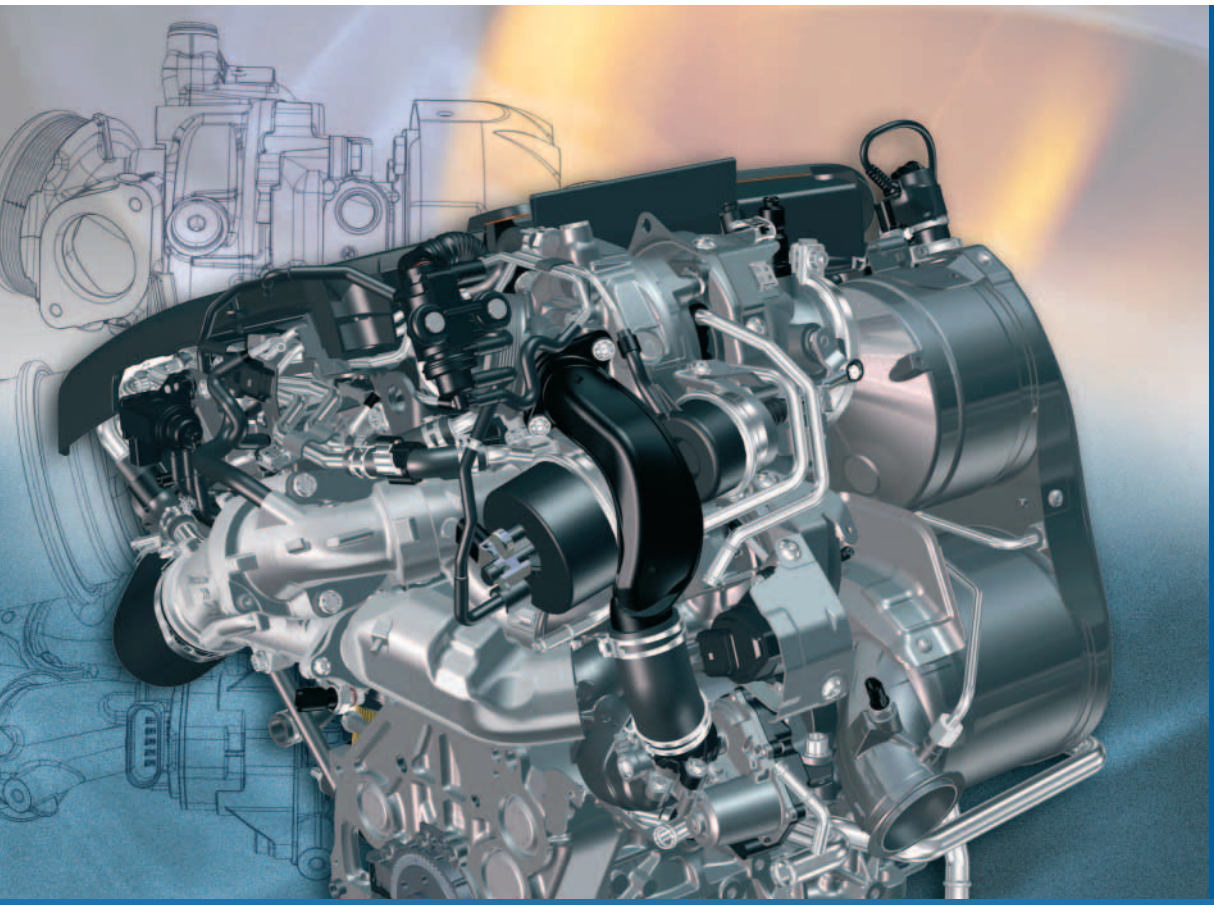
Service Training

Selbststudienprogramm 547

Der 2,0l-176kW-TDI-Biturbo-Motor der Dieselmotoren-Baureihe EA288

Konstruktion und Funktion



Der von Volkswagen entwickelte 2,0l-TDI-Biturbo-Motor gehört zu der Dieselmotoren-Baureihe EA288 und setzt erstmalig im Passat 2015 ein. Er ist mit einer Motorleistung von 176kW der leistungsstärkste Vierzylinder-Dieselmotor bei Volkswagen PKW. Das sehr hohe Drehmoment von 500Nm wird schon ab einer Motordrehzahl von 1750 1/min erreicht.
Um die Motorleistung optimal auf die Straße zu bekommen, wird der Motor mit einem 4MOTION-Allradantrieb und einem 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe kombiniert. Mit seinem modernen Motormanagement und dem SCR-Abgasnachbehandlungssystem ist der Motor sehr umweltfreundlich und verfügt über einen geringen CO_2-Ausstoß.



Achtung Hinweis

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

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

Auf einen Blick

Einleitung 4
Der 2,0l-176kW-TDI-Biturbo-Motor 4

Motormechanik 6
Der Zylinderblock 6
Der Kurbeltrieb 7
Der Zylinderkopf 8
Das Nockenwellengehäuse 9
Der Zahnriementrieb 10
Die Ölversorgung 11
Das Thermomanagement 12
Die Luftführung 17
Das Abgasturboladersystem 19
Die Ladedruckregelung 25
Das Abgasreinigungsmodul 29
Der Sperrkatalysator 29
Das Common-Rail-Kraftstoffsystem 30

Motormanagement 32
Die Systemübersicht 32
Das Motorsteuergerät 34
Der Abgastemperaturgeber 1 G235 35

