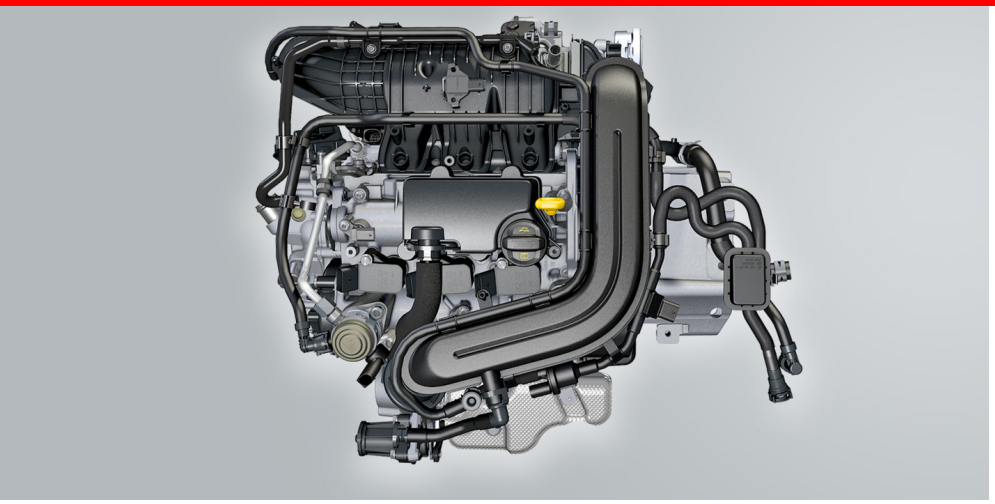




Audi 1,0l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo

Selbststudienprogramm SSP 681

Nur für den internen Gebrauch

Audi Service Training

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
Vorstellung 4
Motorbeschreibung und Besonderheiten 4
Bisherige Entwicklung der Motorenfamilie EA211 5
Technische Daten 6
Modulbauweise 7

Motormechanik
Zylinderblock 9
Kurbeltrieb 10
Zahnriementrieb 15
Zylinderkopf 18
Übersicht Ventiltrieb 19

Medienkreisläufe
Medienkreisläufe 21

Ölversorgung
Übersicht 23
Zuordnung der Komponenten am Motor 24
Ölpumpe 24
Schaltbare Kolbenkühlung 27

Kurbelgehäuseent- und -belüftung
Kurbelgehäuseent- und -belüftung 31
Grobölabscheider 31
Feinölabscheider 32
Schematische Funktionsdarstellung 34

Tankentlüftungssystem
Tankentlüftungssystem 39
Systemübersicht Tankentlüftungsanlage 39
Aktivkohlebehälter 40
Verbindungsrohr mit Aktivkohlefilter-Ventil 43
Drucksensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters GX44 43
Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80 44
Rückschlagventil 44
Venturidüse 44

Kühlsystem
Kühlsystem 47
Systemübersicht 47
Zuordnung der Komponenten am Motor 49

Luftversorgung und Aufladung
Systemübersicht 51
Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie 51
Modul für Ladedruckregelung GX34 53
Ladeluftkühlung 54
Sensoren der Luftversorgung 54

Kraftstoffversorgung
Kraftstoffversorgung 55

Abgasanlage
Abgasanlage 56

Motormanagement
Systemübersicht 58
Motorsteuergerät 58
Das weiterentwickelte TSI evo-Brennverfahren 59

Service

Spezialwerkzeuge 61
Wartung und Inspektion 62

Das Selbststudienprogramm vermittelt Grundlagen zu Konstruktion und Funktion neuer Fahrzeugmodelle, neuen Fahrzeugkomponenten oder neuen 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 Datenstand.
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.
Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.
Zu Begriffen, die *kursiv* und mit einem Pfeil ↗ gekennzeichnet sind, finden Sie eine Erklärung im Glossar am Ende dieses Selbststudienprogramms.


Hinweis


Verweis

Einleitung

Vorstellung

Im Jahr 2015 wurde bei Audi der erste 3-Zylinder-TFSI-Motor der Baureihe EA211 eingesetzt. Wegen immer strenger werdenden Abgasnormen wurde das Aggregat, welches bei Volkswagen entwickelt wurde, auf die neuesten Gegebenheiten angepasst. So ist der 1,0l-TFSI evo die konsequente Weiterentwicklung des 1,5l-TFSI evo mit 96 kW. Diese Motorvariante wird bei Audi derzeit im Audi A3 (Typ 8V und Typ 8Y) mit Erdgasantrieb eingesetzt. Besondere Unterscheidungsmerkmale gegenüber den 110 kW-Motoren sind ein Turbolader mit elektrisch verstellbarer Turbinengeometrie sowie das *TSI* ↗ evo-Brennverfahren auf Basis des Miller-Zyklus.

Technische Entwicklungsziele:

- Geringer CO_2-Ausstoß,
- Neue Motorkomponenten mit Anpassungen bezüglich geänderter Temperaturverhältnisse,
- Verringerung der inneren Motorreibung,
- Weiterentwicklung des *TSI* ↗ evo-Brennverfahrens (Miller-Zyklus) unter den spezifischen Randbedingungen im Dreizylindermotor,
- Einsatz mit Riemen-Startergenerator,
- Vorbereitung auf den Einsatz mit alternativen Kraftstoffen.

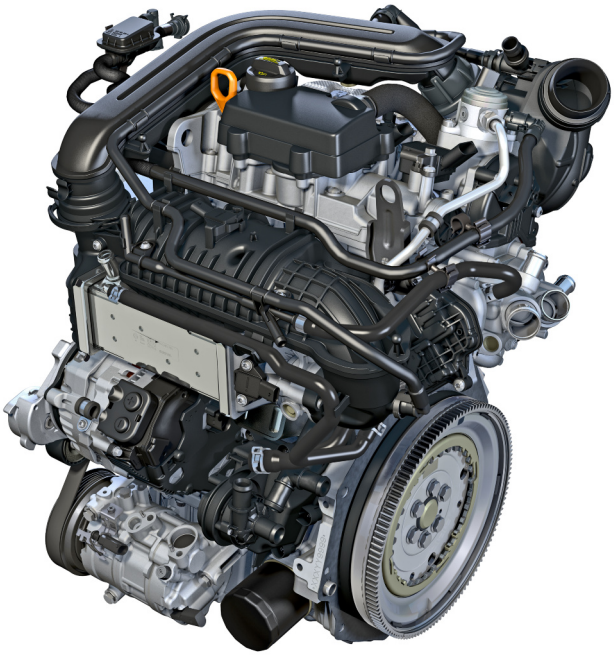
Die Montage der Aggregate erfolgt zunächst in den vier europäischen Werken Chemnitz, Salzgitter, Mlada Boleslav und Győr.

Bei Audi ist der Einsatz des 1,0l-Motors in den Modellen A1 (GB), Q2 (GA), sowie im A3 (8Y9) geplant.

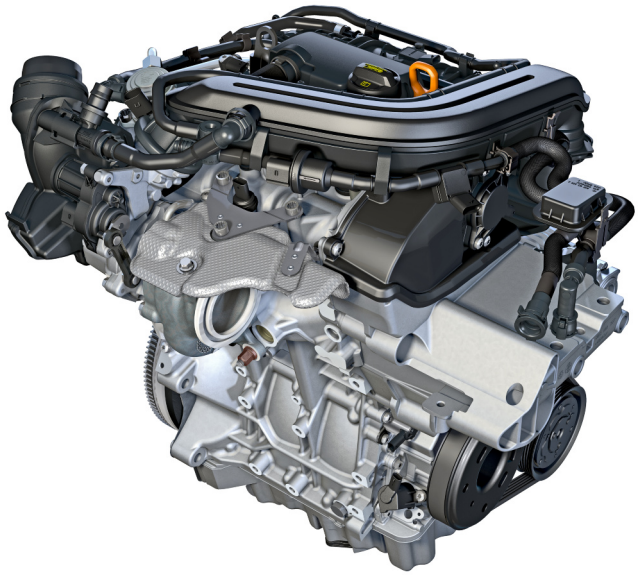
Lernziele dieses Selbststudienprogramms

Dieses Selbststudienprogramm beschreibt Konstruktion und Funktion des 1,0l-TFSI-Motors Baureihe EA211evo im Audi A3 (Typ 8Y). Wenn Sie dieses Selbststudienprogramm durchgearbeitet haben, sind Sie in der Lage, folgende Fragen zu beantworten:

- Was sind die technischen Merkmale des Motors?
- Was sind die Änderungen bei der Ölversorgung und der Motorkühlung?
- Was sind die Besonderheiten der Luftversorgung?
- Was bewirkt das verbesserte Einspritzsystem?
- Was gibt es für Neuerungen im Service und bei Wartungsarbeiten?



681_002



681_028

Motorbeschreibung und Besonderheiten

- Dreizylinder-Reihen-Motor
- Aluminium-Zylinderblock
- Ventilsteuerung über Zahnriementrieb
- Vierventil-Technik, zwei obenliegende Nockenwellen (DOHC), Rollenschlepphebel, Nockenwellenverstellung
- Abgasreinigung mit Zweikatsystem, bestehend aus Vorkatalysator (beschichteter, motornah angeordneter Partikelfilter mit 4-Wege-Funktion) sowie einem im Unterboden platzierten 3-Wege-Katalysator und Lambdasonden vor und nach Vorkatalysator
- bedarfsgeregeltes Hochdruck- und Niederdruck-Kraftstoffsystem
- indirekte Ladeluftkühlung
- vollelektronische Direkteinspritzung FSI mit E-Gas

- adaptive Lambda-Regelung
- Kennfeldzündung mit Einzelzündspulen
- zylinderselektive, adaptive Klopfregelung
- Thermomanagement

Die wichtigsten Vorteile gegenüber dem Vorgänger (EA211):

- besserer Komfort und Performance
- Reduzierung der inneren Reibung zur Steigerung der Effizienz
- Reduzierung der Abgastemperatur
- geringerer Kraftstoffverbrauch
- Thermomanagement (Kennfeldkühlungsmodul aus dem 1,5l-*TSI* ↗ evo)
- Reduzierung der Reibung des Motors
- Verbesserung des Einspritzsystems

Bisherige Entwicklung der Motorenfamilie EA211

2011 Ablösung der Motorenfamilie EA111

- R3 1,0l-TFSI, 60 – 85 kW und 160 – 200 Nm (siehe SSP 639, "Audi 1,0l-3-Zylinder-TFSI-Motor Baureihe EA211")
- R4 1,2l-TFSI, 77 – 81 kW und 175 Nm
- R4 1,4l-TFSI, 85 – 110 kW und 200 – 250 Nm (siehe SSP 616, "Audi 1,2l- und 1,4l-TFSI-Motoren der Baureihe EA211")

Wichtigste Merkmale:

- Zylinderabschaltung (R4 1,4l *COD* ↗)
- Leichtbaumaßnahmen (1,4l-Motor, 21 kg leichter als der Vorgänger EA111)
- Integrierter Abgaskrümmer
- direkt verschraubte Nebenaggregate
- Steuertrieb mit Zahnriemen

R3 1,0l-TFSI



681_005

R4 1,2l-TFSI



681_006

R4 1,4l-TFSI



681_007

2017 Start des EA211evo

- R4 1,5l-TFSI, 110 kW und 250 Nm (siehe 658, "Audi 1,5l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo")

Wichtigste Merkmale:

- *TSI* ↗-Brennverfahren (Miller-Brennverfahren)
- Abgasturbolader mit Wastegate-Steuerung mittels elektrischem Steller für Wastegateklappe
- *APS-Beschichtung* ↗
- R4 1,5l-TFSI, 96 kW und 200 Nm (für CNG-Betrieb)

Wichtigste Merkmale:

- *TSI* ↗ evo-Brennverfahren
- ε = 12,5
- VTG-Abgasturbolader

Merkmale für alle Varianten:

- Kennfeldkühlungsmodul
- *COD* ↗ evo
- Reibungspaket Kurbel- und Ventiltrieb
- 350 bar Einspritzung
- Auslegung als Mild-Hybrid 48V
- Ladeluftkühler außerhalb des Saugrohrs
- Abgasnachbehandlung mit 4-Wege-Katalysator (*OPF* ↗)

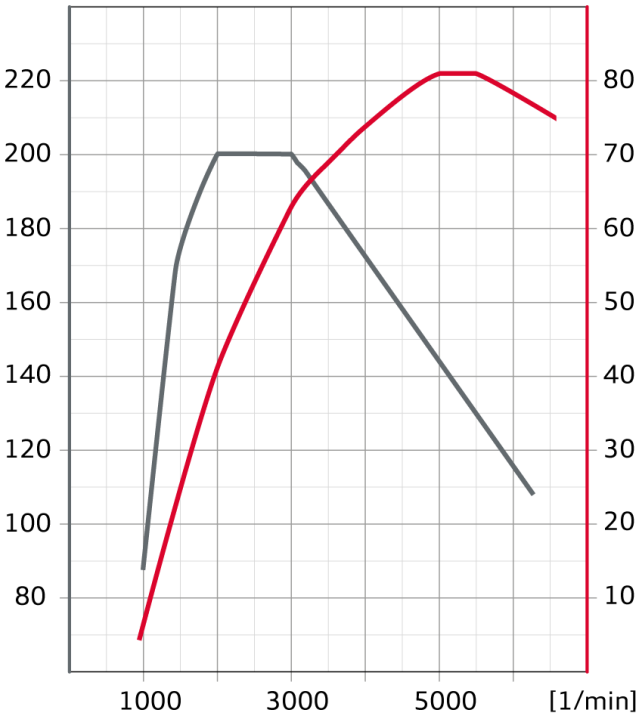
4-Zylinder-1,5l-TFSI



681_008

Technische Daten

Motorvolllastdiagramm



681_004

Leistung in kW

Drehmoment in Nm

Merkmale	Technische Daten
Motorkennbuchstabe	DLAA
Bauart	3-Zylinder-Reihenmotor

Merkmale	Technische Daten
Hubraum in cm^3	999
Hub in mm	76,4
Bohrung in mm	74,5
Zylinderabstand in mm	82
Anzahl der Ventile pro Zylinder	4
Zündfolge	1-2-3
Verdichtung	11,5 : 1
Leistung in kW bei 1/min	81 bei 5500
Drehmoment in Nm bei 1/min	200 bei 2000 – 3000
Kraftstoff	Super bleifrei mit ROZ 95 E10/ Normal bleifrei *ROZ* ↗ 91 bei geringerer Leistungsminderung
Aufladung	VTG-Abgasturbolader
Motormanagement	Delphi GCM7.4
Motorgewicht nach ↗DIN GZ in kg	101,1
Emmisionsklasse	EU6 AP
Abgasreinigung	Zweikatsystem mit motornahem Vorkatalysator inkl. integriertem *OPF* ↗ (4-Wege-Kat) sowie Unterbodenkatalysator

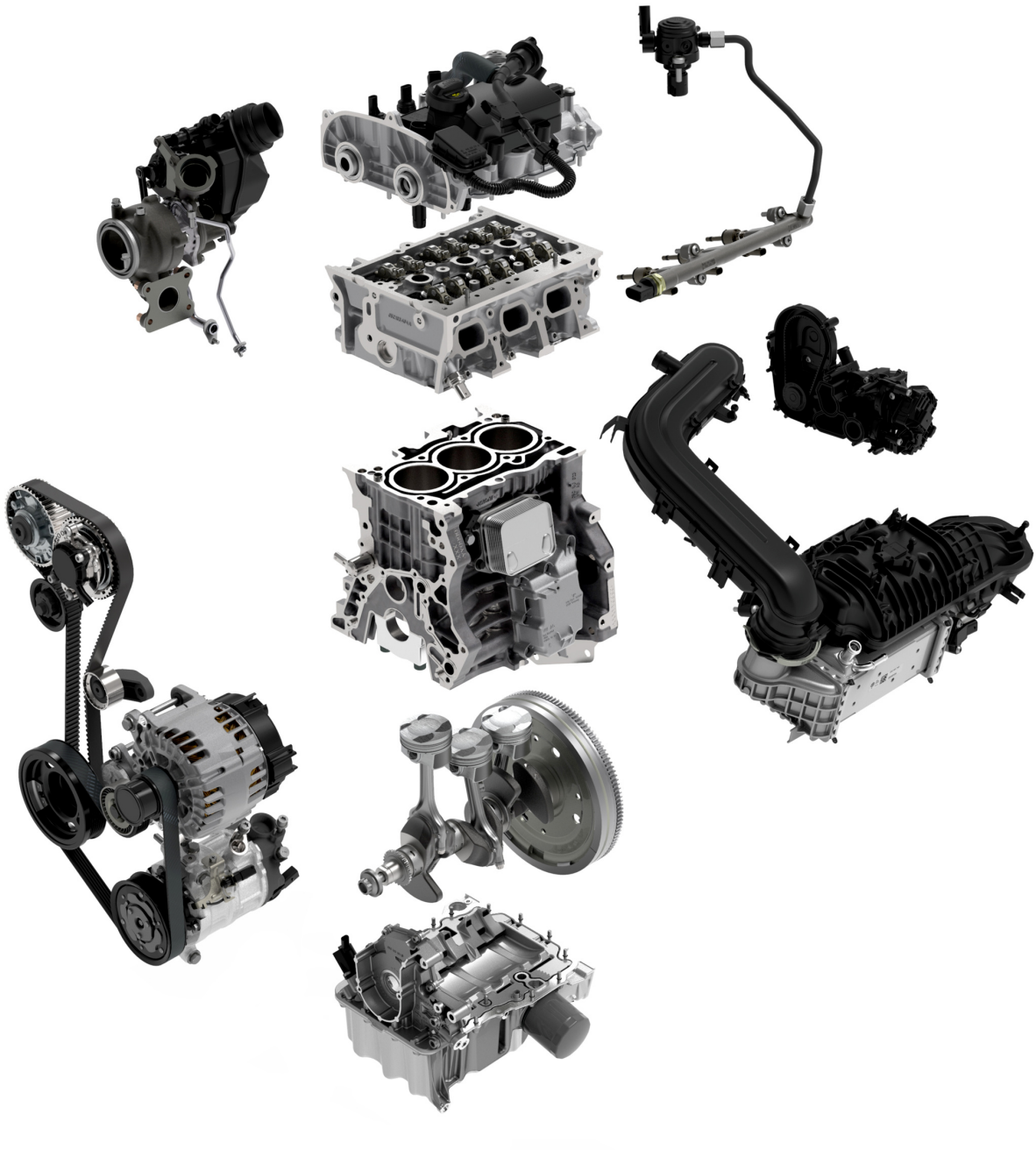
Modulbauweise

Wie schon das Vorgängeraggregat EA211 ist der EA211evo in Modulbauweise konzipiert.

Neu entwickelt wurden:

- das *ZKG* ↗,
- der Kurbeltrieb,
- der Zylinderkopf und die Zylinderkopfhaube,
- die Ladeluftstrecke mit Ladeluftkühler,
- das Saugrohr

Einige andere Komponenten sind Übernahmen aus dem VW-*TSI* ↗ evo-Baukasten.



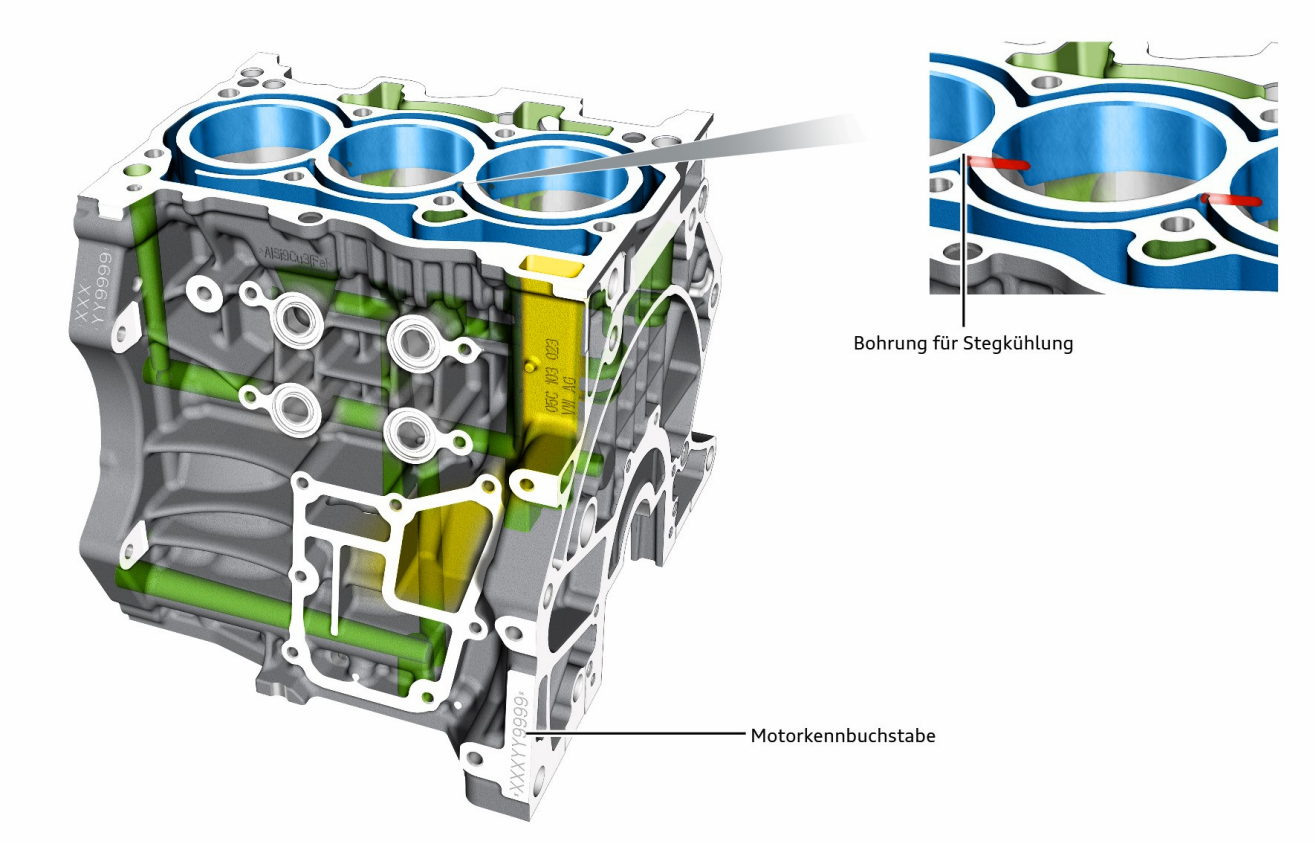
681_003

Motormechanik

Zylinderblock

Das Zylinderkurbelgehäuse, der Kurbeltrieb, der Zylinderkopf und die Zylinderkopfhaube mit den integrierten Nockenwellen sind Neuentwicklungen. Damit wurde die Reibung des Motors weiter reduziert. Zudem wurden so die Voraussetzungen für das neu entwickelte *TSI* ↗ evo-Brennverfahren geschaffen.

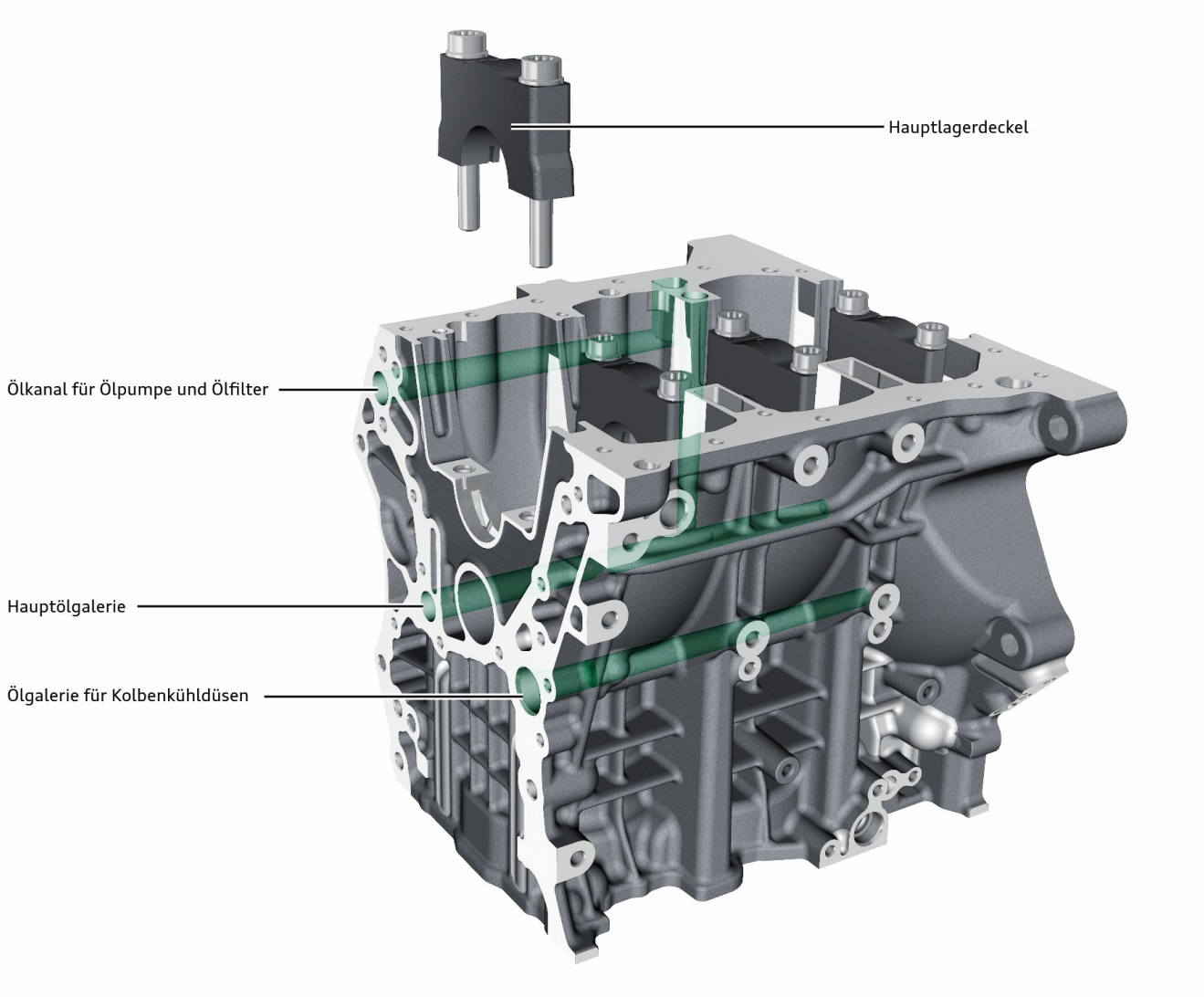
Das ZKG ist, wie auch beim Vorgänger, eine Open-Deck-Konstruktion. Es wird aus Aluminiumdruckguss (AlSi9Cu3) gefertigt. Im Unterschied zum Vorgänger sind keine Raugussbuchsen eingegossen. Die Zylinderlaufbahnen werden mittels *APS-Beschichtung* ↗ (siehe 658, "Audi 1,5l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo") hergestellt. Die Vorteile sind bessere Wärmeabfuhr, Reibungsreduzierung und minimierte Wärmeverzüge der Laufbahnen. Zwischen den Zylinderstegen konnte durch die gewonnene Materialstärke (Aluminium statt Rauguss) eine Kühlbohrung gesetzt werden. Das verbessert die Wärmeabfuhr aus den Zylindern. Diese Maßnahmen steigern die Effizienz des neuen Motors.



681_009

Die Lagerstühle sind höheren Beanspruchungen ausgesetzt. Um diese zu verringern, sind die Lagerdeckel als Sinterbauteile ausgeführt.

Für die Kolbenkühlung ist eine zweite Ölgalerie im Zylinderkurbelgehäuse notwendig. Deshalb wurden weitere Versteifungsmaßnahmen im Zylinderkurbelgehäuse erforderlich.

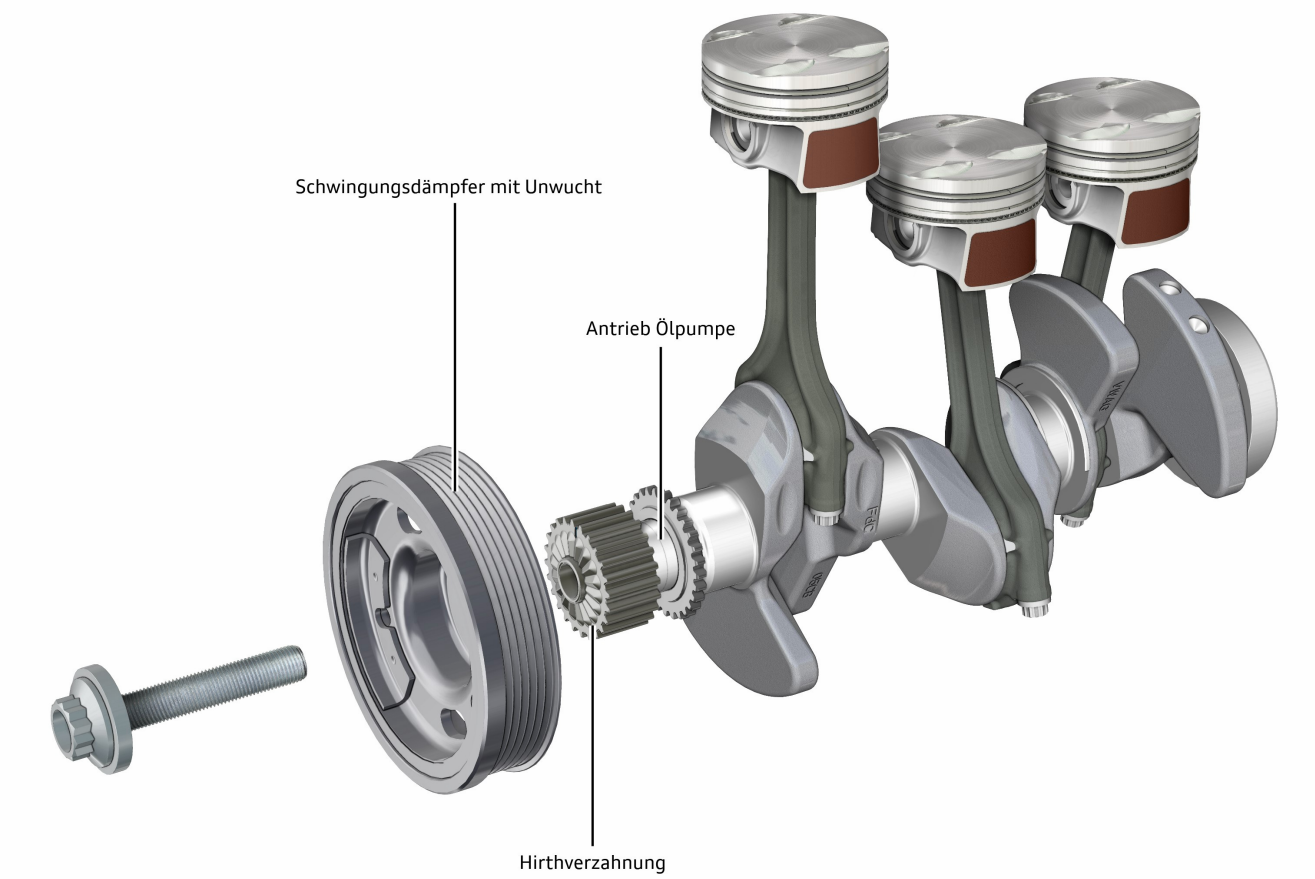


681_010

Kurbeltrieb

Kurbelwelle

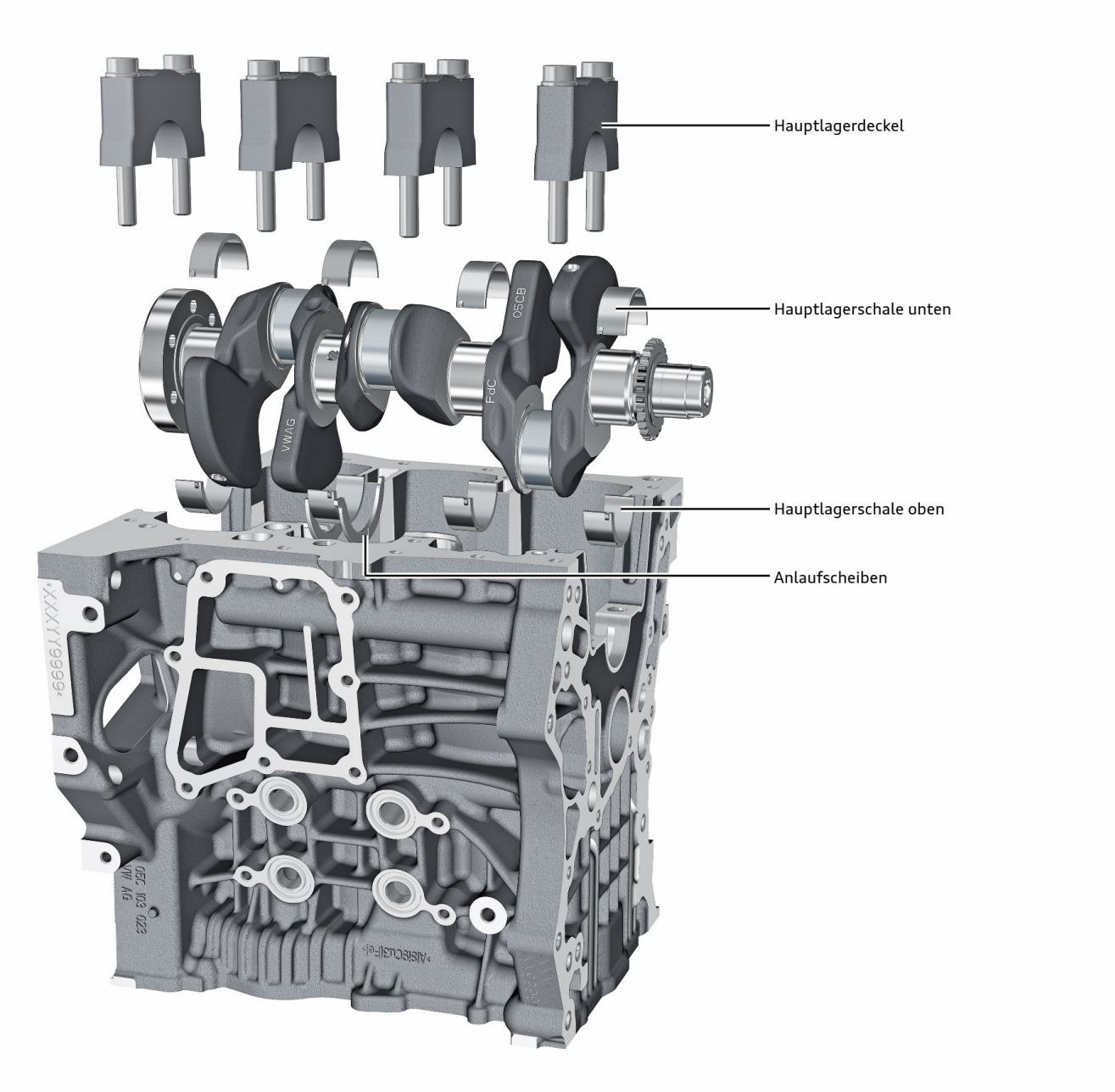
Hier war bei der Entwicklung ebenso das Ziel, die Reibung zu optimieren. Dazu wurden im Vergleich zum Vorgänger die Lagerdurchmesser an der Kurbelwelle bei den Hauptlagern von 45,0 mm auf 42,0 mm und bei den Pleuellagern von 47,8 mm auf ebenfalls 42,0 mm. verringert. Der Öldurchsatz an den Haupt- und Pleuellagern wurde ebenfalls verringert.



