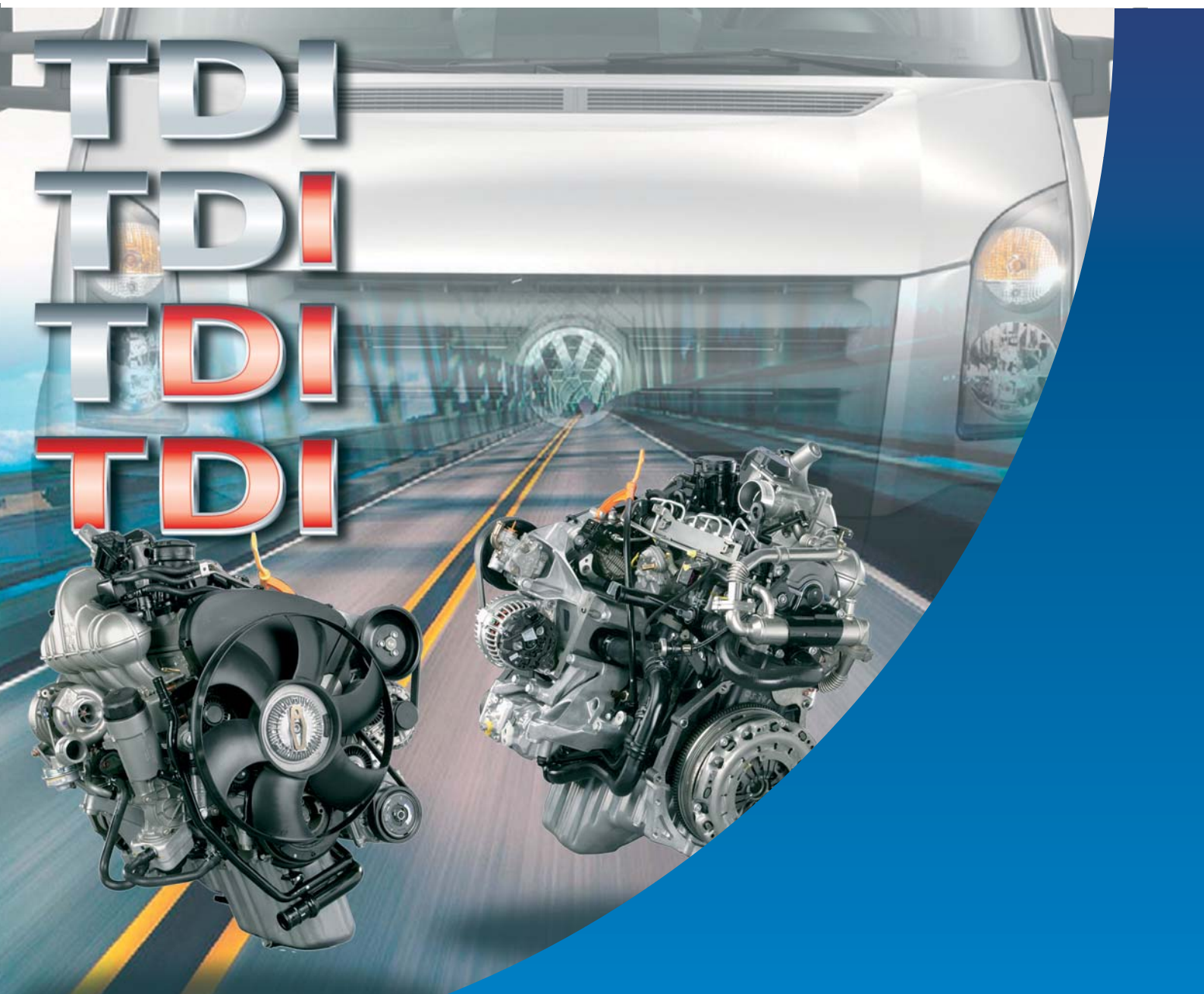
Service Training

Nutzfahrzeuge

Selbststudienprogramm 371

Die 2,5l-TDI-Motoren im Crafter

Konstruktion und Funktion



Für den Crafter von Volkswagen wurde eine neue 5-Zylinder-Diesel-Motorengeneration mit Common-Rail-Einspritzsystem entwickelt. Diese neue Motorengeneration basiert auf dem millionenfach bewährten 2,5l-TDI-Motor mit
5 Zylindern und Verteilereinspritzpumpe im LT2 und Transporter T4.

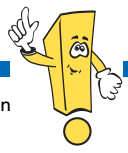
Die Schwerpunkte bei der Entwicklung waren neben der Erfüllung der Abgasemissionen und der Verbesserung der Motorakustik auch die Senkung der Betriebs- und Wartungskosten.

In diesem Selbststudienprogramm können Sie sich über die Konstruktion und Funktion dieser neuen Motorengeneration informieren.



S371_001

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

Einleitung 4

Motormechanik 10

Systemübersicht 34

Motormanagement 36

Funktionsplan 58

Service 62

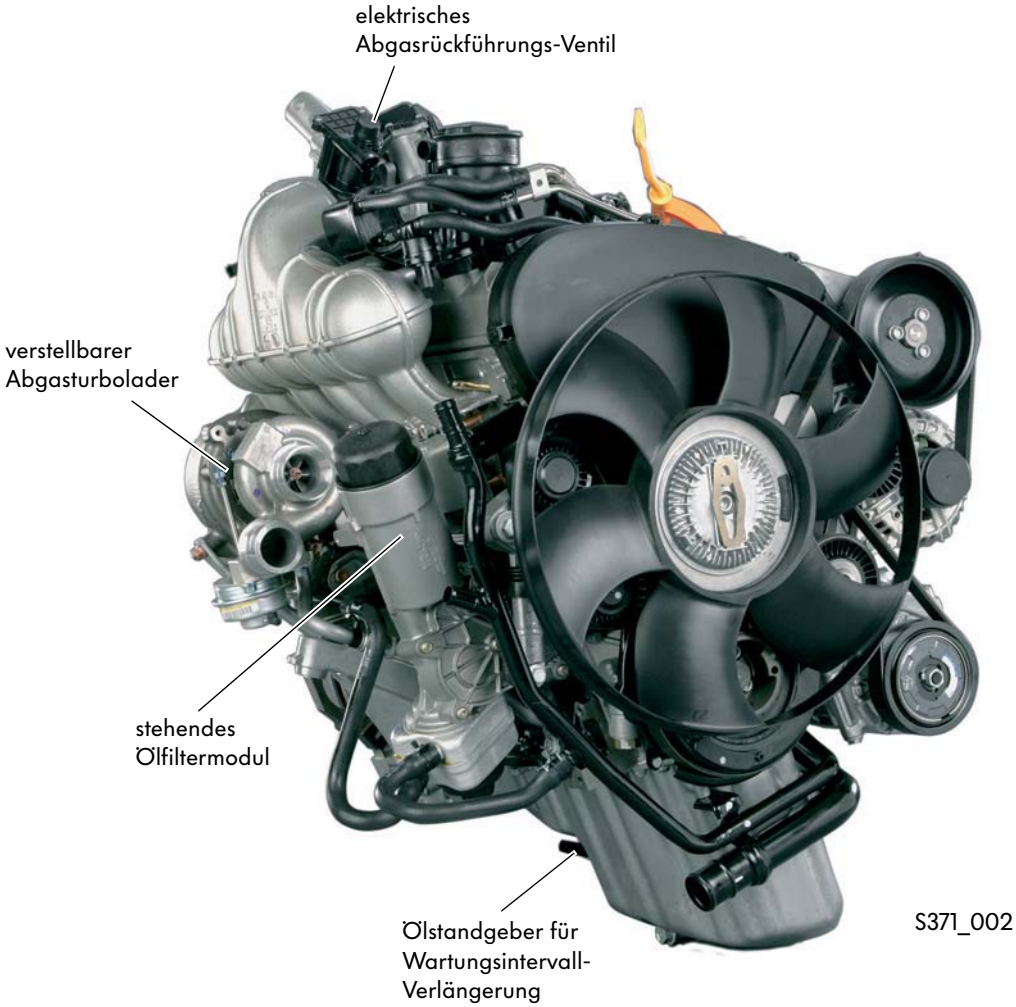
Prüfen Sie Ihr Wissen 63

Einleitung

Im Crafter gibt es den 2,5l-TDI-Motor in vier Leistungstufen von 65kW bis 120kW. Alle Motorvarianten bauen auf einem einheitlichen Grundtyp auf, der in den geometrischen Grundabmessungen auf dem bewährten 5-Zylinder TDI-Motor mit Verteilereinspritzpumpe des LT2 und Transporter T4 basiert. Je nach Leistungsstufe sind sie sowohl im mechanischen Bereich als auch im Motormanagement angepasst.

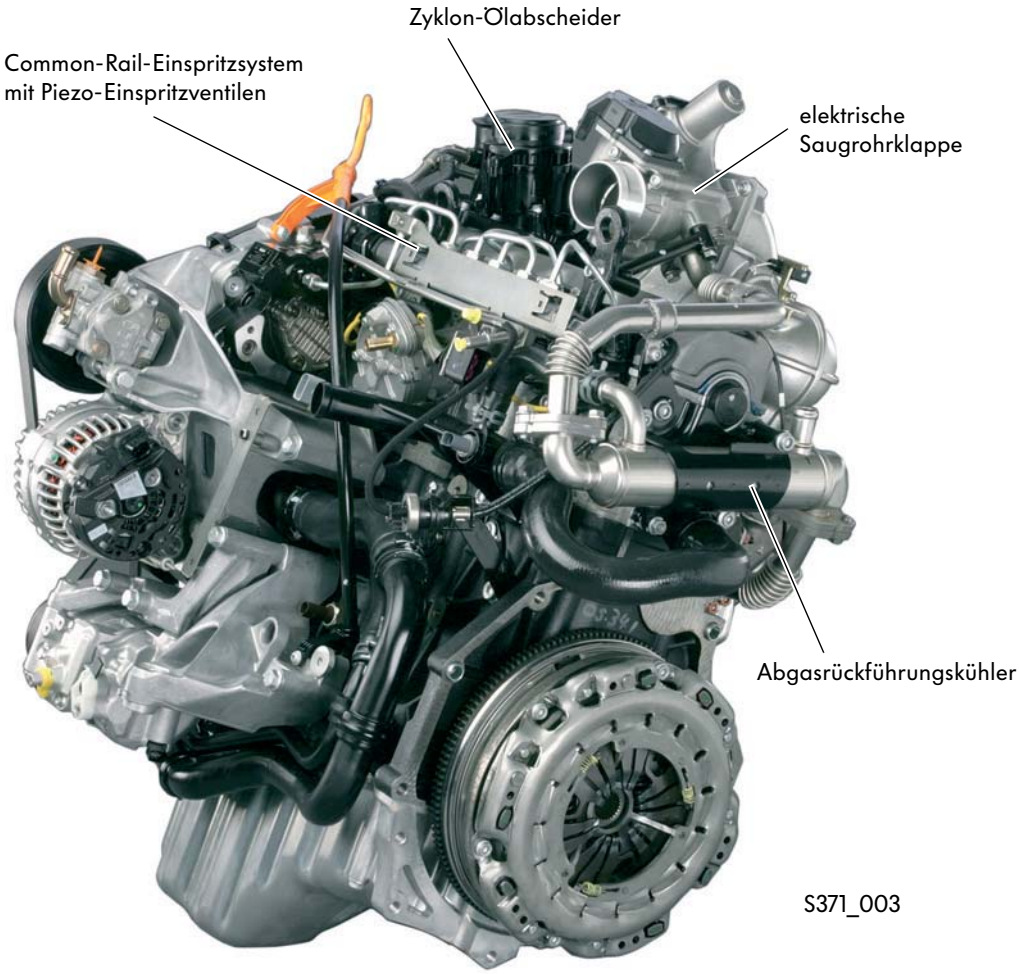
Um den gestiegenen Ansprüchen hinsichtlich Leistung, Akustik, Emissionen, Verbrauch und Wartungsintervall-Verlängerung gerecht zu werden, wurde eine Vielzahl von Motorkomponenten überarbeitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Umstellung des Motors auf die Common-Rail-Einspritztechnik.

Mit einem katalytisch beschichteten Dieselpartikelfilter ausgestattet, erfüllen alle Motorvarianten die EURO 4/EU4-Abgasnorm. Motoren mit EURO 3/EU3-Abgasnorm haben keinen Dieselpartikelfilter.



Technische Merkmale

- Common-Rail-Einspritzsystem mit Piezo-Einspritzventilen
- katalytisch beschichteter Dieselpartikelfilter
- elektrische Saugrohrklappe
- elektrisches Abgasrückführungs-Ventil
- Abgasrückführungskühler
- verstellbarer Abgasturbolader
- stehendes Ölfiltermodul
- Kurbelgehäuse-Entlüftung mit Zyklon-Ölabscheider
- Ölstandgeber für Wartungsintervall-Verlängerung

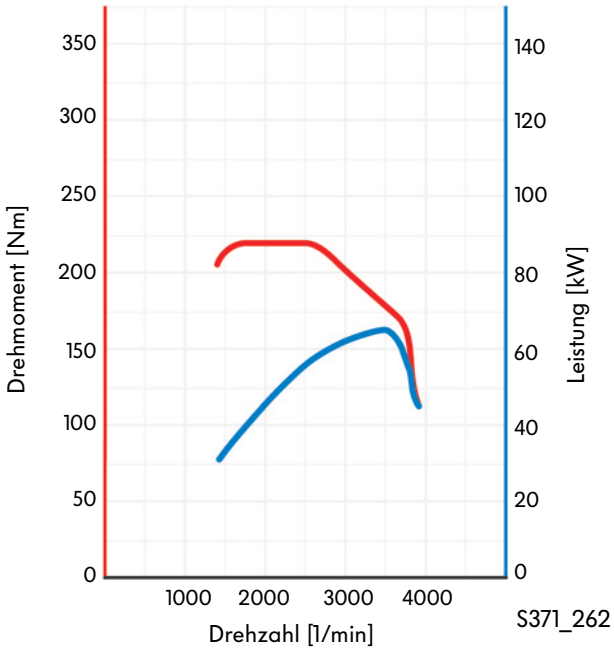


Technische Daten

Der 2,5l-65kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstaben	BJJ
Bauart	5-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	2461cm^3
Bohrung	81,0mm
Hub	95,5mm
Ventile pro Zylinder	2
Verdichtungsverhältnis	16,8 : 1
max. Leistung	65 kW bei 3500 1/min
max. Drehmoment	220 Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 16 C
Kraftstoff	Dieselkraftstoff min. 51CZ
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung mit Abgaskühlung; katalytisch beschichteter Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU4/EURO 4

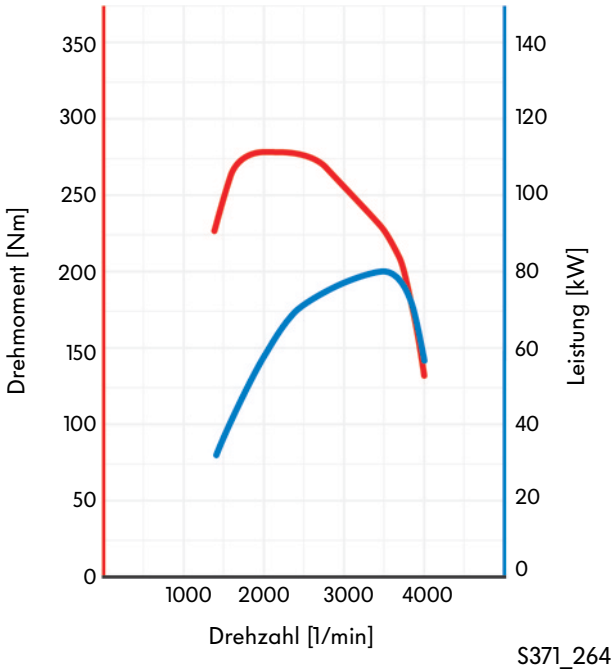
Leistungs- und Drehmomentkurve



Der 2,5l-80kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstaben	BJK
Bauart	5-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	2461cm^3
Bohrung	81,0mm
Hub	95,5mm
Ventile pro Zylinder	2
Verdichtungsverhältnis	16,8 : 1
max. Leistung	80 kW bei 3500 1/min
max. Drehmoment	280 Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 16 C
Kraftstoff	Dieselkraftstoff min. 51CZ
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung mit Abgaskühlung; katalytisch beschichteter Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU4/EURO 4 EURO 3/EU3 (ohne Dieselpartikelfilter und Abgaskühlung)

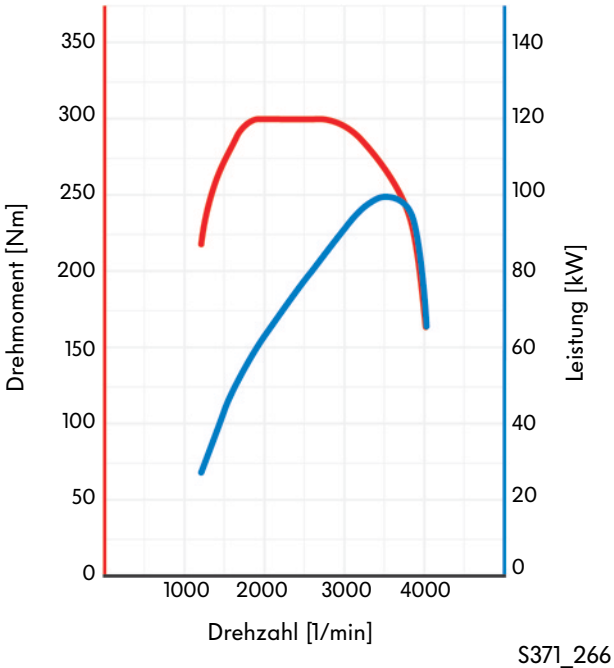
Leistungs- und Drehmomentkurve



Der 2,5l-100kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstaben	BJL
Bauart	5-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	2461cm^3
Bohrung	81,0mm
Hub	95,5mm
Ventile pro Zylinder	2
Verdichtungsverhältnis	16,8 : 1
max. Leistung	100kW bei 3500 1/min
max. Drehmoment	300Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 16 C
Kraftstoff	Dieselkraftstoff min. 51CZ
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung mit Abgaskühlung; katalytisch beschichteter Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU4/EURO 4

Leistungs- und Drehmomentkurve

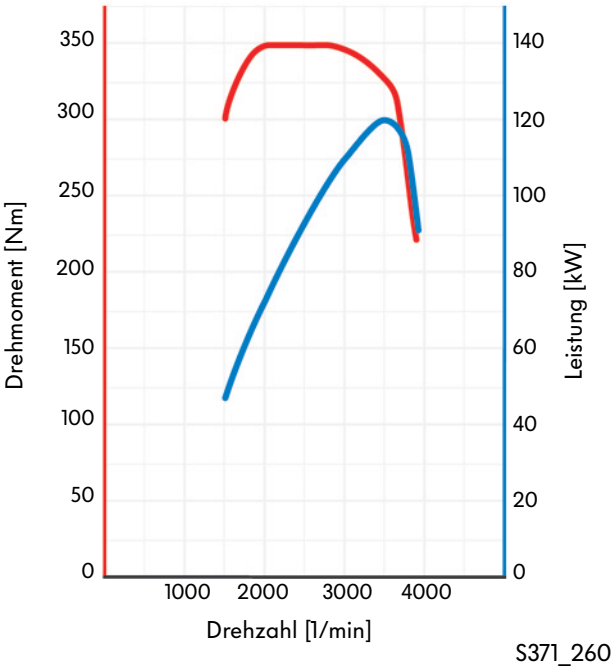


S371_266

Der 2,5l-120kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstaben	BJM
Bauart	5-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	2461cm^3
Bohrung	81,0mm
Hub	95,5mm
Ventile pro Zylinder	2
Verdichtungsverhältnis	16,8 : 1
max. Leistung	120kW bei 3500 1/min
max. Drehmoment	350Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 16 C
Kraftstoff	Dieselkraftstoff min. 51CZ
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung mit Abgaskühlung; katalytisch beschichteter Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU4/EURO 4 EURO 3 (ohne Diesel-partikelfilter)

Leistungs- und Drehmomentkurve



S371_260

Einleitung

Die Abgasnormen

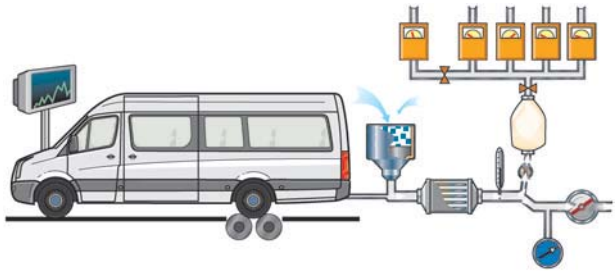
Die Dieselmotoren des Crafter erfüllen die europäischen Abgasnormen EU4 und EURO 4.
Zur Überwachung der abgasrelevanten Bauteile haben alle Fahrzeuge eine Euro-On-Board-Diagnose (EOBD). Die EOBD ist für die Typprüfung auch für Nutzfahrzeuge seit dem 1. Januar 2006 in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union vorgeschrieben. In einigen Ländern wird der 2,5l-TDI-Motor auch als Variante mit EU3/EURO 3 Abgasnorm angeboten. Diese Motoren haben keinen Dieselpartikelfilter.

Crafter mit Personenkraftwagen-Zulassung (Abgasnorm EU4)

Die Abgasnorm EU4 gilt für alle als Personenkraftwagen (PKW) zugelassenen Fahrzeuge, zum Beispiel für einen Crafter mit bis zu 9 Sitzplätzen zur Personenbeförderung.

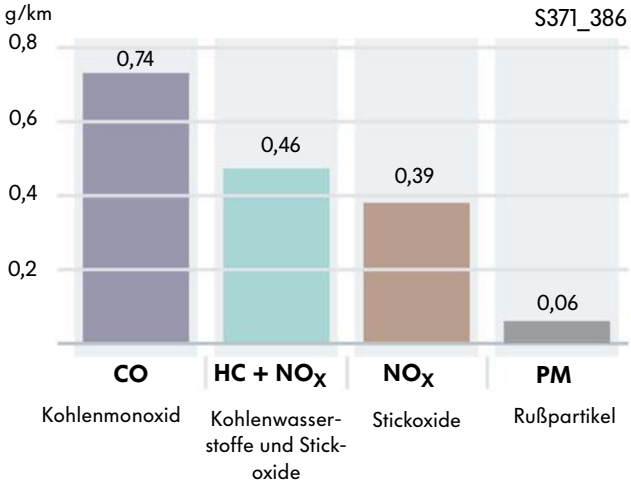
Die Abgasemissionen der Fahrzeuge für die Typprüfung werden dabei mit einem festgelegten Fahrzyklus und einer vorgeschriebenen Messmethode auf einem Rollenprüfstand ermittelt. Die Schadstoffe werden in Gramm pro Kilometer (g/km) ermittelt.

Die in dem Diagramm angegebenen Abgasgrenzwerte beziehen sich auf Fahrzeuge mit einem zulassigen Gesamtgewicht > 2,5 t und einem tatsächlichen Leergewicht > 1,76 t.



S371_052

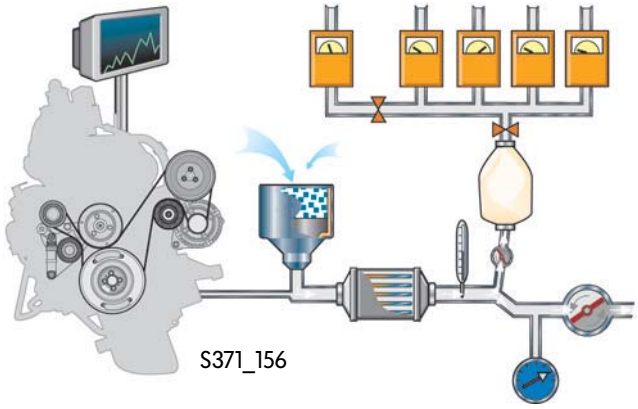
Abgasgrenzwerte für Dieselfahrzeuge





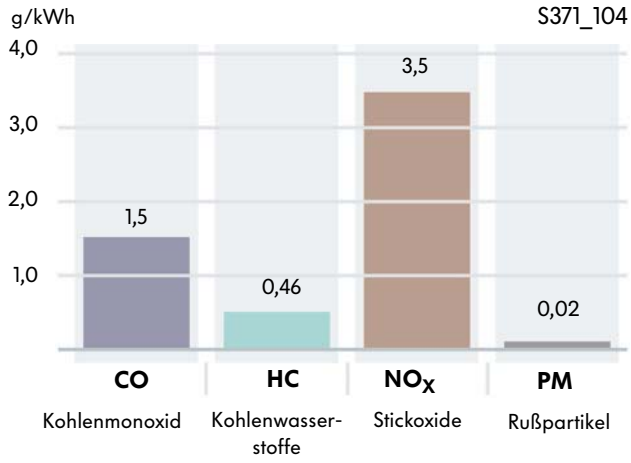
Falls Sie weitere Informationen zur Euro-On-Board-Diagnose bei Dieselfahrzeugen wünschen, beachten Sie das Selbststudienprogramm SSP 315 „Euro-On-Board-Diagnose für Dieselmotore“.

Crafter mit Nutzfahrzeug-Zulassung (Abgasnorm EURO 4)



Die Abgasnorm EURO 4 gilt für alle als Nutzfahrzeuge (NFZ) zugelassenen Fahrzeuge.
Um bei diesen Fahrzeugen den erforderlichen Aufwand einer Typprüfung auf einem Prüfstand zu begrenzen (z. B. für Aufbauhersteller), werden die Schadstoffe auf einem Motor-Leistungsprüfstand ermittelt. Diese Prüfung ist in drei Prüfverfahren unterteilt. Die Schadstoffe werden in Gramm pro Kilowattstunde (g/kWh) ermittelt.

Abgasgrenzwerte für ESC-Prüfung



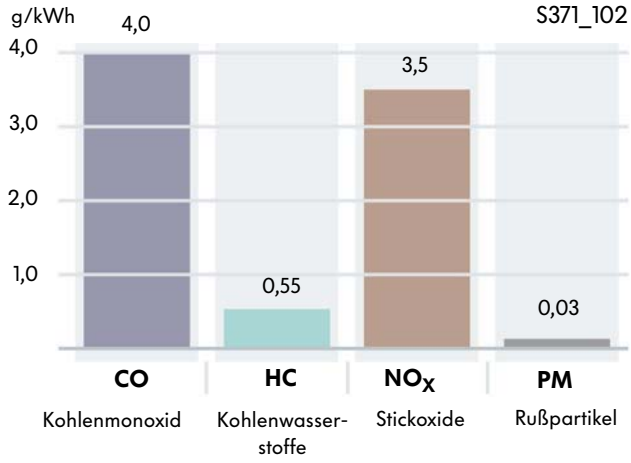
ESC-Prüfung

Die ESC-Prüfung bedeutet European Steady Cycle. Bei diesem Verfahren werden die gasförmigen Schadstoffe und die Partikelemissionen in 13 verschiedenen Betriebszuständen des Motors ermittelt.