Service 38
Die Spezialwerkzeuge 38

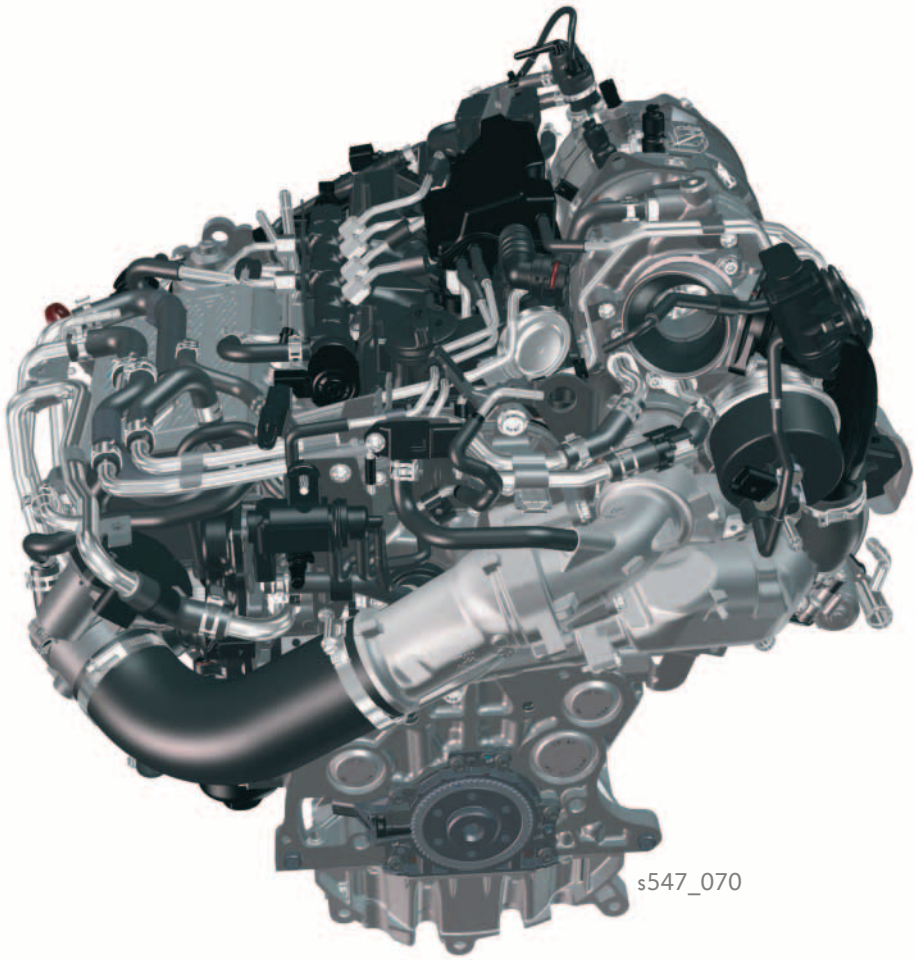
Prüfen Sie Ihr Wissen 39

Der 2,0l-176kW-TDI-Biturbo-Motor

Der 2,0l-176kW-TDI-Biturbo-Motor basiert auf dem 2012 eingeführten Modularen Dieselbaukasten EA288. Die hohe Leistung wird unter anderem durch zwei in Reihe verbaute Abgasturbolader erreicht.

Technische Merkmale

- zweistufiges Abgasturboladersystem bestehend aus Hochdruck- und Niederdruck-Abgasturbolader
- zwei Ausgleichswellen
- Thermomanagement mit schaltbarer Kühlmittelpumpe
- wassergekühlter Ladeluftkühler
- Abgasreinigungsmodul mit Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter
- Zweikreis-Abgasrückführungssystem bestehend aus Hochdruck- und Niederdruck-Abgasrückführung
- SCR-Abgasnachbehandlungssystem
- Common-Rail-Einspritzsystem mit einem maximalen Einspritzdruck von 2500bar

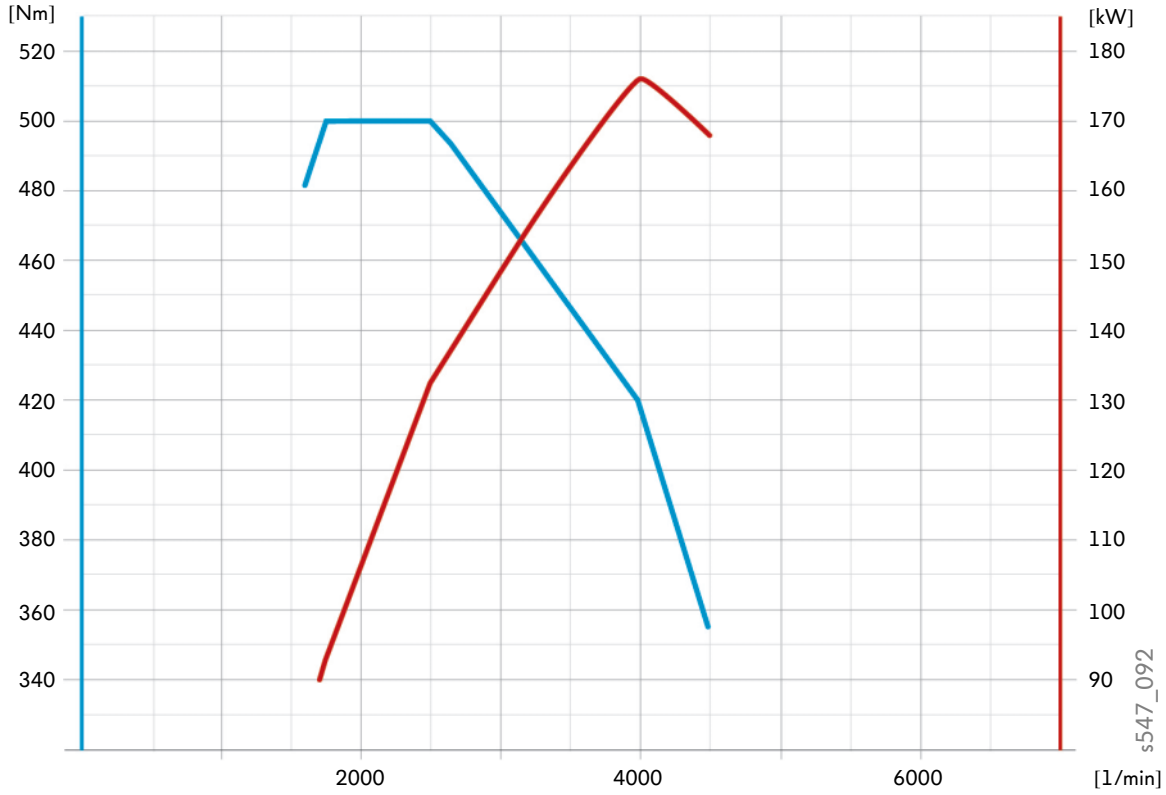


s547_070

Technische Daten

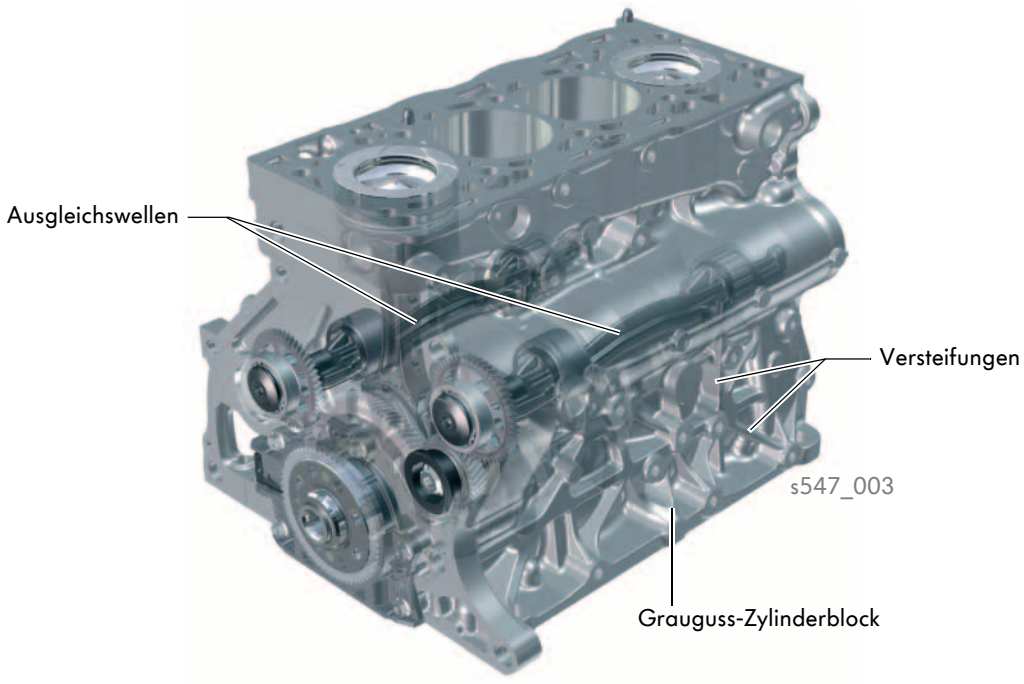
Motorkennbuchstabe	CUAA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1968 cm^3
Bohrung	81,0 mm
Hub	95,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	15,5 : 1
Zündreihenfolge	1 - 3 - 4 - 2
max. Leistung	176 kW bei 4000 1/min
max. Drehmoment	500 Nm bei 1750 bis 2500 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 17
Kraftstoff	Diesel nach DIN EN590
Abgasnachbehandlung	Zweikreis-Abgasrückführungssystem, Oxidationskatalysator, Dieselpartikelfilter, SCR-System
Abgasnorm	EU6