681_011

Lagerung der Kurbelwelle

Die Kurbelwelle ist vierfach gelagert. Am Hauptlager 3 sorgen zwei Anlaufscheiben für die Spielbegrenzung in axialer Richtung. Die oberen und unteren Hauptlagerschalen sind als bleifreie Zweistofflager ausgebildet. Ihr Aufbau ist jedoch unterschiedlich.



681_012

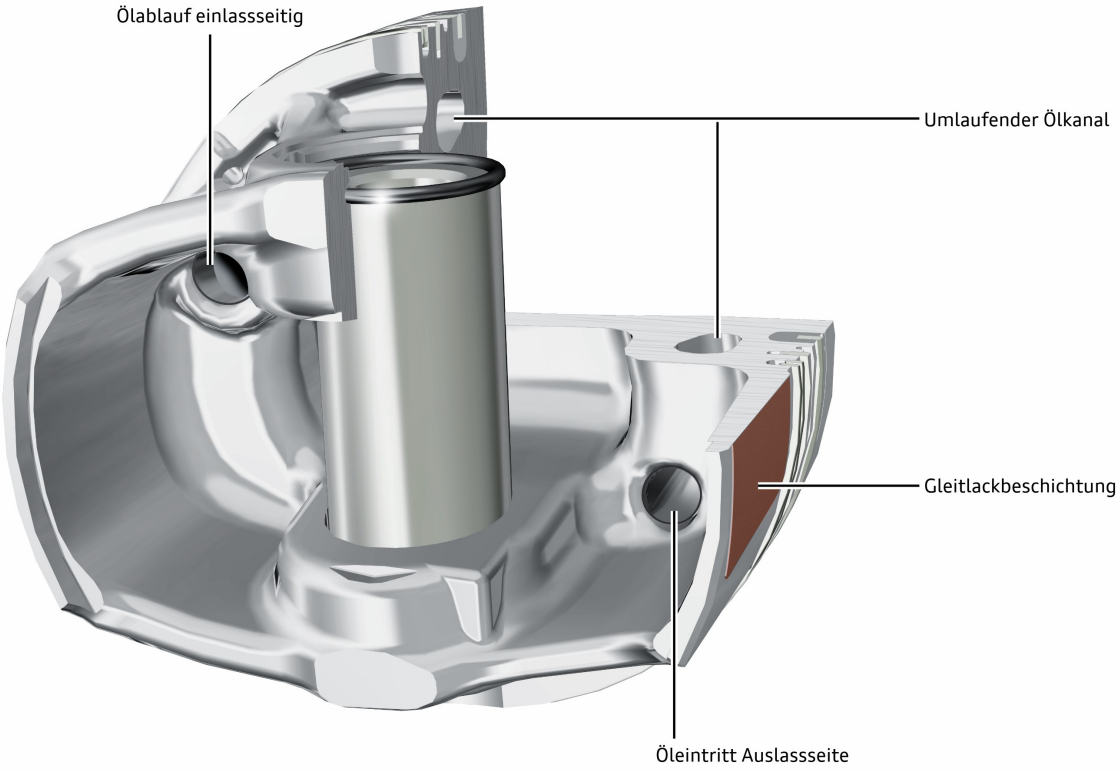
Kolben

Für eine effektive Kühlung des Kolbenbodens befindet sich im Bereich hinter den Ringnuten ein umlaufender Kanal. Dieser wird bei Bedarf mit Öl aus den Spritzdüsen gefüllt. Das Öl nimmt die Wärme auf und führt sie beim Zurücklaufen in die Ölwanne ab.

Kolbenringe

- Oben = im Ringträger gelagerter Rechteckring
- Mitte = Minutenring
- Unten = Dreiteiliger Ölabstreifring

Durch die Kolbenkühlung kommen die Kolbenringe mit weniger Vorspannung aus, was wiederum die Reibung vermindert. Ebenso trägt zur Reibungsreduzierung die Gleitlackbeschichtung des Kolbenschaftes bei.

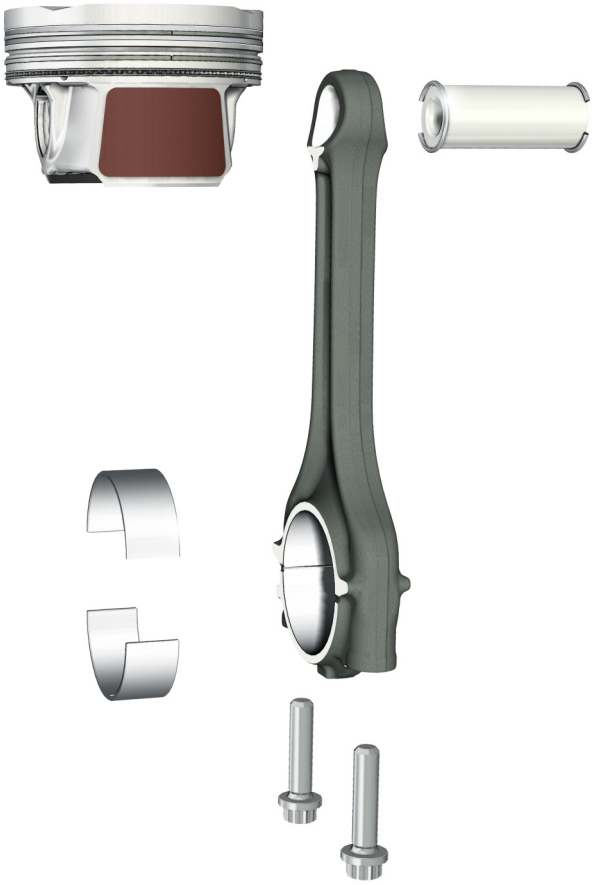


Das Öl wird auslassseitig durch die Kolbenkühldüsen eingespritzt.

681_013

Pleuel

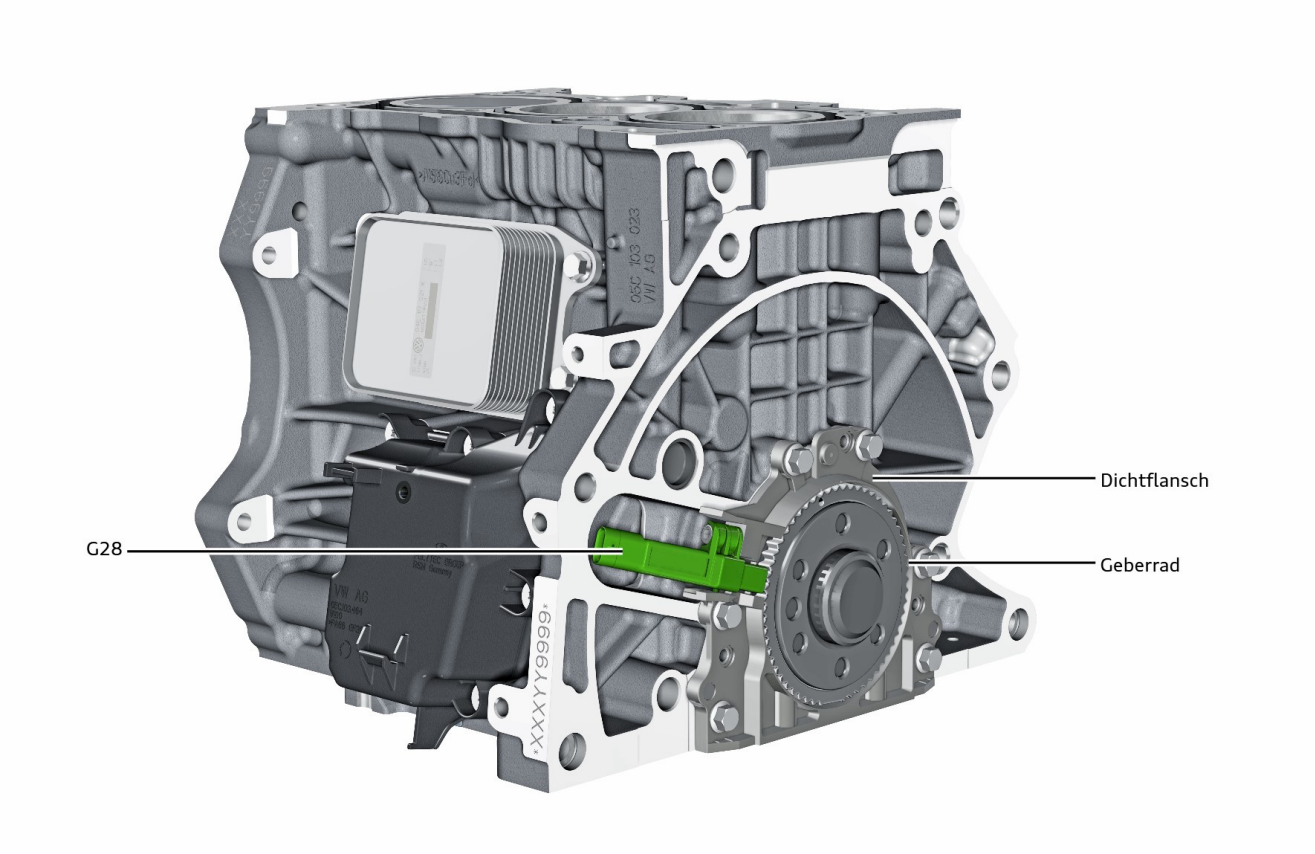
Zum Einsatz kommen Crackpleuel. Das große Pleuelauge hat einen Durchmesser von 45 mm. Die Lagerung auf der Kurbelwelle erfolgt mittels bleifreier Zweistoff-Lagerschalen. Das obere Pleuelauge (Ø 19 mm) wird zur Lagerung des Kolbenbolzens feingespindelt und rolliert. Der Kolbenbolzen ist im Pleuel sowie im Kolben schwimmend gelagert. Die Oberfläche des Stahlbolzens ist beschichtet und gehärtet.



681_014

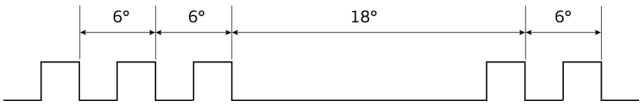
Erfassung der Kurbelwellendrehzahl

Der Motordrehzahlgeber G28 ist getriebeseitig positioniert. Der Sensor tastet das Geberrad ab und liefert ein Rechtecksignal an das Motorsteuergerät.



681_015

Signalfolge im Bereich der Lücke am Sensorausgang



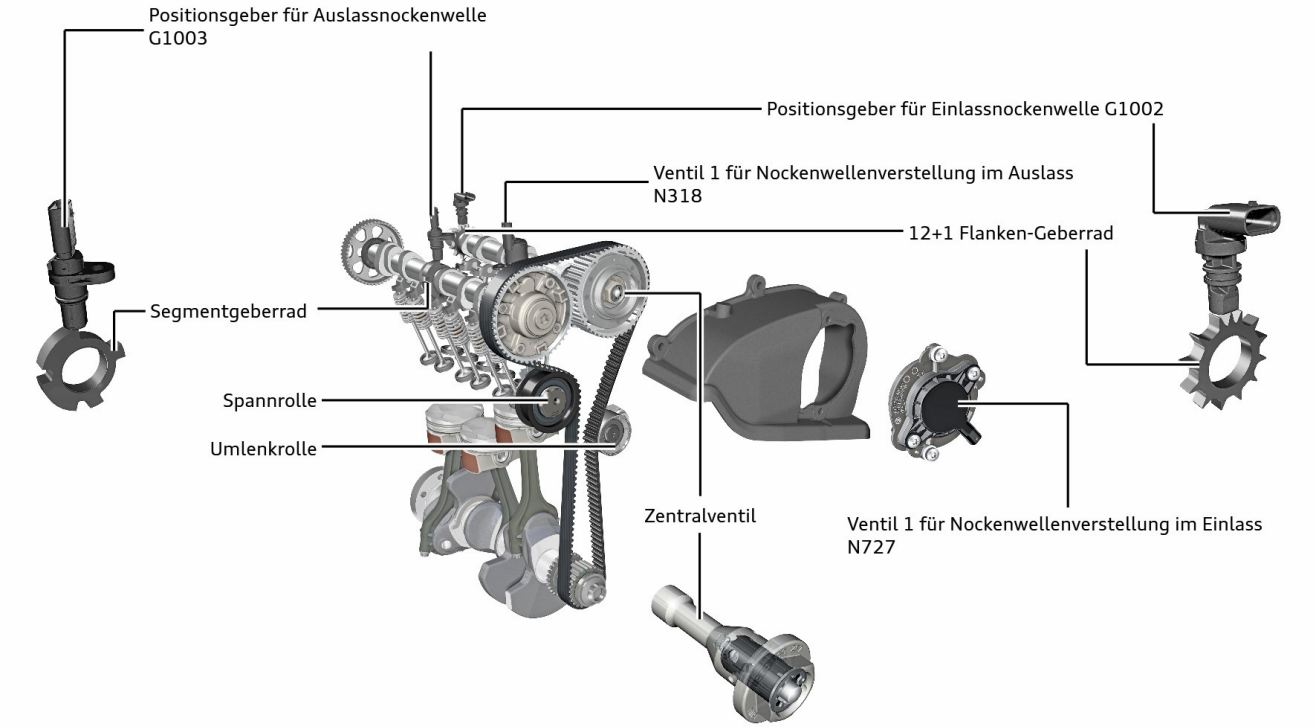
681_016

Zahnriementrieb

Der Zahnriementrieb ist prinzipiell vom Vorgänger übernommen worden. Auf Grund des neuen Brennverfahrens kommt ein Einlassnockenwellenversteller mit hoher Steuerzeitgenauigkeit, hoher Verstellgeschwindigkeit sowie mit sehr großem Verstellwinkel zum Einsatz. Dieser wird mittels Zentralventil verstellt.

Damit das *TSI* ↗ evo-Brennverfahren richtig arbeitet, muss die Stellung der Nockenwelle höchst möglich genau erfasst werden. Dafür sorgen die Kombination des 12+1 Flanken-Geberrades auf der Nockenwelle und dem Differenz-Hallsensor. Bei dieser Messmethode wird mit zwei auf einem Substrat montierten Hallelementen die Magnetfelddifferenz zwischen diesen beiden ausgewertet. Bei beiden Nockenwellen wird mittels Differenz- Hallsensor gemessen. Aufgrund des Messprinzips ist es notwendig, diese Sensoren richtungsgebunden einzubauen.

Steuertrieb - Blick in Richtung Getriebe



681_023

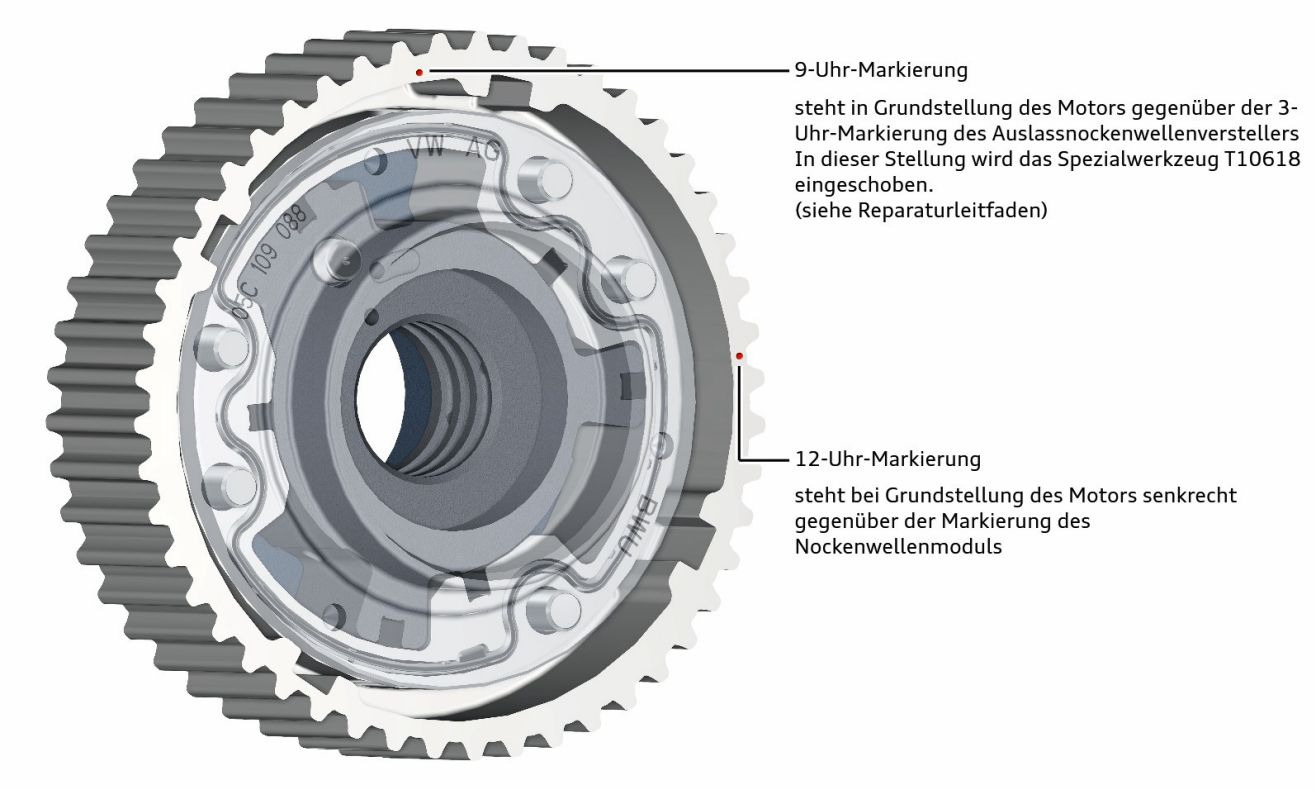
Einlassnockenwellenversteller

Der Verstellbereich beträgt 70° Kurbelwinkel. Bei Motorstopp erfolgt eine Verriegelung mittels federbelasteten Sperrbolzen in Stellung spät. Bei Motorstart und Öldruck von 0,3 – 0,6 bar wird der Sperrbolzen entriegelt.

Die hydraulische Ansteuerung zur Verstellung erfolgt mittels Zentralventil, welches durch das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass N727 betätigt wird.

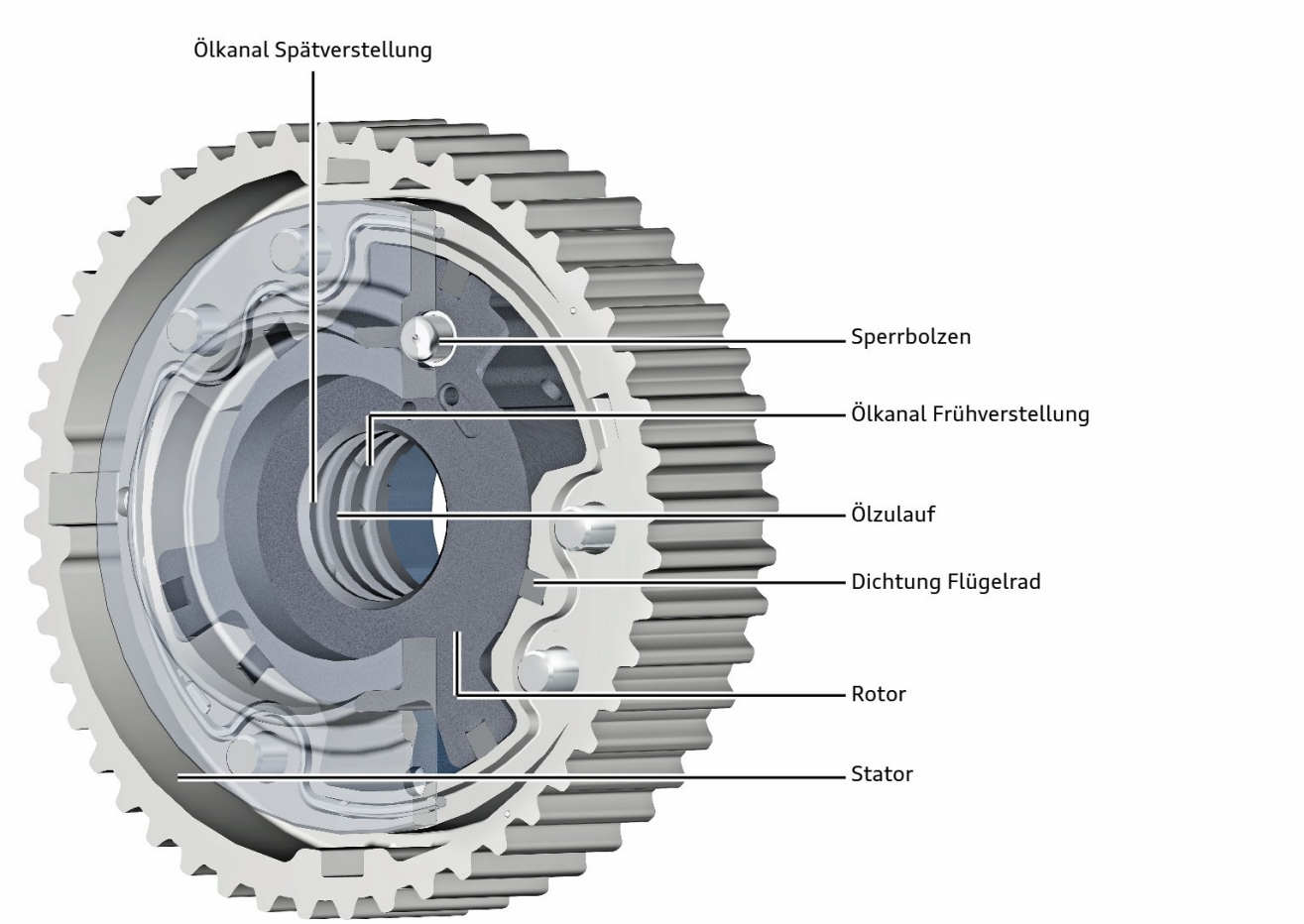
Das Zahnrad ist als triovales Zahnrad ausgelegt.

Einlassnockenwellenversteller - Blick in Richtung Getriebe



681_024

Einlassnockenwellenversteller - Blick aus Richtung Getriebe

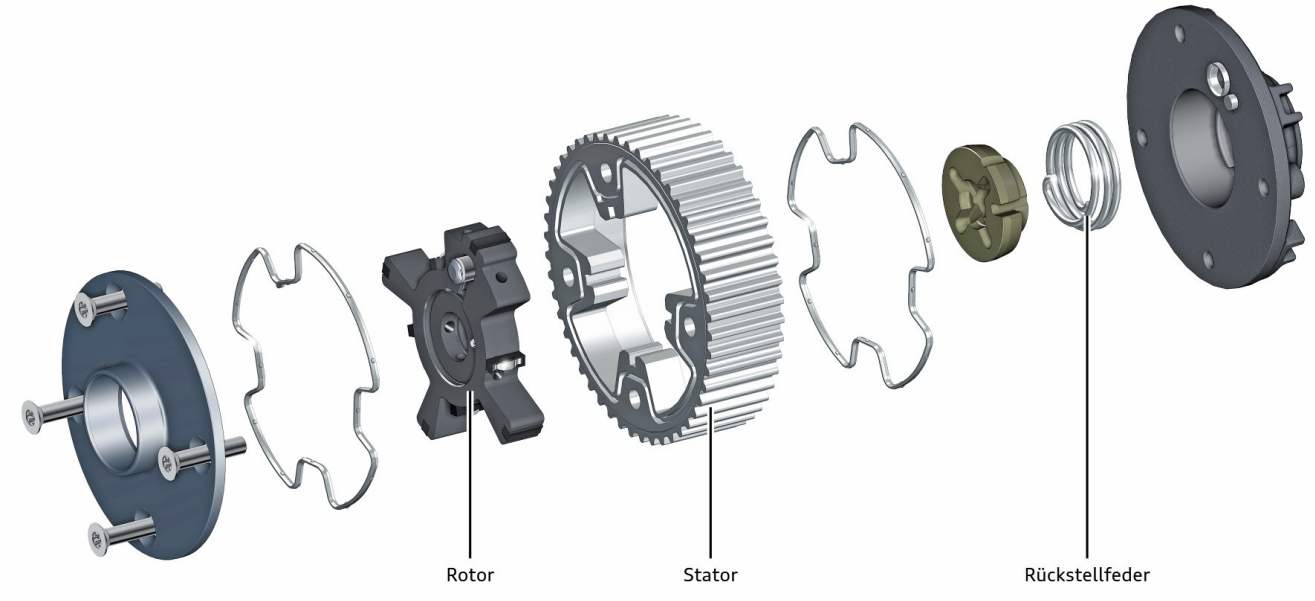


681_025

Auslassnockenwellenversteller

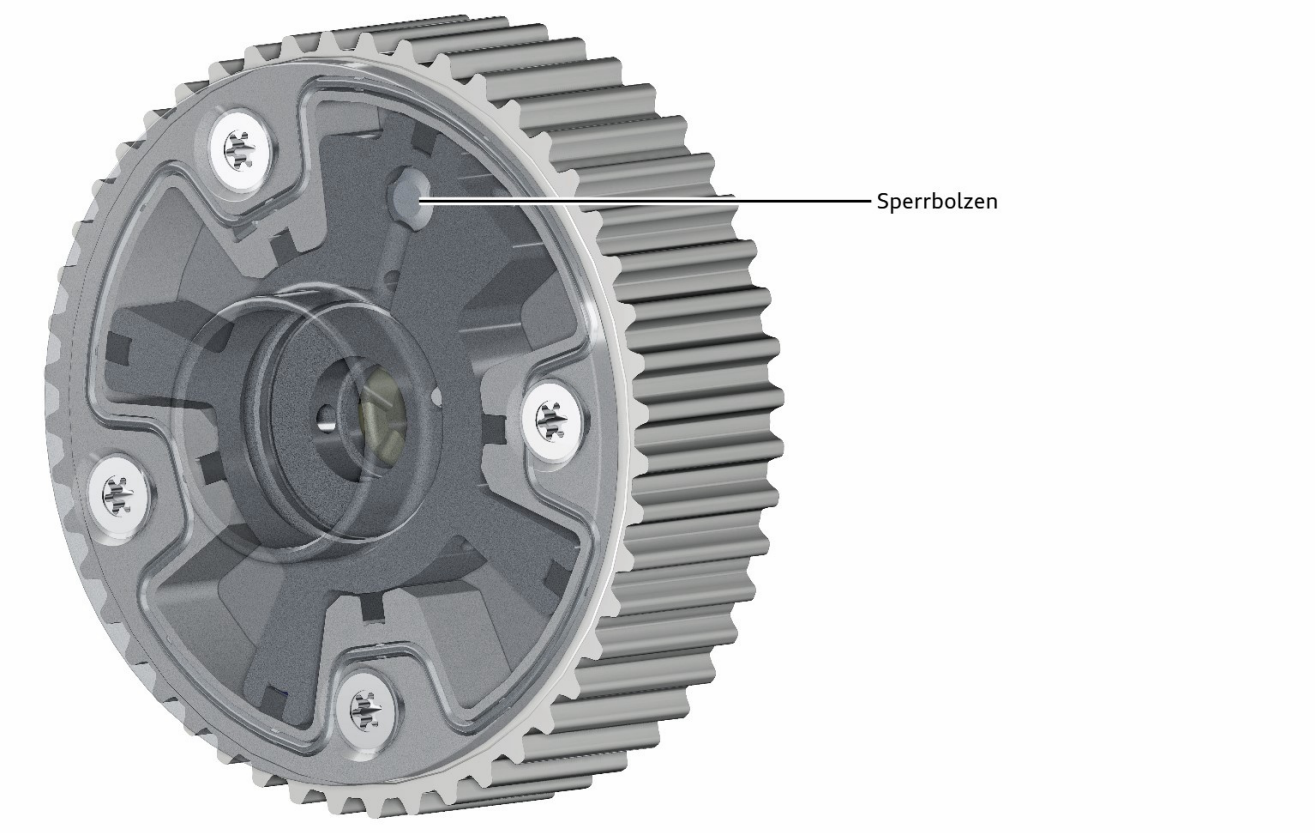
Sein Verstellbereich beträgt 50° Kurbelwinkel. Die Verriegelung mittels federbelasteten Sperrbolzen erfolgt bei Motorstopp, durch Unterstützung der Rückstellfeder in Stellung spät.

Für die Einstellung der Steuerzeiten gibt es in Blickrichtung auf das Getriebe ebenfalls, wie beim Einlassnockenwellenversteller, zwei Markierungen. Hierbei steht die 12-Uhr-Markierung gegenüber der Markierung am Nockenwellengehäuse und die 3-Uhr-Markierung steht gegenüber der 9-Uhr-Markierung des Einlassnockenwellenverstellers.