ELR-Prüfung

ELR ist die Abkürzung für European Load Response. Bei diesem Prüfverfahren wird die Rauchtrübung als Maß für die im Abgasstrom eines Dieselmotors schwebenden Rußpartikel in einem Prüfzyklus ermittelt. Der zulässige Grenzwert für die Rauchtrübung beträgt 0,5 1/m.

Abgasgrenzwerte für ETC-Prüfung

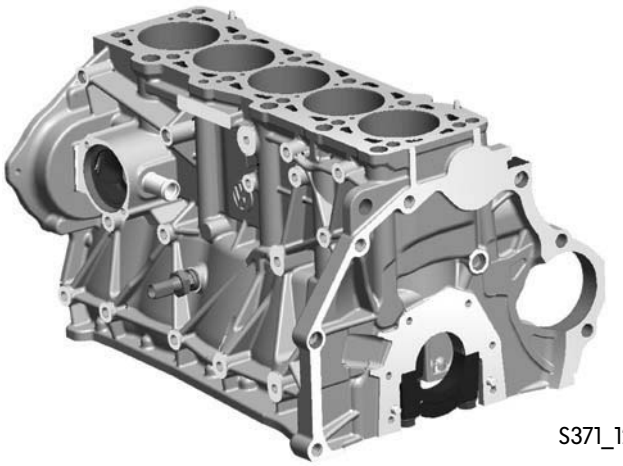


ETC-Prüfung

ETC bedeutet European Transient Cycle.
Diese Prüfung ist für Motoren mit Abgasnachbehandlungssystemen, beispielsweise einem Dieselpartikelfilter, vorgeschrieben. Dabei werden die Abgasemissionen in einem Prüfzyklus, bei dem für jede Sekunde Last und Drehzahl festgelegt sind, ermittelt. Der Prüfzyklus dauert 1800 Sekunden.

Der Zylinderblock

Der Zylinderblock des 2,5l-TDI-Motors besteht aus Grauguss mit Lamellengraphit. Er basiert in seinen geometrischen Grundabmessungen auf dem 2,5l-TDI-Motor mit Verteilereinspritzpumpe. Die Getriebeanbindung wurde an die neuen Schaltgetriebe im Crafter angepasst.



S371_128

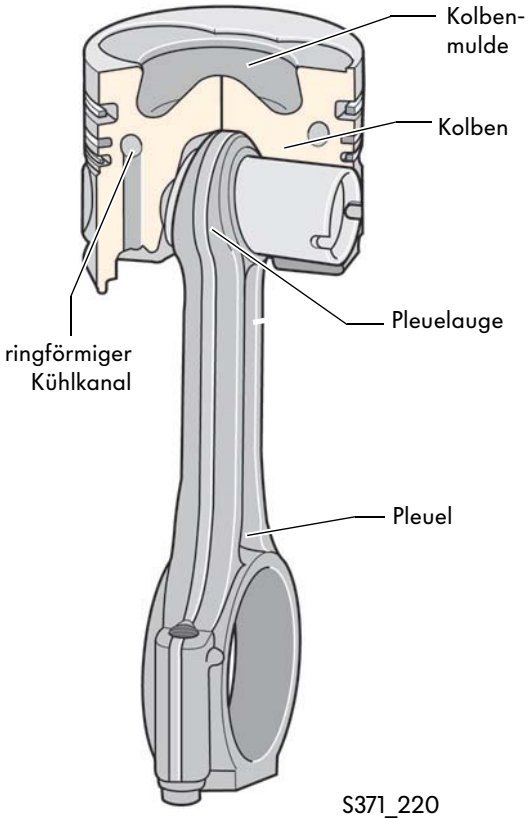
Der Kurbeltrieb

Kurbelwelle

Aufgrund der hohen Verbrennungsdrücke und Temperaturen sind die Bauteile des Kurbeltriebs, im Vergleich zum Vorgängermotor mit Verteilereinspritzpumpe, in vielen Bereichen verändert worden.
Die sechsfach gelagerte Kurbelwelle aus Stahl wird im Gesenk geschmiedet. Der Durchmesser der Hubzapfen wurde um 3mm vergrößert. Dadurch wird die Belastbarkeit der Kurbelwelle gegen Torsionskräfte verbessert.



S371_004



S371_220

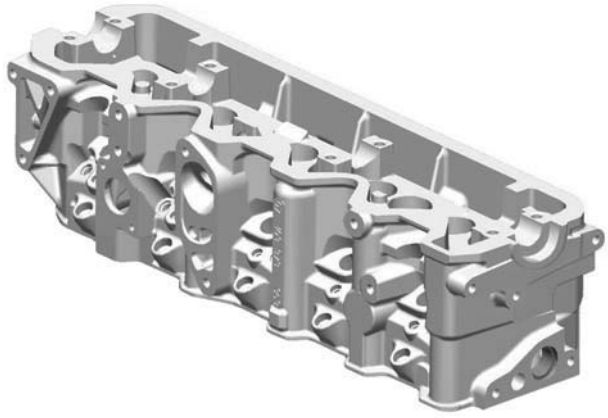
Kolben

Die Kolben sind aus einer Aluminiumlegierung im Kokillenguss gefertigt. Aufgrund der um 25° schräg eingebauten Einspritzventile ist die Kolbenmulde asymetrisch im Kolben angeordnet.

Die Kolben der Motoren mit einer hohen Leistung von 100 kW und 120 kW haben einem ringförmigen Kühlkanal. In den Kühlkanal wird zur besseren Kühlung des Kolbenbodens Öl durch die Öleinspritzdüsen gespritzt.

Pleuel

Das kleine Pleuelauge ist trapezförmig ausgeführt. Durch die Trapezform werden die Verbrennungsdrücke auf eine große Fläche verteilt und das Pleuel sowie der Kolbenbolzen weniger belastet.



S371_257

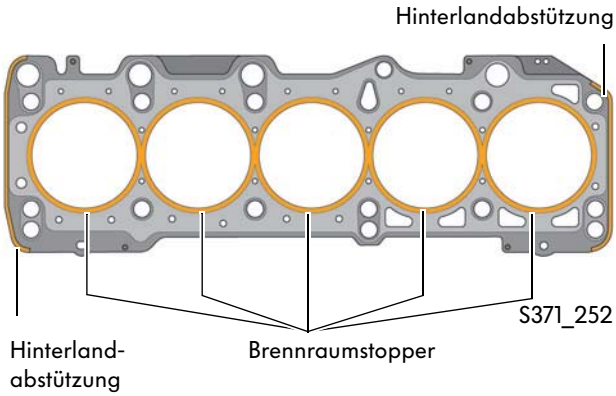
Der Zylinderkopf

Der Zylinderkopf wurde im Vergleich zum Vorgängermotor mit Verteilereinspritzpumpe in einigen Bereichen überarbeitet. Die Strömungsverteilung des Kühlmittels wurde optimiert. Die Einlasskanäle sind überarbeitet und somit der Drall und Durchfluss der einströmenden Luft verbessert. Die Lage der Bohrungen für die Glühstiftkerzen ist der Geometrie der neuen Keramik-Glühkerzen angepasst.

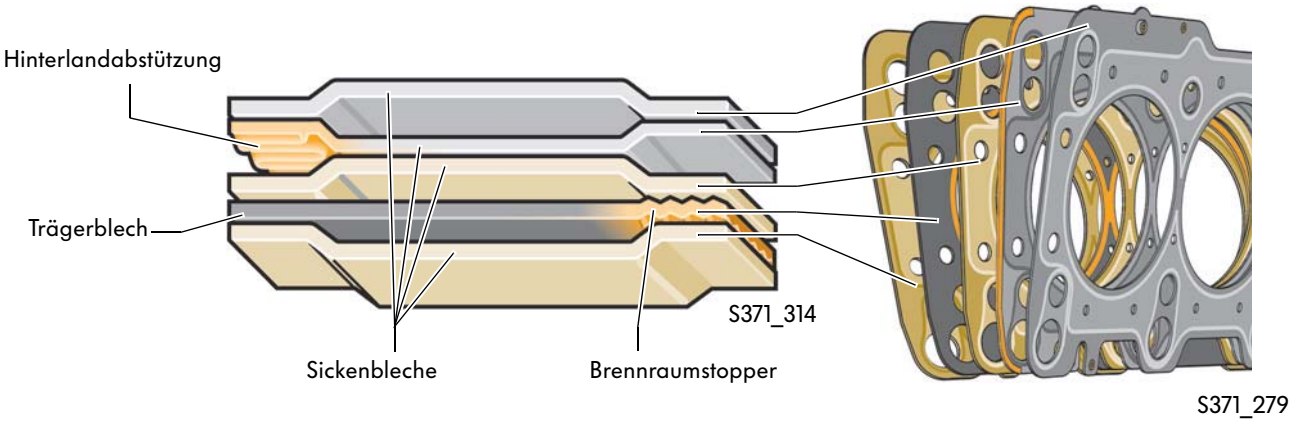
Zylinderkopfdichtung

Eine neu gestaltete Zylinderkopfdichtung vermindert den Verzug des Zylinderkopfes und der Zylinderbohrungen. Dadurch wird die Abdichtung der Brennräume verbessert.
Die Zylinderkopfdichtung hat einen 5-lagigen Aufbau und verfügt über zwei besondere Merkmale:

- höhenprofilierte Brennraumstopper
- „Hinterlandabstützung“

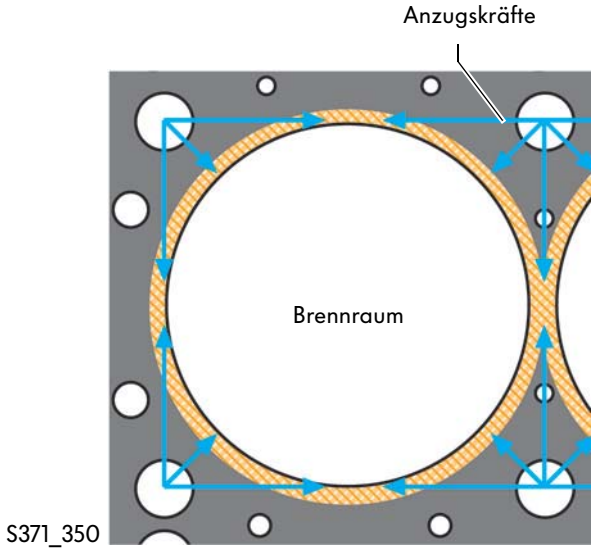


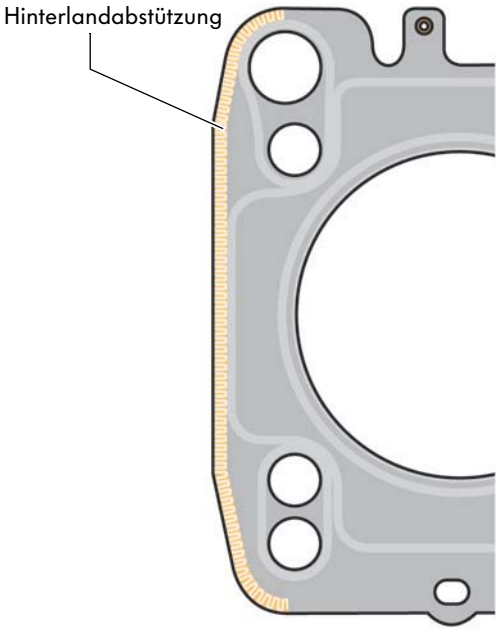
schematische Darstellung Schnitt Zylinderkopfdichtung



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.

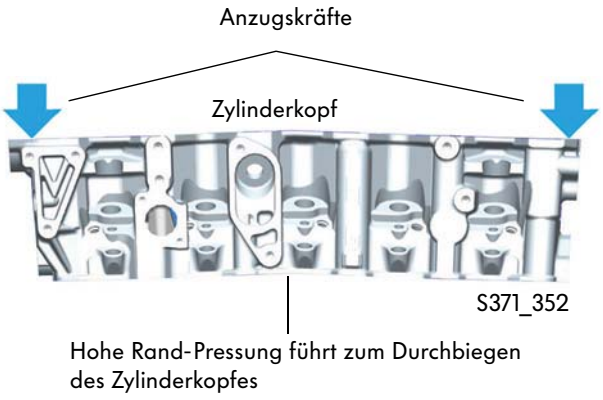




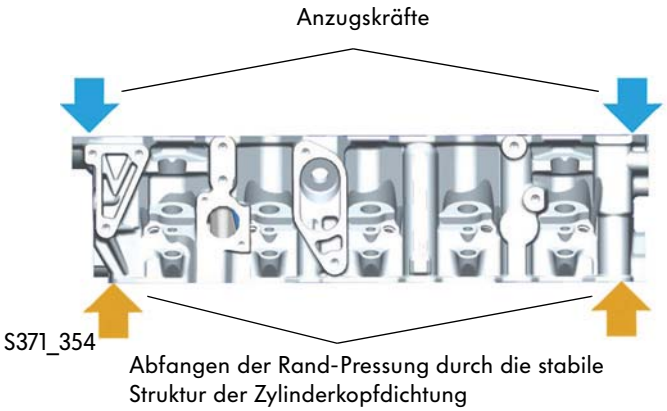
„Hinterlandabstützung“

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.

Verteilung der Anzugskräfte ohne Hinterlandabstützung



Verteilung der Anzugskräfte mit Hinterlandabstützung

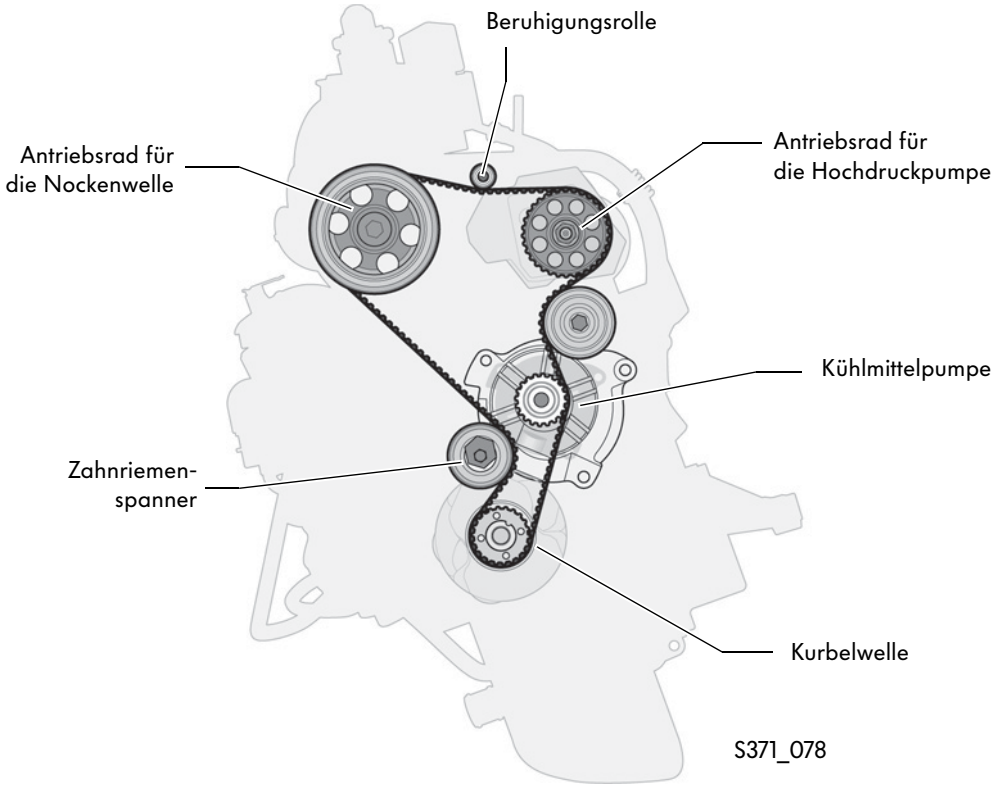


Die äußeren Zylinderkopfschrauben erzeugen durch die kleinere Auflagefläche des Zylinderkopfes im Bereich der äußeren Zylinder höhere Anzugskräfte. Das führt zu einer höheren Pressung der Zylinderkopfdichtung und dadurch zur Durchbiegung des Zylinderkopfes. Diese Durchbiegung erzeugt wiederum einen Verzug an den äußeren Zylinderbohrungen.

Mit der Hinterlandabstützung wird die höhere Rand-Pressung der Zylinderkopfdichtung aufgefangen, so dass sich der Zylinderkopf weniger durchbiegt. Durch diese Verbesserung wurde auch die Anzugskräfte-Verteilung an den äußeren Brennraumstoppern optimiert. Zusätzlich verringern sich die gesamten Bewegungen des Zylinderkopfes während des Motorbetriebes.

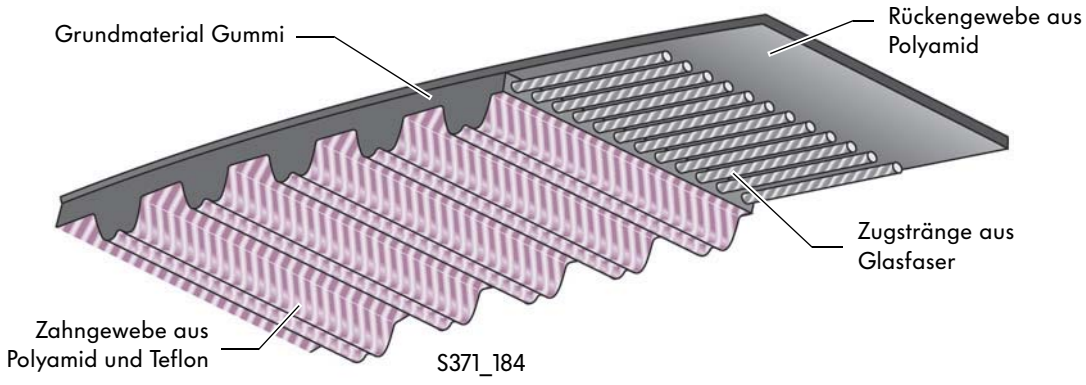
Der Zahnriementrieb

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



Zahnriemen

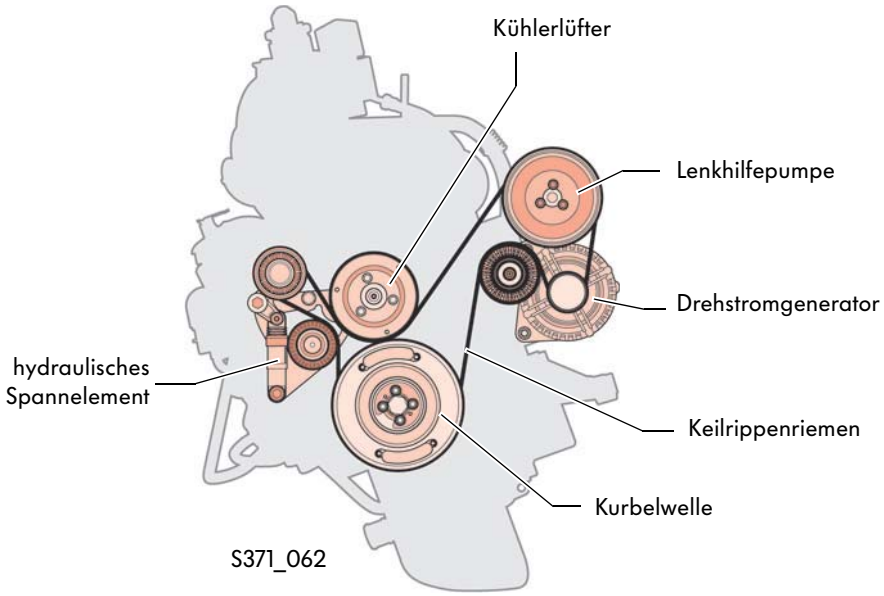
Im Vergleich zum Vorgängermotor mit Verteilereinspritzpumpe ist die Verschleißfestigkeit des Zahnriemens deutlich verbessert worden. Der 26 mm breite Zahnriemen ist mit einem Rückengewebe aus Polyamid versehen, dass den Verschleiß der Zahnriemenkanten verringert. Das Zahngewebe besteht ebenfalls aus Polyamid mit einem Verschleißschutz aus Polytetrafluorethylen (Teflon).



Der Antrieb der Nebenaggregate

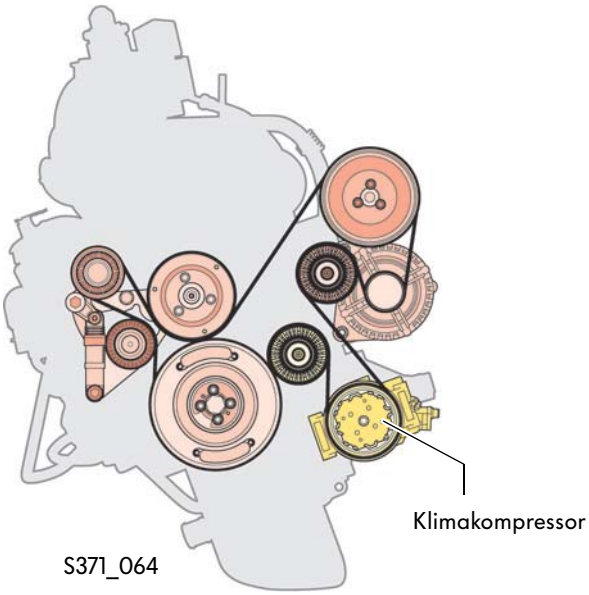
Die Nebenaggregate werden über einem Keilrippenriemen von der Kurbelwelle angetrieben.
Der Keilrippenriemen wird mit einem hydraulischen Spannsystem unter konstanter Vorspannung gehalten und ist wartungsfrei. Im Riementrieb wird der Kühlerlüfter, die Lenkhilfepumpe und der Drehstromgenerator über den Keilrippenriemen angetrieben. Wahlweise kann in diesem Riementrieb ein Klimakompressor oder ein zweiter Drehstromgenerator integriert werden.

Riementrieb



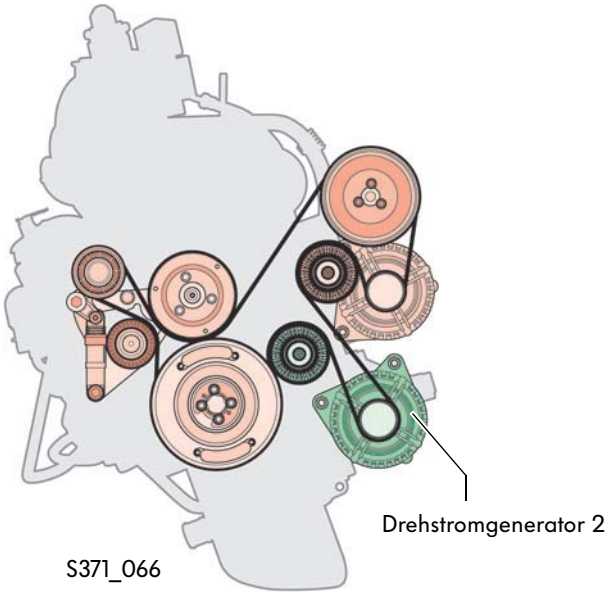
S371_062

Riementrieb mit Klimakompressor



S371_064

Riementrieb mit Drehstromgenerator 2

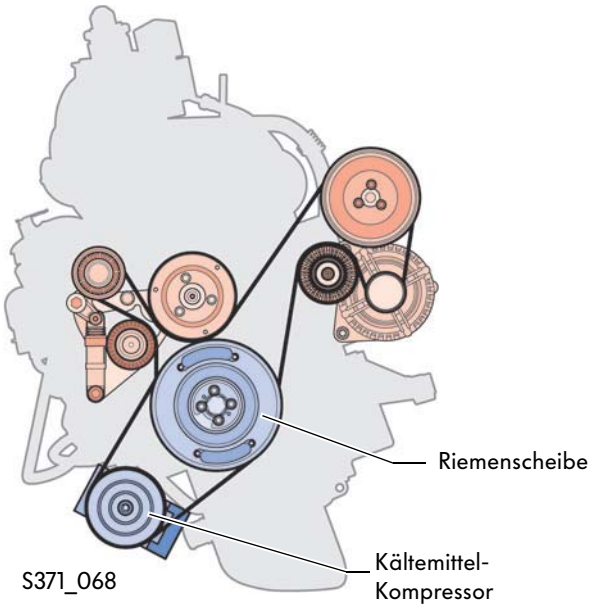


S371_066

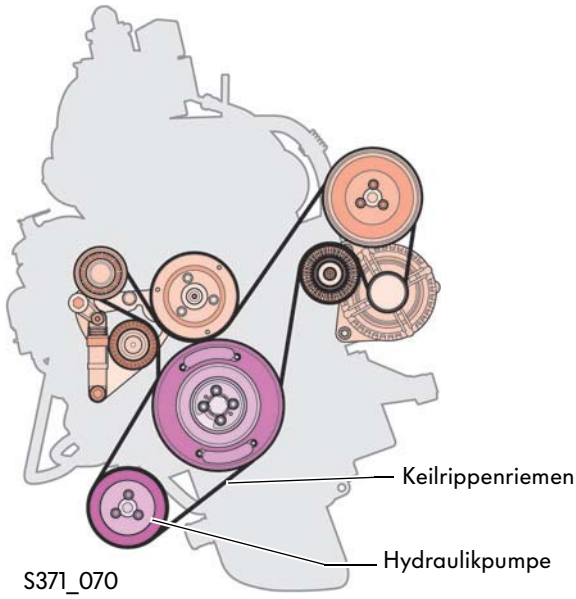
Zusätzliche Nebenaggregate

Auf Wunsch kann der Antrieb der Nebenaggregate auch um ein weiteres zusätzliches Nebenaggregat erweitert werden. Wahlweise kann ein Kältemittel-Kompressor für einen Aufbau mit Kühlanlage oder eine Hydraulikpumpe von der Riemenscheibe des Schwingungsdämpfers über einen zusätzlichen Keilrippenriemen angetrieben werden.