Drehmoment-/Leistungsdiagramm

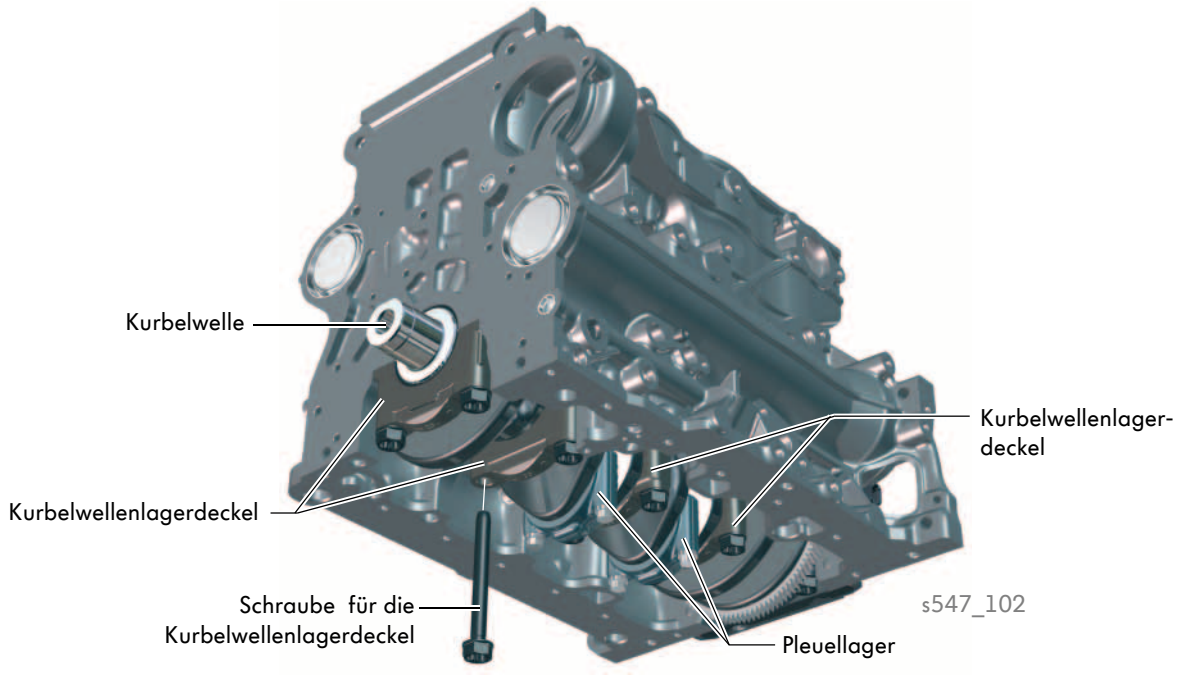


Der Zylinderblock

Der Zylinderblock basiert auf den 2,0l-TDI-Motoren der Dieselmotoren-Baureihe EA288 (Mono-Turbo).
Er ist aus einer Legierung aus Gusseisen mit Lamellengraphit hergestellt. Durch Anpassungen der Versteifungen des Zylinderblocks wurde die Festigkeit erhöht und die Akustik verbessert.



Die Schrauben der Kurbelwellenlagerdeckel sind aufgrund der gestiegenen Belastungen länger ausgeführt und werden tiefer in dem Zylinderblock verschraubt.



Der Kurbeltrieb

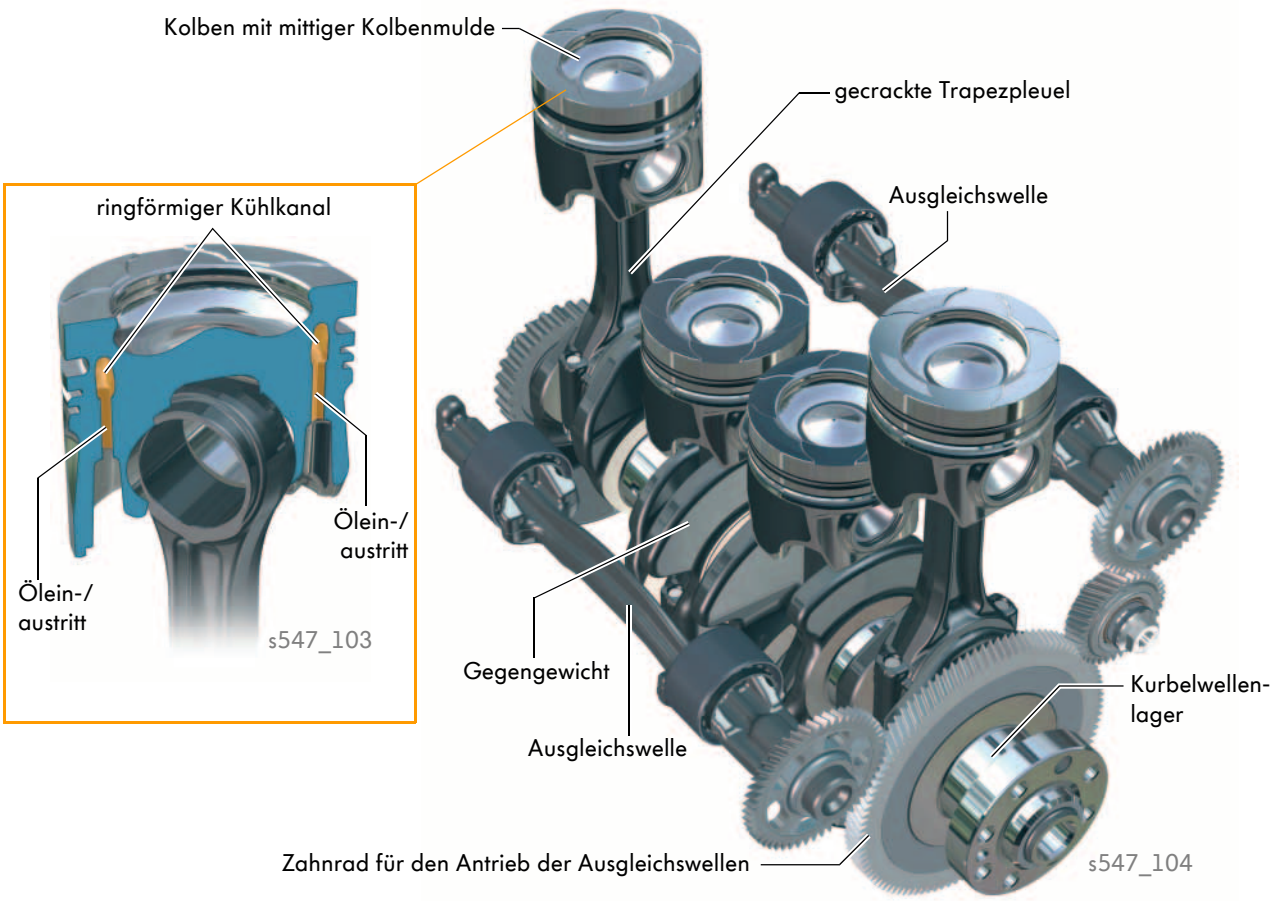
Kurbelwelle

Die geschmiedete Kurbelwelle ist aus einer hochfesten Stahllegierung (Werkstoff 42, CrMoS4) hergestellt. Sie ist 5-fach gelagert und hat an den Kurbelwangen vier Gegengewichte. Auf der Kurbelwelle sind die Zahnräder zum Antrieb der Ausgleichswellen und zum Antrieb der Ölpumpe aufgeschrumpft.

