorglühzeit.
Im Display des Schalttafeleinsatzes erscheint der Text „Motorstörung Werkstatt“.
Damit wird der Fahrer aufgefordert die nächste Werkstatt aufzusuchen. Um eine Beschädigung des Partikelfilters zu vermeiden ist in diesem Fall ist die aktive Regeneration des Dieselpartikelfilters im Motorsteuergerät gesperrt.

Der Partikelfilter kann nur in der Werkstatt durch eine Service-Regeneration mit dem VAS 5051 regeneriert werden.



Ab einem Beladungszustand von 45 Gramm ist eine Service-Regeneration nicht mehr möglich, da die Gefahr für eine Zerstörung des Filters zu groß ist. In diesem Fall ist der Filter zu ersetzen.

Regenerationsstufen des 2,0l TDI CR Motors im Tiguan



S403_105

Beispiel:
Steigerung der Rußbeladung

Beispiel:
Verlauf bei erfolgreicher Regeneration in der jeweiligen Stufe

passive Regeneration

aktive Regeneration

Regenerationsfahrt durch Kunden

Serviceregeneration

„Kilometer-Regeneration“

Die „Kilometer-Regeneration“ ist eine fahrstrecken-abhängige Regeneration des Partikelfilters.
Das Motorsteuergerät leitet automatisch eine aktive Regeneration ein, wenn in den letzten 750 - 1000 km keine erfolgreiche oder gar keine Regeneration stattgefunden hat, unabhängig vom Beladungszustand des Dieselpartikelfilters.
Die „Kilometer-Regeneration“ dient als zusätzliche Sicherheit, um den Beladungszustand des Dieselpartikelfilters gering zu halten.



Während des Motorbetriebes wird immer ein kleine Menge Motoröl verbrannt. Ein Teil des verbrannten Motoröls sammelt sich als Asche im Partikelfilter an. Diese Ölasche kann auch bei einer aktiven Regeneration nicht abgebaut werden.
Um, eine wirkungsvolle Funktion des Dieselpartikelfilters zu gewährleisten muss im Rahmen des Inspektionsservice der Grenzwert für die Aschemasse im Messwerteblock überprüft werden.
Wird dieser Grenzwert überschritten, ist der Dieselpartikelfilter zu ersetzen.
Beachten Sie dazu die Angaben in „Instandhaltung genau genommen“ im ELSA.