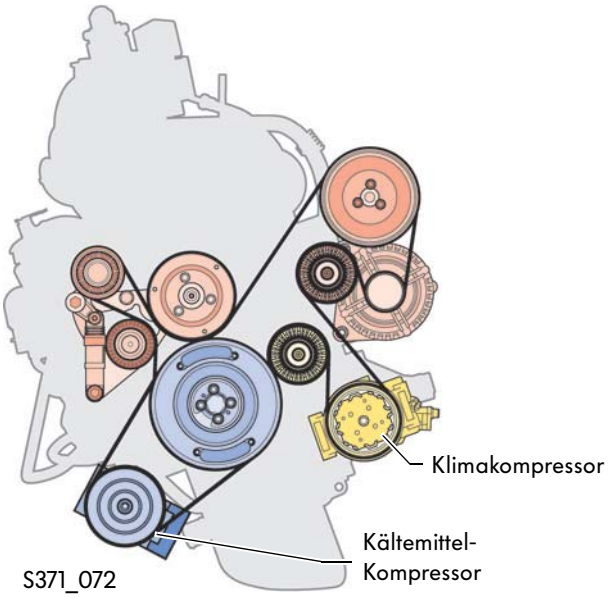
Riementrieb mit Nebenantrieb für einen Kältemittel-Kompressor



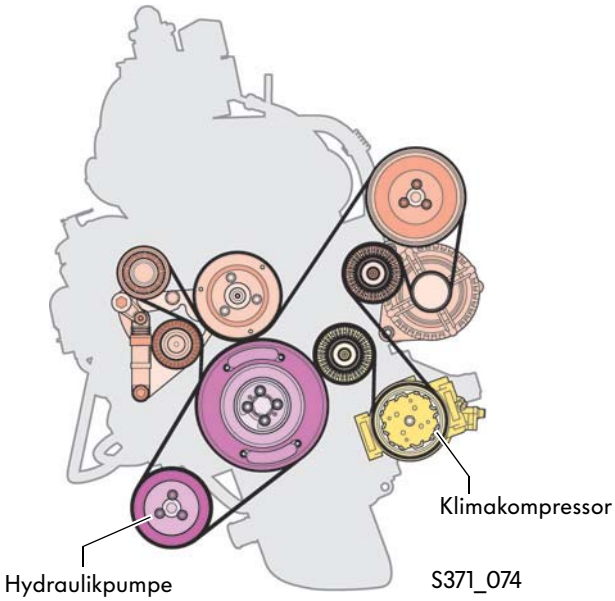
Riementrieb mit Nebenantrieb für eine Hydraulikpumpe



Riementrieb mit Klimakompressor und Nebenantrieb für einen Kältemittel-Kompressor

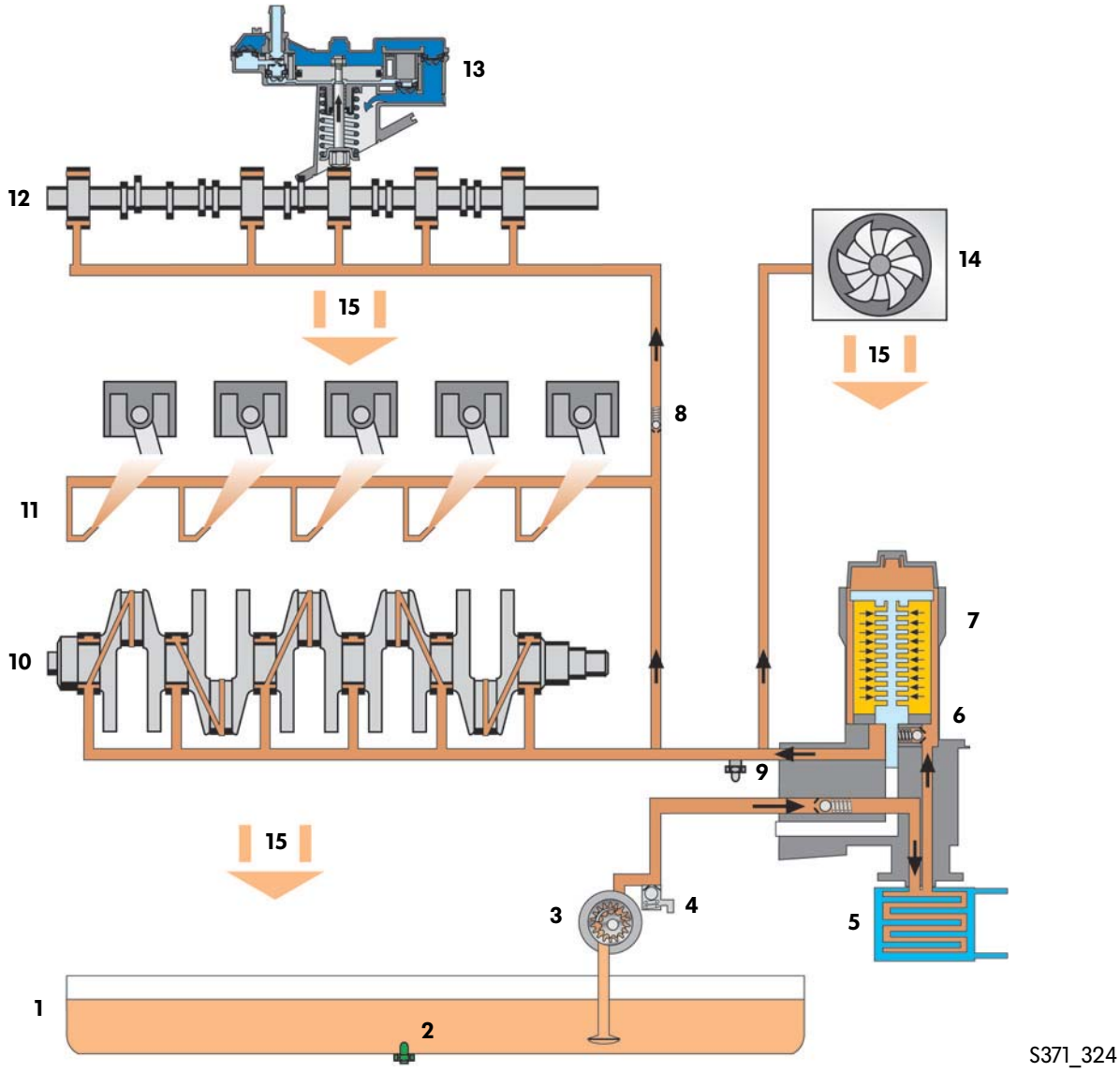


Riementrieb mit Klimakompressor und Nebenantrieb für eine Hydraulikpumpe



Der Ölkreislauf

Der Öldruck wird wie beim Vorgängermotor von einer selbst ansaugenden Sichelzahnradpumpe erzeugt. Sie ist vorn am Zylinderblock angeschraubt und wird von der Kurbelwelle direkt angetrieben. Das Überdruckventil verhindert, dass Bauteile des Motors durch zu hohen Öldruck beschädigt werden. Bei verstopftem Ölfilter öffnet das Kurzschlussventil und sichert dadurch die Ölversorgung des Motors. Das Öldruckhalteventil sichert die Schmierung des Ventiltriebes.

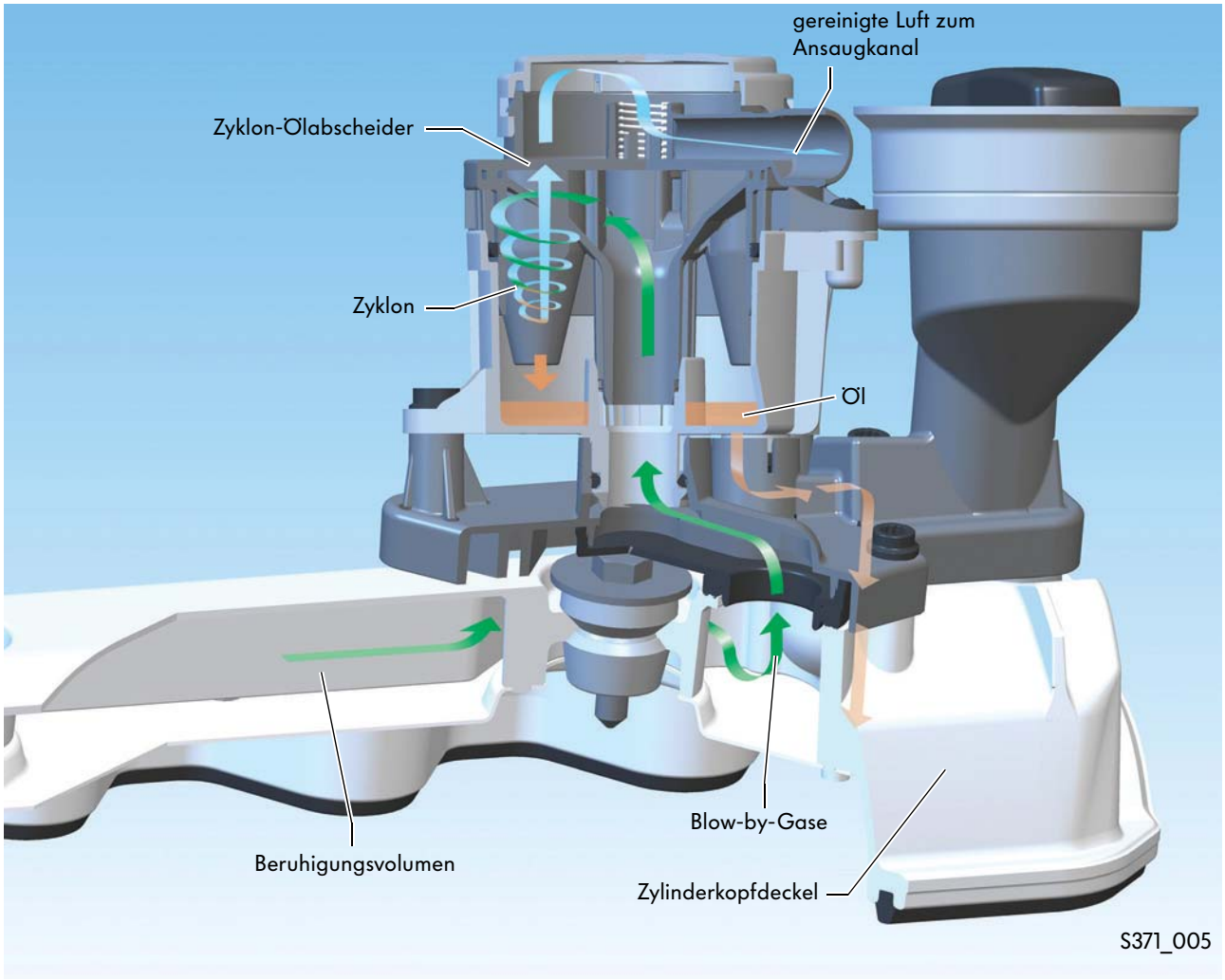


S371_324

Legende

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

Die Kurbelgehäuse-Entlüftung



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

Auf dem Zylinderkopfdeckel befindet sich ein Zyklon-Ölabscheider. Er trennt die in den Gasen enthaltenen Ölanteile von der Luft. Das Öl wird über einen Kanal im Kurbelgehäuse wieder in die Ölwanne zurückgeleitet.

Grobabscheidung

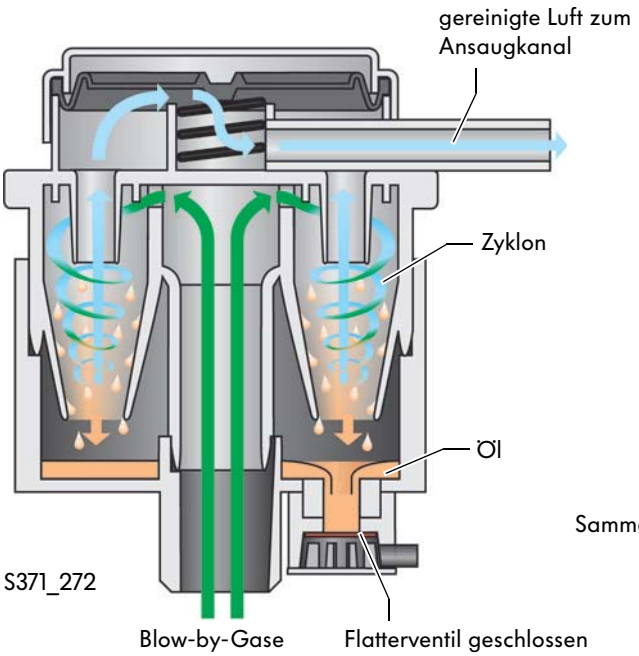
Die Blow-by-Gase gelangen aus dem Kurbel- und Nockenwellenraum in ein Beruhigungsvolumen. Dieses ist im Zylinderkopfdeckel integriert. Im Beruhigungsvolumen scheiden sich größeren Öltröpfchen an den Wänden ab und sammeln sich an dessen Boden. Über die Öffnungen des Beruhigungsvolumens kann das Öl in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

Feinabscheidung

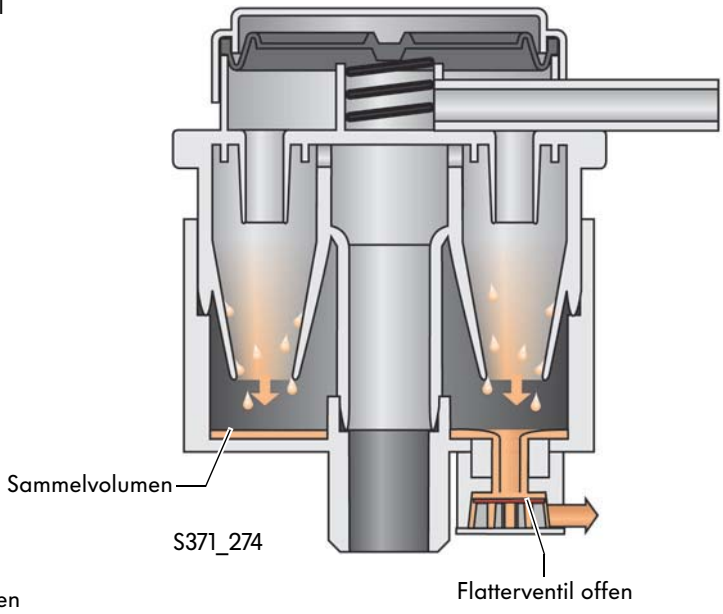
Die Feinabscheidung erfolgt über einen Zyklon-Ölabscheider, der aus insgesamt drei Zyklonen besteht. Bedingt durch die Form der Zyklone wird die Luft in eine rotierende Bewegung versetzt. Durch die auftretende Fliehkraft wird der Ölnebel an die Abscheiderwand geschleudert. Die Öltröpfchen scheiden sich an der Gehäusewand des Zyklon-Ölabscheiders ab und werden in einem Sammelvolumen aufgefangen.

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.

Zyklon-Ölabscheider während des Motorbetriebes



Zyklon-Ölabscheider bei Motorstillstand

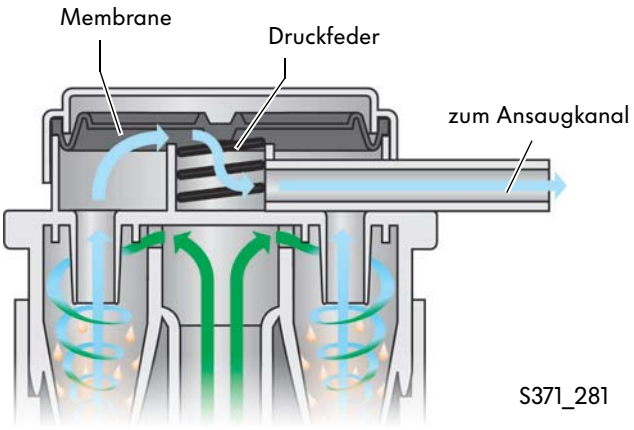


Druckregelventil

Das Druckregelventil befindet sich im Deckel des Zyklon-Ölabscheiders. Es besteht aus einer Membrane sowie einer Druckfeder und regelt den Druck zur Entlüftung des Kurbelgehäuses.

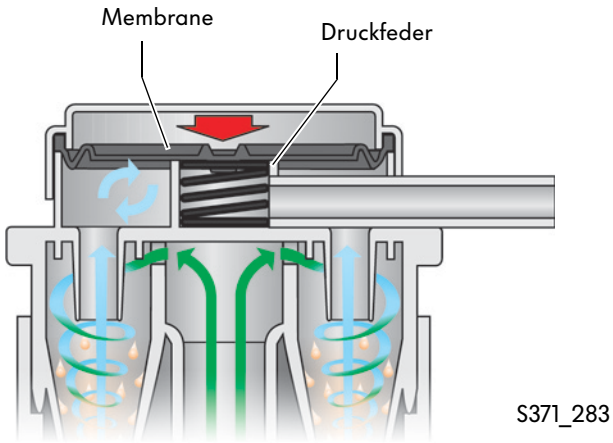
Beim Einleiten der Blow-by-Gase begrenzt das Druckregelventil den Unterdruck im Kurbelgehäuse.
Bei einem zu hohen Unterdruck im Kurbelgehäuse könnten die Motordichtungen beschädigt werden.

Druckregelventil geöffnet



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

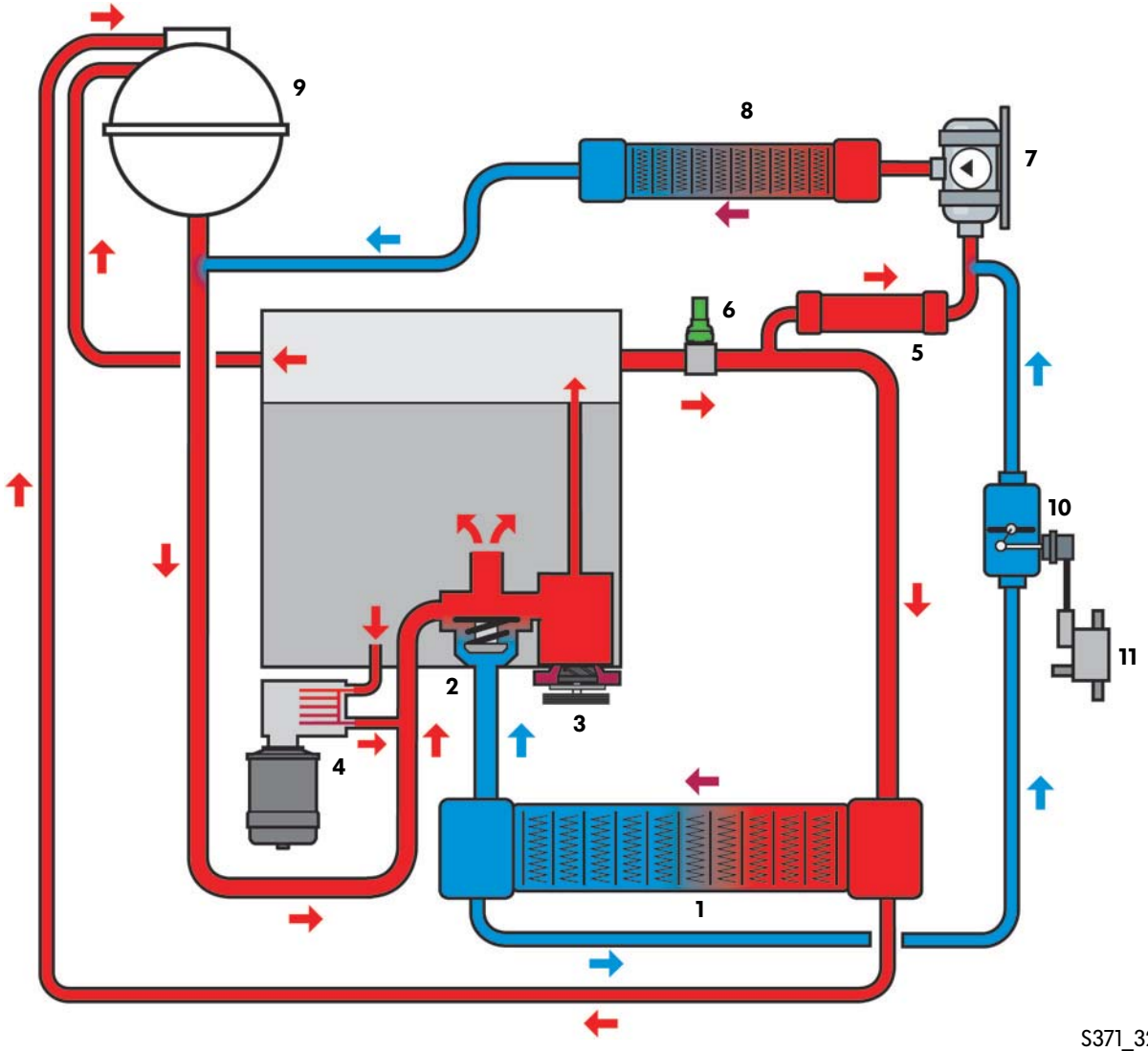
Druckregelventil geschlossen



Bei einem großen Unterdruck im Ansaugkanal schließt das Druckregelventil.

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. Eine elektrische Pumpe, die Pumpe für Kühlmittelnachlauf, dient für die Umwälzung des Kühlmittels bei den Zusatzfunktionen Restwärmenutzung und Kühlmittelnachlauf.



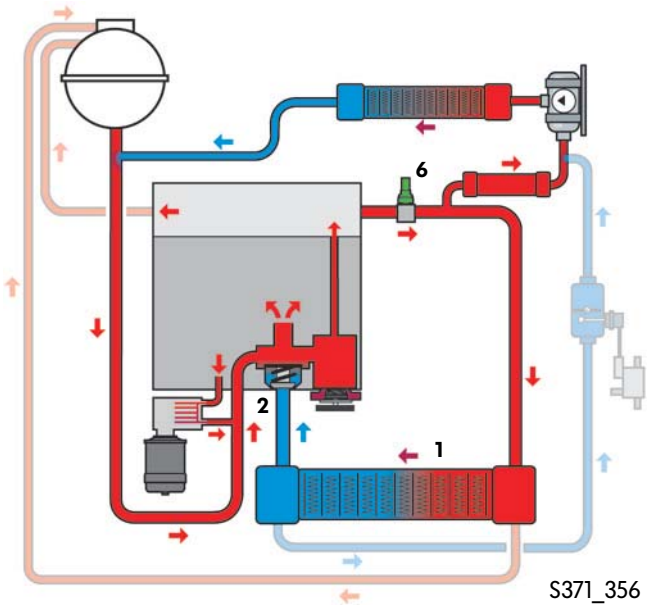
S371_322

Legende

1 - Kühler für Motorkühlmittelkreislauf
2 - Kühlmittelregler
3 - Kühlmittelpumpe
4 - Ölkühler
5 - Kühler für Abgasrückführung
6 - Kühlmitteltemperaturgeber G62
7 - Pumpe für Kühlmittelumlauf V50
8 - Wärmetauscher für Heizung
9 - Ausgleichsbehälter
10 - Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf
11 - Ventil für Kühlmittelkreislauf N214

Funktionen des Kühlmittelkreislaufs

Zum schnellen Aufwärmen des Motors ist der Kühlmittelregler [2] geschlossen und sperrt somit den Rücklauf vom Kühler [1]. Bei einer Kühlmitteltemperatur von ca. 87°C öffnet der Kühlmittelregler den großen Kühlkreislauf über den Kühler. Die Kühlmitteltemperatur wird von dem Kühlmitteltemperaturgeber G62 [6] an das Motorsteuergerät übermittelt.



S371_356

Zusatzfunktionen des Kühlmittelkreislaufs

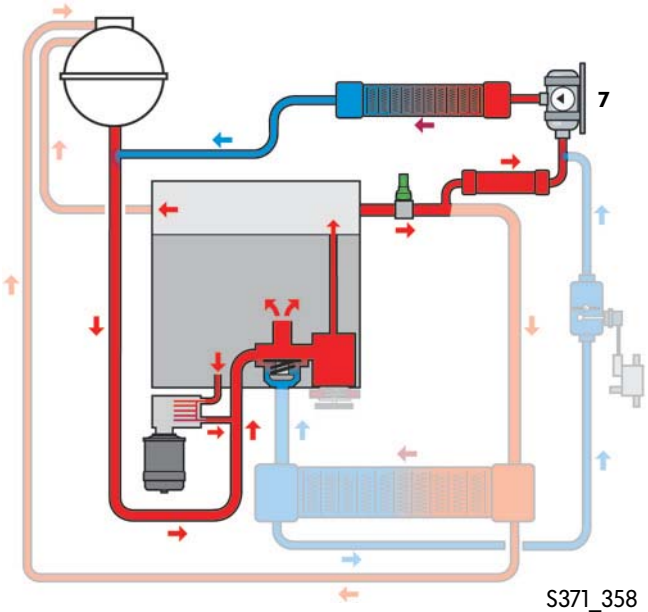
Neben der Kühlung des Motors und der Bereitstellung von Wärme für die Fahrzeugheizung hat der Kühlkreislauf weitere Funktionen.

Restwärmenutzung

Die Restwärmenutzung ermöglicht, dass die gewünschte Temperatur im Fahrgastraum auch bei abgeschaltetem Motor aufrecht erhalten werden kann. Dies ist möglich, solange eine ausreichend hohe Kühlmitteltemperatur vorhanden ist.

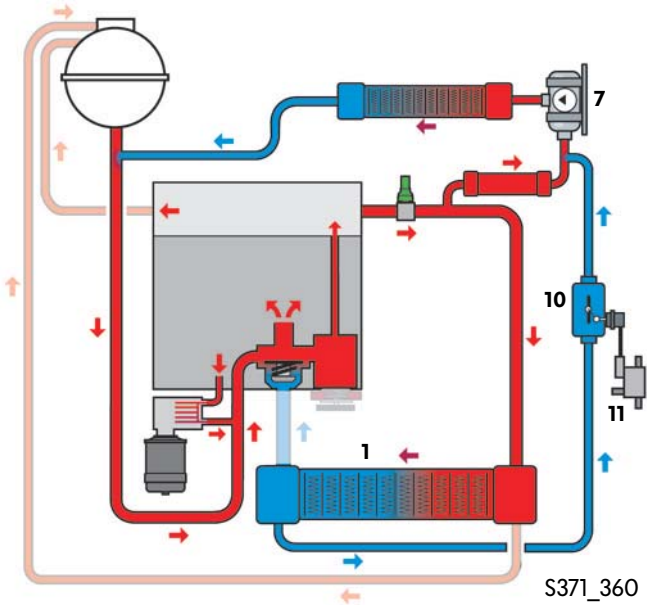
Funktion

Für die Restwärmefunktion wird die Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 [7] vom Motorsteuergerät angesteuert, um den Volumenstrom im Kühlmittelkreislauf aufrechtzuerhalten. Ist nicht mehr genügend Restwärme im Kühlkreislauf vorhanden, schaltet das Klimasteuergerät die Restwärmefunktion ab.



