Service Training



Audi 1,4l-TFSI-Motor

Selbststudienprogramm 432

TFSI





Mit dem 1,4l-TFSI-Motor setzt bei Audi ein modernes Aggregat im Einstiegssegment ein. Die Entwicklung des Motors wurde konsequent nach dem „*Downsizing**- Konzept“ realisiert. Denn dies ist ein wirkungsvoller Entwicklungsschritt zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs als auch der Schadstoffemissionen. Im Einzelnen bedeutet das, dass nicht aufgeladene Motoren durch kleinere Aggregate mit Aufladung ersetzt werden. Ziele des Downsizing sind vor allem die Gewichtsreduzierung, die Verminderung der Reibung, eine geringerer Kraftstoffverbrauch, geringere Abgasemissionen und natürlich der geringere Platzbedarf des Motors. Daraus ergeben sich weitere Vorteile bei der Raumausnutzung des Fahrzeugs.

Der 1,4l-TFSI-Motor wurde von Volkswagen in Zusammenarbeit mit Audi entwickelt und kommt konzernweit zum Einsatz. Als Basis der Gemeinschaftsentwicklung diente der 1,4l-TSI-Motor mit Doppelaufladung von Volkswagen.

Bei Audi wird der neu entwickelte 1,4l-TFSI-Motor im A3 und im A3 Sportback eingesetzt. Hier positioniert er sich zwischen dem 1,6l-MPI-Motor (75 kW) und dem 1,8l-TFSI-Motor (118 kW). Mit einer Leistung von 92 kW (125 PS), einem maximalen Drehmoment von 200 Nm und einem für diese Motorisierung sehr günstigen Kraftstoffverbrauch bekommen die Kunden ein leistungsfähiges und zugleich sparsames Triebwerk. In Verbindung mit einem lang übersetzten 6-Gang-Schaltgetriebe oder dem 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe wird daraus ein überzeugendes Antriebskonzept mit Fahrspaß ohne Reue.



432_071

Lernziele dieses Selbststudienprogramms

In diesem Selbststudienprogramm lernen Sie den Aufbau und die Funktion des 1,4l-TFSI-Motors kennen. Wenn Sie dieses Selbststudienprogramm durchgearbeitet haben, sind Sie in der Lage, folgende Fragen zu beantworten:

- Wie ist die Motormechanik aufgebaut?
- Wie funktioniert die Ölversorgung?
- Welche Besonderheiten gibt es bei der Luftversorgung?
- Wie funktioniert das Kühlsystem und was ist dazu im Service zu beachten?
- Welche Besonderheiten weist das weiterentwickelte Kraftstoffsystem auf?
- Wie ist der Abgasturbolader aufgebaut?
- Über welche Neuerungen verfügt das Motormanagement?
- Welche Besonderheiten gilt es, im Service zu beachten?

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 6

Motormechanik

Zylinderblock 8
Kurbeltrieb 9
Kurbelgehäuseentlüftung 11
Kurbelgehäusebelüftung 14
Aktivkohlefilter-System 15
Zylinderkopf 16
Keilrippenriementrieb 18
Kettentrieb 19

Ölkreislauf

Schmiersystem 20
Ölversorgung 22
Änderung am Ölfilter 23
Geregelte Duocentric-Ölpumpe 24

Kühlsystem

Zweikreis-Kühlsystem 26
Temperaturregelung 28
Thermostat 30

Kraftstoffsystem

Kraftstoffsystem-Übersicht 32
Systemkomponenten 38
Regelung der Gemischbildung 39

Ansaug- und Abgasanlage

Abgasturbolader 40
Ansaugsystem 42
Ladedruckregelung 43
Ladeluftkühlung 45

Motormanagement

Systemübersicht 1,4l-TFSI-Motor 48
Motorsteuergerät 50

Service

Wartungsumfänge 51
Spezialwerkzeuge 52

Anhang

Glossar 53
Prüfen Sie Ihr Wissen 54
Selbststudienprogramme 55

Das Selbststudienprogramm vermittelt Grundlagen zu Konstruktion und Funktion neuer Fahrzeugmodelle, neuer Fahrzeugkomponenten oder neuer Techniken.

Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!
Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Softwarestand.

Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.
Zu Begriffen, die kursiv und mit einem Stern gekennzeichnet sind, finden Sie eine Erklärung im Glossar am Ende dieses Selbststudienprogramms.

Verweis



Hinweis



Technische Kurzbeschreibung

- Vierzylinder-Ottomotor mit Vierventiltechnik und Turboaufladung

- Motorblock
  Zylinderkurbelgehäuse (ZKG) in Grauguss,
  Kurbelwelle in Stahl,
  Ölpumpe im Sumpf – angetrieben über Kette von der Kurbelwelle,
  Steuertrieb-Kette – Anordnung auf der Motorvorderseite

- Zylinderkopf
  Vierventil-Zylinderkopf,
  ein Nockenwellenversteller Einlass

- Kraftstoffversorgung
  niederdruck- und hochdruckseitig bedarfsgeregelt, Mehrloch-Hochdruckeinspritzventile

- Brennverfahren
  Direkteinspritzung homogen

- Motormanagement
  Motorsteuergerät Bosch MED 17.5.20,
  Drosselklappe mit berührungslosem Sensor,
  kennfeldgesteuerte Zündung mit zylinderselektiver, digitaler Klopfregelung, Einzelfunken-Zündspulen

- Turboaufladung
  Abgasturbolader in Integraltechnik,
  Ladeluftkühler,
  Ladedruckregelung mit moduliertem Ladedruck,
  elektrisches Schubumluftventil

- Abgasanlage
  einflutige Abgasanlage mit motornahem Katalysator,
  Einsatz Sprungsonde Vor- und Nachkat



432_002

Kraftstoffverbrauch

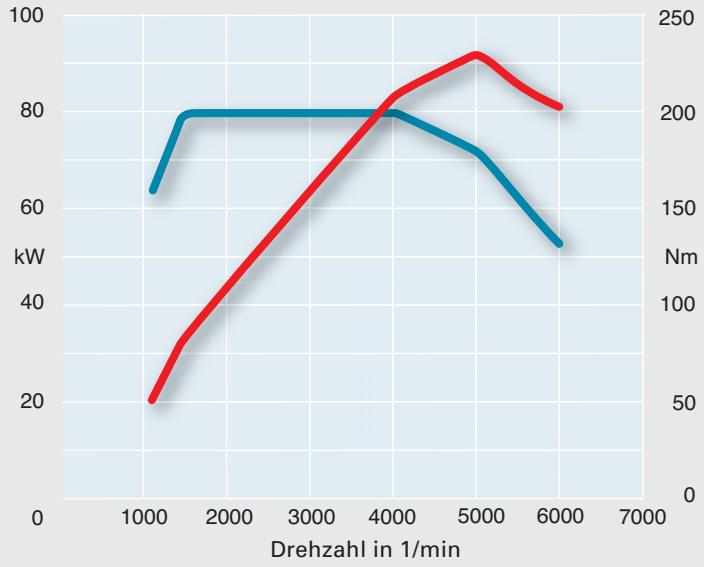
Der Motor zeichnet sich durch einen sehr günstigen Kraftstoffverbrauch aus, der zur Markteinführung bei 6,2 l/100 km (Schaltgetriebe) liegt.

Mit dem Modelljahreswechsel 2009 wird er nochmal gesenkt; auf 5,9 l/100 km mit Schaltgetriebe und 5,6 l/100 km mit Doppelkupplungsgetriebe.

Drehmoment-Leistungskurve

Drehmoment in Nm

Leistung in kW



Technische Daten

Kennbuchstabe	CAXC
Bauart	Vierzylinder-Reihenmotor
Hubraum in cm^3	1390
Leistung in kW (PS)	92 (125) bei 5000 1/min
Drehmoment in Nm	200 bei 1500 – 4000 1/min
Anzahl Ventile pro Zylinder	4
Bohrung in mm	76,5
Hub in mm	75,6
Verdichtung	10,0 : 1
Zündfolge	1–3–4–2
Motorgewicht in kg	ca. 129
Motormanagement	Bosch MED 17.5.20
Kraftstoff	95 ROZ
Gemischbildung	Direkteinspritzung/vollelektronisch mit E-Gas, Kraftstoff-Hochdruckpumpe: HDP 3 (Hitachi)
Abgasnorm	EU 4
Abgasnachbehandlung	Abgasanlage mit motornahem Keramik-Katalysator, je eine Sprungsonde Vor- und Nachkat
CO_2-Emission in g/km	154

Zylinderblock

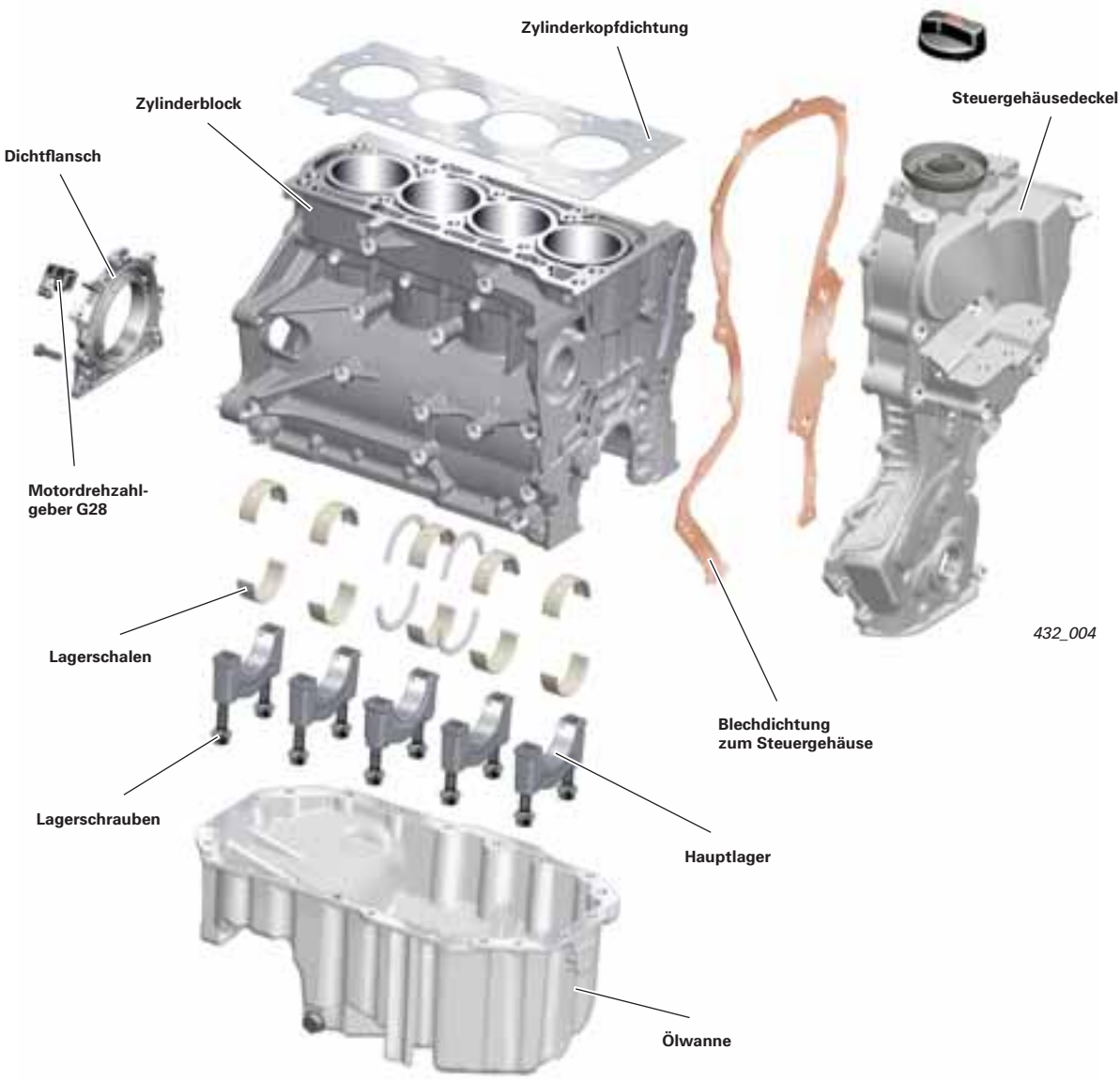
Der Zylinderblock des 1,4l-TFSI-Motors wird aus Grauguss mit Lamellengraphit gefertigt. Er ist in *Open-Deck-Bauweise** ausgeführt.
Bei dieser Konstruktion ist der die Zylinder umfassende Wassermantel nach oben hin offen. Dies ermöglicht eine bessere Kühlung des heißen oberen Bereichs der Zylinder.

Die fünf Kurbelwellenlagerdeckel sind ebenfalls aus Grauguss gefertigt. Die Hauptlagerschalen sind als bleifreie Zweistofflager ausführt. Dabei sind sie konstruktiv so ausgelegt, dass sie den unterschiedlichen Belastungen gerecht werden. Das heißt, die Materialeigenschaften sind zwischen Ober- und Unterschale unterschiedlich.
Die Ölwanne besteht aus Aluminiumguss. In ihr befinden sich der Ölstands- und Öltemperaturgeber G266, die Ölablassschraube und die Ölpumpe (verschraubt mit dem Zylinderblock).

Eine Verrippung an der Unterseite dient zur besseren Kühlung des Motoröls. Mit Flüssigdichtmittel wird die Ölwanne zum Zylinderblock abgedichtet. Auf der kraftabgebenden Seite des Motors erfolgt die Abdichtung durch einen Dichtflansch an der Kurbelwelle. Dieser nimmt auch den Motordrehzahlgeber G28 auf. Die Abdichtung auf der Steuerseite erfolgt über das Steuergehäuse. Dieses besteht aus einer Aluminiumlegierung. Hier kommt eine mit *Elastomer** beschichtete Blechdichtung zum Einsatz. Auf der Innenseite befinden sich noch zwei O-Ringe, die vor der Montage des Gehäuses erneuert werden müssen. Der Wellendichtring der Kurbelwelle lässt sich ebenfalls ersetzen.

Weitere Funktionen des Steuergehäuses sind:

- Kurbelgehäuseentlüftung mit integriertem Ölabscheider
- Aufnahme von Motorlager und Ölfiltergehäuse

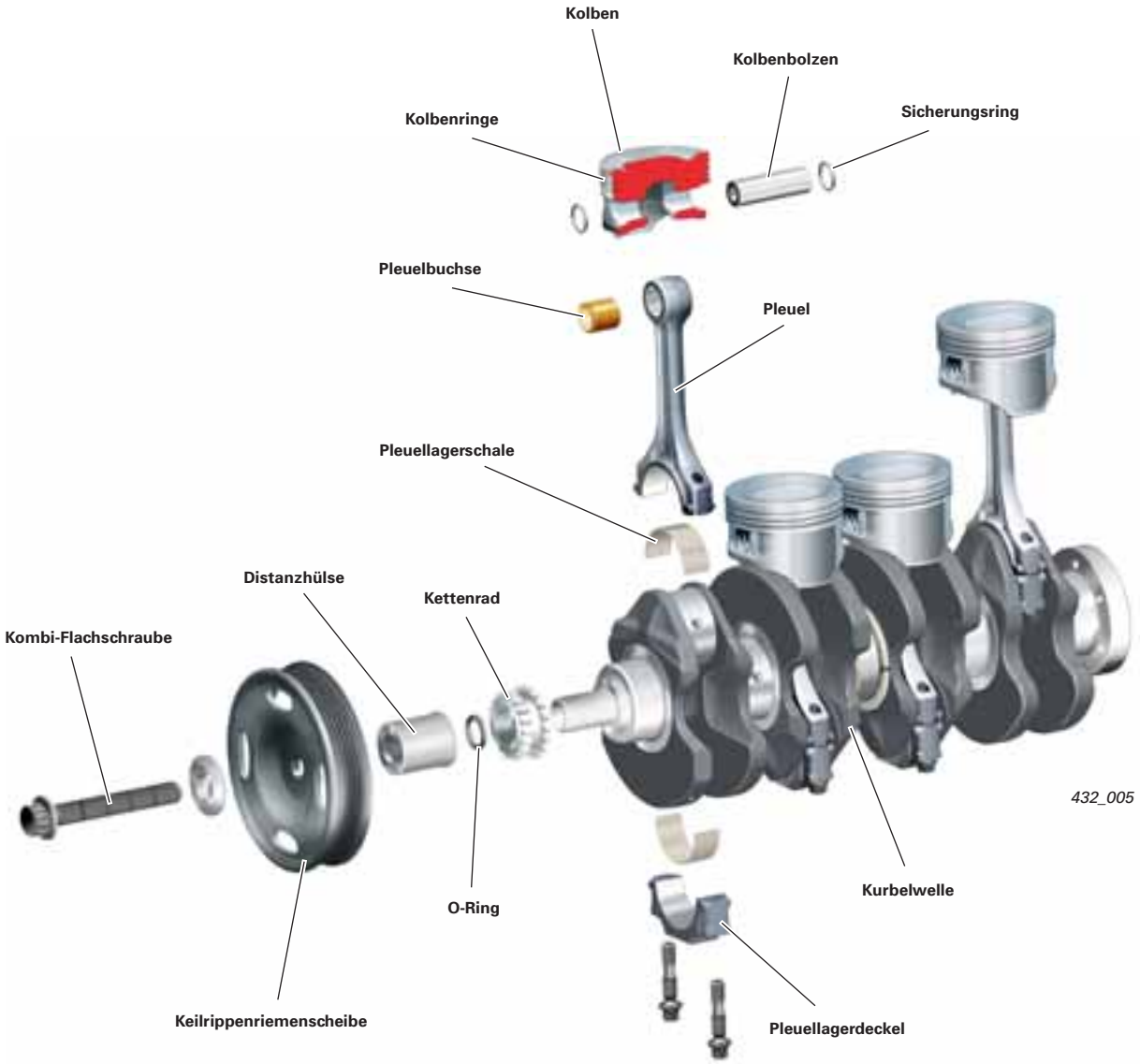


Kurbeltrieb

Kurbelwelle

Die geschmiedete Stahlkurbelwelle ist fünffach gelagert. Das Hauptlager 3 ist als Passlager ausgebildet und begrenzt das Axialspiel der Kurbelwelle. Auf der Steuerseite ist das Kettenrad aufgesteckt.

Eine auf den Kurbelzapfen aufgesteckte Distanzhülse mit O-Ring stellt die Verbindung zwischen Kettenrad und Keilrippenriemenscheibe her. Mittels einer Kombi-Flachschraube sind alle Bauteile kraftschlüssig miteinander verbunden.



Kettenrad

Das Kettenrad ist auf die Kurbelwelle aufgesteckt. Es wird durch eine Nase auf der Kurbelwelle und einer entsprechenden Nut im Kettenrad in der richtigen Position fixiert.

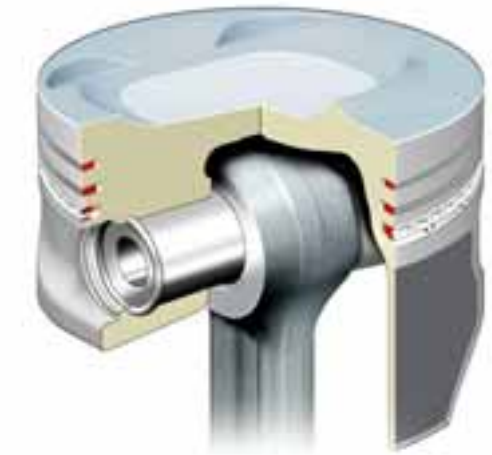


432_069

Kolben

Die Kolben haben die FSI-spezifische Bauform und sind aus Aluminiumdruckguss gefertigt.
Um die thermische Belastung an der Auslassseite zu verringern, wird mittels Ölspritzdüsen Motoröl von unten an den Kolbenboden gespritzt. Dabei öffnen die Spritzdüsen ab einem Öffnungsdruck von 2 bar. Die Ölspritzdüsen sind in der Ölgalerie verschraubt.

Zur Reduzierung der Reibung werden die Kolbenschäfte mit einer Graphitbeschichtung versehen. Auch das Kolbenringpaket wurde reibungsoptimiert ausgelegt.
Die Kolbenbolzen sind schwimmend gelagert und werden mit Sicherungsringen gesichert.



432_067

Pleuel

Beim 1,4l-TFSI-Motor sind die Pleuel als Crackpleuel ausgeführt.
Die Pleuellager sind bleifreie Zweistofflager.
Untere und obere Lagerschalen sind jeweils identisch. Die Pleuelbuchse besteht aus Bronze.
Sie ist zur Verbesserung der Ölversorgung und zur Reduzierung der Verformungsneigung querovalisiert.

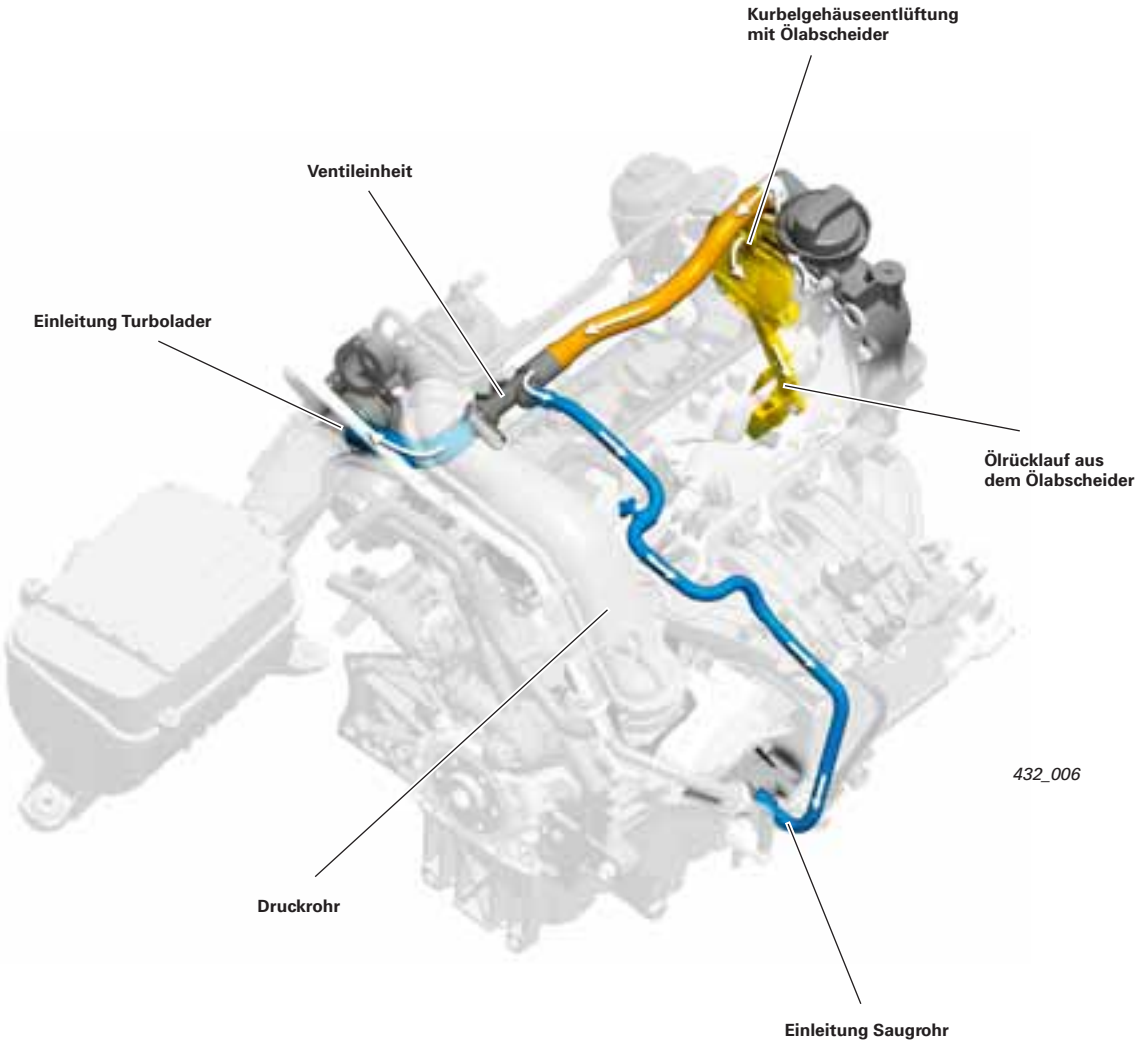


432_068

Kurbelgehäuseentlüftung

Am 1,4l-TFSI-Motor ist die Kurbelgehäuseentlüftung mit Ölabscheider in das Steuergehäuse integriert. Die *Blow-by-Gase** strömen über eine Entlüftungsleitung zur Saugseite des Motors.
Da während des Motorbetriebs unterschiedliche Druckzustände in der Ansaugluftführung herrschen, müssen die Blow-by-Gase, je nach Betriebszustand des Motors, an unterschiedlichen Stellen der Ansaugluft zugeführt werden.