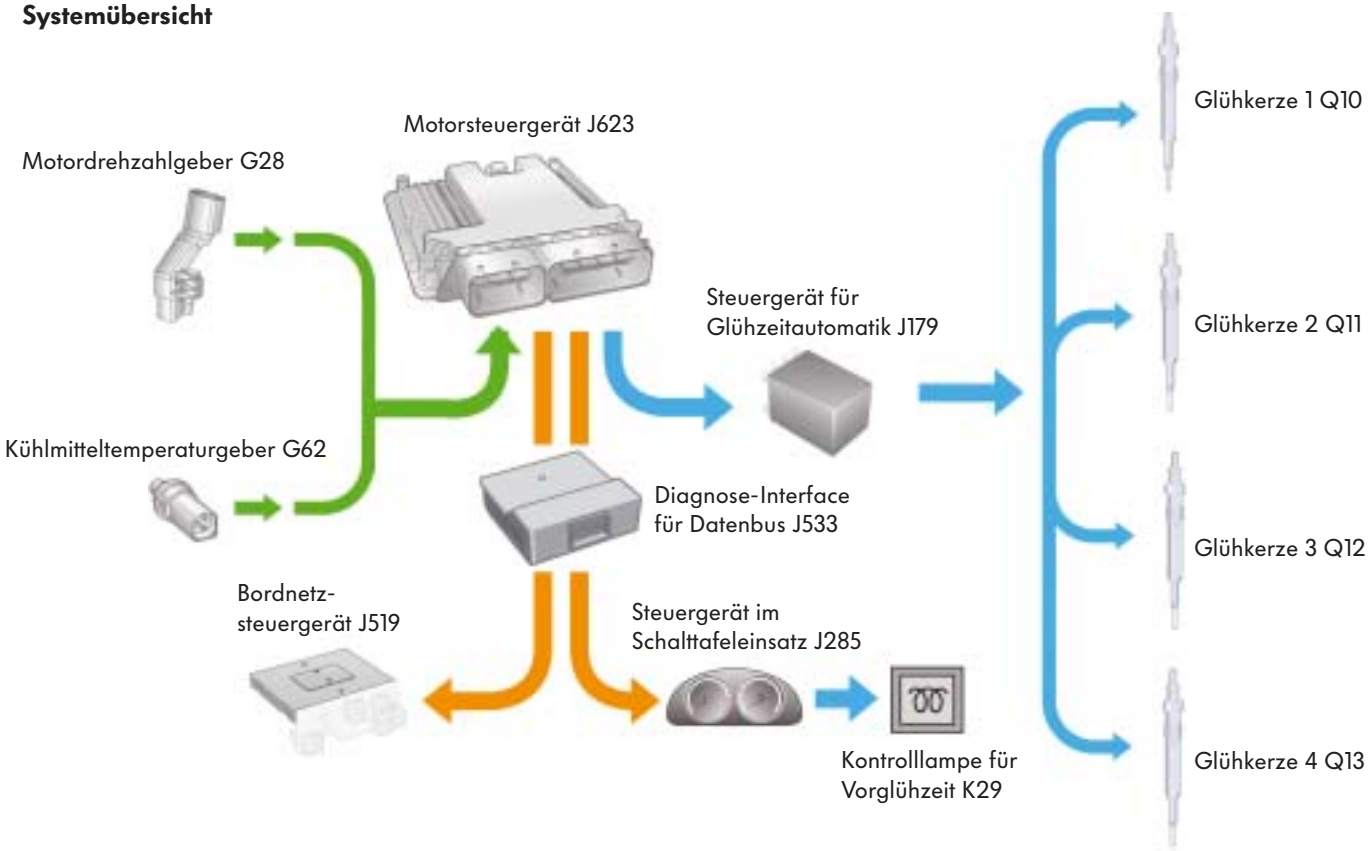
Die Vorglühanlage

Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem hat eine Diesel-Schnellstart-Vorglühanlage. Sie ermöglicht praktisch unter allen klimatischen Bedingungen einen „ottomotorischen“ Sofortstart ohne lange Vorglühzeit.

Vorteile des Glühsystems:

- „ottomotorischer“ Start bei Temperaturen bis minus 24 °C.
- extrem schnelle Aufheizzeit. Innerhalb von 2 Sekunden werden bis zu 1000 °C an der Glühkerze erreicht.
- steuerbare Temperaturen für Vor- und Nachglühen
- eigendiagnosefähig
- Teil der Euro-On-Board-Diagnose-Vorglühanlage