681_026

Auslassnockenwellenversteller - Blick aus Richtung Getriebe



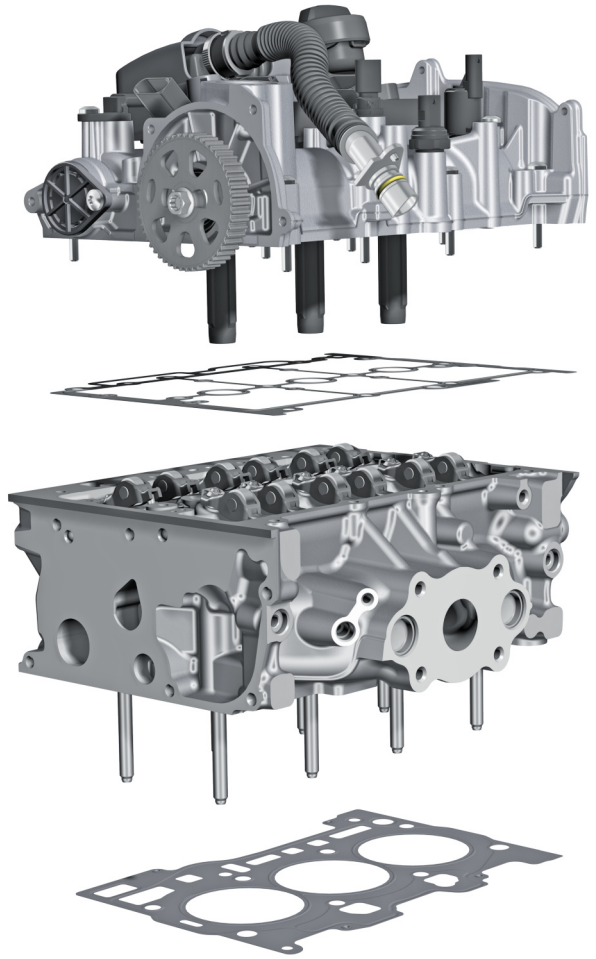
681_027

Zylinderkopf

Der Zylinderkopf wurde im Vergleich zum Vorgängeraggregat weiterentwickelt und in technischer Hinsicht vom 1,5l-4-Zylinder-Motor EA211evo (siehe 658, "Audi 1,5l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo") abgeleitet. So wurde z. B. der Wassermantel übernommen. Dieser integriert eine brennraumnahe Kühlung, um die Klopfneigung zu verringern. Ebenso werden die Hochdruckeinspritzventile von Kühlmittel umströmt, die Kühlung des integrierten Abgaskrümmers wurde optimiert und die Kühlmittel-Druckverluste reduziert.

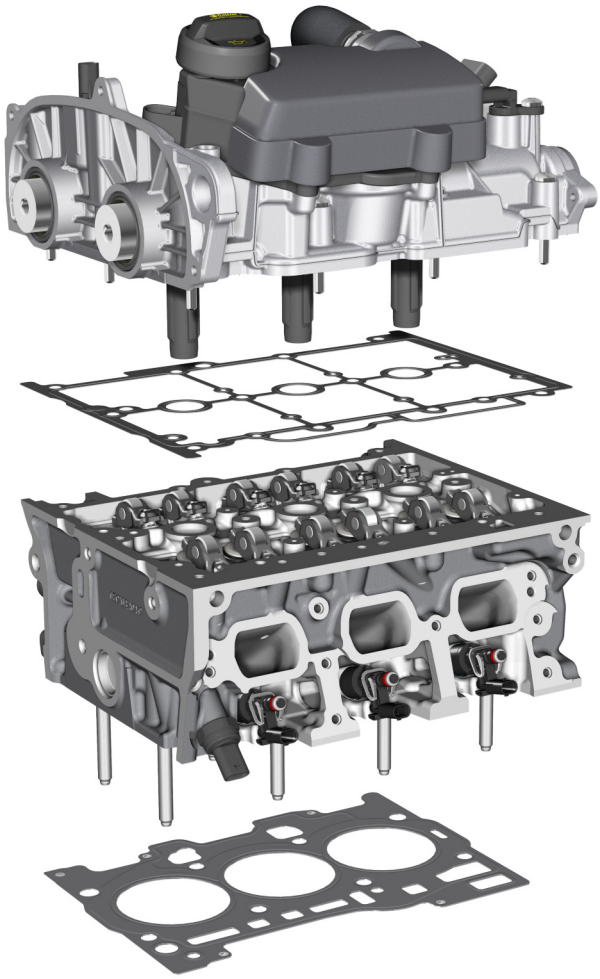
Übersicht der Module Zylinderkopf und Zylinderkopfhaube

Ansicht Abgasseite



681_017

Ansicht Saugseite



681_018

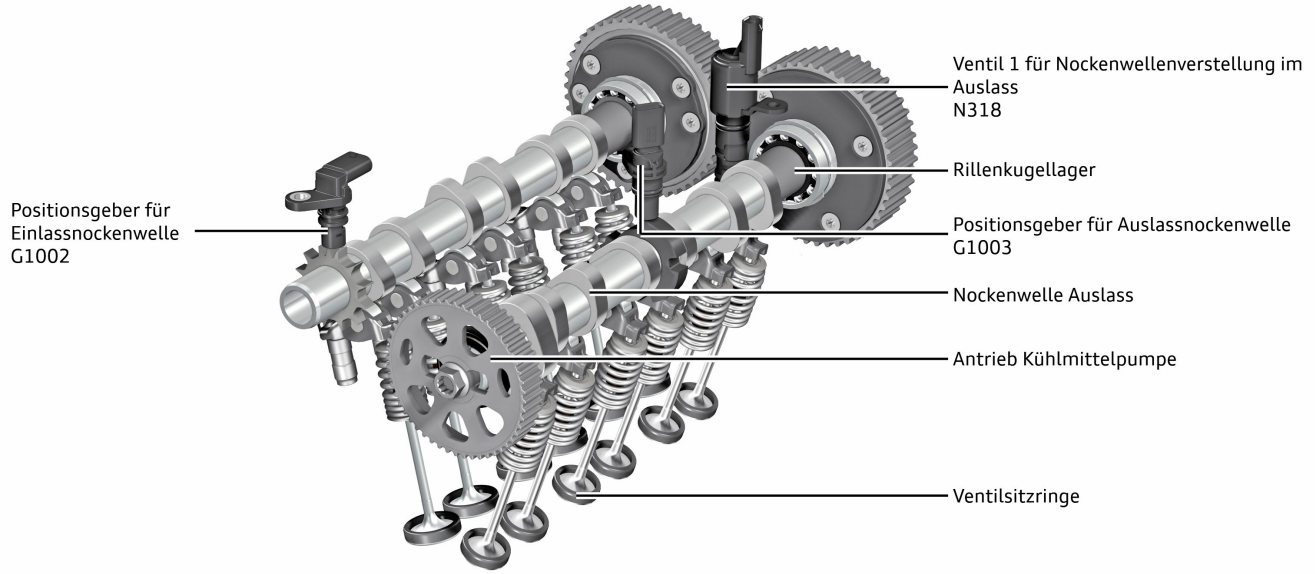
Zylinderkopfhaube

Übersicht Ventiltrieb

Für die Ventilsitzringe werden andere Materialien verwendet. Infolge dessen verbessert sich die Wärmeabfuhr. Das wiederum reduziert die Klopfneigung.

Ventiltriebsmodul

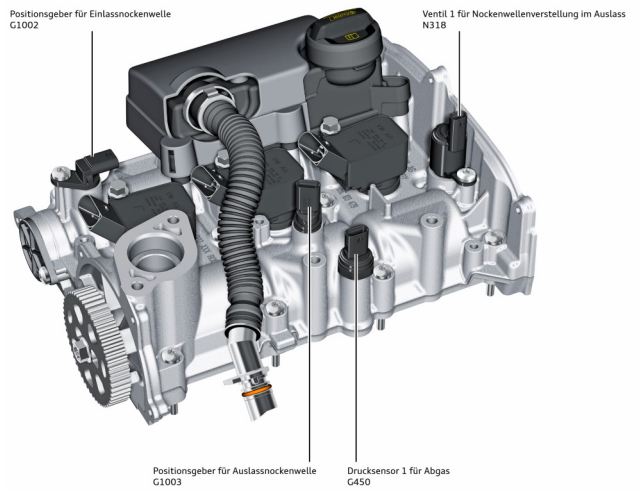
Ansicht aus Richtung Getriebe



681_021

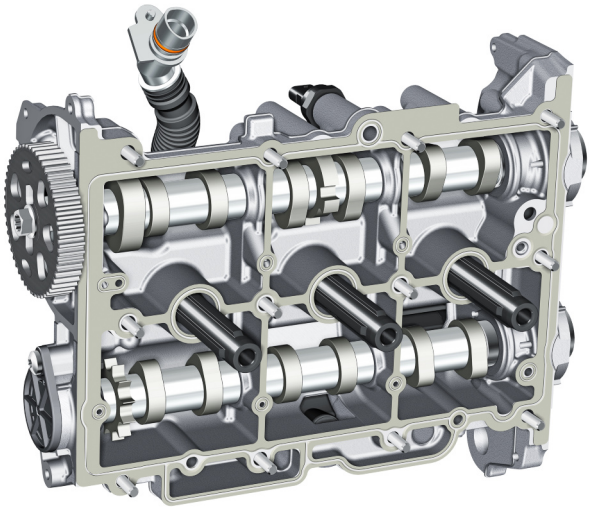
Das Ventiltriebsmodul ist ebenfalls eine Neuentwicklung. Dies war erforderlich wegen Änderungen des AKF-Systems, der Kurbelgehäuseentlüftung und auch der Nockenwellenverstellung.

Ansicht Ventiltriebsmodul (Zylinderkopfhaube) Abgasseite



681_022

Ansicht Ventiltriebsmodul (Zylinderkopfhaube) von unten



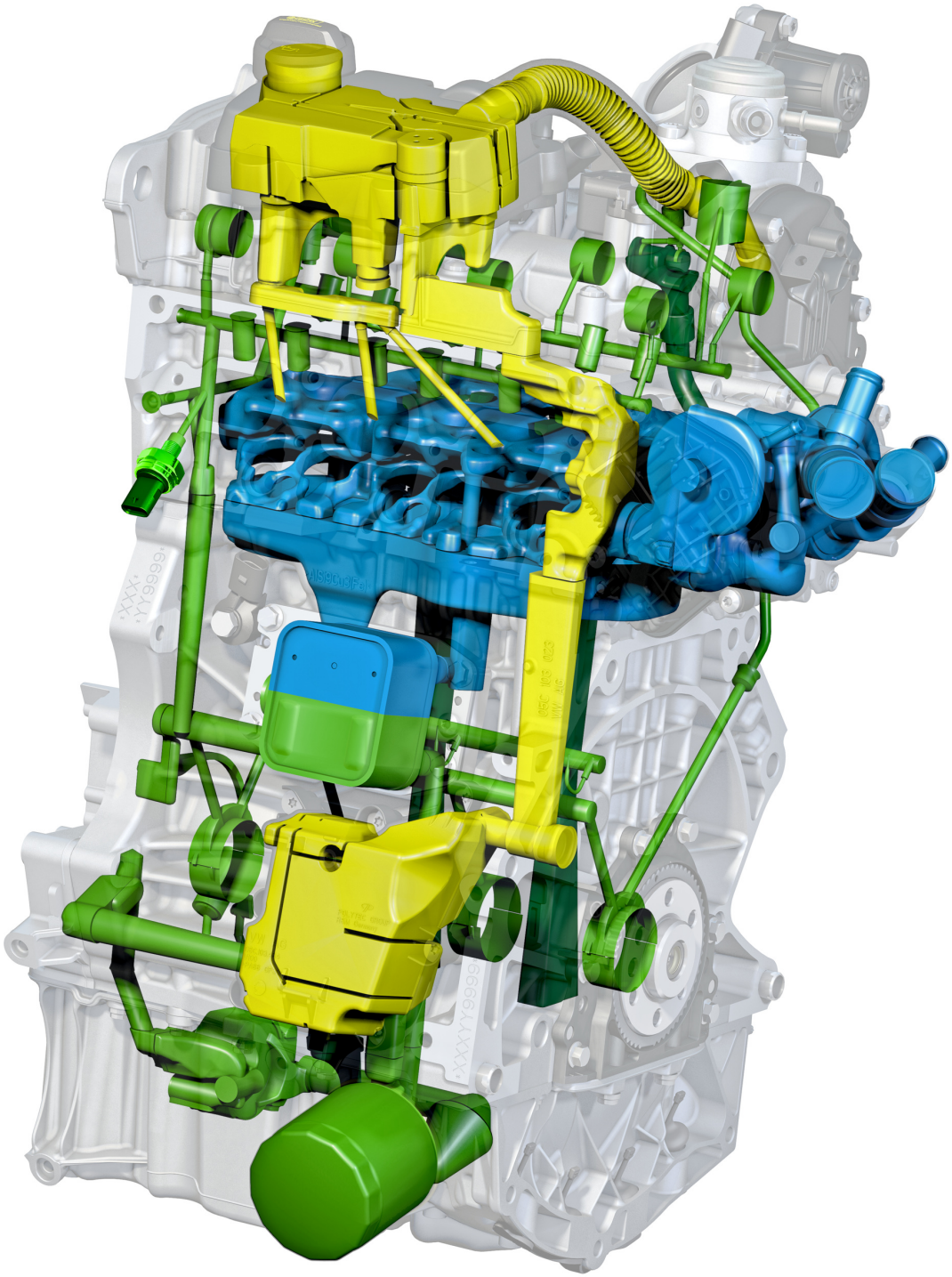
681_038

Medienkreisläufe

Medienkreisläufe

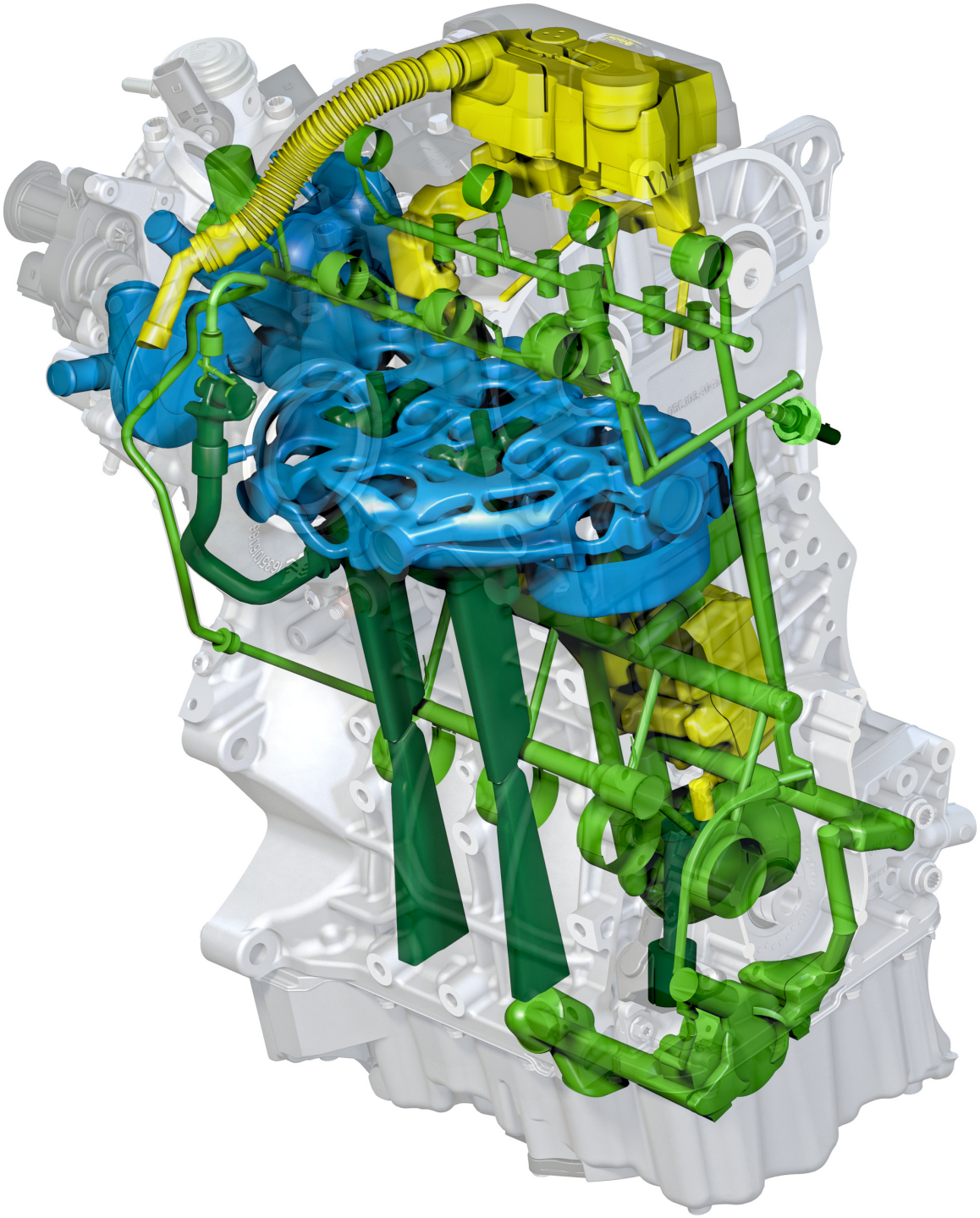
Die folgenden Grafiken zeigen in einer Übersicht die Komplexität der Medienkreisläufe des 1,0l-TFSI-Motors. Die Kreisläufe werden in diesem SSP nachfolgend ausführlicher beschrieben.

Ansicht Motor Kalte Seite (Einlassseite)



681_042a

Ansicht Motor Heiße Seite (Auslassseite)



681_042b

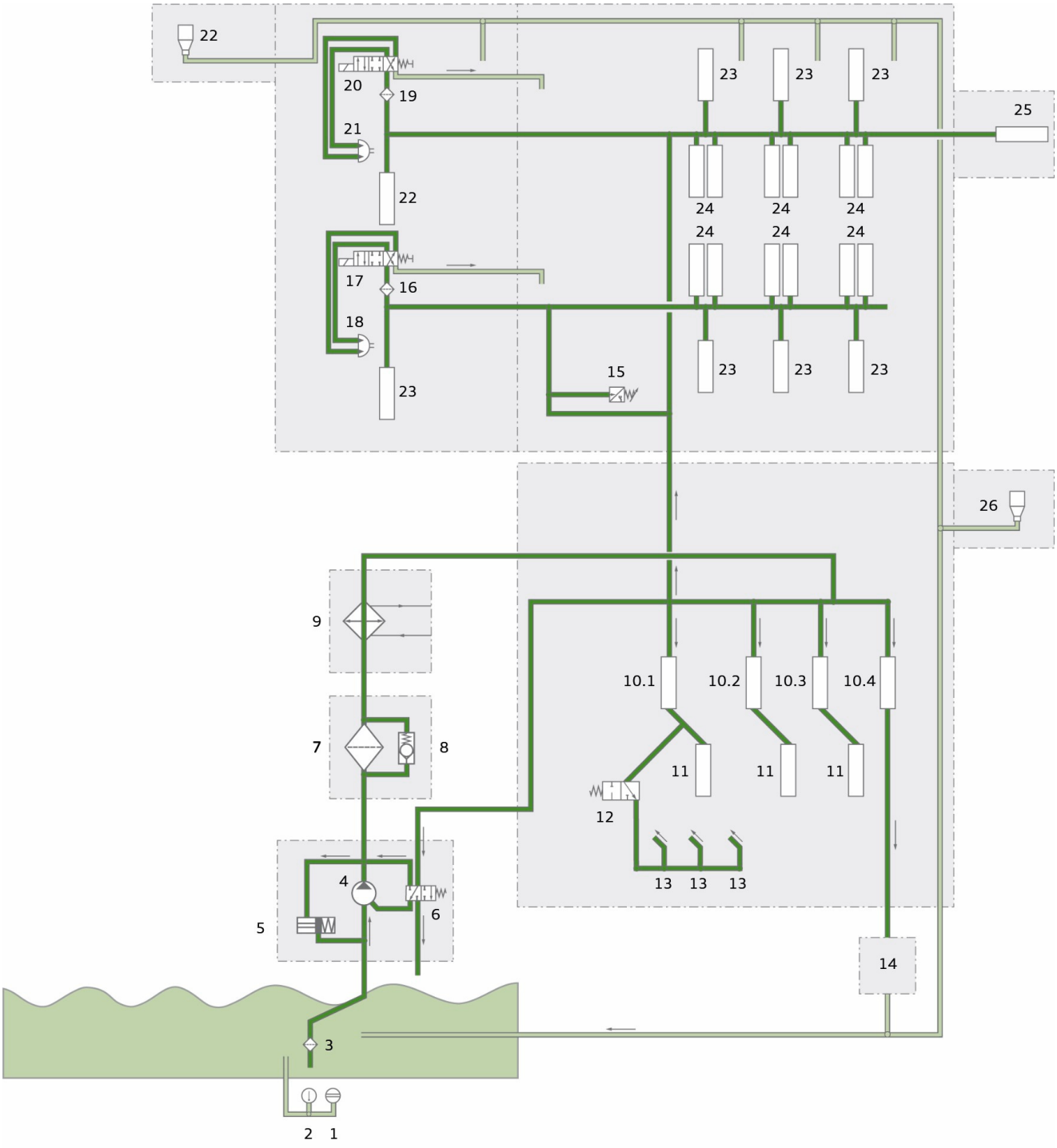
Legende:

- Kurbelgehäuseentlüftung
- Ölrücklauf
- Motoröl-Versorgung
- Kühlwasser

Ölversorgung

Übersicht

Um die CO_2-Emissionen des Motors zu verringern, wurde eine kennfeldgeregelte Flügelzellenpumpe entwickelt. Weiterhin ist die Pumpe wichtiger Bestandteil der bedarfsgeregelten Kolbentemperierung. Diese wird über das Zu- und Abschalten der Kolbenkühldüsen realisiert.



681_029

Legende:

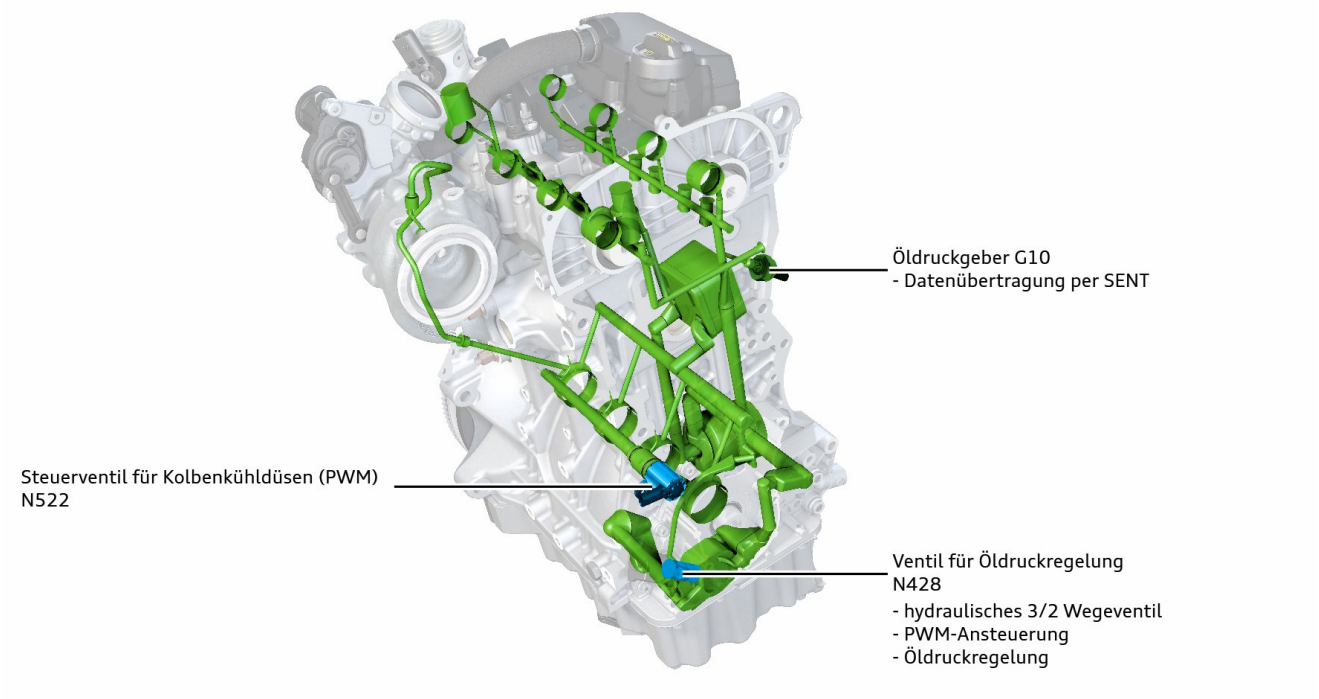
1	Ölstands- und Öltemperaturgeber G266
2	Öltemperaturgeber G8
3	Ölsieb in integrierter Schwallwand
4	Flügelzellenpumpe
5	Kaltstartventil

6	Ventil für Öldruckregelung N428
7	Ölfilter auf die Ölwanne verschraubt
8	Rückschlagventil integriert in Ölfilter
9	Ölkühler auf ZKG verschraubt
10	Hauptlager 1-4
11	Pleuel 1-3
12	Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522
13	Kolbenkühldüsen
14	Abgasturbolader (wird vom Hauptlager 10.4 versorgt)
15	Öldruckgeber G10
16	Ölsieb
17	Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass N727
18	Hydraulischer Flügelzellenversteller Einlass
19	Ölsieb
20	Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass N318
21	Hydraulischer Flügelzellenversteller Auslass
22	Feinölabscheider
23	Nockenwellenlager
24	Hydraulisches Ausgleichselement
25	Hochdruck-Kraftstoffpumpe
26	Grobölabscheider

Hochdruckkreis

Niederdruckkreis (Rücklauf)

Zuordnung der Komponenten am Motor



681_032

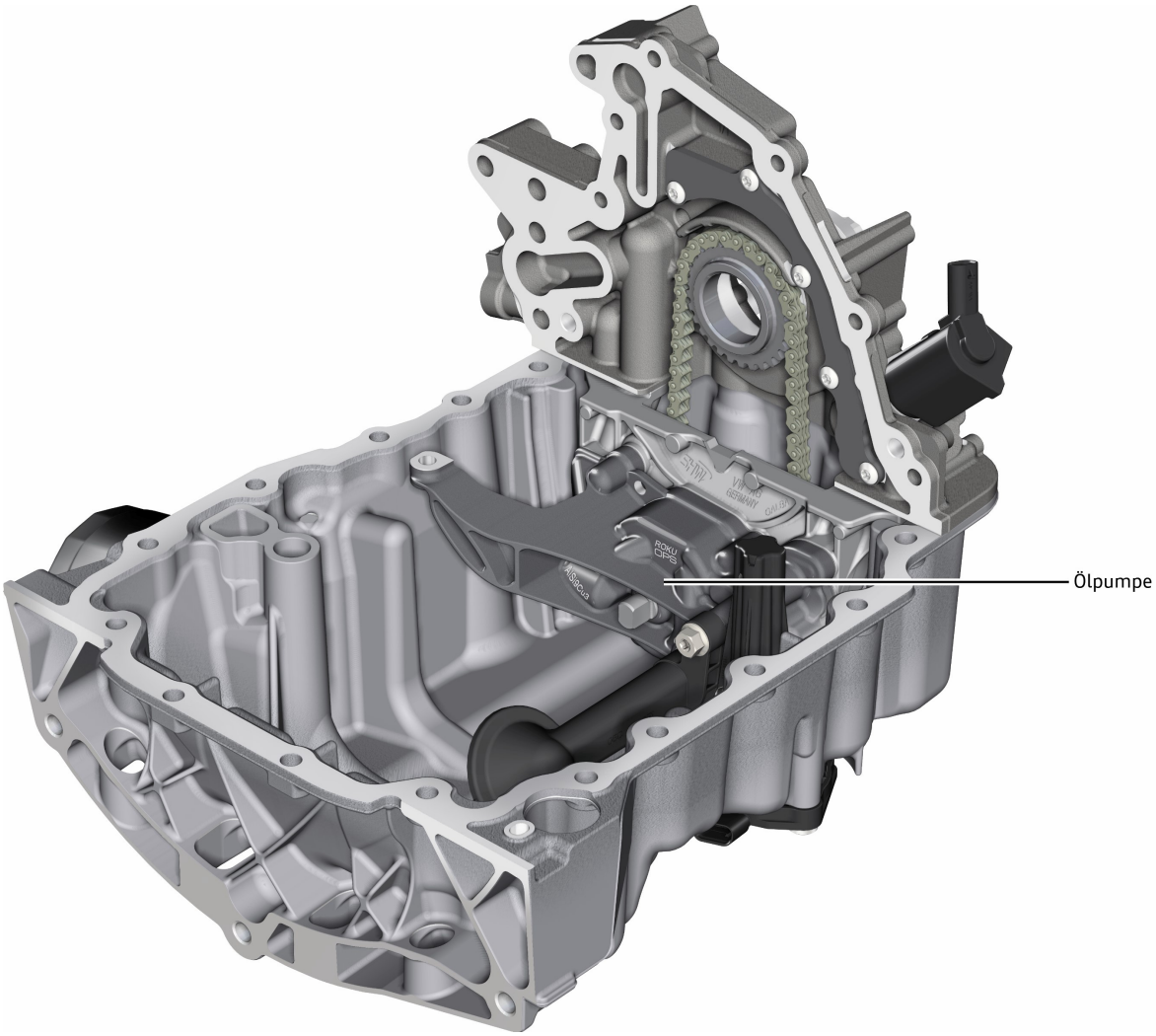
Ölkreislauf

Ölpumpe

Für den 1,0l evo-Motor wurde eine kennfeldgeregelte Ölpumpe entwickelt. Die Pumpe ist mit einer Schraube im Motorblock, sowie zwei Schrauben im Dichtflansch verschraubt. Der Antrieb der Pumpe erfolgt mittels Zahnkette von der Kurbelwelle. Das Antriebszahnrad auf der Kurbelwelle befindet sich auf der Riemenscheibenseite.

Je nachdem, in welcher Fahrzeugplattform der Motor verbaut ist, kommen zwei Varianten von Ölpumpen zum Einsatz. Bei Fahrzeugen, die keinen elektromechanischen Bremskraftverstärker (*eBKV* ↗) verbaut haben, wird eine Tandempumpe verbaut. Bei der Tandempumpe ist an der Ölpumpe eine mechanische Unterdruckpumpe angeflanscht. Die Unterdruckpumpe wird dabei von der Ölpumpe mittels Durchtriebswelle angetrieben.