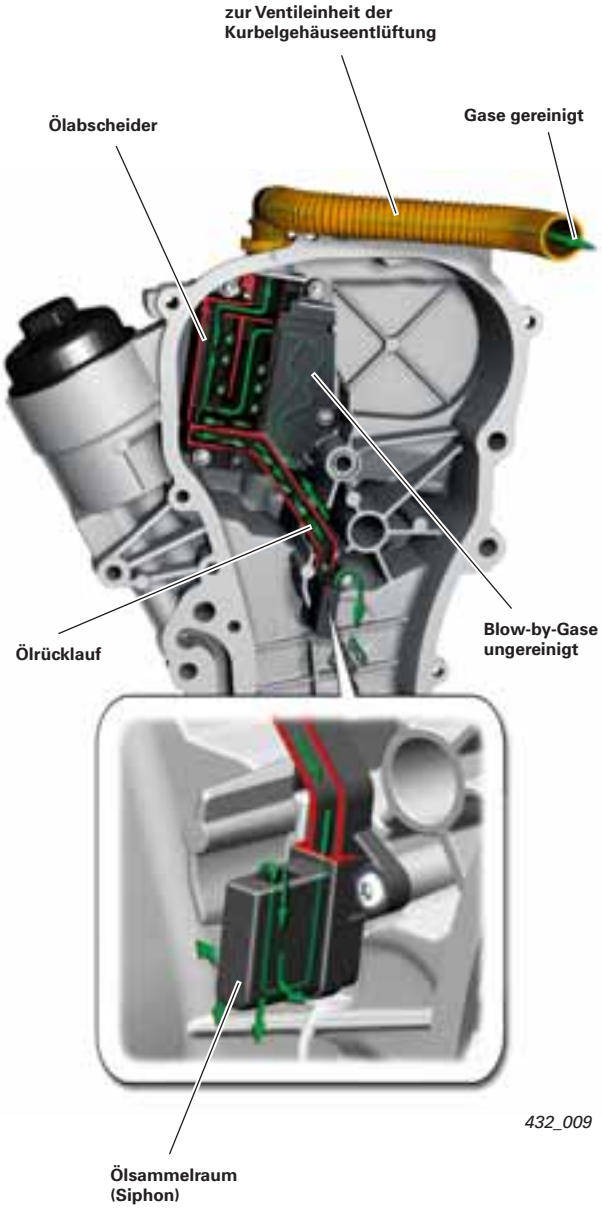
Die Regelung, wann an welcher Stelle Blow-by-Gase eingeleitet werden, übernimmt dabei eine Ventileinheit, die in die Entlüftungsleitung integriert ist.



Ölabscheidung

Bevor die Blow-by-Gase der Verbrennung zugeführt werden, müssen sie vom mitgeführten Öl befreit werden. Dieser Reinigungsprozess findet im Ölabscheider statt.

Der Ölabscheider ist ein im Steuergehäusedeckel verschraubtes Modul. Hier durchströmen die Gase ein Labyrinth. Dabei setzen sich die schwereren Öltröpfchen an den Wandungen ab und sammeln sich im Ölrücklauf.



Ölrücklauf

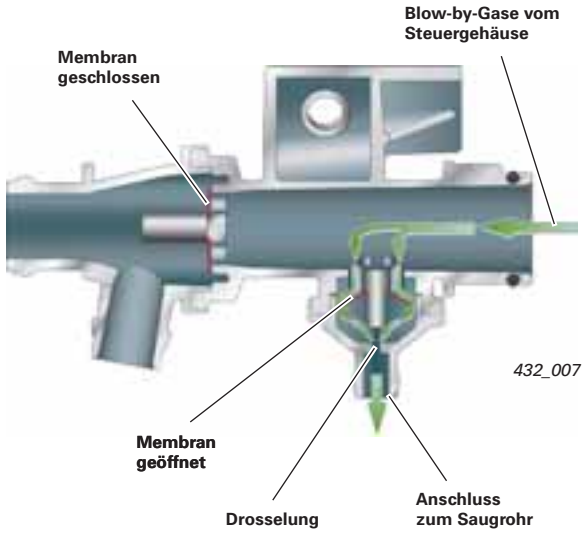
Der Ölrücklauf befindet sich am unteren Ende des Ölabscheiders und hat dort einen Sammelraum. Dieser ist wie ein Siphon ausgebildet und verhindert, dass Blow-by-Gase ungereinigt zur Saugseite des Motors gelangen.

Ventileinheit

Die Steuerung der Blow-by-Gase übernimmt eine Ventileinheit, die in der Entlüftungsleitung integriert ist.

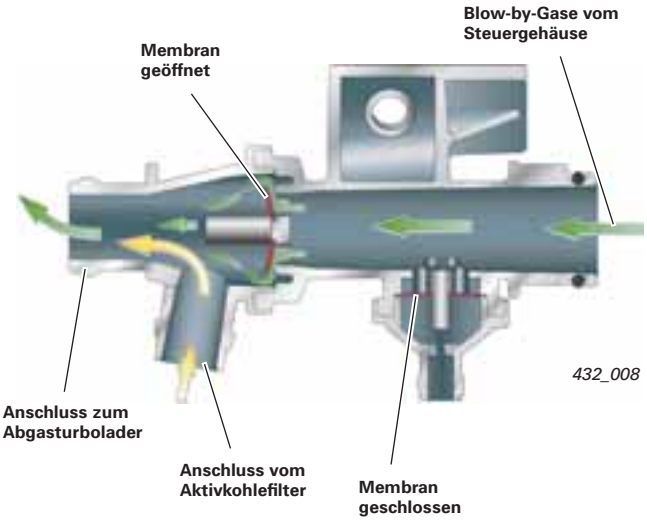
Stellung bei niedriger Drehzahl

Bei geringer Drehzahl des Motors herrscht vorwiegend Unterdruck in der Saugstrecke.
In diesem Zustand werden die Blow-by-Gase über einen Abzweig der Entlüftungsleitung nach der Drosselklappe eingeleitet, da in diesem Bereich das größere Druckgefälle herrscht.
Die Gase aus dem Aktivkohlefilter werden in diesem Betriebszustand nicht abgesaugt.



Stellung bei mittlerer und hoher Drehzahl

Baut der Abgasturbolader Druck auf, verschließt die Ventileinheit die Strecke zum Saugrohr. Gleichzeitig öffnet der andere Abzweig und die Blow-by-Gase werden vor der Ansaugseite des Abgasturboladers eingeleitet.
Die Gase aus dem Aktivkohlefilter werden in diesem Betriebszustand abgesaugt und ebenfalls der Ansaugluft beigemischt.



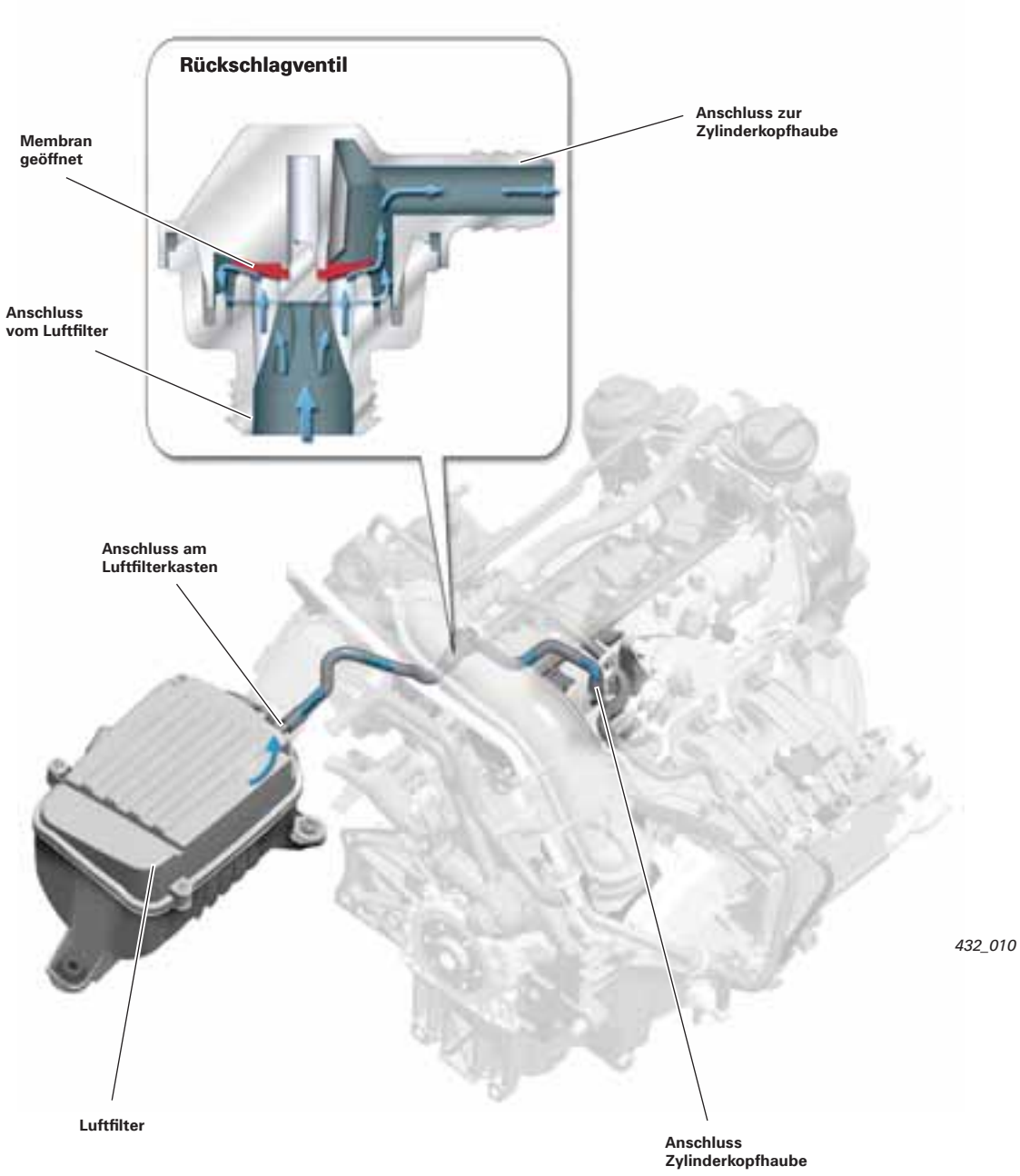
Druckregelung

Eine konstruktiv vorgegebene Drosselung in der Ventileinheit (siehe obere Abbildung) verhindert, dass sich ein zu hoher Unterdruck im Kurbelgehäuse aufbauen kann. Deshalb konnte auf den Einsatz eines separaten Druckregelventils verzichtet werden.

Kurbelgehäusebelüftung

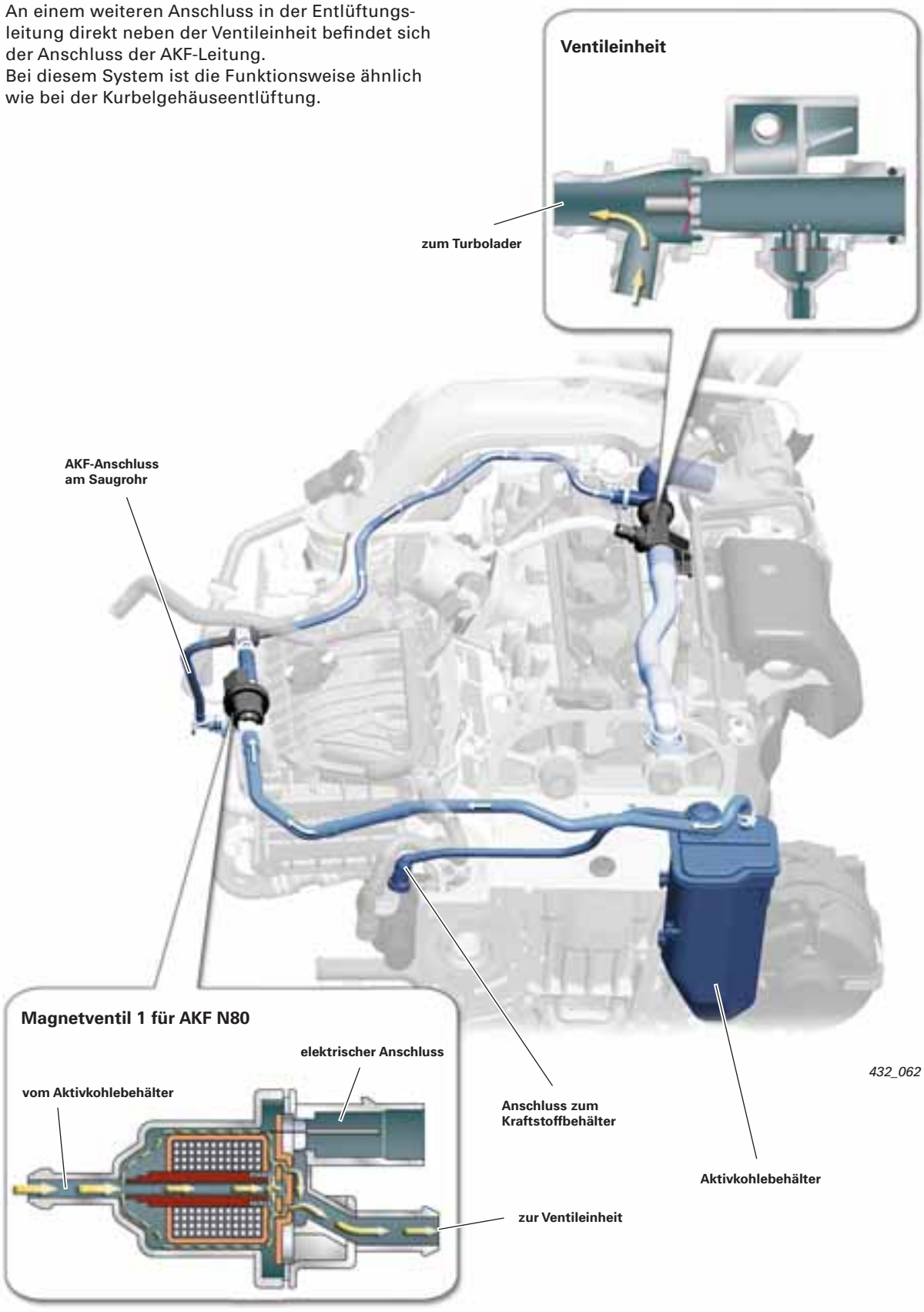
Die aktive Belüftung des Kurbelgehäuses erfolgt mittels einer Schlauchleitung mit integriertem Rückschlagventil. Dazu wird Frischluft direkt vom Luftfilter, über den Anschluss am Ventildeckel, in das Kurbelgehäuse eingeleitet.
Um zu verhindern, dass Blow-by-Gase ungereinigt den Motorblock verlassen, wird ein Rückschlagventil verbaut.

Die Sperrwirkung dieses Ventils ist in Richtung Luftfilter.
Ziel der Kurbelgehäusebelüftung ist es vor allem, das Entweichen von Kraftstoff- und Wasserkondensat aus dem Zylinderblock und aus dem Motoröl zu unterstützen.

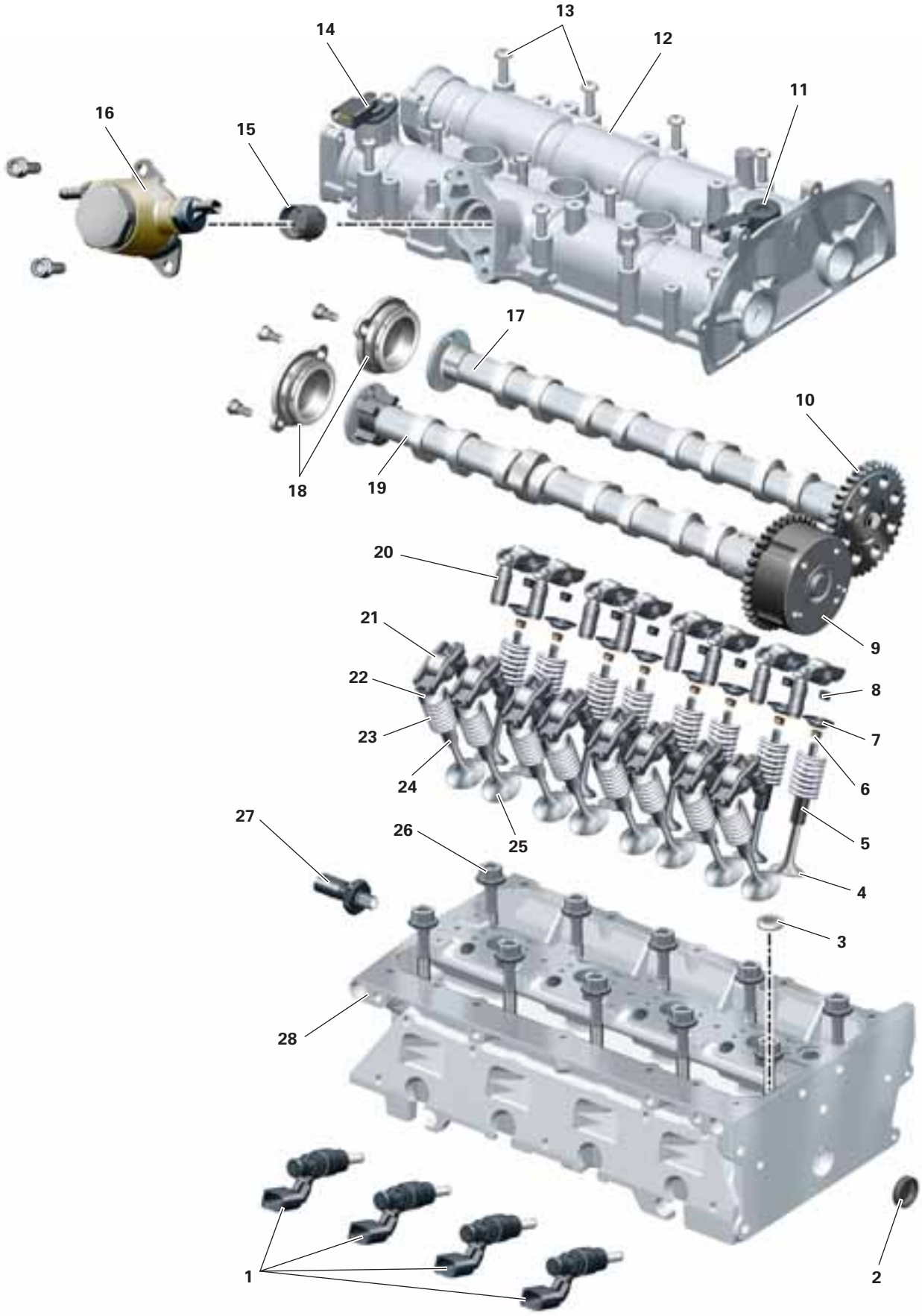


Aktivkohlefilter-System

An einem weiteren Anschluss in der Entlüftungsleitung direkt neben der Ventileinheit befindet sich der Anschluss der AKF-Leitung.
Bei diesem System ist die Funktionsweise ähnlich wie bei der Kurbelgehäuseentlüftung.



Zylinderkopf



432_011

Technische Daten:

- Aluminium-Zylinderkopf mit zwei gebauten Nockenwellen
- Vierventiltechnik
- Ventilbetätigung über Rollenschlepphebel mit ruhenden hydraulischem Ventilspielausgleich
- Einlassventil: Vollschaftventil mit induktionsgehärtetem Ventilsitz
- Auslassventil: Vollschaftventil, Vollschaft mit induktionsgehärtetem Ventilsitz
- einfache Ventilfedern
- stufenlose Einlassnockenwellenverstellung nach dem Arbeitsprinzip des Flügelzellenverstellers, Verstellbereich 40° KW, bei Motorstopp in Spätposition durch Sperrbolzen blockiert
- Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 ist von oben in der Zylinderkopfhaube verschraubt
- der Hallgeber G40, verschraubt von oben in der Zylinderkopfhaube, übernimmt die Überprüfung der Verstellung der Einlassnockenwelle und die Erkennung des 1. Zylinders
- dreilagige Metall-Zylinderkopfdichtung
- Antrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe von der Einlassnockenwelle mittels Vierfachnocken
- Kraftstoff-Hochduckpumpe ist an der Zylinderkopfhaube verschraubt
- Zylinderkopfhaube aus Aluminiumguss
- dreifache Nockenwellenlagerung in der Zylinderkopfhaube (Gleitlager), axiales Spiel wird von den Verschlussdeckeln und der Zylinderkopfhaube begrenzt
- die Zylinderkopfhaube ist mit Flüssigdichtmittel zum Zylinderkopf hin abgedichtet

Legende

1	Einspritzventile N30 – N33	15	Rollenstößel
2	Verschlussdeckel	16	Kraftstoff-Hochdruckpumpe
3	Ölsieb	17	Auslassnockenwelle
4	Auslassventil	18	Verschlussdeckel
5	Ventilführung Auslass	19	Einlassnockenwelle
6	Ventilschaftabdichtungen	20	Abstützelement
7	Ventilfederteller	21	Rollenschlepphebel
8	Ventilkeile	22	Ventilfederteller
9	Nockenwellenverstellung	23	Ventilfeder
10	Kettenrad Nockenwelle	24	Ventilführung Einlass
11	Ventil für Nockenwellenverstellung N205	25	Einlassventil
12	Zylinderkopfhaube	26	Zylinderkopfschraube
13	Zylinderflanschschrauben	27	Öldruckschalter F1
14	Hallgeber G40	28	Zylinderkopf



Hinweis

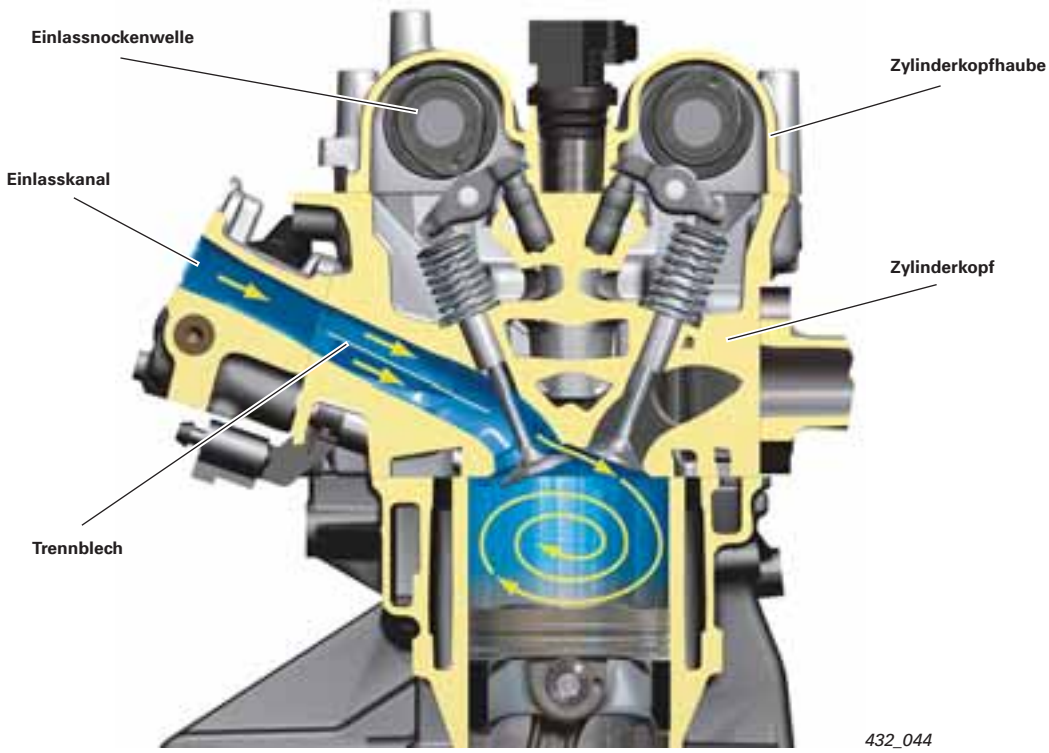
Das Axialspiel der Nockenwellen muss bei Arbeiten am Ventiltrieb geprüft werden. Die genaue Vorgehensweise dazu finden Sie im Reparaturleitfaden.

