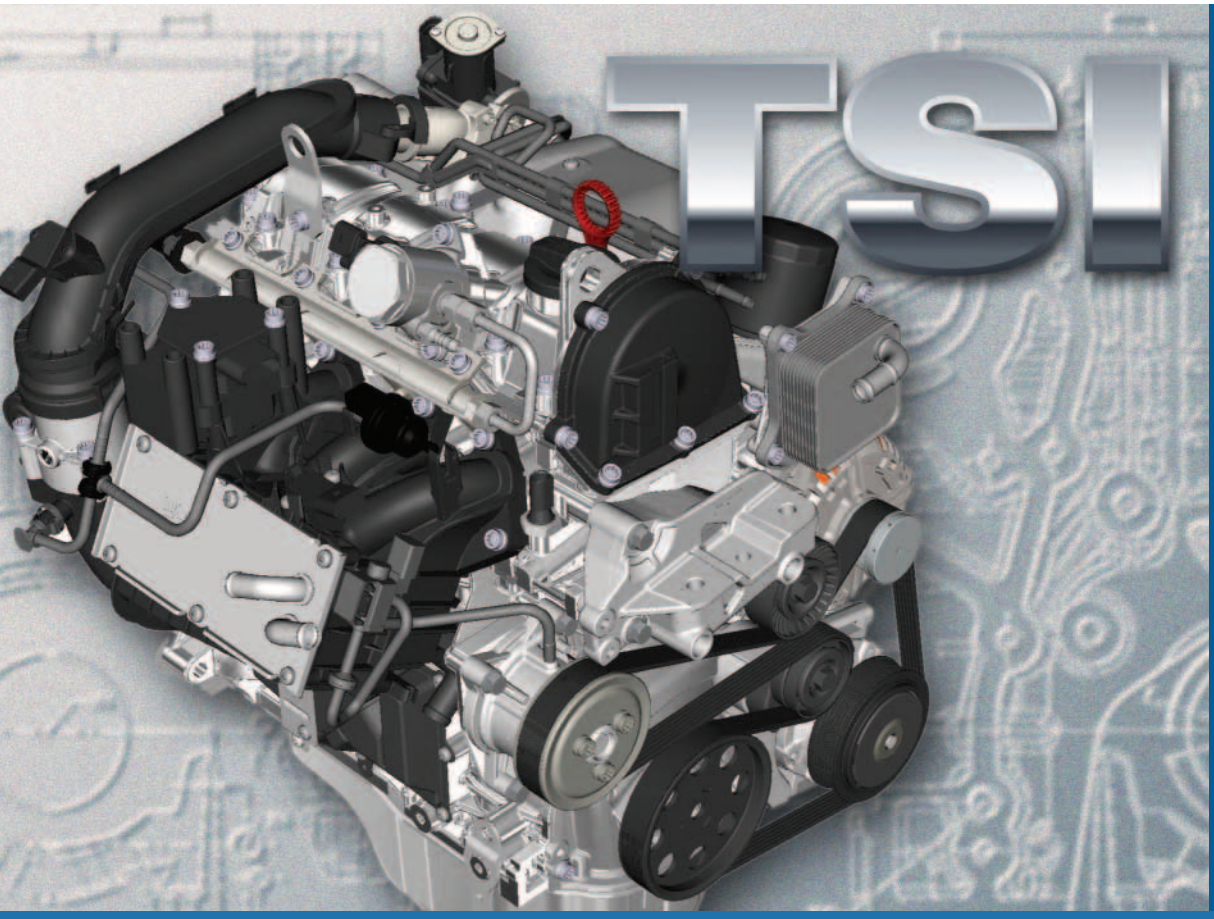
Service Training

Selbststudienprogramm 443

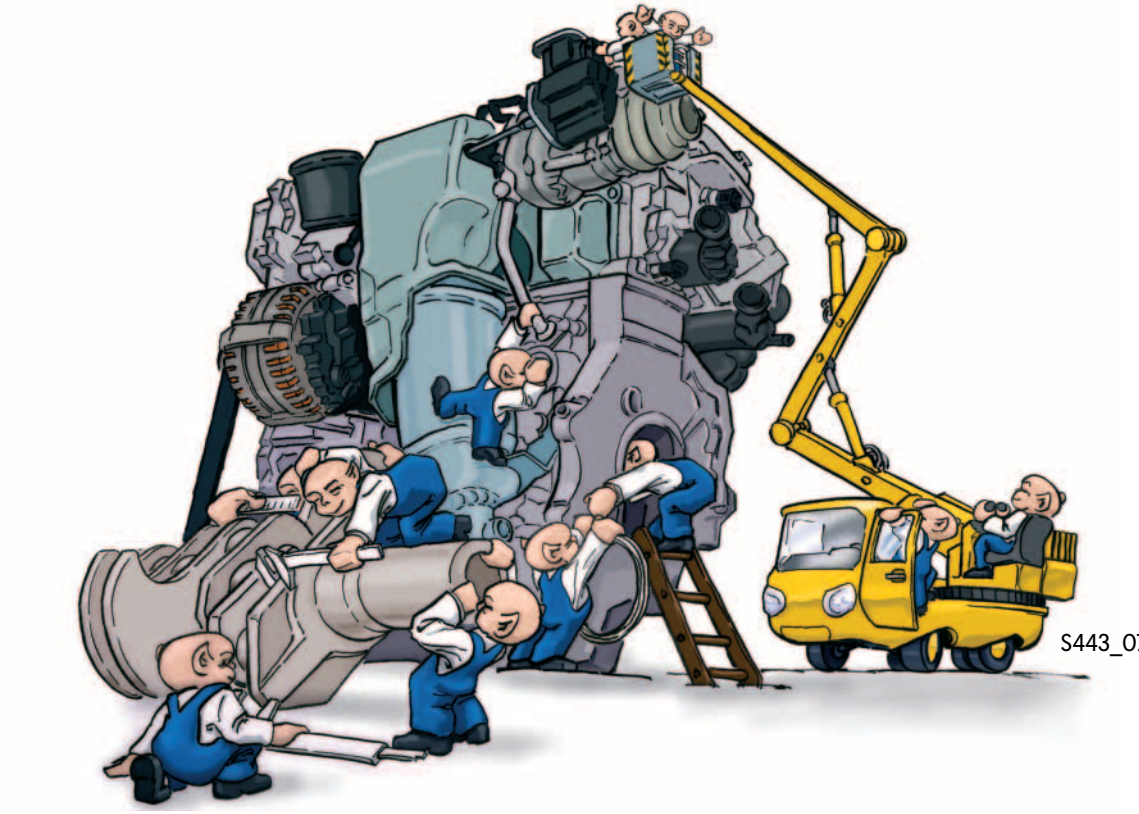
Der 1,2l-77kW-TSI-Motor mit Turboaufladung

Konstruktion und Funktion



Dieser 1,2l-77kW-TSI-Motor ersetzt den 1,6l-75kW-Motor mit Saugrohreinspritzung.
Ihm gegenüber erzielt er wesentlich verbesserte Fahrleistungen, bei deutlich reduziertem Kraftstoffverbrauch und dadurch geringerem CO_2-Ausstoß. Der Aspekt der CO_2-Emission ist mittlerweile zu einem wichtigen Faktor geworden, der zu der Kaufentscheidung des Kunden beiträgt.

Konsequent verfolgt Volkswagen seine TSI-Strategie und setzt mit dem neuen 1,2l-TSI-Motor die Erfolgsstory dieser Motorenfamilie fort. Die Weiterentwicklung der Motorentechnik dieser kleinen aber kraftvollen Motorenbaureihe setzt auf konsequente Leistungsoptimierung und Leichtbau.
Der Motor mit neuem Aluminium-Zylinderblock und einem neu entwickelten Brennverfahren kombiniert Ansprechverhalten, Verbrauch und Kosten für die Volumenmotorisierung von Volkswagen.



S443_072

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen die Konstruktion und Funktion des neuen 1,2l-77kW-TSI-Motors mit Turboaufladung vor.

Weitere Informationen zu Motormechanik und Motormanagement finden Sie im Selbststudienprogramm 405 „Der 1,4l-90kW-TSI-Motor mit Turboaufladung“.

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

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

Achtung Hinweis

Auf einen Blick

Einleitung **4**
Der 1,2l-77kW-Motor mit Turboaufladung 4

Motormechanik **6**
Der Motor 6
Das zweiteilige Steuergehäuse 6
Der Zylinderblock 7
Der Ventil- und Kurbeltrieb 8
Der Zylinderkopf mit Zwei-Ventiltechnik 10
Die Einfachaufladung mit Abgas-Turbolader 14
Die Kurbelgehäusebe- und -entlüftung 16
Die Ölversorgung 17
Die Kühlsysteme 18

Motormanagement **22**
Die Systemübersicht 22
Das Motorsteuergerät 24
Die Aktoren 29
Der Funktionsplan 30

Service **32**
Die Spezialwerkzeuge 32

Prüfen Sie Ihr Wissen **34**

Der 1,2l-77kW-Motor mit Turboaufladung

Die Grundlage für diesen Motor ist der 1,4l-90kW-TSI-Motor mit Turboaufladung.
Bei der Entwicklung des 1,2l-77kW-TSI-Motors standen drei Ziele im Vordergrund:

- das Gewicht gegenüber dem 1,4l-90kW-TSI-Motor zu verringern,
- die innere Reibung zu reduzieren und
- ein Drall-Brennverfahren zu entwickeln



S443_001

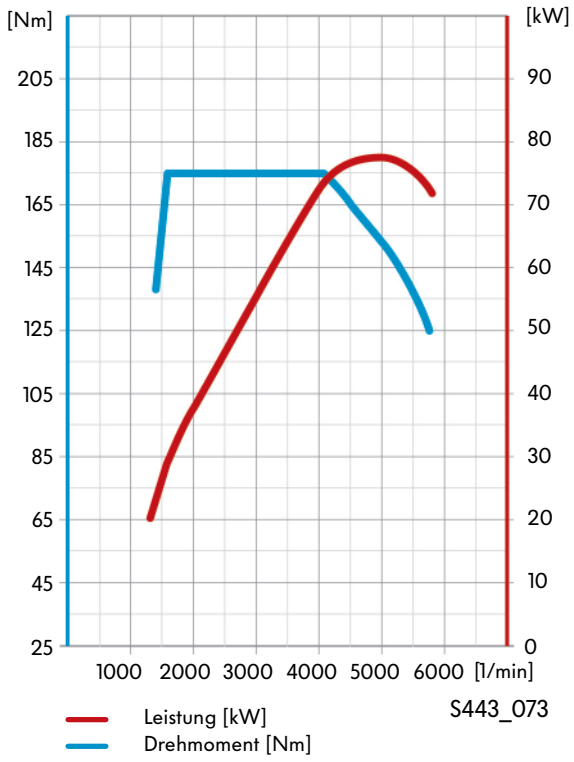
Die technischen Merkmale

- Ein neu entwickelter Aluminium-Zylinderblock mit innovativen Zylinderlaufbuchsen aus Grauguss
- Der 2V-Zylinderkopf mit schräg hängenden Ventilen und Rollenschlepphebel-Ventiltrieb mit Steuerkette (Ventilwinkel 12°, Dachbrennraum)
- Eine Stahlkurbelwelle mit auf 42mm reduzierten Pleuel- und Hauptlager-Durchmessern
- Eine reibungsarme Leichtbau-Kolbengruppe mit einem Ringpaket mit reduzierten Tangentialkräften
- Ein Ölkreislauf mit verringertem Öldurchsatz und einer Ölpumpe mit optimiertem Wirkungsgrad
- Eine abschaltbare Kühlmittelpumpe
- Ein geteiltes, servicefreundliches Leichtbau-Steuergehäuse mit Abdeckungen aus Kunststoff und Magnesium
- Ein Abgas-Turboladermodul mit elektrischem Ladedrucksteller
- Eine im Zylinderblock und Zylinderkopf integrierte Kurbelgehäuseentlüftung mit Ölabscheidung
- Ein Zündtrafo

Die technischen Daten

Drehmoment- und Leistungsdiagramm

Das maximale Drehmoment von 175 Nm wird bei einer Drehzahl von 1550 bis 4100 1/min erreicht. Somit liegt das Drehmoment bei 1550 1/min um ca. 45 % über dem des Vorgängermotors.
Die maximale Leistung von 77 kW erzielt der Motor bei einer Drehzahl von 5000 1/min.

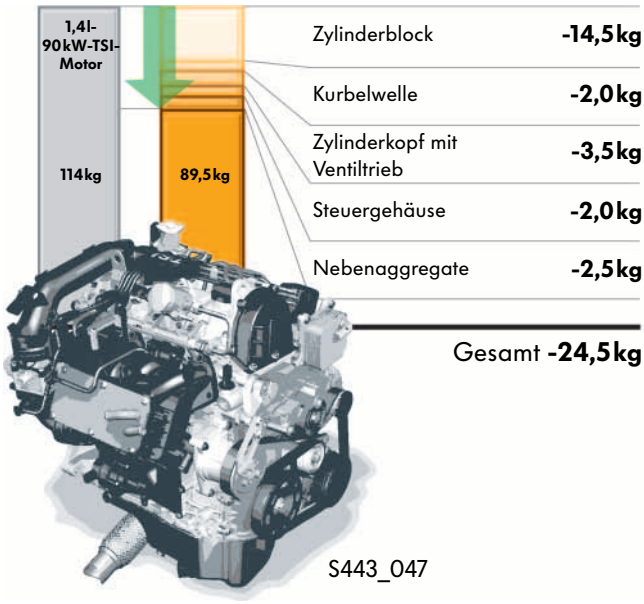


Motorkennbuchstaben	CBZB
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1197 cm^3
Bohrung	71 mm
Hub	75,6 mm
Ventile pro Zylinder	2
Verdichtungsverhältnis	10 : 1
max. Leistung	77 kW bei 5000 1/min
max. Drehmoment	175 Nm bei 1550-4100 1/min
Motormanagement	Continental Simos 10
Kraftstoff	Super bleifrei mit ROZ 95
Abgasnachbehandlung	Drei-Wege-Katalysator mit Lambdaregelung
Abgasnorm	EU5

Der Motor

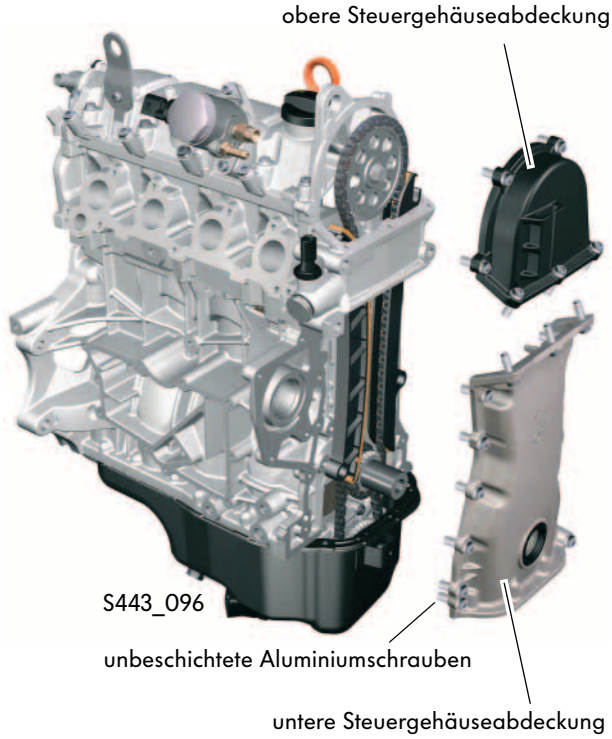
Mit konstruktiven Maßnahmen zur Gewichtsreduzierung konnte das Motorgewicht des 1,2l-77kW-TSI-Motors gegenüber dem des 1,4l-90kW-TSI-Motors um 24,5kg gesenkt werden. Aber auch die Verringerung der Reibung und das neue Brennverfahren tragen zum Erreichen der Entwicklungsziele bei.