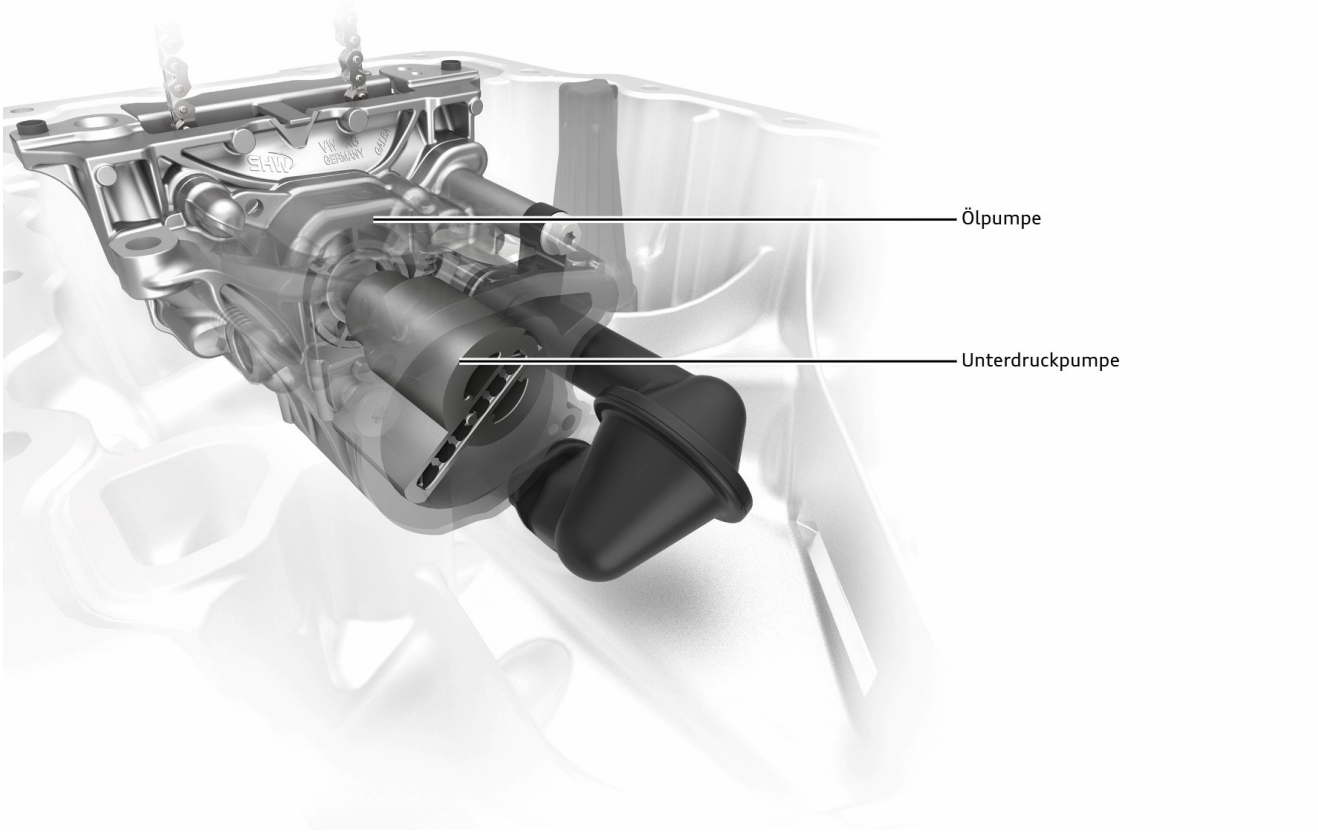
Ölpumpe bei Fahrzeugen mit eBKV



681_033

Ölpumpe bei Fahrzeugen ohne eBKV

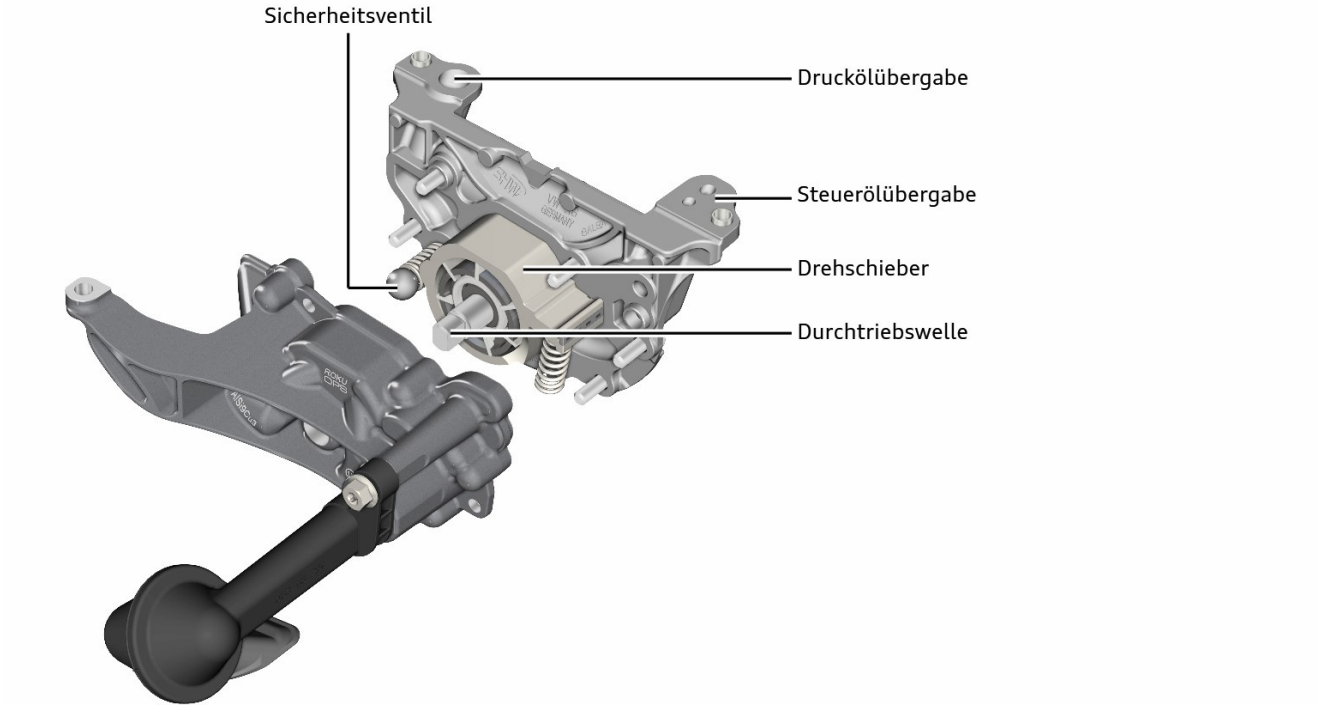
mit angeflanschter Unterdruckpumpe (Tandempumpe)



681_034

Aufbau

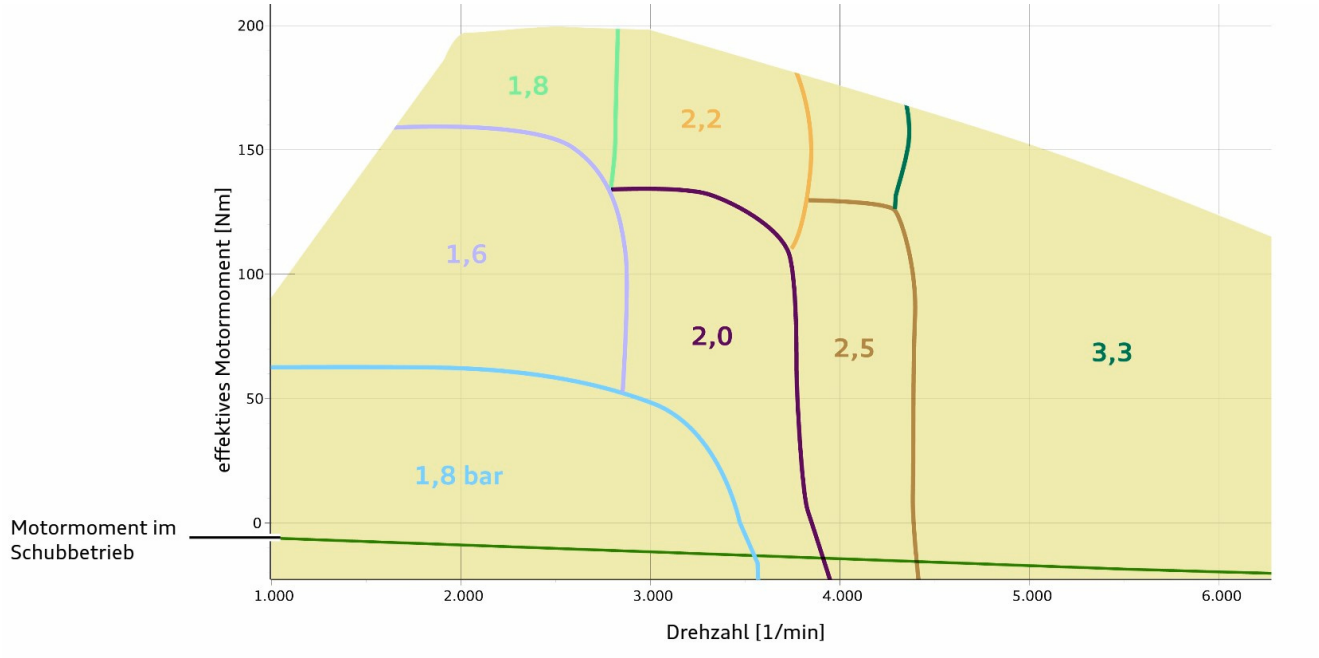
- Regelbare Flügelzellenpumpe
- Übersetzung ins Langsame I = 1 : 0,83 (Kurbelwelle : Pumpe)
- Regelbereich 1,4 – 3,3 bar rel.
- Öldruck bei Fail-Safe begrenzt über Ventil für Öldruckregelung N428 (Magnetventil)
- Sicherheitsventil ca. 9 bar



681_035

Verweis
Genauere Erläuterungen zu Aufbau und Funktion der Flügelzellenpumpe sowie der Funktion der Regelung lesen Sie im SSP 639, "Audi 1,0l-3-Zylinder-TFSI-Motor Baureihe EA211"und 655, "Audi 3,0l-V6-TFSI-Motor Baureihe EA839".

Beispiel des Druckverlaufs der Öldruckregelung anhand der Faktoren Motordrehzahl und Motordrehmoment



681_089

Hinweis
Ändert sich die Öltemperatur, wird durch das Motormanagement der im Kennfeld gespeicherte Öldruck nachgeregelt.

Schaltbare Kolbenkühlung

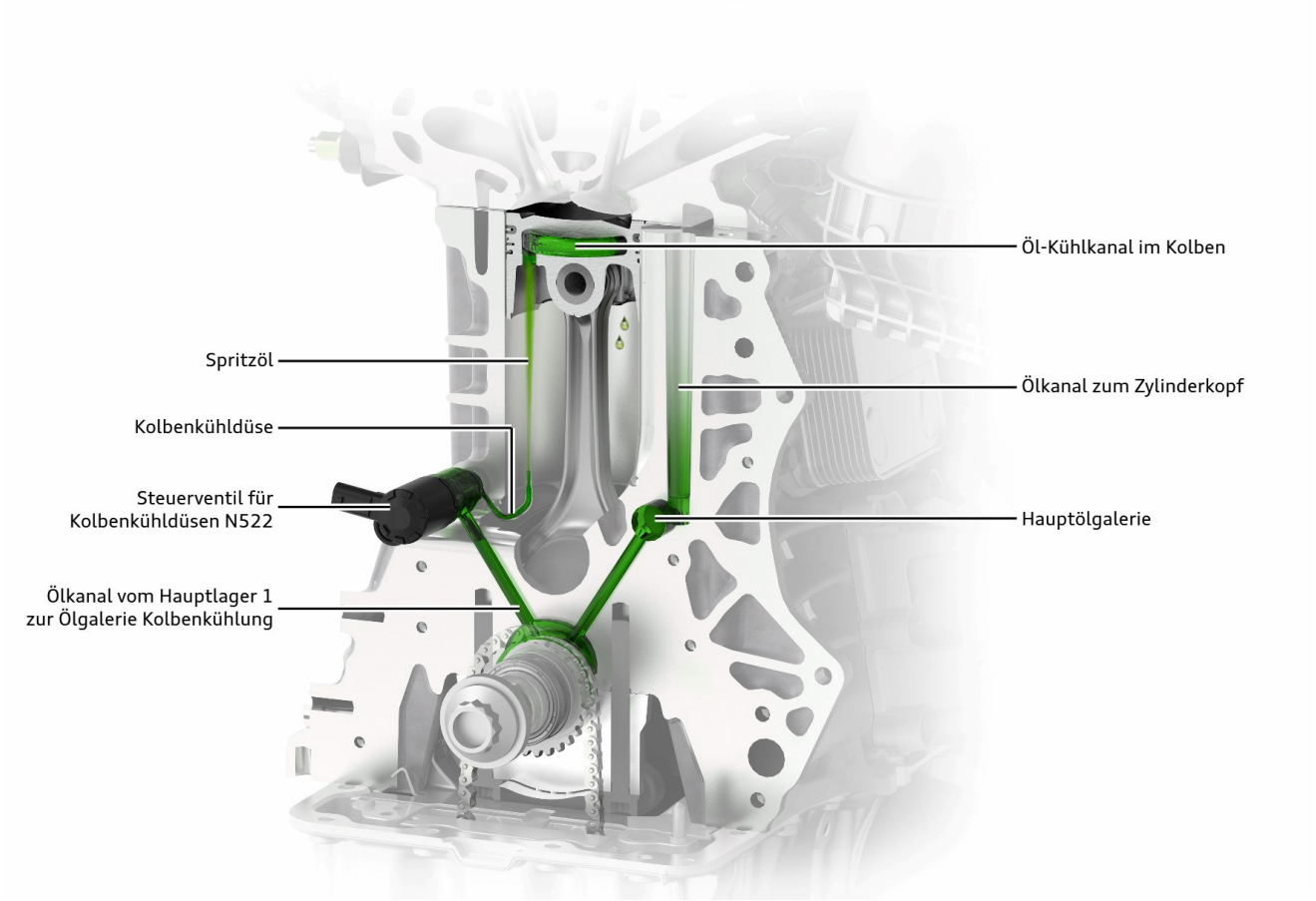
Entwicklungsziel:

› Thermischer Wärmeverzug der Kolben wurde gezielt auf den thermischen Verzug der Laufbuchsen abgestimmt.

Vorteile:

› Durchströmungsquerschnitte zwischen Kolben und Laufbuchsen bleiben konstant niedrig, was die Menge der Blow-by-Gase verringert. Dadurch hat der Motor in der Einlaufphase weniger Ölverbrauch.
› Die "Freie Ölmenge" im Kurbelraum ist geringer. Das reduziert wiederum das Blow-by und wirkt sich positiv auf die Ölabscheidung aus.
› Die weniger thermisch belasteten Kolbenringe kommen mit einer geringeren Vorspannung aus. Das wiederum verringert die Reibung im Motor.
› Schnellere Erwärmung der Kolben während der Warmlaufphase.
› Eine Abschaltung der Kolbenkühlung kann bedarfsgerecht, z. B. bei Warmlauf oder Teillast, erfolgen. Die Kolben werden dann nicht mit Öl angespritzt. Die Berechnung dazu erfolgt im entsprechenden Kennfeld des Motorsteuergerätes.

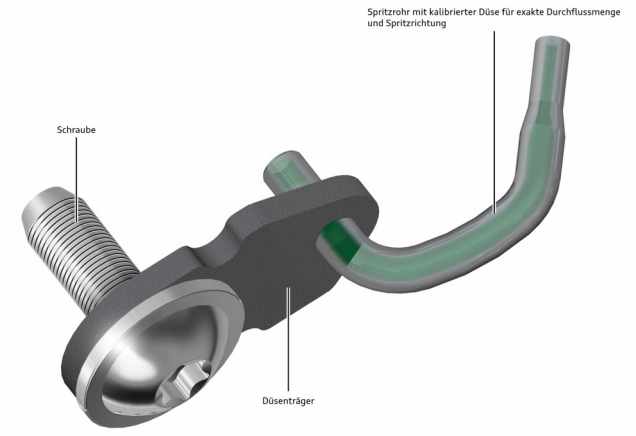
Diese Maßnahmen verringern den Ölbedarf des Motors, wie auch den CO_2- und HC-Ausstoß.



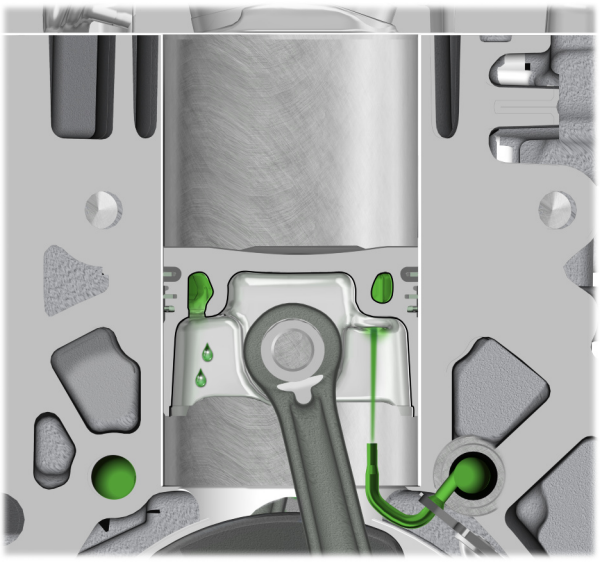
681_037

Funktion:

Bei Bedarf wird die Kolbenkühlung aktiviert. Das Motorsteuergerät schaltet hierzu das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 mittels *PWM-Signal* ↗. Dabei öffnet sich der Ölkanal vom Hauptlager 1 zur Ölgalerie, an der die Kolbenkühldüsen angeschlossen sind. Diese spritzen das Motoröl in den Öl-Kühlkanal der Kolben.



681_031



681_030

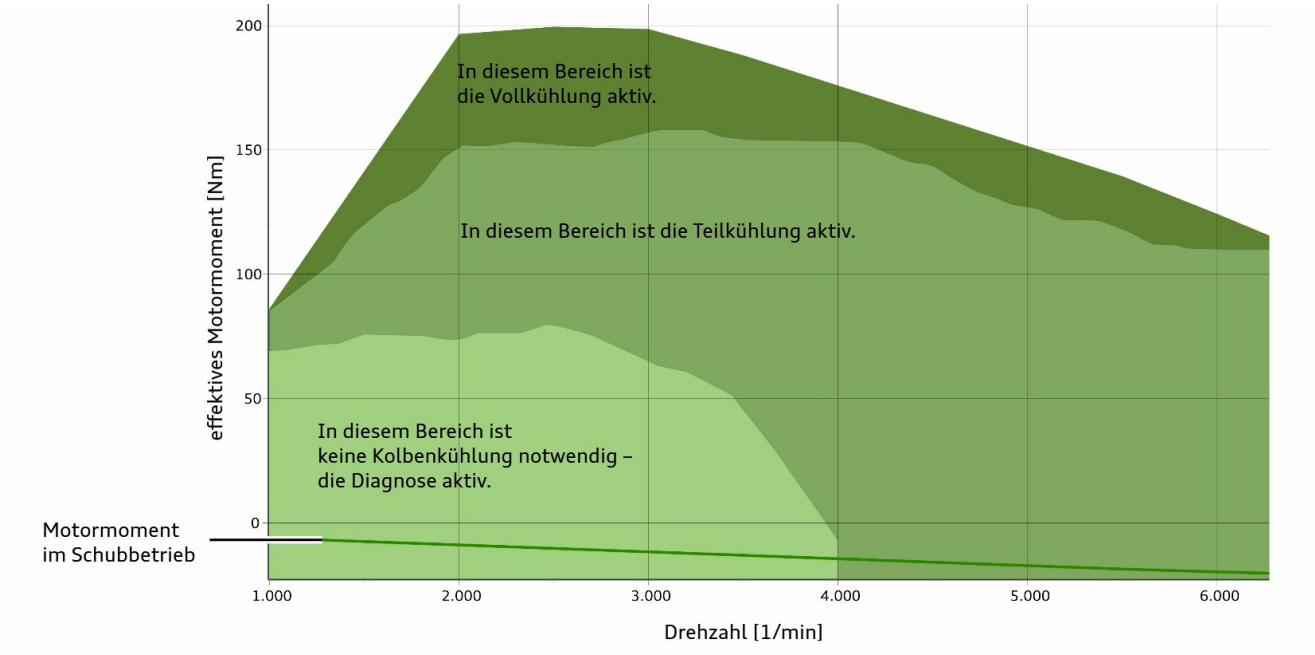
Kennfeld zur Ansteuerung der Kolbenkühldüsen

Eine Kühlung der Kolben muss nicht in jedem Lastbereich des Motors erfolgen. Im Diagramm zur Ansteuerung der Kolbendüsen erkennt man drei Bereiche der Kolbenkühlung.

Im unteren Bereich (hellgrün) ist die Kolbenkühlung deaktiviert. Die Ansteuerung des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522 erfolgt mit maximaler Ansteuerung. Dadurch wird es geschlossen und somit der Ölzulauf zu den Kolbenkühldüsen unterbrochen. Gleichzeitig ist in diesem Bereich die Diagnose der Kolbenkühlung aktiv.

Im mittleren Bereich (grün) erfolgt eine Teilkühlung. Diese wird mit unterschiedlicher Antaktung des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522 realisiert.

Die Vollkühlung erfolgt im oberen Bereich (dunkelgrün) mit minimaler Antaktung und somit voller Öffnung des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522.



681_088

Systemüberwachung

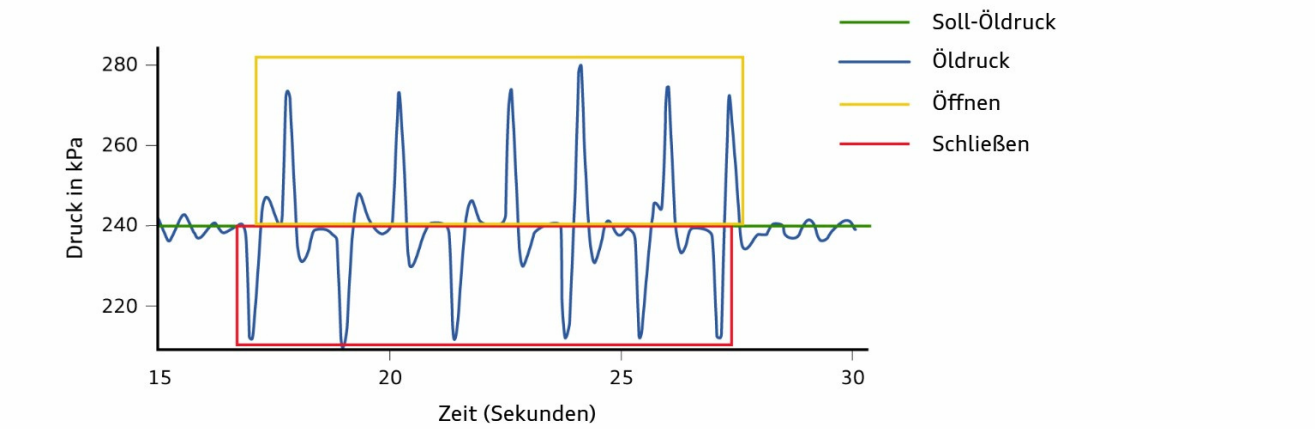
In dem Moment, wenn die Ölgalerie der Kolbenkühldüsen zu- bzw. abgeschaltet werden, gibt es eine Druckschwankung im Schmiersystem (Hydrauliksystem) des Motors. Diese Druckschwankung wird mittels Öldruckgeber G10 registriert und an das Motorsteuergerät übertragen. Aus dem Signal berechnet das Motorsteuergerät die Plausibilität.

Die Diagnosefunktion prüft innerhalb des Fahrzyklus ob das Schaltverhalten in Ordnung war. Dazu muss ein Öldruckeinbruch im erwarteten Bereich und innerhalb des erwarteten Zeitfensters registriert werden.

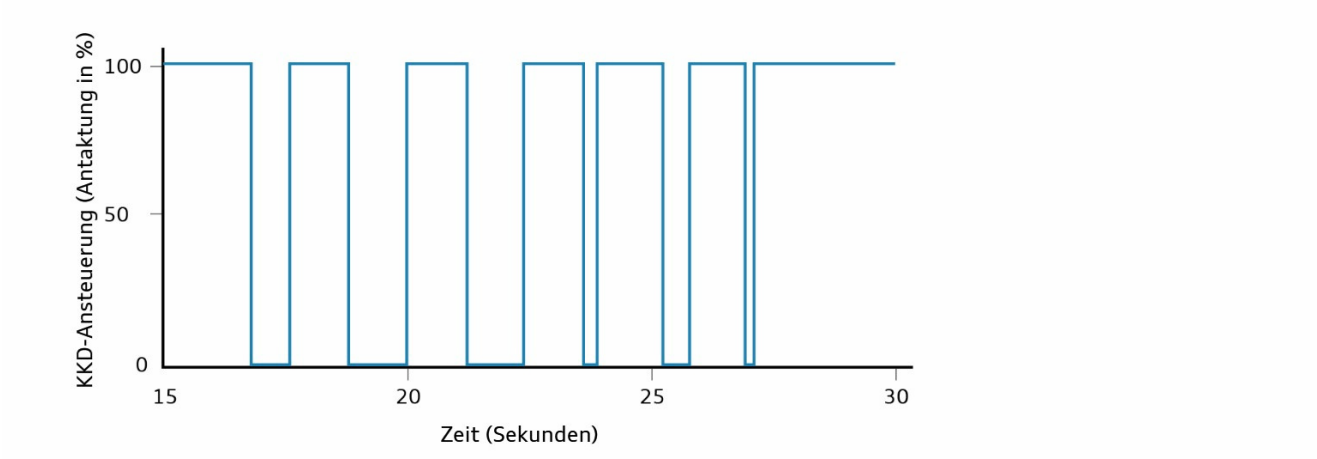
So kann z. B. festgestellt werden, ob die Ölgalerie zu den Kolbenkühldüsen geöffnet oder geschlossen wurde. Wird keine Öldruckänderung registriert, geht das System von einem Fehler aus.

Im Fehlerfall geht die Kolbenkühlung in den Fail Safe-Betrieb. Das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 wird nicht mehr angesteuert und ist deshalb voll geöffnet. Im Leerlauf wäre der Öldruck durch das voll geöffnete N522 zu gering. Deshalb wird die Leerlaufdrehzahl erhöht. Zudem wird die maximale Motordrehzahl sowie das maximale Motormoment begrenzt. Zusätzlich wird im Kombiinstrument ein Text angezeigt und die EPC aktiviert.

Veränderung des Öldrucks bei Ansteuerung des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522



681_084


KKD-Ansteuerung (Antaktung in %)
100
50
0
15
20
25
30
Zeit (Sekunden)

681_087

Kurbelgehäuseent- und -belüftung

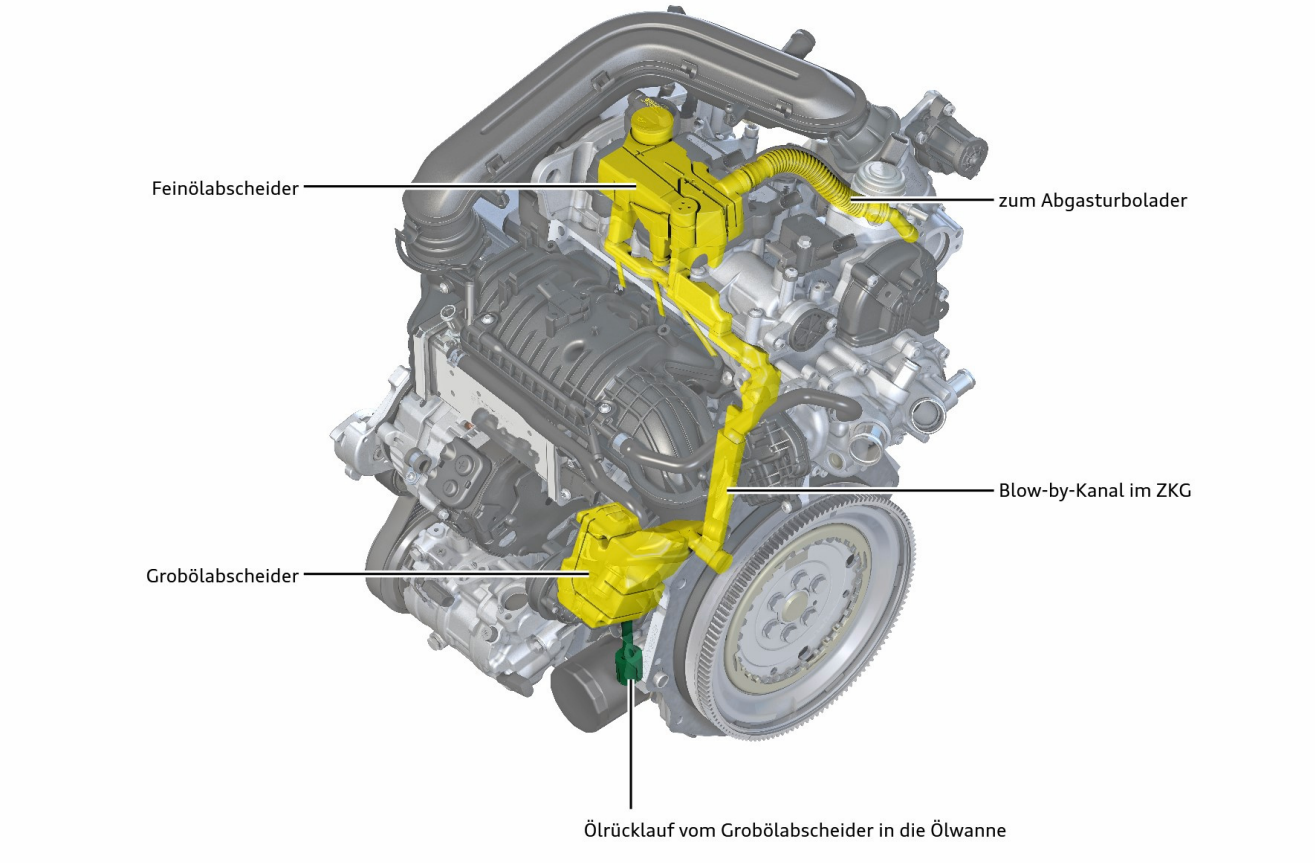
Kurbelgehäuseent- und -belüftung

Das System für die Ölabscheidung sowie zur Motorbelüftung ist eine Weiterentwicklung vom 1,5l-Motor.

Am *ZKG ↗* befindet sich ein Grobölabscheider.

Der Feinölabscheider mit integriertem Öleinfülldeckel befindet sich auf der Zylinderkopfhaube.

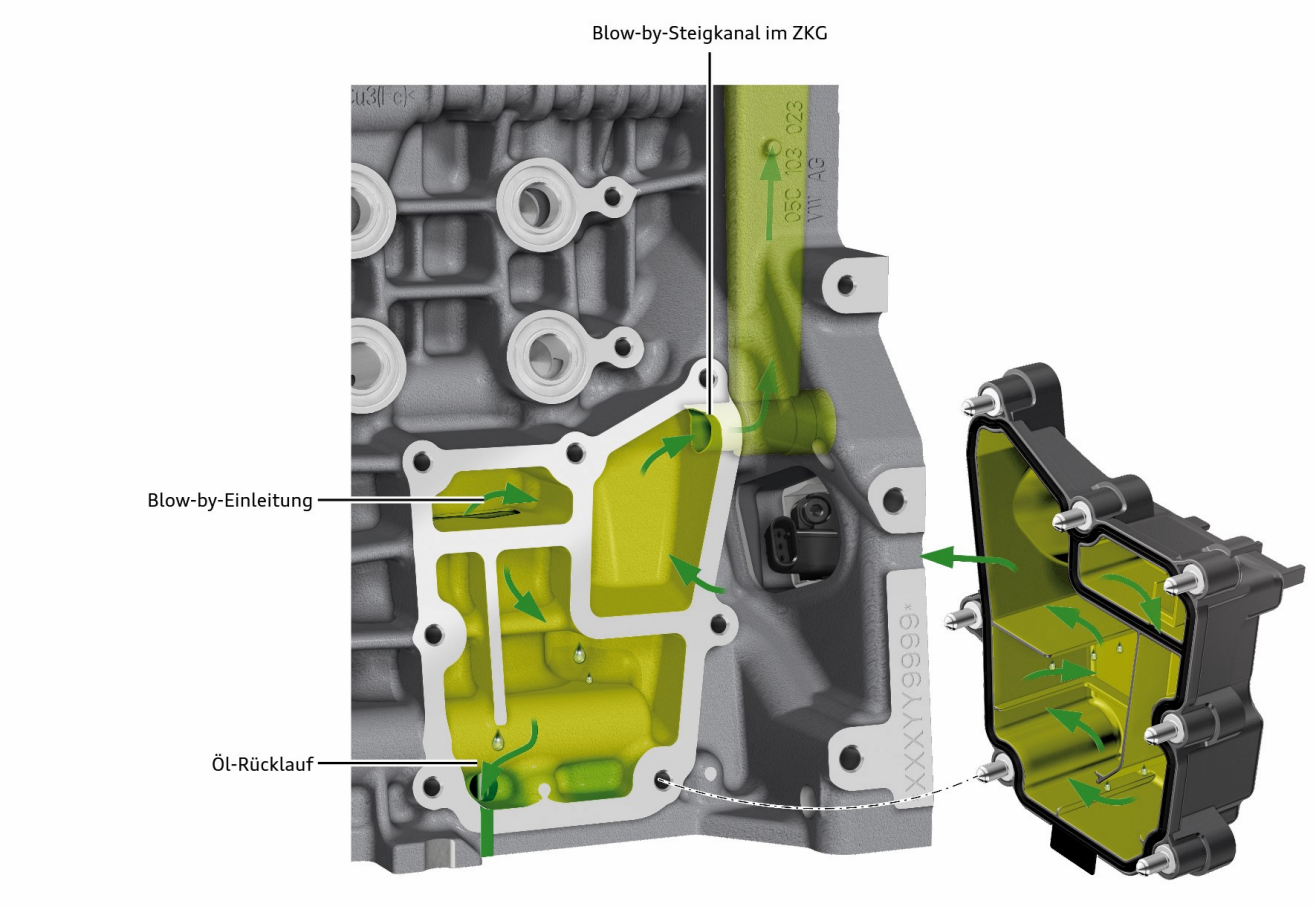
Der Blow-by-Strom vom Grobölabscheider zum Feinölabscheider wird durch Kanäle im *ZKG ↗* sowie im Zylinderkopf geführt (siehe SSP 681, "Audi 1,0l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo"). Die Abführung der gereinigten Blow-by-Gase aus dem Feinölabscheider erfolgt, je nach Druckgefälle, direkt in das Saugrohr oder vor den Abgasturbolader.