S371_358

Kühlmittelnachlauf



Der Kühlmittelnachlauf ist eine Schutzfunktion für den Motor. Er verhindert, dass nach Abschalten des Motors Dampfblasen in Teilbereichen des Zylinderkopfes entstehen. Die Funktion wird aktiv, wenn nach abgeschaltetem Motor die Kühlmitteltemperatur mehr als 105°C beträgt und das Fahrzeug im vorangegangenem Fahrzyklus mit entsprechend hoher Last gefahren ist.

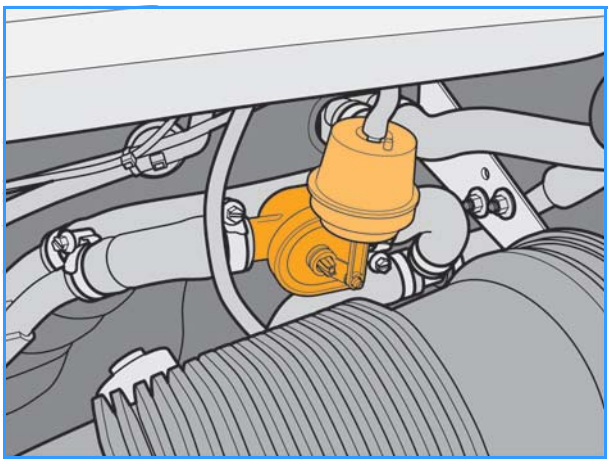
Funktion

Für die Funktion des Kühlmittelnachlaufs wird die Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 [7] und das Ventil für Kühlmittelkreislauf N214 [11] vom Motorsteuergerät angesteuert. Das Ventil für Kühlmittelkreislauf N214 öffnet das Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf [10]. Dadurch wird dem Kreislauf kälteres Wasser vom Kühler [1] zugeführt. Der Zylinderkopf wird somit gleichmäßig und rasch abgekühlt und eine Dampfblasenbildung verhindert.

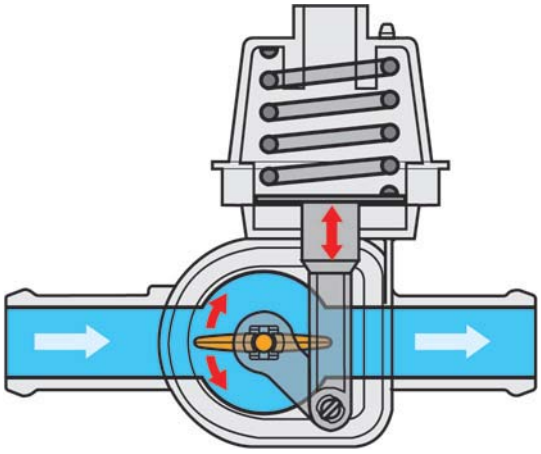
Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf

Das Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf ist ein mechnisch-pneumatisches Ventil. Es wird vom Ventil für Kühlmittelkreislauf N214 über Unterdruck AUF und ZU geschaltet.

Stromlos ist das Unterdruckventil offen. Bei Motorstart wird es vom Motorsteuergerät über das Ventil für Kühlmittelkreislauf N214 geschlossen. Zur Nutzung der Restwärmefunktion nach Abschalten des Motors wird das Unterdruckventil durch ein Rückschlagventil im Unterdrucksystem geschlossen gehalten.



S371_042

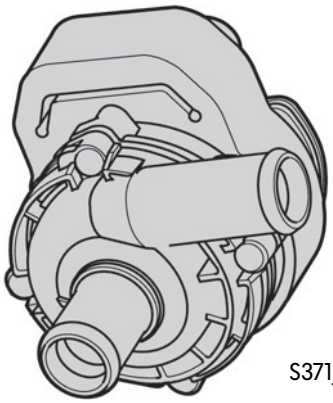


S371_196



Ein defektes Unterdruckventil oder ein Defekt am dazugehörigen Unterdrucksystem kann während der Start- und Warmlaufphase, besonders im Winter, zu einer mangelhaften Heizleistung und zu einem höheren Schadstoffausstoß führen. Da in diesem Fall kaltes Wasser trotz geschlossenem Kühlmittelregler dem Heizungskreislauf beigemengt wird, hat der Motor eine unzureichende Warmlaufphase. Außerdem kann auch eine mangelhafte Restwärmeleistung auf einen Defekt am Unterdruckventil oder am dazugehörigen Unterdrucksystem hindeuten.

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50



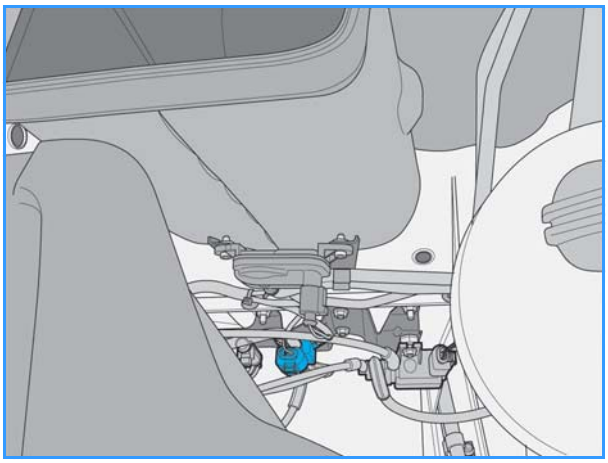
S371_026

Die Pumpe für Kühlmittelumlauf ist eine elektrisch angetriebene Pumpe, die bei Bedarf über das Relais für Kühlmittelnachlauf J151 vom Motorsteuergerät oder dem Klimasteuergerät angesteuert wird.

Sie erfüllt folgende Aufgaben:

- Zur Unterstützung der Fahrgastheizung sorgt die Pumpe für Kühlmittelumlauf für eine ausreichende Zirkulation des Kühlmittels im Heizungskreislauf.
- Bei den Funktionen Restwärmenutzung und Kühlmittelnachlauf sorgt die Pumpe für die Zirkulation des Kühlmittels im Kühlmittelkreislauf.

Ventil für Kühlmittelkreislauf N214



S371_304

Das Ventil für Kühlmittelkreislauf ist ein elektropneumatisches Ventil und befindet sich im Motorraum oberhalb des rechten Fahrzeuglängsträgers.
Es schaltet den Unterdruck zum Betätigen des Unterdruckventils für Kühlmittelnachlauf.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Ventils für Kühlmittelkreislauf kann das Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf nach Motorstart nicht geschlossen werden. Dies kann während der Start- und Warmlaufphase zu einer mangelhaften Heizleistung und zu einem höheren Schadstoffausstoß führen. Da in diesem Fall kaltes Wasser trotz geschlossenem Kühlmittelregler dem Heizungskreislauf beigemengt wird, hat der Motor eine unzureichende Warmlaufphase.

Das Kraftstoffsystem

Kraftstoffpumpe für Vorförderung G [2]
Sie fördert kontinuierlich Kraftstoff in den Vorlauf.

Heizung für Kraftstofffilter Z57 [4]
Sie verhindert bei niedrigen Außentemperaturen, dass der Filter durch auskristallisierende Parafine zugesetzt wird.

Kraftstofftemperaturgeber G81 [6]
Er ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur.

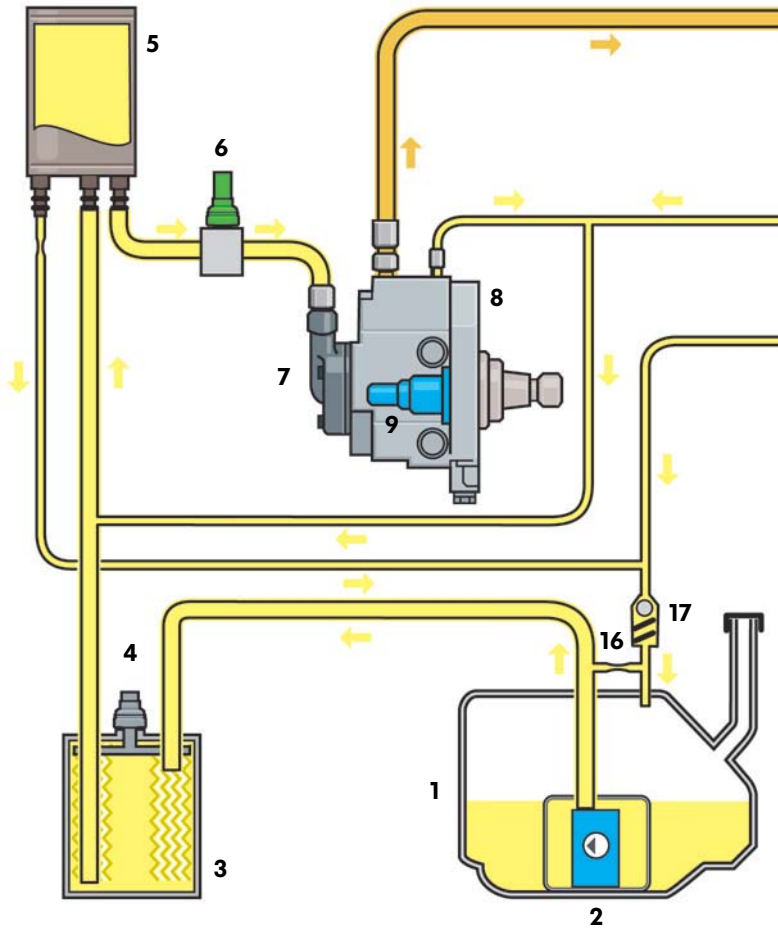
Mechanische Zahnradpumpe [7]
Sie fördert den Kraftstoff aus dem Vorlauf zur Hochdruckpumpe.

Hochdruckpumpe [8]
Sie erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen Kraftstoffhochdruck.

Ventil für Kraftstoffdosierung N290 [9]
Es regelt die Menge des zu verdichtenden Kraftstoffes bedarfsgerecht.

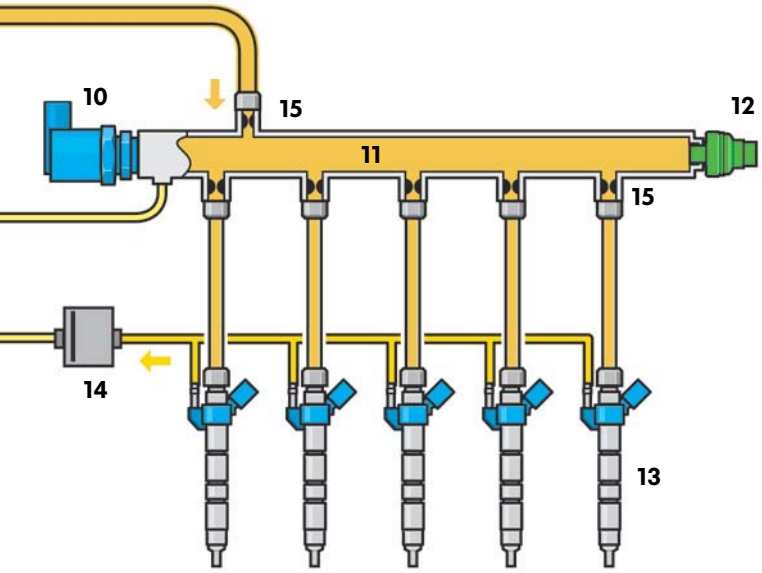
Regelventil für Kraftstoffdruck N276 [10]
Es stellt den Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich ein.

Hochdruckspeicher (Rail) [11]
Er speichert für alle Zylinder den zur Einspritzung benötigten Kraftstoff unter hohem Druck.



Legende

1 - Kraftstoffbehälter
2 - elektrische Kraftstoffpumpe G6
3 - Kraftstofffilter
4 - Heizung für Kraftstofffilter Z 57
5 - Kraftstoffspeicher
6 - Kraftstofftemperaturgeber G81
7 - mechanische Zahnradpumpe
8 - Hochdruckpumpe
9 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290



S371_116

Farbcodierung/Legende

- Hochdruck 230 – 1600 bar
- Rücklaufdruck von den Einspritzventilen 10 bar
- Vorlaufdruck / Rücklaufdruck

10 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276
11 - Hochdruckspeicher (Rail)
12 - Kraftstoffdruckgeber G247
13 - Einspritzventile N30, N31, N32, N33, N83
14 - Druckhalteventil
15 - Drosseln
16 - Überlauf
17 - Rückschlagventil

Kraftstoffdruckgeber G247 [12]
Er ermittelt den aktuellen Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich

Druckhalteventil [14]
Es hält den Rücklaufdruck von den Einspritzventilen auf ca. 10 bar. Dieser Druck wird für die Funktion der Einspritzventile benötigt.

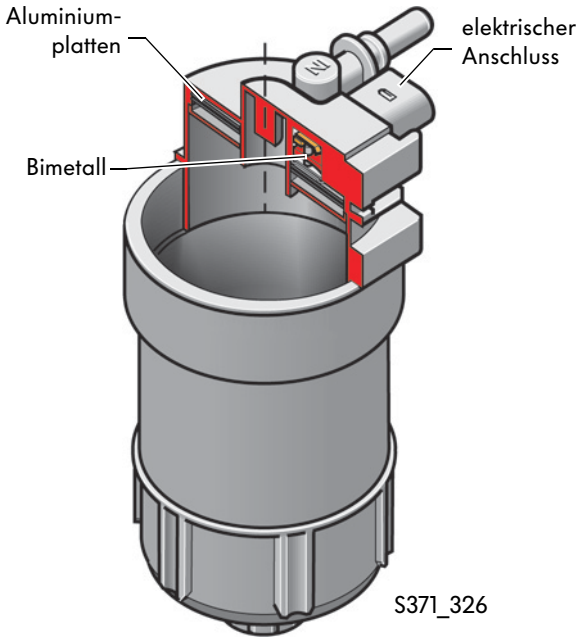
Drossel [15]
Sie dämpfen Druckwellen im Hochdrucksystem, die beim Einspritzvorgang durch das Öffnen und Schließen der Einspritzventile entstehen.

Überlauf [16]
Durch den Überlauf vom Kraftstoff-Vorlauf zum Kraftstoff-Rücklauf wird der Kraftstoffdruck vor dem Filter reguliert. Bei einer großen Fördermenge durch die elektrische Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 kann der Kraftstoff durch den Überlauf in den Tank zurückfließen.

Rückschlagventil [17]
Es verhindert, dass von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 Kraftstoff über den Rücklauf in das Kraftstoffsystem gelangt, zum Beispiel wenn der Kraftstofffilter verstopft ist.

Kraftstofffilter

Der Kraftstofffilter schützt die Einspritzanlage vor Verschmutzung und Verschleiß durch Partikel und Wasser.
Im Kraftstofffilter ist eine elektrische Heizung integriert. Sie erwärmt den Kraftstoff im Filter bei niedrigen Außentemperaturen. Dadurch wird verhindert, dass sich der Kraftstofffilter bei niedrigen Außentemperaturen durch auskristallisierende Parafine zusetzt.



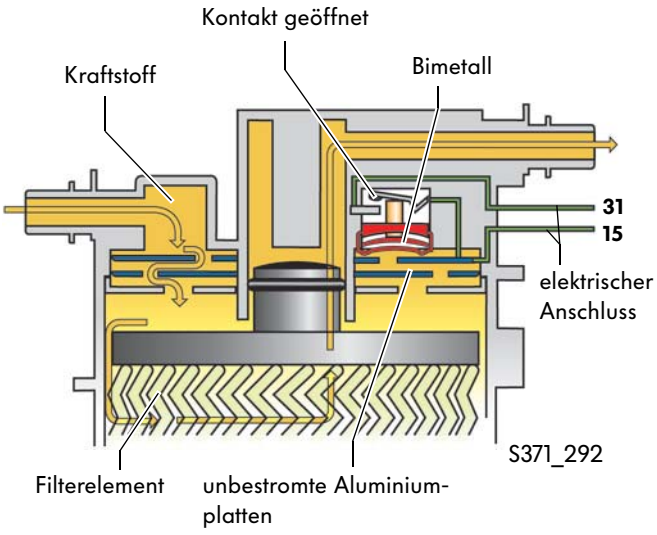
Heizung für Kraftstofffilter Z51

Die Heizung für Kraftstofffilter Z51 besteht aus zwei Aluminiumplatten und einem Bimetall-Kontakt-Schalter.

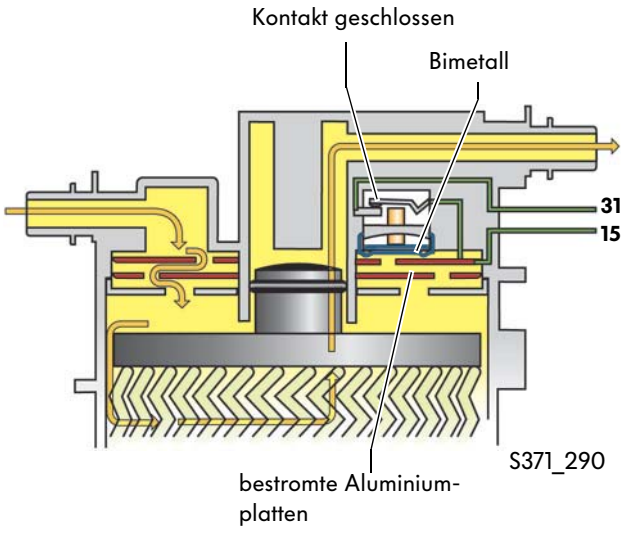
Bei warmen Temperaturen befindet sich der Bimetall-Kontakt-Schalter in Ruhelage. Der elektrische Kontakt ist geöffnet. Dadurch fließt kein Strom, um die Heizung für Kraftstofffilter zu aktivieren.

Bei einer Temperatur von ca. +3°C bis +8°C schließt der Bimetall-Kontakt. Die Heizung für Kraftstofffilter wird bestromt und der Kraftstoff wird durch die Aluminiumplatten im Kraftstofffilter erwärmt.

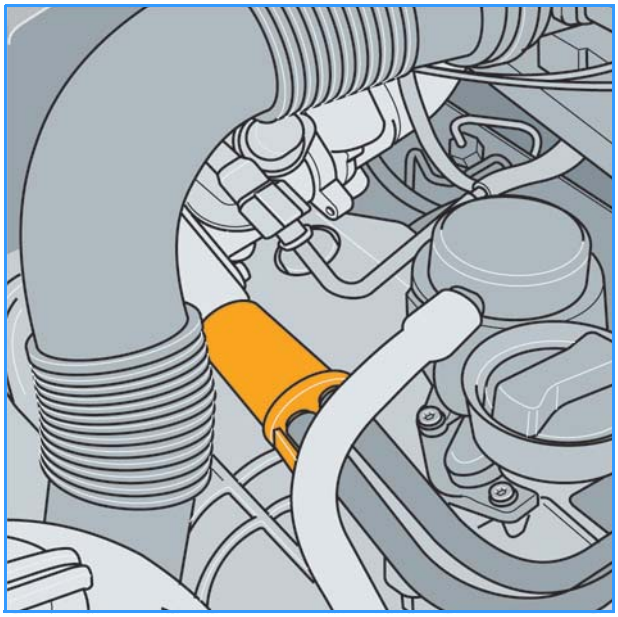
Heizung aus



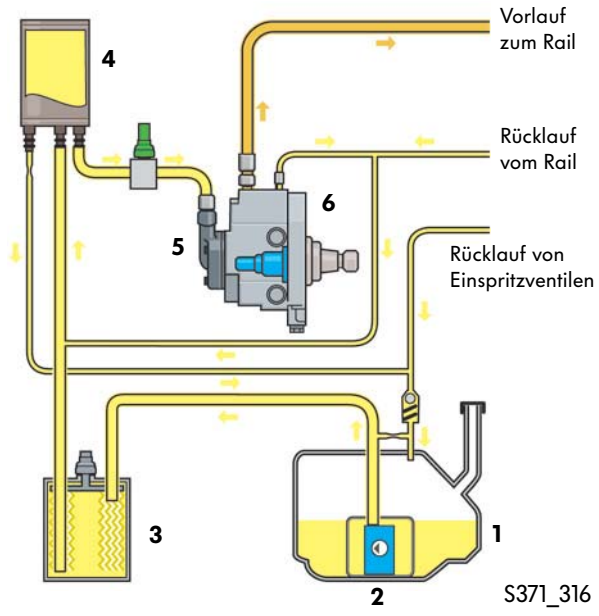
Heizung an



Kraftstoffspeicher



S371_024



S371_316

Legende

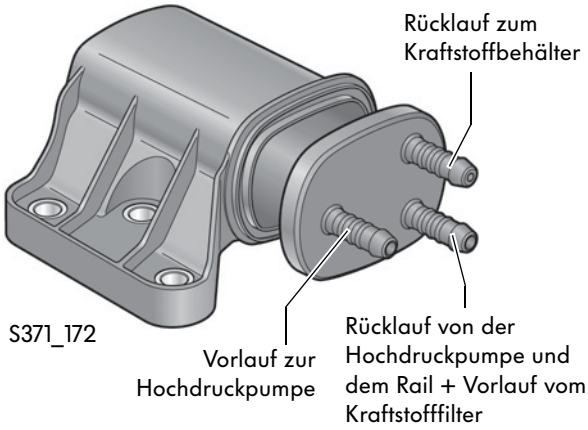
1 - Kraftstoffbehälter
2 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6
3 - Kraftstofffilter
4 - Kraftstoffspeicher
5 - mechanische Zahnradpumpe
6 - Hochdruckpumpe

Der Kraftstoffspeicher befindet sich am Motor über dem Ansaugkrümmer. Er sorgt dafür, dass der Kraftstoffdruck vor der Zahnradpumpe in jedem Betriebszustand nahezu gleich bleibt.
Durch das konstante Druckniveau wird ein gutes Start-und Leerlaufverhalten erreicht.

Funktion

Der von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 geförderte Kraftstoff wird in den Kraftstoffspeicher geleitet. Von dort gelangt er zur Zahnradpumpe. Um Druckschwankungen auszugleichen, wird im Kraftstoffspeicher der überschüssige Kraftstoff dem Kraftstoffrücklauf zurückgeführt.

Der Kraftstoffrücklauf von der Hochdruckpumpe und dem Hochdruckspeicher (Rail) wird in den Kraftstoffvorlauf zum Kraftstoffspeicher geleitet. Im Kraftstoffspeicher vermischt sich der warme Kraftstoff aus der Hochdruckpumpe und dem Rail mit dem kalten Kraftstoff des Kraftstoffvorlaufes. Das bewirkt bei kalten Außentemperaturen eine schnelle Kraftstofferwärmung und somit ein gutes Warmlaufverhalten.



S371_172

Das Common-Rail-Einspritzsystem

Alle 2,5l-TDI-Motoren im Crafter sind mit einem Common-Rail-Einspritzsystem ausgestattet.
Es 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. Er wird in einem Hochdruckspeicher (Rail) gespeichert und gelangt über kurze Einspritzleitungen zu den Einspritzventilen. Das Einspritzsystem wird durch das Motormanagement Bosch EDC 16 C 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 1600 bar ermöglicht eine gute Gemischbildung.
- ein flexibler Einspritzverlauf mit mehreren Vor- und Nacheinspritzungen
- geringer Kraftstoffverbrauch
- geringe Schadstoffemissionen
- ruhiger Motorlauf

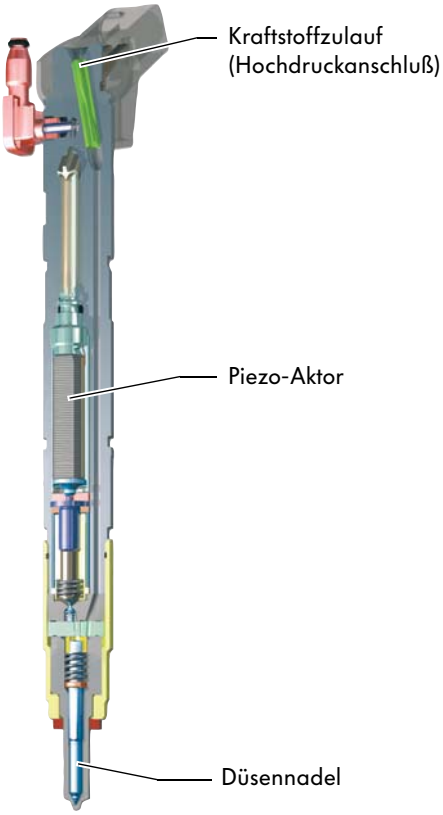
Das Common-Rail-Einspritzsystem bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten, um den Einspritzdruck und den Einspritzverlauf dem Betriebszustand des Motors anzupassen.

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-Einspritzsystems mit Piezo-Einspritzventilen ist im Selbststudienprogramm SSP 351 „Das Common-Rail-Einspritzsystem des V6-TDI-Motors“ beschrieben.

Einspritzventile



S371_383

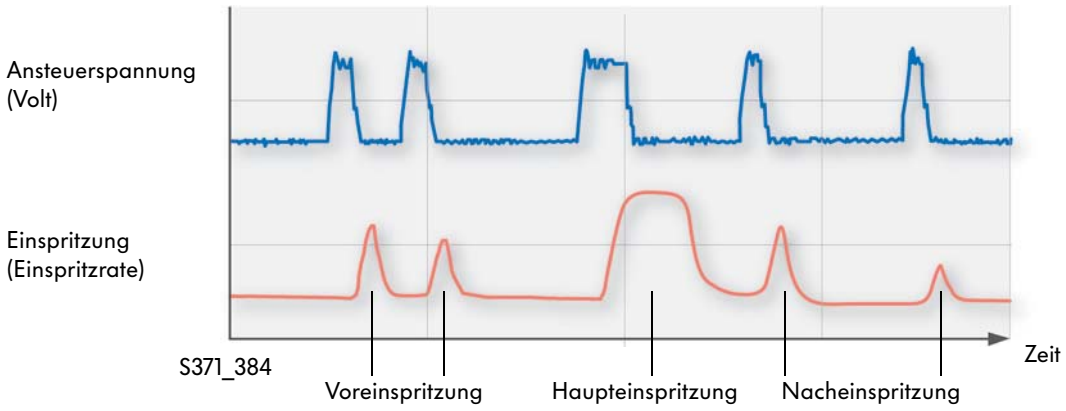
Im Common-Rail-System des 2,5l TDI Motors im Crafter kommen piezogesteuerte Einsprizventile zum Einsatz.
Die Einspritzvenile werden dabei über einen Piezo-Aktor gesteuert. Die Schaltgeschwindigkeit eines Piezo-Aktors ist ungefähr viermal schneller gegenüber einem Magnetventil.
Außerdem hat die Piezo-Technologie im Vergleich zu magnetventil-gesteuerten Einspritzventilen circa 75% weniger bewegter Masse an der Düsennadel.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- sehr kurze Schaltzeiten,
- die Möglichkeit mehrerer Einspritzungen pro Arbeitstakt,
- genau dosierbare Einspritzmengen.