Gewichtsbilanz im Vergleich



Das zweiteilige Steuergehäuse

Das Steuergehäuse besteht aus zwei Einzelteilen.
Die obere Abdeckung besteht aus Kunststoff und lässt sich einzeln abbauen.
Die untere Abdeckung besteht aus Magnesium-Druckguss. Sie wird mit speziellen Schrauben aus einer Aluminiumlegierung befestigt und kann ohne Abnahme des Zylinderkopfes abgebaut werden.





Beachten Sie, dass Sie für die Montage des unteren Steuergehäuses ausschließlich die hierfür erforderlichen Aluminiumschrauben verwenden.

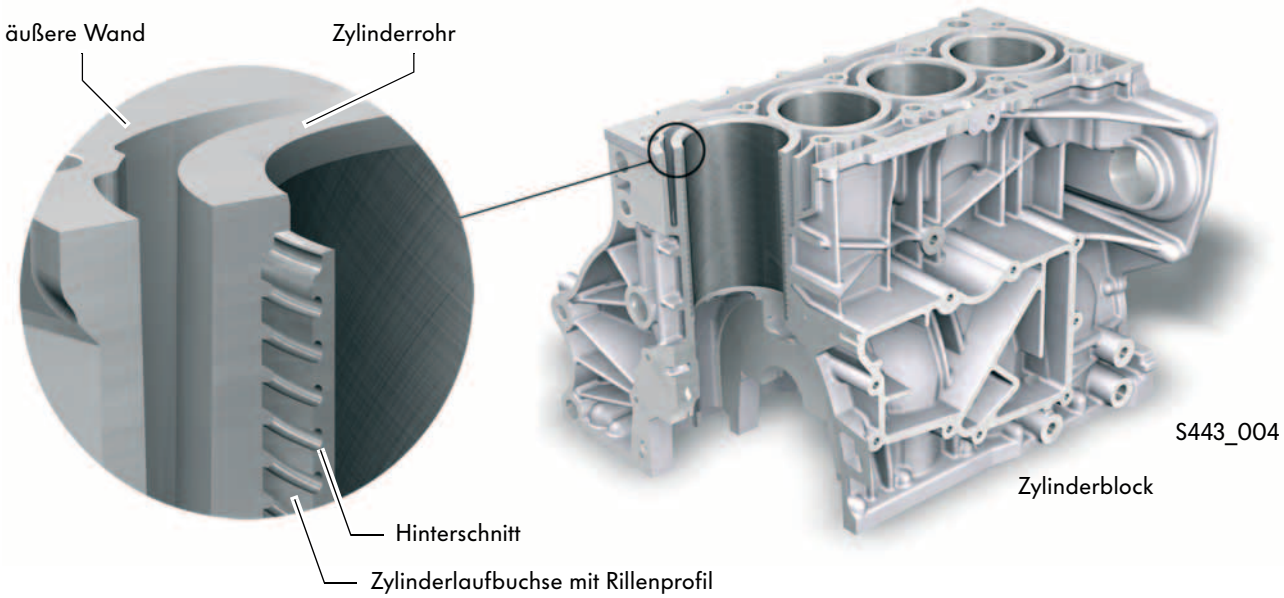
Der Zylinderblock

Der Zylinderblock besteht aus Aluminium-Druckguss. Dadurch ist sein Gewicht gegenüber dem des Zylinderblocks aus Grauguss mit Lamellengraphit, wie er beim 1,4l-90kW-TSI-Motors eingesetzt wird, um 14,5kg leichter.
Wie schon bei dem 1,4l-90kW-TSI-Motor ist der Zylinderblock als Open-Deck-Konstruktion ausgeführt.
Das bedeutet, dass es keine Stege zwischen der äußeren Wand und den Zylinderrohren gibt.

Dies hat zwei Vorteile:

- Es können sich in diesem Bereich keine Luftblasen bilden, die besonders beim Zweikreis-Kühlsystem zu Entlüftungs- und Kühlungsproblemen führen würden.

- Bei der Verschraubung des Zylinderkopfes mit dem Zylinderblock ist die Zylinderverformung durch die Entkopplung von Zylinderrohr und Zylinderblock geringer und gleichmäßiger als bei einer Closed-Deck-Bauweise mit Stegen. Das führt zu einem geringeren Ölverbrauch, da die Kolbenringe diese verminderte Verformung besser ausgleichen können.



Die Grauguss-Zylinderlaufbuchsen

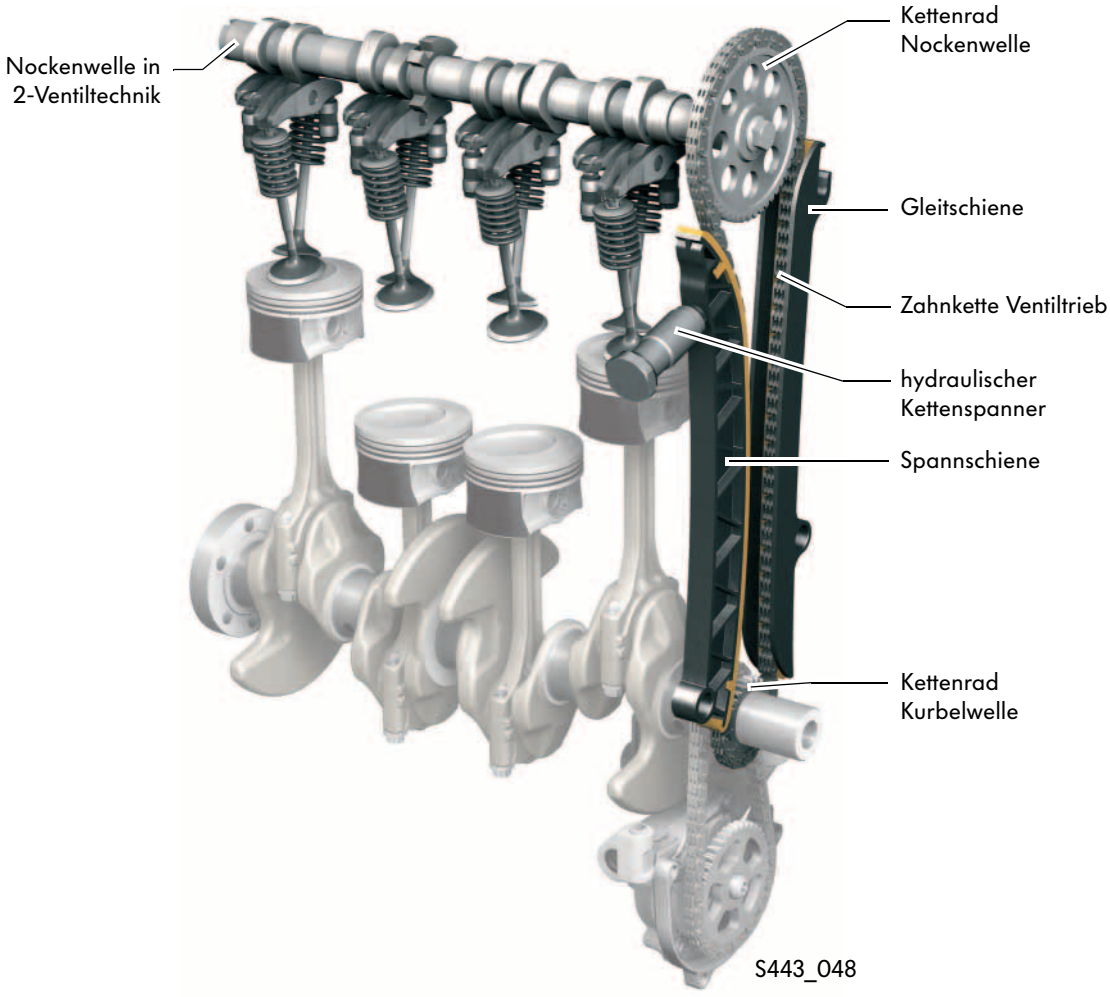
Die eingegossenen Grauguss-Zylinderlaufbuchsen haben zum Zylinderblock hin ein Rillenprofil mit Hinterschnitt. Dieses Profil sorgt für eine feste, unlösbare Verbindung (Verklammerung) zwischen dem Zylinderblock und den Zylinderlaufbuchsen.
Das führt zu einem geringeren Verzug des Zylinderblocks. Zusätzlich wird eine ungleichmäßige Wärmeverteilung, wie sie bei Grauguss-Zylinderlaufbuchsen ohne Hinterschnitt durch Spaltbildung vorkommt, vermieden.

Der Ventil- und Kurbeltrieb

Am Kurbel- und Ventiltrieb wurden eine Reihe von Maßnahmen umgesetzt, um die Reibung und das Gewicht zu verringern sowie die Steifigkeit der Kurbelwelle zu erhöhen.

Der Ventiltrieb

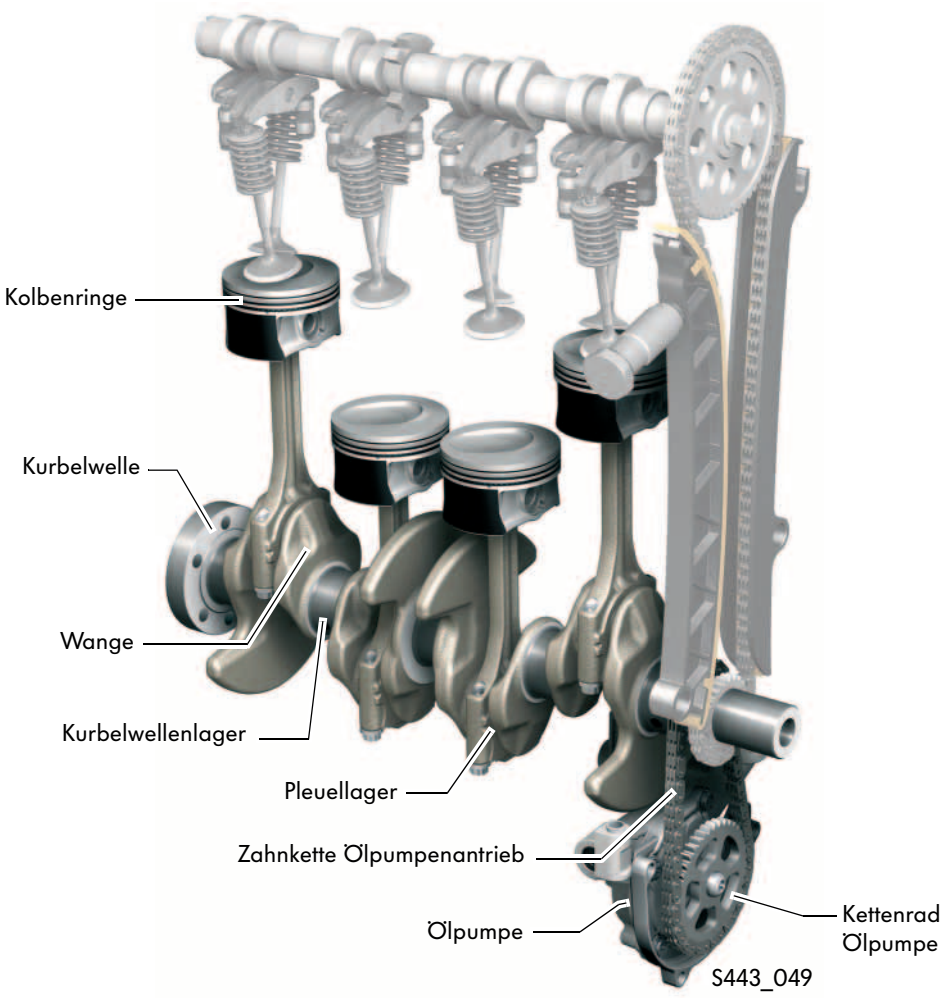
- Der Ventiltrieb ist von der 4-Ventil- auf die 2-Ventiltechnik umgestellt.
- Die Nockenwellenlagerung ist zur weiteren Reibungsreduzierung und Gewichtseinsparung verkleinert.
- Die Spann- und Gleitschienen konnten aufgrund der 2-Ventiltechnik mit reibungsarmen, großen Radien ausgeführt werden.



Die Nockenwelle wird über einen wartungsfreien Kettentrieb angetrieben. Die Spannung der Kette erfolgt durch einen hydraulischen Kettenspanner. Er drückt unterhalb des Nockenwellenrades die Spannschiene gegen die Kette. Die der Spannschiene gegenüberliegende Gleitschiene verhindert, dass die Kette zu stark schwingt.

Der Kurbeltrieb

- Die Durchmesser der Kurbelwellen- und der Pleuellager sind auf 42 mm reduziert.
- Um die Steifigkeit der Kurbelwelle zu erhöhen, sind die Breiten der Kurbelwellen- und Pleuellager verkleinert.
- Im biegekritischen Bereich der Kurbelwelle sind die Wangen breiter ausgeführt.
- Die Kolbenringe besitzen eine geringere Tangentialspannung.



Die Ölpumpe wird ebenfalls über eine wartungsfreie Zahnkette angetrieben.

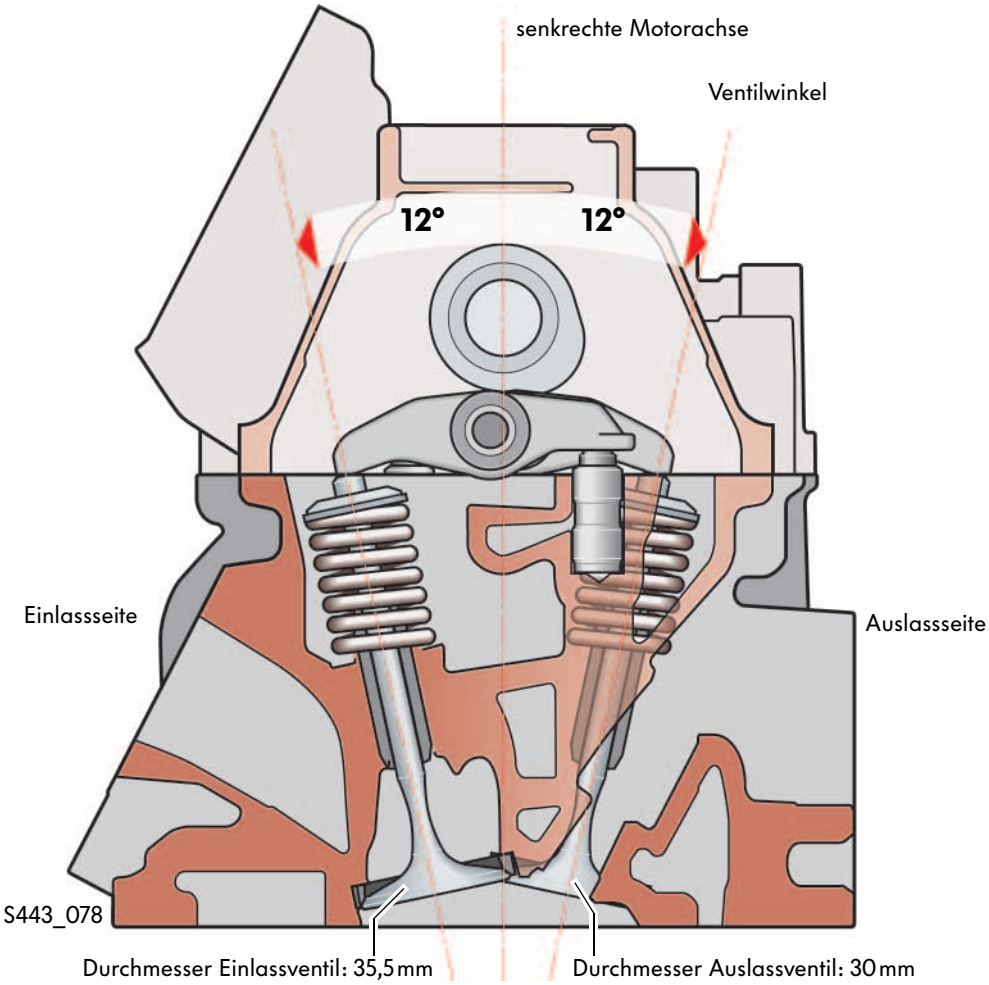
Der Zylinderkopf mit Zwei-Ventiltechnik

Die Umstellung von Vier- auf Zwei-Ventiltechnik verringert die Reibung und das Gewicht. Allerdings ist dadurch auch eine neue Anordnung der Einspritzventile und der Zündkerzen erforderlich. Durch die Erfahrungen mit der Direkteinspritzung in der TSI-Motorenfamilie konnten die Anforderungen für diesen Motor bezüglich Gemischaufbereitung, Ladungsbewegung und Brenngeschwindigkeit festgelegt und auf die Auslegung eines Zwei-Ventil-Brennverfahrens mit festen Steuerzeiten übertragen werden.