681_041

Grobölabscheider

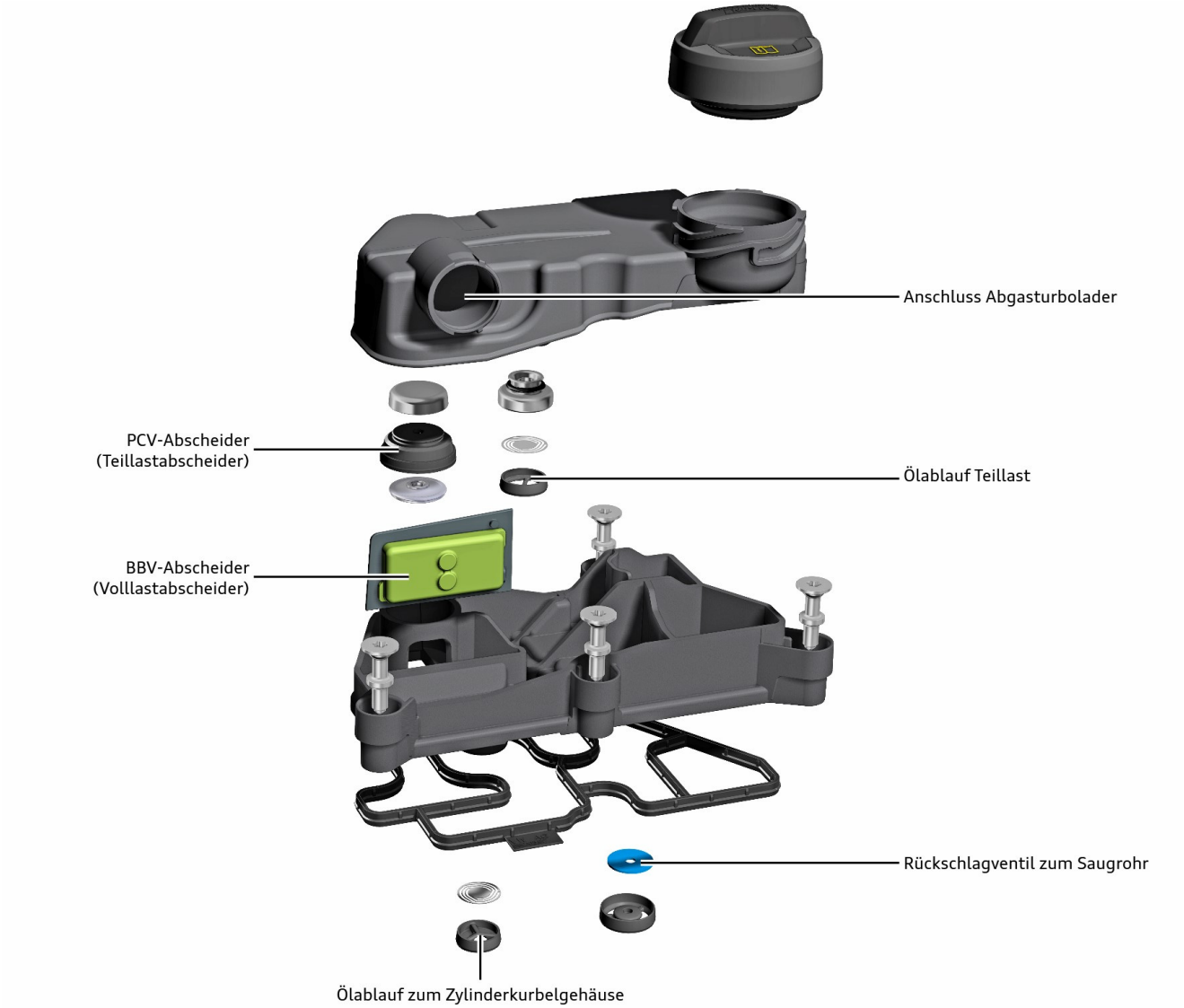
Im Grobölabscheider erfolgt die Vorabscheidung der Blow-by-Gase. Durch Umkehrung der ölhaltigen Gase in einem Labyrinth-System prallt das trägere Öl an den Wandungen des Grobölabscheiders ab und tropft dann in dessen unteren Bereich. Von dort läuft das Öl in die Ölwanne zurück.



681_043

Feinölabscheider

Das Modul Feinölabscheider ist auf der Zylinderkopfhaube verschraubt. Seine Funktionen sind die Feinölabscheidung, die Verteilung der gereinigten Blow-by-Gase, je nach Druckzustand im Luftversorgungssystem des Motors, die Druckregelung im Kurbelgehäuse sowie der Kurbelgehäusebelüftung (*PCV ↗*). Zudem ist der Öl-Einfülldeckel integriert. Ein Zerlegen des Moduls ist nicht möglich, da beide Gehäusehälften miteinander verschweißt sind. Vom Feinölabscheider geht lediglich eine Rohrleitung ab. In dieser wird das gereinigte Blow-by zum Abgasturbolader abgeführt. Die Zuleitung des Blow-by zum Saugrohr erfolgt über eingegossene Kanäle in der Zylinderkopfhaube und im Zylinderkopf.



681_044

Positive-Crankcase-Ventilation-Abscheider (PCV-Abscheider - Teillastabscheider)

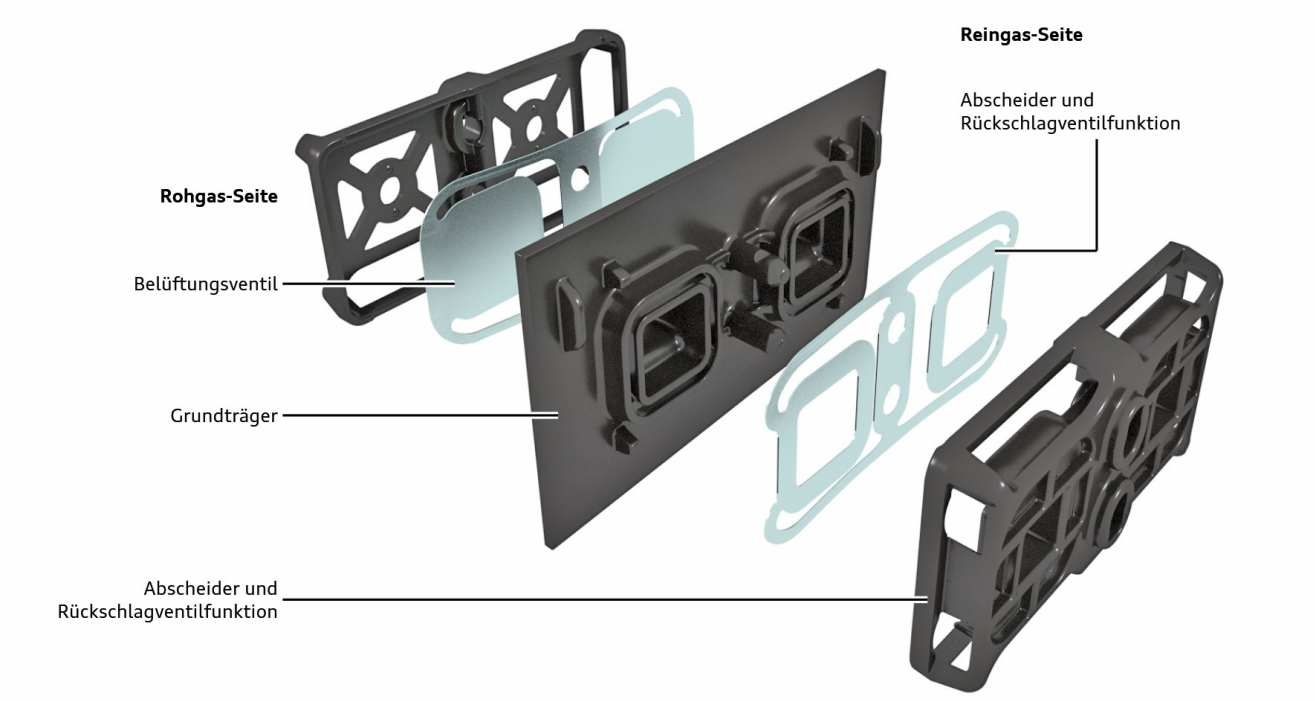


681_063

› arbeitet nach dem *Impaktor-Prinzip* ↗
› arbeitet mit 2 Schaltzuständen

1. Ungeschaltet: Ermöglicht im Teillast-Betrieb größere Blow-by-Durchsätze
2. Geschaltet: Für sehr hohe Saugrohrunterdrücke. Hier ist z. B. im Schubbetrieb eine höhere Drosselung notwendig, damit der Unterdruck nicht in das Kurbelgehäuse durchschlägt.

Bypass-Belüftungs-Ventil-Abscheider (BBV-Abscheider - Volllastabscheider)

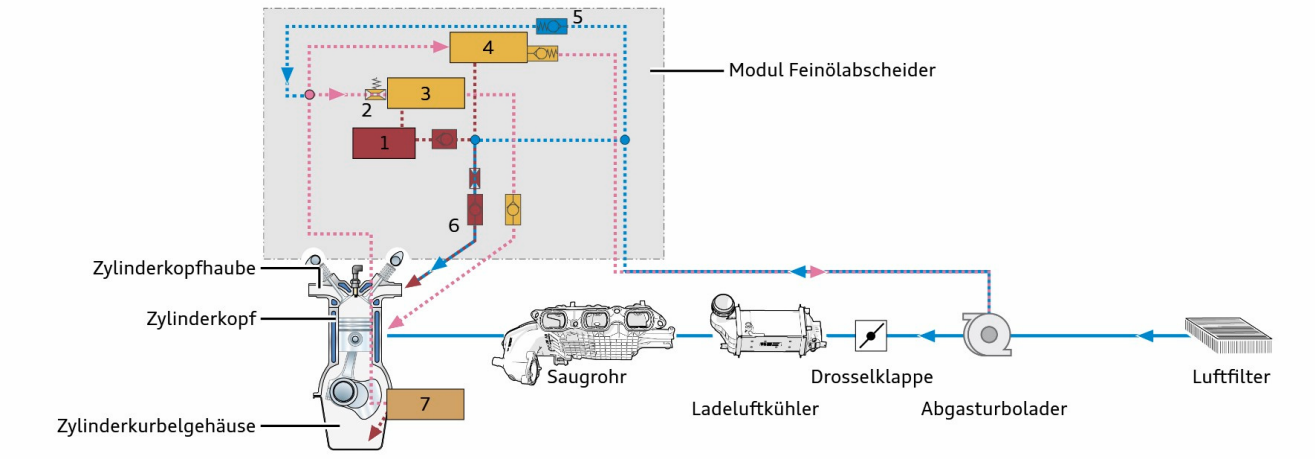


681_064

› Abscheider bei Volllast
› Belüftung bei Teillast

Schematische Funktionsdarstellung

Systemübersicht



681_045

Legende:

1 Öl-Reservoir
2 Volumenstrombegrenzung 50l/min
3 Feinölabscheider und Positive Crankcase Ventilation Teillast
4 Feinölabscheider und Bypass-Belüftungs-Ventil Volllast
5 Rückschlagventil Saugrohr und Überdruckventil 50 mbar
6 Ölablaufventil Teillast mit Volumenstrombegrenzung 40l/min / 50 mbar
7 Grobölabscheider

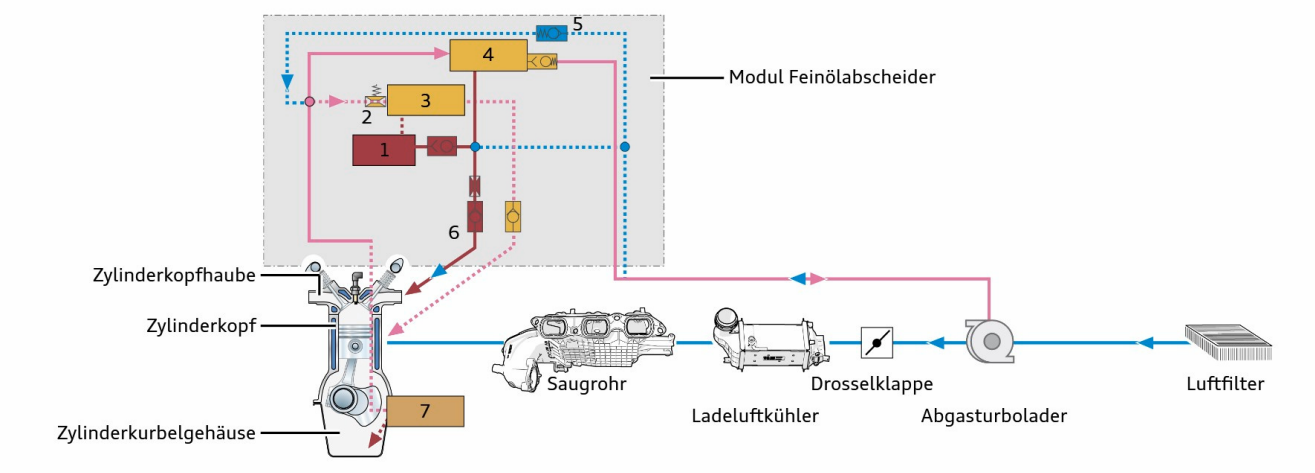
Die Funktion der Druckregelung erfolgt durch eine:

› Entlüftungsblende im *PCV* ↗
› Belüftungsblende im Ölablauf und
› Überdruckventil im *BBV* ↗ (öffnet bei 50 mbar Unterdruck)

Systemzustände

Volllast

Das gereinigte Blow-by wird zur Saugseite der Turbine des Abgasturboladers geleitet.

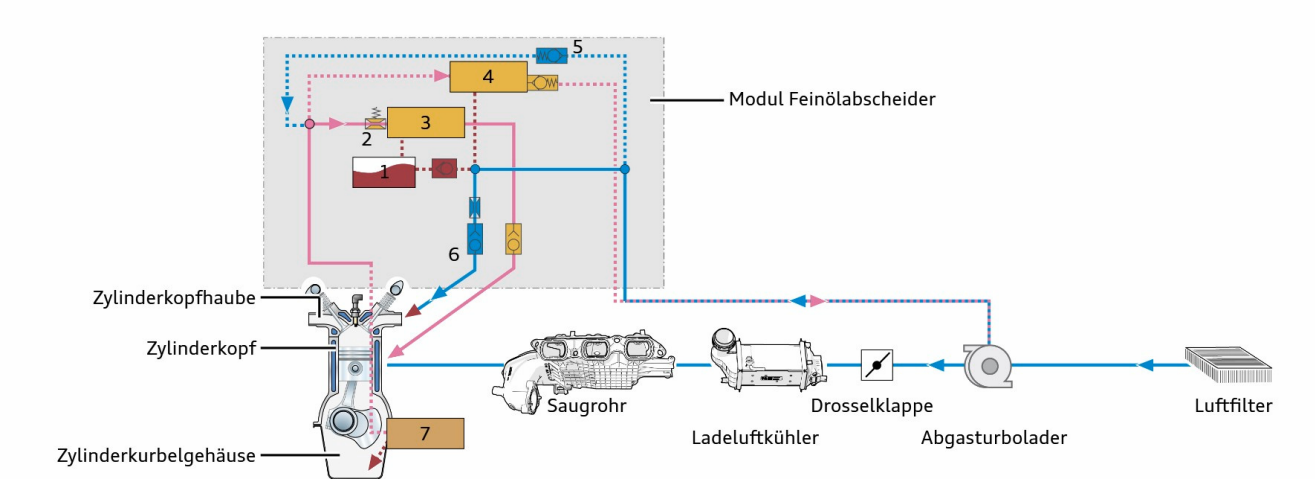


681_046

Erklärung: Die vollen Linien beziehen sich auf den, in der Darstellung aufgezeigten Fluss des Mediums Blow-by, bzw. Frischluft.

Teillast

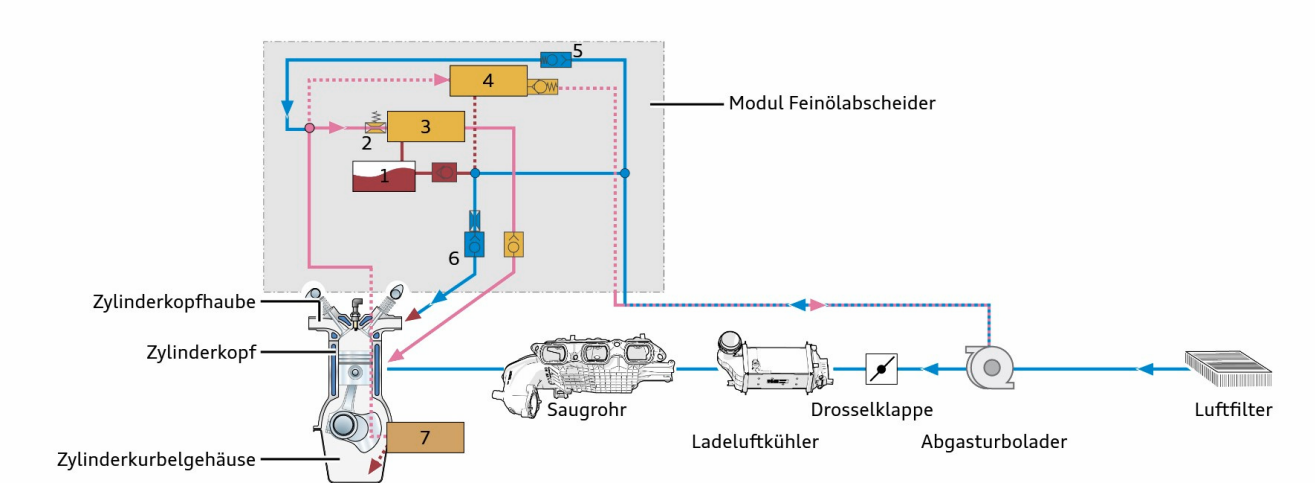
Das gereinigte Blow-by wird in das Saugrohr eingeleitet.



681_047

Schubbetrieb

Durch den hohen Unterdruck im Saugrohr wird der Feinölabscheider 3 (*PCV* ↗) geschaltet und begrenzt die Durchflussmenge. Somit kann im Kurbelgehäuse kein zu hoher Unterdruck entstehen.

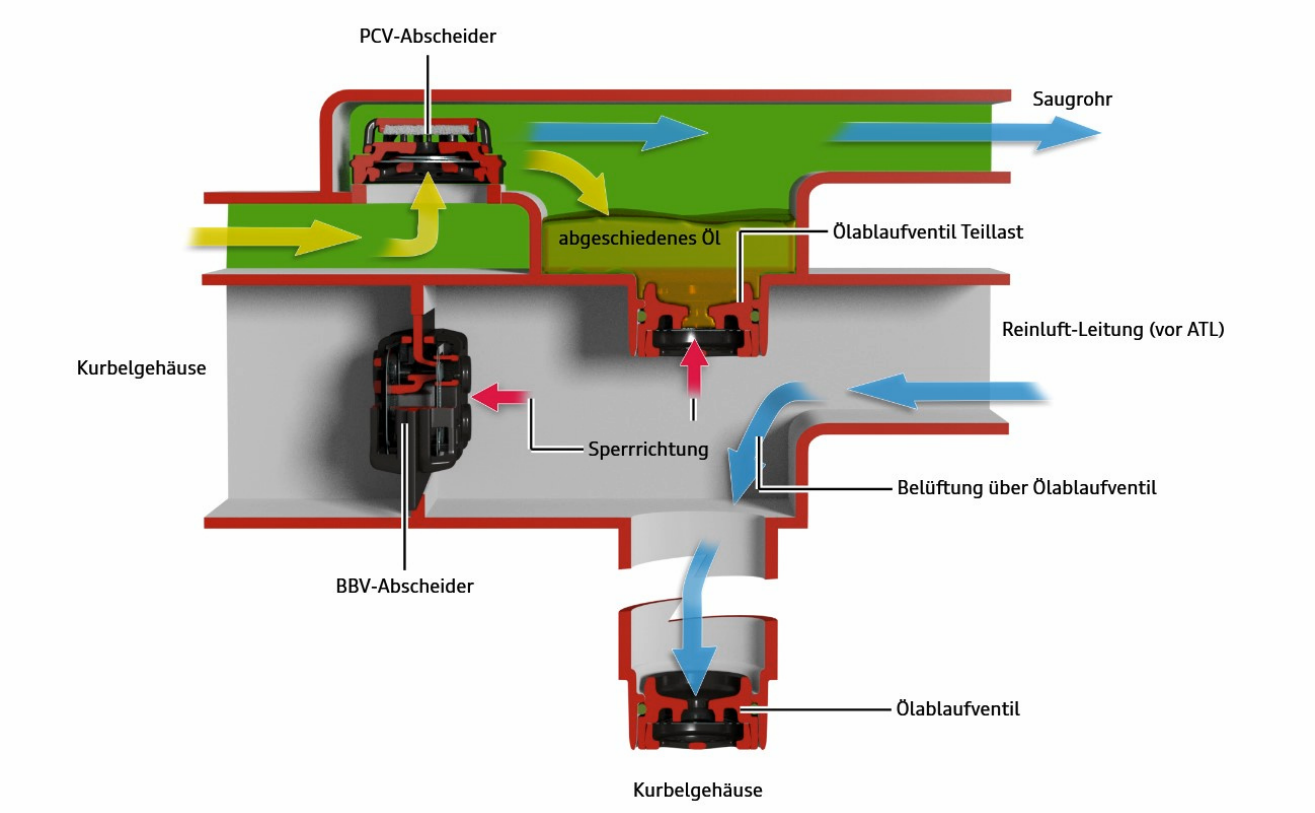


681_048

Getrennte Voll- und Teillastabscheidung

Darstellung der Strömungen im Modul Feinölabscheider

Teillast (TL) - Normalbetrieb



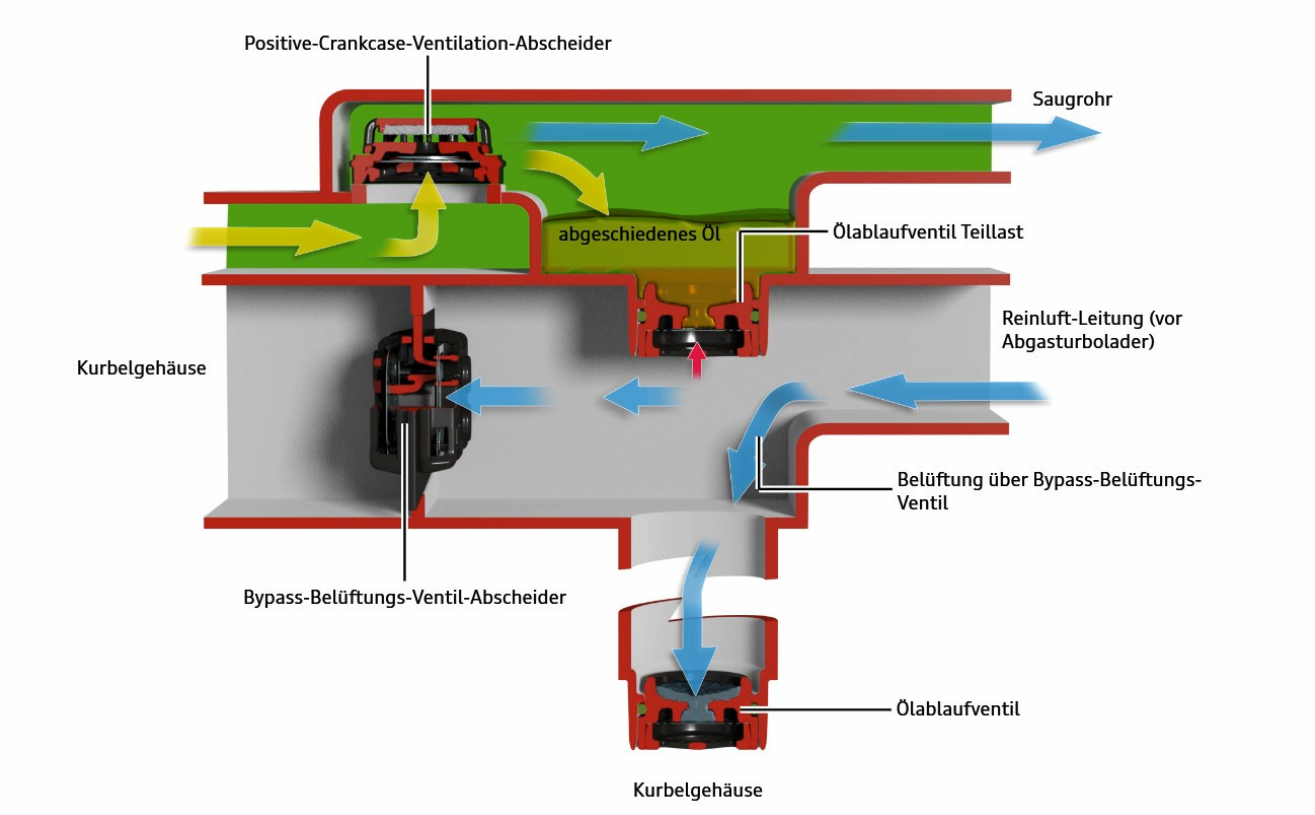
681_049

Im Teillastbetrieb fungiert der *BBV* ↗ zunächst als Rückschlagventil.

Die Abscheidung erfolgt über den *PCV* ↗.

Die Belüftung des Kurbelgehäuses erfolgt über das Ölablaufventil mit integrierter Volumenstrom-Drosselung.

Teillast (Belüftung über Bypass-Belüftungs-Ventil)

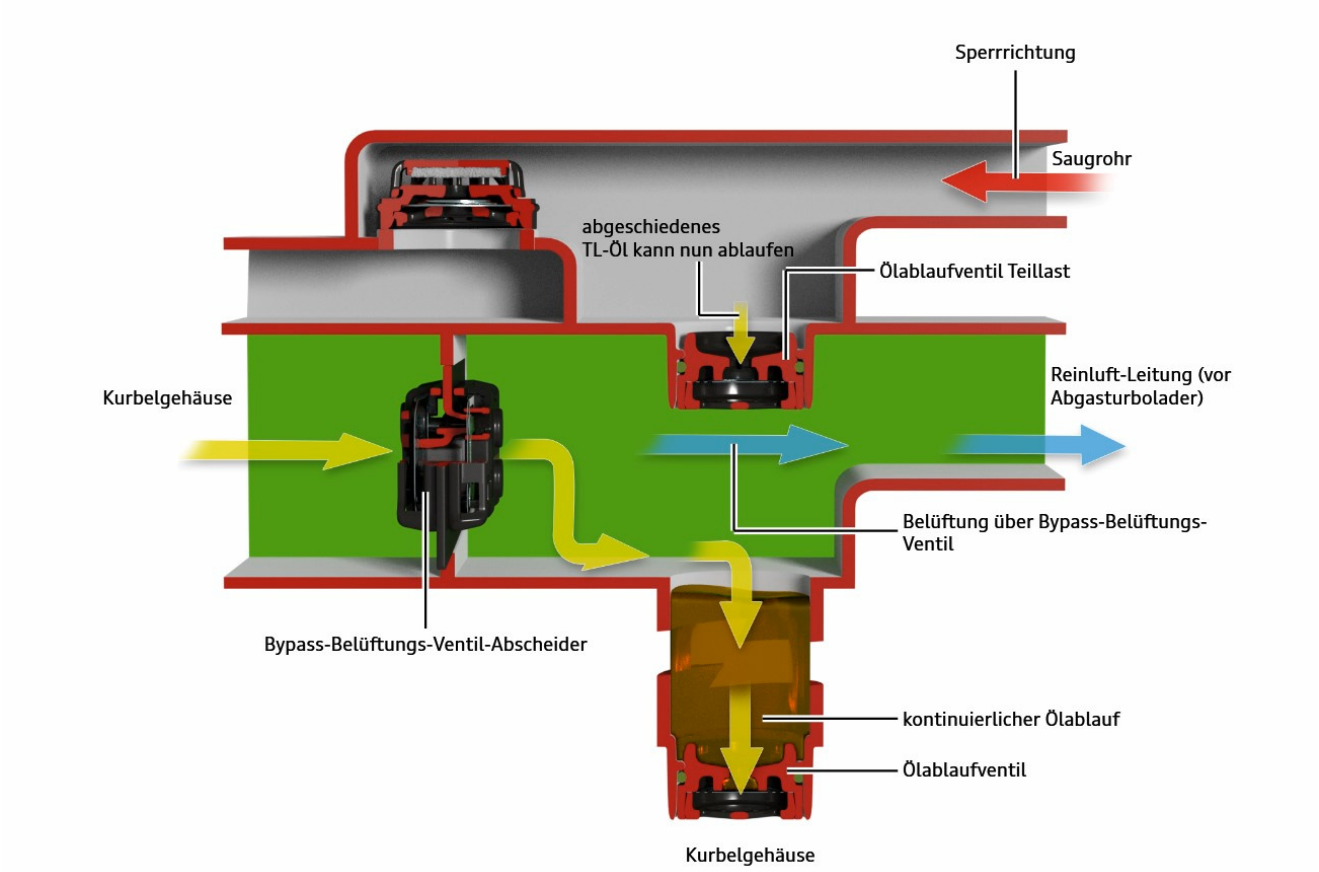


681_050

Um sicherzustellen, dass kein zu hoher Unterdruck im Kurbelgehäuse entsteht, besitzt der *BBV* ↗ ein Belüftungsventil, das ab einem definierten Kurbelgehäuseunterdruck (z. B. -50 mbar) öffnet und einen parallelen Belüftungsstrom freigibt.

Der Unterdruck wird geregelt, ein Druckregelventil kann entfallen.

Volllast Belüftung über Bypass-Belüftungs-Ventil



681_051

Das im Teillast-Betrieb gesammelte Öl kann nun in die Reingasseite der Volllast-Abscheidung ablaufen. Von dort erfolgt der kontinuierliche Ablauf über das zweite Ölablaufventil zum Kurbelgehäuse.

Tankentlüftungssystem

Tankentlüftungssystem

Die Aktivkohle-Behälteranlage wurde mit Einführung der Emissions-Kennung EU6 DG wie folgt geändert:

- großer Aktivkohlebehälter mit fast verdoppelter Aktivkohlemenge
- im Durchmesser vergrößerte Entlüftungsleitungen
- Drucksensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters GX44
- an der Einleitstelle in den Saugrohrstutzen vor dem Abgasturbolader erfolgt die Einleitung der Kraftstoffdämpfe mit Unterstützung eines Venturirohres
- in der Entlüftungsleitung zwischen Aktivkohlefilter-Behälter und GX44 sind zwei Pulsationsdämpfer verbaut. Der erste befindet sich an der rechten Seitenwand im Motorraum unterhalb des Kühlmittelausgleichsbehälters. Der zweite ist im Verbindungsrohr zum Aktivkohlefilter-Ventil (AKF-Ventil) integriert.