Kolben

Die Kolben sind aus Aluminium gefertigt und besitzen eine neue Kolbengeometrie. Die mittig angeordnete Kolbenmulde wurde beim Biturbo-Motor vergrößert, um das Verdichtungsverhältnis auf 15,5:1 zu reduzieren (110kW-Monoturbo 16,2:1). Die Kolben haben einen ringförmigen Kühlkanal und werden über Kolbenspritzdüsen im Zylinderblock gekühlt.

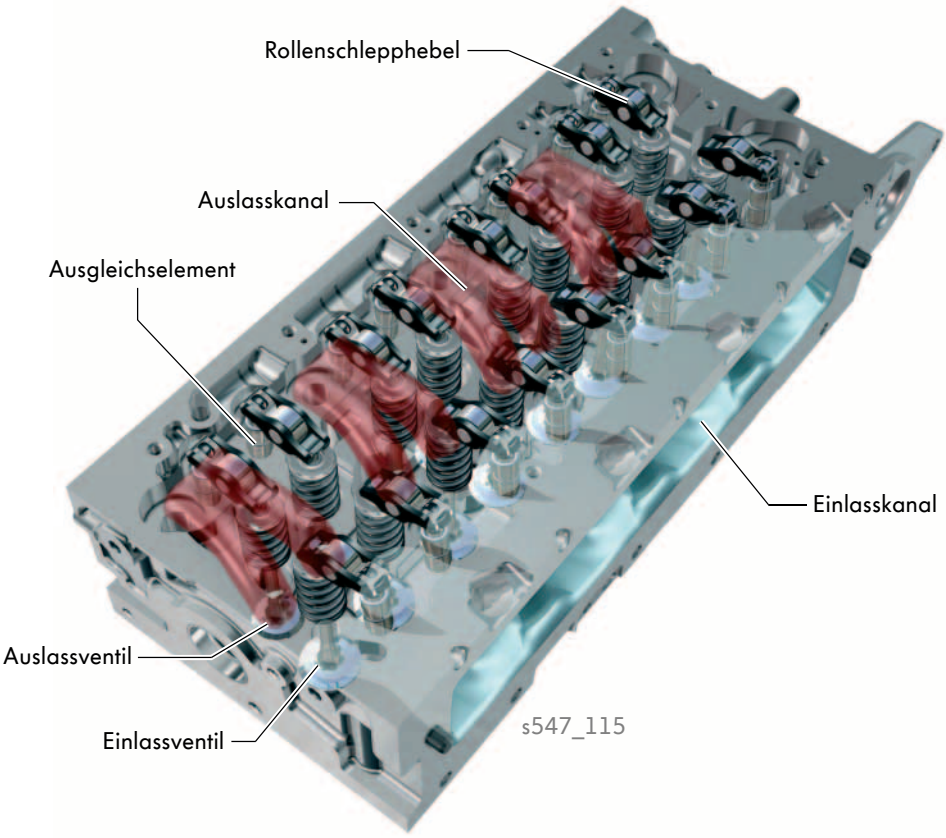
Die Kolbenspritzdüsen besitzen einen vergrößerten Öl-Durchlass, wodurch die Kolben besser gekühlt werden. Der ringförmige Kühlkanal wurde optimiert und ist weiter nach oben zum Kolbenboden gewandert. Durch die höhere Lage des Kühlkanals werden Kolbenboden und Kolbenmulde besser gekühlt.



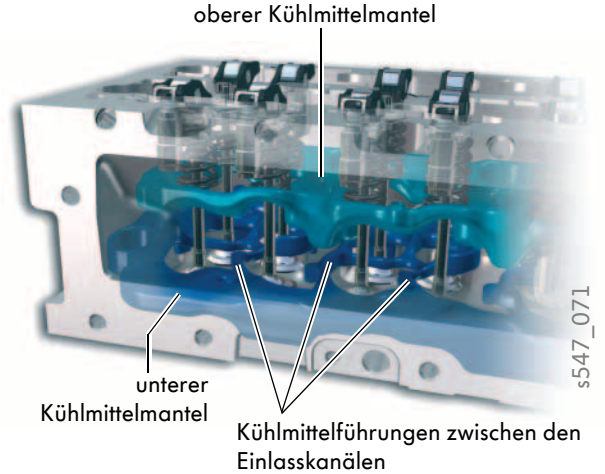
Der Zylinderkopf

Der Zylinderkopf ist aus einer Aluminium-Legierung gefertigt und besitzt eine 4-Ventiltechnik.
Die Ventilbetätigung erfolgt über Rollenschlepphebel mit Ausgleichselementen. Für möglichst geringe Druckverluste und für einen hohen Durchsatz der Ladeluft sind die Einlasskanäle in ihrem Verlauf begradigt und in ihren Querschnitten vergrößert worden.

Bei der Ventilanordnung handelt es sich um die klassische Bauart, d. h. die Einlassventile befinden sich auf der Einlassseite und die Auslassventile auf der Auslassseite.



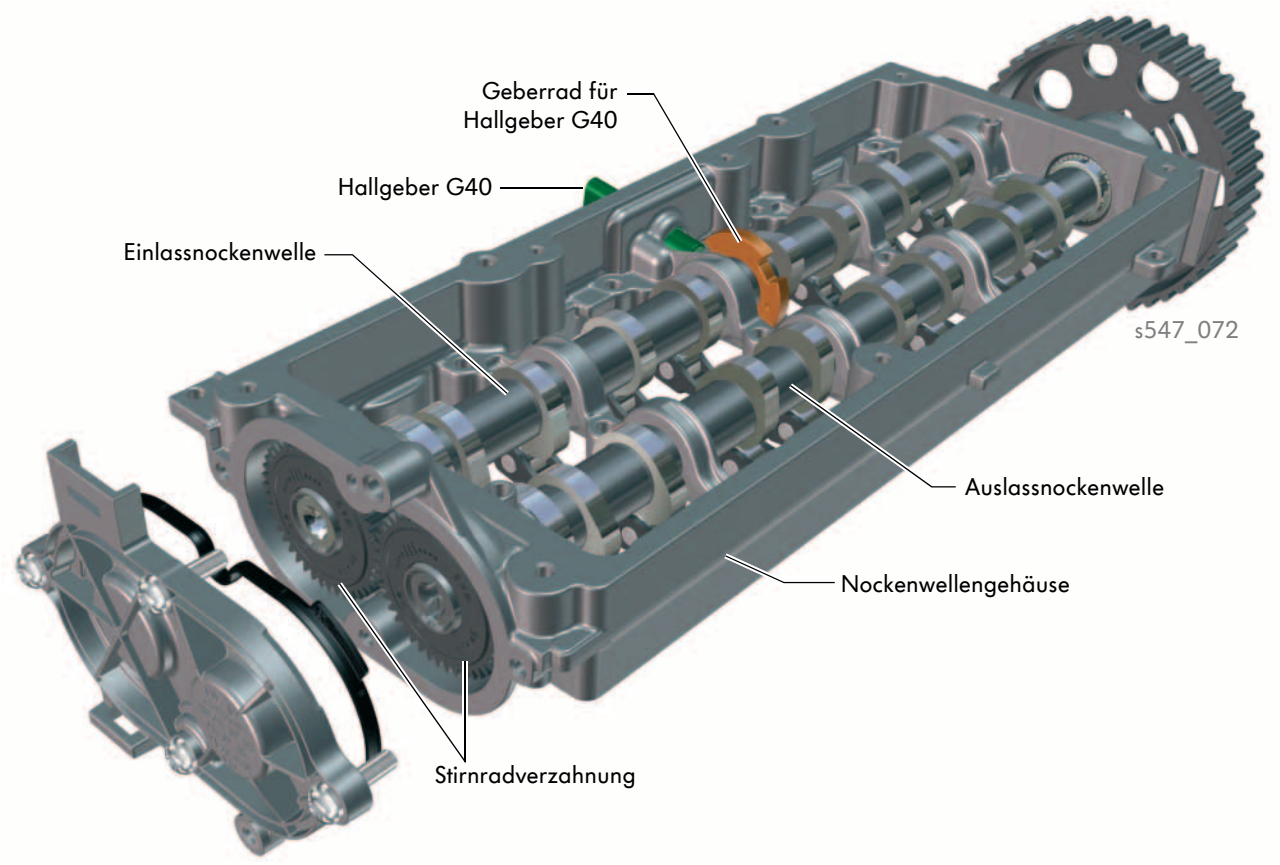
Querstromkühlung
Der Zylinderkopf verfügt über eine Querstromkühlung mit einem unteren und einem oberen Kühlmittelmantel.
Über Kühlmittelführungen zwischen den Einlasskanälen wird die Kühlung des Zylinderkopfes verbessert.