Einlasskanäle

Die Einlasskanäle sind, im Vergleich zu bisherigen FSI-Motoren, flach gehalten.
Sie sind mit einem Tumbleblech geteilt. Durch die gezielte Strömung über den oberen Rand der Ventilteller und den Abrisskanten am Sitz der Einlassventile wird im Brennraum die FSI-spezifische walzenförmige Luftströmung erzeugt.

Auf zusätzliche Saugrohrklappen kann deshalb verzichtet werden.
Eine Nockenwellenverstellung der Einlassnockenwelle verbessert das Drehmomentverhalten des Motors.

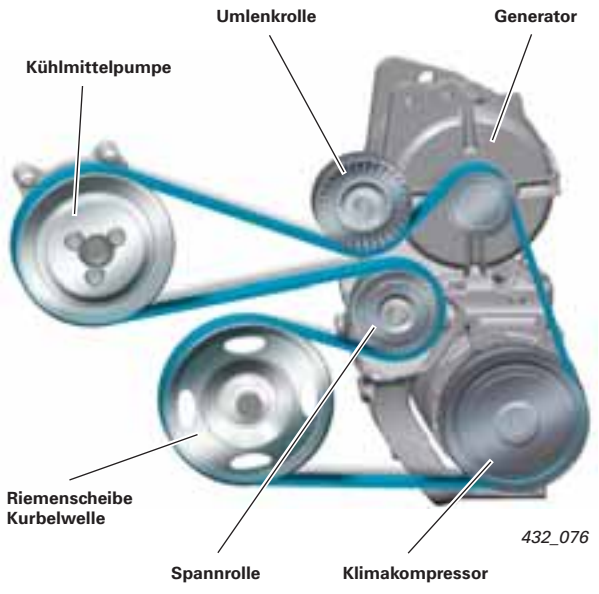
Luftströmung im Ansaugtakt



Keilrippenriementrieb

Über den Riementrieb werden die Kühlmittelpumpe, der Generator und der Klimakompressor angetrieben. Für die nötige Riemenspannung sorgt eine Spannrolle zusammen mit einer Umlenkrolle. Als Riemen kommt ein sechsrilliger Keilrippenriemen zum Einsatz.

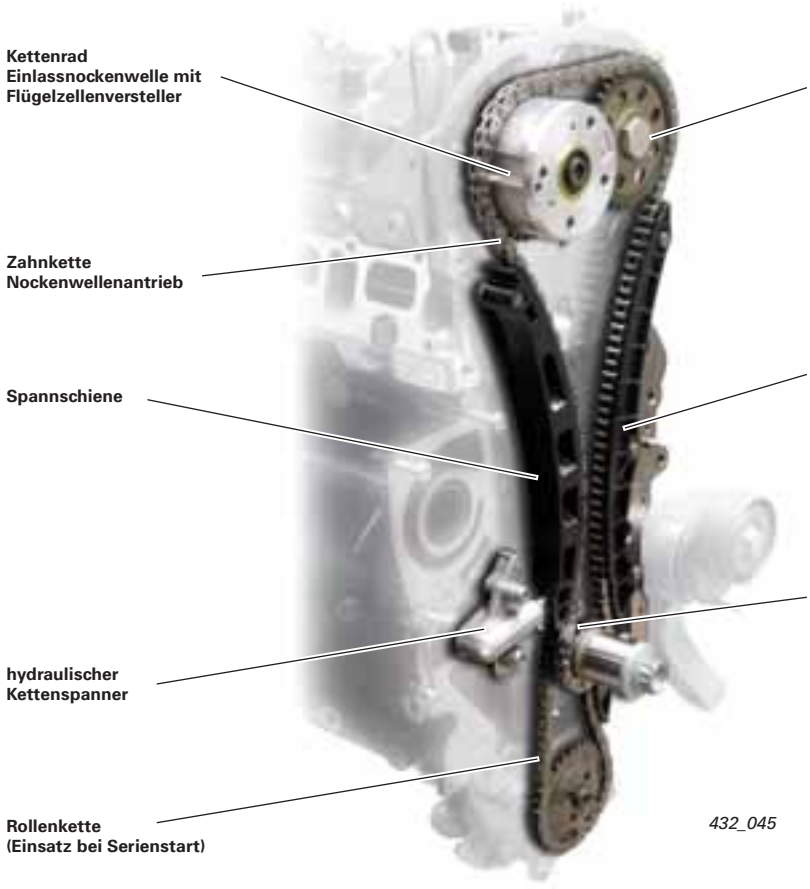
Die Abbildung zeigt den Riemenverlauf an einem Motor mit optionaler Ausstattung einer Klimaanlage.



Kettentrieb

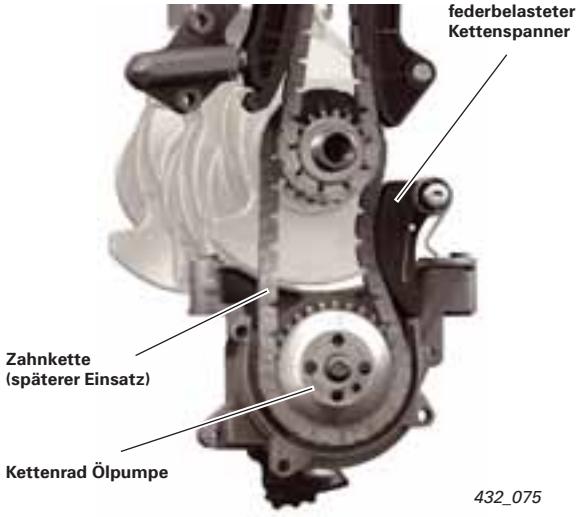
Die Motorsteuerung des 1,4l-TFSI-Motors wird über einen wartungsfreien Kettentrieb angetrieben.
Der Kettentrieb hat zwei Ebenen. In der ersten Ebene verläuft der Antrieb der Ölpumpe.
Der zweite und äußere Trieb treibt die beiden Nockenwellen an. Aufgrund ihrer akustischen Vorteile und auch wegen der guten Kraftübertragungs- und Reibungseigenschaften kommt im Kettentrieb der Nockenwellen eine Zahnkette zum Einsatz.

Für den Kettentrieb der Nockenwellen kommt ein Kettenspanner zum Einsatz, der mit einer mechanischen Feder vorgespannt ist und zusätzlich mit Öldruck aus dem Motorölkreislauf beaufschlagt wird.
Die Führung der Kette für die Nockenwellen übernimmt auf der einen Seite eine Gleitschiene, die fest verschraubt ist. Als weitere Führung dient eine Spannschiene. Sie ist am oberen Ende drehend gelagert. Am unteren Ende wirkt der Kettenspanner.



Antrieb Ölpumpe

Die Ölpumpe ist am Zylindergehäuse angebracht und wird von einer separaten Kette angetrieben.
Die zu Produktionsbeginn verbaute Rollenkette wird später durch eine Zahnkette ersetzt.
Der Kettentrieb für die Ölpumpe wird mit einem federbelasteten Kettenspanner gespannt.



Schmiersystem

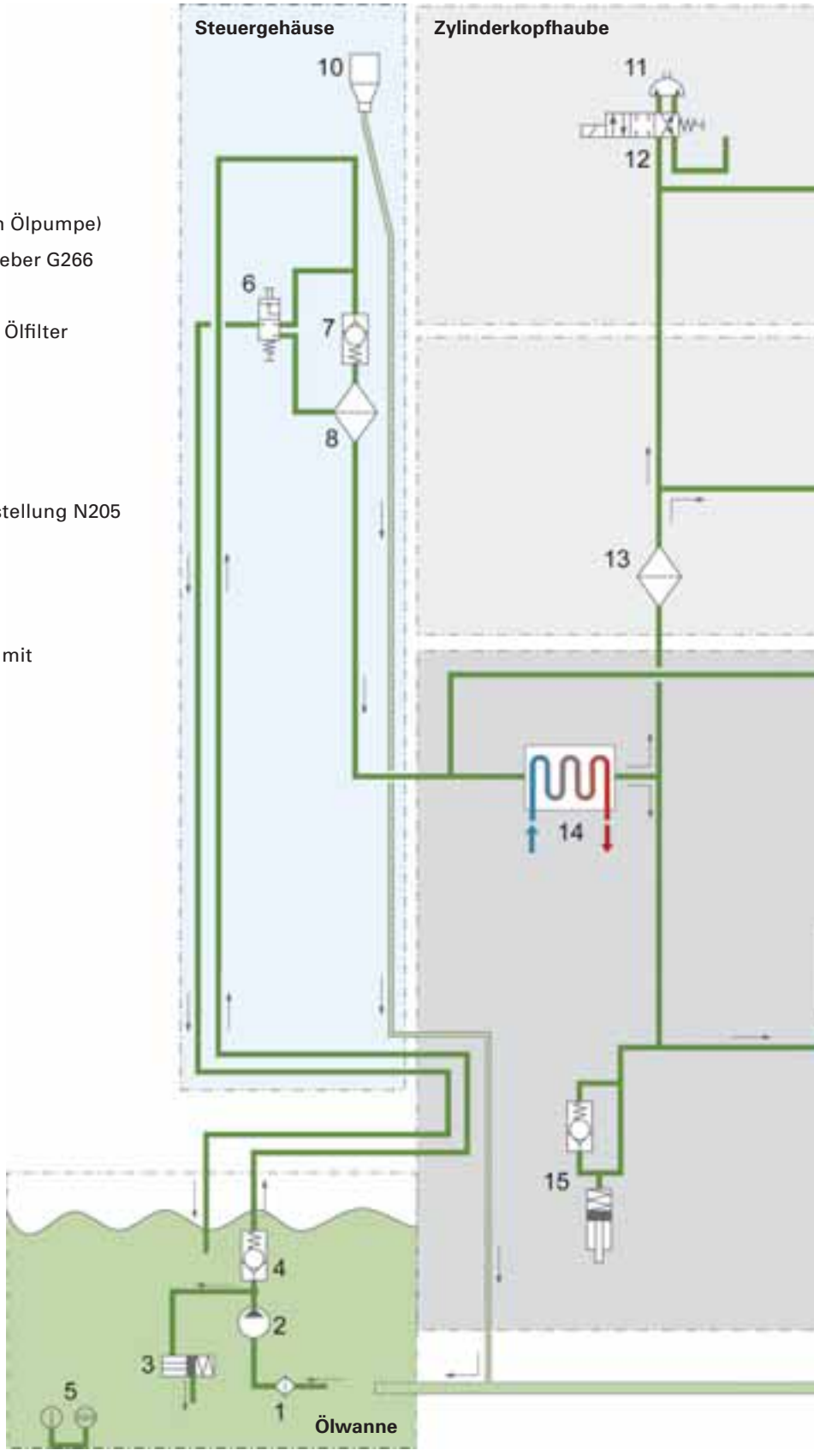
Legende

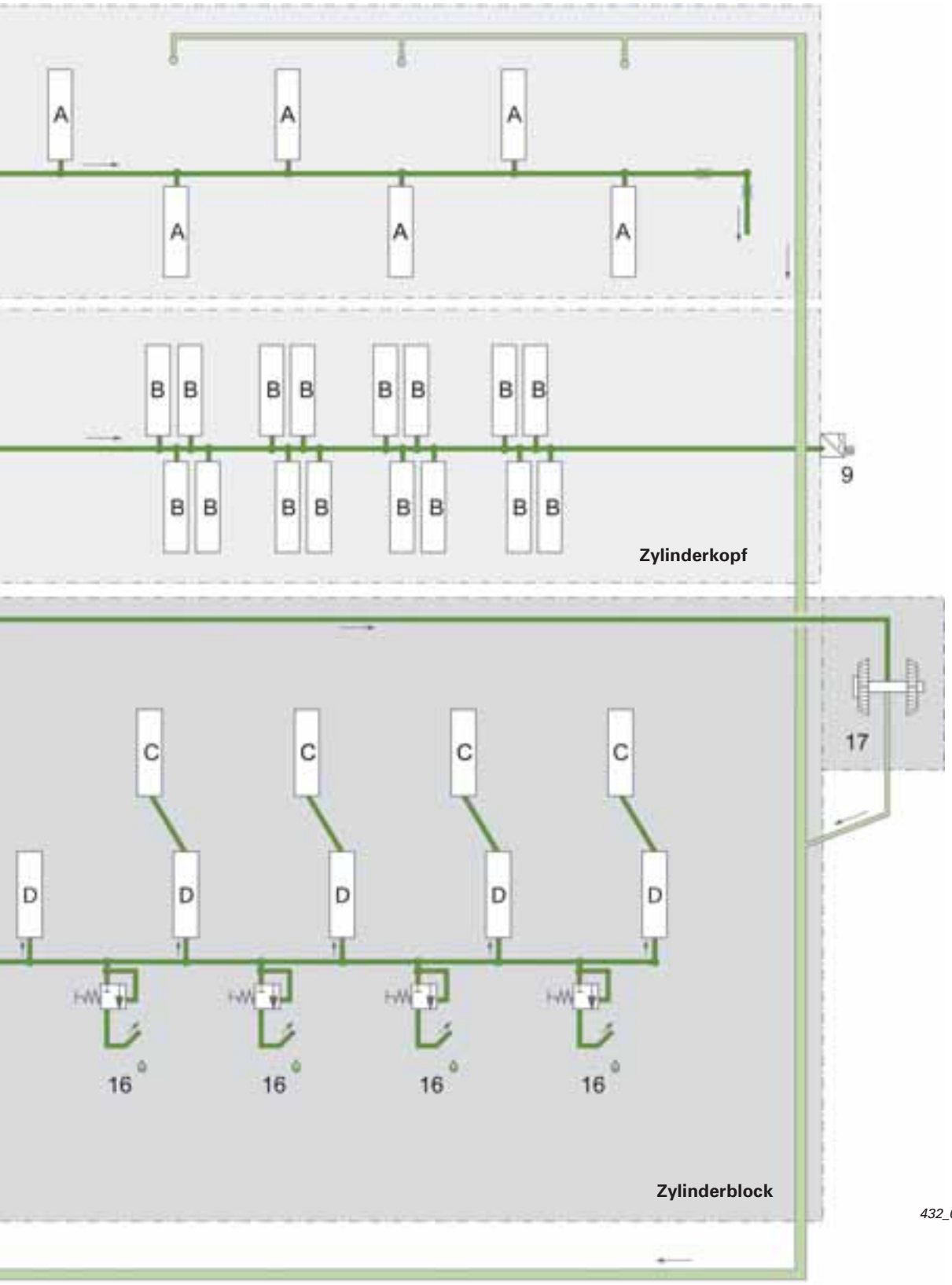
1 Sieb
2 Ölpumpe
3 Kaltstartventil
4 Rückschlagventil (integriert in Ölpumpe)
5 Ölstands- und Öltemperaturgeber G266
6 Ölablassventil
7 Rückschlagventil integriert in Ölfilter
8 Ölfilter
9 Öldruckschalter F1
10 Ölabscheider
11 Nockenwellenversteller
12 Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205
13 Ölsieb im Zylinderkopf
14 Ölkühler
15 Kettenspanner
16 Spritzdüsen (Kolbenkühlung) mit integrierten Ventilen
17 Abgasturbolader

Niederdruckkreis

Hochdruckkreis

A Nockenwellenlager
B Abstützelemente
C Pleuellager
D Hauptlager





432_017

Hinweis

Die Werte zum Öldruck entnehmen Sie bitte dem Reparaturleitfaden.

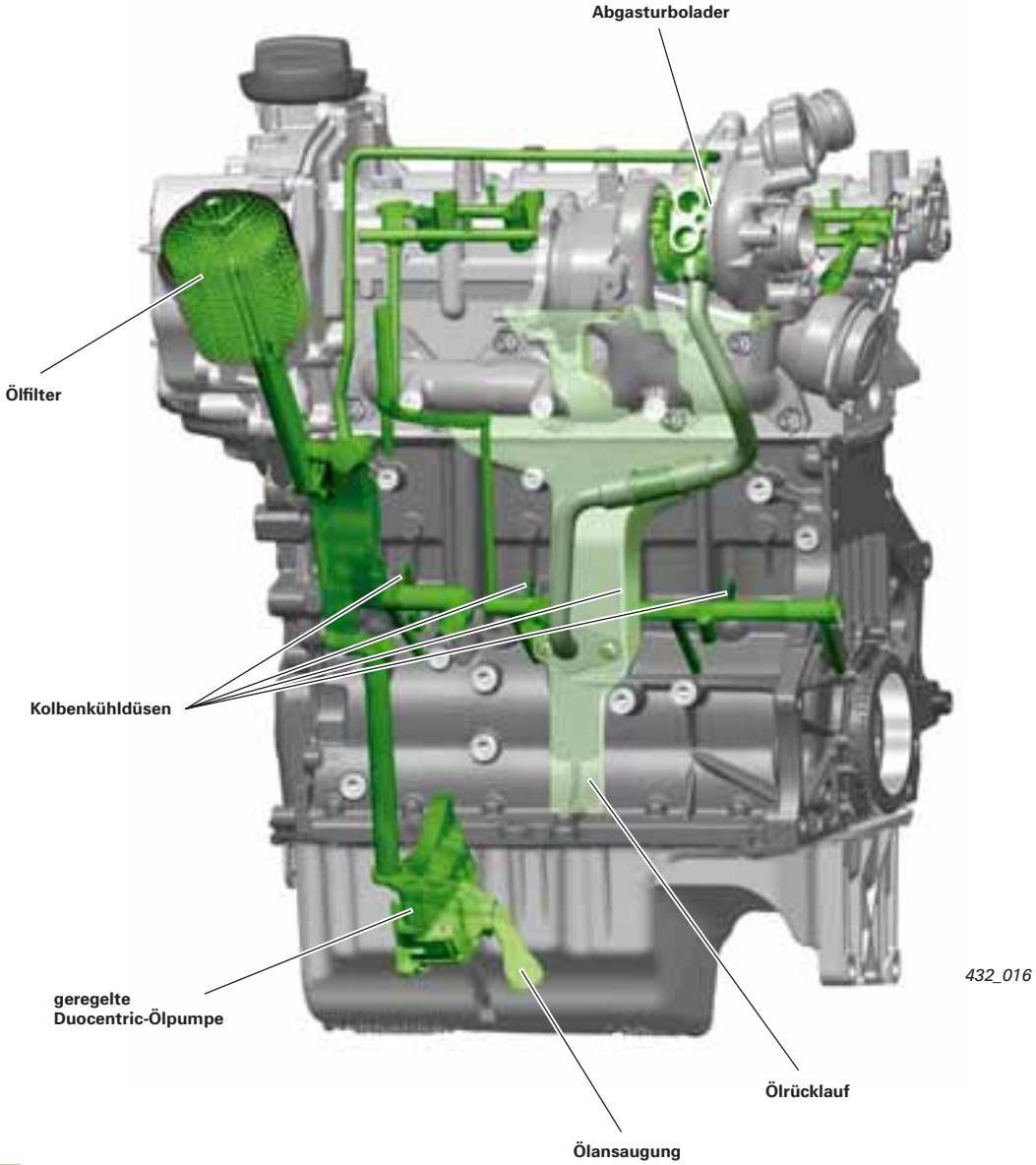
Ölversorgung

Bei der Entwicklung des Ölkreislaufs wurde die innere Reibung des Motors weitestgehend reduziert. Um dieses Ziel zu erreichen, kommt eine geregelte *Duocentric-Ölpumpe** zum Einsatz.
Der Antrieb der Ölpumpe erfolgt von der Kurbelwelle über einen Kettentrieb. Dabei erfolgt eine Übersetzung ins Langsame (Übersetzungsverhältnis i = 0,6).

Ein weiterer Punkt bei der Entwicklung ist die Servicefreundlichkeit. Dazu wurde der Ölfilter so angeordnet, dass er bequem von oben gewechselt werden kann.

Zur Kühlung des Motoröls kommt ein Ölkühler zum Einsatz. Er ist am Kurbelgehäuse verschraubt und im Kühlkreislauf eingebunden.
Zur Überprüfung des Öldrucks ist ein Öldruckschalter F1 im Zylinderkopf eingeschraubt.
In der Ölwanne befindet sich der Ölstands- und Öltemperaturgeber G266 (*TOG-Sensor**, TOG = Thermischer Ölstandsgeber).
Die Signale dieses Sensors werden für die Berechnung des Ölwechselintervalls und für die „Öl min"-Warnung herangezogen.
Die Auswertung der Signale des F1 und des G266 übernimmt das Steuergerät im Schalttafeleinsatz J285.

Ölkreislauf am Motor



Niederdruckkreis

Hochdruckkreis

Änderung am Ölfilter

Zu einem späteren Zeitpunkt wird das Ölfiltermodul durch eine Ölfilterpatrone ersetzt. Damit kommt auch ein entsprechend angepasster Steuergehäusedeckel zum Einsatz.

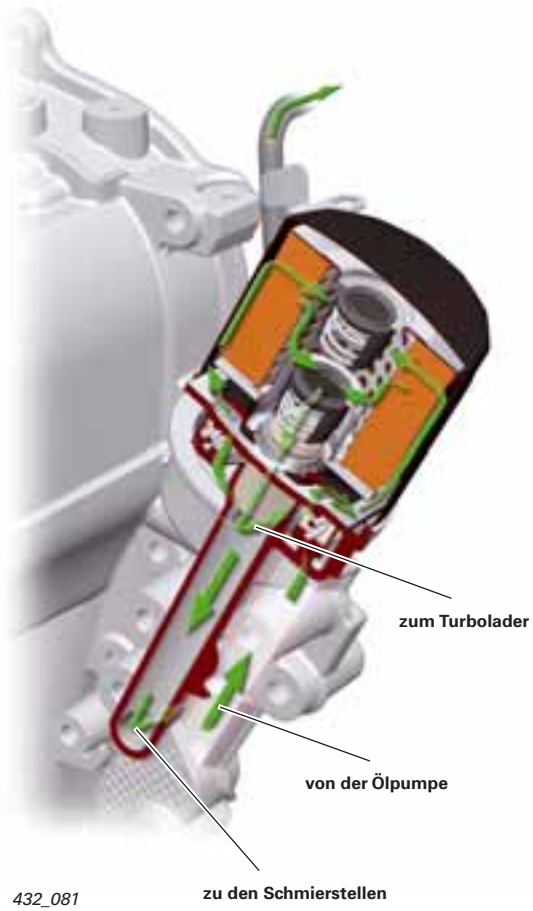
Wie das bisherige Ölfiltermodul ist auch die Ölfilterpatrone servicefreundlich von oben erreichbar. Damit beim Ölfilterwechsel kein Öl nach unten über den Motor läuft, wird beim Lösen der Filterpatrone ein Rücklaufkanal im Steuergehäusedeckel geöffnet. Dadurch kann das Öl direkt in die Ölwanne zurücklaufen. Im angeschraubten Zustand ist dieser Kanal durch eine federbelastete Dichtung verschlossen.
Innerhalb der Filterpatrone sind beim Lösen die Ventile so verschlossen, dass kein Öl entweichen kann.