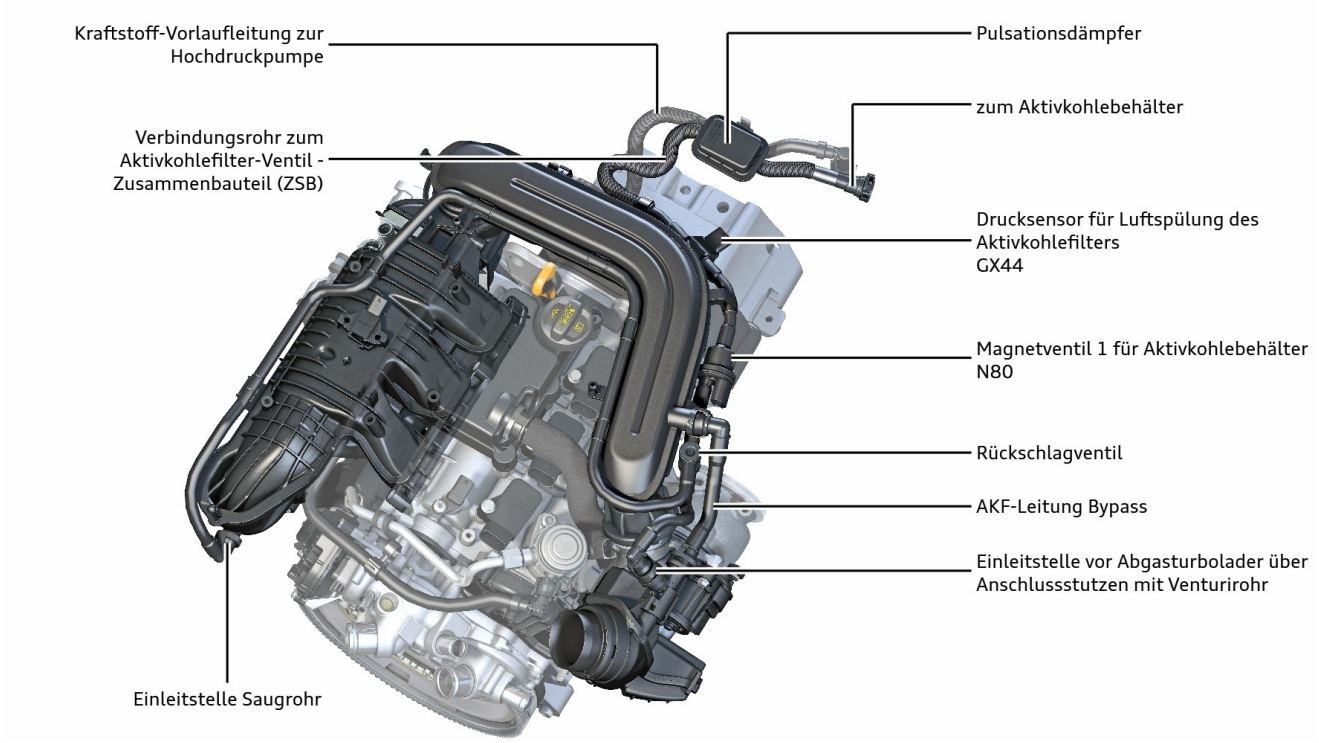
Das Verbindungsrohr zum *AKF ↗*-Ventil ist eine Baugruppe (*ZSB ↗*). Es enthält die folgenden Bauteile:

- Kunststoff-Schlauchleitungen
- Pulsationsdämpfer
- Drucksensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters GX44
- Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälteranlage N80
- Rückschlagventil

Aktivkohlebehälter

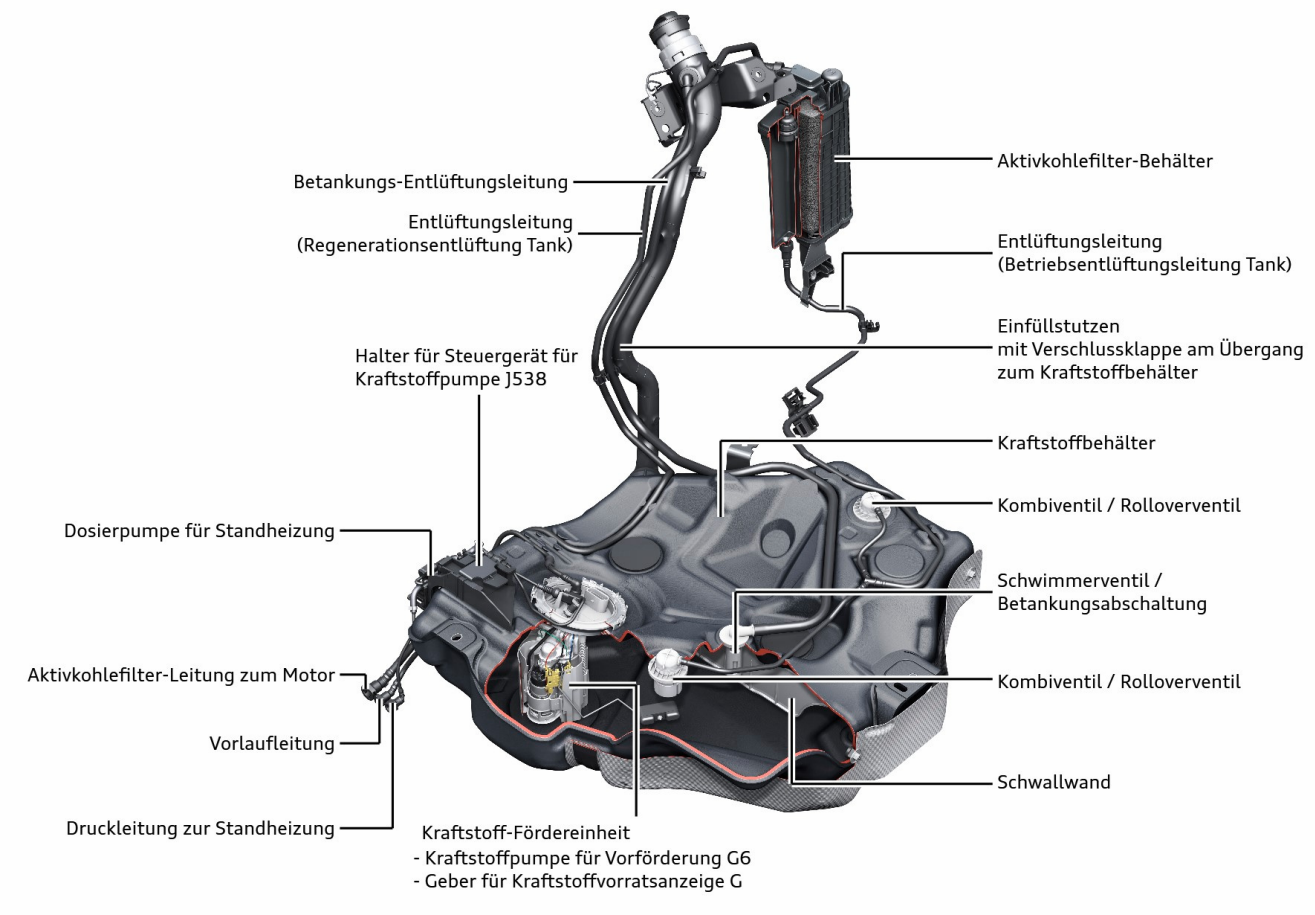
Systemübersicht Tankentlüftungsanlage

Systemübersicht Tankentlüftungsanlage am Motor



681_052

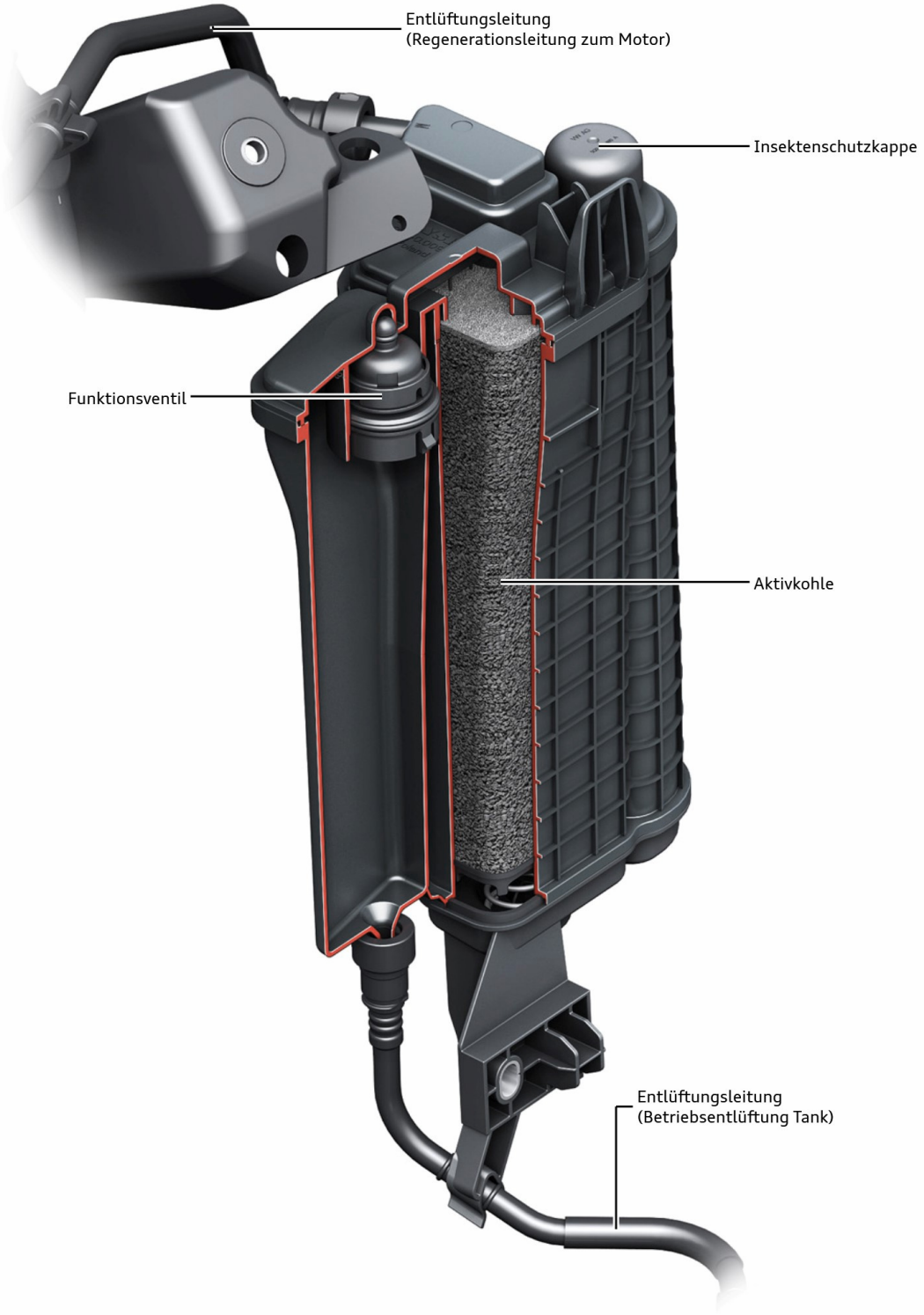
Systemübersicht Tankentlüftungsanlage am Kraftstoffbehälter



681_053

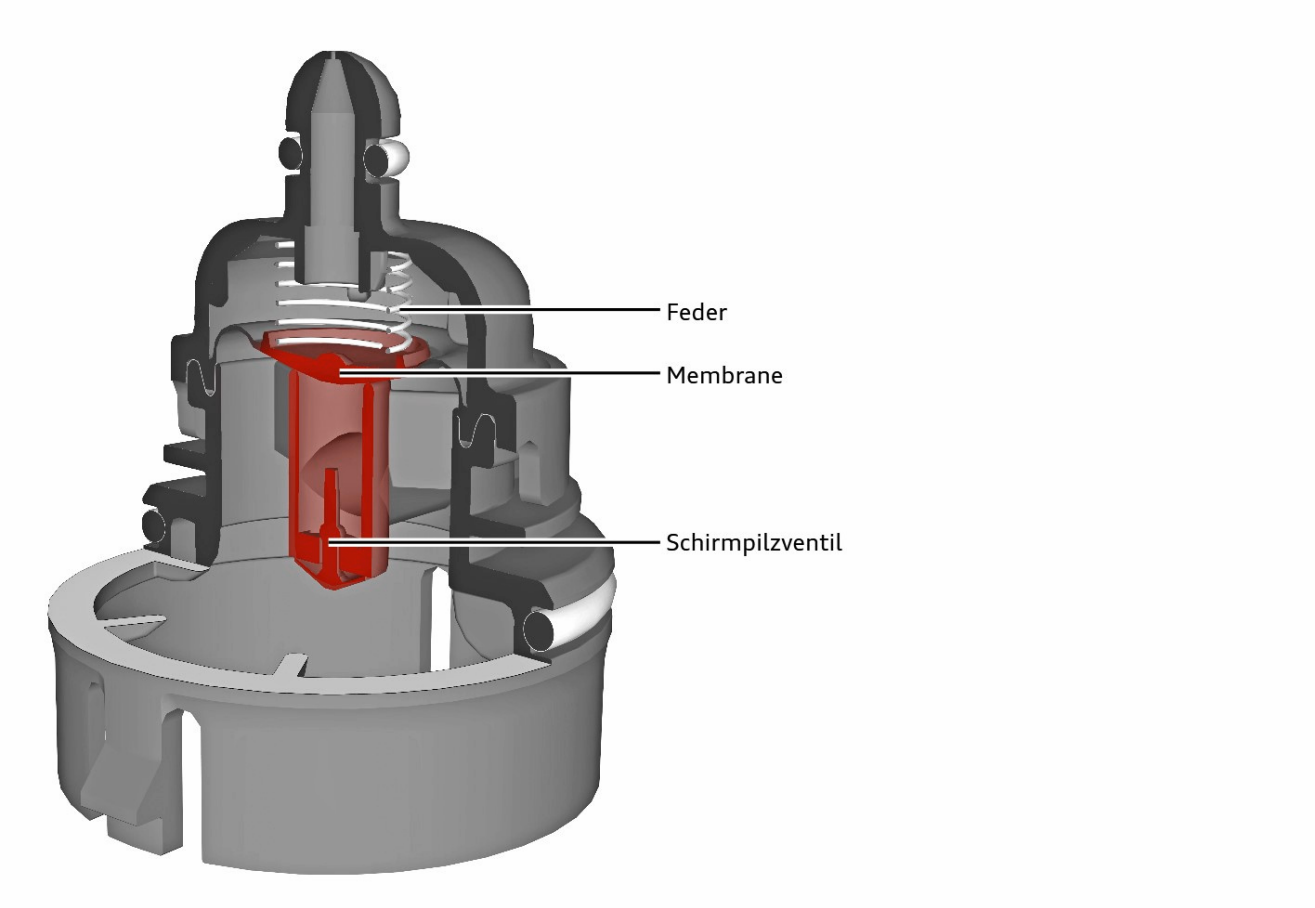
Aktivkohlebehälter

Der Aktivkohlebehälter hat die Aufgabe, die während der Betankung, der Standphase und des Betriebs des Fahrzeugs anfallenden Kohlenwasserstoffe aus dem Kraftstoffbehälter zwischenzuspeichern und im Betrieb dem Motor über ein getaktetes Ventil (Magnetventil für Aktivkohlebehälteranlage N80) zur Verfügung zu stellen (Regeneration).


Entlüftungsleitung
(Regenerationsleitung zum Motor)
Insektenschutzkappe
Funktionsventil
Aktivkohle
Entlüftungsleitung
(Betriebsentlüftung Tank)

681_054

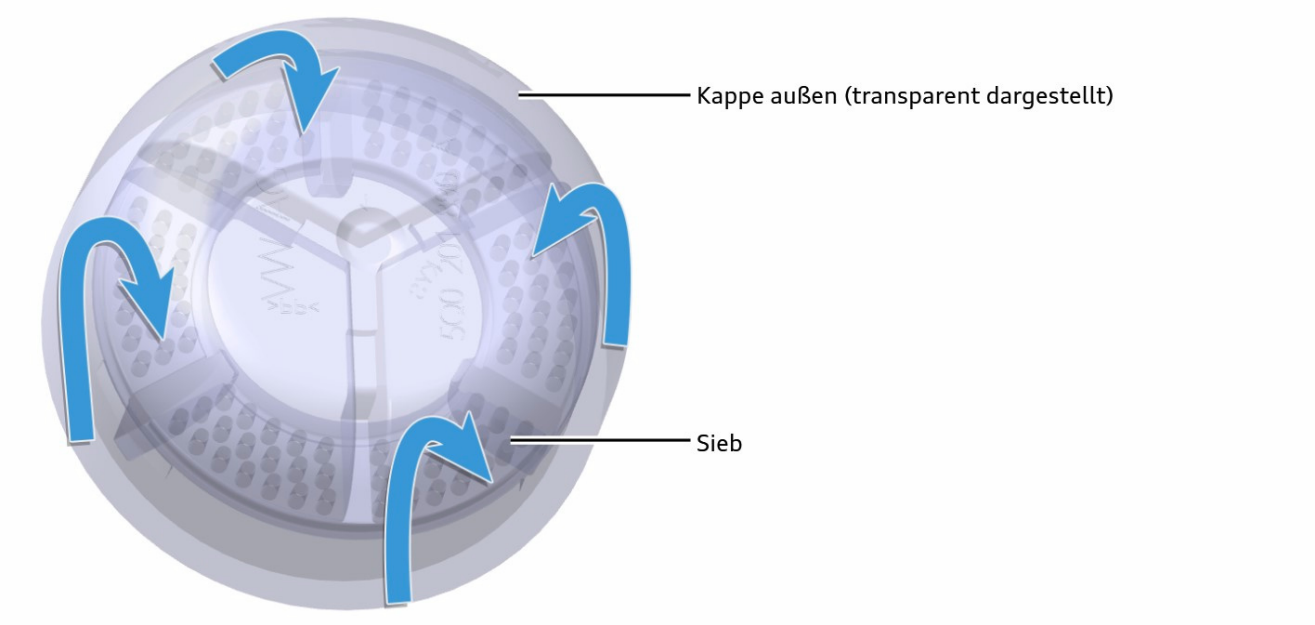
Funktionsventil



681_055

Das Funktionsventil schützt das *AKF* ↗ vor Unter- und Überdruck.

Insektenschutzkappe



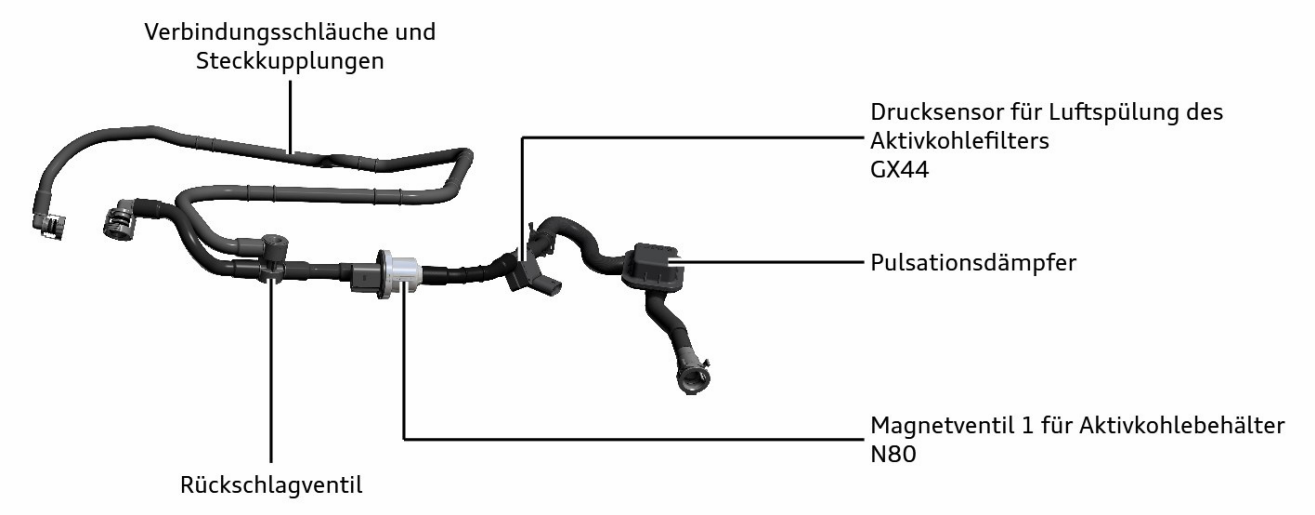
681_056

Die Kappe dient der Zuführung von Frischluft und schützt den Austrittspunkt zur Atmosphäre vor dem Eintritt durch Insekten, Spinnen und ähnliche Tiere.

Verbindungsrohr mit Aktivkohlefilter-Ventil

Das Verbindungsrohr mit *AKF* ↗ ist ein Zusammenbauteil. Es umfasst folgende Bauteile:

- Verbindungsschläuche und Steckkupplungen
- Pulsationsdämpfer
- Drucksensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters GX44
- Magnetventil für Aktivkohlebehälteranlage N80
- Rückschlagventil



681_086

Hinweis
Der Pulsationsdämpfer reduziert die Geräusche, die durch das Schalten des N80 entstehen und durch die Leitung verstärkt werden können.
Ein weiterer Pulsationsdämpfer befindet sich am Federbeindom im Motorraum (in Fahrtrichtung rechts).

Drucksensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters GX44

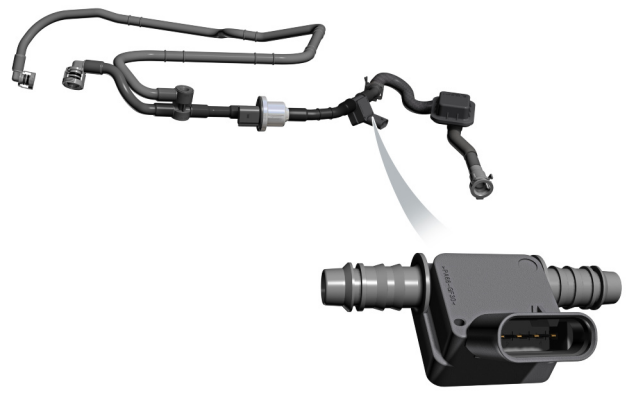
Der Sensor ist zwischen *AKF* ↗-Behälter und Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80 positioniert. Der GX44 besteht aus zwei Sensoren: dem Drucksensor für Aktivkohlebehälteranlage G804 und dem Temperatursensor für Luftspülung des Aktivkohlefilters G1084.

Im Tankentlüftungsschlauch werden so der Druck und die Temperatur gemessen und als analoge Signale an das Motorsteuergerät übermittelt. Es wird analysiert, ab welcher pulsweitenmodulierten Ansteuerung das Aktivkohlefilter-Ventil tatsächlich öffnet. Dadurch ist eine schnellere und gezieltere Entleerung des Aktivkohlebehälters möglich.

Zudem wird erkannt, ob der Durchsatz von Kraftstoffdämpfen in Ordnung ist. Neben dem Ereignisspeichereintrag „Tankentlüftungssystem Durchsatz fehlerhaft“ kann zusätzlich der Eintrag „Tankentlüftungssystem Hochdruckdurchsatz fehlerhaft“ gesetzt werden. Damit kann auf eine Fehlfunktion der Venturidüse geschlossen werden.

Eine weitere Aufgabe der Diagnosefunktion ist die Prüfung des Sensors auf Plausibilität.

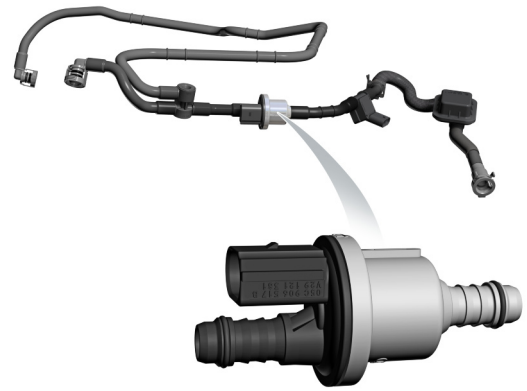
Bei Ausfall des Sensors wird das Magnetventil mit den gelernten Werten weiterhin angesteuert. Es erfolgt ein Ereignisspeichereintrag und die Abgaswarnleuchte K83 wird eingeschaltet.



681_062

Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80

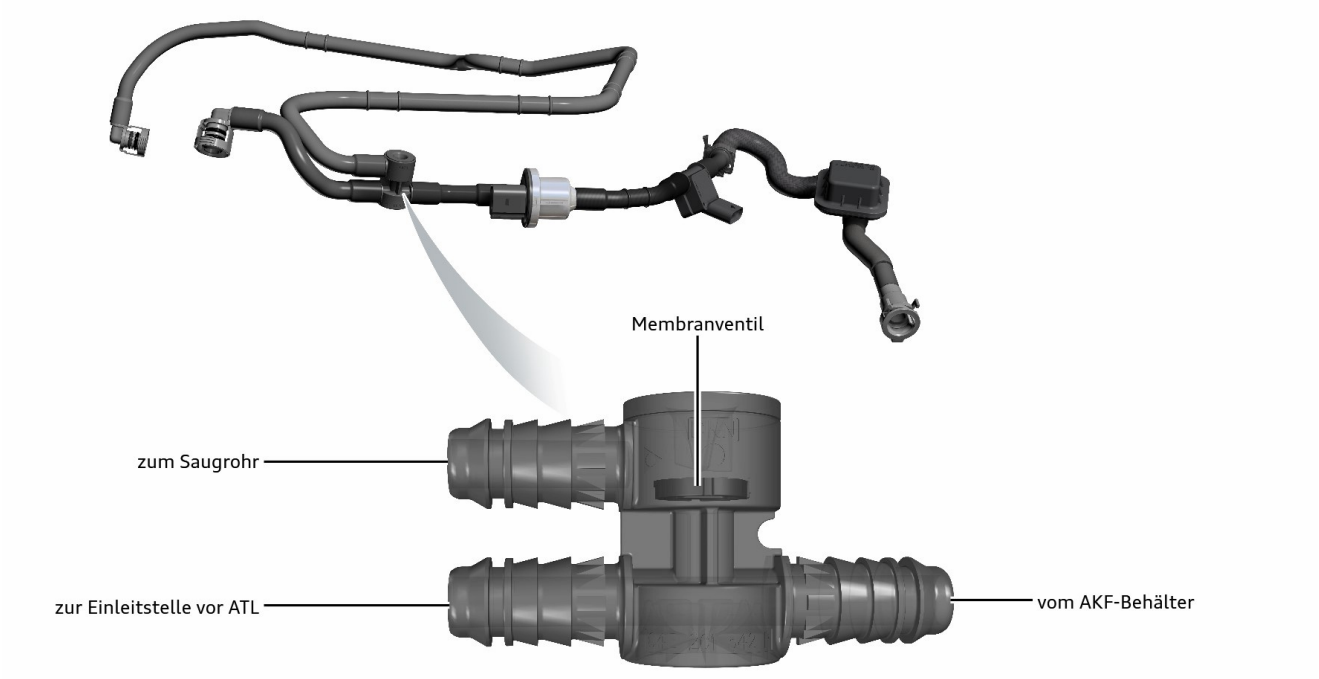
Die Freigabe zur Spülung des Aktivkohlefilter-Behälters übernimmt das N80. Dazu wird es durch das Motorsteuergerät mittels *PWM-Signal* ↗ angesteuert. Zur Ansteuerung werden im Kennfeld die Motorlast, Drehzahl, Temperaturen, Signale der Lambdaregelung und andere Messgrößen verarbeitet.



681_061

Rückschlagventil

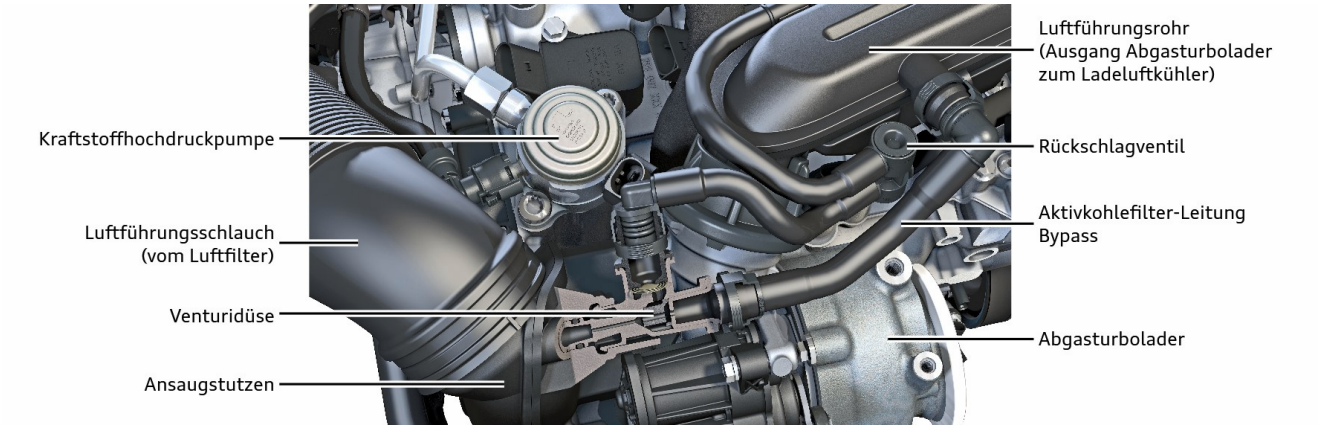
Mittels einer Membran schaltet das Rückschlagventil selbsttätig. Herrscht im Saugrohr Unterdruck, öffnet das Rückschlagventil den Kanal dorthin. Herrscht Ladedruck in der Luftstrecke, verschließt die Membran die Leitung zum Saugrohr. Gleichzeitig öffnet sich die Leitung zur Einleitstelle vor dem Abgasturbolader. Das Rückschlagventil arbeitet ohne Federkraft. Die Membran bewegt sich immer dorthin, wo zwischen Aktivkohlefilter-Leitung und Luftstrecke das größere Druckgefälle herrscht.



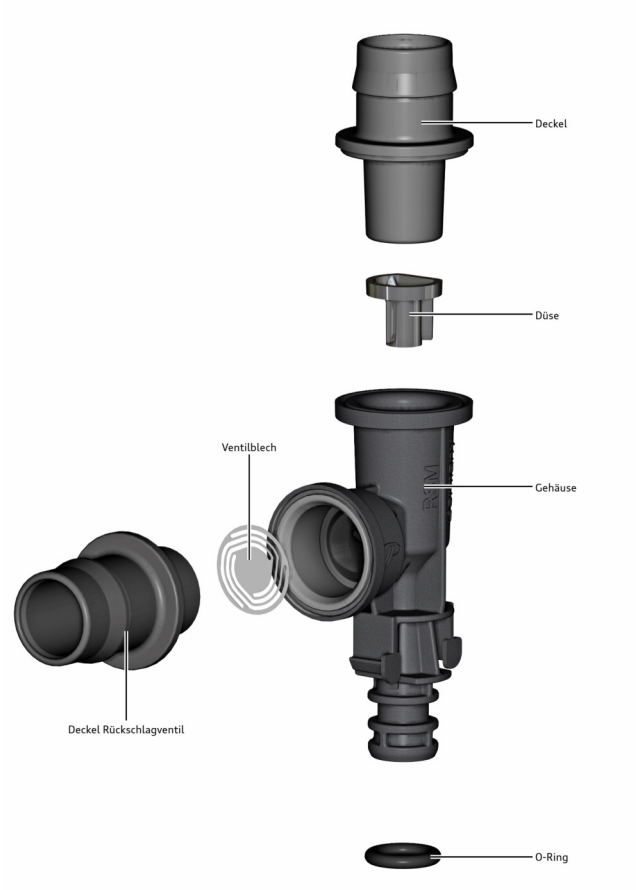
681_060

Venturidüse

Um den Durchsatz zu erhöhen, ist vor der Einleitstelle eine Venturidüse verbaut. Die Venturidüse ist Teil des Ansaugstutzens. Die Kraftstoffdämpfe werden, während der Motor im Laderbetrieb arbeitet, über das Rückschlagventil der Saugseite des Abgasturboladers zugeführt. Das Rückschlagventil ist geschlossen, sobald im Luftschlauch vom Luftfilter und im Saugrohr gleicher Druck herrscht, oder der Druck im Saugrohr geringer ist wie im Luftschlauch vom Luftfilter.

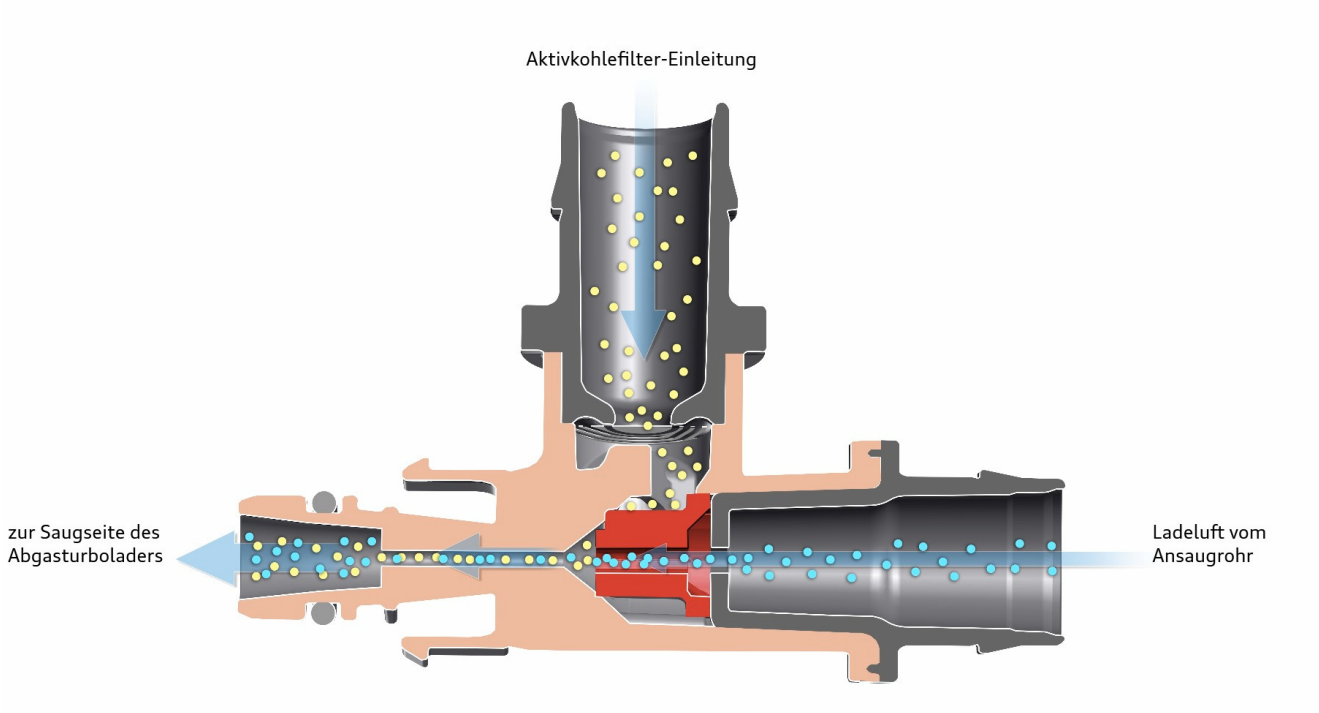


681_057



681_058

Wenn der Motor im Laderbetrieb arbeitet, wird die Venturidüse über eine Schlauchleitung (Aktivkohlefilter-Leitung Bypass) , siehe "", mit Ladedruck beaufschlagt. In der Venturidüse entsteht ein Sog, der die Kraftstoffdämpfe aus der *AKF ↗*-Leitung mitreißt.