Die technischen Merkmale des Zylinderkopfes sind:

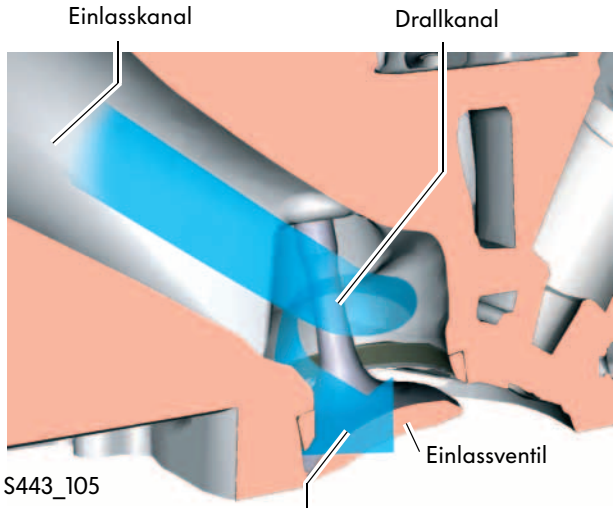
- Ventile sind in einem Winkel von jeweils 12° gegenüber der senkrechten Motorachse geneigt
- langhubige Auslegung der Kolben mit einem Hub von 75,6 mm und einem Bohrungsdurchmesser von 71mm erhöht die Ladungsbewegung bei Ein- und Auslasstakt
- Ventiltellerdurchmesser der Einlassventile 35,5 mm und der Auslassventile 30 mm
- natriumgefüllte Auslassventile

Die Hochdruck-Einspritzventile sind einlassseitig und die Zündkerzen auslassseitig verbaut.



Der Drallkanal

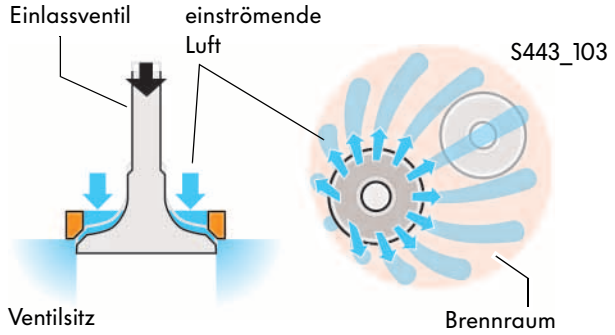
Aufgrund der Zwei-Ventiltechnik wurde für eine sehr gute Gemischbildung ein neues Drall-Brennverfahren entwickelt.
Dabei ist der Ansaugkanal so gestaltet, dass die Frischluft mit einer rotierenden Bewegung in den Zylinder einströmt. Zusammen mit der Ventilmaskierung ergibt sich so eine ausgeprägte Drallbewegung der einströmenden Luft im gesamten Brennraum zwischen Kolbenmulde und Brennraumdach. Daraus resultiert eine effiziente Gemischbildung und -ausbreitung im Brennraum, ein geringer Zündverzug, eine hohe Brenngeschwindigkeit sowie eine hohe Klopffestigkeit.



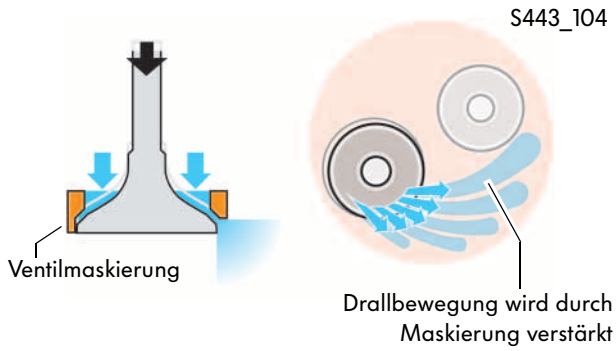
Die Einlassventile

Die Ventilsitze der Einlassventile besitzen eine spezielle Ausformung (Ventilmaskierung). Sie sorgt dafür, dass die Luft bei geringen Ventilhüben nur in einem bestimmten Bereich in den Zylinder einströmen kann. Dabei wird sie so in Richtung Zylinderwand geführt, dass ein stärkerer Drall und eine höhere Strömungsgeschwindigkeit entstehen. Die Bildung eines homogenen Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum wird unterstützt.

Strömungsverhalten ohne Maskierung



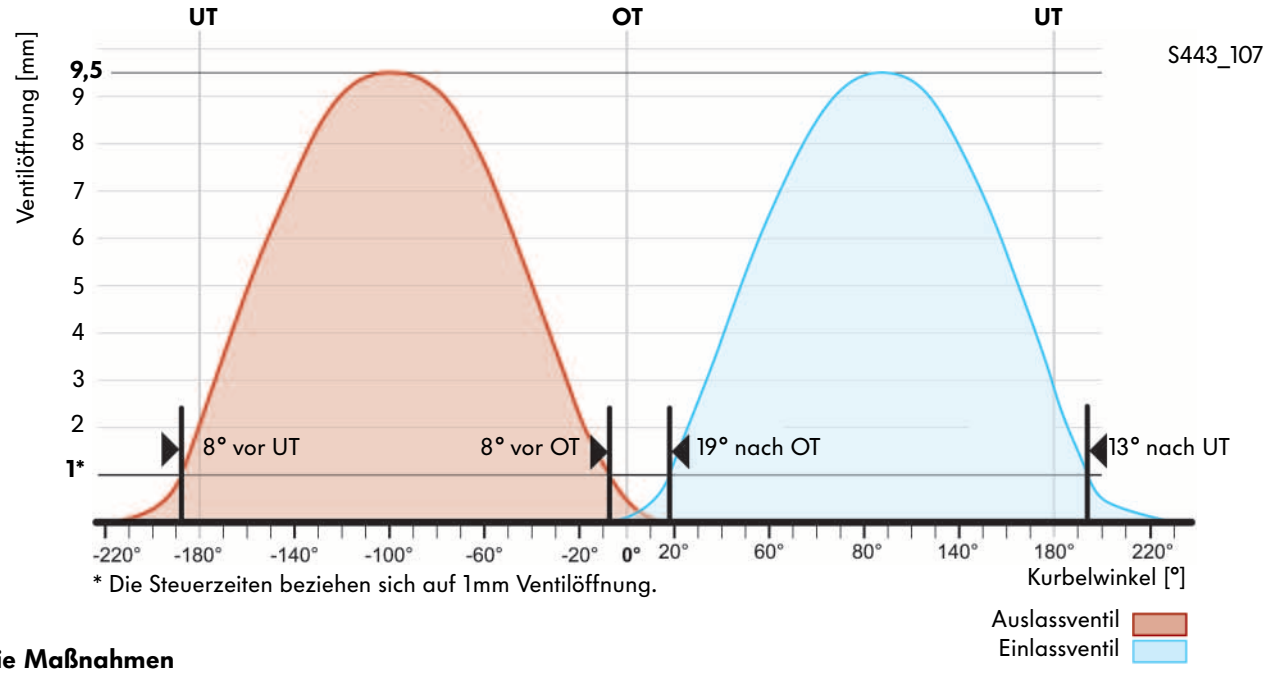
Strömungsverhalten mit Maskierung



Die Steuerzeiten

Bei der Auslegung der Steuerzeiten wurde auf folgende Ziele geachtet:

- hohe Laufruhe im Leerlauf
- gute Volllastbeschleunigung bei niedrigen Drehzahlen
- geringe Ladungswechselverluste



* Die Steuerzeiten beziehen sich auf 1mm Ventilöffnung.

Die Maßnahmen

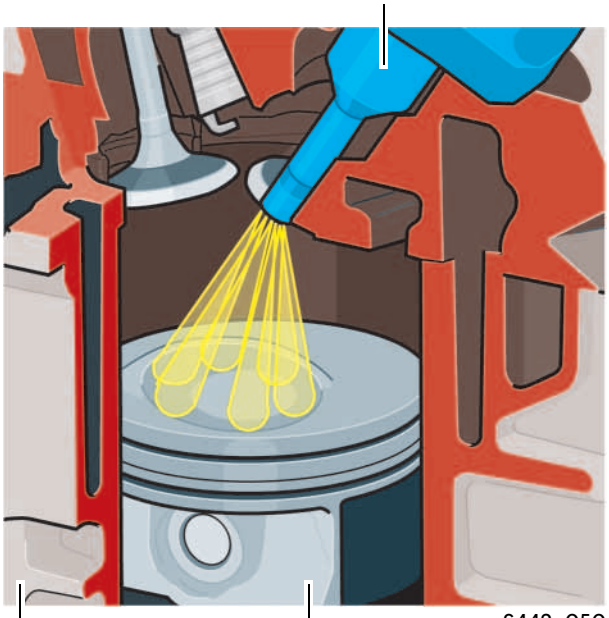
- Für eine gute Laufruhe im Leerlauf und während der Doppeleinspritzung beim Katheizen ist eine geringe Ventilüberschneidung erforderlich. Dadurch wird vermieden, dass die ausgestoßenen Abgase wieder angesaugt werden und die Gemischbildung verschlechtern.
- Um zu verhindern, dass ausgestoßenes Abgas vom gerade im Ansaugtakt befindlichen Zylinder angesaugt wird, werden die Auslassventile über einen Bereich von 180° KW geöffnet. Dadurch sind die Auslassventile des ausschiebenden Zylinders rechtzeitig geschlossen und die Restgase im ansaugenden Zylinder werden weiter verringert.
- Für eine gute Volllastbeschleunigung bei niedrigen Drehzahlen werden die Einlassventile über einen Bereich von ca. 175° geöffnet. Damit ist sichergestellt, dass das Einlassventil geschlossen ist, bevor das Frischgas durch den aufsteigenden Kolben wieder heraus geschoben wird.
- Um möglichst viel Frischgas in die Zylinder zu bekommen, wurde der Ventilhub gegenüber dem des 1,4l-90kW-TSI-Motors von 9mm auf 9,5mm erhöht.

Die Hochdruck-Einspritzventile

Auch die Hochdruck-Einspritzventile haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Gemischbildung.
Je kleiner zum Beispiel die Tröpfchengröße des eingespritzten Kraftstoffes ist, umso schneller vermischt er sich mit der einströmenden Frischluft.
Der Einspritzdruck liegt zwischen 40 bar und 125 bar.

Einflussgrößen auf die Gemischbildung sind:

- Anzahl und Strahlausrichtung der Einspritzstrahlen
- Einspritzdruck
- Einspritzzeit
- Tröpfchengröße



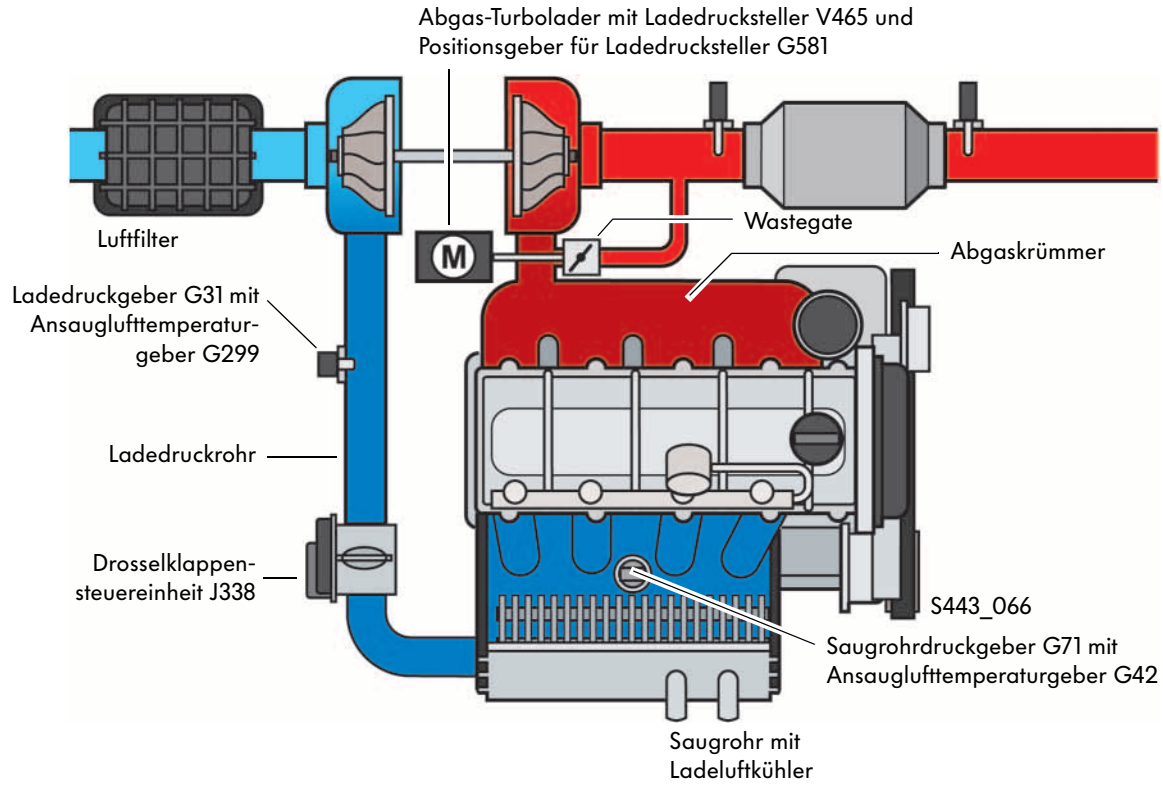
Die sechs Einzelstrahlen eines jeden Einspritzventils sind so angeordnet, dass sich eine optimale räumliche Ausrichtung ergibt.

Damit wird eine schnelle und effiziente Durchmischung mit der aus dem Drallkanal einströmenden Luft gewährleistet.