Systemübersicht



S403_057

Funktion

Vorglühen

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

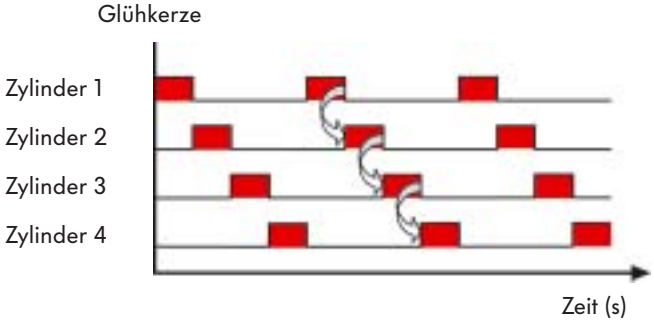
Nachglühen

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

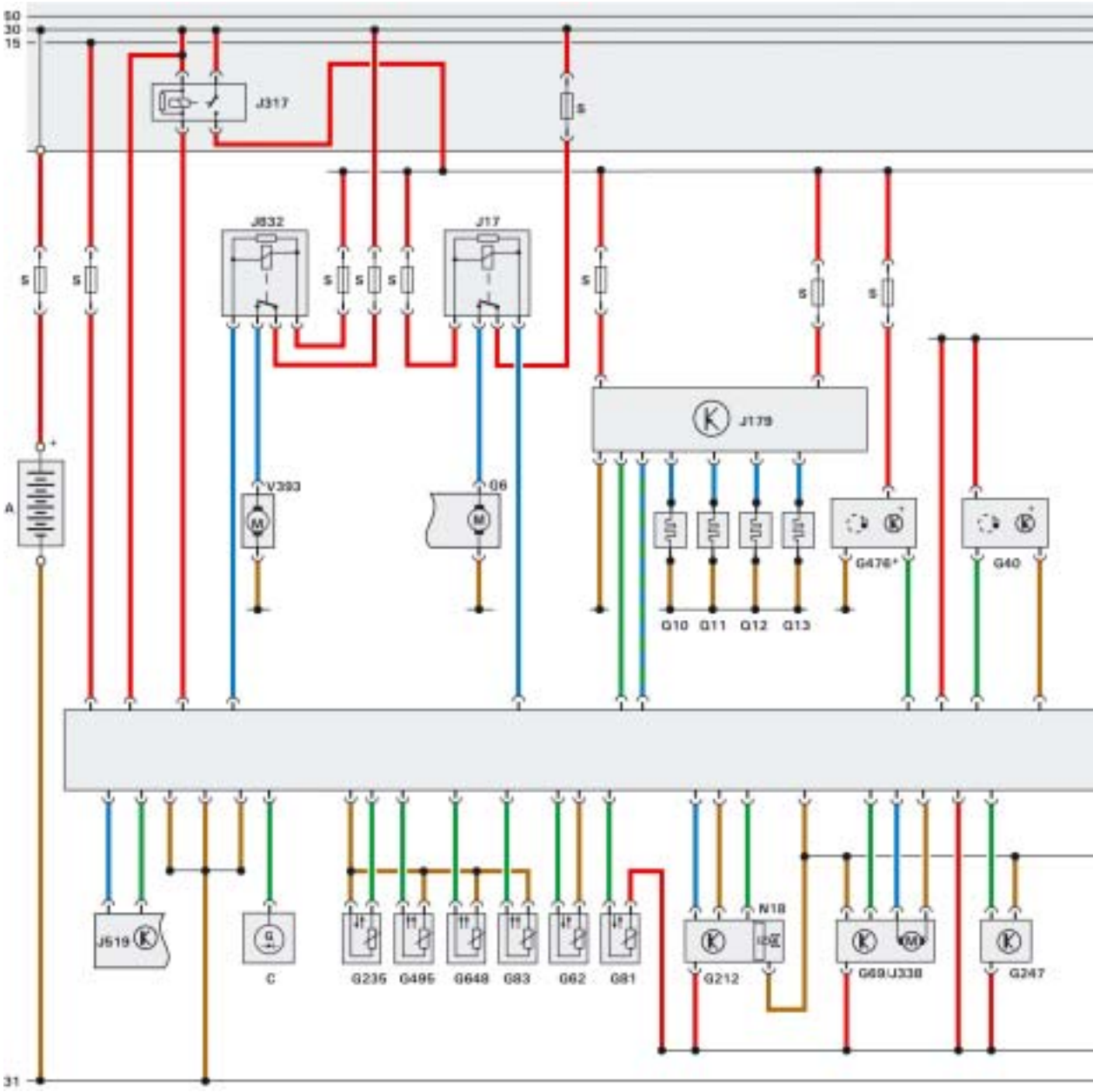
Um die Bordnetzspannung während der Glühphasen zu entlasten, werden die Glühkerzen phasenversetzt angesteuert. Die fallende Signalflanke steuert dabei immer die nächste Glühkerze an.