432_080

Aufbau

bei laufendem Motor



432_081

bei Filterwechsel



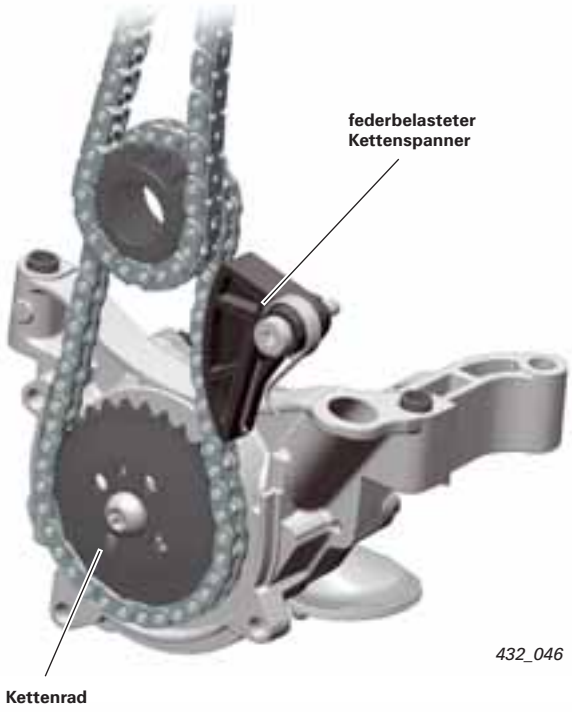
432_082

Geregelte Duocentric-Ölpumpe

Als Ölpumpe kommt eine geregelte Duocentric-Pumpe zum Einsatz. Sie bietet im Vergleich zu einer ungeregelten Pumpe folgende Vorteile:

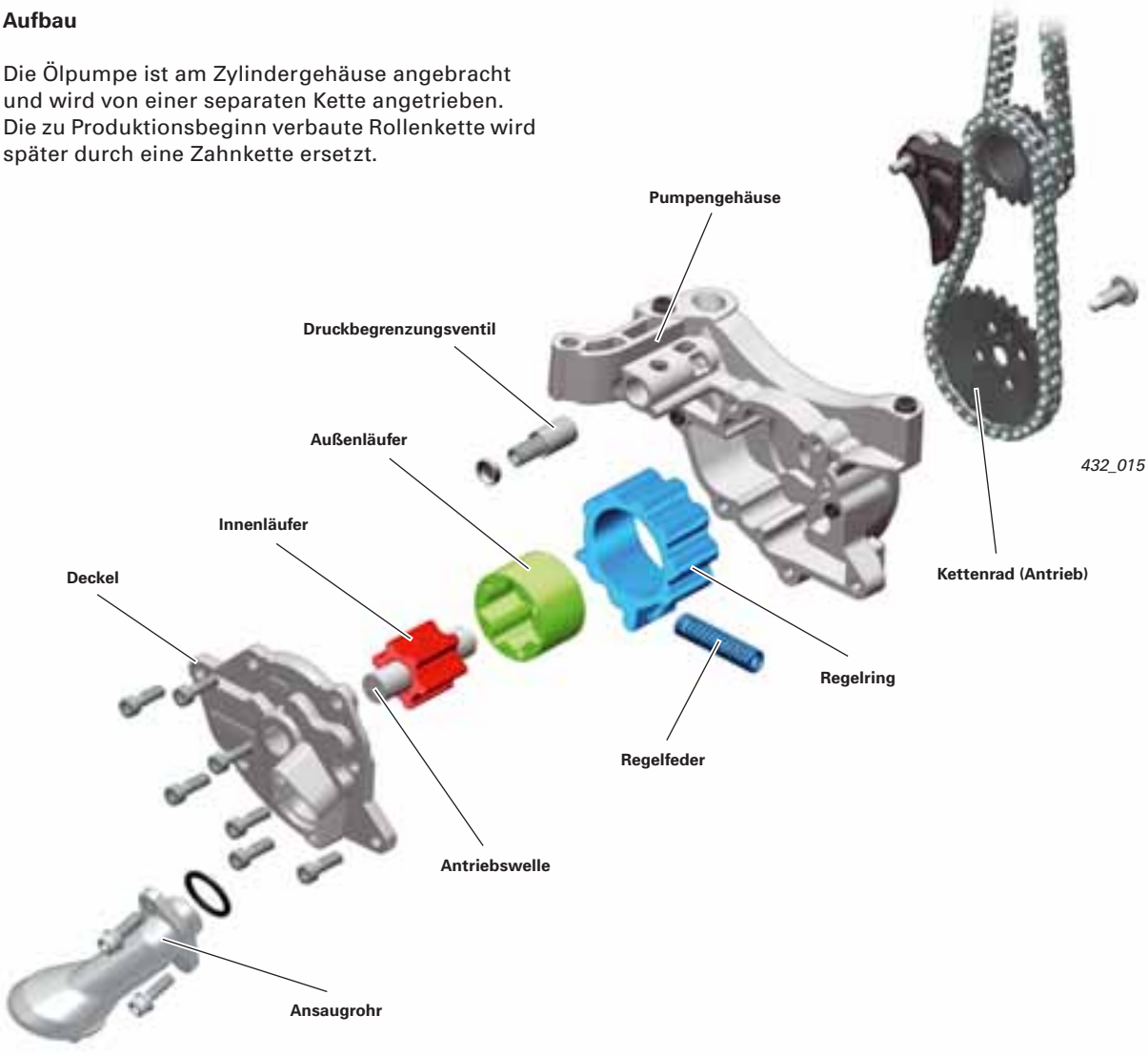
- Der Öldruck wird volumenstromgeregelt auf ein Druckniveau von ca. 3,5 bar geregelt.
- Dadurch verringert sich die vom Motor abgenommene Leistung um bis zu 30 % gegenüber einer konventionell arbeitenden Pumpe.
- Der Ölverschleiß ist aufgrund der geringeren Rückführmenge geringer.
- Die Ölverschäumung ist geringer, weil der Öldruck konstant bleibt.

Durch die Volumenstromregelung wird von der Pumpe immer nur so viel Öl (unter ca. 3,5 bar Druck) gefördert, wie vom Motor gerade benötigt wird. Dagegen wird bei einer ungeregelten Pumpe das zuviel geförderte Öl über ein Druckregelventil abgesteuert.



Aufbau

Die Ölpumpe ist am Zylindergehäuse angebracht und wird von einer separaten Kette angetrieben. Die zu Produktionsbeginn verbaute Rollenkette wird später durch eine Zahnkette ersetzt.



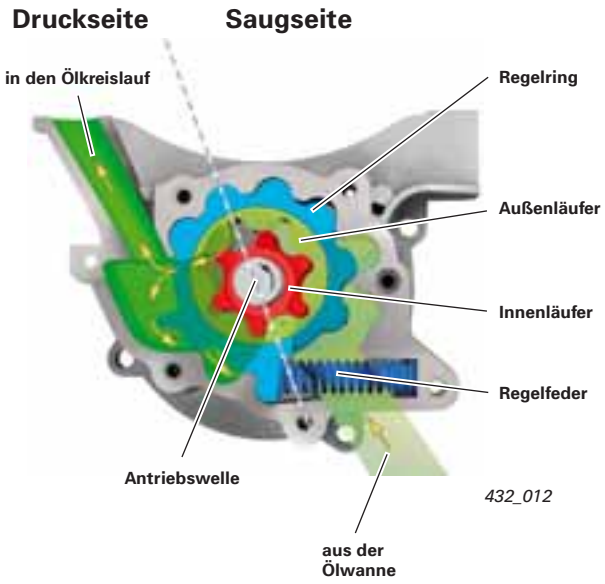
Funktion

Der Innenläufer wird über die Antriebswelle vom Kettenrad angetrieben und treibt dadurch den Außenläufer an. Der Außenläufer dreht sich im Regelring.
Der Innen- und der Außenläufer drehen sich jeweils in unterschiedlichen Drehachsen.
Dadurch entsteht während der Drehbewegung eine Raumvergrößerung auf der Saugseite. Es wird Öl angesaugt und zur Druckseite gefördert. Durch die Raumverkleinerung auf der Druckseite wird das Öl in den Ölkreislauf gedrückt.
Ein Druckbegrenzungsventil (Kaltstartventil) in der Druckseite der Pumpe schützt den Motor vor zu hohem Druck. Es öffnet ab ca. 6 bar. Die Regelung ist ein dynamischer Prozess, der unmittelbar von der Motorschluckmenge abhängig ist.

Durch eine Erhöhung der Motordrehzahl ergibt sich ein höherer Ölbedarf. Damit dieser bei konstantem Druck zur Verfügung gestellt werden kann, muss die Förderleistung der Ölpumpe angepasst werden.
Das wird durch die Verdrehung des Regelrings in der Pumpe realisiert. Durch den konstanten Druck wird sichergestellt, dass in allen Drehzahlbereichen ausreichend Öl im Umlauf ist.
Durch die Verdrehung des Regelrings wird automatisch der Außenläufer mit verstellt. Dadurch ergibt sich eine Veränderung der Drehachsen des Innen- und Außenläufers und somit eine Veränderung des Pumpeninnenraums.
Die Verdrehung des Regelrings erfolgt automatisch, wenn sich auf der Vorlaufseite der Pumpe, also im Ölkreislauf, der Druck ändert. Dafür sorgt die Regelfeder, die sich über das Pumpengehäuse am Regelring abstützt.

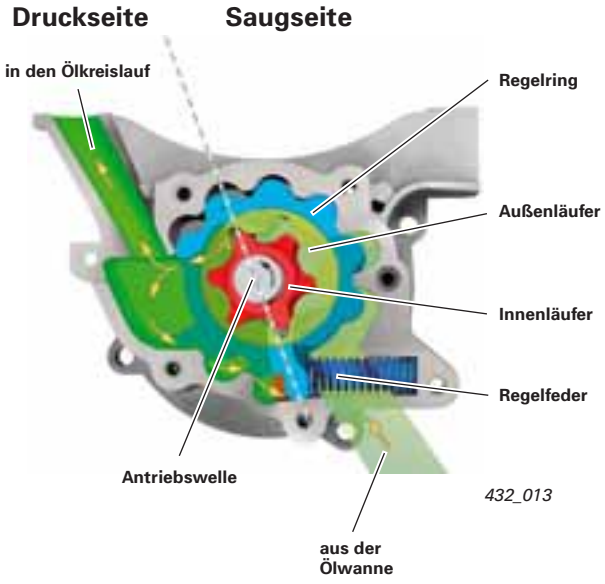
Erhöhung der Förderleistung

Erhöht sich der Ölbedarf durch steigende Motordrehzahl, gibt es einen Druckabfall im Ölkreislauf. Dadurch wirkt die Kraft der Regelfeder und verschiebt den Regelring so, dass eine Raumvergrößerung in der Pumpe entsteht. Die Förderleistung der Pumpe steigt an.



Reduzierung der Förderleistung

Verringert sich die Motordrehzahl und somit der Ölbedarf des Motors, gibt es einen Druckanstieg. Dadurch wird der Regelring verschoben und drückt die Regelfeder zusammen. Durch die Verdrehung des Regelrings verkleinert sich der Pumpenraum. Damit verringert sich auch die geförderte Ölmenge.

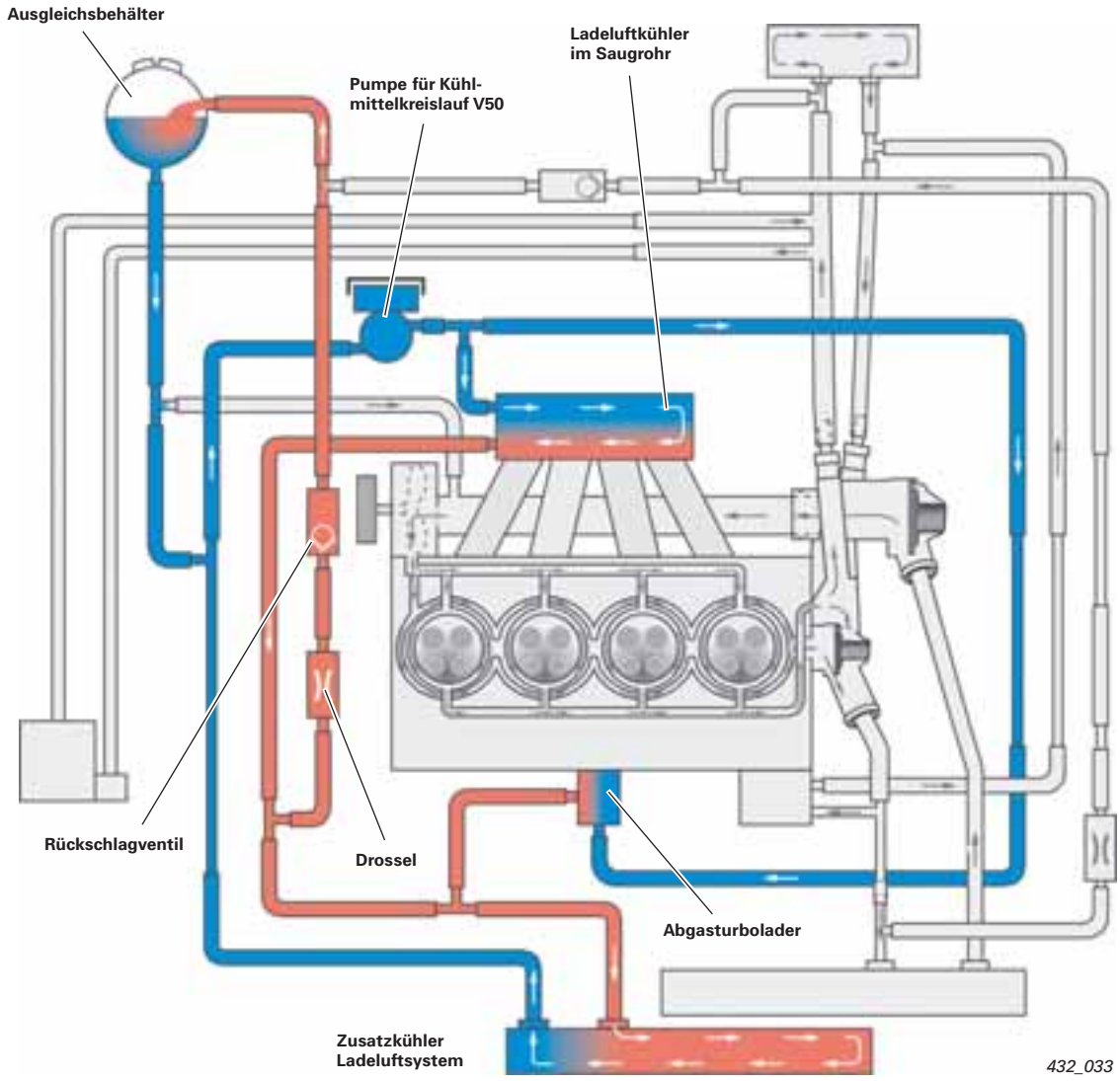


Zweikreis-Kühlsystem

Ladeluftkühlsystem

Um die Reibung im Motor zu reduzieren und die Emissionen zu verbessern wurde das Kühlsystem konsequent weiterentwickelt.
Aus diesem Grund verfügt der Motor über zwei voneinander unabhängige Kühlkreisläufe. Der eine ist für die Kühlung des Abgasturboladers und der Ladeluft zuständig. Der andere ist der Hauptkühlkreislauf, der den Motor kühlt. Beide Kreisläufe stehen jedoch über eine Drossel miteinander in Verbindung und nutzen den gemeinsamen Ausgleichsbehälter.

Die Trennung ist erforderlich, weil die beiden Systeme unterschiedliche Temperaturen und damit unterschiedliche Drücke haben können. So kann die Temperaturdifferenz zwischen beiden Kühlkreisläufen bis zu 100 °C betragen.
Ein Rückschlagventil schließt bei höherem Druck im Hauptkühlkreislauf. Dadurch wird verhindert, dass das wärmere Kühlmittel des Hauptkühlkreislaufs in den Ladeluftkühlkreislauf gelangt.



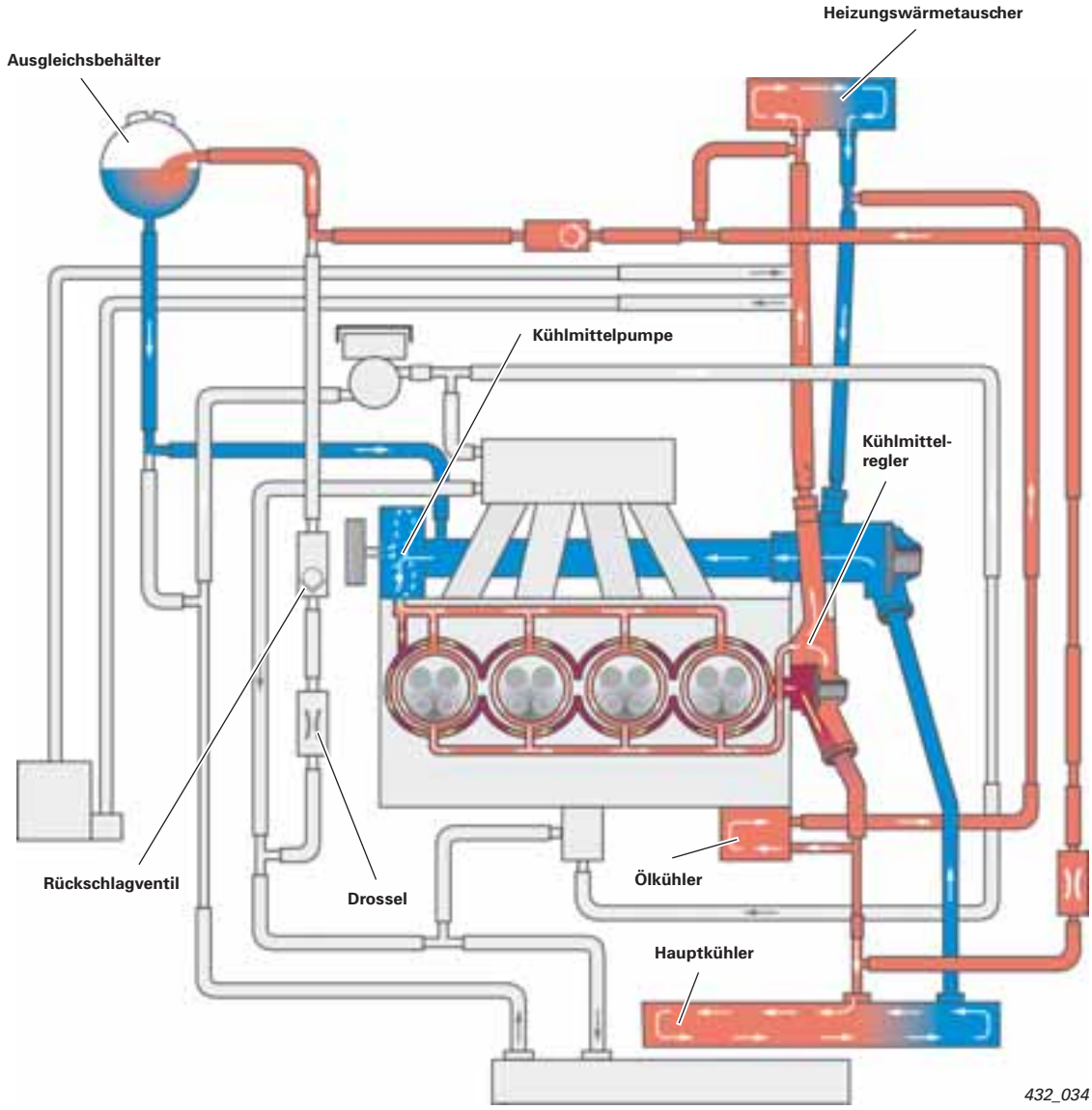
Legende

- Kühlmittel im Zylinderblock
- Kühlmittel im Zylinderkopf und im übrigen Kreislauf
- abgekühltes Kühlmittel

Hauptkühlkreislauf

Die Besonderheit des Hauptkühlkreislaufs ist eine weitere Trennung. Eine Drossel dient zur Trennung des Ladeluftkühlkreislaufs vom Hauptkühlkreislauf.

Der Hauptkühlkreislauf wird in zwei Kreisläufe unterteilt. Ein Kreislauf wird durch den Zylinderblock geleitet. Der zweite kühlt den Zylinderkopf.



Hinweis

Beachten Sie beim Befüllen und Entlüften des Kühlsystems unbedingt den Reparaturleitfaden! Dort wird die Befüll- und Entlüftungsmethode mit dem Kühlsystem-Befüllungsgerät VAS 6096 beschrieben.
Zum Entlüften gibt es noch eine zweite Möglichkeit, bei der mit dem Diagnosegerät das Prüfprogramm „Kühlsystem auffüllen und entlüften“ zu verwenden ist.

Temperaturregelung

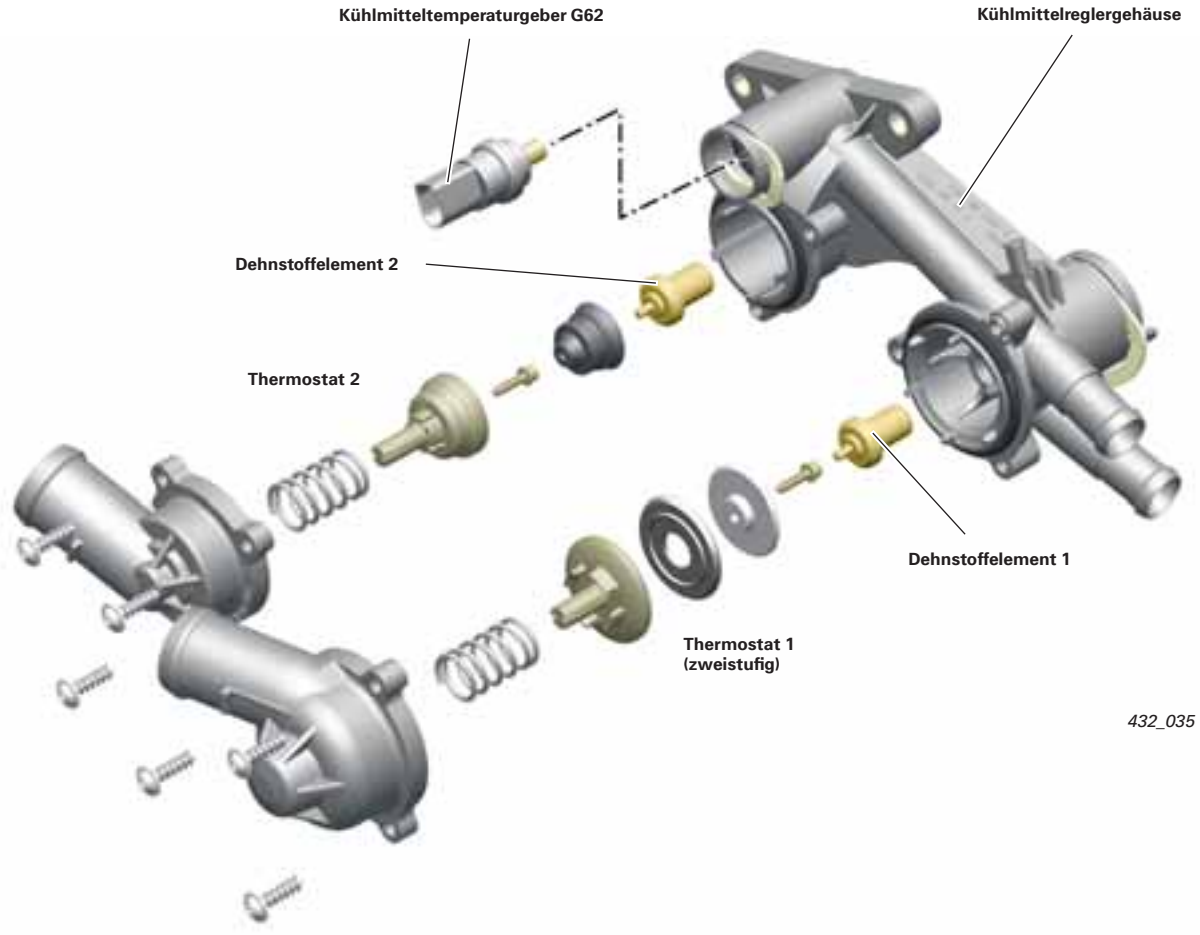
Die Auslegung ist so gewählt, dass der Zylinderblock schnell aufgeheizt werden kann und in ihm auch insgesamt ein höheres Temperaturniveau herrscht als im Zylinderkopf.
Um diese Funktion zu realisieren, gibt es zwei Thermostaten. Diese sind in einem gemeinsamen Gehäuse, dem Kühlmittelregler, verbaut. Die Thermostate werden von *Dehnstoffelementen** betätigt.