Die Einfachaufladung mit Abgas-Turbolader

Die Ladeluftstrecke

Da der Fahreindruck bei einem Aufladekonzept ganz wesentlich vom Ansprechverhalten des Abgas-Turboladers abhängt, wurde das Saugrohrvolumen verkleinert. Dadurch muss der Abgas-Turbolader ein geringeres Volumen verdichten und der erforderliche Ladedruck wird schneller erreicht.
Wie beim 1,4l-90kW-TSI-Motor wird auch bei diesem Motor eine flüssigkeitsgekühlte Ladeluftkühlung eingesetzt. Dabei wird die Ladeluft von einem mit Kühlmittel durchströmten Ladeluftkühler im Saugrohr gekühlt.



Unterschiede zum 1,4l-90kW-TSI-Motor

Die Regelung des Ladedruckes erfolgt über einen elektrischen Ladedrucksteller.
Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75, die Druckdose und das Umluftventil für Turbolader N249 sind entfallen.

Durch das schnelle Ansprechverhalten des elektrischen Ladedruckstellers wird das Wastegate im Schubbetrieb schnell geöffnet und so das Laderpumpen reduziert.

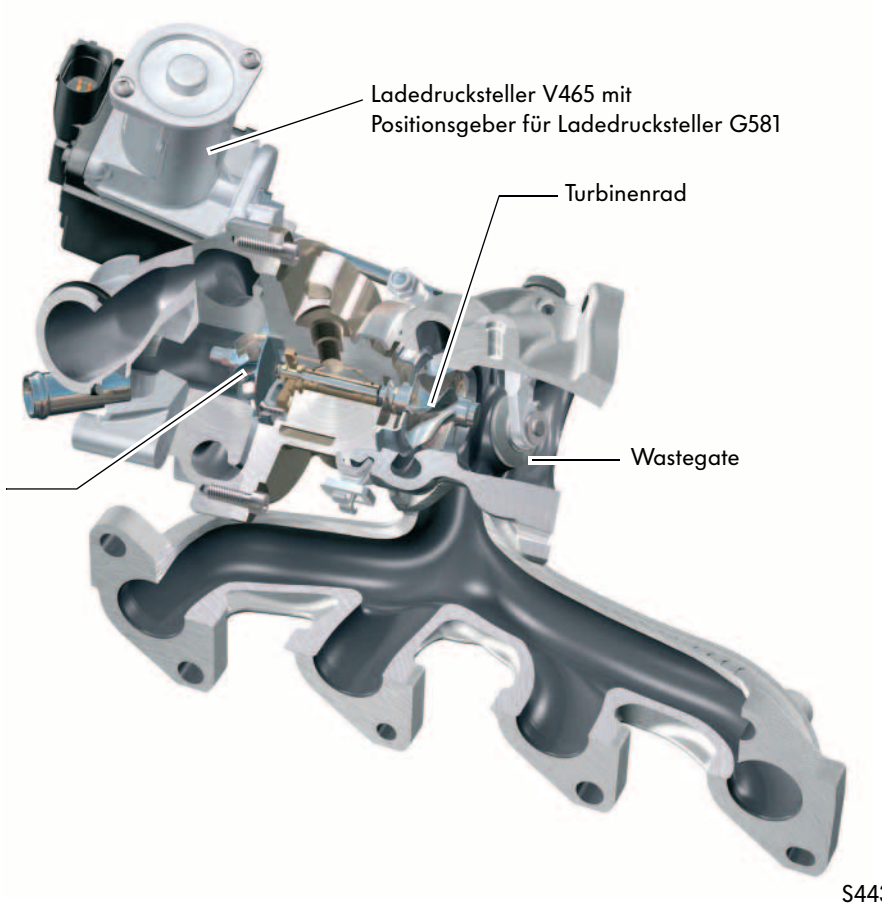
Das Abgas-Turboladermodul mit elektrischem Ladedrucksteller

Die Anforderungen an den Abgas-Turbolader sind bei diesem Motor besonders hoch, da er TSI-typische Fahrleistungen, wie das frühe Ansprechverhalten und ein hohes Drehmoment bei niedrigen Motordrehzahlen ermöglichen soll.

Um die geforderte Fahrleistung zu erreichen, wurden neben der Verkleinerung des Saugrohres weitere Maßnahmen am Abgas-Turbolader durchgeführt:

- Der Anströmwinkel des Abgases auf das Turbinenrad wurde so gewählt, dass das Trägheitsmoment des Turbinenrades möglichst leicht überwunden wird und das Turbinenrad dadurch schneller eine hohe Drehzahl erreicht.

- Das Wastegate wird über einen elektrischen Ladedrucksteller verstellt, der ein sehr schnelles Ansprechverhalten und eine hohe Betätigungskraft hat.



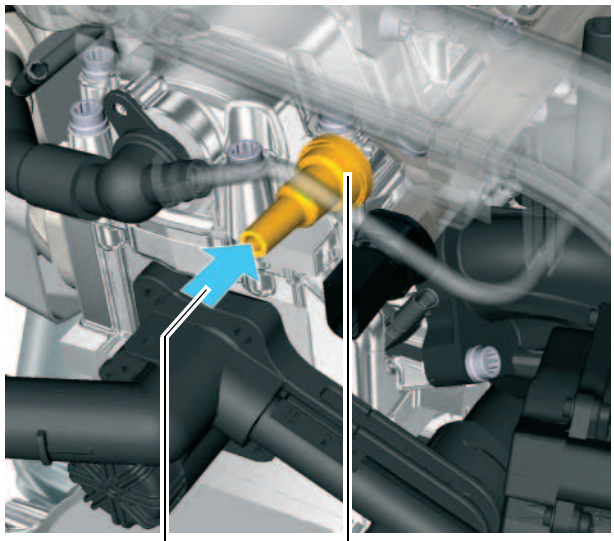
S443_106

Die Kurbelgehäusebe- und -entlüftung

Kurbelgehäusebelüftung

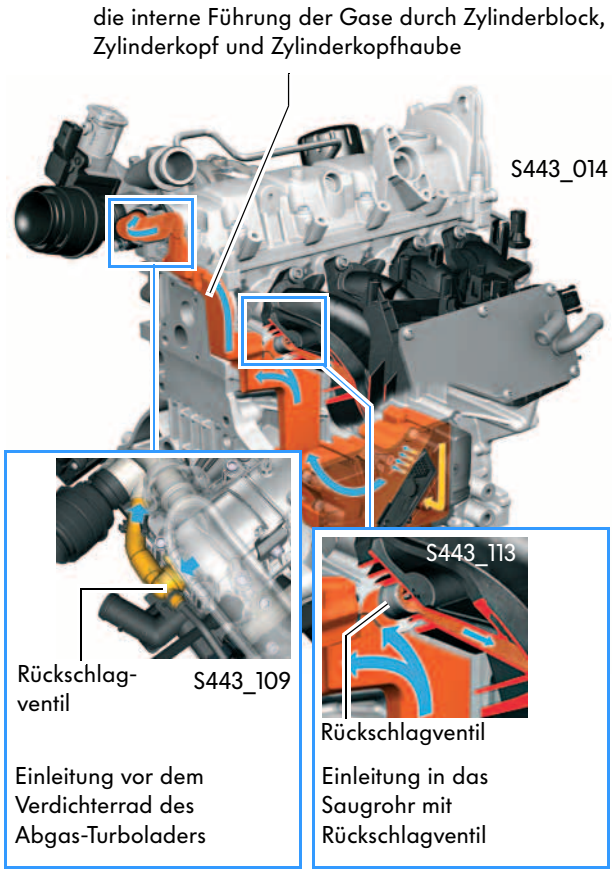
Mit der Kurbelgehäusebelüftung wird das Kurbelgehäuse durchgespült und die Wasserbildung im Öl verringert. Die Belüftung erfolgt über einen Schlauch vom Luftfilter zum Nockenwellengehäuse.

Ein Rückschlagventil gewährleistet eine kontinuierliche Luftzufuhr und es können keine Blow-by-Gase direkt und ungefiltert abgesaugt werden. Weiterhin ist das Rückschlagventil so konstruiert, dass es bei einem Überdruck im Kurbelgehäuse öffnet. Dadurch sind Beschädigungen an Dichtungen aufgrund von Überdruck ausgeschlossen.



Kurbelgehäuseentlüftung

Anders als beim 1,4l-90kW-TSI-Motor kommt eine intern geführte Kurbelgehäuseentlüftung zum Einsatz. Am Zylinderblock ist ein Ölabscheider aus Kunststoff angeschraubt. In ihm wird das Öl von den Gasen getrennt und tropft zurück in die Ölwanne. Die Gase strömen nun vom Zylinderblock zum Zylinderkopf. Je nachdem, wo der größte Unterdruck herrscht, werden sie direkt in das Saugrohr eingeleitet oder sie strömen weiter zur Zylinderkopfhaube, bis hin vor das Verdichterrad des Abgas-Turboladers. Die interne Führung der Gase verhindert, dass die Kurbelgehäuseentlüftung einfriert.

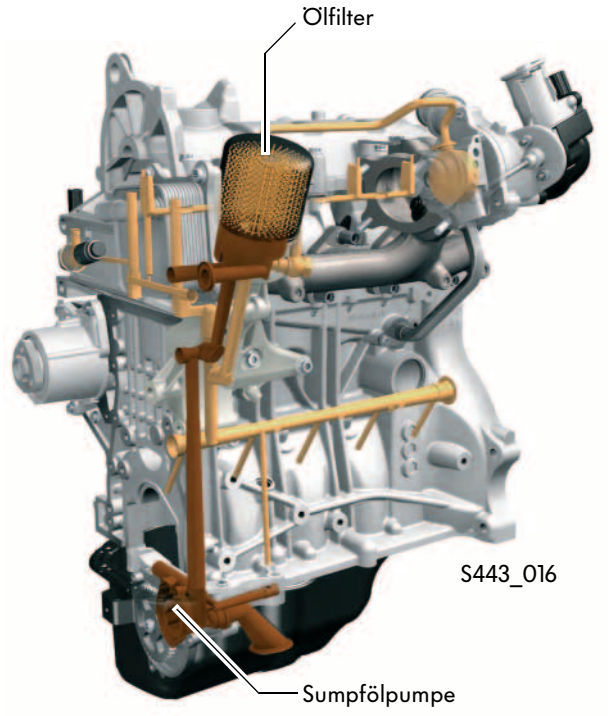


Die Ölversorgung

Ölkreislauf

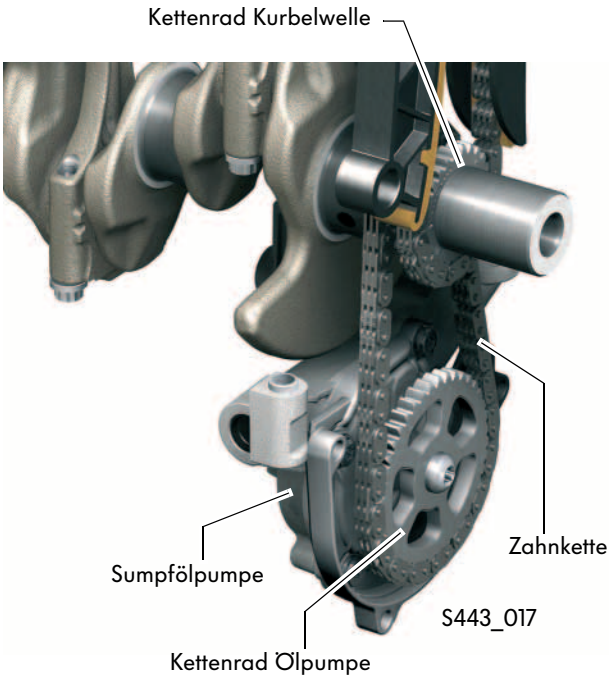
Die verkleinerten Haupt- und Pleuellager-abmessungen sowie der 2V-Ventiltrieb mit nur einer Nockenwelle führen zu einem deutlich abgesenkten Ölbedarf des Motors.
Dadurch kann eine kleinere Ölpumpe verbaut und die durchschnittliche Arbeitsleistung gegenüber der geregelten Ölpumpe um ca. 50% reduziert werden.

Die Druckregelung erfolgt über ein Druckregelventil hinter dem Ölfilter. Damit wird sicher gestellt, dass unabhängig von der Beladung des Ölfilters immer ein ausreichender Öldruck im Motor vorhanden ist.



Ölpumpenantrieb

Die Duo-Centric-Ölpumpe ist unten am Zylinderblock angeschraubt und wird über einen wartungsfreien Zahnkettentrieb von der Kurbelwelle angetrieben.
Um die Reibung gering zu halten, ist sie als Sumpföl-pumpe ausgeführt und wird mit einer niedrigen Dreh-zahl (Übersetzungsverhältnis = 0,6) angetrieben.



Die Kühlsysteme

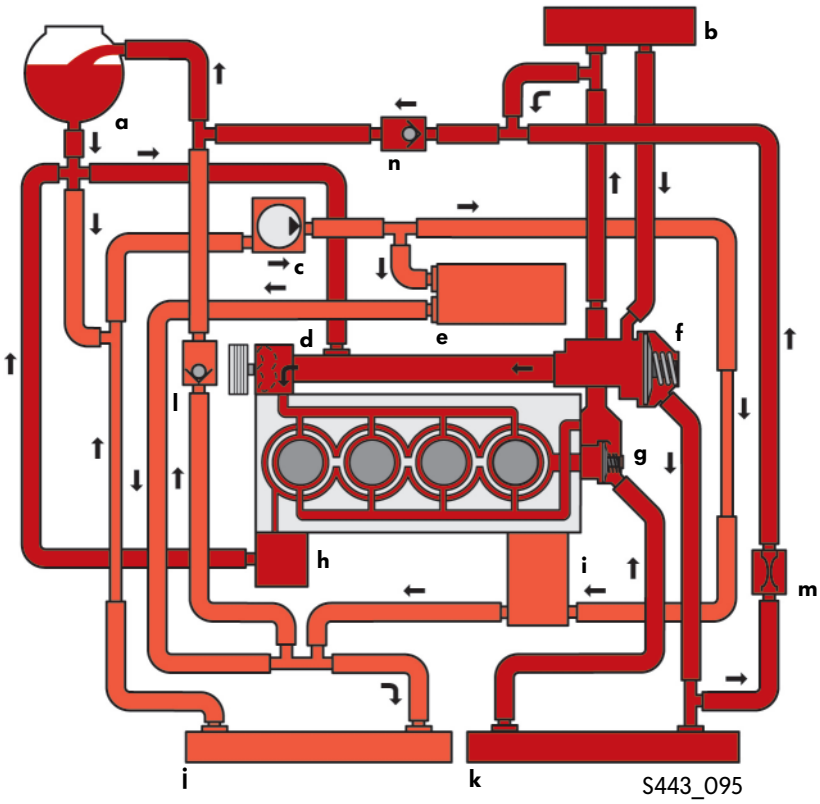
Wie beim 1,4l-90kW-TSI-Motor besitzt auch dieser Motor bis auf zwei Verbindungsstellen zwei voneinander unabhängige Kühlsysteme. Ein System, um wie bisher den Motor zu kühlen und ein Zweites, um die Ladeluft zu kühlen. Durch die beiden Verbindungsstellen kann ein gemeinsamer Ausgleichsbehälter verwendet werden. Die Temperaturdifferenz zwischen dem Motor-Kühlsystem und dem Ladeluft-Kühlsystem kann bis zu 100°C betragen.