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 können bis zu fünf Teileinspritzungen vorgenommen werden.



S371_384

Regelung des Kraftstoffhochdruckes

Beim Common-Rail-Einspritzsystem im Crafter wird der Kraftstoffhochdruck durch ein so genanntes Zwei-Regler-Konzept geregelt. Je nach Betriebszustand des Motors wird der Kraftstoffhochdruck entweder durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 oder das Ventil für Kraftstoffdosierung N290 geregelt. Dazu werden die Ventile vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten Signal (PWM-Signal) angesteuert.

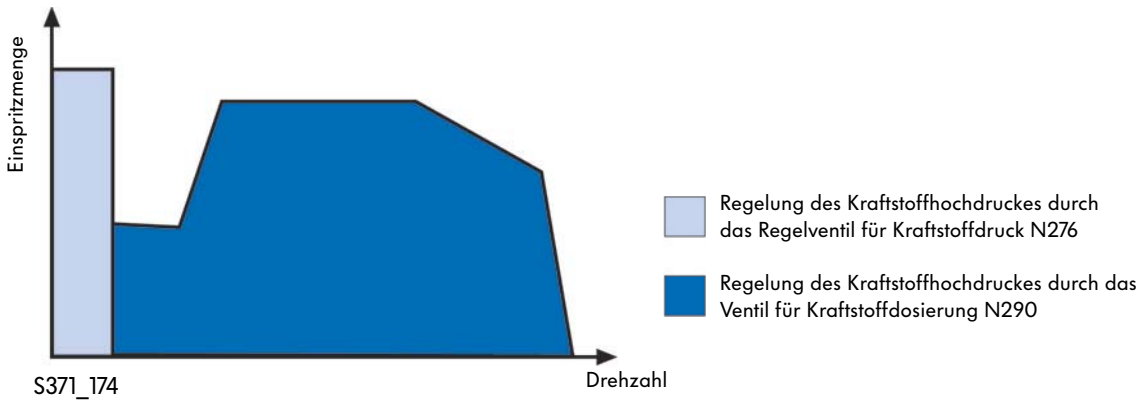
Zwei-Regler-Konzept

Regelung durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276

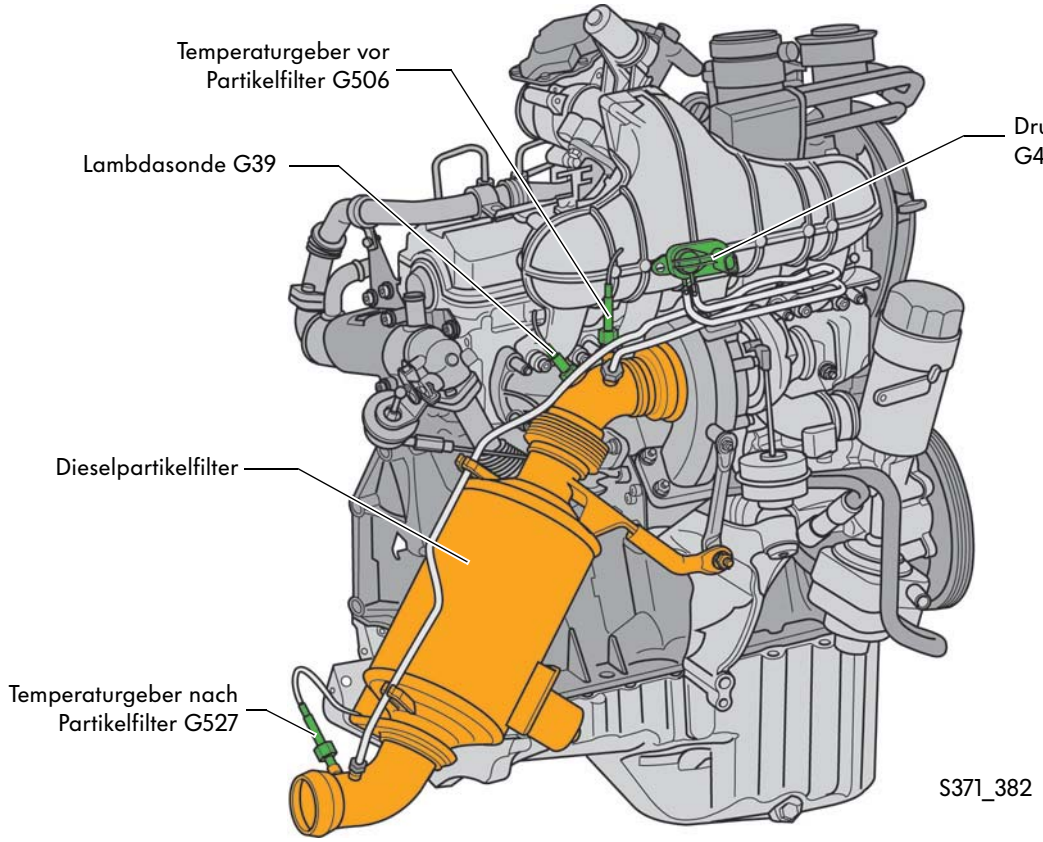
Bei Motorstart und zur Aufwärmung des Kraftstoffes wird der Kraftstoffhochdruck durch das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 geregelt. Für eine gute Gemischbildung im Brennraum mit kurzen Zündverzügen ist eine hohe Kraftstofftemperatur erforderlich. Um den Kraftstoff bei kaltem Motor schnell zu erwärmen, 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 abgesteuert.

Regelung durch das Ventil für Kraftstoffdosierung N290

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



Der Dieselpartikelfilter



Zum Erreichen der EURO 4- und EU4-Abgasnorm ist serienmäßig ein katalytisch beschichteter, motornaher Dieselpartikelfilter verbaut.
Bei diesem Partikelfiltersystem ist der Dieselpartikelfilter zusammen mit dem Oxidationskatalysator zu einem Modul zusammengefasst. Aus diesem Grund und wegen der motornahen Einbauposition ist der Einsatz eines Additives nicht erforderlich.

Durch das schnelle Erreichen der Betriebstemperatur des Dieselpartikelfilters ist eine kontinuierliche, passive Regeneration möglich. Die aktive Regeneration durch das Motorsteuergerät erfolgt, wenn sich der Partikelfilter mit Rußpartikeln, zum Beispiel nach kurzen Teillastfahrten, gefüllt hat.
In diesem Fall werden die Rußpartikel durch eine gezielte Anhebung der Abgastemperatur verbrannt.



Das Funktionsprinzip des Dieselpartikelfilters ist im Selbststudienprogramm SSP 336 „Der katalytisch beschichtete Dieselpartikelfilter“ beschrieben.

Systemübersicht

Sensoren

G28 Motordrehzahlgeber

G40 Hallgeber

G79 Gaspedalstellungsgeber

G70 Luftmassenmesser

G62 Kühlmitteltemperaturgeber

G31 Ladedruckgeber
G42 Ansauglufttemperaturgeber

G71 Saugrohrdruckgeber

G81 Kraftstofftemperaturgeber

G247 Kraftstoffdruckgeber

G212 Potenziometer für Abgasrückführung

G39 Lambdasonde

G450 Drucksensor 1 für Abgas

G235 Abgastemperaturgeber 1

G506 Temperaturgeber vor Partikelfilter

G527 Temperaturgeber nach Partikelfilter

F Bremslichtschalter

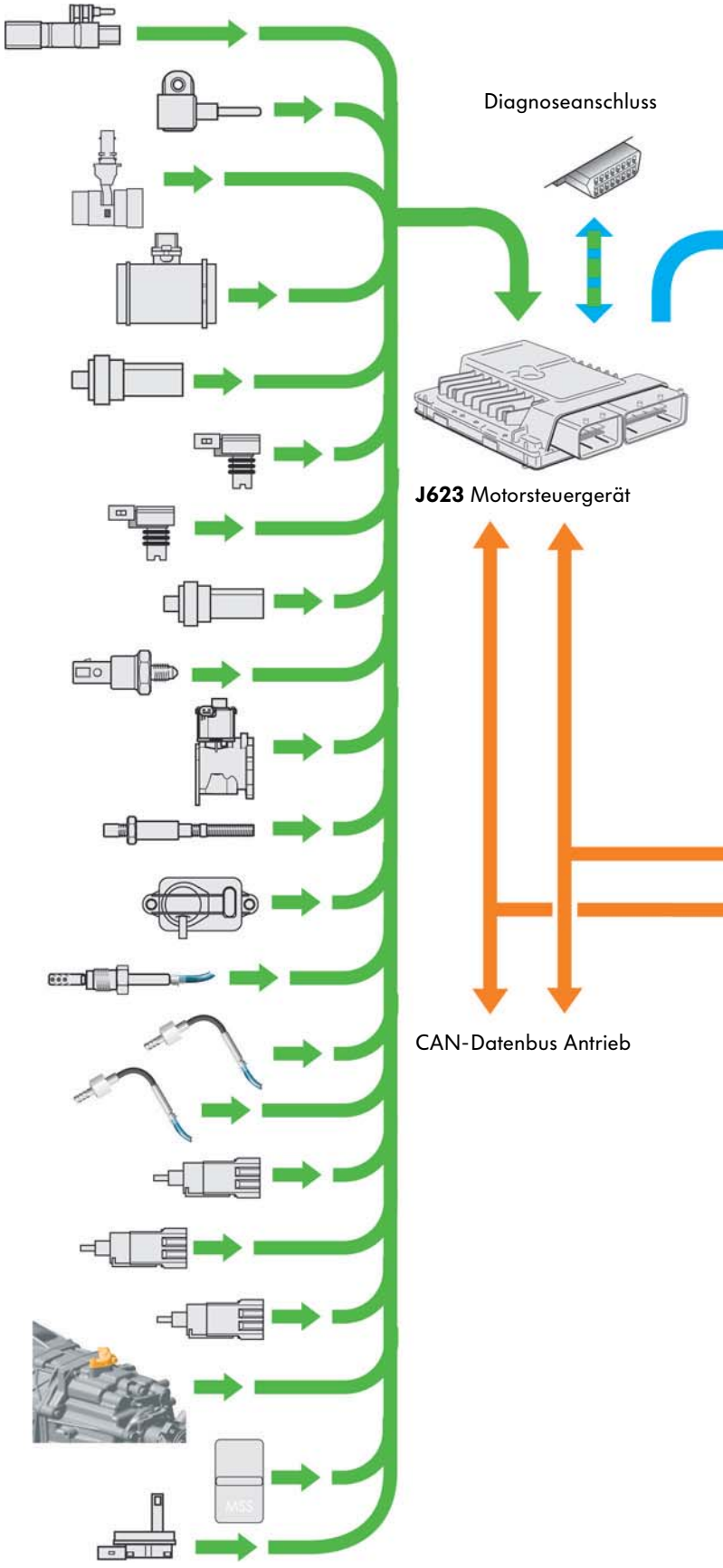
F36 Kupplungspedalschalter

F379 Kupplungspedalschalter 2

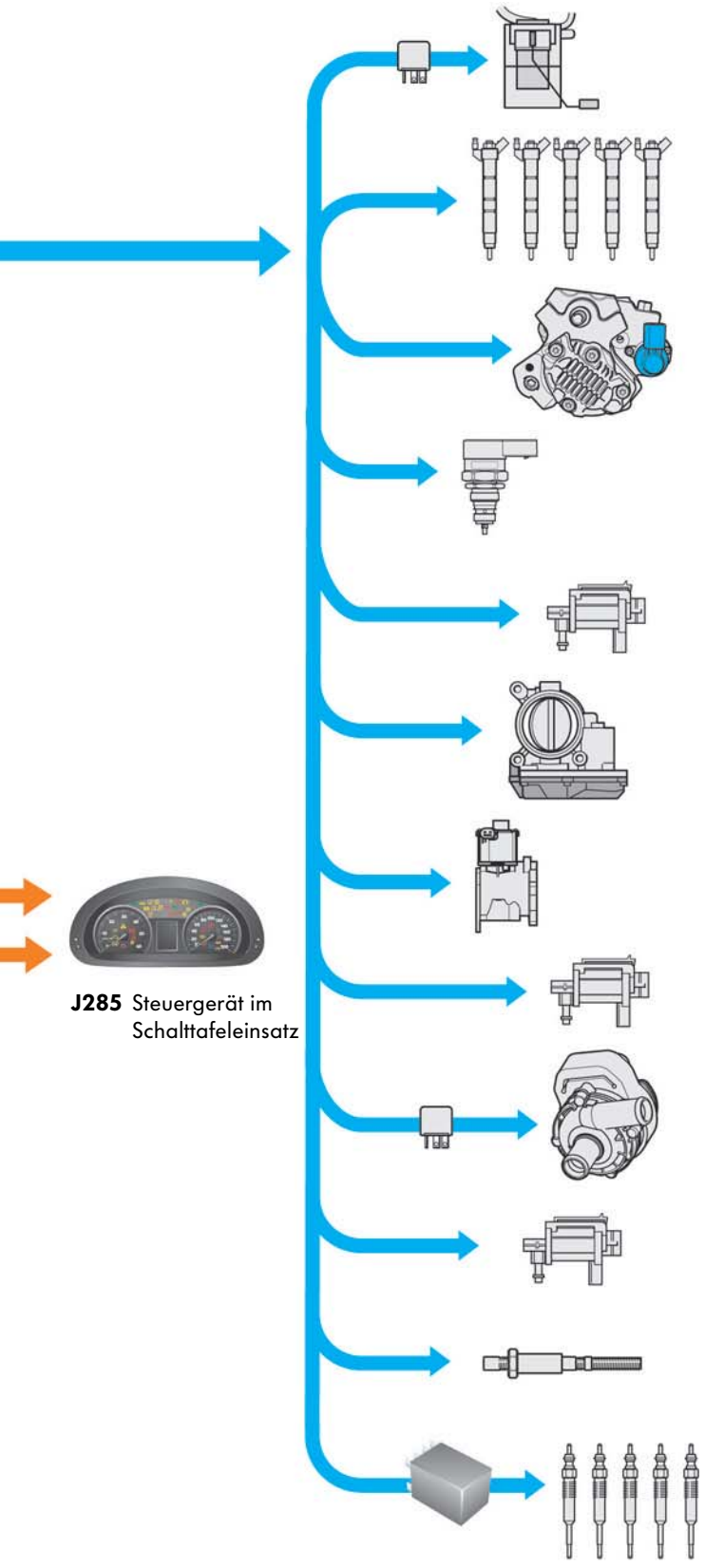
F365 Schalter für Getriebe-Neutralstellung

E101 Hauptschalter für Stopp-Start-Anlage

G266 Ölstands- und Öltemperaturgeber



Aktoren



J285 Steuergerät im Schalttafeleinsatz

J17 Kraftstoffpumpenrelais
G6 Kraftstoffpumpe für Vorförderung

N30 Einspritzventil für Zylinder 1
N31 Einspritzventil für Zylinder 2
N32 Einspritzventil für Zylinder 3
N33 Einspritzventil für Zylinder 4
N83 Einspritzventil für Zylinder 5

N290 Ventil für Kraftstoffdosierung

N276 Regelventil für Kraftstoffdruck

N75 Magnetventil für Ladedruckbegrenzung

V157 Motor für Saugrohrklappe

N18 Abgasrückführungsventil

N345 Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung

J151 Relais für Kühlmittelnachlauf
V50 Pumpe für Kühlmittelumlauf

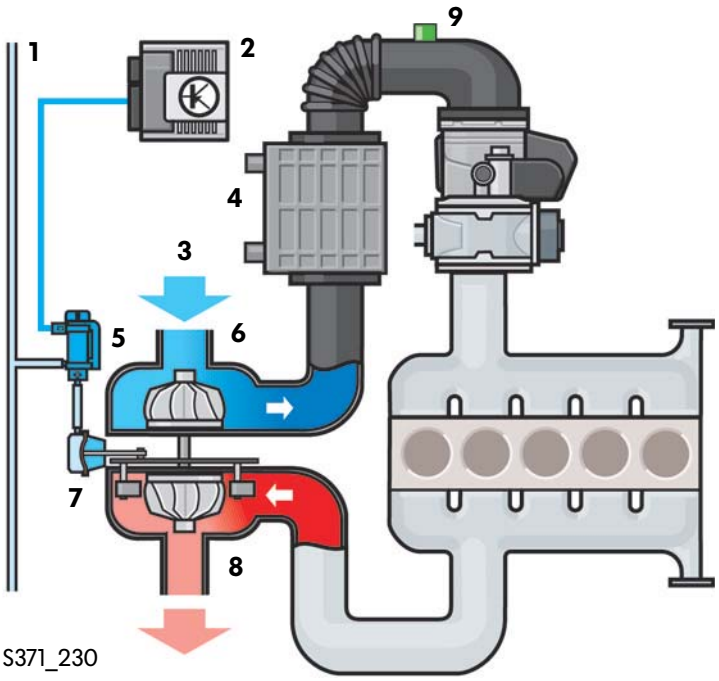
N214 Ventil für Kühlmittelkreislauf

Z19 Heizung für Lambdasonde

J179 Steuergerät für Glühzeitautomatik
Q10 Glühkerze 1
Q11 Glühkerze 2
Q12 Glühkerze 3
Q13 Glühkerze 4
Q14 Glühkerze 5

S371_328

Die Ladedruckregelung



S371_230

Legende

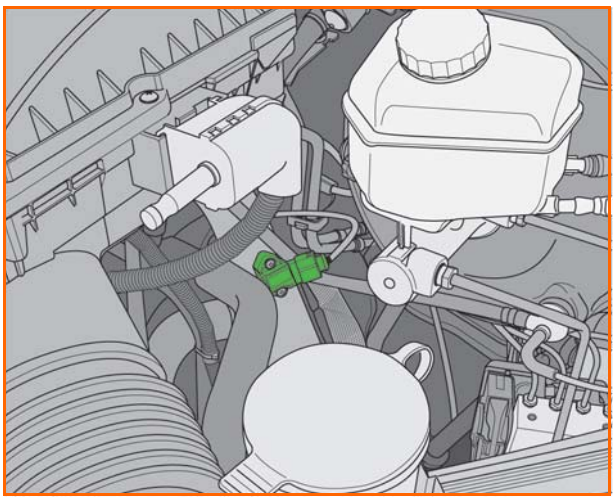
1 - Unterdrucksystem
2 - Motorsteuergerät J623
3 - Ansaugluft
4 - Ladeluftkühler
5 - Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75
6 - Verdichter des Turboladers
7 - Unterdruckdose
8 - Abgasturbine mit Leitschaufelverstellung
9 - Ladedruckgeber G31/Ansaugluft-temperaturgeber G42

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 Luftdichte und damit für die Verbrennung zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge nehmen ab. Im Ladeluftkühler wird die Luft wieder abgekühlt. Dadurch wird die Luftdichte weiter erhöht. Anschließend wird die Luft in den Verbrennungsraum gedrückt.

Ladedruckgeber G31/Ansaugluftemperaturgeber G42



S371_300

Der Ladedruckgeber G31 und der Ansaugluft-temperaturgeber 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.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Signals gibt es keine Ersatzfunktion.
Die Ladedruckregelung wird abgeschaltet und die Motorleistung nimmt deutlich ab.

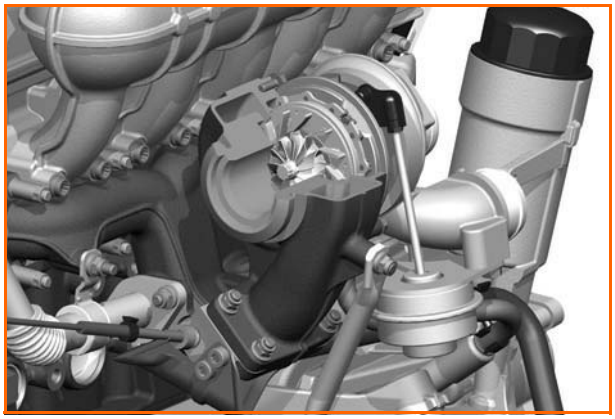
Ansaugluftemperaturgeber G42

Signalverwendung

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

Abgasturbolader

Der Ladedruck wird beim 2,5l-TDI-Motor im Crafter 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.



S371_122



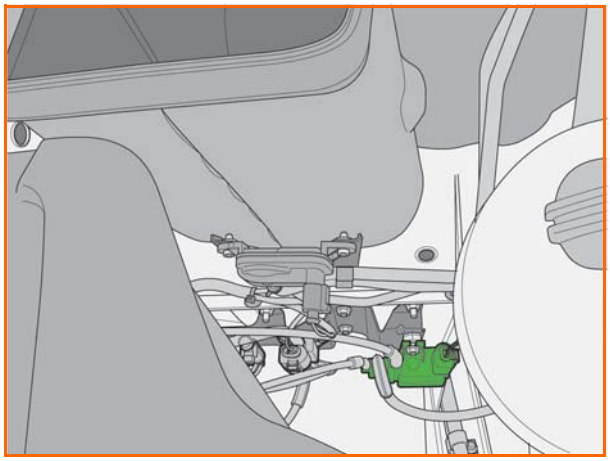
Das Funktionsprinzip des verstellbaren Turboladers ist im Selbststudienprogramm SSP 190 „Verstellbarer Turbolader“ erklärt.

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung ist ein elektro-pneumatisches Ventil. Es befindet sich im Motorraum oberhalb des rechten Fahrzeug-längsträgers. Durch das Magnetventil wird der Unterdruck gesteuert, der zum Verstellen der Leitschaufeln über die Unterdruckdose benötigt wird.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Magnetventils, wird die Unterdruck-dose nicht mit Unterdruck versorgt. Eine Feder in der Unterdruckdose verschiebt das Gestänge der Verstell-mechanik 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.

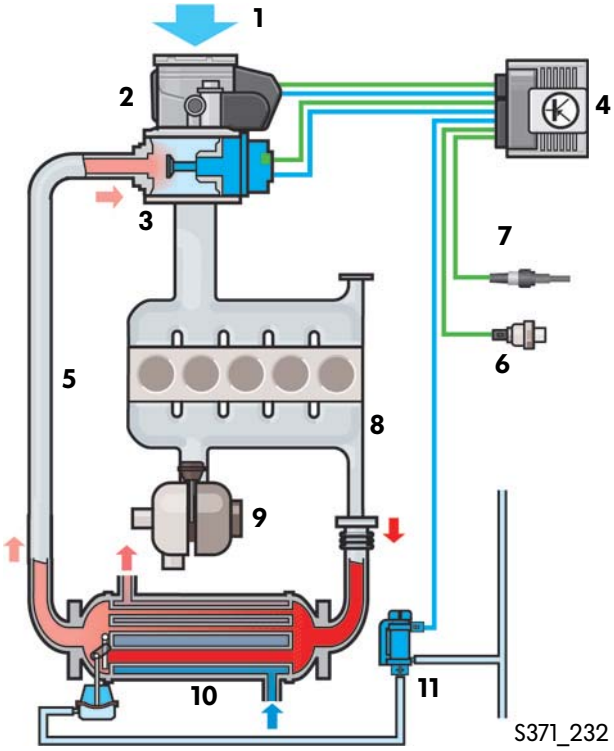


S371_306

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 Verlangsamung der Verbrennung bewirkt. Dadurch sinkt die Verbrennungsspitzentemperatur und die Stickoxidemissionen wird verringert.



Legende

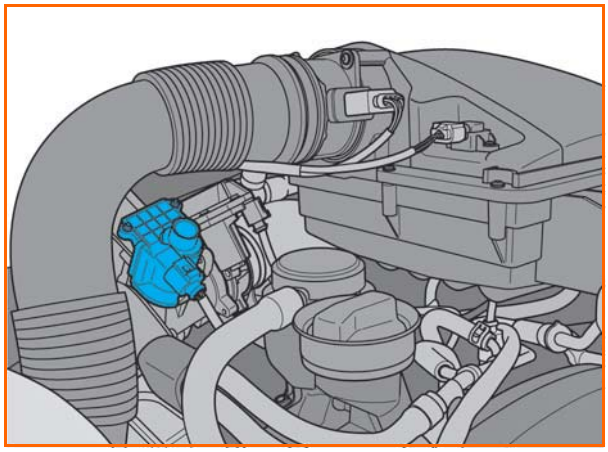
1 - Ansaugluft
2 - Saugrohrklappe
mit Geber für Saugrohrklappenstellung
und Motor für Saugrohrklappe V157
3 - Abgasrückführungs-Ventil
mit Potenziometer für Abgasrückführung G212
und Abgasrückführungsventil N18
4 - Motorsteuergerät J623
5 - Abgaszuleitung
6 - Kühlmitteltemperaturgeber G62
7 - Lambdasonde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

Die Abgasrückführungsmenge wird nach einem Kennfeld im Motorsteuergerät über das Abgasrückführungs-Ventil gesteuert.
Die Abgasrückführungsmenge ist grundsätzlich von der Motordrehzahl, der Einspritzmenge, der angesaugten Luftmasse, der Ansaugluftttemperatur und dem Luftdruck abhängig.
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 genutzt. Weicht der Sauerstoffanteil im Abgas vom Sollwert des Abgasrückführungs-Kennfeldes ab, steuert das Motorsteuer-gerät das Abgasrückführungsventil N18 an und verändert die Abgasrückführungsmenge entsprechend.
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.

Abgasrückführungs-Ventil

Beim 2,5l-TDI-Motor im Crafter kommt ein elektrisch betätigtes Abgasrückführungs-Ventil zum Einsatz. Es besteht aus dem Abgasrückführungsventil N18 sowie dem Potenziometer für Abgasrückführung G212 und sitzt in Strömungsrichtung auf dem Einlass des Saugrohres. Das elektrisch betätigte Abgasrückführungs-Ventil ermöglicht eine stufenlose und damit genaue Regelung des zurückgeführten Abgases.