Das Nockenwellengehäuse

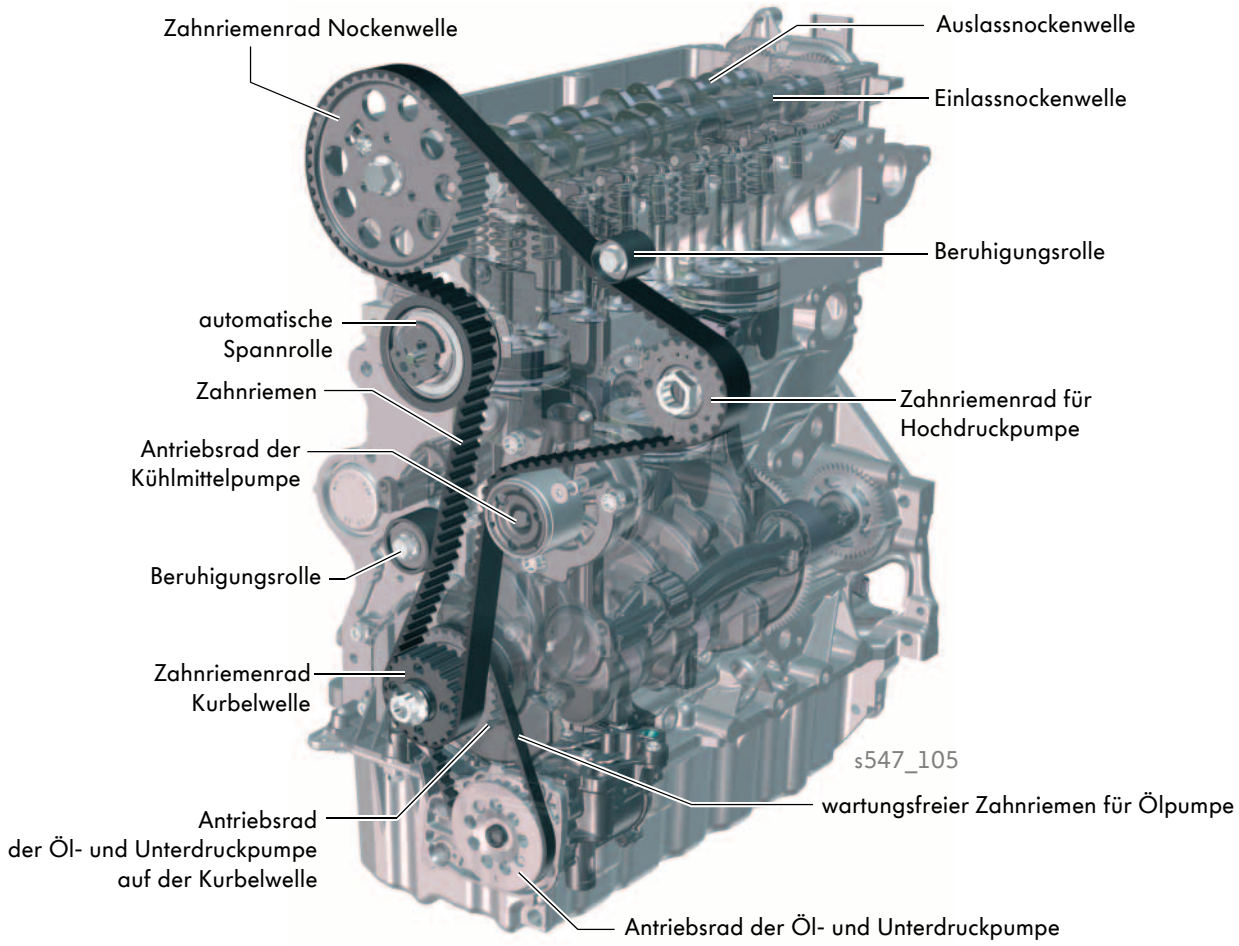
Die Ein- und Auslassnockenwelle sind zusammen in einem Nockenwellengehäuse integriert. Der Antrieb der Auslassnockenwelle erfolgt über den Zahnriementrieb. Die Auslassnockenwelle treibt wiederum durch eine Stirnradverzahnung die Einlassnockenwelle an.

Auf der Einlassnockenwelle befindet sich das Geberrad für den Hallgeber G40. Der Hallgeber ist seitlich in das Nockenwellengehäuse eingesteckt und verschraubt.

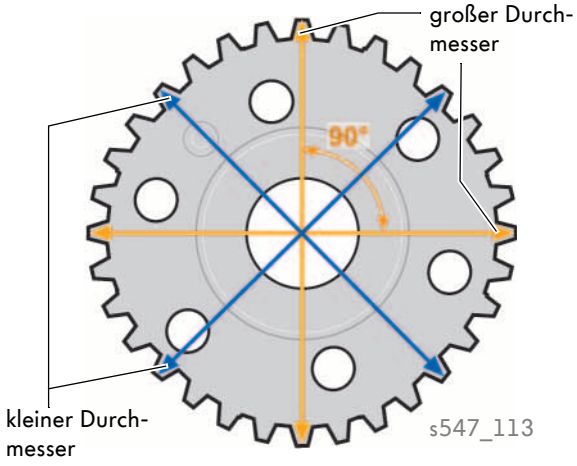


Der Zahnriementrieb

Über den Zahnriementrieb wird die Auslassnockenwelle, die Zweikolben-Hochdruckpumpe des Common-Rail-Systems und die Kühlmittelpumpe angetrieben. Der Zahnriemen wurde aufgrund der erhöhten Belastungen verstärkt.