Zur Überwachung der Kühlmitteltemperatur ist im Gehäuse des Thermostats 2 der Kühlmitteltemperaturgeber G62 integriert. Hier wird die Temperatur des aus dem Zylinderkopf ausströmenden Kühlmittels gemessen.

Die Vorteile der Teilung in zwei Kreisläufe sind:

- Schnellere Aufheizung des Zylinderblocks, weil das Kühlmittel bis zum Erreichen von 105 °C im Zylinderblock verbleibt.
- Durch die höhere Temperatur im Zylinderblock verringert sich die Reibung im Kurbeltrieb.
- Da der Zylinderkopf besser gekühlt wird, ist auch die Brennraumtemperatur geringer. Das führt zu einer Verbesserung des Füllungsgrads und zur Reduzierung der Klopfneigung.

Kühlmittelregler



432_035

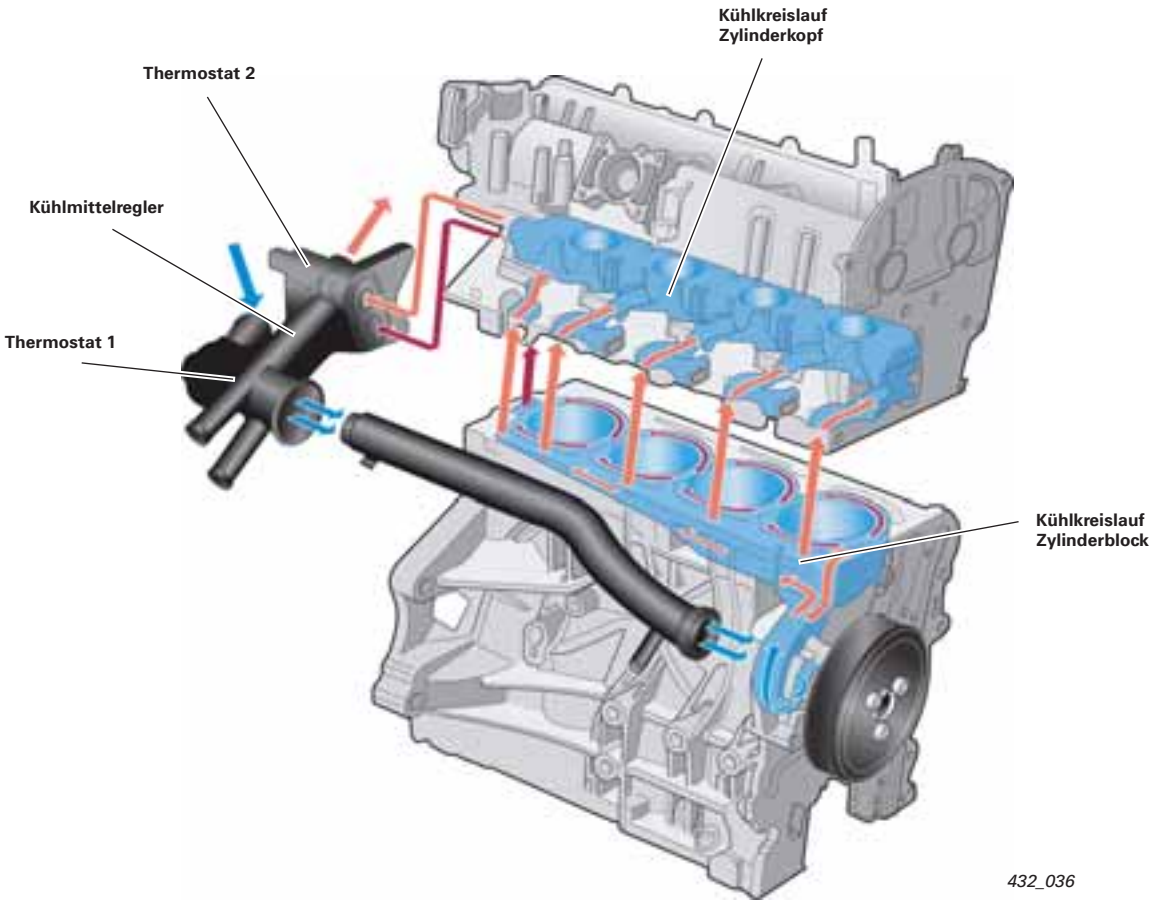
Aufteilung des Kühlmittelstroms

Bei der Temperaturregelung im Zweikreis-Kühlsystem wird die Kühlmittelmenge so aufgeteilt, dass ein Drittel zur Kühlung der Zylinder durch den Motorblock fließt. Zwei Drittel durchströmen den Zylinderkopf und kühlen hier die Brennräume.
Die Durchflussmenge und damit die Temperatur wird mit unterschiedlichen Querschnitten der Thermostaten geregelt.

Da in beiden Kreisläufen unterschiedliche Temperaturen auftreten, können auch die Drücke voneinander abweichen. Die Trennung beider Systeme erfolgt auch hier durch die zwei Thermostate.

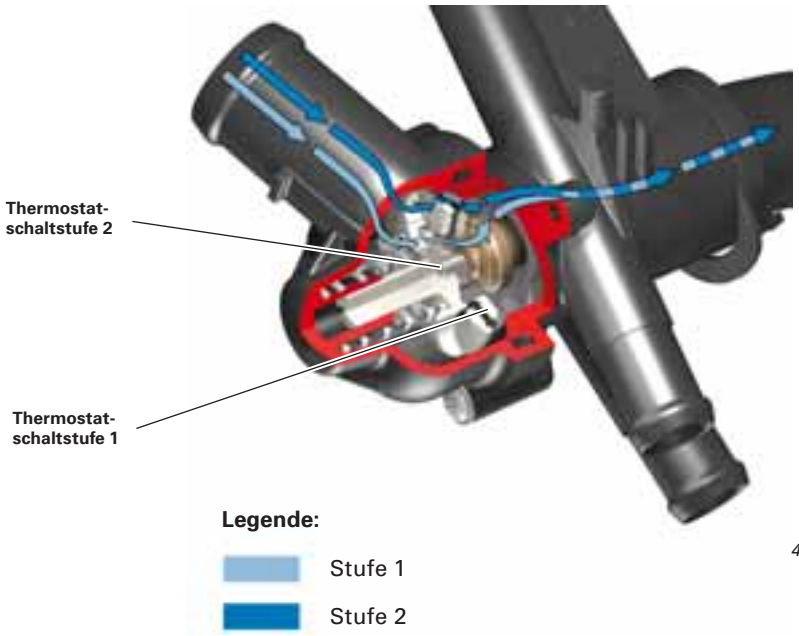
Da im Kühlmittelkreislauf des Zylinderblocks ein höherer Druck herrscht, wird hier für eine temperaturgenaue Öffnung ein zweistufig arbeitendes Thermostat eingesetzt.
Bei einem einstufigen Thermostat müsste ein großer Thermostatteller gegen den hohen Druck geöffnet werden. Aufgrund der entgegenwirkenden Kräfte würde das Thermostat jedoch erst bei höheren Temperaturen öffnen.

Beim zweistufigen Thermostat öffnet beim Erreichen der Öffnungstemperatur zuerst nur ein kleiner Thermostatteller. Durch die kleinere Fläche sind die entgegenwirkenden Kräfte geringer und das Thermostat öffnet temperaturgenau.
Nach einer bestimmten Wegstrecke nimmt der kleine Thermostatteller einen größeren mit und der größtmögliche Querschnitt wird frei gegeben.



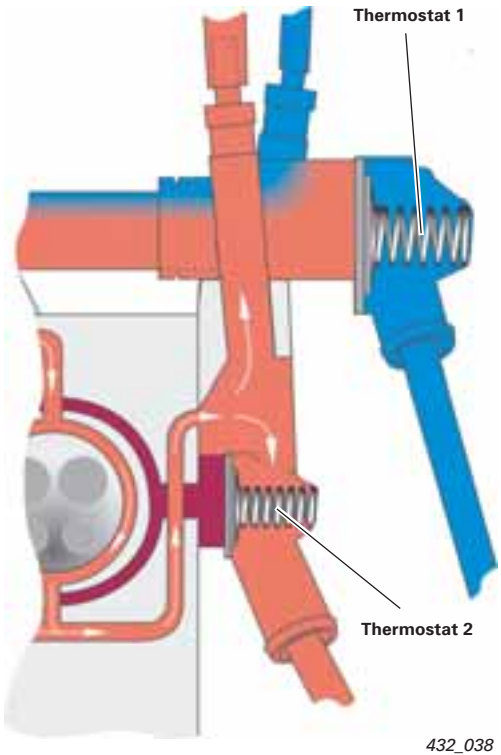
Thermostat

Aufbau und Funktion



432_037

Stellung bis 87 °C



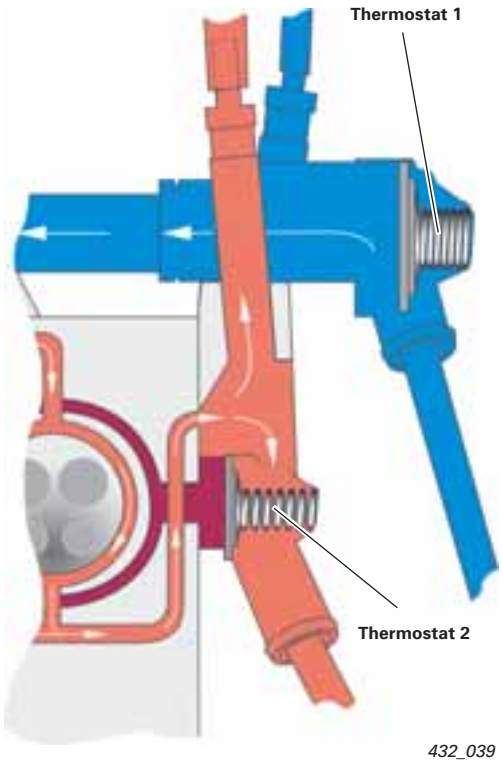
432_038

Beide Thermostaten sind geschlossen. Dadurch wird der Motor schneller erwärmt.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungswärmetauscher
- Ölkühler
- Ausgleichsbehälter

Stellung von 87 °C – 105 °C



432_039

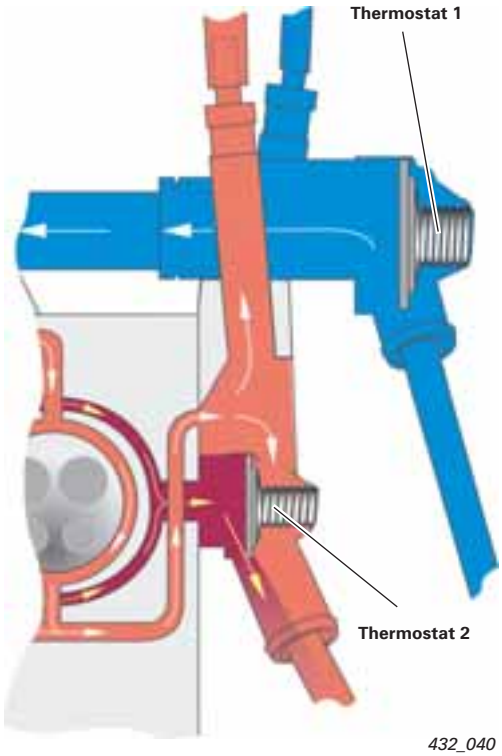
Das Thermostat 1 ist geöffnet und das Thermostat 2 ist geschlossen.

Dadurch wird die Temperatur im Zylinderkopf auf 87 °C geregelt und im Zylinderblock weiter erhöht.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungswärmetauscher
- Ölkühler
- Ausgleichsbehälter
- Kühler

Stellung über 105 °C



432_040

Beide Thermostate sind geöffnet.

Dadurch wird die Temperatur im Zylinderkopf auf 87 °C und im Zylinderblock auf 105 °C geregelt.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungswärmetauscher
- Ölkühler
- Abgasrückführungsventil
- Ausgleichsbehälter
- Kühler
- Zylinderblock

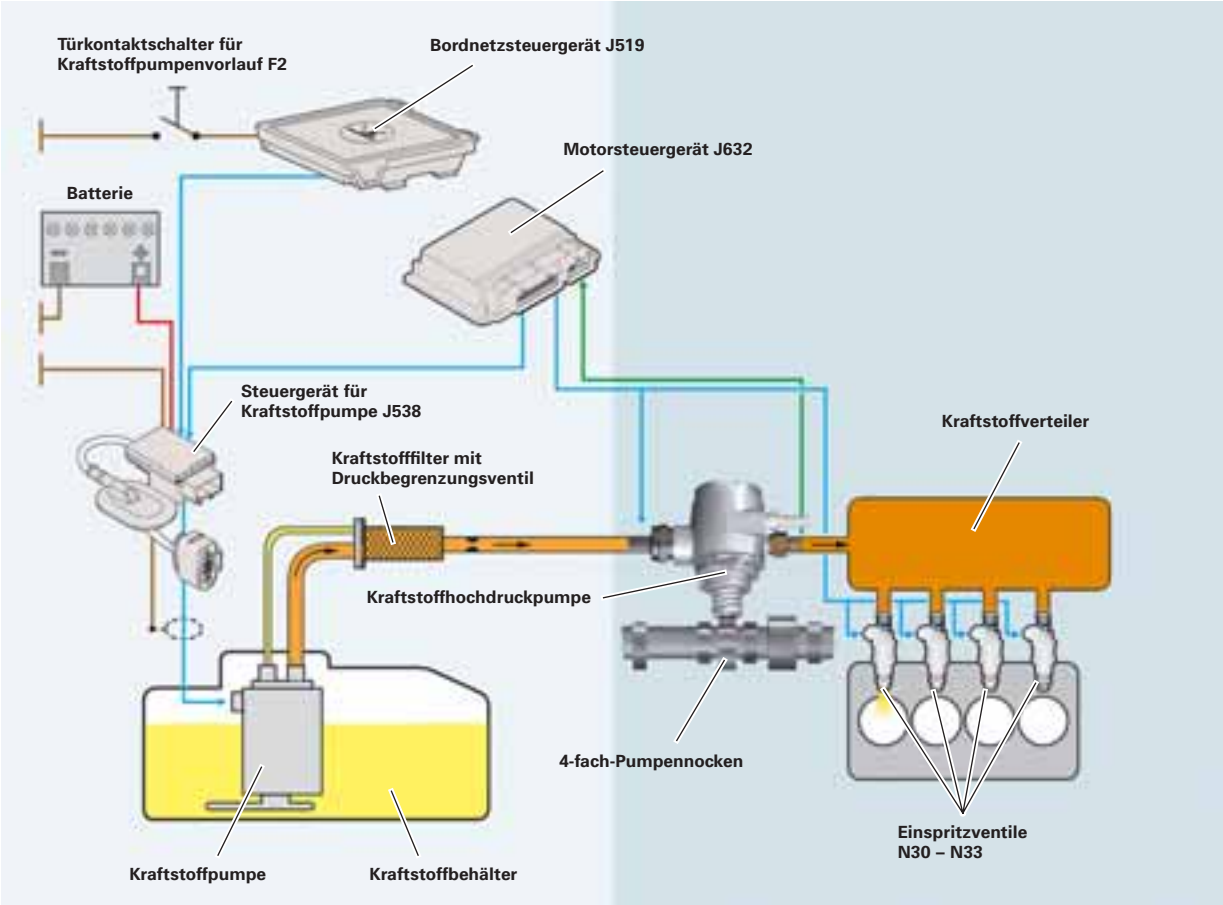
Kraftstoffsystem-Übersicht

Bedarfsgeregeltes Kraftstoffsystem

Bei diesem System wird sowohl von der elektrischen Kraftstoffpumpe im Kraftstoffbehälter als auch von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe immer nur so viel Kraftstoff gefördert, wie der Motor gerade benötigt.

Die elektrischen sowie die mechanischen Antriebsleistungen der Kraftstoffpumpen werden so möglichst gering gehalten. Dadurch wird Kraftstoff gespart.

Niederdruck-Kraftstoffsystem **Hochdruck-Kraftstoffsystem**



432_014

Legende

drucklos

4 bar

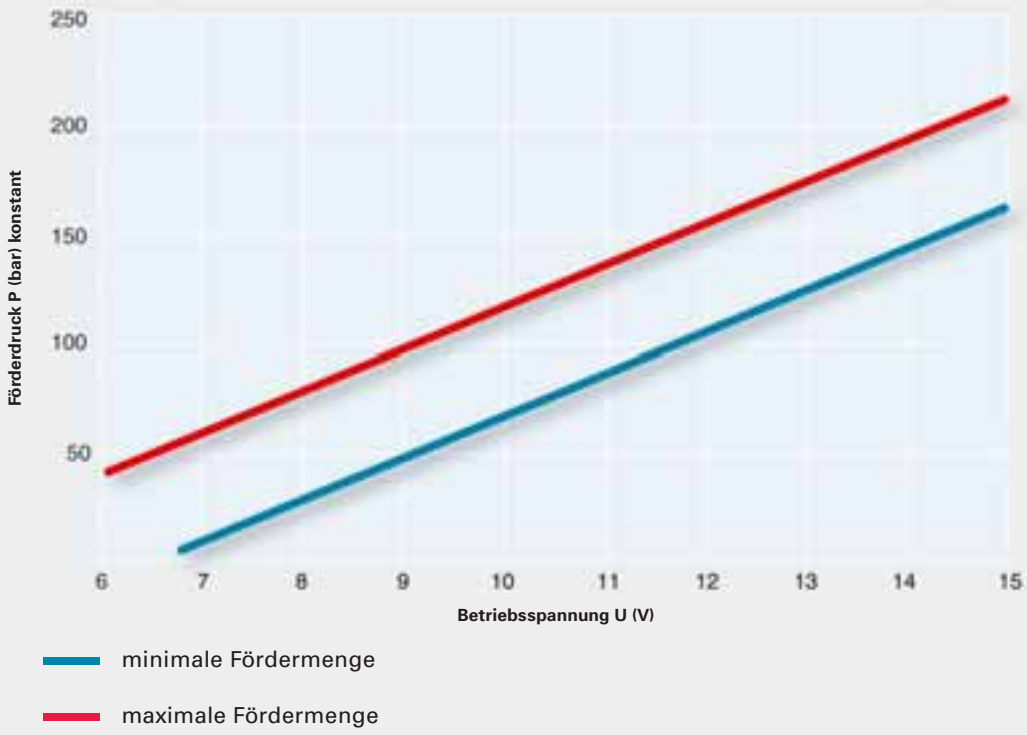
35 – 100 bar

Niederdruck-Kraftstoffsystem

Um die Förderleistung der Kraftstoffpumpe zu verändern, wird die Versorgungsspannung mittels PWM-Signal vom Steuergerät für Kraftstoffpumpe verändert. Die Pumpenspannung wird so zwischen 6 Volt und Batteriespannung geregelt. Das Signal für die richtige Pumpenspannung kommt vom Motorsteuergerät.

Dazu wird ein PWM-Signal vom Motorsteuergerät zum Steuergerät für Kraftstoffpumpe gesendet. Die Förderleistung der Pumpe wird durch ein Kennfeld im Motorsteuergerät bestimmt.
Mit der Veränderung der Pumpenspannung wird die Fördermenge der Pumpe variiert. Der Druck im Kraftstoffsystem bleibt dabei konstant auf 4 bar.

Förderleistungsdiagramm der Pumpe



Niederdruck-Erkennung

Im Niederdrucksystem ist kein Drucksensor verbaut. Die Prüfung der Fördermenge wird vom Motorsteuergerät folgendermaßen durchgeführt:
In jedem Fahrzyklus wird die Fördermenge der elektrischen Kraftstoffpumpe einmal gedrosselt, bis im Hochdruck-Kraftstoffsystem ein bestimmter Druck nicht mehr gehalten werden kann.

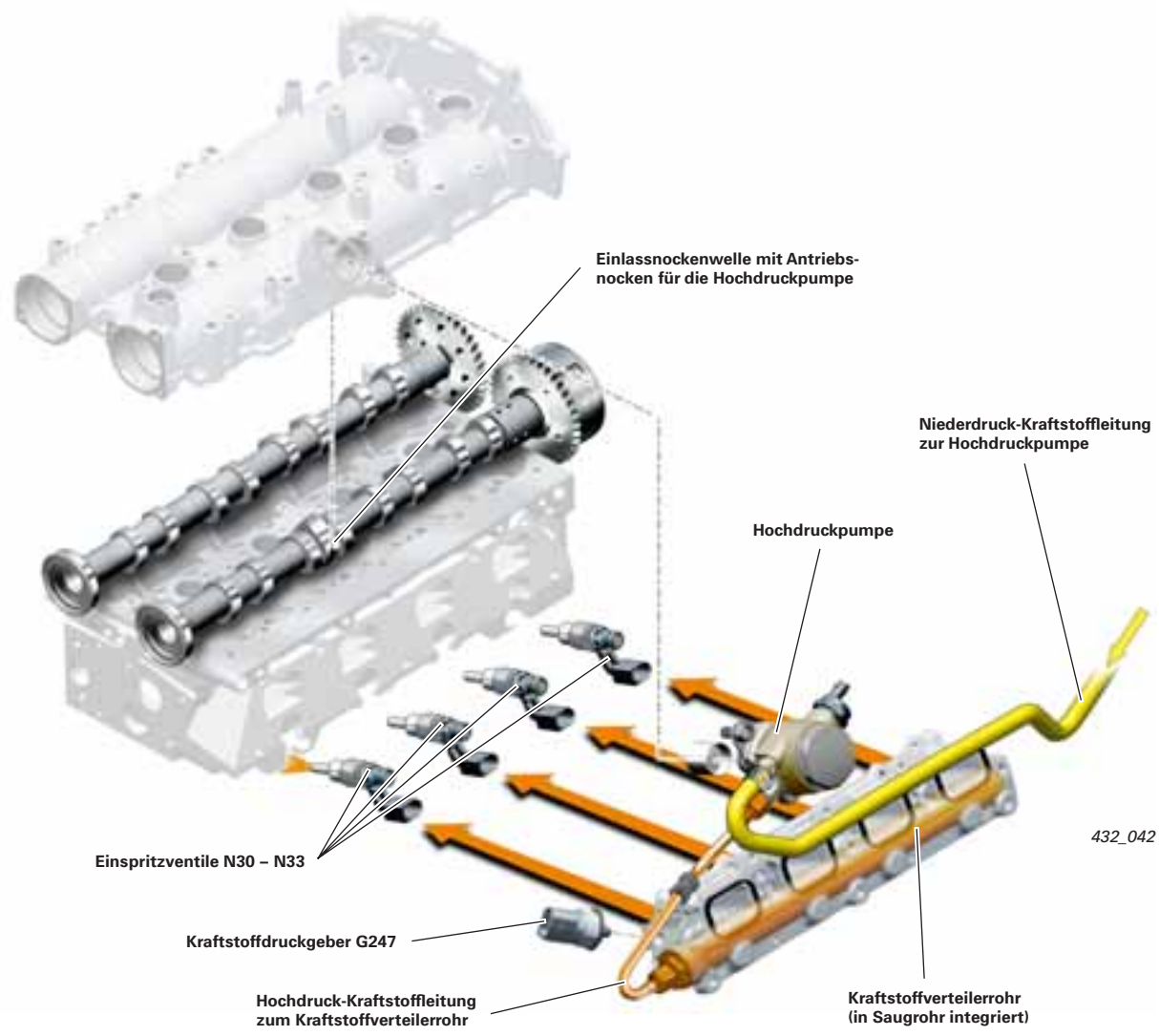
Das Motorsteuergerät vergleicht das PWM-Signal zur Ansteuerung der elektrischen Kraftstoffpumpe mit dem im Motorsteuergerät abgelegten PWM-Signal. Bei Abweichungen wird das Signal im Motorsteuergerät angepasst.