S371_040

Abgasrückführungsventil N18

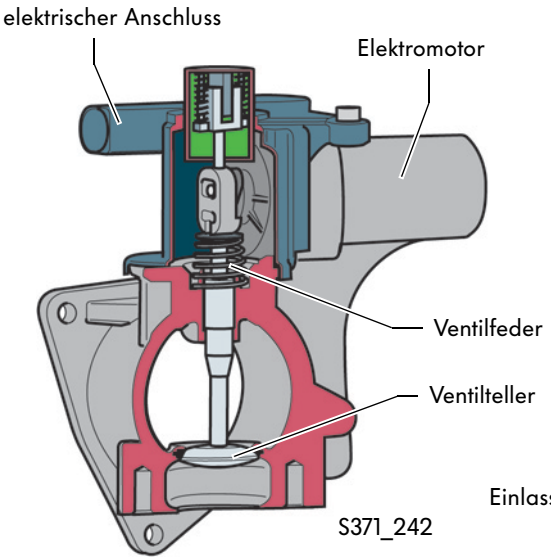
Aufbau

Das Abgasrückführungsventil N18 ist ein elektromotorisch betätigter Ventilteller. Er kann von einen Elektromotor stufenlos verstellt werden. Dabei wird die Drehbewegung des Elektromotors über ein Exzenter und einer Kulisse in eine Hubbewegung umgewandelt. Durch den Hub des Ventiltellers wird die Menge an zurückgeführtem Abgas gesteuert.

Auswirkung bei Ausfall

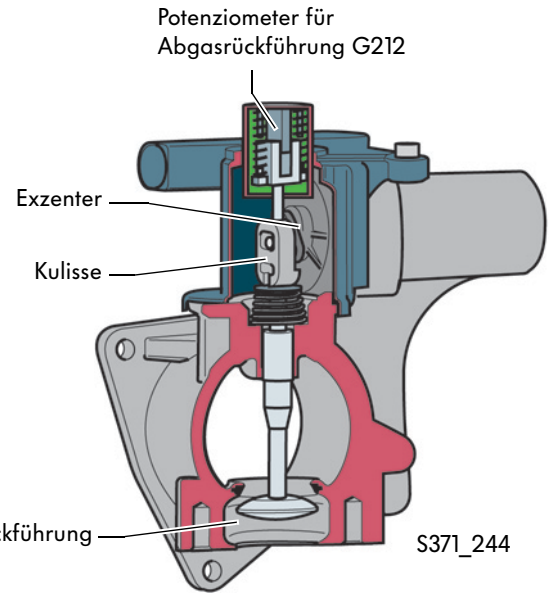
Bei Ausfall des Abgasrückführungsventils N18 wird der Ventilteller durch die Ventilfeder geschlossen. Es kann kein Abgas zurückgeführt werden.

Abgasrückführungs-Ventil geschlossen



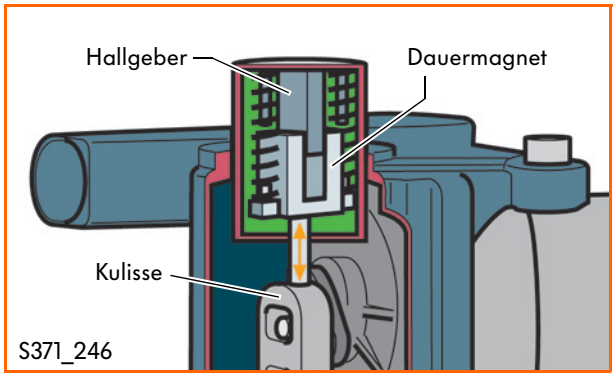
S371_242

Abgasrückführungs-Ventil geöffnet



S371_244

Potenziometer für Abgasrückführung G212



Das Potenziometer für Abgasrückführung erfasst die Stellung des Ventiltellers im Abgasrückführungs-Ventil. Der Hub des Ventiltellers steuert den Zustrom an zurückgeführtem Abgas in das Saugrohr.

Aufbau

Der Geber ist im Kunststoffdeckel des Abgasrückführungs-Ventils integriert. Er besteht aus einem Hallgeber und einem Dauermagneten, der über die Kulisse von dem Ventilteller auf und ab bewegt wird. Die Bewegung des Magneten wird von dem Hallgeber berührungslos abgetastet. Anhand der Änderung der Feldstärke lässt sich der Öffnungshub des Ventiltellers berechnen.

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 die Ventilfeder geschlossen.

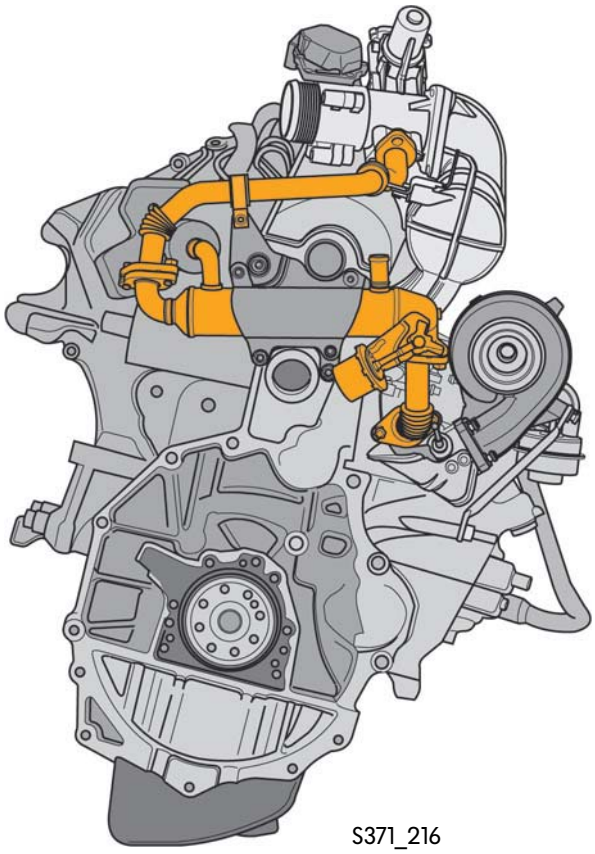


Das Funktionsprinzip des Hallsensors im Potenziometer für Abgasrückführung ist auf der Seite 52 in diesem Selbststudienprogramm erklärt.

Kühler für Abgasrückführung

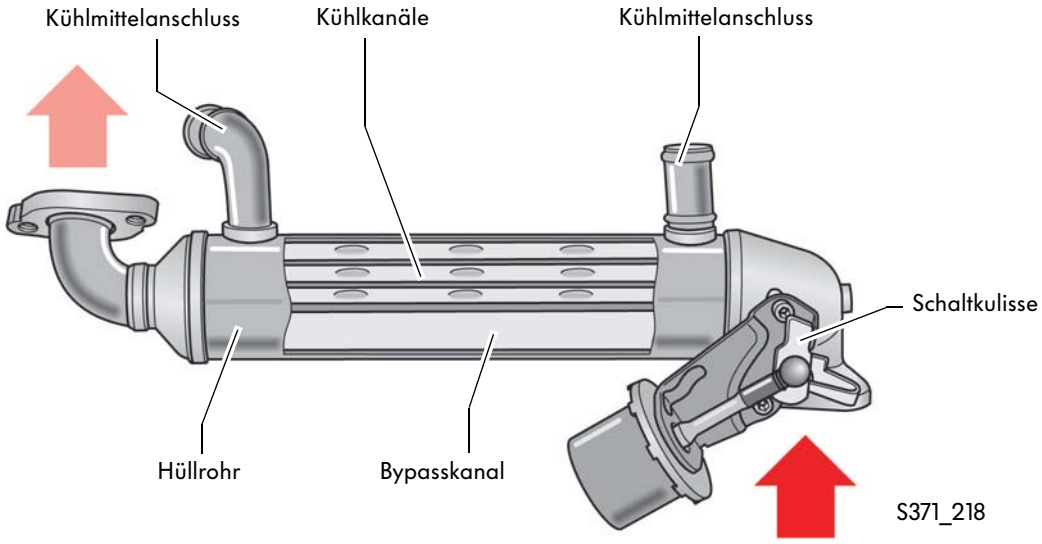
Der Kühler für Abgasrückführung kühlt die zurückgeführten Abgase. Dadurch wird die Verbrennungstemperatur zusätzlich gesenkt und es kann eine größere Menge an Abgasen zurückgeführt werden.

Bei den Motorvarianten mit der Abgasnorm EU4 wird ein schaltbarer Kühler für Abgasrückführung eingesetzt. Damit erreichen der Motor und der Dieselpartikelfilter schneller ihre Betriebstemperaturen. Das Abgas wird erst nach Erreichen der Betriebstemperatur gekühlt.



S371_216

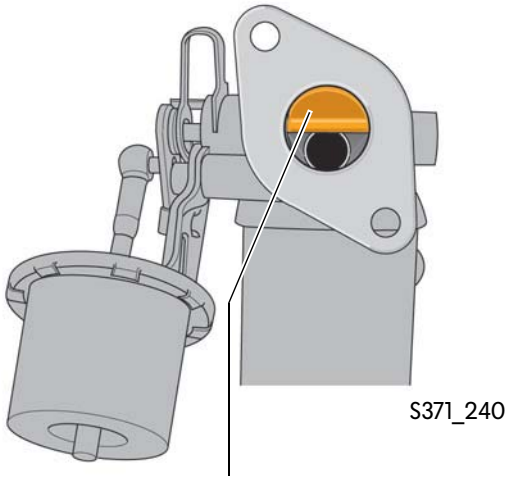
Aufbau



S371_218

Funktion

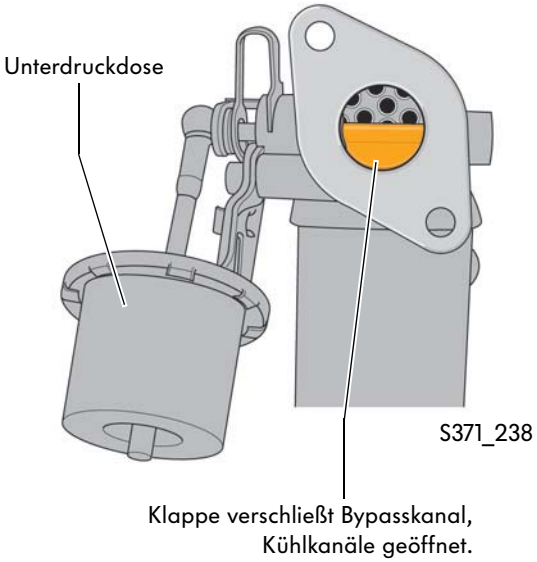
Abgaskühlung nicht aktiv



Bei einer Kühlmitteltemperatur unter 34 °C ist die Abgaskühlung ausgeschaltet. Die Klappe verschließt die Kühlkanäle und der Bypasskanal ist geöffnet. Das Abgas wird ungekühlt in das Saugrohr eingeleitet.

Beim Kaltstart des Motors ermöglicht die Einleitung von ungekühlten Abgasen ein schnelleres Erreichen der Betriebstemperatur von Motor und Katalysator. Deshalb ist der Kühler bis zum Erreichen der Schaltbedingungen geschlossen.

Abgaskühlung aktiv

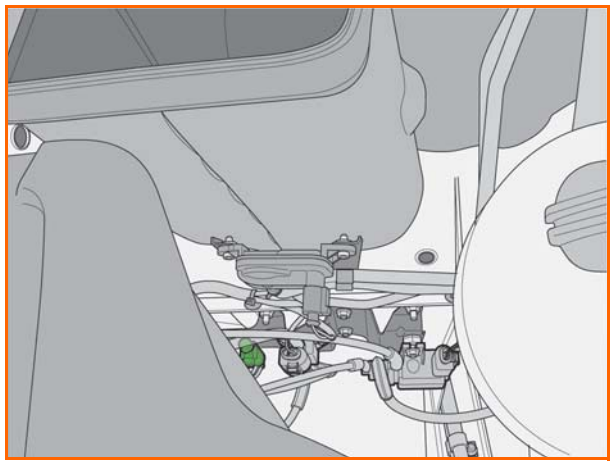


Ab einer Kühlmitteltemperatur von 35 °C wird der Abgaskühler zugeschaltet, indem die Klappe den Bypasskanal verschließt. Hierzu steuert das Motorsteuergerät das Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345 an.
Das rückgeführte Abgas strömt nun durch die Kühlkanäle.

Durch die Einleitung von gekühltem Abgas wird besonders bei hohen Verbrennungstemperaturen die Bildung von Stickoxiden im Brennraum verringert.

Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung N345

Das Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung ist ein elektro-pneumatisches Ventil. Es befindet sich im Motorraum oberhalb des rechten Fahrzeug-längsträgers und versorgt die Unterdruckdose des Kühlers für Abgasrückführung mit dem zum Schalten erforderlichen Unterdruck.



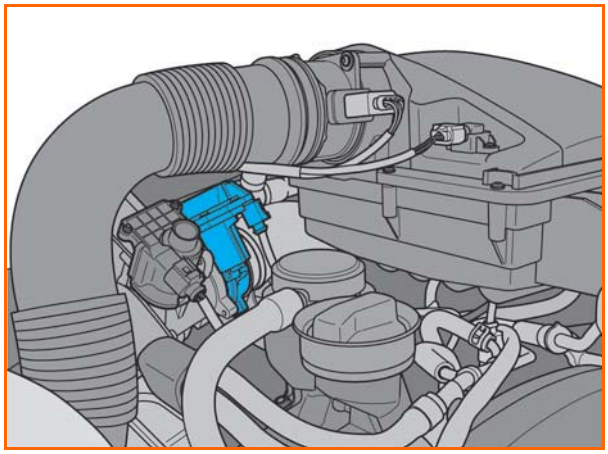
S371_302

Auswirkungen bei Ausfall

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

Die Saugrohrklappe

In Strömungsrichtung vor dem Abgasrückführungs-Ventil ist eine elektrisch betätigte Saugrohrklappe montiert. Die Verstellung der Saugrohrklappe ist stufenlos und kann somit an die jeweilige Last und Drehzahl des Motors angepasst werden.

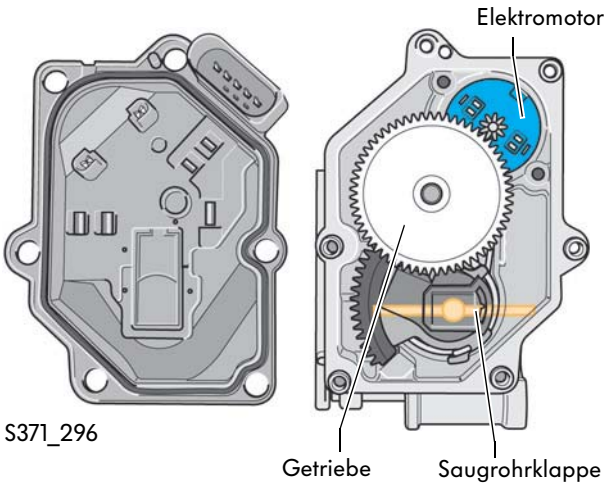


S371_038

Die Saugrohrklappe hat folgende Aufgaben:

- In bestimmten Betriebssituationen wird durch die Saugrohrklappe eine Differenz zwischen Saugrohrdruck und Abgasdruck erzeugt. Durch die Druckdifferenz wird eine wirksam funktionierende Abgasrückführung erreicht.
- Im Regenerationsbetrieb des Dieselpartikelfilters wird mit der Saugrohrklappe die Ansaugluftmenge geregelt.
- Beim Abstellen des Motors wird die Klappe geschlossen. Dadurch wird weniger Luft angesaugt und verdichtet, wodurch der Motor weich ausläuft.

Motor für Saugrohrklappe V157

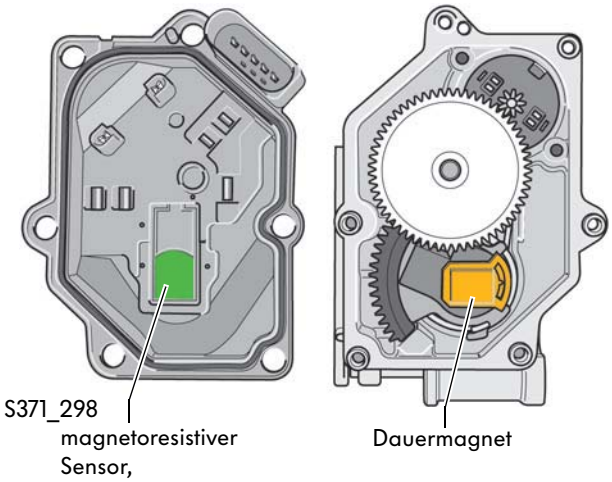


Der Motor für Saugrohrklappe V157 ist ein Elektromotor, der über ein Getriebe die Saugrohrklappe betätigt

Auswirkung bei Ausfall

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

Geber für Saugrohrklappenstellung



Das Sensorelement ist im Antrieb der Saugrohrklappe integriert. Er erfasst die aktuelle Stellung der Saugrohrklappe.

Aufbau

Der Geber befindet sich auf einer Schaltplatine unter dem Kunststoffdeckel des Saugrohrklappen-Moduls. Es ist ein magnetoresistiver Sensor, der einen Dauermagneten auf der Achse der Regelklappe abtastet.

Signalverwendung

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

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall wird die Abgasrückführung ausgeschaltet und es findet keine aktive Regeneration des Dieselpartikelfilters statt. Ein Eintrag im Fehlerspeicher erfolgt unter dem dazugehörigen Motor für Saugrohrklappe V157.



Das Funktionsprinzip von magnetoresistiven Sensoren ist im Selbststudienprogramm SSP 368 „Der 2,0 l-125 kW-TDI-Motor mit 4-Ventiltechnik“ beschrieben.

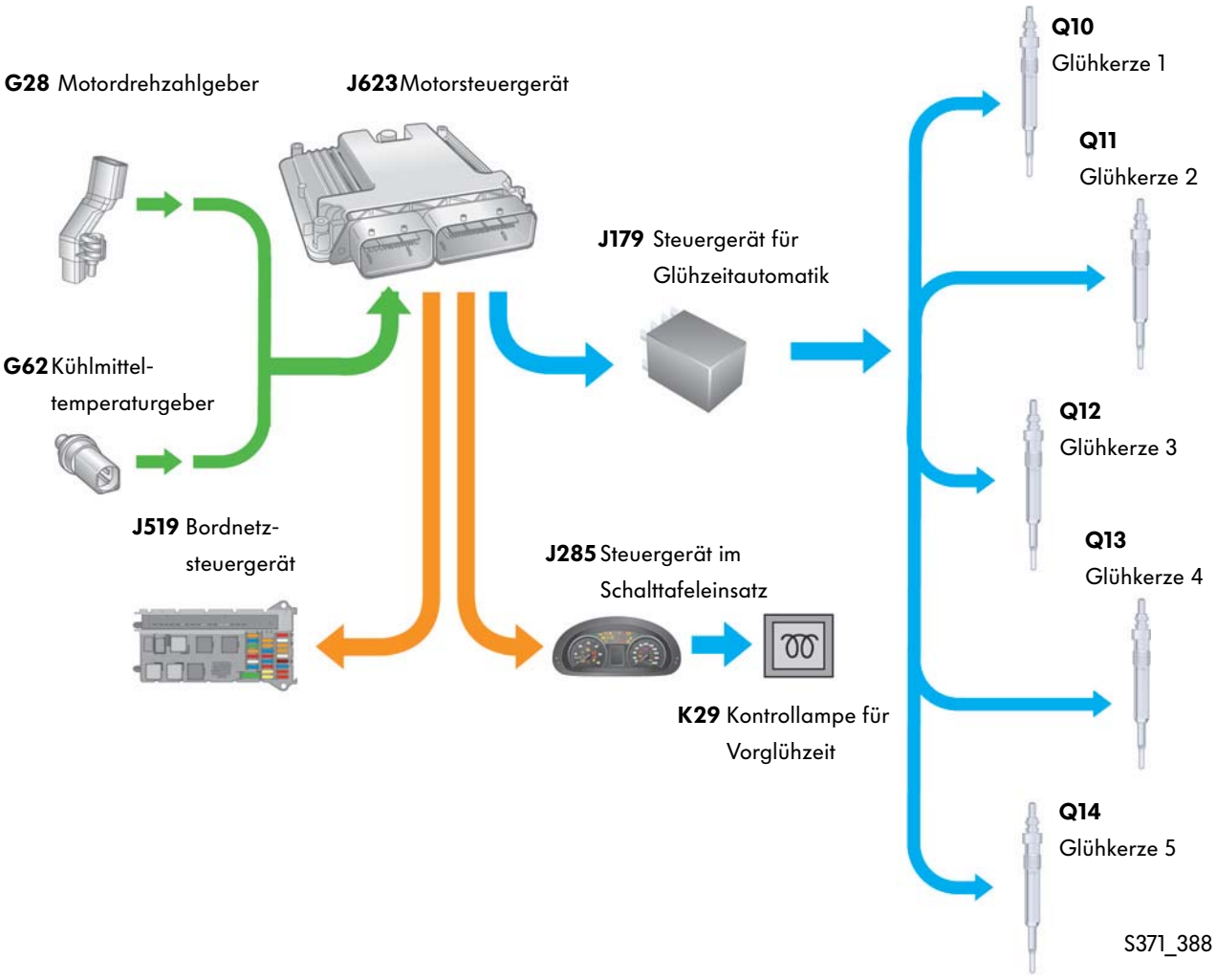
Die Vorglühanlage

Der 2,5l-TDI-Motor im Crafter hat eine Dieselschnellstart-Vorglühanlage. Sie ermöglicht praktisch unter allen klimatischen Bedingungen einen „ottomotorischen“ Sofortstart ohne lange Vorglühzeit.

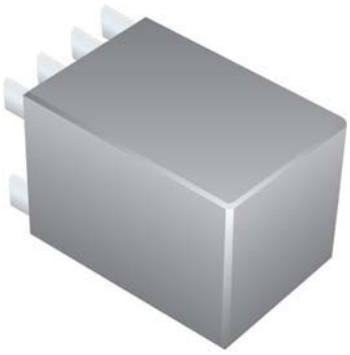
Vorteile des Glühsystems

- „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
- Eigendiagnosefähigkeit
- Teil der Euro-On-Board-Diagnose.

Systemübersicht



Steuergerät für Glühzeitautomatik J179

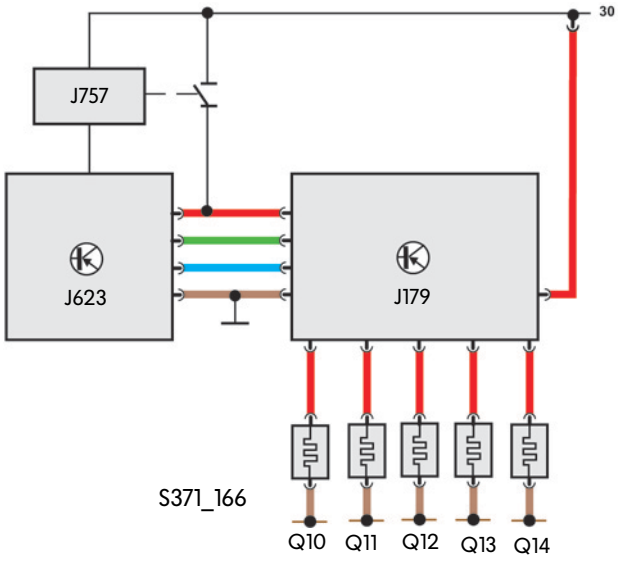


S371_170

Das Steuergerät für Glühzeitautomatik befindet sich im Motorraum links unter dem Motorsteuergerät. Es erhält die Informationen zur Glühfunktion vom Motorsteuergerät. Der Glühzeitpunkt, die Glühdauer, die Ansteuerfrequenz und das Tastverhältnis werden somit vom Motorsteuergerät bestimmt.

Funktionen

- schalten der Glühkerzen über ein pulsweiten-moduliertes Signal (PWM-Signal)
- integrierte Überspannungs- und Übertemperatur-abschaltung
- Einzelzündkerzenüberwachung
  - Erkennung von Überstrom und Kurzschluss im Glühkreis
  - Überstromabschaltung des Glühkreises
  - Diagnose der Glühelektronik
  - Erkennung eines offenen Glühkreises bei Ausfall einer Glühkerze



S371_166

= Steuersignal vom Motorsteuergerät
= Diagnosesignal zum Motorsteuergerät
= Masse
= Versorgungsspannung
J757 = Stromversorgungsrelais für Motorkomponenten
J623 = Motorsteuergerät
J179 = Steuergerät für Glühzeitautomatik
Q10-Q14 = Glühkerze

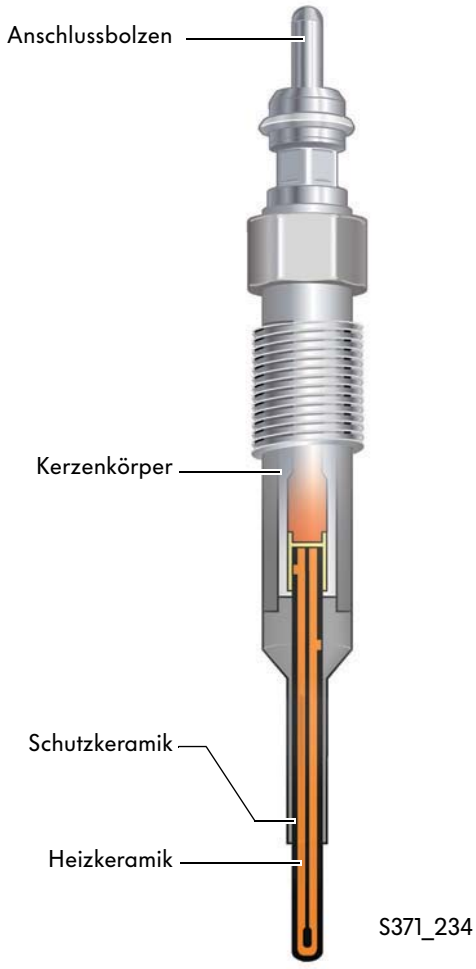
Keramik-Glühkerzen

Die Vorglühanlage ist mit Glühkerzen aus Keramik-Heizelementen ausgestattet. Die Keramik-Glühkerzen haben im Vergleich zu Metall-Glühkerzen folgende Vorteile:

- besseres Kaltstartverhalten durch höhere Glühtemperaturen
- bessere Emissionswerte durch insgesamt höhere Glühtemperaturen
- geringe Alterung

Aufbau

Die Keramik-Glühkerze besteht aus dem Kerzenkörper, dem Anschlussbolzen und dem Heizstab aus Keramikwerkstoffen. Der Heizstab besteht aus einer isolierenden Schutzkeramik. Die Heizkeramik ersetzt die Regel- und Heizwendel einer Metall-Glühkerze. Die Keramik-Glühkerzen haben eine Nennspannung von 7 Volt.