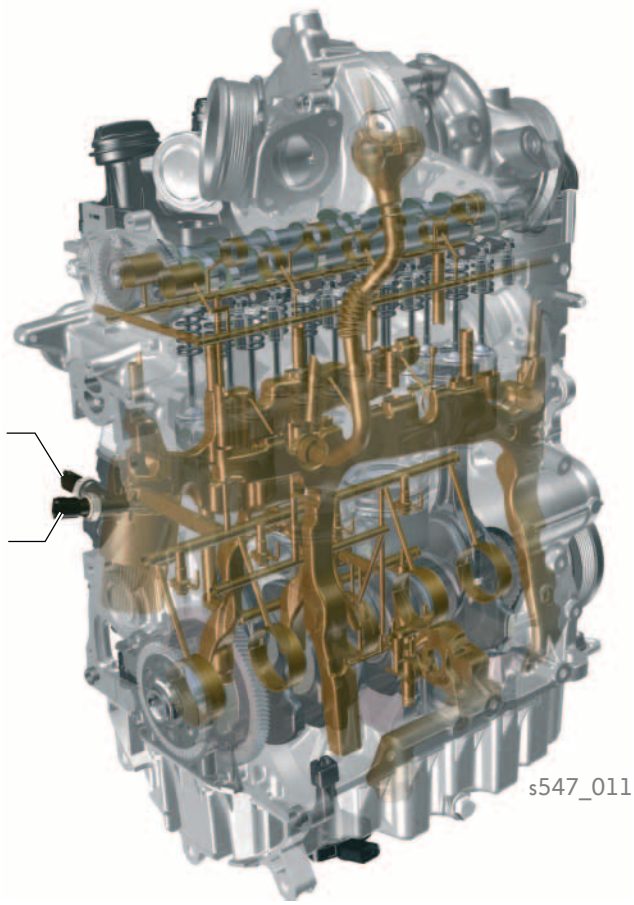


Zahnriemenrad Kurbelwelle
Der Zahnriemen wird durch den Einsatz einer Zweikolben-Hochdruckpumpe pro Kurbelwellenumdrehung viermal gestreckt. Damit die Belastungen des Zahnriemens gering bleiben, wird ein bi-ovales Zahnriemenrad an der Kurbelwelle verbaut. Mit dem bi-ovalen Zahnriemenrad wird die Übersetzung geändert und damit der Streckung des Zahnriemens entgegengewirkt.



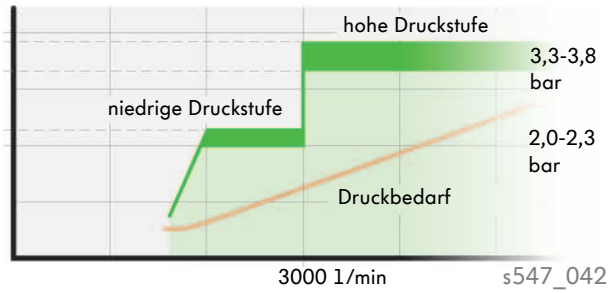
Die Ölversorgung

Die Ölversorgung findet über eine zweistufige, volumenstromgeregelte Flügelzellenpumpe statt. Die Ölpumpe wird über einen wartungsfreien Zahnriemen von der Kurbelwelle angetrieben. Sie versorgt Kurbeltrieb, Ventiltrieb sowie Hochdruck- und Niederdruck-Abgasturbolader mit ausreichend Motoröl.



Öldruckregelung

Die Öldruckregelung erfolgt über zwei Druckstufen. Der Wechsel von der niedrigen Druckstufe mit kleiner Fördermenge bei 2,0-2,3 bar zu der hohen Druckstufe mit großer Fördermenge bei 3,3-3,8 bar erfolgt bei einer Drehzahl von 3000 1/min.