Hochdruck-Kraftstoffsystem

Im System wird ein Druck variabel, je nach Motorlast, zwischen 35 und 100 bar geregelt.

Folgende Bauteile kommen zum Einsatz:

- Hochdruck-Kraftstoffpumpe mit Regelventil für Kraftstoffdruck N276 und integriertem Druckbegrenzungsventil
- Hochdruck-Kraftstoffleitung
- Kraftstoff-Verteilerrohr
- Kraftstoffdruckgeber G247
- Einspritzventile N30 – N33



Hinweis

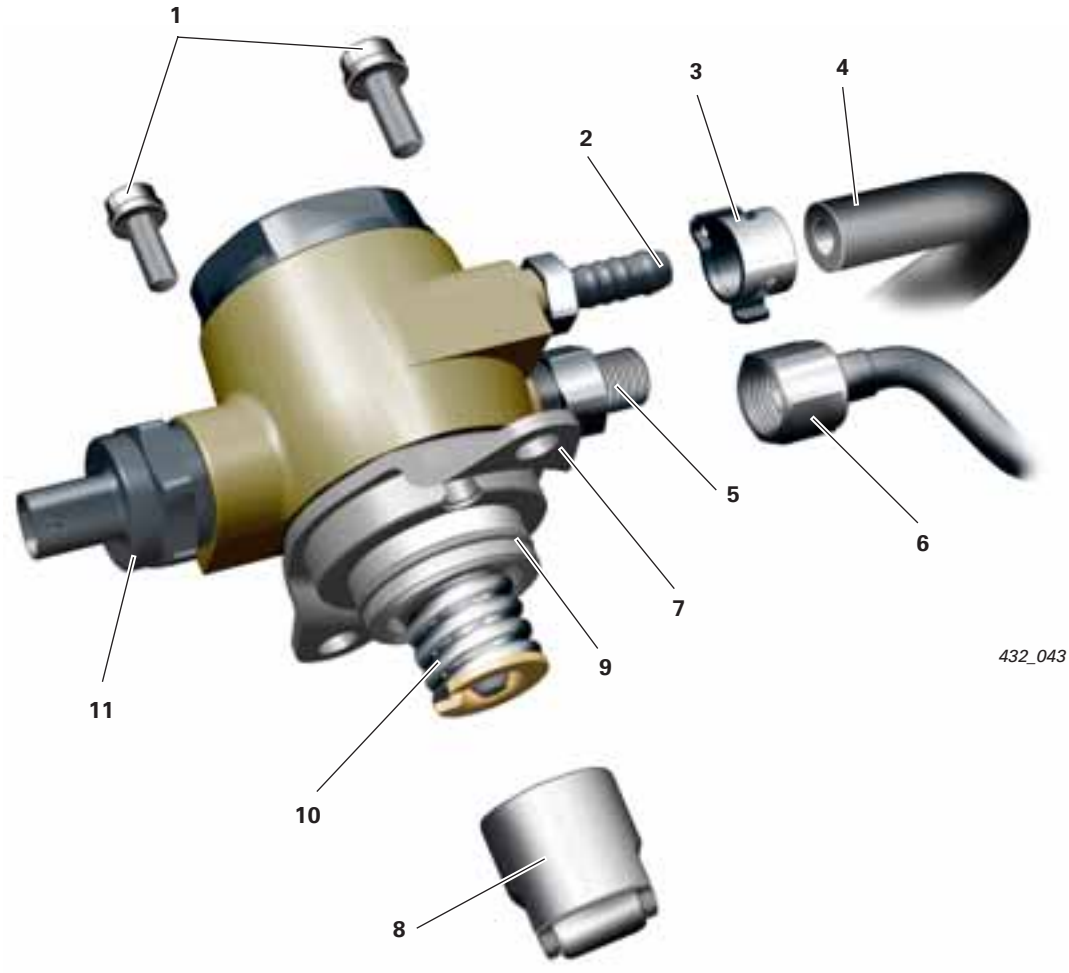
Vor dem Öffnen des Hochdruck-Kraftstoffsystems muss der Kraftstoffdruck abgebaut werden. Bisher konnte dazu der Stecker vom Regelventil abgezogen werden, das Regelventil war stromlos offen und der Kraftstoffdruck wurde abgebaut. Da bei diesem Motor das Regelventil stromlos geschlossen ist, wird der Kraftstoffdruck nicht mehr abgebaut, wenn der Stecker abgezogen wird. Beachten Sie, dass durch Erwärmung, der Kraftstoffdruck gleich wieder ansteigt. Beachten Sie bitte die entsprechenden Hinweise im System ELSA.

Kraftstoff-Hochdruckpumpe

Am 1,4l-TFSI-Motor kommt eine neue Hochdruckpumpe der 3. Generation zum Einsatz.
Der Hersteller der Pumpe ist die Firma Hitachi.

Wesentliche Neuerungen der Pumpe sind:

- kleinerer Förderhub (3 mm),
- Druckbegrenzungsventil in die Pumpe integriert, dadurch Entfall der Rücklaufleitung vom Kraftstoffverteiler



Legende

1	Pumpenbefestigungsschrauben	7	Flanschhalter
2	Niederdruck-Anschluss	8	Rollenstößel
3	Schlauchschelle	9	Dämpferring
4	Rücklaufschlauch	10	Feder
5	Hochdruck-Anschluss	11	Regelventil für Kraftstoffdruck N276
6	Druckleitung Hochdruck-Anschluss		

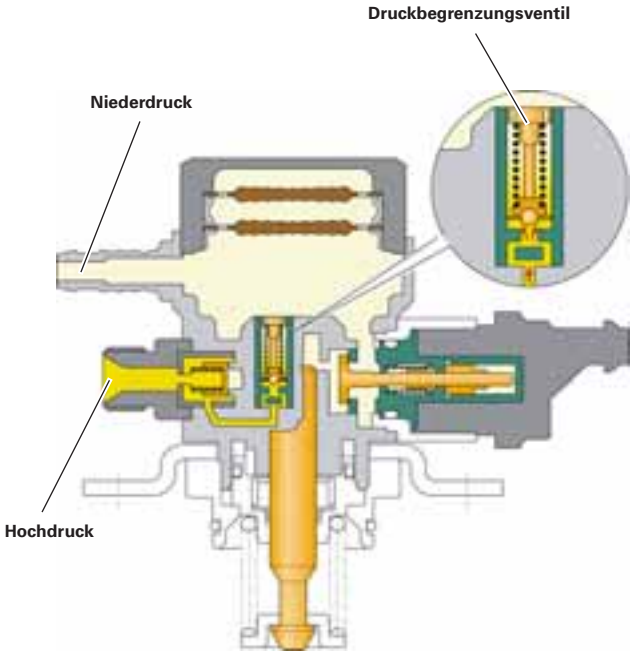
Regelkonzept für die Hochdruckpumpe

Die Kraftstoffregelung erfolgt bedarfsgerecht. Wird das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 nicht angesteuert, wird der Kraftstoff in das Hochdruck-Kraftstoffsystem gefördert.
Mit einem Vierfachnocken auf der Einlassnockenwelle wird die Hochdruckpumpe angetrieben.

Um die Reibung zwischen Pumpenstößel und Nockenwelle möglichst gering zu halten, wird die Bewegung mittels Rollenstößel übertragen.
Die Pumpe ist schräg in der Zylinderkopfhaube verschraubt.

Druckbegrenzungsventil

Das Druckbegrenzungsventil ist in die Kraftstoff-Hochdruckpumpe integriert und schützt die Bauteile bei Wärmeausdehnung oder bei Fehlfunktionen vor zu hohen Kraftstoffdrücken.
Es ist ein federbelastetes Ventil und öffnet ab einem Kraftstoffdruck von 140 bar. Wenn das Ventil öffnet, strömt der Kraftstoff von der Hochdruckseite der Pumpe zur Niederdruckseite.



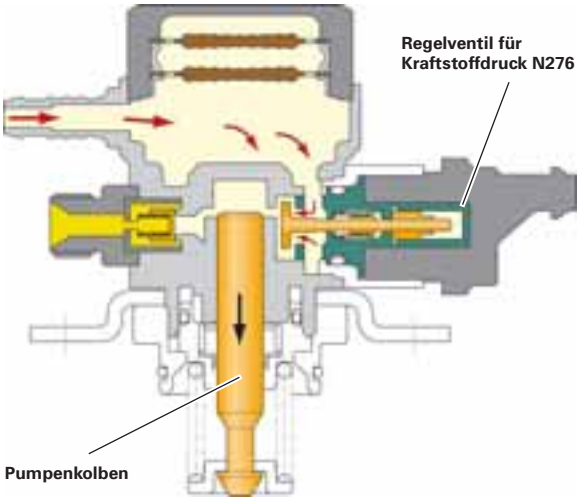
432_055

Funktion

Kraftstoff-Saughub

Während des gesamten Saughubs wird das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 durch das Motorsteuergerät bestromt. Durch das dabei entstehende Magnetfeld öffnet sich das Einlassventil gegen die Federkraft.

Der Pumpenkolben bewegt sich abwärts. Dadurch entsteht im Pumpenraum ein Druckgefälle. Somit fließt der Kraftstoff von der Niederdruckseite in den Pumpenraum.

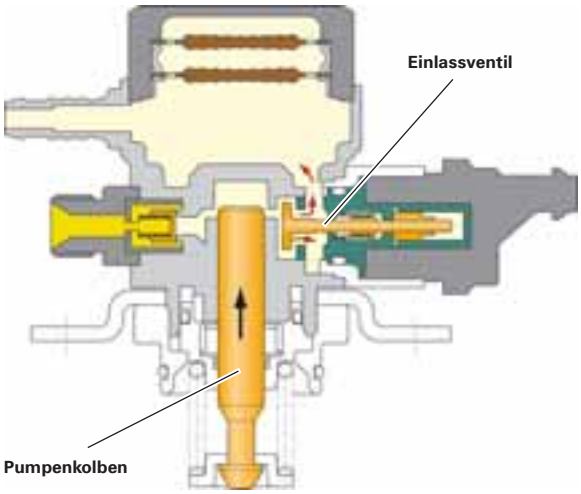


432_052

Kraftstoff-Rückförderung

Um die Kraftstoffmenge dem tatsächlichen Verbrauch anzupassen, bleibt das Einlassventil auch mit Beginn der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens geöffnet.

Der überschüssige Kraftstoff wird vom Pumpenkolben in den Niederdruckbereich zurückgedrückt. Dabei entstehende Pulsationen werden durch den in der Pumpe integrierten Druckdämpfer und einer Drossel in der Kraftstoffvorlaufleitung ausgeglichen.

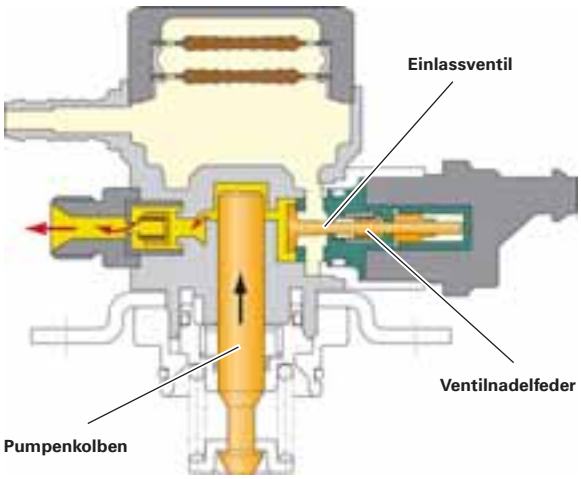


432_053

Kraftstoff-Förderhub

Zum berechneten Beginn des Förderhubs wird das Regelventil für Kraftstoffdruck nicht mehr bestromt. Dadurch wird das Einlassventil vom ansteigenden Druck im Pumpenraum und die Kraft der Ventilnadelfeder geschlossen.

Durch die Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens baut sich Druck im Pumpenraum auf. Ist der Druck im Pumpenraum größer als im Kraftstoffverteiler, öffnet das Auslassventil. Der Kraftstoff wird zum Kraftstoffverteiler gepumpt.



432_054

Auswirkungen bei Ausfall

Das Regelventil ist stromlos geschlossen. Das bedeutet, dass bei Ausfall des Regelventils der Kraftstoffdruck ansteigt, bis das Druckbegrenzungsventil in der Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei ca. 140 bar öffnet.
Das Motormanagement passt die Einspritzzeiten an den hohen Druck an und die Motordrehzahl wird auf 3000 1/min begrenzt.

Systemkomponenten

Kraftstoffdruckgeber G247

Der Geber befindet sich schwungradseitig am Saugrohr-Unterteil und ist in das Kraftstoffverteilerrohr eingeschraubt. Er misst den Kraftstoffdruck im Hochdruck-Kraftstoffsystem und sendet das Signal an das Motorsteuergerät.



432_056

Kraftstoffdruckgeber G247

Signalverwendung

Das Motorsteuergerät wertet die Signale aus und regelt über das Regelventil für Kraftstoffdruck den Druck im Kraftstoffverteilerrohr.
Erkennt der Kraftstoffdruckgeber außerdem, dass der Solldruck nicht mehr eingeregelt werden kann, wird das Regelventil für Kraftstoffdruck während der Verdichtung ständig angesteuert und ist offen. Damit wird der Kraftstoffdruck auf 5 bar des Niederdruck-Kraftstoffsystems reduziert.

Auswirkung bei Signalausfall

Fällt der Kraftstoffdruckgeber aus, wird das Regelventil für Kraftstoffdruck während der Verdichtung ständig angesteuert und ist offen. Damit wird der Kraftstoffdruck auf 5 bar des Niederdruck-Kraftstoffsystems reduziert. Dadurch werden das Motordrehmoment und die Leistung drastisch reduziert.

Hochdruck-Einspritzventile N30 – N33

Das Strahlbild der 6-Loch-Hochdruck-Einspritzventile ist so ausgelegt, dass eine Benetzung des Kolbenbodens mit Kraftstoff bei Volllast oder während der Doppeleinspritzung in der Aufheizphase des Katalysators vermieden wird.

Die Gemischbildung wird verbessert. Es ergeben sich niedrigere Kohlenwasserstoffemissionen. Außerdem wird bei kaltem Motor der Kraftstoffeintrag in das Motoröl verringert.



432_058

Die Öffnung der Magnet-Einspritzventile erfolgt durch das Motorsteuergerät mit einer Spannung von 65 Volt. Dabei können Stromspitzen bis zu 12 Ampere auftreten. Der Haltestrom beträgt ca. 2,6 Ampere.
Die Befestigung der Einspritzventile erfolgt über das Saugrohr-Unterteil, in dem auch der Kraftstoffverteiler integriert ist.



432_057

Hinweis

Zum Ausbau der Einspritzventile muss der im Werkzeugsatz T10133 enthaltene Abzieher T10133/2 umgebaut werden. Anschließend wird er als T10133/2A gekennzeichnet.
Die genaue Vorgehensweise dazu finden Sie im Reparaturleitfaden.

Regelung der Gemischbildung

Trotz der Einstufung in die Abgasnorm EU IV konnte bei diesem Motor auf ein Sekundärluft-Einblassystem und auf eine Abgasrückführung verzichtet werden. Die Reinigung der Abgase erfolgt in einem Dreiwege-Katalysator.
Dieser ist motornah dem Abgasturbolader nachgeschaltet. Durch diese Anordnung erreicht der Keramik-Katalysator sehr schnell seine Betriebstemperatur. Die Regelung der Gemischbildung erfolgt durch Sprung-Lambdasonden. Eine Sonde (G39) ist unmittelbar vor dem Katalysator verbaut und für die Gemischbildung verantwortlich. Die Funktionsprüfung der Vorkatsonde und die Konvertierungsrate des Katalysators wird von der Sprung-Lambdasonde G130 übernommen. Sie ist unmittelbar hinter dem Katalysator verbaut.

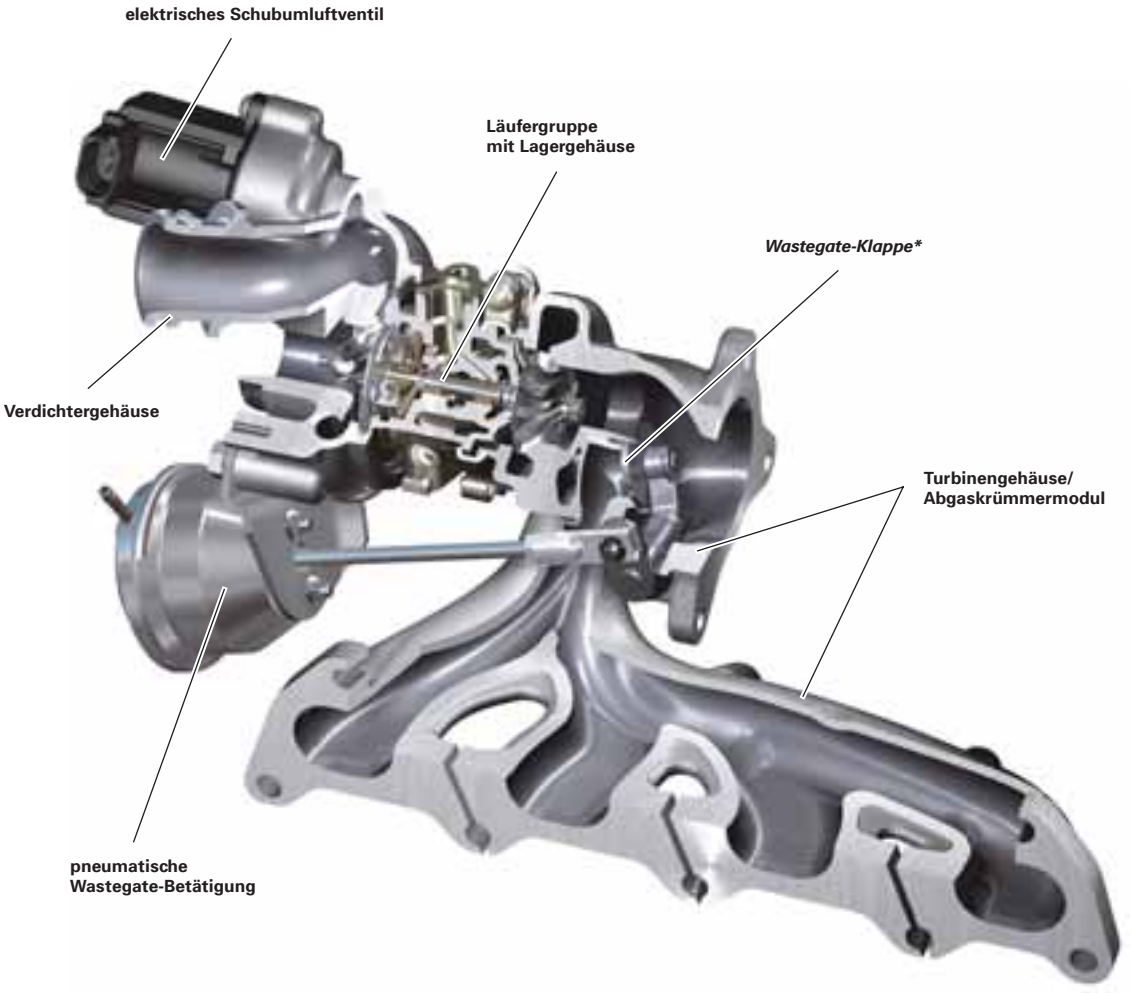
Abgasturbolader

Der Abgasturbolader bildet zusammen mit dem Abgaskrümmer ein gemeinsames Modul. Separat austauschbare Teile sind das Umluftventil für Turbolader N249 und die Druckdose für Ladeluftbegrenzung.

Bei der Entwicklung legte man besonderen Wert auf ein sehr gutes Ansprechverhalten bei niedrigen Drehzahlen. Aus diesem Grund wurden die Laufräder von Turbine und Verdichter mit Durchmessern von 37 mm bzw. 41 mm extrem kompakt gestaltet.

Dadurch spricht der Abgasturbolader schon bei Motordrehzahlen kurz oberhalb des Leerlaufs an. Der Wastegate-Kanal ist mit einem Durchmesser von 26 mm recht großzügig dimensioniert, was zu einer Minderung zu hoher Abgasdrücke führt.

Durch diese konstruktiven Maßnahmen werden bei einer Motordrehzahl von 1250 1/min schon 80 % des maximalen Drehmoments erreicht. Ab 1500 1/min steht dann das maximale Moment von 200 Nm zur Verfügung. Der maximal erreichbare Ladedruck beträgt 1,8 bar absolut.



432_025

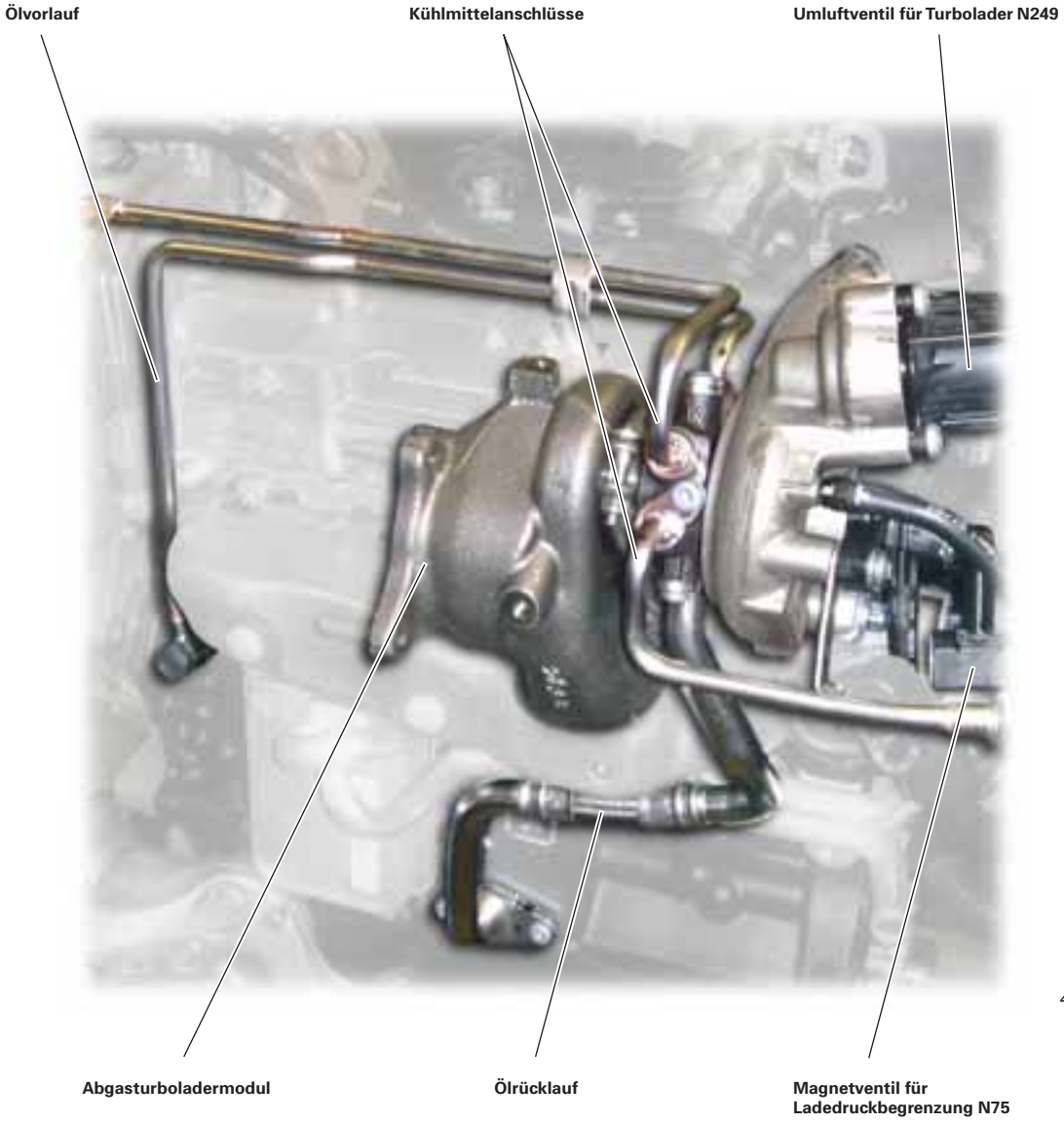
Hinweis

Eine Beschreibung des Systems der Schubumluftsteuerung finden Sie im Selbststudienprogramm 332 „Audi A3 Sportback“.