Besonderheiten Motor-Kühlsystem

- abschaltbare, mechanische Kühlmittelpumpe
- Zweikreis-Kühlsystem für unterschiedliche Kühlmitteltemperaturen im Zylinderkopf und Zylinderblock

Besonderheiten Ladeluft-Kühlsystem

- elektrische Pumpe für Kühlmittelumlauf
- flüssigkeitsdurchströmter Ladeluftkühler im Saugrohr



Legende

a Ausgleichsbehälter
b Wärmetauscher für Heizung
c Pumpe für Kühlmittelumlauf V50
d abschaltbare, mechanische Kühlmittelpumpe
e Ladeluftkühler im Saugrohr
f Thermostat 1 vom Zylinderkopf
g Thermostat 2 vom Zylinderblock
h Ölkühler
i Abgas-Turbolader
j Zusatzkühler Ladeluftsystem
k Kühler
l Rückschlagventil
m Drossel

Motor-Kühlsystem
Ladeluft-Kühlsystem



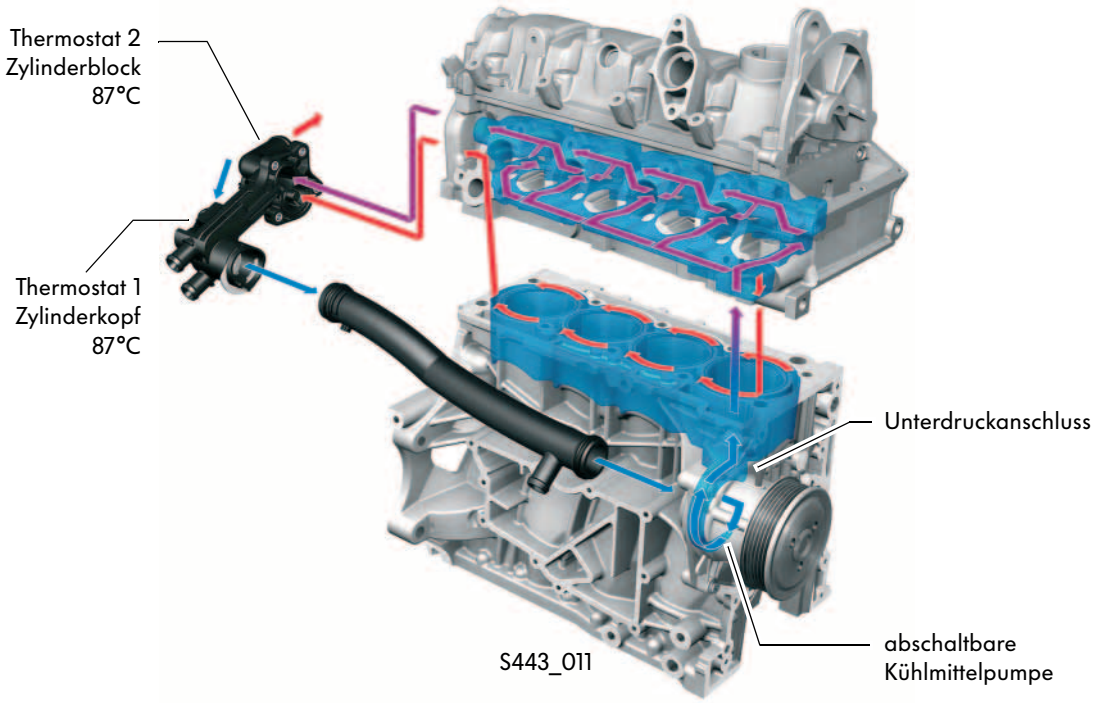
Um die Kühlleistung des Ladeluft-Kühlkreises sicherzustellen, muss er nach jedem Öffnen entlüftet werden. Die Entlüftung erfolgt entweder mit dem Kühlsystem-Befüllgerät -VAS 6096- oder über die Geführte Funktion „Kühlsystem auffüllen und entlüften“. Beachten Sie bitte die Hinweise im ELSA.

Das Motor-Kühlsystem

Auch bei diesem Motor kommt die bewährte Zweikreiskühlung zum Einsatz. Die getrennte Führung des Kühlmittels im Zylinderkopf und im Zylinderkurbelgehäuse ermöglicht einen unterschiedlichen Beginn der Kühlung in beiden Bauteilen. Gesteuert wird die Kühlmittelführung durch zwei Thermostate im Kühlmittel-Verteilergehäuse.
Ein Thermostat für den Zylinderkopf, das andere für den Zylinderblock.

Das Zweikreis-Kühlsystem hat folgende Vorteile:

- Der Zylinderblock wird schneller erwärmt, weil das Kühlmittel bis zum Erreichen von 87°C im Zylinderblock verbleibt. Die schnellere Erwärmung der Zylinderwände reduziert die Emissionen an Kohlenwasserstoffen.
- Da das Kühlmittel im Zylinderkopf schneller erwärmt als im Zylinderblock, ermöglicht die getrennte Kühlmittelführung eine frühzeitige Kühlung der Brennräume. Dadurch werden eine bessere Füllung, eine geringere Klopfgefahr und weniger Stickoxidemissionen erreicht.



Besondere Merkmale am Motorkühlsystem:

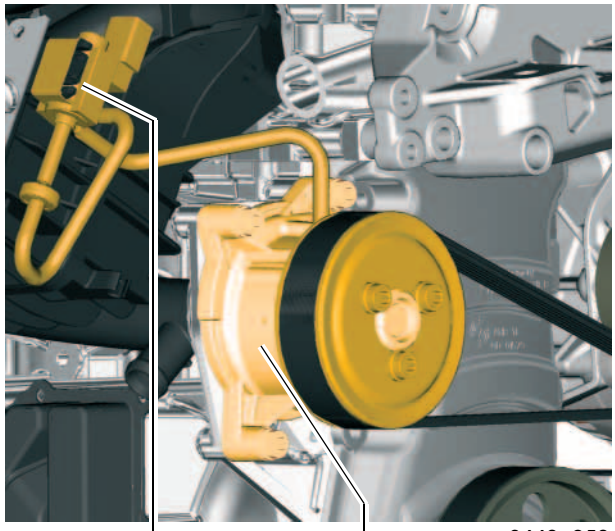
Um den Kraftstoffverbrauch und damit die CO_2-Emissionen weiter zu senken, kommt eine abschaltbare, mechanische Kühlmittelpumpe zum Einsatz, die während der Warmlaufphase kein Kühlmittel fördert. Dazu wird der Kühlmittelzufluss in den Zylinderblock und Zylinderkopf unterdruckgesteuert mit einer Blende versperrt.

Die abschaltbare Kühlmittelpumpe

Damit der Motor möglichst schnell seine Betriebstemperatur erreicht, wird die Förderung des Kühlmittels bei einer Kühlmitteltemperatur von weniger als 30°C abgeschaltet. Dadurch steht das Kühlmittel im Motor und wird schneller erwärmt.
Der Kraftstoffverbrauch, die CO_2- und die Abgasemissionen sinken.

Die Kühlmittelförderung wird beim Motorstart und einer Kühlmitteltemperatur von weniger als 30°C abgeschaltet und verbleibt in der Warmlaufphase im abgeschalteten Zustand:

- bei „Heizung aus“, bis die Kühlmitteltemperatur 90°C beträgt und
- bei „Heizung ein“, für eine Dauer von bis zu zwei Minuten.



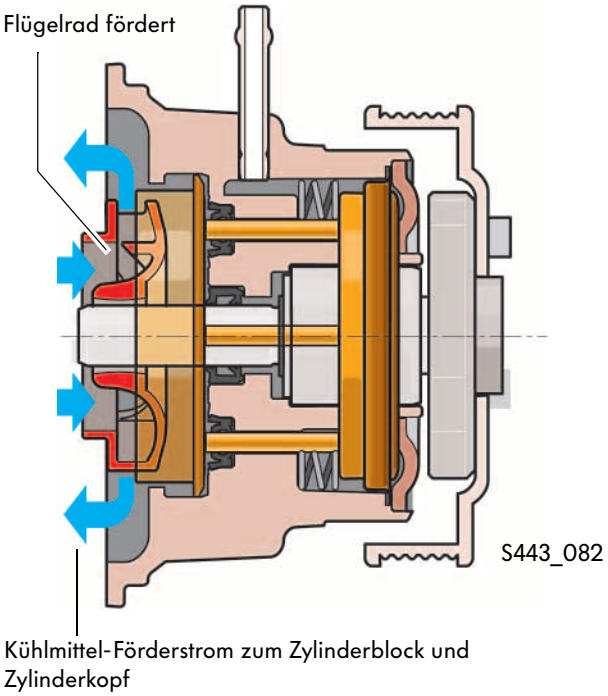
So funktioniert es

- Die Kühlmittelpumpe ist „eingeschaltet“:

Wird der Motor bei einer Kühlmitteltemperatur von 30°C oder mehr gestartet, ist die Kühlmittelpumpe von Anfang an eingeschaltet.
Das Kühlmittel wird wie bei einer herkömmlichen Kühlmittelpumpe zum Zylinderblock und Zylinderkopf gefördert.



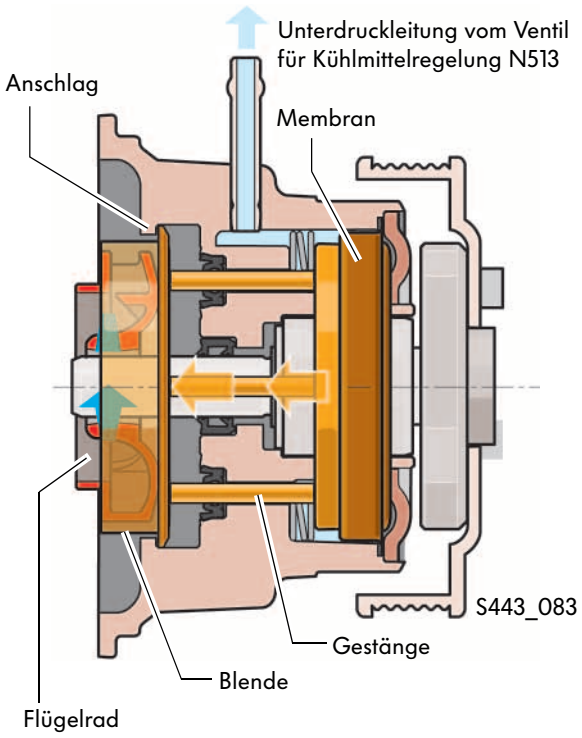
Bis die Thermostaten im Kühlmittelverteilergehäuse öffnen, verbleibt das Kühlmittel im Zylinderblock. Vom Zylinderkopf wird es nur Richtung Wärmetauscher gefördert aber nicht zum Kühler.



Beträgt die Kühlmitteltemperatur beim Motorstart weniger als 30°C, wird die Kühlmittelpumpe über das Ventil für Kühlmittelregelung „abgeschaltet“.

- Kühlmittelpumpe ist „abgeschaltet“:

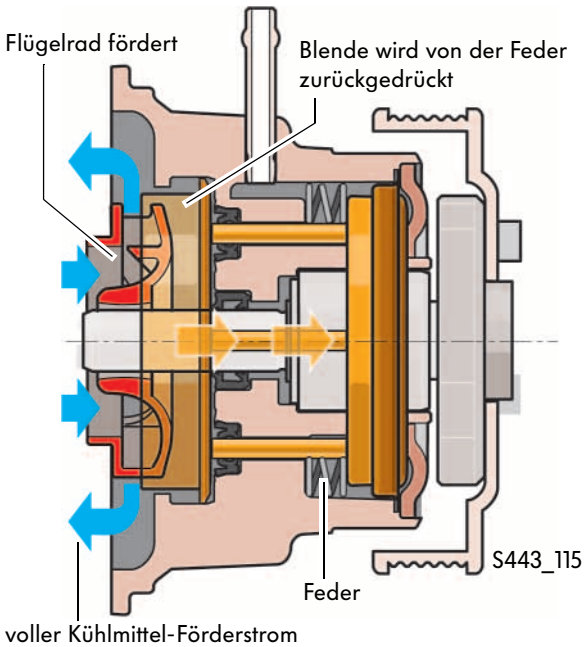
Das Ventil für Kühlmittelregelung wird vom Motorsteuergerät angesteuert und gibt den Weg zum Saugrohr frei. Durch den Unterdruck im Saugrohr wird die Membran nach links gezogen. Dadurch, dass die Blende und die Membran über ein Gestänge miteinander verbunden sind, wird die Blende über das Flügelrad geschoben bis sie am Anschlag anliegt.
Es wird kein Kühlmittel mehr gefördert.



Der Kühlmittel-Förderstrom wird durch die Blende abgeblockt.

- Die Kühlmittelpumpe wird wieder „eingeschaltet“:

Zum Wiedereinschalten wird das Ventil für Kühlmittelregelung mehrmals für eine Sekunde im Abstand von ca. 7 Sekunden ein- und ausgeschaltet.
Dadurch wird sichergestellt, dass sich das warme Kühlmittel aus dem Motor nur langsam mit dem kalten Kühlmittel vermischt.
Bei einer Heizanforderung wird die Kühlmittelpumpe sofort eingeschaltet.
Das Ventil für Kühlmittelregelung wird nicht mehr angesteuert, der Unterdruck abgebaut und die Feder drückt die Blende in die Ausgangslage zurück.
Das Flügelrad ist wieder frei und fördert das Kühlmittel in Richtung Motor.