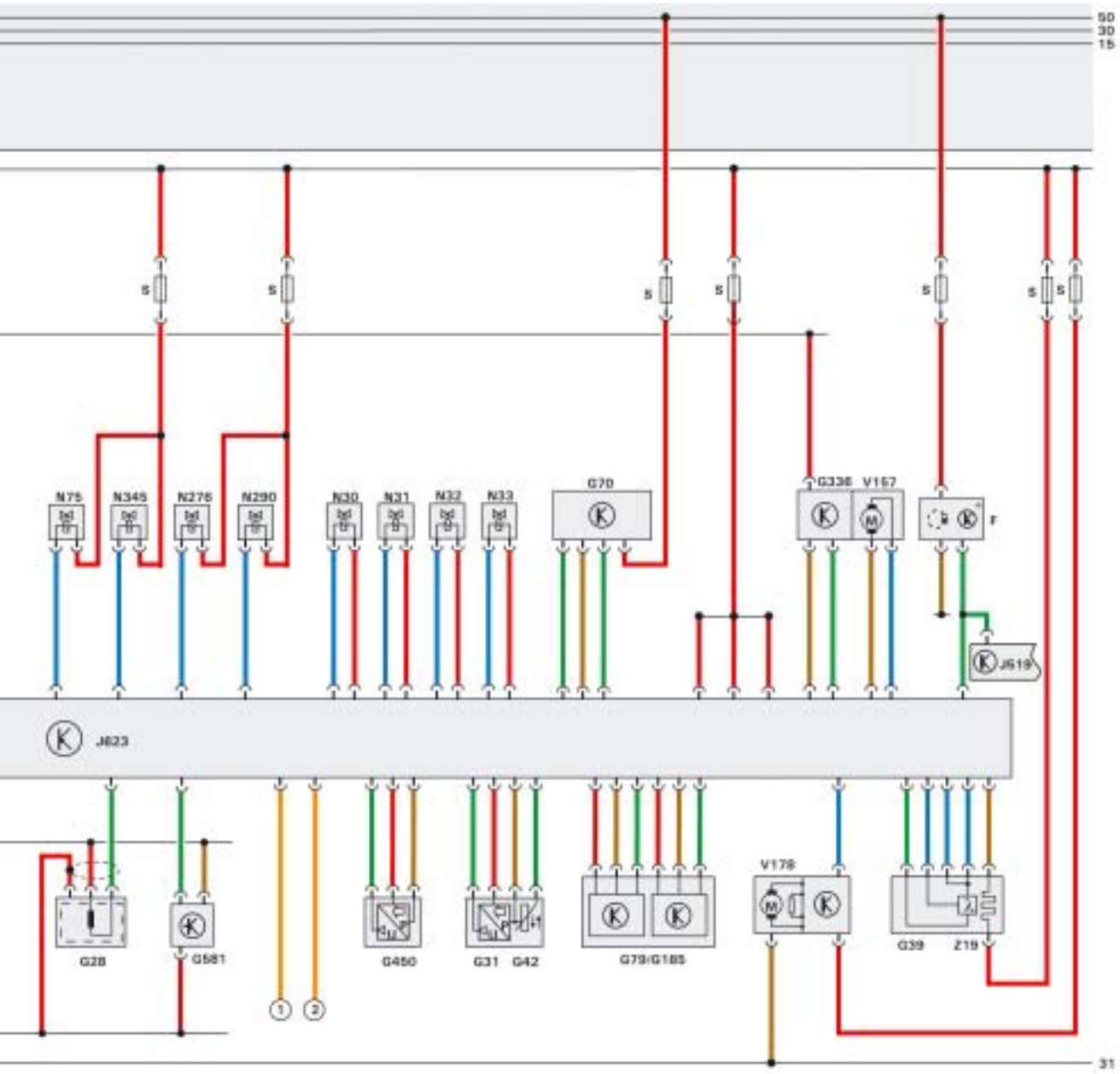
S403_056

Motormanagement

Funktionsplan



A	Batterie
C	Drehstromgenerator
F	Bremslichtschalter
G6	Kraftstoffpumpe für Vorförderung
G28	Motordrehzahlgeber
G31	Ladedruckgeber
G39	Lambdasonde
G40	Hallgeber
G42	Ansauglufttemperaturgeber
G62	Kühlmitteltemperaturgeber
G69	Drosselklappenpotenziometer
G70	Luftmassenmesser
G79	Gaspedalstellungsgeber
G81	Kraftstofftemperaturgeber
G83	Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang
G185	Gaspedalstellungsgeber 2
G212	Potenziometer für Abgasrückführung
G235	Abgastemperaturgeber 1
G247	Kraftstoffdruckgeber
G336	Potenziometer für Saugrohrklappe
G450	Drucksensor 1 für Abgas
G476*	Kupplungspositionsgeber
G495	Abgastemperaturgeber 3
G581	Positionsgeber für Ladedrucksteller
G648	Abgastemperaturgeber 4
J17	Kraftstoffpumpenrelais
J179	Steuergerät für Glühzeitautomatik
J317	Relais für Spannungsversorgung der Kl. 30
J338	Drosselklappensteuereinheit
J519	Bordnetzsteuergerät
J623	Motorsteuergerät
J832	Relais für Zusatzkraftstoffpumpe
N18	Abgasrückführungsventil
N30-33	Einspritzventil für Zylinder 1-4



S403_048

N75	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
N276	Regelventil für Kraftstoffdruck
N290	Ventil für Kraftstoffdosierung
N345	Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung
Q10-13	Glühkerzen 1-4
S	Sicherung
V157	Motor für Saugrohrklappe
V178	Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf
V393	Zusatzkraftstoffpumpe