Kühlung und Schmierung des Abgasturboladers

Zum Schutz vor Überhitzung ist der Abgasturbolader in den Kühlkreislauf des Ladeluftkühlsystems integriert (siehe Übersicht Kühlmittelkreislauf Seite 27).
Um einen Wärmestau zu vermeiden, wird der Kreislauf nach Motorstopp für eine im Kennfeld vorgegebene Zeit aufrecht gehalten.

Dazu ist im Ladeluftkühlsystem die Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 integriert.
Sie wird vom Motorsteuergerät über das Relais für Kühlmittelzusatzpumpe J496 angesteuert.
Die Läufergruppe des Abgasturboladers ist zur Schmierung und Kühlung an den Motorschmierölkreislauf angeschlossen.

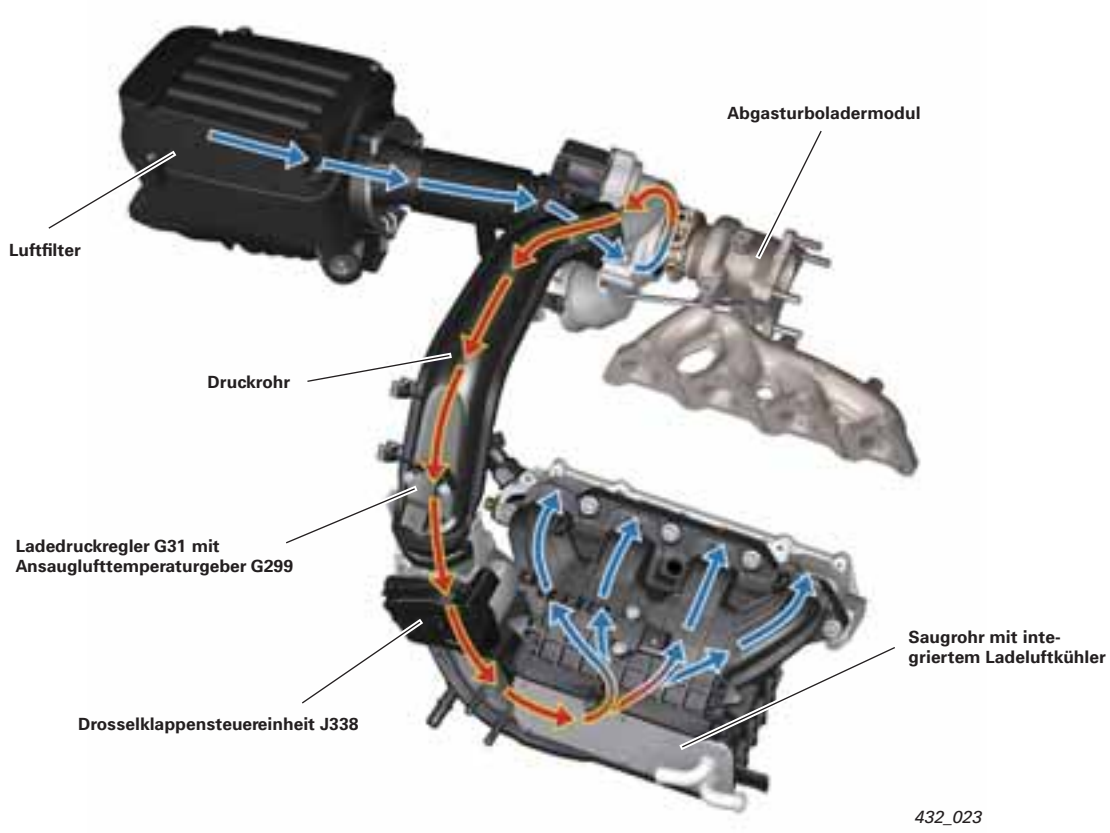


432_026

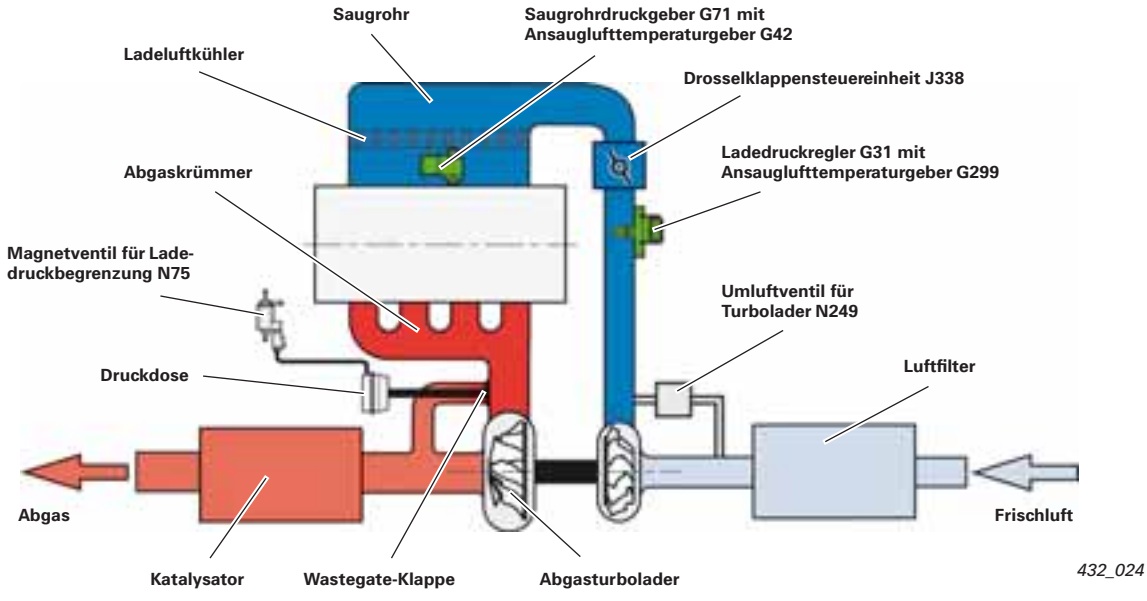
Ansaugsystem

Das gesamte Luftversorgungssystem des 1,4l-TFSI-Motors ist sehr kompakt aufgebaut. Entwicklungsziel war es, möglichst kurze Wege zu realisieren. Dazu wurde auf einen Luft-Luft-Ladeluftkühler und die dazugehörige Ladeluftstrecke verzichtet. Stattdessen ist ein Luft-Wasser-Ladeluftkühler direkt in das Saugrohr integriert.

Das Luftvolumen zwischen Abgasturbolader und Einlassventil konnte somit mehr als halbiert werden. Dadurch wurden die Druck- und Strömungsverluste reduziert und das Ansprechverhalten des Aufladesystems konnte deutlich verbessert werden. Ergebnis dessen ist eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades des Motors.



Systemübersicht



Ladedruckregelung

Der Ladedruck wird mit einer Wastegate-Klappe (Bypassventil) geregelt. Die Klappe wird über ein Gestänge von einer Druckdose betätigt, die dazu vom Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75 mit einem modulierten Ladedruck beaufschlagt wird.

Die vom Motor benötigte Luftmasse wird mit der Ladedruckregelung ermittelt und eingeregelt. Bei dieser p/n-Regelung kommen zwei Druck- und Temperatursensoren zum Einsatz.

Ladedruckgeber G31 mit Ansauglufttemperaturgeber 2 G299

Er ist vor der Drosselklappen-Steuereinheit in das Druckrohr eingeschraubt. Hier werden der Druck und die Temperatur der Luft nach dem Turbolader gemessen. Das Signal des G31 dient dem Motorsteuergerät für die Regelung des Ladedrucks.

Das Signal des G299 wird benötigt:

- zur Berechnung eines Korrekturwerts für den Ladedruck
  Damit wird der Temperatureinfluss auf die Dichte der Ladeluft berücksichtigt.
- zum Bauteileschutz
  Steigt die Temperatur der Ladeluft über einen bestimmten Wert an, wird der Ladedruck heruntergeregelt.
- zur Ansteuerung der Pumpe für Kühlmittelumlauf
  Beträgt die Temperaturdifferenz der Ladeluft vor und nach dem Ladeluftkühler weniger als 8 °C, wird die Pumpe für Kühlmittelumlauf angesteuert.
- zur Plausibilitätsprüfung der Pumpe für Kühlmittelumlauf
  Beträgt die Temperaturdifferenz der Ladeluft vor und nach dem Ladeluftkühler weniger als 2 °C, wird von einem Defekt der Pumpe ausgegangen. Die Abgaswarnleuchte K83 wird eingeschaltet.

Auswirkung bei Signalausfall

Bei Signalausfall beider Sensoren wird der Turbolader nur noch gesteuert betrieben. Der Ladedruck und damit auch die Motorleistung sind geringer.

Ladedruckgeber G31 mit Ansauglufttemperaturgeber 2 G299



432_027

Saugrohrdruckgeber G71 mit Ansauglufttemperaturgeber G42

Saugrohrdruckgeber G71 mit Ansaugluft-temperaturgeber G42

Dieser Duosensor (baugleich mit G31/G299) ist im Saugrohr hinter dem Ladeluftkühler eingeschraubt. Hier werden ebenfalls der Druck und die Temperatur der Luft gemessen.

Aus den Signalen dieses Sensors wird unter Berücksichtigung der Motordrehzahl die Luftmasse berechnet. An diesem Messpunkt, hinter dem Ladeluftkühler, entspricht die gemessene und berechnete Luftmasse genau der, die der Motor auch verbraucht.

Zusätzlich wird das Signal des G42 benötigt:

- zur Ansteuerung der Pumpe für Kühlmittelnachlauf
  Beträgt die Temperaturdifferenz der Ladeluft vor und nach dem Ladeluftkühler weniger als 8 °C, wird die Pumpe für Kühlmittelumlauf angesteuert.
- zur Plausibilitätsprüfung der Pumpe für Kühlmittelumlauf
  Beträgt die Temperaturdifferenz der Ladeluft vor und nach dem Ladeluftkühler weniger als 2 °C, wird von einem Defekt der Pumpe ausgegangen. Die Abgaswarnleuchte K83 wird eingeschaltet.

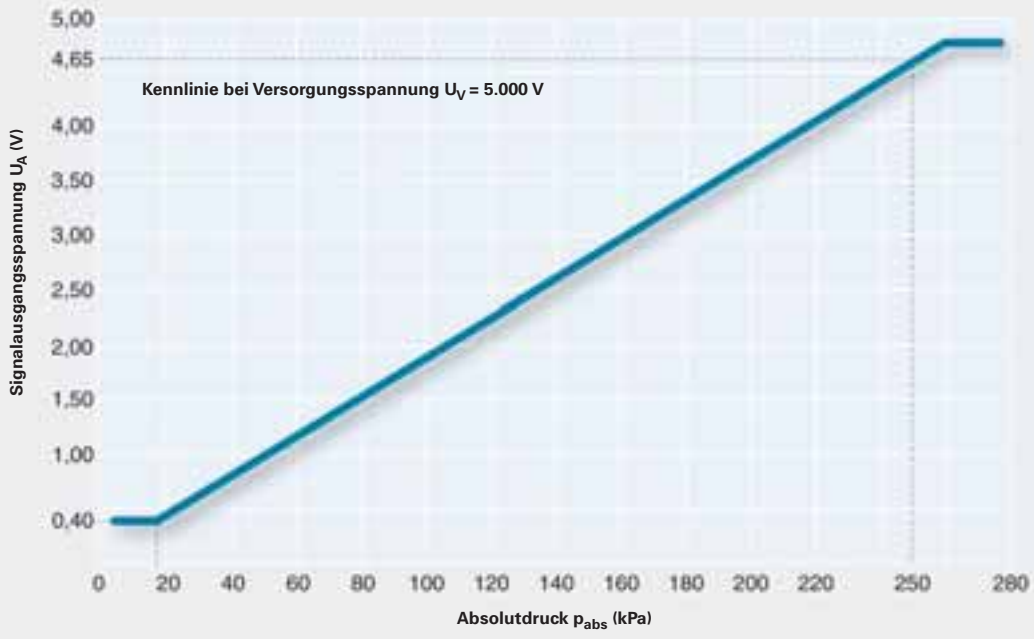


432_028

Auswirkung bei Signalausfall

Bei Signalausfall werden die Drosselklappenstellung und das Temperatursignal des G299 als Ersatzsignal verwendet. Der Turbolader wird nur noch gesteuert betrieben. Der Ladedruck und damit auch die Motorleistung sind geringer.

Signalbild des Saugrohrdruckgebers

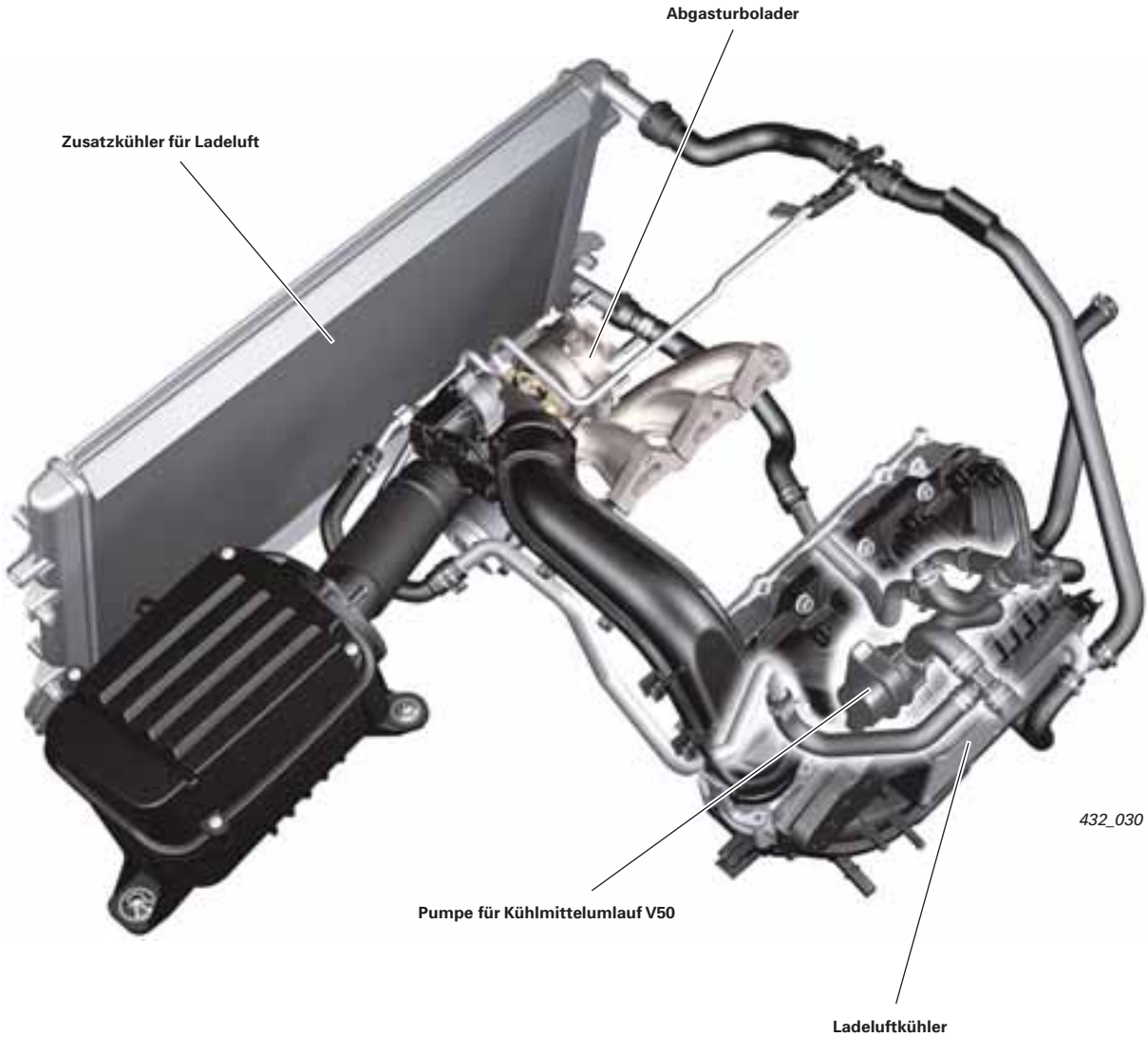


Ladeluftkühlung

In dieser Motorbaureihe setzt erstmals eine flüssigkeitsgekühlte Ladeluftkühlung ein. Bei diesem System befindet sich ein kühlmitteldurchströmter Ladeluftkühler direkt im Saugrohr.
Der Ladeluftkühler ist mit einem eigenen Kreislauf in das Motorkühlsystem integriert. In diesem Kreislauf ist auch der Abgasturbolader eingebunden.

Als Förderpumpe für diesen Niedertemperaturkreislauf wird die bereits verbaute Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 genutzt. Sie wird vom Motorsteuergerät, über das Relais für Kühlmittelzusatzpumpe, bedarfsabhängig angesteuert.

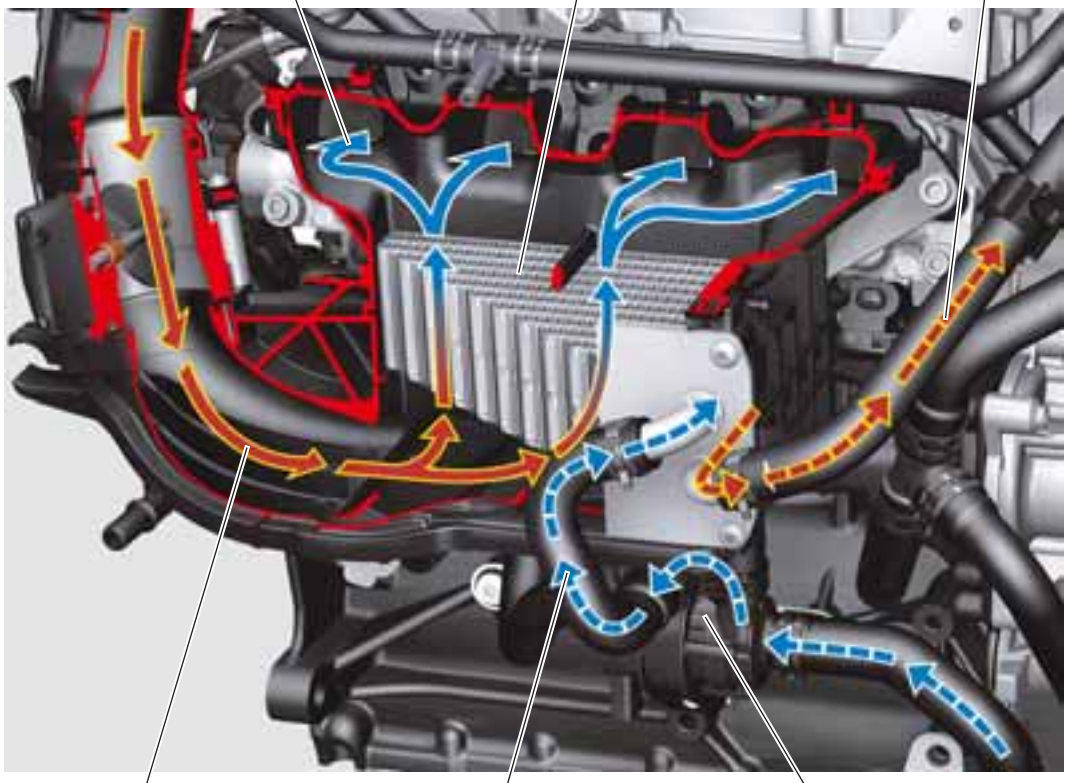
Zur Berechnung der Ansteuerung werden die Signale der Ansaugluftemperaturgeber G42 und G299 verwendet.
Läuft die Pumpe, wird aus dem Zusatzkühler des Ladeluftsystems das gekühlte Kühlmittel über den Ladeluftkühler im Saugrohr und parallel dazu über den Abgasturbolader gefördert.
Von dort aus fließt das erwärmte Kühlmittel zurück in den Zusatzkühler des Ladeluftsystems.
Die Differenztemperatur der Luft nach dem Ladeluftkühler und der Umgebungstemperatur beträgt im ungünstigsten Fall etwa 20 °C.



Ladeluftkühler

Der Aufbau und die Funktion des Ladeluftkühlers sind ähnlich wie bei einem normalen Flüssigkeitskühler.
In einem aus Aluminium-Lamellen bestehenden Paket wird eine Rohrleitung geführt, in der das Kühlmittel fließt.

Die warme Luft strömt an den Lamellen vorbei und gibt die Wärme an sie ab.
Die Lamellen leiten die aufgenommene Wärme an das Kühlmittel weiter. Das erwärmte Kühlmittel wird zum Zusatzkühler des Ladeluftsystems gefördert und dort abgekühlt.



432_031

Legende

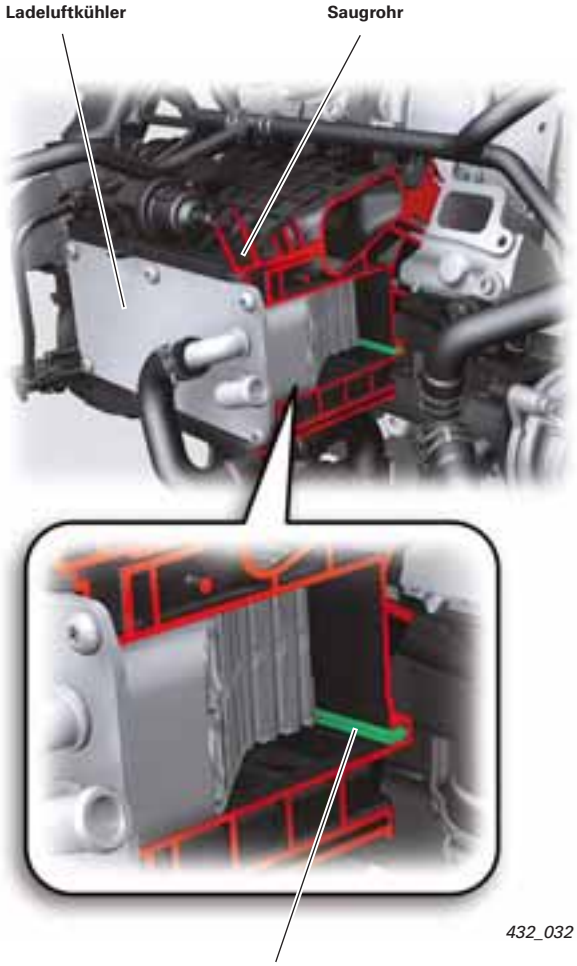
- Ladeluft gekühlt
- Ladeluft warm
- Kühlmittel kalt
- Kühlmittel warm

Ein- und Ausbau

Der Ladeluftkühler wird in das Saugrohr hineingeschoben und mit sechs Schrauben befestigt.
An der Rückseite des Ladeluftkühlers befindet eine Dichtleiste. Sie dient als Abdichtung des Ladeluftkühlers zum Saugrohr und zur Abstützung des Ladeluftkühlers.