Aktivkohlefilter-Einleitung
zur Saugseite des Abgasturboladers
Ladeluft vom Ansaugrohr

681_059

Kühlsystem

Kühlsystem

Das *TSI* ↗-evo-Brennverfahren mit seinen hohen spezifischen Lasten erfordert eine optimale und bedarfsgeregelte Wärmeabfuhr aus dem Brennraum. Dies wird durch das Thermomanagement erreicht. Herzstück des Thermomanagements ist das Kennfeld-Kühlungsmodul. Dieses wurde erstmalig beim 1,5l-Motor eingesetzt. Zur besseren Kühlung des Motors tragen auch folgende Optimierungen bei:

- Brennraumnahe Kühlung im Zylinderkopf um die Klopfneigung zu verringern
- durch die Neugestaltung des Wassermantels werden die Hochdruckeinspritzventile umströmt
- Optimierung der Kühlung des integrierten Abgaskrümmers
- Stegkühlung im Zylinderkurbelgehäuse
- Ladeluftkühler außerhalb des Saugrohres
- *APS-Beschichtung* ↗ Zylinderlaufbahnen
- kennfeldgeregelten Kolbenkühlung

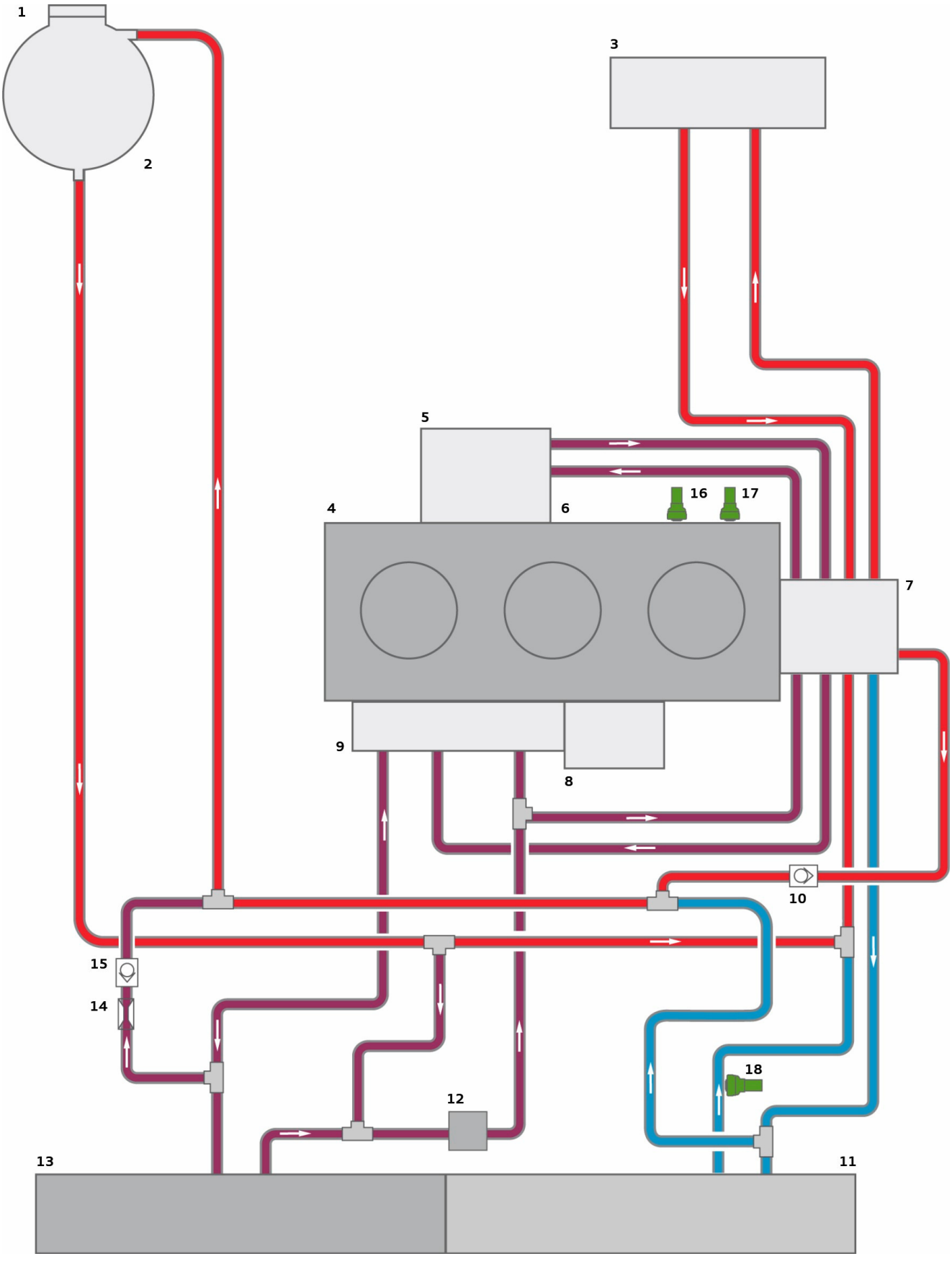
Systemübersicht

Der Anschlussplan für die Kühlmittelschläuche und Kühlmittelleitungen ist in drei Kreisläufe aufgeteilt:

- Großer Kühlmittelkreislauf, für die Kühlung des Motors und des Ölkühlers.
- Kleiner Kühlmittelkreislauf für die Fahrzeugbeheizung.
- Ladeluft-Kühlmittelkreislauf
  (Niedertemperaturkreislauf) für die Kühlung des Ladeluftkühlers und des Abgasturboladers.

Die Kreisläufe sind funktionell voneinander getrennt, jedoch mittels einer Drossel sowie von zwei Rückschlagventilen miteinander verbunden bzw. getrennt, damit das Gesamtsystem den Ausgleichsbehälter nutzen kann.

Die Pfeile in der Grafik zeigen die Fließrichtung des Kühlmittels an.



681_039

Legende:

1	Verschlussdeckel für Kühlmittelausgleichsbehälter mit Überdruckventil 1,4 ... 1,6 bar
2	Kühlmittelausgleichsbehälter mit Verschlussdeckel
3	Wärmetauscher für Heizung

4 Zylinderkopf/Zylinderblock

5 Abgasturbolader

6 Integrierter Abgaskrümmer

7 Kühlmittelpumpe/Kühlmittelregler mit Modul für Motortemperaturregelung GX33

8 Motorölkühler

9 Ladeluftkühler

10 Rückschlagventil

11 Kühler für Kühlmittel

12 Pumpe für Ladeluftkühlung V188

13 Kühler für Ladeluft-Kühlkreislauf

14 Drossel

15 Rückschlagventil

16 Kühlmitteltemperaturgeber G62 (Zylinderkopf, im Kühlmittelstrom des Integrierten Abgaskrümmers)

17 Kühlmitteltemperaturgeber am Motorausgang G82 (Zylinderkurbelgehäuse unterhalb des G62)

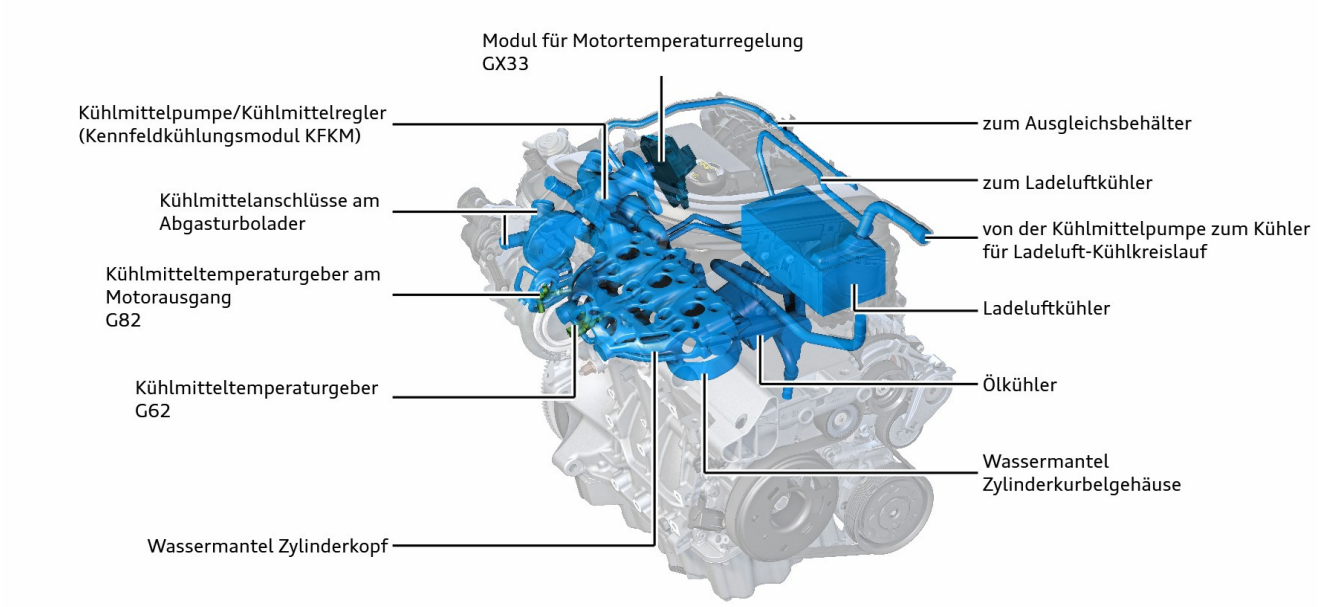
18 Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83

Großer Kühlmittelkreislauf

Kleiner Kühlmittelkreislauf

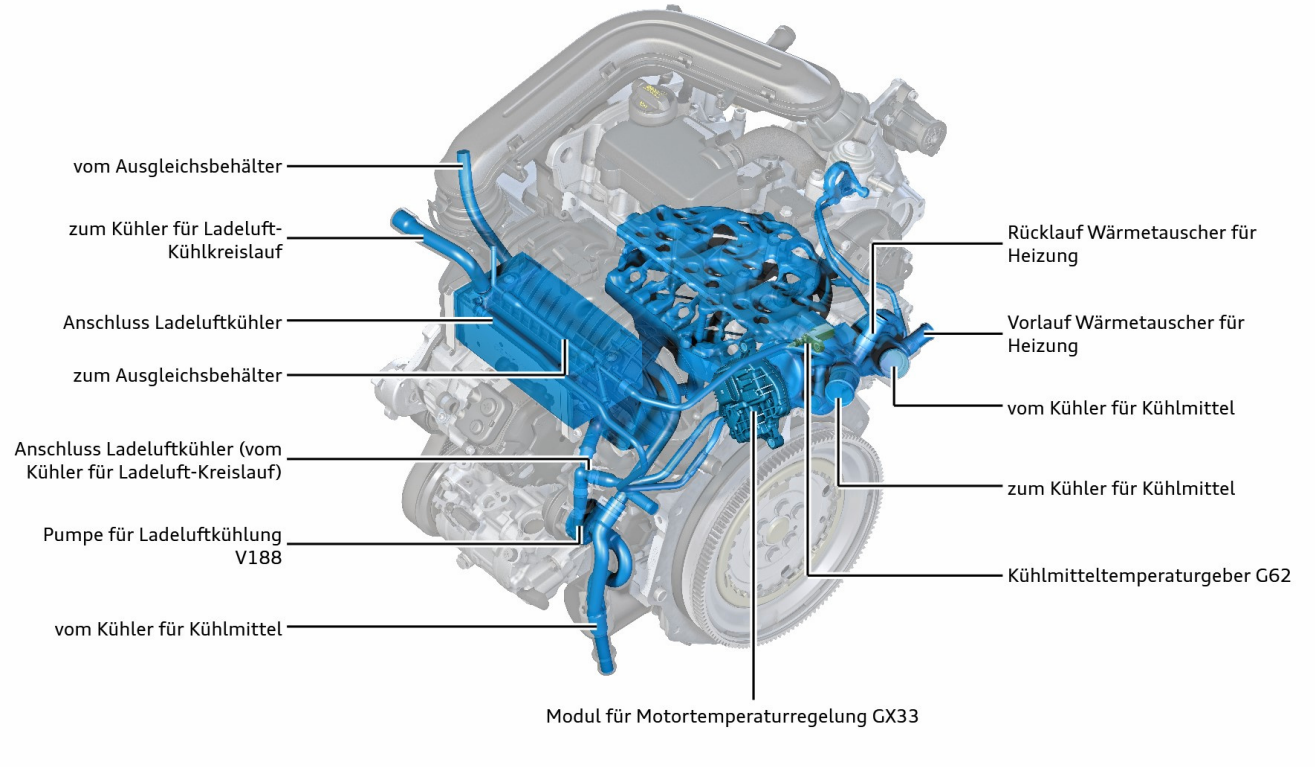
Niedertemperatur-Kühlmittelkreislauf (Ladeluftkühlkreislauf)

Zuordnung der Komponenten am Motor



681_040_b

Das Kennfeldkühlungsmodul (*KFKM* ↗) wurde aus technischer und funktioneller Sicht vom 1,5l-Motor übernommen. Es wurde lediglich auf ein kostengünstigeres Aluminium-Druckguss-Gehäuse umgestellt. Ebenso wurde die Ansteuerung des *KFKM* ↗ größtenteils vom 1,5l-Motor adaptiert.



681_040_a

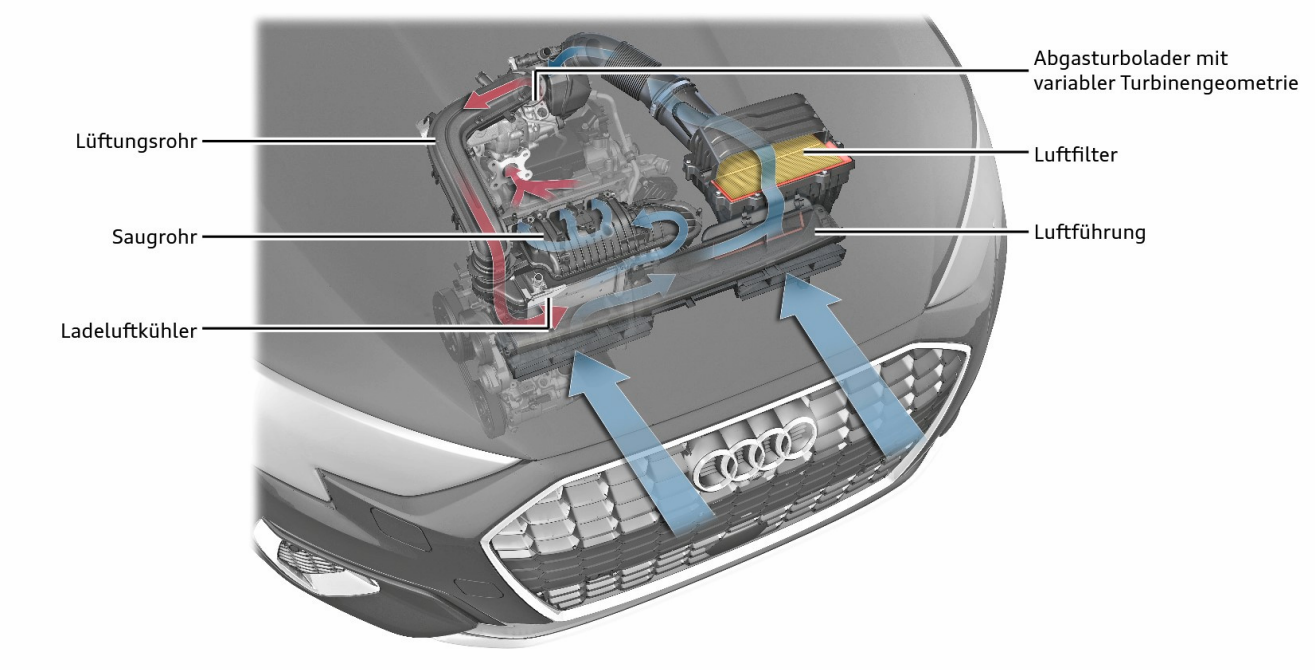
Kühlkreislauf

Verweis
Die Funktion der Sensoren und Aktoren im Kühlsystem wurden vom 1,5l-Motor weitestgehend übernommen. Sie sind im 658, "Audi 1,5l-TFSI-Motor Baureihe EA211evo" beschrieben.

Luftversorgung und Aufladung

Systemübersicht

Die Ladeluftstrecke mit Ladeluftkühler und Saugrohr wurde konzeptionell von den 1,5l-EA211evo-Motoren übernommen. Der Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie wurde zum ersten Mal im A3 Sportback (Typ 8V) 30 g-tron mit 96 kW eingesetzt.



681_065

Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie

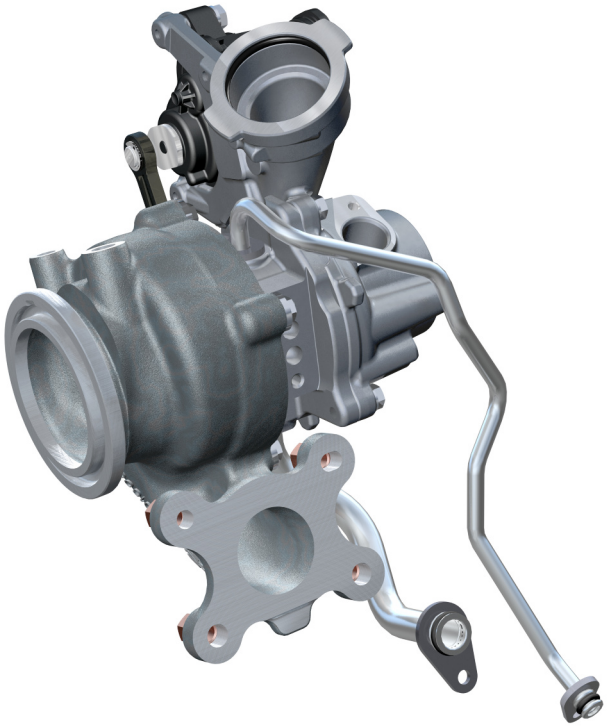
Von der Technischen Entwicklung wurde der Abgasturbolader auf die andersartigen Ladungswechsel des Dreizylindermotors gegenüber dem Vierzylinder abgestimmt. Hierbei spielen die Abgasimpulse beim Dreizylinder gegenüber einem Vierzylinder eine Rolle.

Zudem wurde der *ATL* ↗ auf das Brennverfahren des Motors abgestimmt. Es wird ein maximaler Ladedruck von 2,8 bar absolut erreicht.

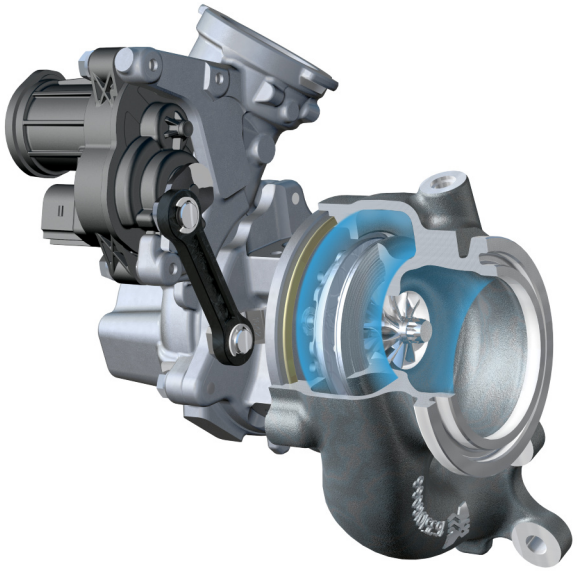
Die variable Turbinengeometrie hat den Vorteil, dass im Bedarfsfall bei geringer Motordrehzahl ein hoher Ladedruck erzielt wird. Der *ATL* ↗ ist für Abgastemperaturen bis 950 °C ausgelegt. Der Einsatz herkömmlicher Materialien ist hierbei kostenreduzierender Vorteil.

Zur Kühlung ist das *ATL* ↗-Lagergehäuse im Niedertemperaturkreislauf des Motors eingebunden.

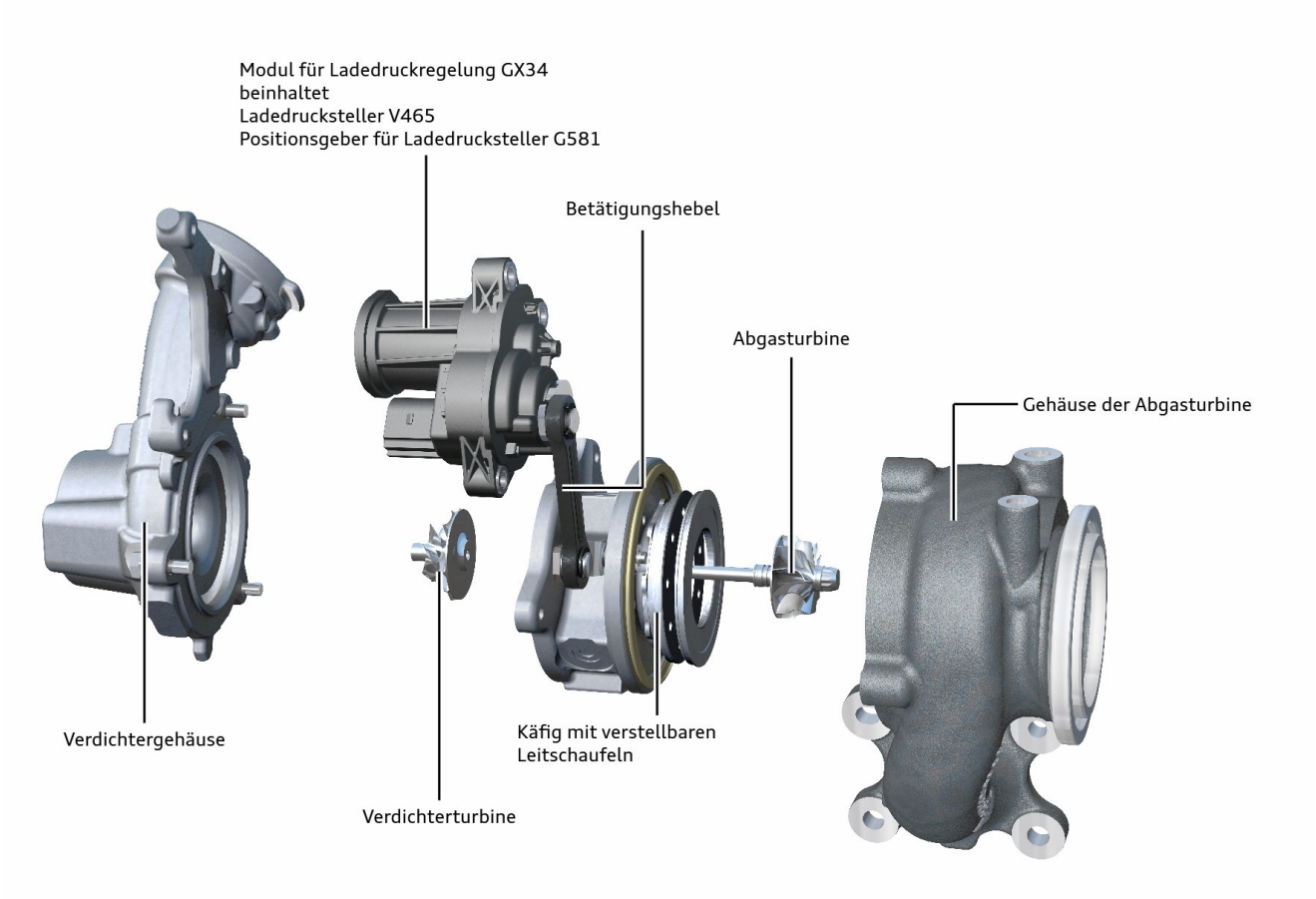
Die Maximaldrehzahl des *ATL* ↗ beträgt 289.000 1/min.



681_066

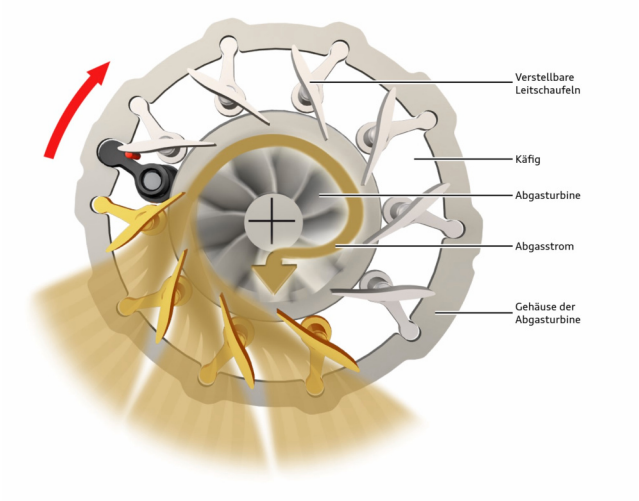


681_067

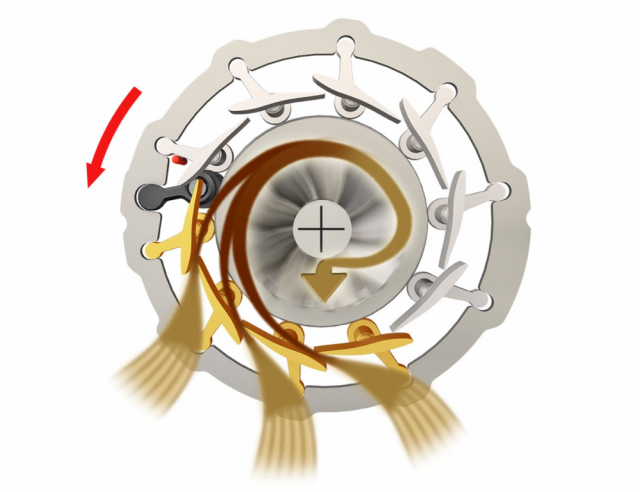


681_068

Leitschaufelstellungen



681_069



681_070

Steile Leitschaufelstellung

Mit zunehmender Abgasmenge oder einem niedriger gewünschten Ladedruck werden die Leitschaufeln steiler gestellt. Der Eintrittsquerschnitt vergrößert sich. Die maximale Stellung der Leitschaufeln und damit der größte Eintrittsquerschnitt ist auch gleichzeitig Notlaufstellung.

Bei dieser Leitschaufelstellung befindet sich der Verstellhebel in der oberen Position.

Flache Leitschaufelstellung

In dieser Stellung strömt das Abgas mit einer sehr hohen Geschwindigkeit auf die Abgasturbine. Diese wird dadurch sehr schnell beschleunigt, was bewirkt, dass die Verdichterturbine sehr viel Luft verdichtet. Der Ladedruck steigt.

Bei dieser Leitschaufelstellung befindet sich der Verstellhebel in der unteren Position.

Der Ladedrucksteller V465 wird während des Steuergerätenachlaufs ein- oder mehrmals lagegeregelt betätigt. Die Ausgangsspannungen des Positionssensors in den Anschlägen werden ggf. im Motorsteuergerät als neue Spannungswerte für die mechanischen Anschläge abgelegt. Danach werden die Leitschaufeln in die steile Stellung gebracht. Zur Initialisierung fährt der Ladedrucksteller nach Motorstart die Anschläge an.

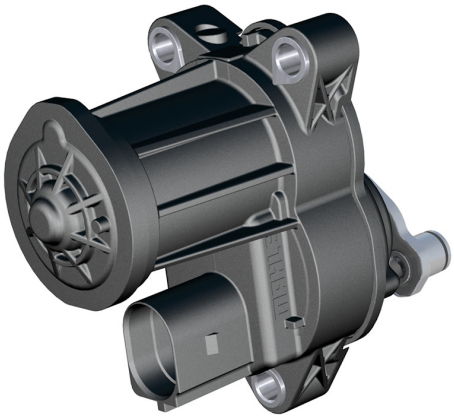
Notlaufeigenschaften

Sollte der Betätigungshebel zwischen GX34 und ATL abfallen, bewegen sich konstruktionsbedingt die Leitschaufeln in die flache Stellung. Der Abgasstrom stellt jedoch die Leitschaufeln in die steile Stellung. So wird vermieden, dass die Turbine überdrehen kann.

Modul für Ladedruckregelung GX34

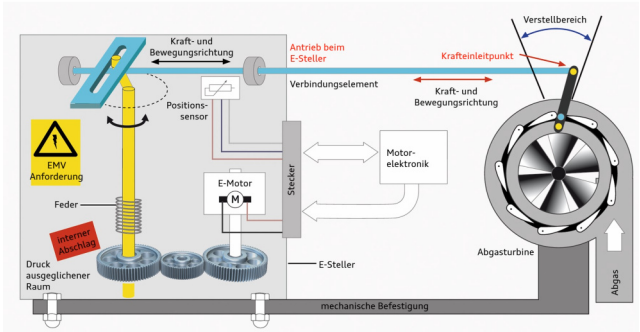
Besteht aus:

- Ladedrucksteller V465 (E-Motor)
- Getriebe
- Positionsgeber für Ladedrucksteller G581



681_071

Funktionsprinzip



681_072

Der Positionsgeber für Ladedrucksteller G581 ermittelt die Stellung der Leitschaufeln des *ATL* ↗ und sendet diese als analoges Spannungssignal an das Motorsteuergerät J623 (Pin 5). Die Spannungsversorgung des Sensors erfolgt mit 5V (Pin 1). Die Ansteuerung des Ladedrucksteller V465 erfolgt mittels *PWM-Signal* ↗ (Pin 2 und 6) vom Motorsteuergerät J623 (ca. Batteriespannung und 1000 Hz).

Erfolgt aufgrund eines Fehlers keine Ansteuerung des Ladedrucksteller V465 mehr, bleibt dieser in seiner derzeitigen Position stehen, weil im E-Steller keine Kinematik vorhanden ist, die den Steller bei Nichtansteuerung in eine definierte Position bringt. Durch das Entfallen dieser Kinematik arbeitet der Steller mit weniger Kraftaufwand, was sich wiederum positiv auf den Kraftstoffverbrauch des Motors auswirkt.

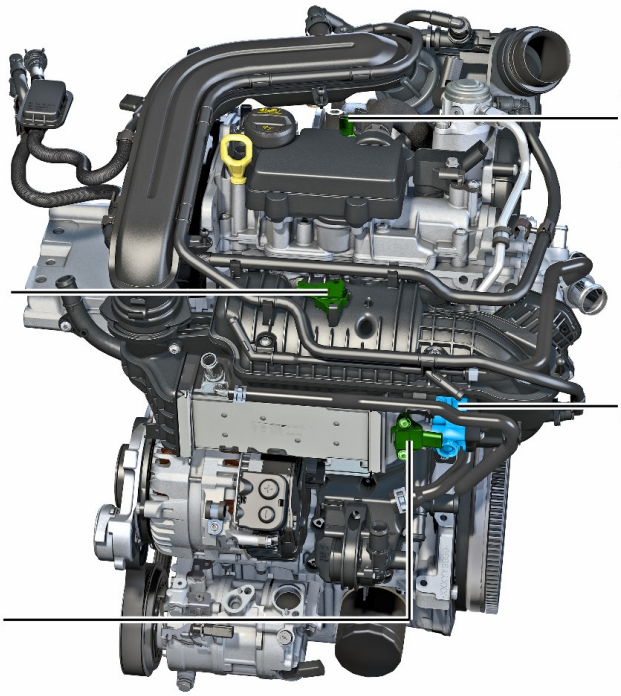
Nach dem Ersetzen des *ATL* ↗ muss das Modul für Ladedruckregelung GX34 mit Hilfe der Geführten Fehlersuche adaptiert werden.

Ladeluftkühlung

Bei diesem Motor steigt auf Grund des relativ hohen Ladedruckes die Austrittstemperatur der Ladeluft auf der Verdichterseite. Dies erfordert eine höhere Leistungsfähigkeit des Ladeluftkühlers. Deshalb ist dieser größer und is somit außerhalb des Saugrohres verbaut. So kann die Temperatur der Ladeluft bis auf 15 °C über dem Niveau der Umgebungsluft abgesenkt werden.

Sensoren der Luftversorgung

Die Sensorik zur Luftversorgung dient der Lasterfassung und der Ladedruckregelung. Die Sensorik sowie deren Funktionalität wurde vom 1,5l-EA211evo übernommen.