Z19	Heizung für Lambdasonde

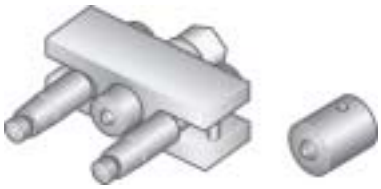
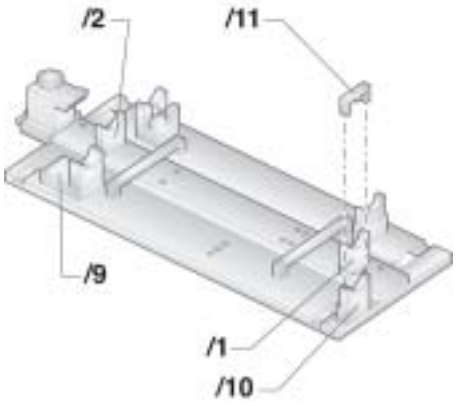
①	CAN-Datenbus Low
②	CAN-Datenbus High

	Eingangssignal
	Ausgangssignal
	Plus
	Masse
	CAN-BUS
	Bidirektional

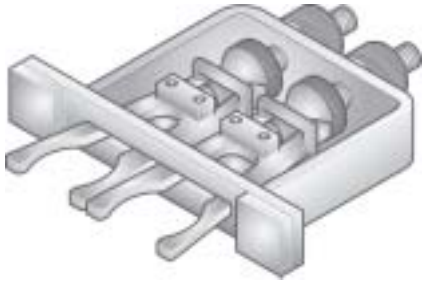
* nur bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe

Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10172/9 Adapter	 S403_113	Adapter für den Gegenhalter T10172 zum Gegenhalten des Zahnrades der Hochdruckpumpe
T10377 Montagehülse	 S403_068	zur Montage des O-Ringes auf die Einspritzdüse
T10384 Ratschenringschlüssel	 S403_114	für den Aus- und Einbau des Dieselpartikelfilters

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10385 Steckeinsatz	 S403_112	zum Aus- und Einbau des Abgasrückführungsrohres
T40064/1 Druckstück	 S403_066	Druckstück für den Abzieher T40064 zum Ausbau des Zahnriemenrades für die Hochdruckpumpe
T40094 Nockenwellen-Einlegewerkzeug T40094/1 Aufnahme T40094/2 Aufnahme T40094/9 Aufnahme T40094/10 Aufnahme T40094/11 Deckel	 S403_063	zum Aus- und Einbau der Nockenwelle

Spezialwerkzeuge

Bezeichnung		Werkzeug	Verwendung
T40095	Klemmwerkzeug	 S403_064	zum Aus- und Einbau der Nockenwelle
T40096/1	Spannwerkzeug	 S403_065	zum Spannen des geteilten Nockenwellenrades beim Ein- und Ausbau der Nockenwelle
T40159	Steckeinsatz mit Kugelkopf	 S403_067	für Montagearbeiten am Saugrohr

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?