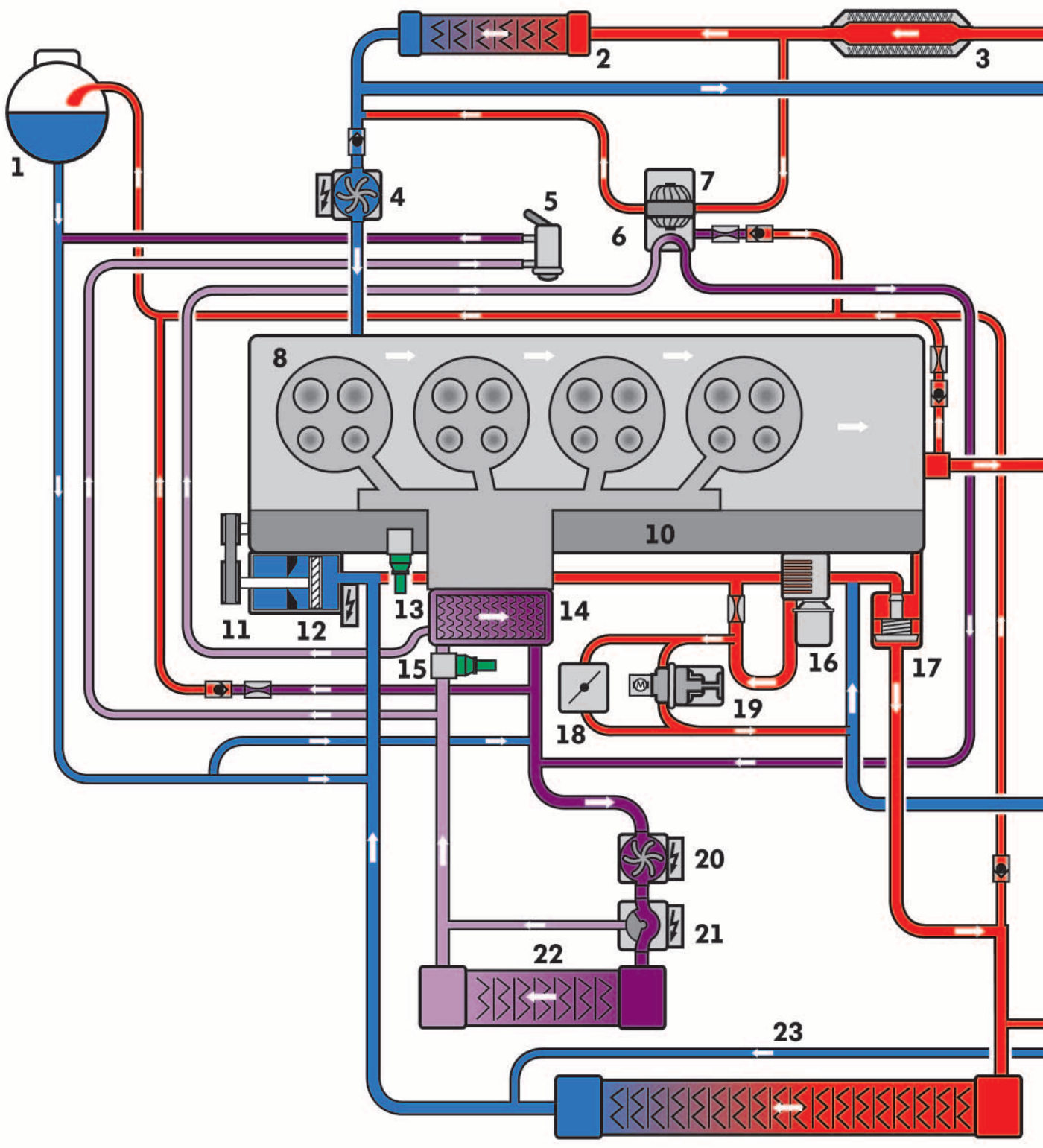


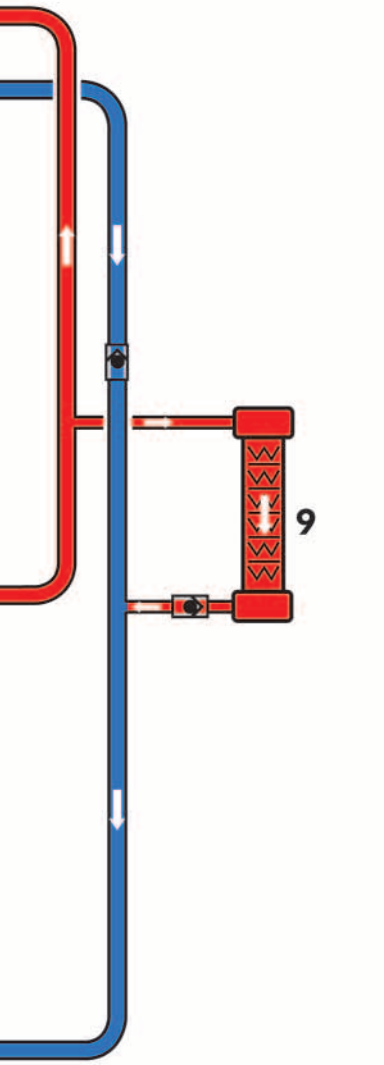
Um das Einlaufverhalten des neuen Motors zu verbessern, ist die Ölpumpe für die ersten 1000 km in die hohe Öldruckstufe geschaltet. Nach Einbau von Neuteilen wie z. B. Motor, Teilmotor, Zylinderkopf, Nockenwellengehäuse und Abgasturbolader ist die Öldruckregelung für 1.000 km auf die hohe Öldruckstufe einzustellen.
Die hohe Öldruckstufe ist mit dem Fahrzeugdiagnosetester einzustellen.

Das Thermomanagement

Der Kühlmittelkreislauf setzt sich aus den drei Teilkreisläufen zusammen:

- Mikrokreislauf
- Hochtemperaturkreislauf
- Niedertemperaturkreislauf



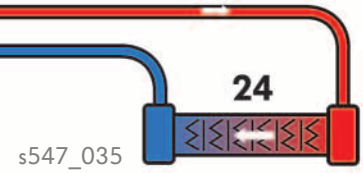


Legende

1 Kühlmittelausgleichsbehälter
2 Wärmetauscher für Heizung
3 Kühler für Abgasrückführung
4 Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467
5 Einspritzventil für Reduktionsmittel N474
6 Verdichtergehäuse Niederdruck-Abgasturbolader
7 Lagergehäuse Niederdruck-Abgasturbolader
8 Zylinderkopf
9 Getriebeölkühler
10 Zylinderblock
11 schaltbare Kühlmittelpumpe
12 Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489
13 Kühlmitteltemperaturgeber G62
14 Ladeluftkühler
15 Temperaturfühler G18
16 Motorölkühler
17 Kühlmittelregler
18 Drosselklappensteuereinheit GX3
19 Stellmotor für Abgasrückführung GX5
20 Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf V468
21 Stellelement für Motortemperaturregelung N493
22 Kühler für Ladeluft-Kühlkreislauf
23 Kühler für Kühlmittel
24 Zusatzkühler für Kühlmittel


Drossel


Rückschlagventil



s547_035



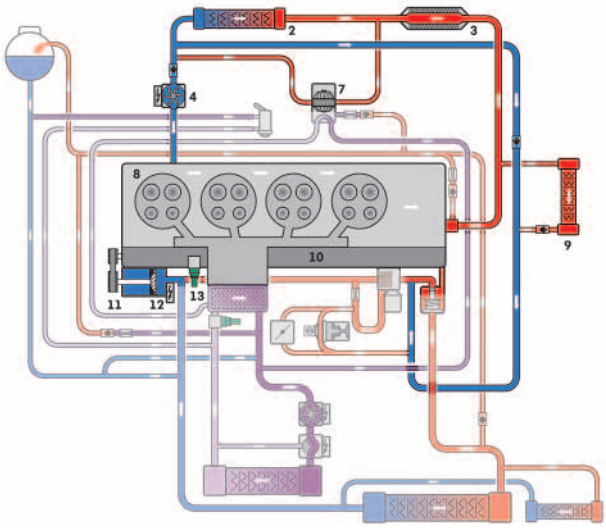
Das Befüllen und Entlüften muss mit dem Kühlsystem-Befüllgerät VW6096 und mit dem Fahrzeugdiagnosetester über „Geführte Funktionen” erfolgen:
Bei Arbeiten am Kühlsystem sind unbedingt die Anweisungen und Hinweise im ELSA zu beachten!

Weitere Informationen zur Funktion des Kühlmittelkreislaufs finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 514 „Die neue Dieselmotoren-Baureihe EA288”.

Mikrokreislauf

Bei kaltem Motor wird mit dem Mikrokreislauf ein schnelles Erwärmen des Motors und des Fahrgastraums erwirkt.
Das Kühlmittel wird dabei durch die folgenden Bauteile geführt:

- Wärmetauscher für Heizung **(2)**
- Kühler für Abgasrückführung **(3)**
- Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467 **(4)**
- Lagergehäuse Niederdruck-Abgasturbolader **(7)**
- Zylinderkopf **(8)**
- Getriebeölkühler **(9)**
- Zylinderblock **(10)**
- schaltbare Kühlmittelpumpe **(11)**
- Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489 **(12)**
- Kühlmitteltemperaturgeber G62 **(13)**

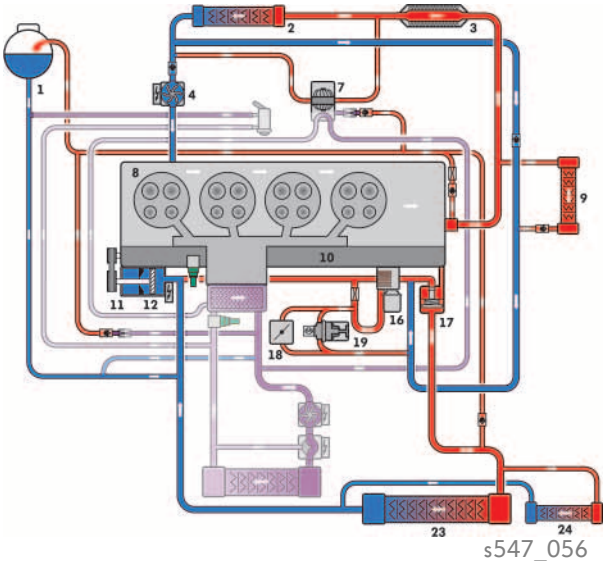


s547_055

Hochtemperaturkreislauf

Ist die Kühlmitteltemperatur von ca. 92° Celsius erreicht, öffnet der Kühlmittelregler.
Das Kühlmittel wird dabei durch die folgenden Bauteile geführt:

- Kühlmittelausgleichsbehälter **(1)**
- Wärmetauscher für Heizung **(2)**
- Kühler für Abgasrückführung **(3)**
- Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467 **(4)**
- Lagergehäuse Niederdruck-Abgasturbolader **(7)**
- Zylinderkopf **(8)**
- Getriebeölkühler **(9)**
- Zylinderblock **(10)**
- schaltbare Kühlmittelpumpe **(11)**
- Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489 **(12)**
- Kühlmitteltemperaturgeber G62 **(13)**
- Motorölkühler **(16)**
- Kühlmittelregler **(17)**
- Drosselklappensteuereinheit GX3 **(18)**
- Stellmotor für Abgasrückführung GX5 **(19)**
- Kühler für Kühlmittel **(23)**
- Zusatzkühler für Kühlmittel **(24)**