Hinweis

Achten Sie beim Einbau des Ladeluftkühlers auf den korrekten Sitz der Dichtleiste.
Ist sie nicht korrekt verbaut, kommt es zu Vibrationen, der Ladeluftkühler reißt und wird undicht.



432_032

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Die Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 ist unterhalb des Saugrohrs an den Zylinderblock angeschraubt. Sie ist Bestandteil eines eigenständigen Kühlkreislaufs.

Aufgabe

Die Pumpe für Kühlmittelumlauf fördert Kühlmittel von einem Zusatzkühler am Frontend zum Ladeluftkühler und zum Abgasturbolader. Sie wird unter folgenden Bedingungen angesteuert:

- kurzzeitig nach jedem Motorstart
- ständig ab einer Drehmomentanforderung von ca. 100 Nm
- ständig ab einer Ladelufttemperatur von 50 °C im Saugrohr
- ab einer Temperaturdifferenz der Ladeluft vor und nach dem Ladeluftkühler von weniger als 8 °C
- bei laufendem Motor alle 120 Sekunden für 10 Sekunden, um einen Hitzestau vor allem am Abgasturbolader zu vermeiden
- kennfeldabhängig für 0 – 480 Sekunden nach dem Abschalten des Motors, um eine Überhitzung mit Dampfblasenbildung am Abgasturbolader zu vermeiden



432_077

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Auswirkungen bei Ausfall

Fällt die Pumpe für Kühlmittelnachlauf aus, kann das zu Überhitzungen führen. Die Pumpe selbst wird von der Eigendiagnose nicht überprüft. Durch einen Temperaturvergleich vor und nach dem Ladeluftkühler wird ein Defekt im Kühlsystem erkannt und die Abgaswarnleuchte K83 eingeschaltet.

Systemübersicht 1,4l-TFSI-Motor

Sensoren

Saugrohrdruckgeber G71 (nach Drosselklappe)
Ansaugluftemperaturgeber G42

Ladedruckgeber G31 mit Ansaugluft-
temperaturgeber 2 G299 (nach Drosselklappe)

Motordrehzahlgeber G28

Hallgeber G40

Drosselklappensteuereinheit J338
Winkelgeber 1 und 2 für Drosselklappenantrieb G187, G188

Gaspedalstellungsgeber G79 und G185

Kupplungspositionsgeber G476

Bremslichtschalter F
Bremspedalschalter F63

Kraftstoffdruckgeber G247

Klopfsensor 1G61

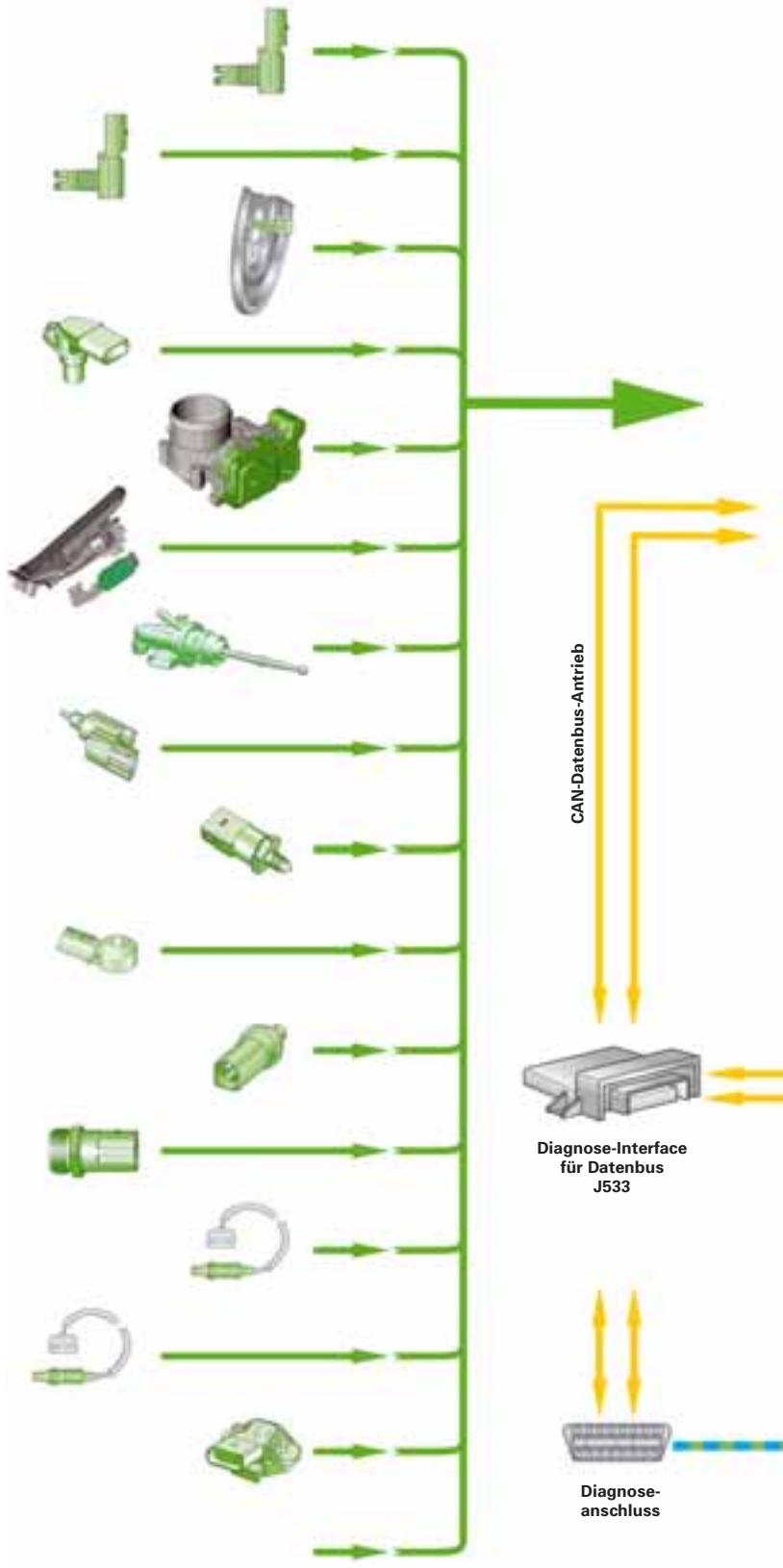
Kühlmitteltemperaturgeber G62

Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83

Lambdasonde G39

Lambdasonde nach Katalysator G130

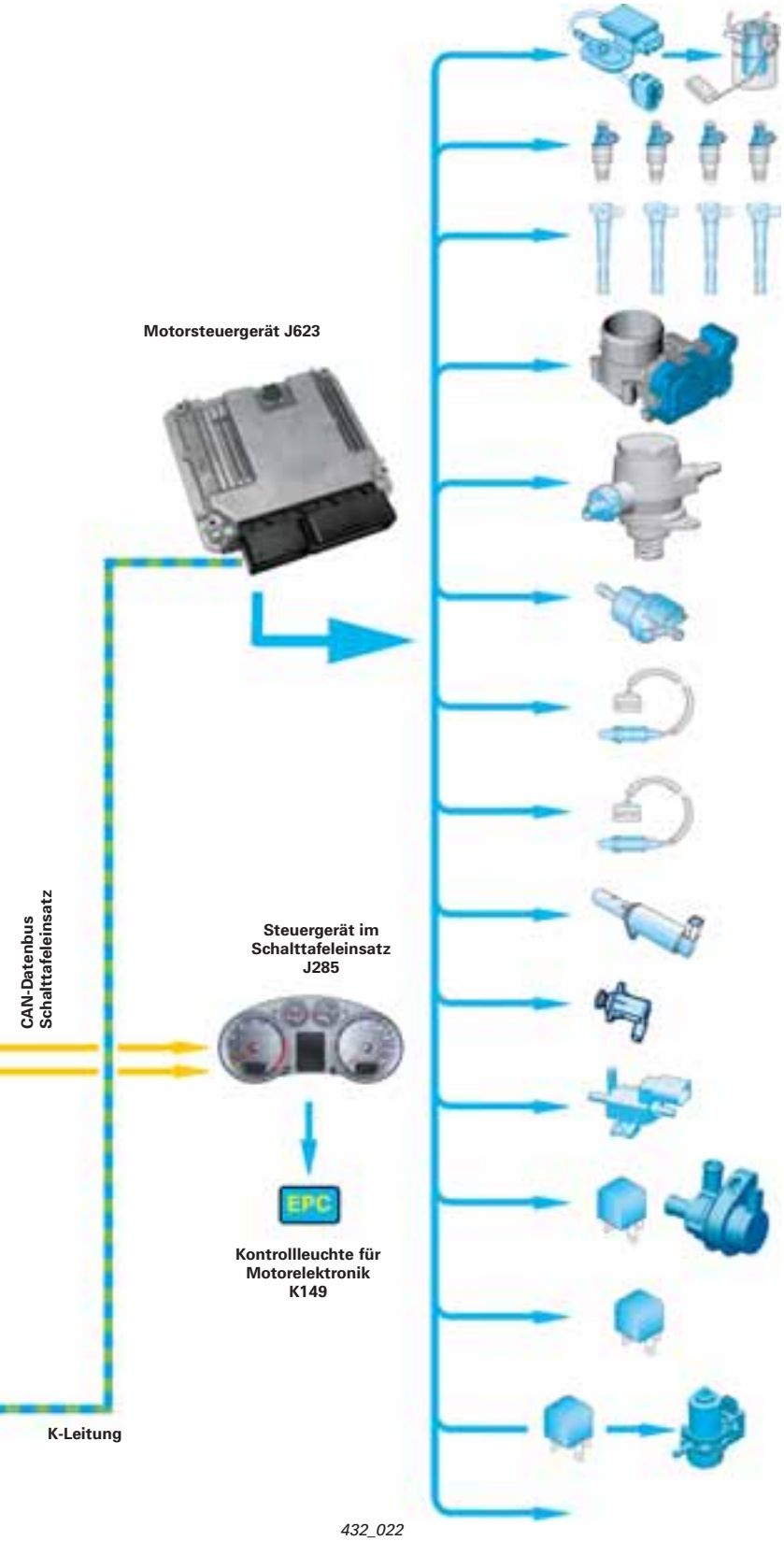
Drucksensor für Bremskraftverstärkung G294*



Zusatz-Eingangssignale:
– Geschwindigkeitsregelanlage E/A über J527
– Generatorklemme DFM
– Kühlerlüfterstufe 1 (pulsweiten moduliertes Signal)

* nur relevant bei Fahrzeugen mit einem Doppel-
kupplungsgetriebe und ABS ohne ESP

Aktoren



Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Einspritzventile für Zylinder 1 – 4
N30 – N33

Zündspule 1 – 4 mit Leistungsendstufe
N70, N127, N291, N292

Drosselklappensteuereinheit J338
Drosselklappe mit elektrischer Gasbetätigung G186

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80

Heizung für Lambdasonde Z19

Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29

Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205

Umluftventil für Turbolader N249

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Relais für Kühlmittelzusatzpumpe J496
Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Stromversorgungsrelais für Motronic J271

Relais für Vakuumpumpe J57
Unterdruckpumpe für Bremse V192
(für Fahrzeuge mit Automatikgetriebe)

Zusatz-Ausgangssignal:
– Bremslicht zum Bordnetzsteuergerät J519

Motorsteuergerät

Die Bosch Motronic MED 17.5.20 ist eine konsequente Weiterentwicklung der MED 17.5., die bei Audi im 1,8l-TFSI-Motor (EA 888) im Einsatz ist.

Bis auf einige Änderungen handelt es sich hier um ein Audi typisches FSI-Motormanagement für Turbomotoren, bei dem die Hauptauslegung auf die Einfacheinspritzung mit Lambda = 1 liegt.



432_059

Geänderte Funktionen der MED 17.5.20

- Zur Markteinführung des Motors kommt eine Lambdaregelung mit einer Vor- und einer Nachkatsonde zum Einsatz (beides Sprungsonden). Dieses System reicht aus, da überwiegend mit Lambda = 1 gefahren wird und die Abgasnorm Euro IV auch ohne eine teurere Breitbandsonde zu erreichen ist.
- Als Weiterentwicklung wird zu einem späteren Zeitpunkt die Vorkatsonde durch eine Breitbandsonde ersetzt. Damit können die Grenzwerte der Euro V-Norm unterschritten werden.
- Die Saugrohrklappen sind entfallen, dadurch wurde eine andere Auslegung der gesamten Einspritzung vorgenommen, um Abgas, Leistung und Laufruhe nicht negativ zu beeinträchtigen.
- Steuerung und Diagnose des Kühlsystems zur Regelung der Kühlleistung (aufgrund der Trennung in zwei Kreisläufe).
- Geändertes Ansteuerkonzept der Kraftstoff-Hochdruckpumpe durch die Umstellung auf eine Pumpe der 3. Generation.

Betriebsarten

- In der Startphase kommt der Hochdruck-Schichtstart zur Anwendung. Hier wird bei einem Kraftstoffdruck von ca. 60 bar kurz vor der Zündung eingespritzt.
- Nach der Startphase kommt für bis zu 20 Sekunden die Betriebsart Homogen-Split (HOSP) zur Anwendung. Hierbei wird der Katalysator so schnell wie möglich auf seine Betriebstemperatur gebracht.
- Im Normalbetrieb des Motors kommt eine Einfacheinspritzung bei geöffnetem Einlassventil zur Anwendung. Hier wird eine Gemischzusammensetzung mit Lambda = 1 realisiert.
- Nur im oberen Last- und Drehzahlbereich wird das Gemisch etwas angefettet.
- Eine Anfettung kann auch stattfinden, wenn zum Bauteileschutz eine Überhitzung vermieden werden soll. Dann wirkt das überfettete Gemisch kühlend, weil sich Kraftstoff auf den überhitzten Bauteilen im Brennraum niederschlägt und verdunstet.

Wartungsumfänge

Wartungsarbeiten	Intervall
Motoröl Wechselintervall mit LongLife/24 Monate: mit Motorölspezifikationen:	bis maximal 30.000 km oder maximal 24 Monate je nach SIA [1] (Wechselintervall ist abhängig von Fahrweise) Motoröl nach VW-Norm 50400
Motoröl Wechselintervall ohne LongLife/12 Monate: mit Motorölspezifikationen:	Festintervall von 15.000 km oder 12 Monate (je nachdem, was zuerst eintritt) Motoröl nach VW-Norm 50400 oder 502 00
Motorölfilter Wechselintervall:	bei jedem Ölwechsel
Kundendienst Motoröl Wechselmenge (inkl. Filter):	3,6 Liter
Motoröl absaugen/ablassen:	beides möglich
Luftfilter Wechselintervall:	90.000 km/6 Jahre
Kraftstofffilter Wechselintervall:	keines
Zündkerzen Wechselintervall:	60.000 km

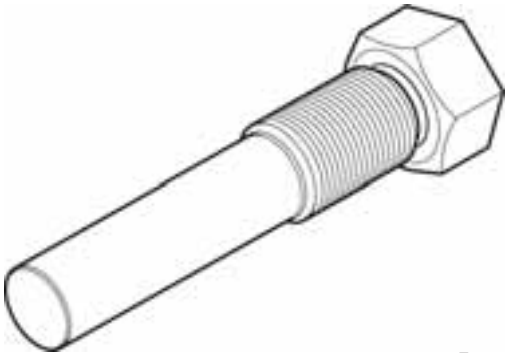
Steuer- und Nebenaggregateantrieb	
Keilrippenriemen Wechselintervall:	Lifetime
Spannsystem Keilrippenriemen:	Lifetime
Zahnriemen Wechselintervall:	Entfällt, da Kettentrieb
Steuertrieb Kette Wechselintervall:	Lifetime
Spannsystem Steuertrieb Kette:	Lifetime

[1] *SIA = Service Intervall Anzeige*

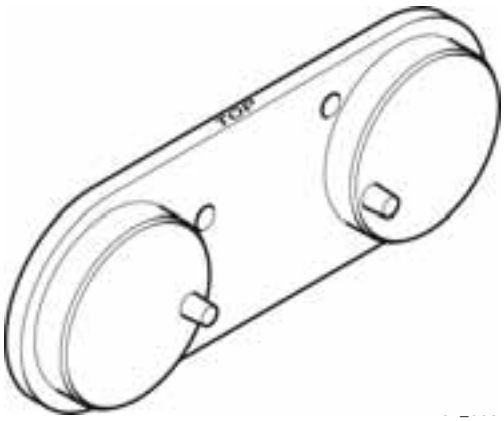
Spezialwerkzeuge



Hier sehen Sie die Spezialwerkzeuge für den 1,4l-TFSI-Motor.



T10340
Fixierschraube
Fixierung der Kurbelwelle bei Einstellung der Steuerzeiten



T10171 A
Nockenwellenfixierung
Arretierung der Nockenwellen, Prüfung und Einstellung der Steuerzeiten

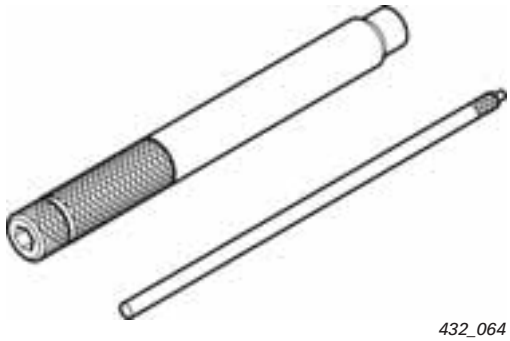
Hinweis

Bei diesem Spezialwerkzeug handelt es sich um das bisherige Spezialwerkzeug Nockenwellenfixierung T10171. Da sich der Befestigungspunkt für das Spezialwerkzeug geändert hat, müssen Sie das bisherige Spezialwerkzeug entsprechend bearbeiten. Beachten Sie dazu die Anweisung im ELSA.



432_061

VAS 6079
Messuhr
Einstellung von OT des 1. Zylinders



432_064

T10170
Adapter für Messuhr
zusammen mit Messuhr Einstellung von OT des 1. Zylinders

Glossar

Zu allen Begriffen in diesem Selbststudienprogramm, die kursiv und mit einem Stern gekennzeichnet sind, finden Sie hier eine Erklärung.

Blow-by-Gase
Auch als Leckage-Gase bezeichnet. Sie gelangen während des Motorlaufs, am Kolben vorbei, aus dem Brennraum in das Kurbelgehäuse. Ursachen sind die hohen Drücke im Brennraum und völlig normale Undichtigkeiten an den Kolbenringen. Aus dem Kurbelgehäuse werden die Blow-by-Gase durch eine Kurbelgehäuseentlüftung abgesaugt und der Verbrennung zugeführt.

Crackpleuel
Diese Bezeichnung von Pleueln geht auf ihre Herstellung zurück. Dabei werden Pleuelschaft und Pleueldeckel durch gezieltes Brechen voneinander getrennt. Vorteil dieses Verfahrens ist die exakte Passform der fertigen Teile zueinander.

Dehnstoffelement (Thermostat)
In den Thermostaten des Kühlkreislaufs befindet sich jeweils ein Dehnstoffelement. Sie enthalten ein Wachs, dass sich bei Erwärmung ausdehnt und dadurch einen Hubstift verschiebt. Dieser bewegt den Thermostatteller und öffnet damit den großen Kühlkreislauf.

Downsizing
Effizienzsteigerung durch Synergieeffekte. Das bedeutet, den Umfang bzw. die Größe einer materiellen Ausstattung bei gleicher Leistungsfähigkeit zu verringern.

Duocentric-Ölpumpe
Diese Pumpenbauart besteht aus einem Innen- und aus einem Außenrotor. Der Innenrotor verfügt über einen Zahn weniger als der Außenrotor und ist mit der Antriebswelle verbunden. Die Mittelpunkte der beiden Rotoren sind leicht gegeneinander versetzt – deshalb die Bezeichnung Duocentric. Die geregelte Ausführung verfügt zusätzlich noch über eine Regelfeder, die es ermöglicht, den Öldruck über den gesamten Drehzahlbereich nahezu konstant einzuregeln.

Elastomer
Elastomere sind formfeste, aber elastisch verformbare Kunststoffe. Die Kunststoffe können sich bei Zug- und Druckbelastung verformen, finden aber danach wieder in ihre ursprüngliche, unverformte Gestalt zurück. Elastomere finden zum Beispiel in Zylinderkopfdichtungen Verwendung.

Open-Deck-Bauweise
Ist eine Bauform von Zylinderblöcken. Dabei sind die Kühlkanäle nach oben absolut offen. So kann ein sehr guter Kühlmittelaustausch zwischen Zylinderblock und -kopf stattfinden. Jedoch verfügen solche Zylinderblöcke über eine geringere Stabilität. Sie wird durch entsprechende Zylinderkopfdichtungen gewährleistet.

TOG-Sensor
Die Abkürzung TOG steht für „Thermischer-Oelstands-Geber“. Der Sensor ist direkt in der Ölwanne montiert. Das im Sensor integrierte Messelement wird zur Messung kurzzeitig über die momentane Öltemperatur aufgeheizt und kühlt sich anschließend wieder ab. Dieser Vorgang läuft kontinuierlich ab. Aus den Abkühlzeiten errechnet eine Elektronik den aktuellen Ölstand und leitet ein entsprechendes Signal an des Steuergerät im Schalttafeleinsatz weiter.

Wastegate-Klappe
Zur Ladedruckregelung an einem Turbolader wird die Wastegate-Klappe im Abgasstrom platziert. Wird der Ladedruck zu hoch, dann öffnet ein Stellglied die Waste-Klappe. Das Abgas wird, an der Turbine vorbei, direkt in den Auspuff geleitet, was ein weiteres Ansteigen der Turbinendrehzahl verhindert.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antworten sind richtig?
Manchmal nur eine.
Vielleicht aber auch mehr als eine – oder alle!

1. Welche Merkmale charakterisieren den 1,4l-TFSI-Motor?

☐ A Abgasturbolader mit Ladeluftkühler
☐ B Nockenwellenverstellung auf Ein- und Auslassseite
☐ C Lambdaregelung mit einer Sprung- und einer Breitband-Lambdasonde

2. Welche Aussagen treffen auf die Kurbelgehäuseentlüftung des Motors zu?

☐ A Der Ölabscheider befindet sich im Steuergehäusedeckel.
☐ B Die gereinigten Blow-by-Gase werden über eine Ventileinheit der Ansaugluft beigemischt.
☐ C Je nach Betriebszustand des Motors werden die gereinigten Blow-by-Gase an der Saugseite des Turboladers oder direkt am Saugrohr der Ansaugluft beigemischt.

3. Welche Vorteile bietet die geregelte Duocentric-Ölpumpe?

☐ A Der Ölbedarf des Motors ist geringer als bei einer herkömmlichen Ölpumpe.
☐ B Weniger Motorleistung wird benötigt, dadurch ist eine Kraftstoffersparnis möglich.
☐ C Der Ölverschleiß ist aufgrund der kleineren Ölrückführmenge geringer.

4. Wann leuchtet die Abgaswarnleuchte K83 im Schalttafeleinsatz auf?

☐ A Bei erkannten Fehlern im Bereich der Abgasreinigung (Lambdasonden).
☐ B Bei erkannten Defekten im Kühlsystem (z. B. Pumpe für Kühlmittelumlauf).
☐ C Bei Defekten am automatischen Getriebe.

5. Wie hoch ist der Druck, mit dem die Einspritzventile den Kraftstoff in die Brennräume einspritzen?

☐ A 5 bar
☐ B 1400 bar
☐ C 35 — 100 bar

Lösungen:

1. A; 2. A, B, C; 3. B, C; A, B; 5. C

Selbststudienprogramme



432_083

SSP 405
Der 1,4l-90kW-TSI-Motor mit Turboaufladung

SSP 359
Der 1,4l TSI-Motor mit Doppelaufladung



432_084



432_085

SSP 296
Der 1,4l und 1,6l FSI-Motor mit Steuerkette

Vorsprung durch Technik **www.audi.de**

432

Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
Service.training@audi.de
Fax +49-841/89-36367

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 05/08

Printed in Germany
A08.5S00.48.00