S371_234



Die Keramik-Glühkerzen sind gegen Stoß und Biegung empfindlich. Beachten Sie die Hinweise im Reparaturleitfaden.

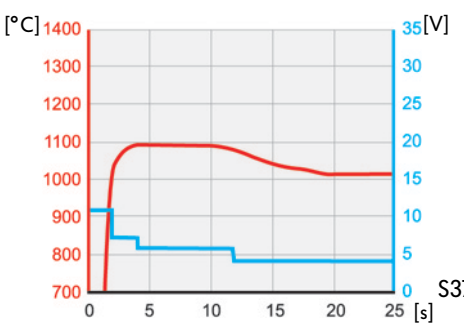


Die Glühkerzen niemals mit 12 Volt auf Funktion prüfen, da sonst die Glühkerze beschädigt wird.

Zum Vergleich

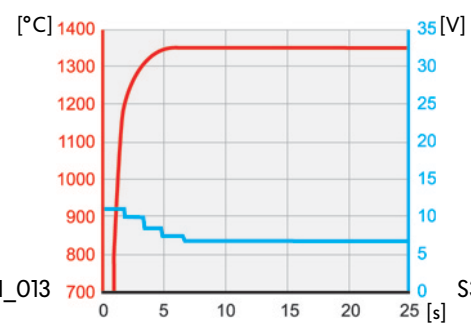
Im Vergleich zur Metall-Glühkerze besitzt die Keramik-Glühkerze bei ähnlichem Spannungsbedarf erheblich höhere Glühtemperaturen.

Metall-Glühkerze



S371_013

Keramik-Glühkerze



S371_012

Legende

Spannung [V]
Glühtemperatur [°C]

Funktion

Vorglühen

Die Ansteuerung der Keramik-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 25°C liegt beim Vorglühen die Maximalspannung von 11,5V 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

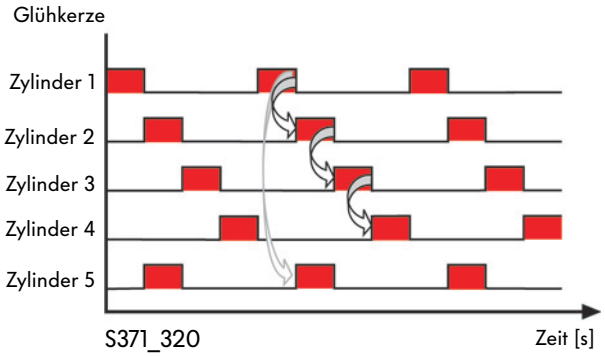
Durch eine kontinuierliche Verringerung der Steuerfrequenz des PWM-Signals wird die Spannung für das Nachglühen abhängig vom Betriebspunkt auf die Nennspannung von 7 Volt eingestellt. Während des Nachglühens erreicht die Keramik-Glühkerze eine maximale Temperatur von bis zu 1350°C. Nachgeglüht wird bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 25°C nach dem Motorstart für max. 5 Minuten. Die hohe Glühtemperatur trägt dazu bei, die Kohlenwasserstoff-Emissionen und die Verbrennungsgeräusche in der Warmlaufphase zu verringern.

Zwischenglühen

Zur Regeneration des Partikelfilters werden die Glühkerzen zu einem Zwischenglühen vom Motorsteuergerät angesteuert. Durch das Zwischenglühen verbessern sich die Brennbedingungen beim Regenerationsvorgang. Aufgrund der geringen Alterung stellt das Zwischenglühen bei der Partikelfilter-Regeneration keine besondere Anforderung an die Keramik-Glühkerzen dar.

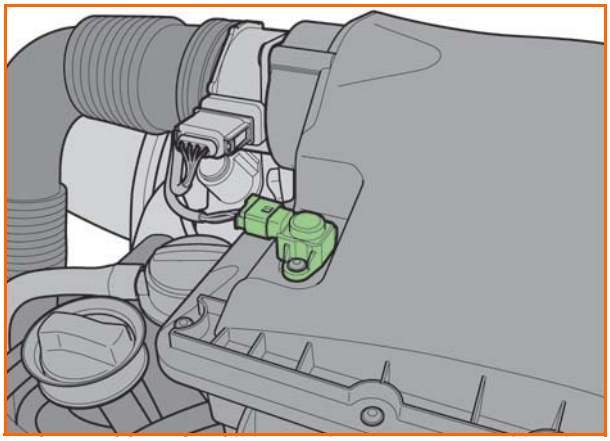
Phasenversetzte Ansteuerung der Glühkerzen

Um die Bordnetzspannung während der Glühphasen zu entlasten, werden die Glühkerzen phasenversetzt angesteuert. Die fallende Signalflanke steuert dabei immer die nächste Glühkerze an. Die Glühkerzen für Zylinder 2 und 5 werden stets gleichzeitig angesteuert.



Der Saugrohrdruckgeber G71

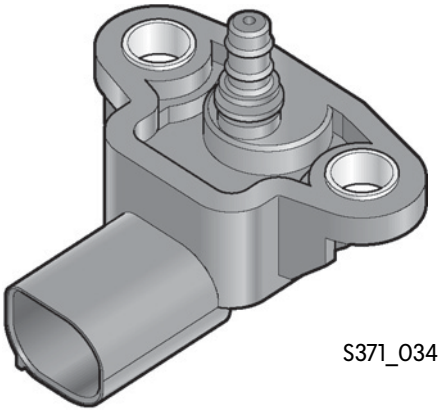
Im Ansaugtrakt hinter dem Luftfilter ist der Saugrohrdruckgeber G71 verbaut. Er ermittelt in der Reinluftstrecke nach dem Luftfilter den aktuellen Luftdruck im Saugrohr.



S371_036

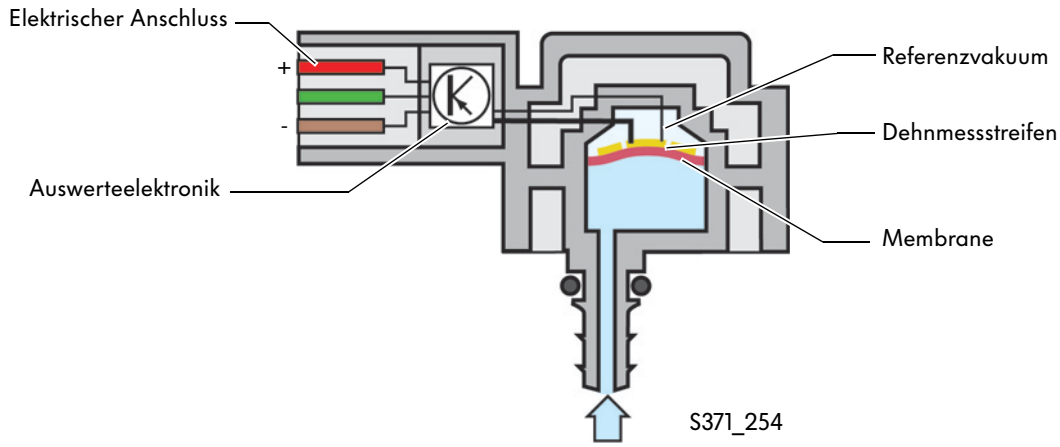
Signalverwendung

Das Signal wird vom Motorsteuergerät als Korrekturwert für die Einspritzmengenregelung verwendet. Der Atmosphärendruck nimmt mit steigender Höhe ab. Dadurch verringert sich auch die Zylinderfüllung mit Verbrennungsluft. Die Einspritzmenge wird bei geringem Atmosphärendruck reduziert, um Schwarzrauch in der Höhe zu vermeiden.
Das Signal wird auch als Korrekturwert für die Ladedruckregelung genutzt.



S371_034

Aufbau



Funktion

Das Sensorelement besteht aus einer Membran auf der sich Dehnmessstreifen befinden. In einem luftdichten Raum ist ein Referenzvakuum eingeschlossen. Es dient als Referenzmessgröße für die Ausdehnung der Membrane.
Je nach Veränderung des Druckes im Saugrohr, ändert sich die Durchbiegung der Membrane und somit auch die Länge der Dehnmessstreifen.

Dadurch ändert sich der Widerstandswert der Dehnmessstreifen und somit auch die Meßspannung. Die Auswerteelektronik errechnet aus dem aktuellen Widerstandswert ein Spannungssignal und übermittelt dieses an das Motorsteuergerät.

Auswirkung bei Ausfall

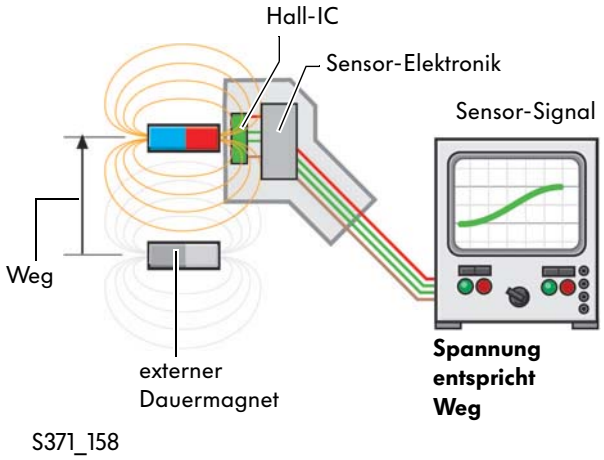
Fällt das Signal aus, verwendet das Motorsteuergerät einen Ersatzwert.
In größeren Höhen kann Schwarzrauch entstehen.

Aufbau und Funktionsweise von Hall-Sensoren

Hall-Sensoren werden zur Drehzahlmessung und Positionserkennung eingesetzt.
In der Positionserkennung können dabei lineare Wege aber auch Drehwinkel erfasst werden.

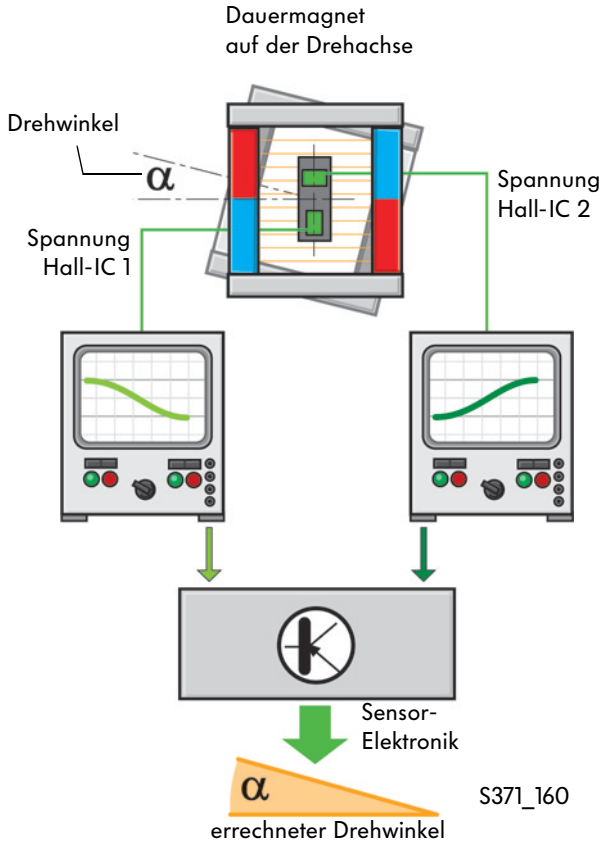
Hall-Sensoren zur Positionserkennung

Diese Art von Sensoren registrieren eine Spannungsänderung innerhalb eines Spannungsbereiches.
Zur Messung einer linearen Bewegung ist der Magnet vom Hall-IC getrennt, so dass der Hall-IC bei der Bewegung an dem Magneten vorbei läuft. Dabei ändert sich die Feldstärke des Magneten mit dem Abstand zum Hall-IC. Nähert sich der Hall-IC dem Magnetfeld, steigt die Hall-Spannung, entfernt er sich vom Magneten, sinkt sie wieder. So kann die Sensorelektronik aus der Änderung der Hallspannung auf den zurückgelegten Weg schließen.



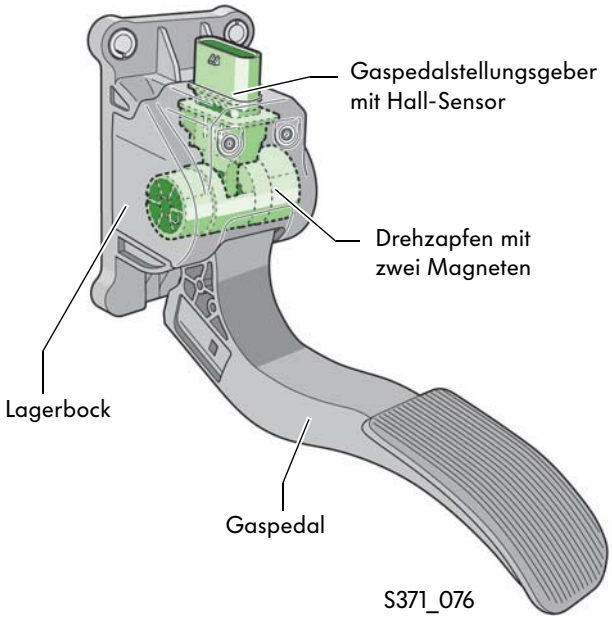
S371_158

Je nach Aufbau des Hall-Sensors und des Dauermagneten können aufgrund des Hall-Prinzipes auch Drehwinkel erfasst und gemessen werden.
Hierzu werden im Sensor zwei Hall-ICs so angeordnet, dass sie rechtwinkelig zueinander liegen. Die beiden Hall-ICs liefern durch diese Lage entgegengesetzte Hall-Spannungen. Aus diesen beiden Spannungen errechnet die Sensorelektronik den Verstellwinkel der Drehachse.
Der Dauermagnet besteht in diesem Beispiel aus zwei Stabmagneten, die über zwei Metallbrücken verbunden sind, so dass die Feldlinien zwischen den beiden Stabmagneten parallel verlaufen.



S371_160

Das Gaspedalmodul



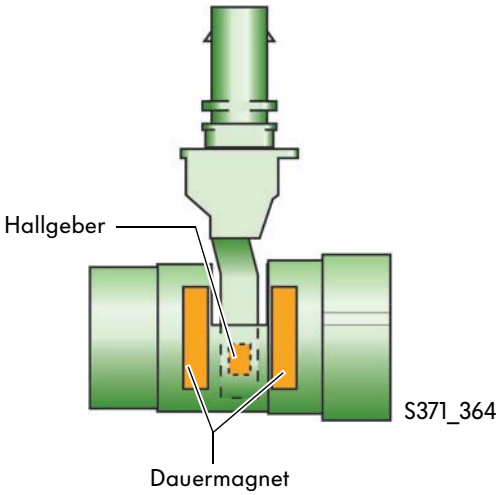
Aufbau

Das Gaspedalmodul besteht aus dem Gaspedal, dem Lagerbock, zwei Druckfedern, einem Drehzapfen mit zwei Magneten und dem Gaspedalstellungsgeber mit Hall-Sensor.

Bei einem Gaspedalmodul mit Kick-down Funktion ist zusätzlich eine Druckfeder mit Anschlag zwischen Gaspedal und Lagerbock verbaut. Diese Druckfeder dient dazu, dem Fahrer das Gefühl für den Kick-down Druckpunkt zu geben.

Gaspedalstellungsgeber G79

Der Gaspedalstellungsgeber ist Bestandteil des Gaspedalmoduls und funktioniert berührungslos als Hallgeber.



Signalverwendung

Das Motorsteuergerät verwendet das Signal des Gaspedalstellungsgebers zur Berechnung der Einspritzmenge.

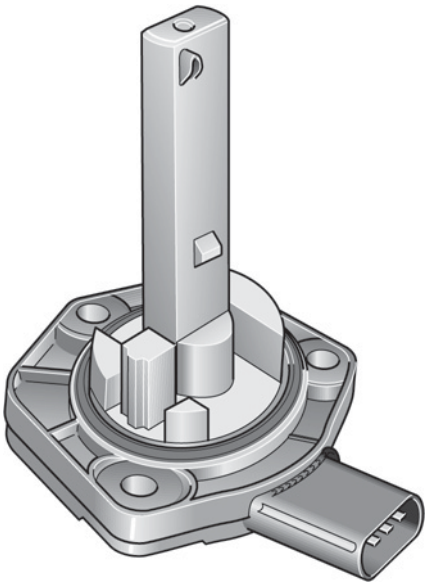
Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Gaspedalstellungsgebers läuft der Motor nur noch mit erhöhter Leerlaufdrehzahl weiter und reagiert nicht mehr auf das Gaspedal.

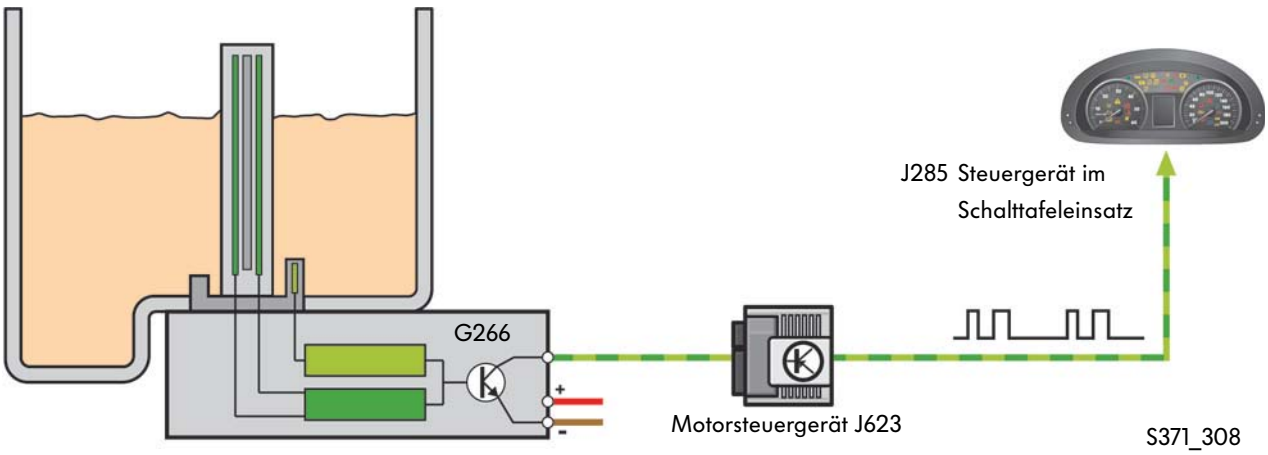
Der Ölstands- und Öltemperaturgeber G266

Für einen flexiblen Ölwechselintervall sind die Dieselmotoren mit einem Ölstands- und Öltemperaturgeber ausgestattet. Der Geber für Ölstand/Öltemperatur G266 ist ein thermischer Ölniveaugeber. Die Informationen des Gebers dienen zur Berechnung des Ölstandes und der Ölqualität. Für die Berechnung der Ölqualität wird eine durchschnittliche Ablagerung von Rußpartikeln im Öl mit einbezogen. Diese wird im Versuch ermittelt und ist in einem Kennfeld gespeichert.

Während der Fahrt werden kontinuierlich die Motoröltemperatur gemessen und der Motorölstand berechnet. Beide Werte werden durch ein gemeinsames pulsweitenmoduliertes Signal über das Motorsteuergerät an das Steuergerät im Schalttafeleinsatz weitergeleitet.



S371_310



S371_308

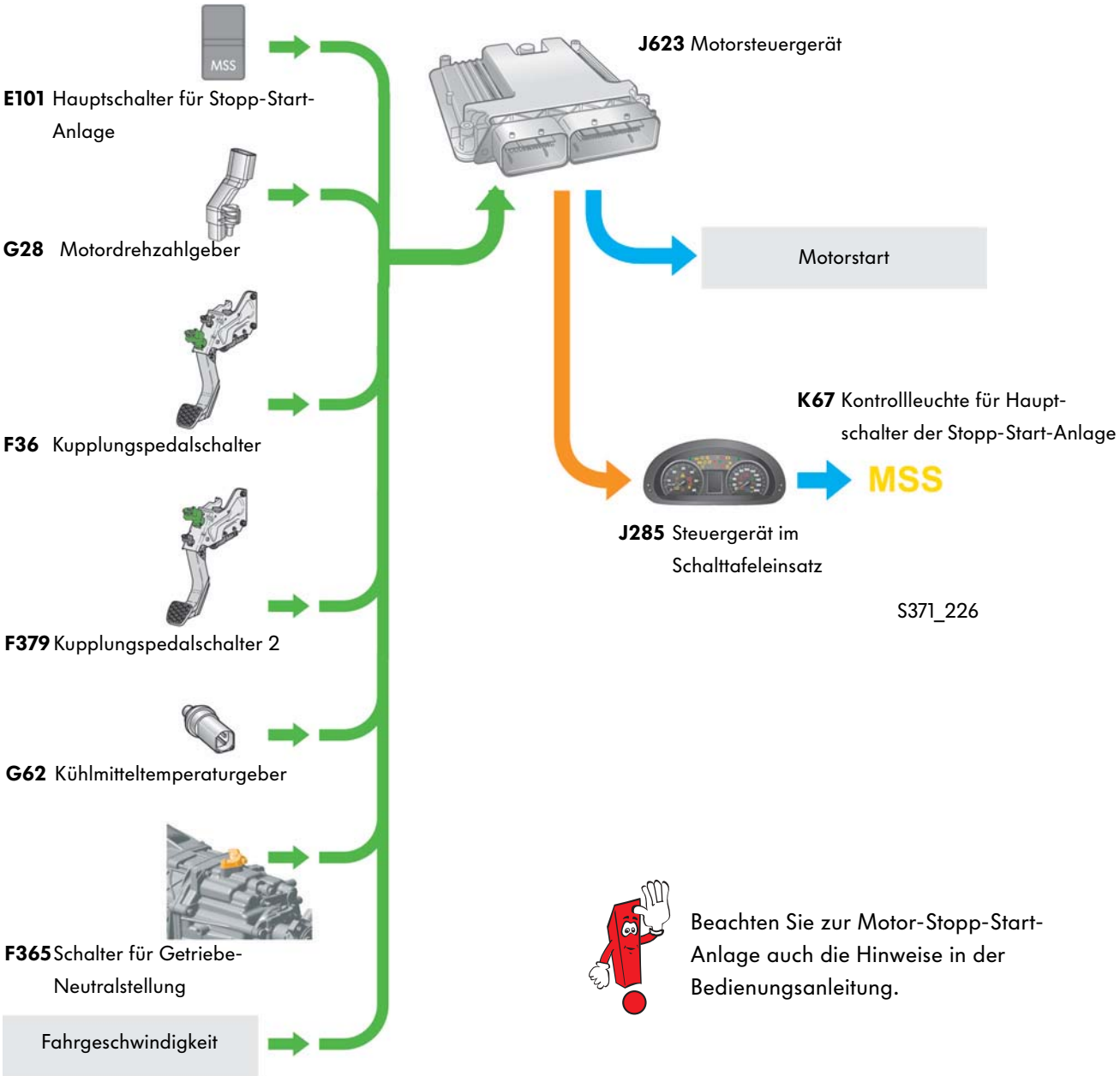


Weitere Informationen finden Sie in dem Selbststudienprogramm SSP 224 „Wartungsintervall-Verlängerung“.

Die Motor-Stopp-Start-Anlage

Die Motor-Stopp-Start-Anlage (MSS) ist eine Komfort-Einrichtung, um Kraftstoff zu sparen. Sie ist eine Sonderaustattung für Fahrzeuge mit Schaltgetriebe. In Standpausen wird der Motor unter bestimmten Bedingungen selbstständig abgeschaltet und auf Fahrerwunsch wieder gestartet. Dadurch kann der Kraftstoffverbrauch reduziert werden.

Die Motor-Stopp-Start-Anlage wird mit dem Hauptschalter für Stopp-Start-Anlage bei laufendem Motor eingeschaltet und ist aktiv, sobald das Fahrzeug nach dem Anfahren für kurze Zeit mit einer Geschwindigkeit von mindestens 5 km/h gefahren ist.



Beachten Sie zur Motor-Stopp-Start-Anlage auch die Hinweise in der Bedienungsanleitung.

Motormanagement

Ausschaltbedingungen

Damit der Motor automatisch abgeschaltet wird, müssen die folgenden Bedingungen für die Dauer von mindestens 2 Sekunden erfüllt sein:



S371_132

- Das Fahrzeug steht.
  (Information vom Steuergerät für ABS J104 durch die Raddrehzahlsensoren)


S371_134

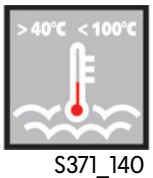
- Der Motor läuft mit Leerlaufdrehzahl.
  (Information vom Motordrehzahlgeber G28)


S371_136

- Das Getriebe ist in den Leerlauf geschaltet.
  (Information vom Schalter für Getriebe Neutralstellung F365)


S371_138

- Das Kupplungspedal ist nicht betätigt.
  (Information vom Kupplungspedalschalter F36)



S371_140

- Die Kühlmitteltemperatur liegt über 40°C und unter 100°C.
  (Information vom Kühlmitteltemperaturgeber G62)

Wenn der Motor automatisch abgestellt worden ist, leuchtet die MSS-Kontrolleuchte im Schalttafeleinsatz.



Die MSS-Kontrolleuchte blinkt, wenn der MSS-Schalter betätigt ist, das Fahrzeug steht, aber ein Gang eingelegt oder die Kupplung noch getreten ist.



Schalten Sie bei Arbeiten am Motor die Motor-Stopp-Start-Anlage aus! Dadurch verhindern Sie ein unbeabsichtigtes Starten des Motors bei eingeschalteter Motor-Stopp-Start-Anlage.

Startbedingungen

Der Motor wird automatisch wieder gestartet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:



S371_142

- Die Zündung ist eingeschaltet.