681_075

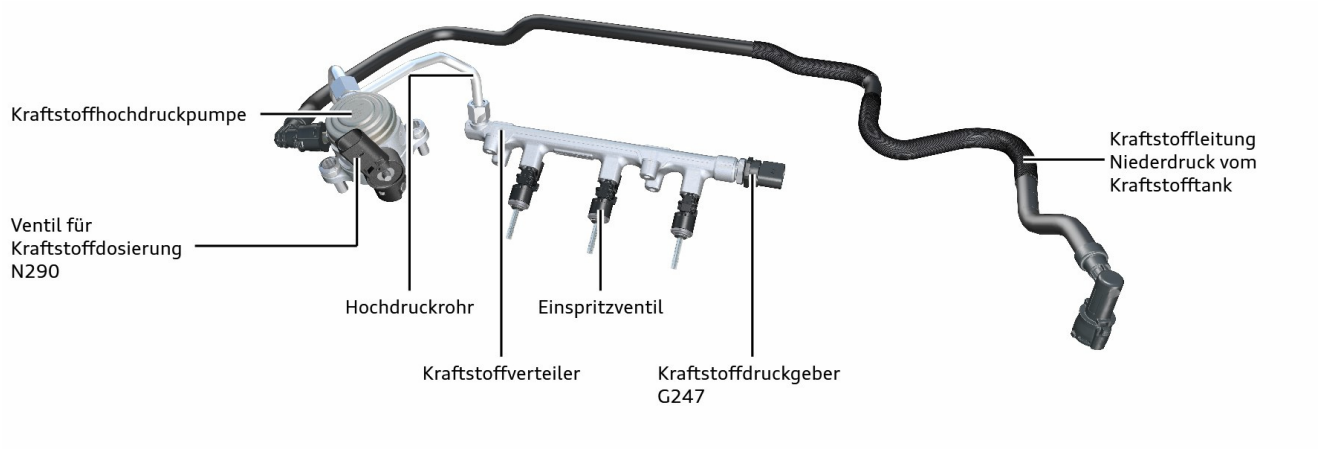
Kraftstoffversorgung

Kraftstoffversorgung

Wie schon beim Vorgängermotor arbeitet das Hochdruck-Kraftstoffsystem mit einem Druck von bis zu 350 bar. Damit wird der Kraftstoff fein und exakt im Brennraum verwirbelt. Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe wurde so konstruiert, dass trotz des hohen Druckniveaus ein relativ geringes Kraftniveau auf der Auslassnockenwelle wirkt. Der Druckaufbau bei Motorstart erfolgt sehr schnell.

Die Einspritzventile wurden an die höheren Drücke und auf das Brennverfahren des Motors angepasst. Sie verteilen den Kraftstoff im Brennraum fünfstrahlig. Die Nadelbaugruppe wurde optimiert. Somit sind minimale Pausenzeiten zwischen den Einspritzungen möglich und es können eng aufeinanderfolgende Mehrfacheinspritzungen realisiert werden. Wie schon beim 1,5l-Motor wurde im Motorsteuergerät eine Korrekturfunktion zur Mengengleichstellung umgesetzt.

Die Kraftstoffhochdruckpumpe (*HDP ↗*) der Firma Hitachi wird mittels 3-fach-Nocken der Auslassnockenwelle über einen Rollenstößel angetrieben. Der Nockenhub beträgt 3,75 mm. Der Kraftstoffvordruck der Hochdruckpumpe wird entsprechend der aktuellen Kraftstofftemperatur variabel vorgesteuert. Das in der *HDP ↗* integrierte Druckbegrenzungsventil öffnet bei ca. 400 bar zum Vorlauf. Die Ansteuerung des Ventils für Kraftstoffdosierung N290 vom Motorsteuergerät erfolgt mittels *PWM-Signal ↗*.



681_076

Abgasanlage

Abgasanlage

Die Abgasanlage ist aufgrund der geforderten Abgasnorm mit motornahen Ottopartikelfiltern ausgestattet. Diese katalytisch beschichteten Partikelfilter werden auch als 4-Wege-Katalysatoren bezeichnet.

Verweis
Detailliertere Informationen dazu sind im Selbststudienprogramm 588 „Der motornahe Ottopartikelfilter“ beschrieben.

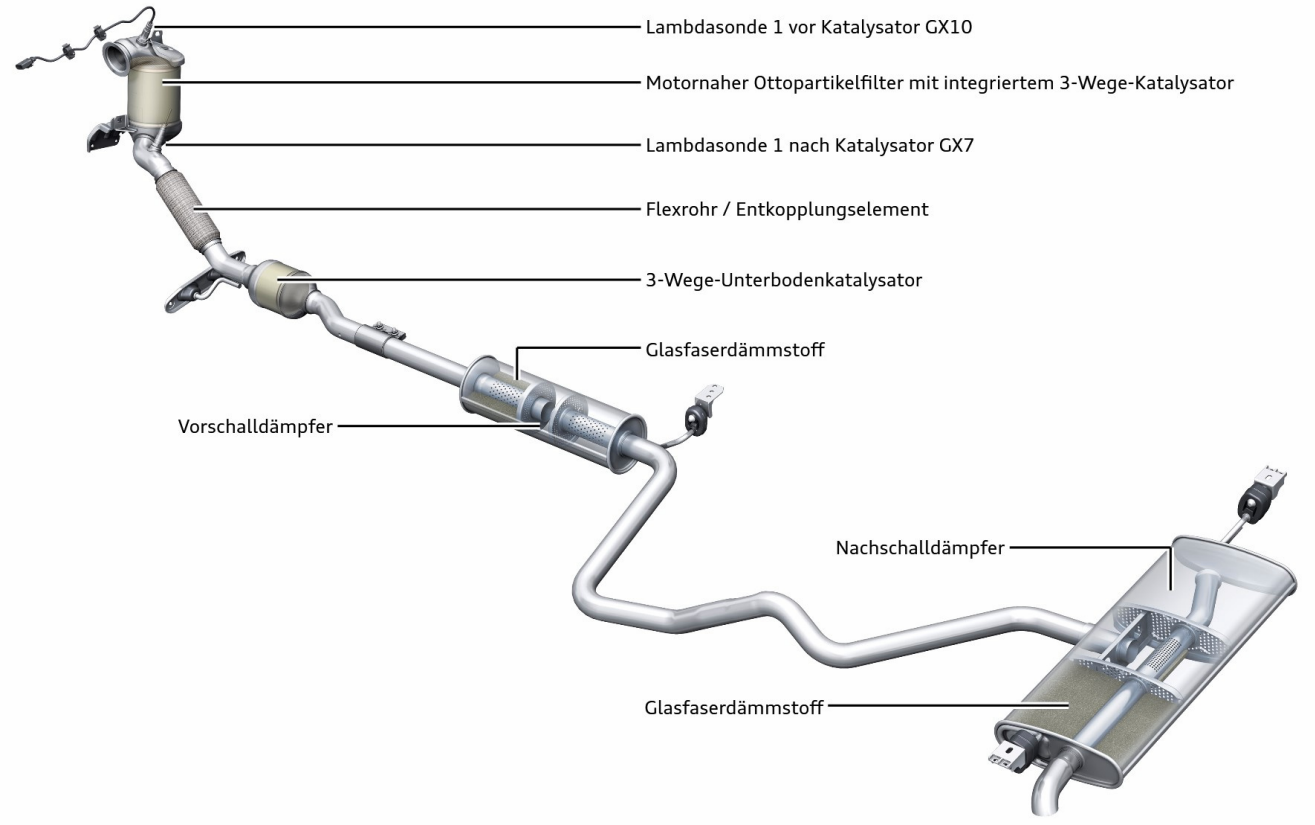
Die Schalldämpfer sind bezüglich des Dämpfungsprinzips in Mischbauweise konstruiert.

Vorschalldämpfer

- Absorption
- Reflektion
- Expansion

Nachschalldämpfer

- Absorption
- Reflektion



681_083

Beide Lambdasonden (Fa. Denso) sind mit einem 4-poligen Stecker ausgeführt. Durch unterschiedliche farbliche und mechanische Steckercodierungen sowie Kabellängen ist ein Falschverbau oder Falschanschluss ausgeschlossen.

Steckerbelegung:

1. Heizung +
2. Heizung -
3. Sondenmasse
4. Sondensignal

Die Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10 ist eine Breitbandsonde. Sie enthält:

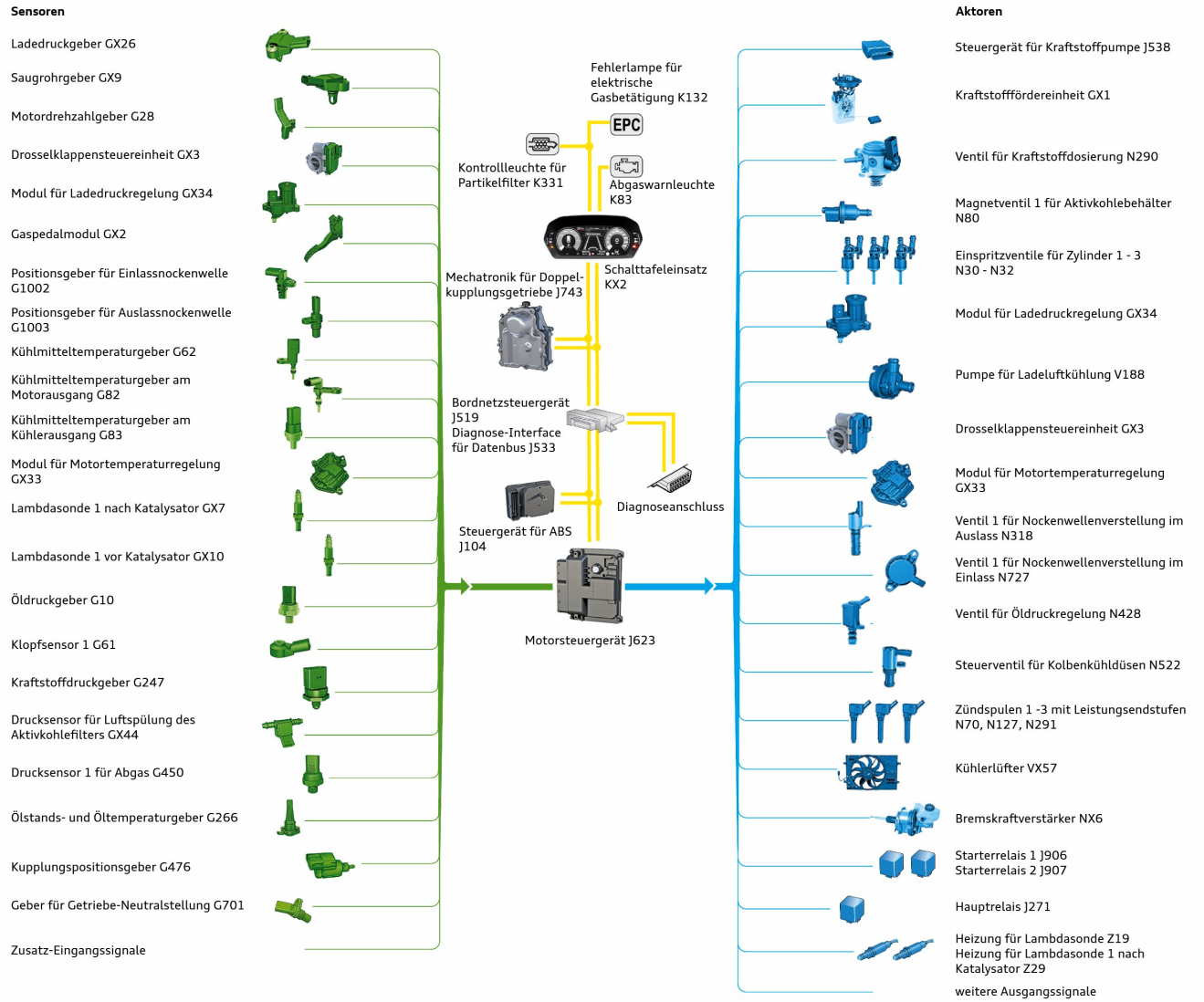
- Lambdasonde G39
- Heizung für Lambdasonde Z19

Die Lambdasonde 1 nach Katalysator ist eine Sprung-Lambdasonde. Sie enthält:

- Lambdasonde nach Katalysator G130
- Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29

Motormanagement

Systemübersicht



681_078

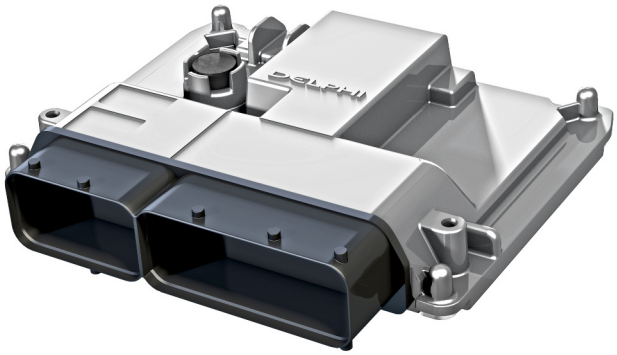
Motorsteuergerät

Motorsteuergerät GCM 7.4 VW

Bei den 1,0l-EA211evo-Motoren setzt die neueste Motorsteuergerätegeneration der Firma Delphi Technologies ein. Im Motorsteuergerät ist ein 32 Bit-, 300 MHz-Dreikern-Prozessor im Einsatz. Dieser Prozessor übernimmt die Steuerung und Regelung der unterschiedlichen Betriebsstrategien. Dafür stehen bis zu 8MB Flashspeicher und 728 kB RAM zur Verfügung. Für die Vernetzung im Fahrzeug und Kommunikation nach außen (Diagnose) werden die bekannten Protokolle *CAN* ↗, *CAN FD* ↗ und *LIN* ↗ unterstützt. Das Motorsteuergerät ist 154-polig. Es besitzt zwei Anschlussstecker mit Stecker A 60 Pins und Stecker B 94 Pins.

Die Bezeichnung „GCM 7.4 VW“ steht für:

G = Gasoline
C = Controller
M = Module
7.4 = Generation 7, Version 4 der Produktfamilie



681_077

Das weiterentwickelte TSI evo-Brennverfahren

Hierbei handelt es sich um eine Optimierung des schon im 1,5l-96kW-Motor angewandten Verfahrens. Vom Grundsatz her basiert dieses Brennverfahren auf dem "Miller-Brennverfahren". Das Ziel ist die Steigerung des Wirkungsgrades im Vergleich zu einem normalem 4-Takt-Motor.

Bei diesem Verfahren werden während des Ansaugtaktes die Einlassventile deutlich vor dem unteren Totpunkt geschlossen. Dabei ist es wichtig, dass sich in diesem Moment die für das erforderliche Drehmoment berechnete Luftmenge im Zylinder befindet. Diese dehnt sich während der weiteren Abwärtsbewegung des Kolbens aus und kühlt dadurch ab. Das Verdichtungsverhältnis kann somit auf 11,5 : 1 erhöht werden. Im Vergleich dazu hat ein normaler Turbomotor ein Verdichtungsverhältnis von ca. 9,5 bis 10 : 1. Die Verdichtungstemperatur ist ebenfalls mit der eines normalen Turbomotors vergleichbar.

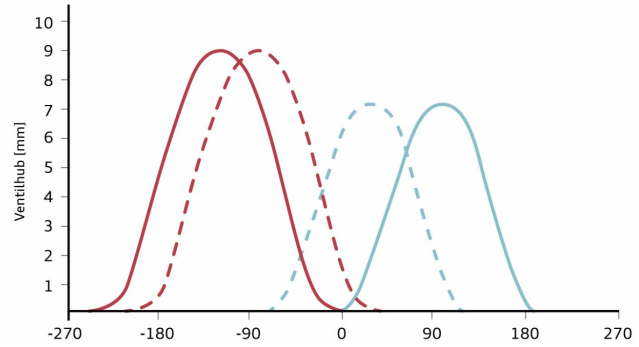
Weil bei diesem Brennverfahren nur wenig Zeit für die Zylinderfüllung zur Verfügung steht, wird die Drosselklappe weiter geöffnet. Somit sind auch die Drosselverluste geringer.

Als Folge des durch dieses Brennverfahren entstehenden höheren Verbrennungsdrucks und des dadurch verbesserten thermischen Wirkungsgrades entstehen niedrigere Abgastemperaturen. Deshalb kann ein Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie eingesetzt werden. Dieser baut schon bei geringer Motordrehzahl einen hohen Ladedruck auf (bis zu 2,3 bar) und sorgt somit für einen ausreichenden Füllungsgrad.

Der höhere Ladedruck erhöht aber auch die Temperatur nach dem Verdichter. Dies erfordert einen größeren Ladeluftkühler, welcher außerhalb des Saugrohrs verbaut ist.

Phasenverschiebung der Nockenwellen

- In den Betriebsbereichen, in dem der Motor im Miller-Betrieb arbeitet, wird die Einlassnockenwelle so verstellt, dass die Einlassventile vor UT schließen.
- Zur Steigerung von Leistung und Drehmoment werden die Nockenwellen nach Berechnung im Kennfeld in die entsprechende Stellung gebracht.



681_079

Legende:

———	Auslass: AS -25°	———	Einlass: EÖ +22° (1 mm Ventilhub)
- - -	Auslass: AS +15°	- - -	Einlass: EÖ -48° (1 mm Ventilhub)

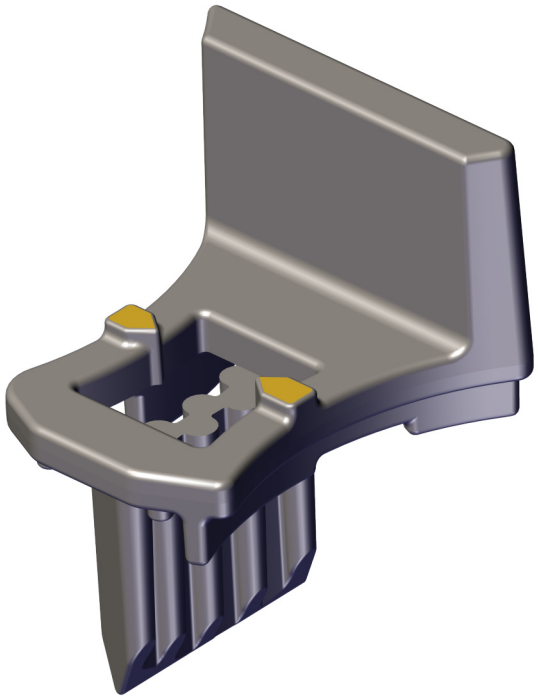
Öffnungslänge Ein-/ Auslassventile	150° / 195° Kurbelwinkel (KW)
Ventilhub Ein-/ Auslassventile	7,2 mm / 9,0 mm
Verstellbereich Einlass-Nockenwellenverstellung	70° KW
Verstellbereich Auslass-Nockenwellenverstellung	40° KW

Einspritzstrategie:

› Warmlauf: Bis zu 5-fach Einspritzungen mit 3 Einspritzungen in den Saughub und 2 inspritzungen in den Kompressionshub
› Warmbetrieb: Bis zu 3-fach Einspritzungen mit 2 Einspritzungen in den Saughub und 1 Einspritzung in den Kompressionshub

Spezialwerkzeuge

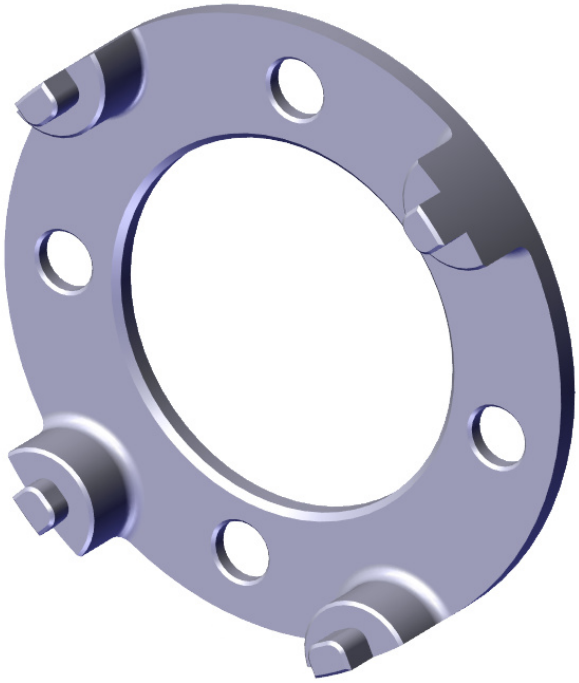
Montagewerkzeug T10618



681_080

Das Werkzeug dient zum Ausrichten der triovalen Nockenwellenversteller.

Gegenhalter T10575A

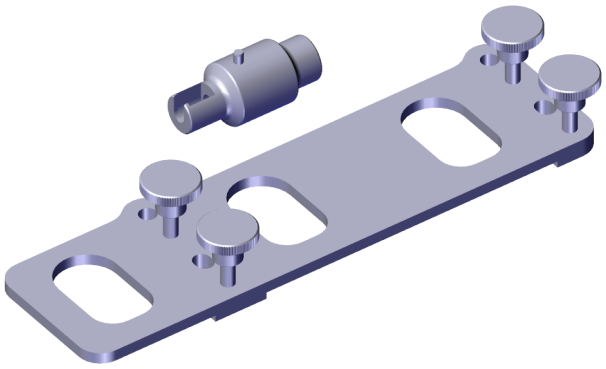


681_081

Das Spezialwerkzeug dient zum Aus- und Einbau des Nockenwellenverstellers.

Der Gegenhalter wird in Verbindung mit dem Spezialwerkzeug T10172 eingesetzt.

Werkzeugsatz T10629



681_082

Der Werkzeugsatz T10629 wird zur Demontage der Einspritzventile benötigt.

Der Werkzeugsatz T10629 beinhaltet folgende Komponenten:

- T10629/1 – Abzieher
- T10629/2 – Grundplatte
- T10629/3 – Rändelschraube (4x)

Adapter für Nockenwellengehäuse VAS 611 007/15



681_085

Das Spezialwerkzeug wird zusammen mit dem Elektronischen Messsystem zur Nockenwelleneinstellung VAS 611007 zur Überprüfung und Einstellung der Steuerzeiten und Nockenwellenwinkel eingesetzt.

Wartung und Inspektion

Serviceinformationen und -arbeiten

Motorölfüllmenge (inkl. Filter) in l (Wechselmenge)	4
Wartungsintervall	30.000 km / 2 Jahre, je nachdem was zuerst eintritt
Motorölnorm	VW 50800 / VW 50900
Motorölwechselintervall *ECE Länderliste* ↗	Flexibel: je nach Fahrweise zwischen 15.000 km / 1 Jahr 30.000 km / 2 Jahre (bei Verwendung des vorgeschriebenen Öls)
Motoröl absaugen zulässig	nein
Luftfilter Wechselintervall (km)	90.000
Kraftstofffilter Wechselintervall	-
Zündkerzenwechselintervall für Otto-Motoren im Raum *ECE Länderliste* ↗ (km)	60.000
Keilrippenriemen/Poly-V-Riemen Wechselintervall (km)	lifetime mit DQ200-7F: Wechselintervall 180.000 km (MHEV)
Art des Steuertriebs	Zahnriemen
Steuertrieb Wechselintervall (km)	lifetime
Spannsystem/Umlenkrolle Steuertrieb Wechselintervall (km)	lifetime

Glossar

Zu allen Begriffen in diesem Selbststudienprogramm, die kursiv und mit einem Pfeil ↗ gekennzeichnet sind, finden Sie hier eine Erklarung.

↗ AKF
Aktivkohlefilter

↗ APS-Beschichtung
Beim atmosphärischen Plasmaspritzen (APS) werden Spritzpartikel mithilfe eines Plasmastrahls auf die zu beschichtende Oberfläche aufgebracht. Ein Plasma ist ein heißes Gas, in dem aufgrund der hohen Temperatur die neutralen Teilchen dissoziieren und ionisieren. Somit befinden sich, im Vergleich zum Gas, auch geladene Teilchen wie Elektronen und Ionen in einem Plasma. Zur Erzeugung eines Plasmas wird im so genannten Plasmabrenner durch eine Hochfrequenzzündung ein Lichtbogen zwischen Kathode und Anode erzeugt. Bei entsprechend gewählter Gaszufuhr bildet sich ein Plasmastrahl mit hohem Wärmeinhalt, der mit hoher Geschwindigkeit gebündelt aus der Düse des Plasmabrenners ausströmt. Die im heißesten Teil des Plasmakegels auftretenden Temperaturen erreichen etwa 30.000 K. Über einen Injektor wird das zu spritzende Pulver in den Plasmastrahl eingebracht. Als Trägergas – um das Spritzpulver mit der notwendigen kinetischen Energie zum Brenner zu befördern – wird, je nach Prozess, Argon oder Stickstoff verwendet. Nach Einbringen des Pulvers erfolgt ein Wärme- und Impulsübertrag auf die Pulverpartikel, wodurch diese geschmolzen und beschleunigt werden. In Abhängigkeit der gewählten Parameter treffen die Pulverpartikel mit einer gewissen Geschwindigkeit und Temperatur auf das Substrat auf.

APS-Verfahren bei Audi

Die Herstellung der APS-Spritzschicht in der hauseigenen Fertigung erfolgt durch das Aufbringen eines feinkörnigen Spritzpulvers. Dafür wird vor dem Auftrag zur besseren Schichthaftung die Zylinderbohrung mechanisch mit einem Zahnprofil aufgeraut. In Kombination mit einer dafür optimierten Honung entstehen in der Laufbahn kleine Schmiertaschen, die reibungs- und verschleißarmes Gleiten der Kolbenringe gewährleisten. Weitere Vorteile dieser Lösung sind die erhöhte Wärmeabfuhr im Vergleich zu Grauguss, die dadurch gesteigerte Klopffestigkeit bei der Verbrennung und die verbesserte Korrosionsbeständigkeit gegenüber Schlechtkraftstoffen im Weltmarkt.

↗ ATL
Abgasturbolader

↗ BBV
Bypass-Belüftungs-Ventil

↗ CAN
Controller Area Network

↗ CAN FD
Controller Area Network / Flexible Data-Rate

↗ COD
cylinder on demand

↗ eBKV
elektromechanischer Bremskraftverstärker

Die Verstärkung der durch den Fahrer eingesteuerten Bremskraft wird durch die Motor-Getriebeeinheit realisiert. Dabei treibt ein Gleichstrommotor durch eine entsprechende Übersetzung 2 Ritzelwellen an. Die Verzahnungen der Ritzelwellen befinden sich im Eingriff mit der Verzahnung auf der Verstärkungshülse. Die Drehbewegung der Ritzelwellen wird dadurch in eine Längsbewegung der Verstärkungshülse übersetzt. Um die Bremskraft zu verstärken, wird die Verstärkungshülse in Richtung des Tandem-Hauptbremszylinders (in der Grafik nach links) bewegt. Nach einem definierten Leerweg (Spiel) kommt die Verstärkungshülse zur Anlage an der Druckstange und übt bei weiterer Ansteuerung des Elektromotors eine Kraft (zusätzlich zur Fußkraft des Fahrers) auf diese aus. Die Ansteuerung des Elektromotors erfolgt durch das Steuergerät für Bremskraftverstärkung J539. Das Steuergerät erhält vom integrierten Bremspedalstellungsgeber G100 die Information über die Position des Bremspedals und der Druckstange (= Fahrerwunsch). Die Position des Rotors des Elektromotors und damit auch indirekt die Position der Verstärkungshülse wird durch einen Rotorlagesensor (Hallgeber) im Elektromotor erfasst. Durch die Gleitlagerung der Verstärkungshülse auf der Druckstange und die dadurch realisierte Entkopplung beider Komponenten ist gewährleistet, dass der Fahrer auch bei Ausfall der Unterstützungsfunktion Bremsdruck einsteuern kann. Das Steuergerät J539 realisiert einen Klemme-15-Nachlauf. Bei stehendem Fahrzeug und unbetätigter Betriebsbremse durch den Fahrer beträgt der Nachlauf etwa 1 Minute. Findet beim Abschalten der Klemme 15 eine aktive Bremsung durch den Fahrer statt, bleibt die Bremskraftunterstützung noch maximal ca. 6 Minuten erhalten. Der Fahrer wird durch entsprechende Hinweise nach ca. 3 und nach 6 Minuten auf die Sicherung des Fahrzeugs gegen Wegrollen hingewiesen bzw. über die bevorstehende Abschaltung der Bremskraftunterstützung informiert. Für die Ansteuerung des Bremslichts werden die Signale des Bremspedalstellungsgebers G100 des eBKV verwendet.

↗ ECE Länderliste
ECE Länderliste

B-Nummer	Benennung	Kontinent
B01	Deutschland	Europa
B02	Belgien	Europa
B03	Tschechien	Europa

B-Nummer	Benennung	Kontinent
B04	Dänemarkt	Europa
B05	Finnland	Europa
B06	Norwegen	Europa
B07	Schweden	Europa
B08	Frankreich	Europa
B09	GB/Nordirland	Europa
B10	Irland	Europa
B12	Österreich	Europa
B13	Schweiz	Europa
B14	Italien (San Marino, Vatikan-stadt)	Europa
B15	Spanien (Andorra,Balearen,Ka-narische Inseln)	Europa
B16	Portugal	Europa
B17	Polen	Europa
B18	Ungarn	Europa
B19	Griechenland	Europa
B20	Türkei	Asien
B21	Zypern	Europa
B24	Neuseeland	Australien/Ozeanien
B27	Süd Korea	Asien
B29	Japan	Asien
B30	Australien	Australien/Ozeanien
B31	Niederlande	Europa
B32	Luxemburg	Europa
B37	Russland	Asien
B42	Bulgarien	Europa
B43	Rumänien	Europa
B44	Kroatien	Europa
B45	Slowenien	Europa
B50	Thailand	Asien
B51	Malta	Europa
B53	Süd-Afrika	Afrika
B56	Malaysia	Asien
B59	Slowakische Republik	Europa
B64	Mazedonien	Europa
B70	Estland	Europa
B71	Lettland	Europa
B72	Litauen	Europa
B76	Weißrussland	Europa
B91	Bosnien-Herzegowina	Europa
BD3	Tunesien	Afrika
BD6	Aserbaidschan	Asien
BJ9	Montenegro	Europa
BM2	Ukraine	Europa

↗ HDP
Hochdruckpumpe oder auch Kraftstoff-Hochdruckpumpe

↗ Impaktor-Prinzip
System zur Abscheidung flüssiger Bestandteile aus einem Gas-Flüssigkeits-Gemisch. Dabei werden die Gase so geführt, dass sich ihre Strömungsrichtung mehrmals stark ändert. Durch ihre Trägheit prallen flüssige Bestandteile gegen die Wandungen und tropfen von dort in einen Sammelraum ab.

↗ KFKM
Kennfeldkühlungsmodul

↗ LIN
Local Interconnection Network

↗ OPF
Ottopartikelfilter

↗ PCV
Positive Crankcase Ventilation

↗ PWM-Signal
Die Abkürzung PWM steht für pulsweitenmoduliertes Signal. Dabei handelt es sich um ein digitales Signal, bei dem eine Größe (z. B. der elektrische Strom) zwischen 2 Werten wechselt. Die Abstände dieser Wechsel werden je nach Ansteuerung verändert. Dadurch können digitale Signale übertragen werden.

↗ ROZ
Research-Oktan Zahl

Die Oktanzahl gibt die "Klopffestigkeit" des Kraftstoffs an. Sie wird unter bestimmten Prüfbedingungen mit genau definierten Prüfmotoren ermittelt. Normalbenzin hat mit 91 ROZ den niedrigsten Wert, Superbenzin hat 95 ROZ, Super Plus 98 ROZ und neuere Super Plus Kraftstoffe liegen mit 100 ROZ am oberen Ende. Je höher die Oktanzahl, desto höher ist die Selbstzündungstemperatur bei Ottokraftstoffen und desto niedriger ist die Klopfneigung bei der Verbrennung (Benzin 450-550 °Celsius, Super 480-700 °Celsius Selbstzündungstemperatur).

↗ TSI
TSI ist die Abkürzung für Twincharged oder auch Turbocharged Stratified Injection und beschreibt unsere Pioniertechnik für Benzinmotoren. Die TSI-Motoren verbinden die positiven Merkmale von direkteinspritzenden Diesel- (TSI) und Ottomotoren (FSI): ein niedriger Kraftstoffverbrauch, hohes Durchzugsvermögen und ein hohes Drehmoment auch bei niedriger Drehzahl. Bei der TSI-Technik werden zudem die Benzindirekteinspritzung und Doppelaufladung per mechanischem Lader und nachgeschaltetem Abgasturbolader kombiniert, der die im Abgas enthaltene Energie zum Antrieb nutzt. Das Ergebnis ist nicht nur Energieersparnis und Emissionsminderung, sondern auch eine ausgezeichnete Fahrbarkeit, keine Turbo-Verzögerung und jederzeit hervorragende Leistung im gesamten Drehzahlbereich.

↗ ZKG
Zylinderkurbelgehäuse

↗ ZSB
Zusammenbau

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten.

Copyright
AUDI AG
I/VH-53
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 04/20