Die Systemübersicht

Saugrohrdruckgeber **G71** mit
Ansauglufttemperaturgeber **G42**

Ladedruckgeber **G31** mit
Ansauglufttemperaturgeber **G299**

Motordrehzahlgeber **G28**

Hallgeber **G40**

Drosselklappen-Steuereinheit **J338** mit
Winkelgeber 1 und 2 für
Drosselklappenantrieb bei elektrischer
Gasbetätigung **G187** und **G188**

Gaspedalstellungsgeber **G79** und
Gaspedalstellungsgeber 2 **G185**

Positionsgeber für Ladedrucksteller **G581**

Kupplungspositionsgeber **G476**

Bremspedalstellungsgeber **G100**

Kraftstoffdruckgeber **G247**

Klopfsensor **G61**

Kühlmitteltemperaturgeber **G62**

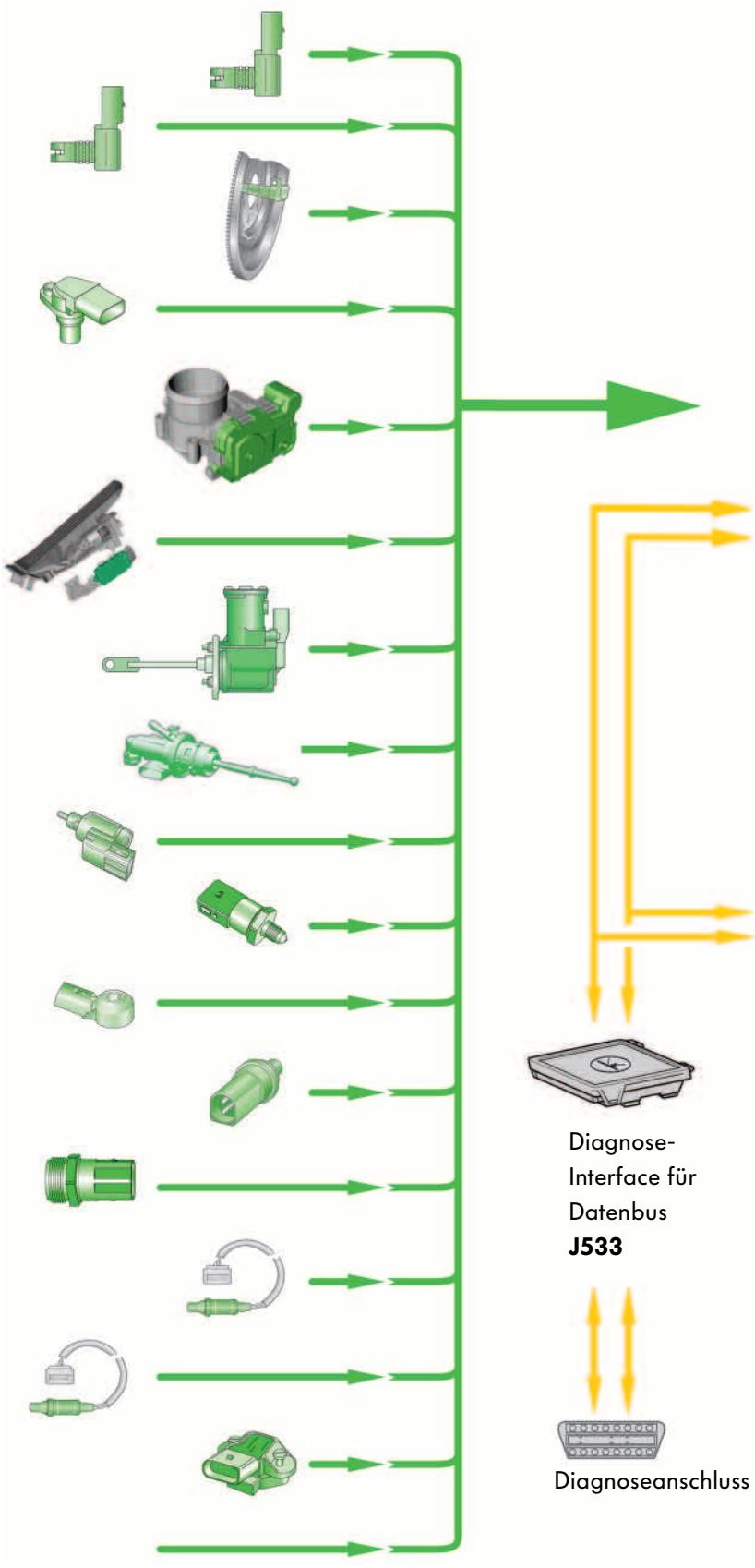
Kühlmitteltemperaturgeber am
Kühlerausgang **G83**

Lambdasonde **G39**

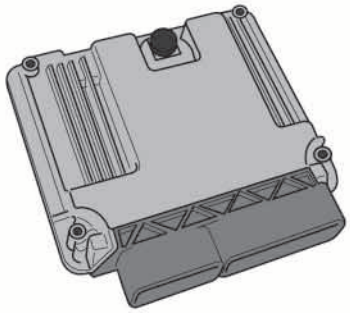
Lambdasonde nach Katalysator **G130**

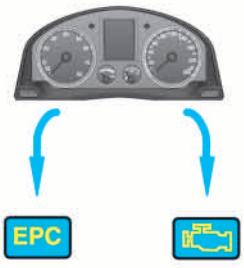
Drucksensor für Bremskraftverstärkung **G294**

Zusatz-Eingangssignale

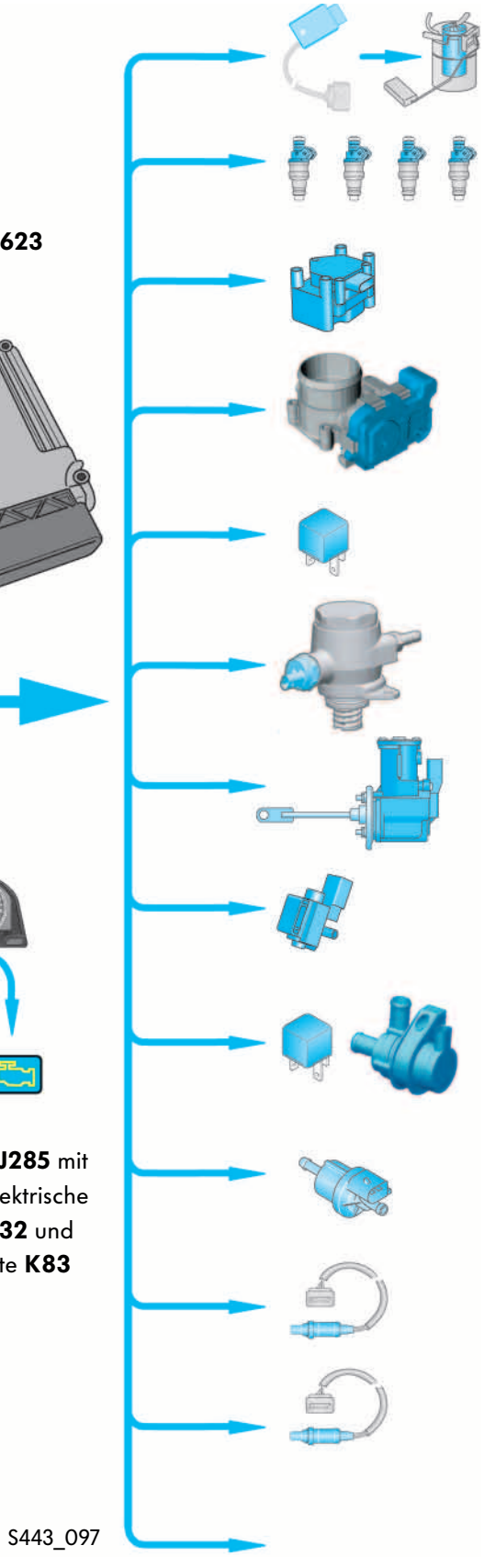


Motorsteuergerät **J623** mit Geber für Umgebungsdruck





Steuergerät im Schalttafeleinsatz **J285** mit Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung **K132** und Abgas-Warnleuchte **K83**



Steuergerät für Kraftstoffpumpe **J538**
Kraftstoffpumpe **G6**

Einspritzventile für Zylinder 1 bis Zylinder 4 **N30** - **N33**

Zündtrafo **N152**

Drosselklappen-Steuereinheit **J338** mit Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung **G186**

Stromversorgungsrelais **J271**

Regelventil für Kraftstoffdruck **N276**

Ladedrucksteller **V465**

Ventil für Kühlmittelregelung **N515**

Relais für Kühlmittelzusatzpumpe **J496**
Pumpe für Kühlmittelumlauf **V50**

Magnetventil für Aktivkohlebehälter **N80**

Heizung für Lambdasonde **Z19**

Heizung für Lambdasonde nach Katalysator **Z29**

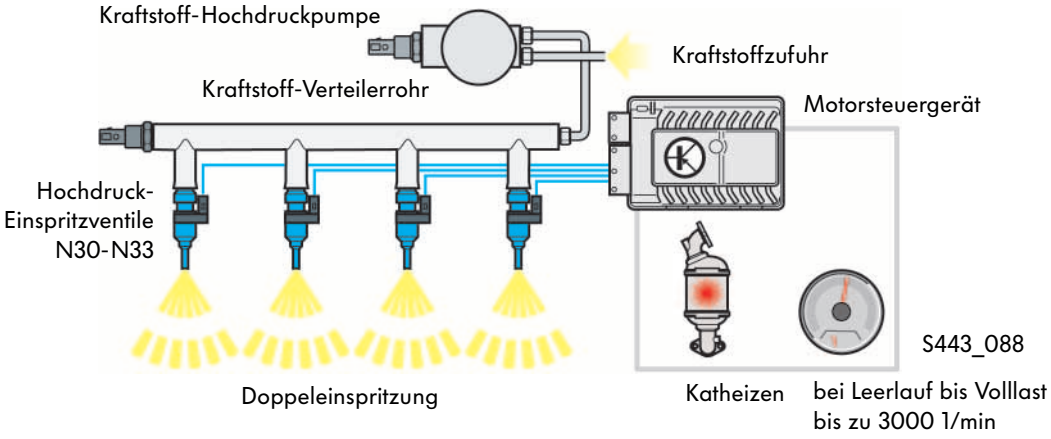
Zusatz-Ausgangssignale

S443_097

Das Motorsteuergerät J623

Das Motormanagement ist die Simos 10. Es beinhaltet die gleichen Funktionen, wie beim 1,4l-90kW-TSI-Motor.

Die Doppeleinspritzung



Doppeleinspritzung beim Katheizen

Beim Katheizen mit Doppeleinspritzung wird der Katalysator schneller aufgeheizt als mit Einzeleinspritzung. Die Doppeleinspritzung ermöglicht einen stabilen Motorlauf bei späten Zündwinkeln. Durch die späte Verbrennung wird der Katalysator mit erhöhten Abgastemperaturen und -massenströmen beaufschlagt.
Alles zusammen trägt zur Abgasemissions- und Verbrauchssenkung bei.

Der erste Teil der Einspritzung mit 80% der Gesamtkraftstoffmenge erfolgt während des Ansaugtaktes. Dadurch wird eine gleichmäßige Aufbereitung des Kraftstoff-Luft-Gemisches herbeigeführt.

Bei der zweiten Einspritzung wird eine geringe Kraftstoffmenge vor Zünd-OT eingespritzt.

Doppeleinspritzung bis 3000 1/min

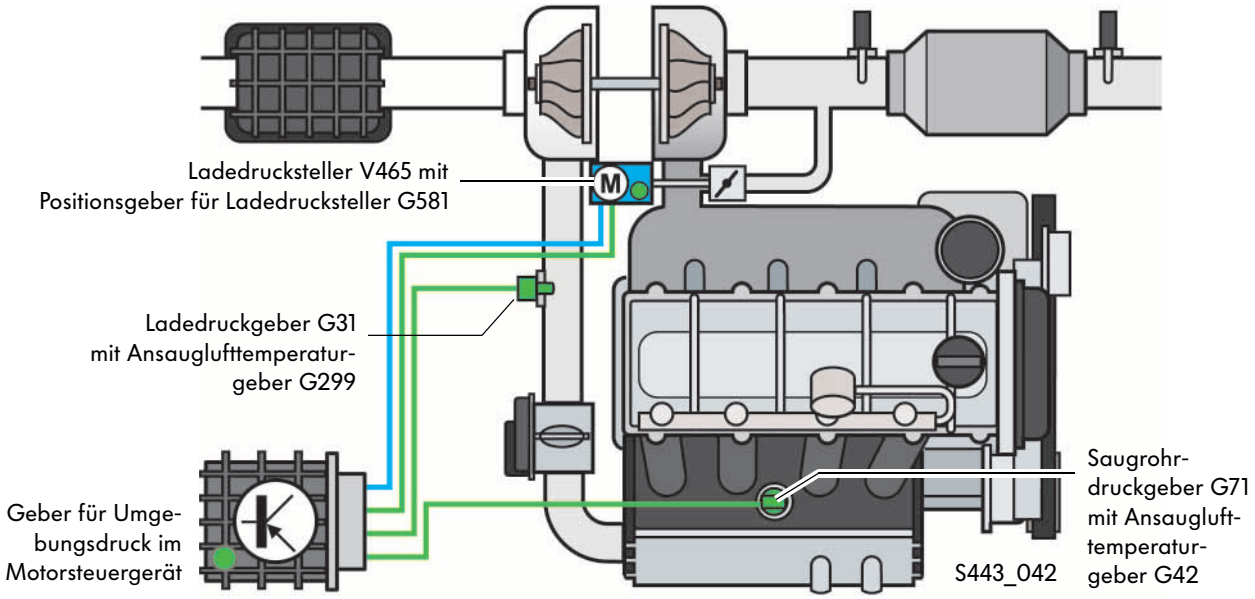
Die Doppeleinspritzung vom Leerlauf bis zur Volllast bei bis zu 3000 1/min dient der gleichmäßigeren Gemischaufbereitung.

Die erste Einspritzung erfolgt vor Zünd-OT während des Ansaugtaktes. Dabei wird kennfeldabhängig 50 - 80% des insgesamt einzuspritzenden Kraftstoffes eingespritzt.

Bei der zweiten Einspritzung wird die restliche Kraftstoffmenge zu Beginn des Verdichtungstaktes eingespritzt. Dadurch lagert sich weniger Kraftstoff an der Zylinderwand ab. Der Kraftstoff verdampft fast vollständig und die Gemischbildung wird verbessert.
Des Weiteren entsteht im Bereich der Zündkerze ein etwas fetteres Gemisch als im Rest des Brennraumes. Das verbessert den Verbrennungsablauf und verringert die Klopfneigung.

Die Ladedruckregelung

Die Ladedruckregelung bestimmt die Luftmasse, die vom Abgas-Turbolader verdichtet und in die Zylinder gepumpt wird. Für eine möglichst genaue Regelung sind zwei Druckgeber mit jeweils einem Ansaugluftemperaturgeber verbaut.



Ladedruckgeber G31 mit Ansaugluftemperaturgeber G299

Das Signal des Ladedruckgebers wird zur Regelung und Überwachung des Ladedruckes benötigt. Anhand des Signals des Ansaugluftemperaturgebers wird der Ladedruck bei zu hoher Temperatur zum Schutz der Bauteile heruntergeregelt.

Saugrohrdruckgeber G71 mit Ansaugluftemperaturgeber G42

Aus den Signalen von Saugrohrdruckgeber und Ansaugluftemperaturgeber wird vom Motorsteuergerät die Luftmasse im Saugrohr hinter dem Ladeluftkühler berechnet. Je nach berechneter Luftmasse wird der Ladedruck kennfeldabhängig angepasst und auf bis zu 2,1bar (absolut) erhöht.
Das Signal des Ansaugluftemperaturgebers dient als Korrekturwert für den Ladedruck, da die Temperatur Einfluss auf die Dichte der Ladeluft hat.

Geber für Umgebungsdruck

Der Geber für Umgebungsdruck im Steuergerät misst den Umgebungsluftdruck. Dieser dient als Korrekturwert für die Ladedruckregelung, da die Dichte der angesaugten Luft mit zunehmender Höhe abnimmt.

Der Ladedrucksteller V465 mit Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

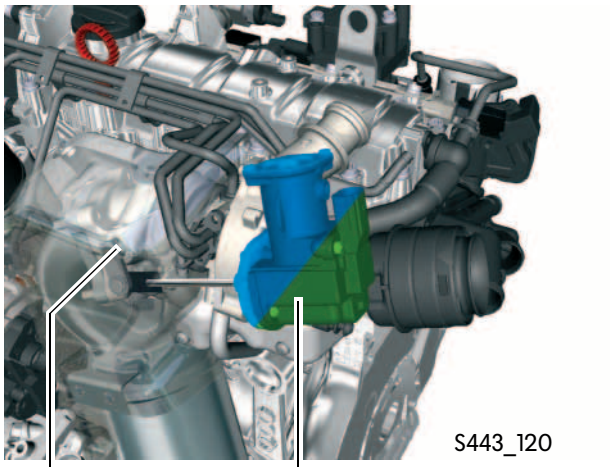
Der Ladedrucksteller ist ein Bestandteil des Abgas-Turboladers.

Aufgabe

Er dient zur Regelung des Ladedruckes

Die Vorteile des elektrischen Ladedruckstellers gegenüber dem pneumatischen Magnetventil für Ladedruckbegrenzung sind:

- Eine schnelle Verstellzeit und damit ein schnellerer Ladedruckaufbau
- Eine hohe Betätigungskraft, wodurch das Wastegate auch bei hohen Abgasmassenströmen sicher geschlossen bleibt, um den Soll-Ladedruck zu erreichen.
- Das Wastegate kann unabhängig vom Ladedruck betätigt werden. Dadurch kann das Wastegate im unteren Last-/Drehzahlbereich geöffnet werden. Der Grundladedruck sinkt und der Motor muss eine geringere Ladungswechselarbeit verrichten.