S371_136

- Das Getriebe ist in den Leerlauf geschaltet.
  (Information vom Schalter für Getriebe-Neutralstellung F365)


S371_146

- Das Kupplungspedal ist betätigt.
  (Information vom Kupplungspedalschalter F36)

zusätzliche Startbedingungen


S371_148

- Das Motorsteuergerät stellt fest, dass das Fahrzeug anrollt (z. B. am Berg nach Loslassen der Bremse).


S371_150

- Ist ein Gang eingelegt, nachdem der Motor automatisch abgestellt worden ist, muss für den automatischen Startvorgang das Kupplungspedal bis zum Anschlag durchgetreten sein.
  Um dies festzustellen, benötigt das Motorsteuergerät das Signal des Kupplungspedal-schalters 2 F379.

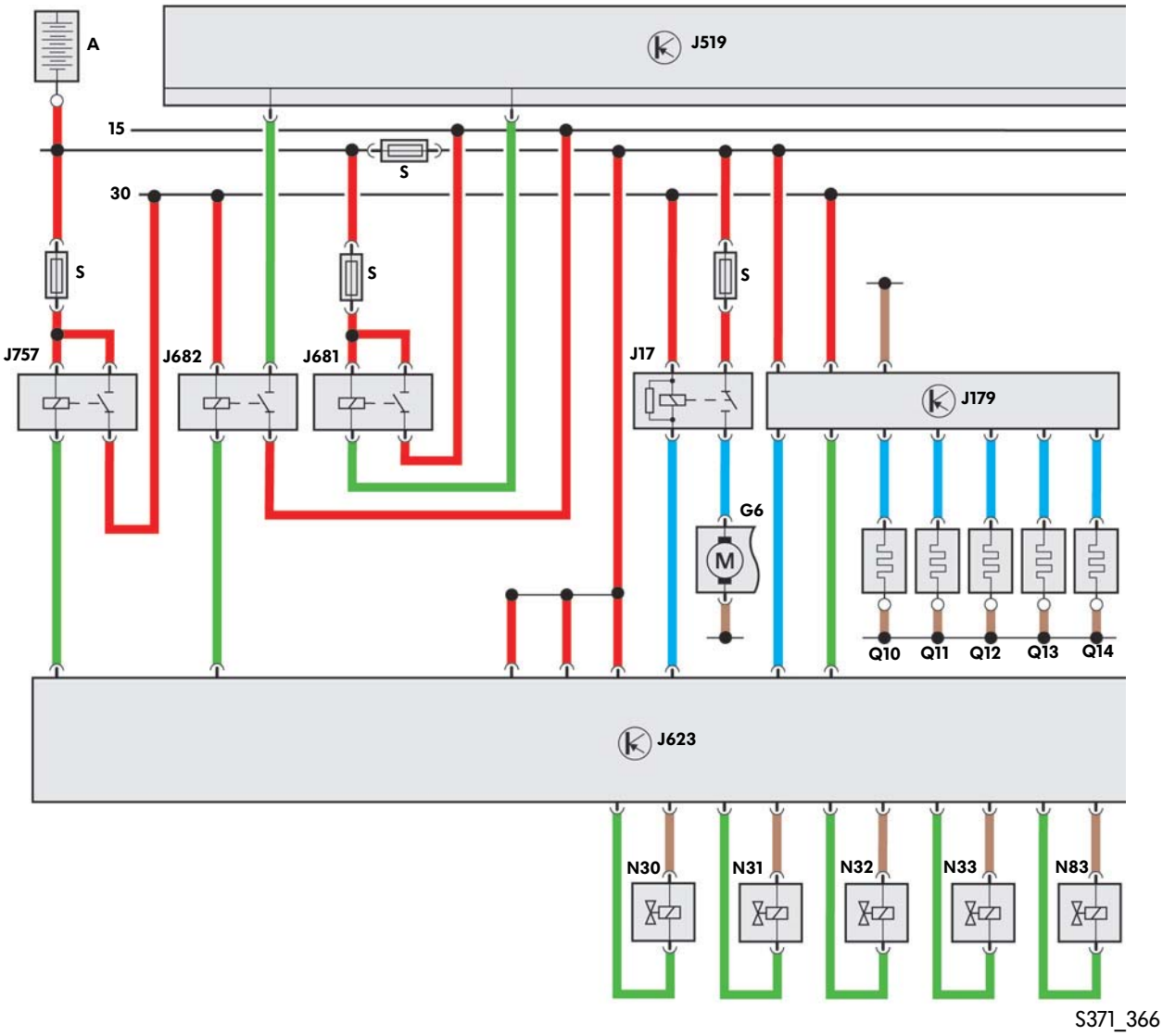


Die Motor-Start-Stopp-Anlage ist deaktiviert, wenn die Zündung ausgeschaltet ist.



Bei einem Fehler in der Stopp-Start-Anlage leuchtet die MSS-Kontrollleuchte dauerhaft.

Funktionsplan

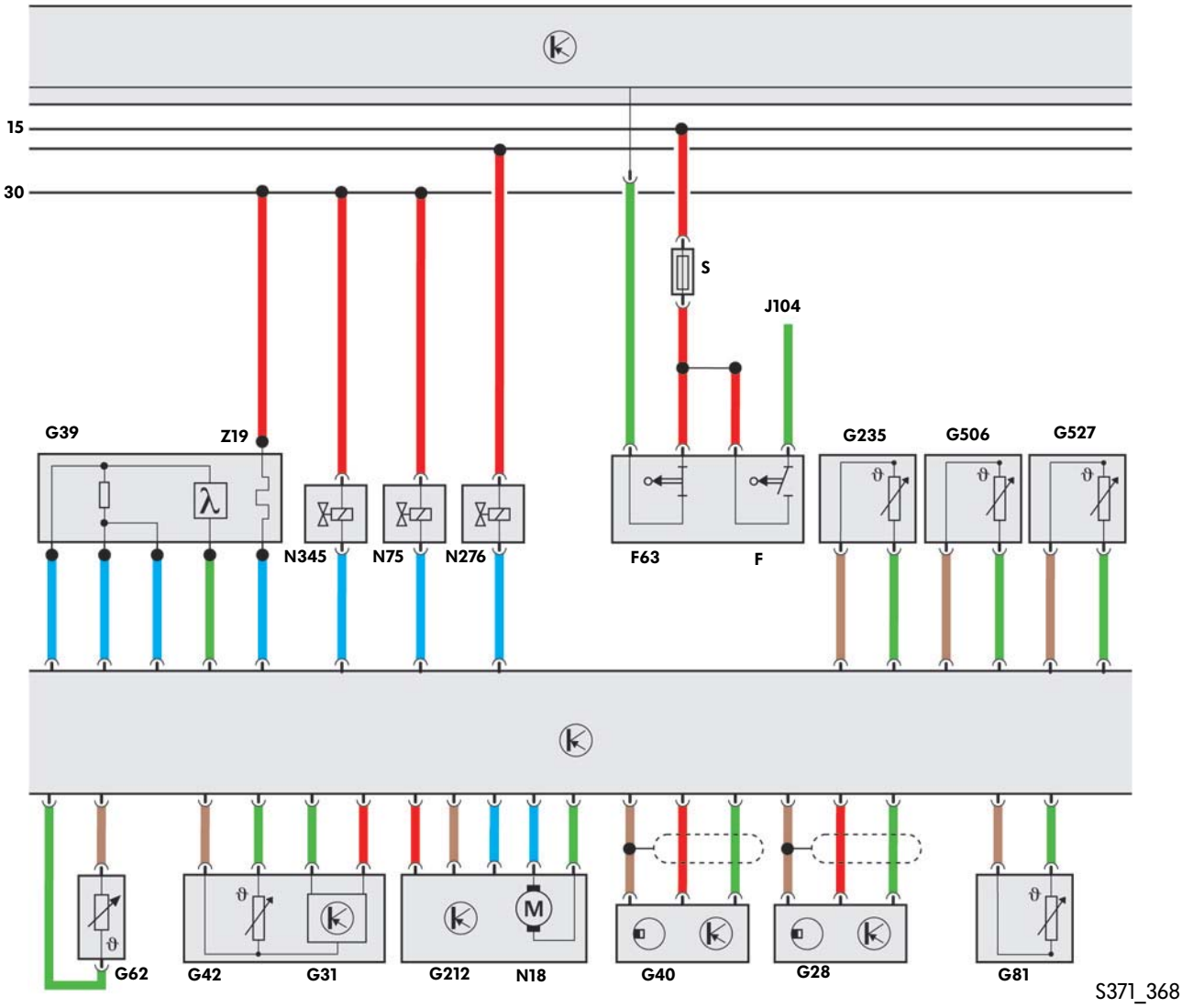


S371_366

A	Batterie
G6	Kraftstoffpumpe für Vorförderung
J17	Kraftstoffpumpenrelais
J179	Steuergerät für Glühzeitautomatik
J519	Bordnetzsteuergerät
J623	Motorsteuergerät
J681	Relais 2 für Spannungsversorgung, Kl. 15
J682	Relais für Spannungsversorgung, Kl. 50
J757	Stromversorgungsrelais für Motorkomponenten
N30	Einspritzventil für Zylinder 1
N31	Einspritzventil für Zylinder 2
N32	Einspritzventil für Zylinder 3
N33	Einspritzventil für Zylinder 4
N83	Einspritzventil für Zylinder 5
Q10	Glühkerze 1
Q11	Glühkerze 2
Q12	Glühkerze 3
Q13	Glühkerze 4
Q14	Glühkerze 5
S	Sicherung

Farbcodierung/Legende

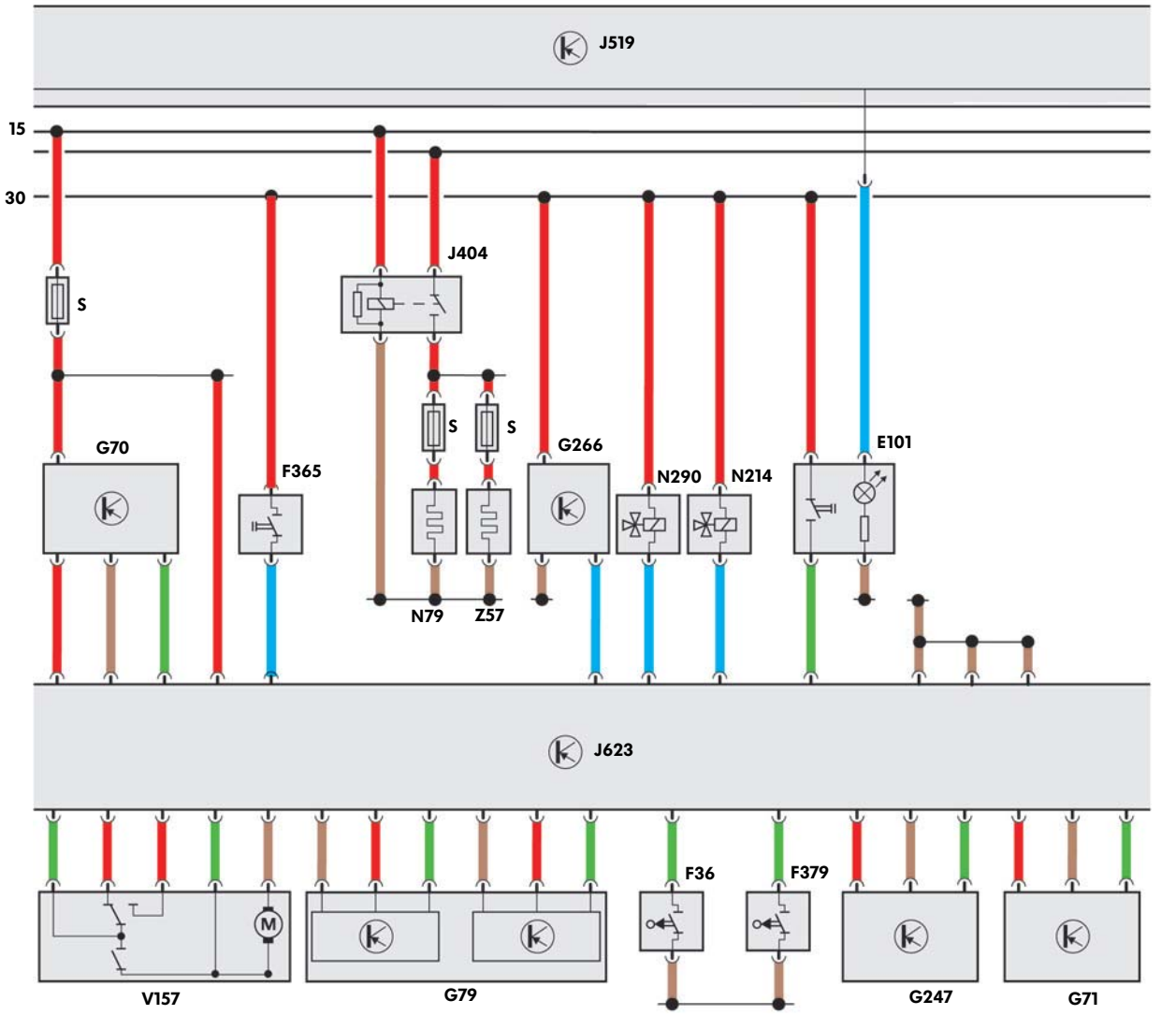
- = Eingangssignal
- = Ausgangssignal
- = Plus
- = Masse
- = CAN-Datenbus-Antrieb



S371_368

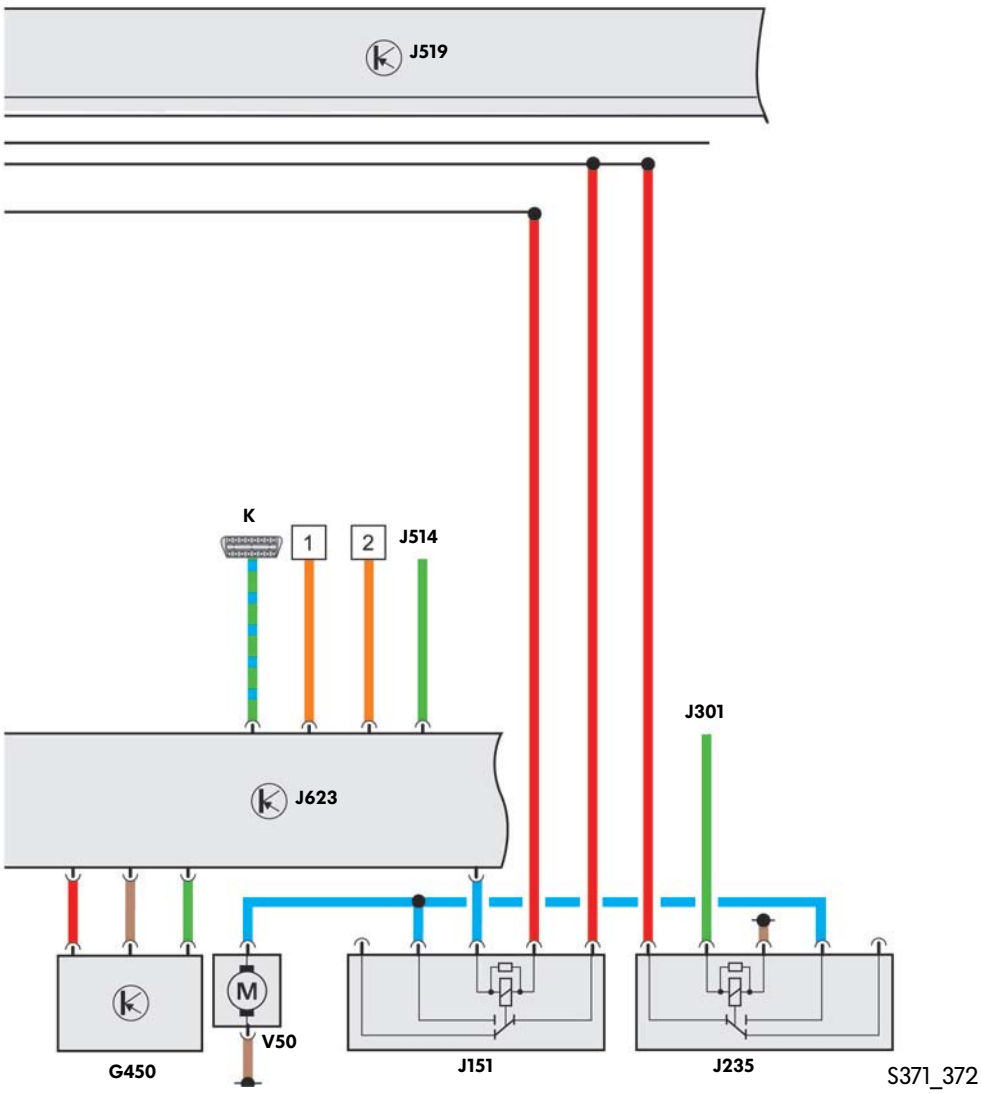
F	Bremslichtschalter
F63	Bremspedalschalter
G28	Motordrehzahlgeber
G31	Ladedruckgeber
G39	Lambdasonde
G40	Hallgeber
G42	Ansauglufttemperaturgeber
G62	Kühlmitteltemperaturgeber
G81	Kraftstofftemperaturgeber
G212	Potenziometer für Abgasrückführung
G235	Abgastemperaturgeber 1
G506	Temperaturgeber vor Partikelfilter
G527	Temperaturgeber nach Partikelfilter
J104	Steuergerät für ABS
J519	Bordnetzsteuergerät
J623	Motorsteuergerät
N18	Abgasrückführungsventil
N75	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
N276	Regelventil für Kraftstoffdruck
N345	Umschaltventil für Kühler der Abgasrückführung
S	Sicherung
Z19	Heizung für Lambdasonde

Funktionsplan



S371_370

E101	Hauptschalter für Stopp-Start-Anlage
F36	Kupplungspedalschalter
F365	Schalter für Getriebe-Neutralstellung
F379	Kupplungspedalschalter 2
G70	Luftmassenmesser
G71	Saugrohrdruckgeber
G79	Gaspedalstellungsgeber
G247	Kraftstoffdruckgeber
G266	Ölstands- und Öltemperaturgeber
J404	Entlastungsrelais für Kl. 15
J519	Bordnetzsteuergerät
J623	Motorsteuergerät
N79	Heizwiderstand für Kurbelgehäuseentlüftung
N214	Ventil für Kühlmittelkreislauf
N290	Ventil für Kraftstoffdosierung
S	Sicherung
V157	Motor für Saugrohrklappe
Z57	Heizung für Kraftstofffilter



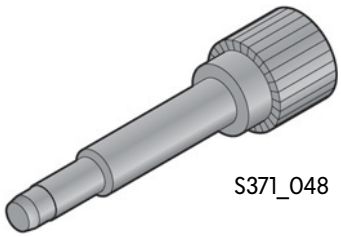
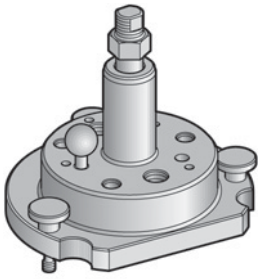
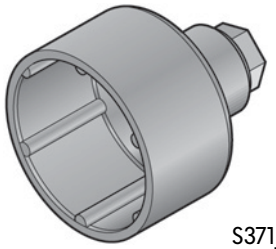
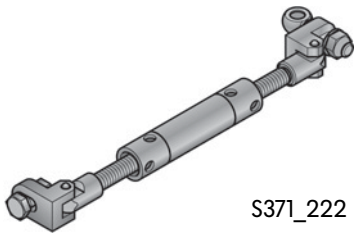
G450	Drucksensor 1 für Abgas
J151	Relais für Kühlmittelnachlauf
J235	Relais für Kühlmittelpumpe
J301	Steuergerät für Klimaanlage
J514	Steuergerät für elektronisches Schaltgetriebe
J519	Bordnetzsteuergerät
J623	Motorsteuergerät
V50	Pumpe für Kühlmittelumlauf

1	CAN-Datenbus
2	CAN-Datenbus
K	Diagnoseanschluss

Farbcodierung/Legende

= Eingangssignal
= Ausgangssignal
= Plus
= Masse
= CAN-Datenbus-Antrieb

Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T50009 Fixierstift	 S371_048	zur Fixierung der Kurbelwelle
T50010 Montagevor-richtung	 S371_044	zum Einbau des Dichtflansches mit Geberrad an der Kurbelwelle
T50011 Kraftstofffilter-schlüssel	 S371_046	zum Aus- und Einbau des Kraftstofffilters
T50015 Motorstütze	 S371_222	zur Fixierung des Motors bei Aus- und Einbau des Getriebes

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?
Bei den vorgegebenen Anworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Welche Aussage zum Kühlmittelnachlauf ist richtig?

☐ a) Das Unterdruckventil für Kühlmittelnachlauf schaltet bei Bedarf die Pumpe für Kühlmittelumlauf an und sorgt somit für die Zirkulation des Kühlmittels nach Abschalten des Motors.

☐ b) Für die Funktion des Kühlmittelnachlaufs wird die Pumpe für Kühlmittelumlauf und das Ventil für Kühlmittelkreislauf vom Motorsteuergerät angesteuert.

☐ c) Der Kühlmittelnachlauf ermöglicht, dass die gewünschte Temperatur im Fahrgastraum auch bei abgeschaltetem Motor aufrecht erhalten werden kann.

2. Der Kraftstoffspeicher hat folgende Aufgabe.

☐ a) Der Kraftstoffspeicher sorgt dafür, dass der Kraftstoffdruck vor der Zahnradpumpe in jedem Betriebszustand nahezu gleich bleibt.

☐ b) Der Kraftstoffspeicher speichert den Kraftstoffhochdruck der zur Einspritzung benötigt wird.

☐ c) Der Kraftstoffspeicher ist eine Kraftstoffreserve für lange Fahrstrecken.

3. Was ist beim Umgang mit Keramik-Glühkerzen zu beachten?

☐ a) Die Keramik-Glühkerzen sind empfindlich gegen Stoß und Biegung.

☐ b) Die Keramik-Glühkerzen niemals mit 12 Volt auf Funktion prüfen.

☐ c) Die Keramik-Glühkerzen nach dem Ausbau niemals wieder verwenden.

4. Welche Vorteile hat das elektrisch betätigte Abgasrückführungsventil im Vergleich zu einem pneumatisch betätigten Abgasrückführungsventil?

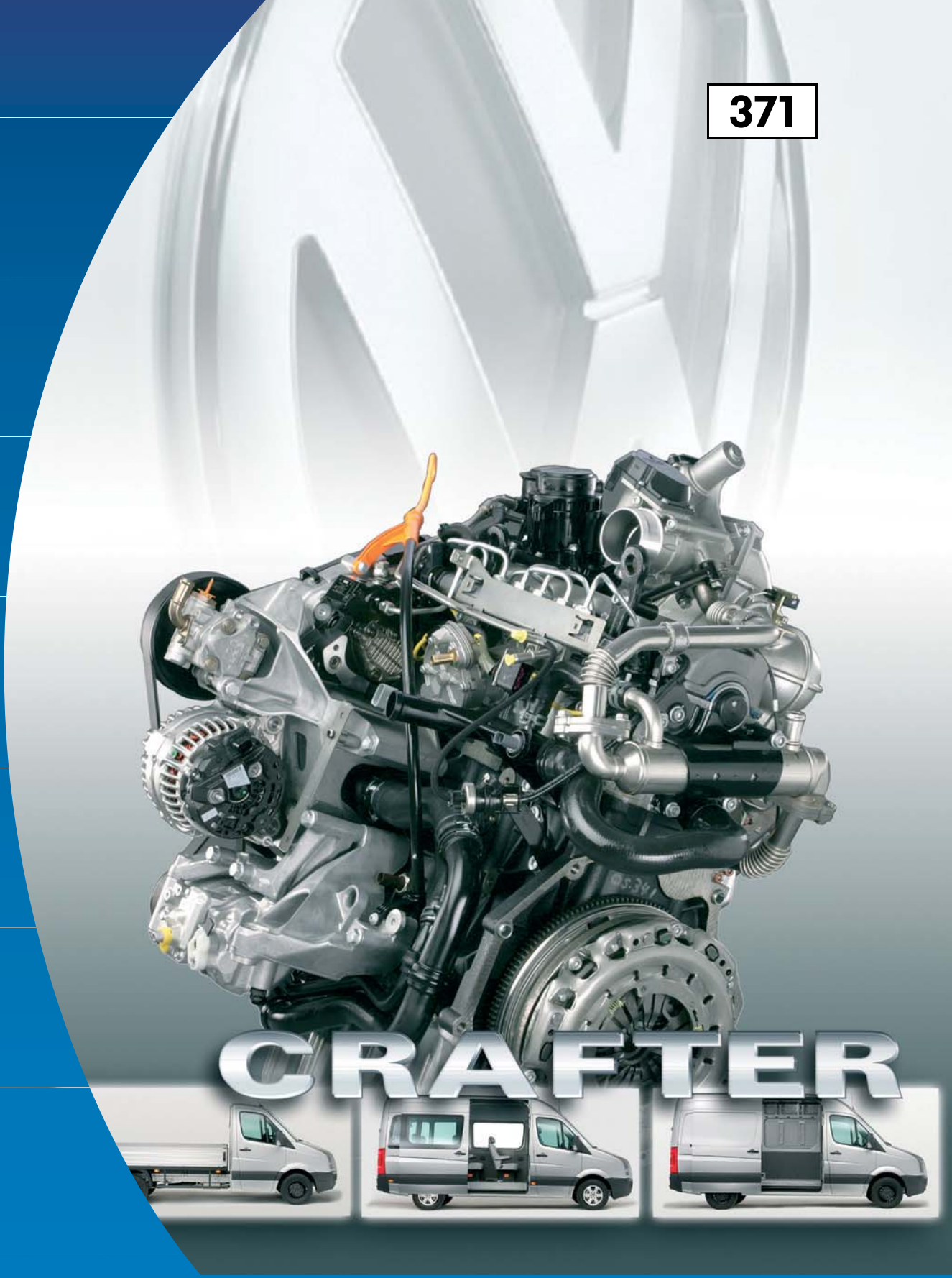
☐ a) Das elektrisch betätigte Abgasrückführungsventil ermöglicht eine stufenlose Regelung des zurückgeführten Abgases.

☐ b) Das elektrisch betätigte Abgasrückführungsventil ermöglicht den Verzicht auf einen Abgaskühler.

☐ c) Das elektrisch betätigte Abgasrückführungsventil ermöglicht gleichzeitig die Regelung der Ansaugluft.

Lösungen 1. b); 2. a); 3. a), b); 4. a)

371



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2811.78.00 Technischer Stand 07.2006

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.