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

1. Welche Aufgabe hat das Saugrohr mit Drallklappen?

☐ a) Durch die Stellung der Drallklappen wird, abhängig von Motordrehzahl und -last, der Drall der Ansaugluft eingestellt.

☐ b) Durch die Stellung Drallklappen wird kennfeldabhängig zwischen kurzem und langem Saugrohr geschaltet.

☐ c) Die Drallklappen werden beim Abstellen des Motors geschlossen und die Luftzufuhr unterbrochen, damit der Motor weich ausläuft.

2. Welche Aussage zur Niedertemperatur-Abgasrückführung ist richtig?

☐ a) Durch die Kühlung der zurückgeführten Abgase kann eine größere Menge an Abgasen zurückgeführt werden und somit die Stickoxid-Emissionen des Motors weiter gesenkt werden.

☐ b) Durch die Kühlung der zurückgeführten Abgase wird der Dieselpartikelfilter vor Überhitzung geschützt.

☐ c) Die zurückgeführten Abgase werden gekühlt, damit der Motor eine höhere maximale Leistung erzielt.

3. Welche Aufgabe hat das Überlaufventil in der Hochdruckpumpe?

☐ a) Das Überlaufventil regelt die Kraftstoffmenge, die in den Hochdruckbereich gelangt.

☐ b) Es regelt den Kraftstoffdruck im Niederdruckbereich der Hochdruckpumpe.

☐ c) Es ist ein Sicherheitsventil, das die Hochdruckpumpe vor zu hohen Kraftstofftemperaturen schützt.

Prüfen Sie ihr Wissen

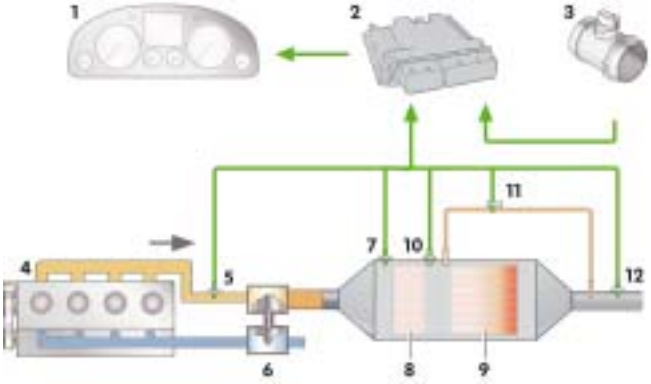
4. Welche Aussage zur Zusatzkraftstoffpumpe V393 ist richtig?

☐ a) Die Zusatzkraftstoffpumpe V393 versorgt die Standheizung mit Dieselkraftstoff.

☐ b) Durch den Einsatz der Zusatzkraftstoffpumpe V393 wird keine Kraftstoffpumpe für Vorförderung im Kraftstoffbehälter benötigt.

☐ c) Die Zusatzkraftstoffpumpe erhöht den Kraftstoffdruck im Vorlauf und versorgt die Hochdruckpumpe in allen Betriebszuständen mit ausreichend Kraftstoff.

5. Bitte ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen:



S403_073

1 - Steuergerät im Schalttafeleinsatz J285

2 - .....

3 - .....

4 - Dieselmotor

5 - .....

6 - Turbolader

7 - .....

8 - .....

9 - .....

10 - .....

11 - .....

12 - .....

6. Wozu wird dieses Spezialwerkzeug benötigt?



S403_068

zur .....

Prüfen Sie Ihr Wissen

Lösungen:

1. a;
2. a;
3. b;
4. c;
5. 2 - Motorsteuergerät J623
   3 - Luftmassenmesser G70
   5 - Abgastemperaturgeber 1 G235
   7 - Lambdasonde G39
   8 - Oxidationskatalysator
   9 - Partikelfilter
   10 - Abgastemperaturgeber 3 G495
   11 - Drucksensor 1 für Abgas G450
   12 - Abgastemperaturgeber 4 G648
6. zur Montage des O-Ringes auf die Einspritzdüse



403

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2812.03.00 Technischer Stand 10.2007

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.