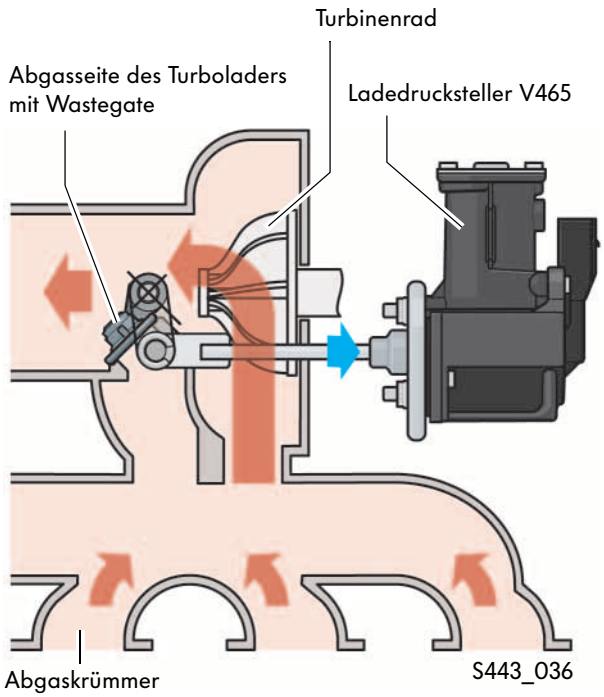
Auswirkung bei Ausfall

Bei einem elektrischen Ausfall wird das Wastegate über den Abgasmassenstrom aufgedrückt.
Bei einem mechanischen Ausfall wird das Wastegate vom elektrischen Ladedrucksteller geöffnet, bzw. die Drosselklappe entsprechend geschlossen.
Es erfolgt in beiden Fällen kein Ladedruckaufbau.

So funktioniert es

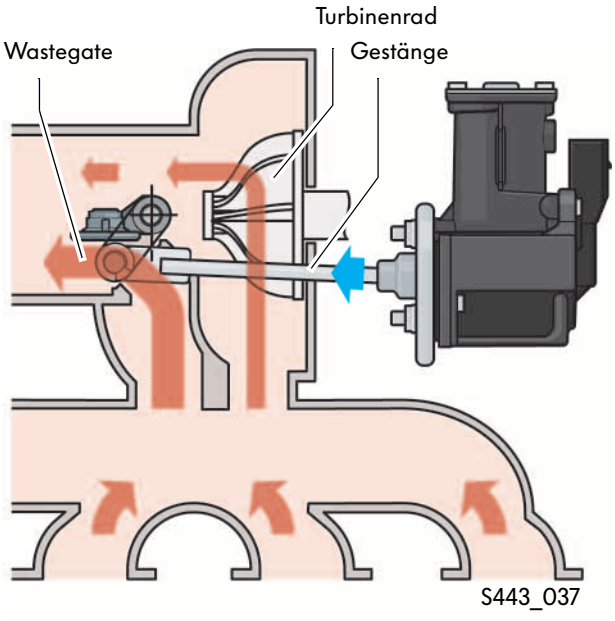
Das Motorsteuergerät berechnet je nach Drehmomentanforderung den erforderlichen Soll-Ladedruck, um die notwendige Luftmasse in den Zylinder zu fördern.
Bis dieser Soll-Ladedruck erreicht ist, bleibt das Wastegate geschlossen. So wird der gesamte Abgasstrom in Richtung Turbinenrad geleitet und treibt dieses an. Das Turbinenrad ist über eine gemeinsame Welle mit dem Verdichterrad der Frischluftseite verbunden. Dieses verdichtet die angesaugte Luft bis der Soll-Ladedruck erreicht ist.

Wastegate geschlossen



Ist der Soll-Ladedruck erreicht, wird das Wastegate auf die für den Soll-/Ist-Ladedruck benötigte Position geregelt.
Wird zum Beispiel das Wastegate weiter geöffnet, strömt ein Teil des Abgasstromes am Turbinenrad vorbei. Damit sinkt die Drehzahl des Turbinen- und des Verdichterrades. Die angesaugte Luft wird nicht mehr so stark verdichtet und der Ladedruck sinkt.
Den erforderlichen Verstellweg des Wastegate über das Gestänge berechnet das Motorsteuergerät anhand des Ist- und des Soll-Ladedruckes.
Mit dem Ladedruckgeber G31 wird der Ist-Ladedruck gemessen.

Wastegate geöffnet

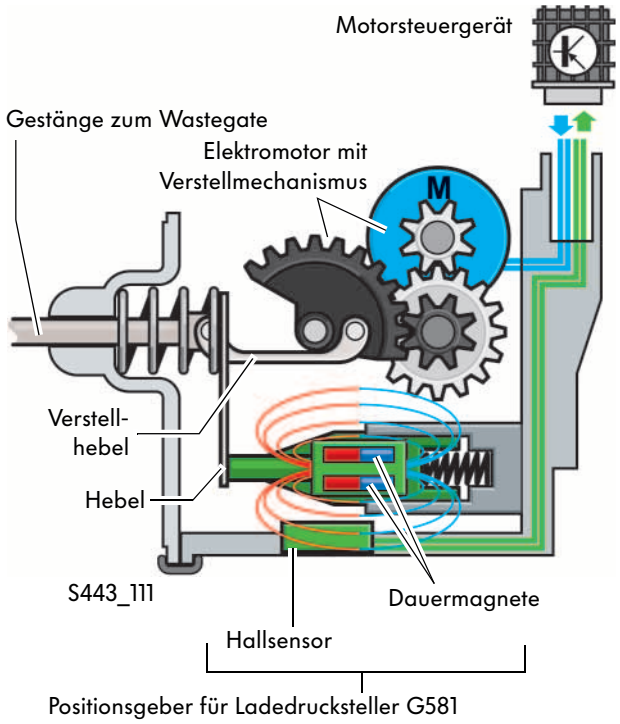


Regelablauf

Das Motorsteuergerät berechnet aus der Drehmomentanforderung den erforderlichen Soll-Ladedruck.
Weicht der Ist-Ladedruck vom Soll-Ladedruck ab, wird das Wastegate weiter geöffnet (Ladedruck sinkt) bzw. weiter geschlossen (Ladedruck steigt). In der Startstellung ist das Wastegate geschlossen.

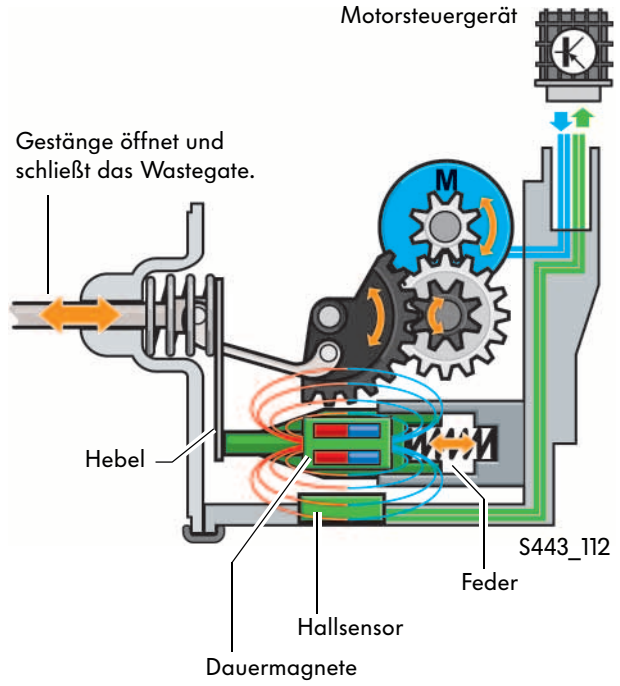
Wastegate geschlossen/geöffnet

Um den Soll-Ladedruck zu erreichen, errechnet das Motorsteuergerät die erforderliche Wastegateposition und steuert den elektrischen Ladedrucksteller mit einem PWM-Signal an.
Um die erforderliche Wastegateposition und damit den Soll-Ladedruck einstellen zu können, ist im Ladedrucksteller der Positionsgeber für Ladedrucksteller verbaut. Es ist ein Hallsensor, der über einen Hebel mit dem Verstellmechanismus verbunden ist.



Durch eine Feder werden die Dauermagnete gegen einen Hebel gedrückt, der sich zusammen mit dem Gestänge bewegt. Dadurch gleiten die beiden Magnete mit jeder Verstellung des Wastegate am Hallgeber vorbei.

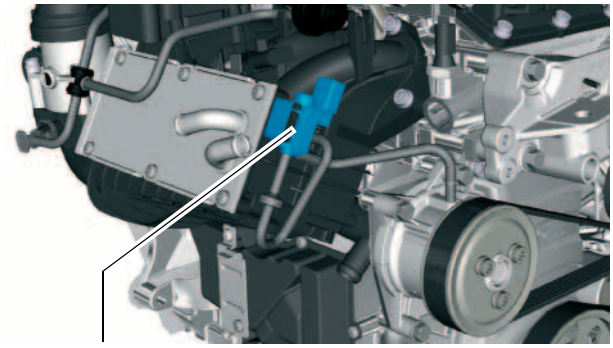
Anhand der magnetischen Feldstärke erkennt die Sensorelektronik bzw. das Motorsteuergerät die Stellung des Verstellmechanismus und damit die Position des Wastegate.



Die Aktoren

Das Ventil für Kühlmittelregelung N513

Das Ventil ist auf der Keilrippenriemenseite des Motors seitlich an das Saugrohr abgeschraubt.



Ventil für Kühlmittelregelung N513 S443_116

Aufgabe

Das Ventil für Kühlmittelreglung wird vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert. Es gibt den Weg zum Unterdrucksystem des Motors frei. Mit Hilfe des Unterdruckes aus dem Saugrohr wird die Kühlmittelpumpe an- bzw. abgeschaltet.

Auswirkung bei Ausfall

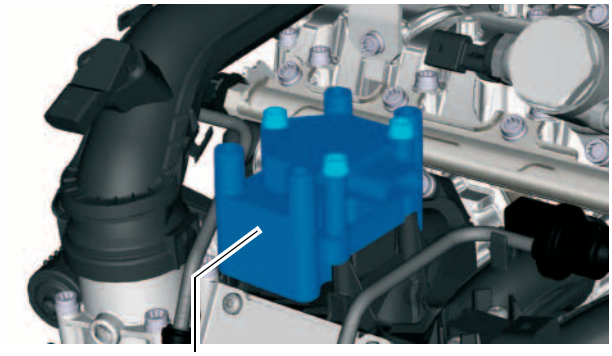
Fällt das Ventil aus, wird die Kühlmittelpumpe nicht mehr bedarfsgerecht an- bzw. ausgeschaltet.

Befindet sich die Kühlmittelpumpe im eingeschalteten Zustand, dauert es länger, bis der Motor seine Betriebstemperatur erreicht hat.

Befindet sie sich im abgeschalteten Zustand, wird die Blende durch Federn in die Ausgangsstellung gedrückt. Ist das nicht möglich, steigt die Kühlmitteltemperatur unzulässig hoch an, da die Kühlmittelpumpe nicht fördert.
Die Kontrollleuchte für Kühlmitteltemperatur K28 wird eingeschaltet.

Der Zündtrafo N152

Der Zündtrafo für die ruhende Hochspannungsverteilung ist auf dem Saugrohr angeschraubt.



Zündtrafo N152 S443_077

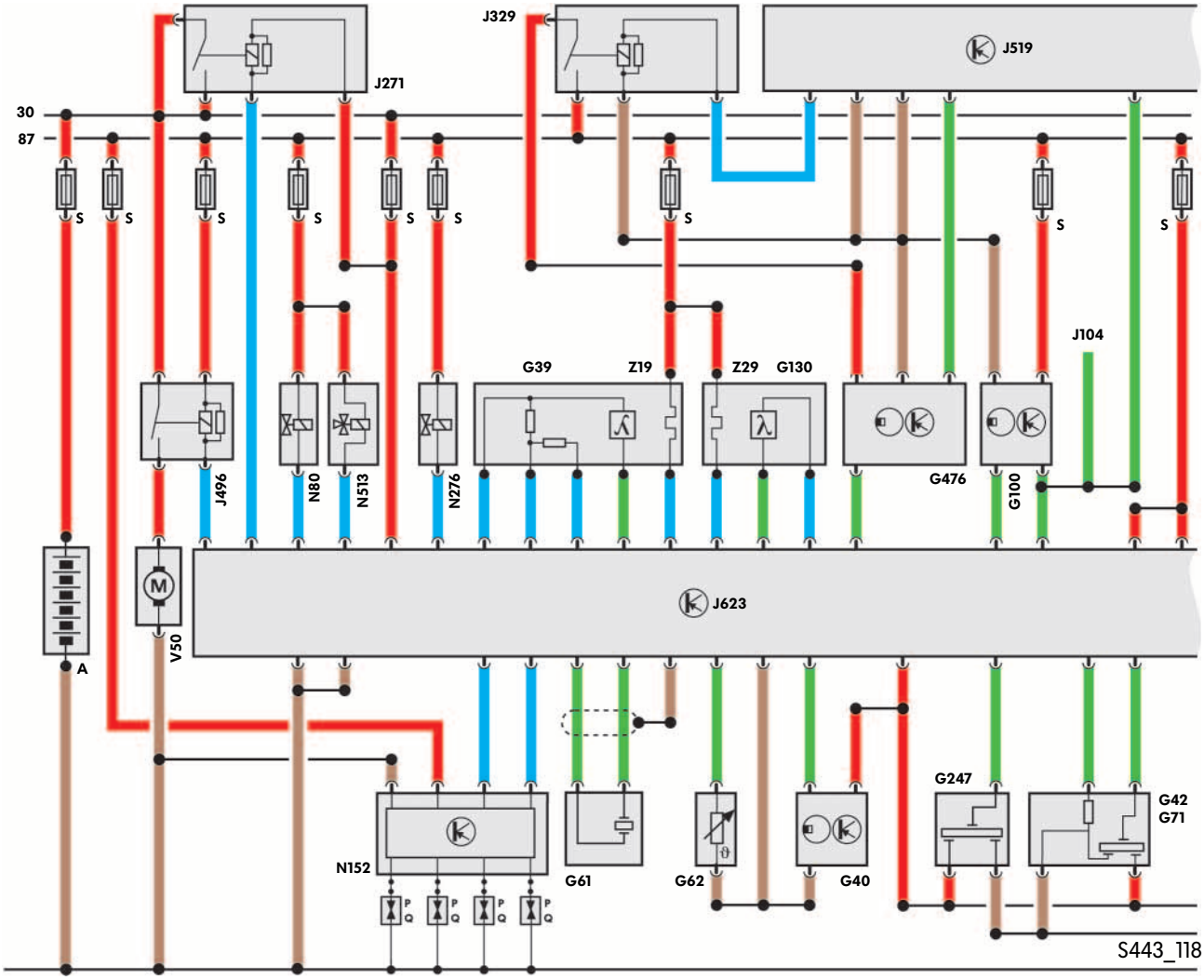
Aufgabe

Der Zündtrafo hat die Aufgabe, das Kraftstoff-Luftgemisch über die Zündkerzen zum richtigen Zeitpunkt zu entzünden. Der Zündwinkel wird für jeden Zylinder individuell gesteuert.

Auswirkung bei Ausfall

Fällt der Zündtrafo aus, wird der Motor abgeschaltet. Es erfolgt ein Eintrag in den Fehlerspeicher des Motorsteuergerätes und die Abgas-Warnleuchte wird eingeschaltet.

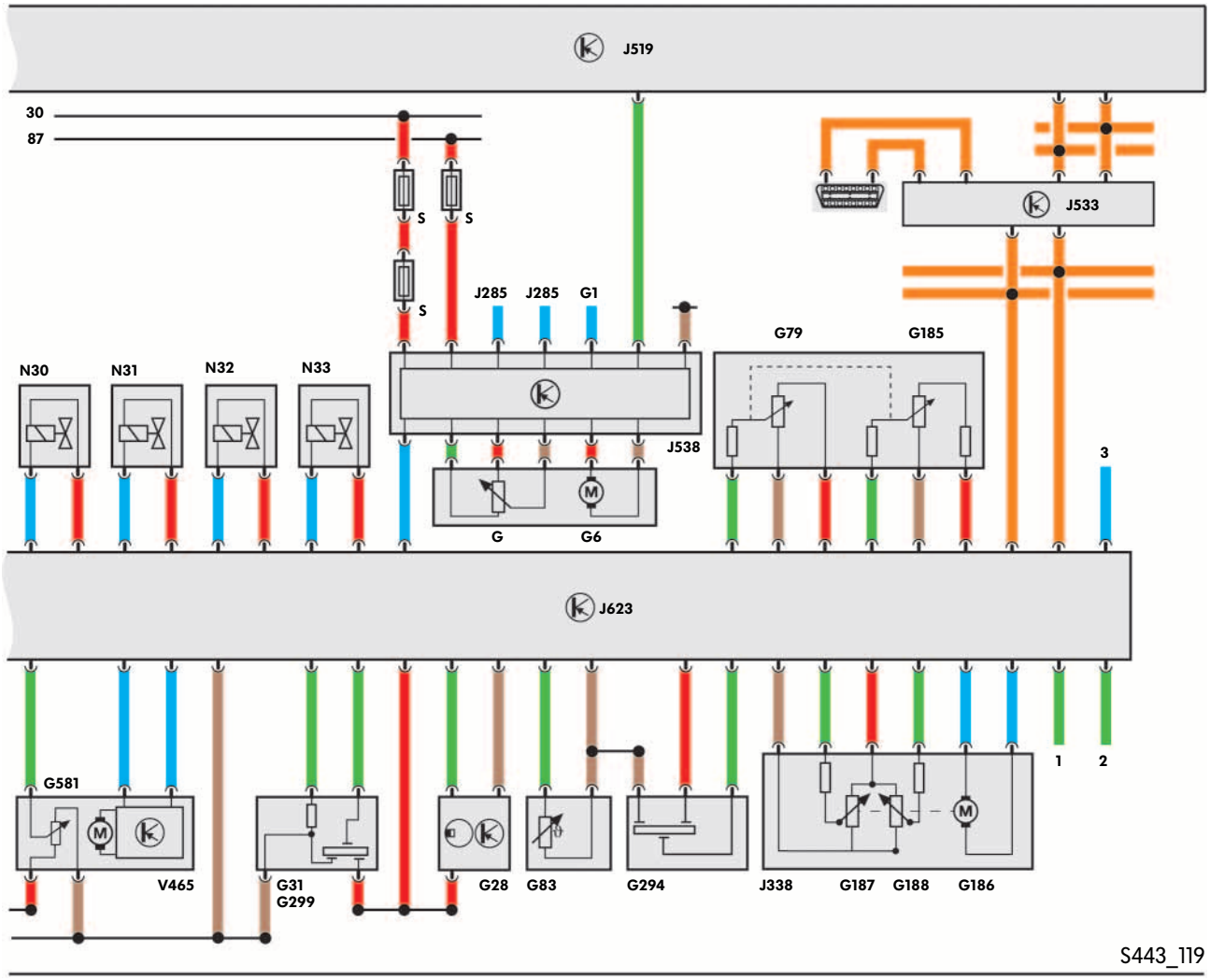
Der Funktionsplan



A Batterie

G Geber für Kraftstoffvorratsanzeige
G1 Kraftstoffvorratsanzeige
G6 Kraftstoffpumpe für Vorförderung
G28 Motordrehzahlgeber
G31 Ladedruckgeber
G39 Lambdasonde
G40 Hallgeber
G42 Ansauglufttemperaturgeber
G61 Klopfsensor 1
G62 Kühlmitteltemperaturgeber
G71 Saugrohrdruckgeber
G79 Gaspedalstellungsgeber
G83 Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang
G100 Bremspedalstellungsgeber
G130 Lambdasonde nach Katalysator
G185 Gaspedalstellungsgeber 2
G186 Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung
G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
G247 Kraftstoffdruckgeber
G294 Drucksensor für Bremskraftverstärkung
G299 Ansauglufttemperaturgeber 2
G476 Kupplungspositionsgeber
G581 Positionsgeber für Ladedrucksteller

J104 Steuergerät für ABS
J271 Stromversorgungsrelais
J285 Steuergerät im Schalttafeleinsatz



J329 Relais für Spannungsversorgung der Kl. 15
J338 Drosselklappen-Steuereinheit
J496 Relais für Kühlmittelzusatzpumpe
J519 Bordnetzsteuergerät
J533 Diagnose-Interface für Datenbus
J538 Steuergerät für Kraftstoffpumpe
J623 Motorsteuergerät

N30 - Einspritzventile für Zylinder 1 - 4
N33
N80 Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter
N152 Zündtrafo
N276 Regelventil für Kraftstoffdruck
N513 Magnetventil für Kühlmittelkreislauf

Q Zündkerzen

R Zündkerzenstecker

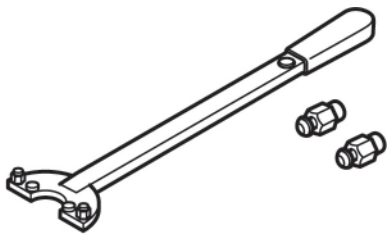
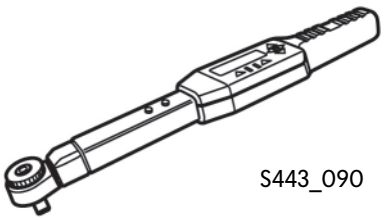
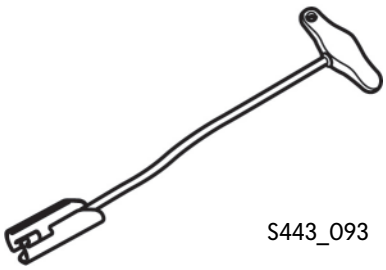
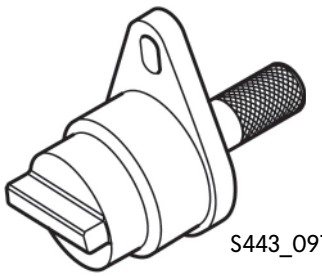
V50 Pumpe für Kühlmittelumlauf
V465 Ladedrucksteller

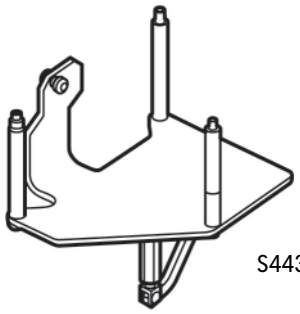
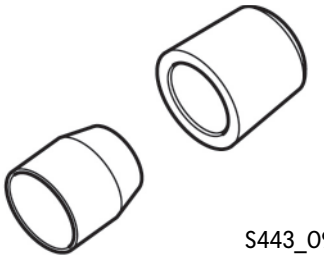
Z19 Heizung für Lambdasonde
Z29 Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator

1 Drehstromgeneratorklemme 0FM
2 Schalter für Geschwindigkeitsregelanlage
3 Kühlerlüfter Stufe 1

Plus
Masse
Ausgangssignal
Eingangssignal
CAN-Datenbus

Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
Gegenhalter 3415 mit Adapter 3415/2	 S443_092	Mit dem Gegenhalter und dem Adapter wird die Riemenscheibe festgehalten und die Befestigungsschraube der Riemenschraube gelöst bzw. festgezogen.
Drehmoment-schlüssel (drehwinkel-gesteuert) VAS 6583	 S443_090	Der drehwinkelgesteuerte Drehmomentschlüssel dient z. B. zum Anziehen der Schrauben des oberen und unteren Steuergehäuses.
Abzieher T10112A	 S443_093	Mit dem Abzieher werden die Zündkerzenstecker von den Zündkerzen abgezogen.
Arretierbolzen T10414	 S443_091	Mit dem Arretierbolzen wird die Nockenwelle arretiert.

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
Motorhalter T10416	 S443_089	Mit dem Motorhalter können der Motor und das Getriebe nach unten abgesenkt werden.
Montage-vorrichtung T10417	 S443_094	Die Montagevorrichtung dient zur Montage des Dichtringes an der Kurbelwellen-Riemenscheibeseite.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?

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

1. Welche Aussage zur mechanischen Kühlmittelpumpe ist richtig?

☐ a) Die mechanische Kühlmittelpumpe ist entfallen. Die elektrische Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 hat deren Aufgabe übernommen.

☐ b) Die mechanische Kühlmittelpumpe wurde durch eine elektrische Kühlmittelpumpe ersetzt. Diese wird beim Motorstart nicht eingeschaltet, wodurch der kalte Motor schneller warm wird.

☐ c) Die mechanische Kühlmittelpumpe wird bei kaltem Motorstart abgeschaltet, wodurch der kalte Motor schneller warm wird.

2. Welche Aussage zur Kurbelgehäuseentlüftung ist richtig?

☐ a) Die Kurbelgehäuseentlüftung erfolgt vom Zylinderblock über eine Verschlauchung in das Saugrohr.

☐ b) Die Kurbelgehäuseentlüftung erfolgt intern und die Gase werden je nach Unterdruckverhältnissen in das Saugrohr oder vor das Verdichterrad des Abgas-Turboladers eingeleitet.

☐ c) Die Kurbelgehäuseentlüftung erfolgt intern über den Zylinderblock und wird dort in das Saugrohr eingeleitet.

3. Wie erfolgt die Ladedruckregelung?

☐ a) Die Ladedruckregelung erfolgt über das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75 und eine Druckdose.

☐ b) Die Ladedruckregelung erfolgt über den elektrischen Ladedrucksteller V465 und den Positionsgeber für Ladedrucksteller G581.

☐ c) Die Ladedruckregelung erfolgt über die Regelklappen-Steuereinheit J808.

4. Welche Aussage zum Steuergehäuse ist richtig?

☐ a) Das Steuergehäuse ist einteilig ausgeführt.

☐ b) Das Steuergehäuse ist zweiteilig ausgeführt, Steuergehäuse-Oberteil und Steuergehäuse-Unterteil bestehen aus Kunststoff.

☐ c) Das Steuergehäuse ist zweiteilig ausgeführt, das Steuergehäuse-Oberteil besteht aus Kunststoff, das Steuergehäuse-Unterteil aus Magnesium und wird mit speziellen Aluminiumschrauben befestigt.

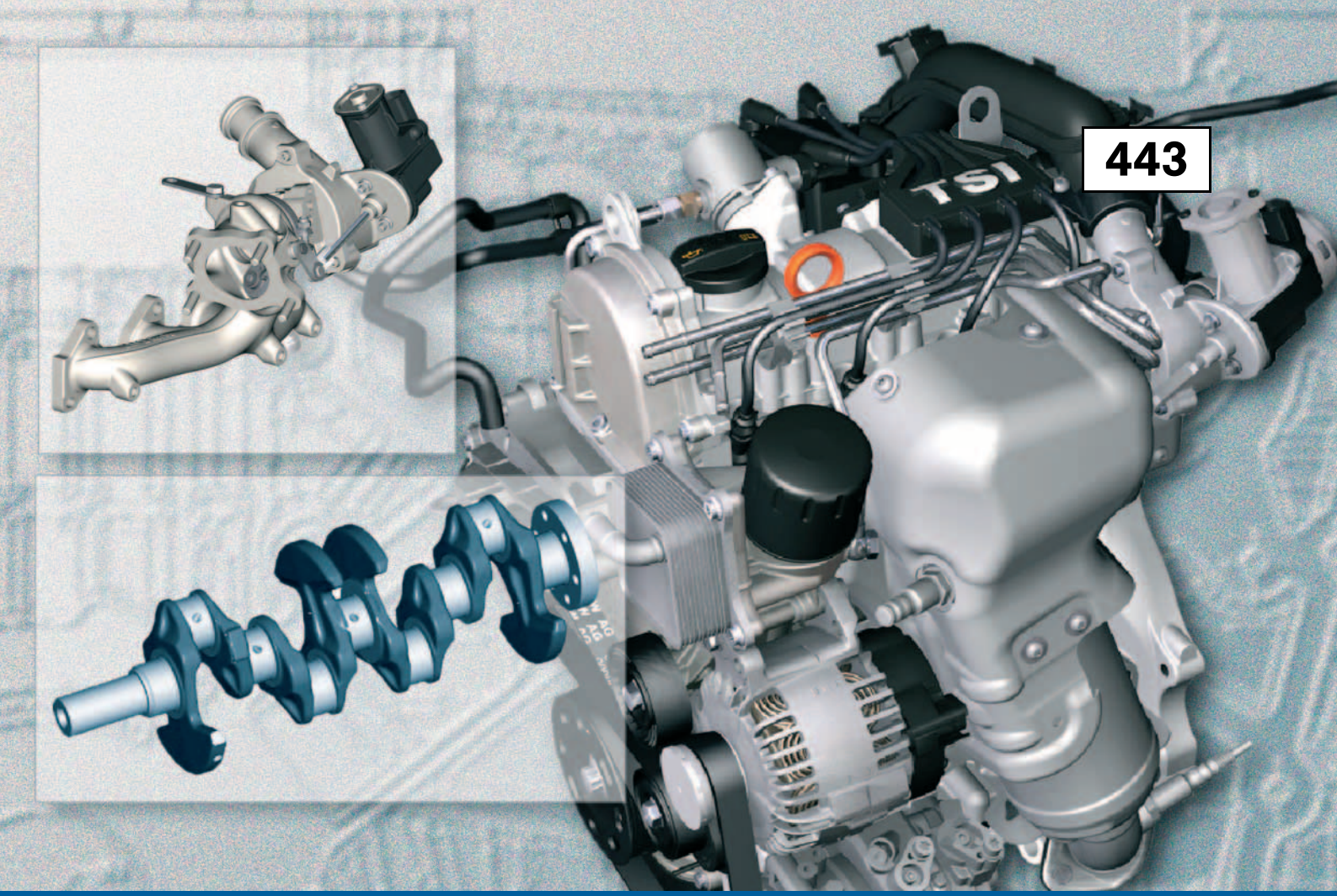
5. Welches sind die Vorteile des elektrischen Ladedruckstellers?

☐ a) Schnelle Verstellzeit, dadurch schneller Druckaufbau.

☐ b) Hohe Betätigungskraft, dadurch bleibt das Wastegate auch bei hohen Druckschwankungen sicher geschlossen.

☐ c) Das Wastegate kann zu jeder Zeit betätigt werden, dadurch kann es im unteren Last-/Drehzahlbereich geöffnet werden, der Grundladedruck sinkt und der Motor muss eine geringere Ladungswechselarbeit verrichten.

Lösungen
1. c)
2. b)
3. b)
4. c)
5. a) , b), c)



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2812.23.00 Technischer Stand 12/2009

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

❀ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.