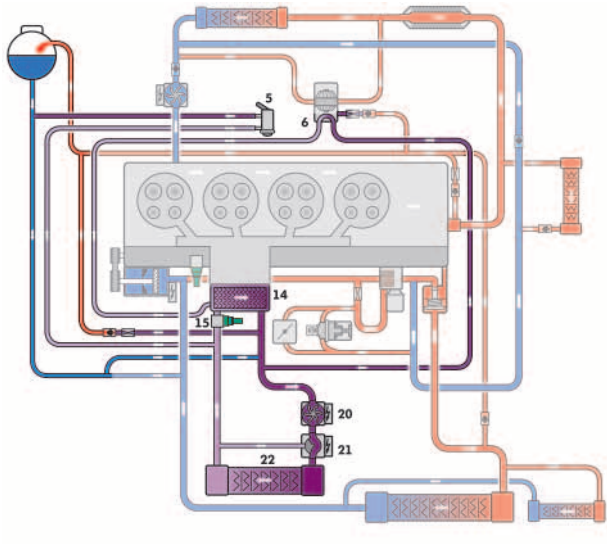


s547_056

Niedertemperaturkreislauf

Durch den Niedertemperaturkreislauf wird die Ansaugluftemperatur im Ladeluftkühler auf ca. 45° Celsius heruntergekühlt.
Das Kühlmittel wird dabei durch die folgenden Bauteile geführt:

- Einspritzventil für Reduktionsmittel N474 **(5)**
- Verdichtergehäuse Niederdruck-Abgasturbolader **(6)**
- Ladeluftkühler **(14)**
- Temperaturfühler G18 **(15)**
- Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf V468 **(20)**
- Stellelement für Motortemperaturregelung N493 **(21)**
- Kühler für Ladeluft-Kühlkreislauf **(22)**



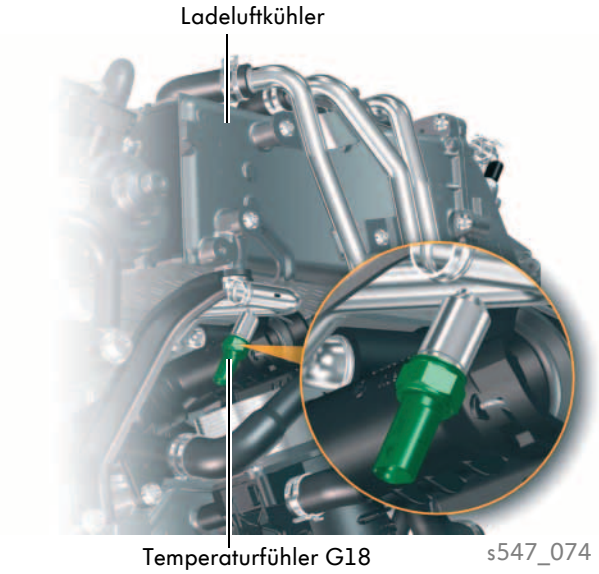
s547_057

Temperaturfühler G18

Der Temperaturfühler G18 ist direkt vor dem kühlmittelgekühlten Ladeluftkühler verschraubt. Er misst die Eingangs-Kühlmitteltemperatur des kühlmittelgekühlten Ladeluftkühlers.

Signalverwendung
Mit dem Signal berechnet das Motorsteuergerät die erforderliche Stellung des Stellelements für Motortemperaturregelung N493.

Auswirkungen bei Ausfall
Fällt das Signal aus, wird das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 in Kühlerstellung gestellt, d.h. das Kühlmittel fließt nur noch über den Kühler für Ladeluftkühlkreislauf.



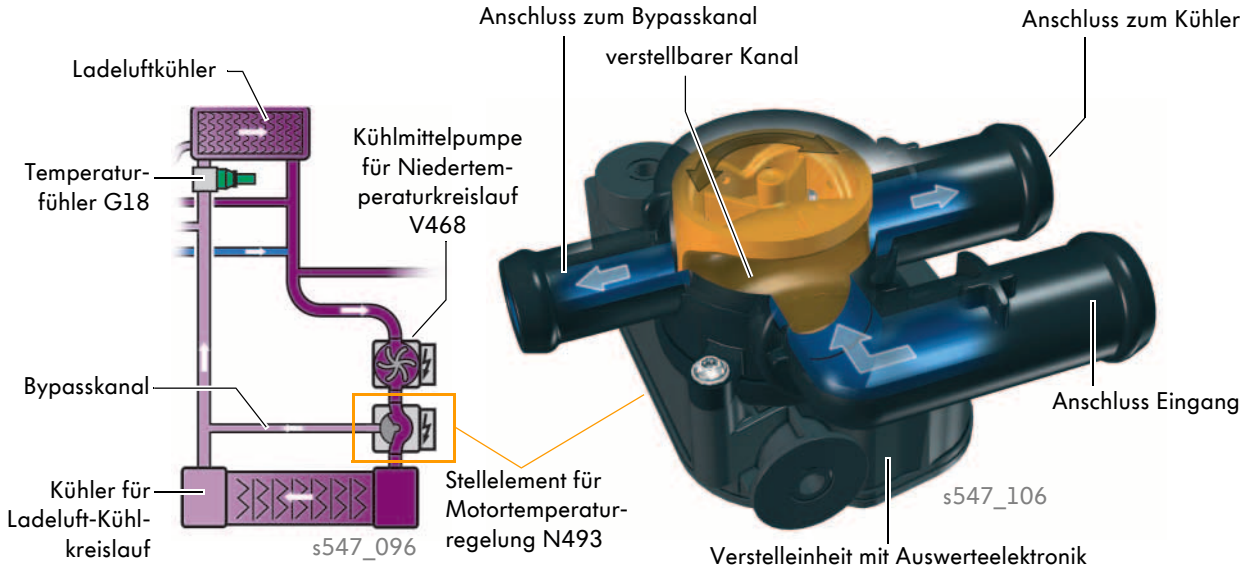
s547_074

Stellelement für Motortemperaturregelung N493

Bei den EA288-TDI-Motoren mit einem Abgasturbolader wird die Kühlmitteltemperatur im Niedertemperaturkreislauf mit der elektrischen Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf eingeregelt. Beim 2,0l-TDI-Biturbo-Motor erfolgt die Regelung der Kühlmitteltemperatur durch das Stellelement für Motortemperaturregelung N493.

Die Regelung mit dem Stellelement für Motortemperaturregelung hat folgende Vorteile:

- Die Kühlmitteltemperatur kann schnell und präzise eingestellt werden.
- Durch die geringeren Temperaturunterschiede zwischen Kühlmittel und Ladeluft ist die thermische Beanspruchung des Ladeluftkühlers gering.
- Die elektrische Kühlmittelpumpe im Niedertemperaturkreislauf wird weitestgehend voll angesteuert und sorgt damit für einen hohen Kühlmitteldurchfluss des kühlmittelgekühlten Ladeluftkühlers. Dadurch wird Wärme vom Ladeluftkühler stets abgeführt und ein Wärmestau vermieden.



Funktion des Stellelements für Motortemperaturregelung N493

Je nach Lastzustand des Motors und der Kühlmitteltemperatur im Niedertemperaturkreislauf wird das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 verstellt. Je mehr der verstellbare Kanal in Richtung Bypasskanal verstellt wird, desto mehr Kühlmittel wird am Kühler vorbei geleitet. Das Kühlmittel, das am Kühler vorbei geleitet wird, wird nicht heruntergekühlt.

Der verstellbare Kanal wird durch die Verstelleinheit mit Auswerteelektronik des Stellelements für Motortemperaturregelung N493 stufenlos verstellt. Über eine Wegerückmeldung in der Verstelleinheit ermittelt die Auswerteelektronik die Position des Kanals und übermittelt diese an das Motorsteuergerät.

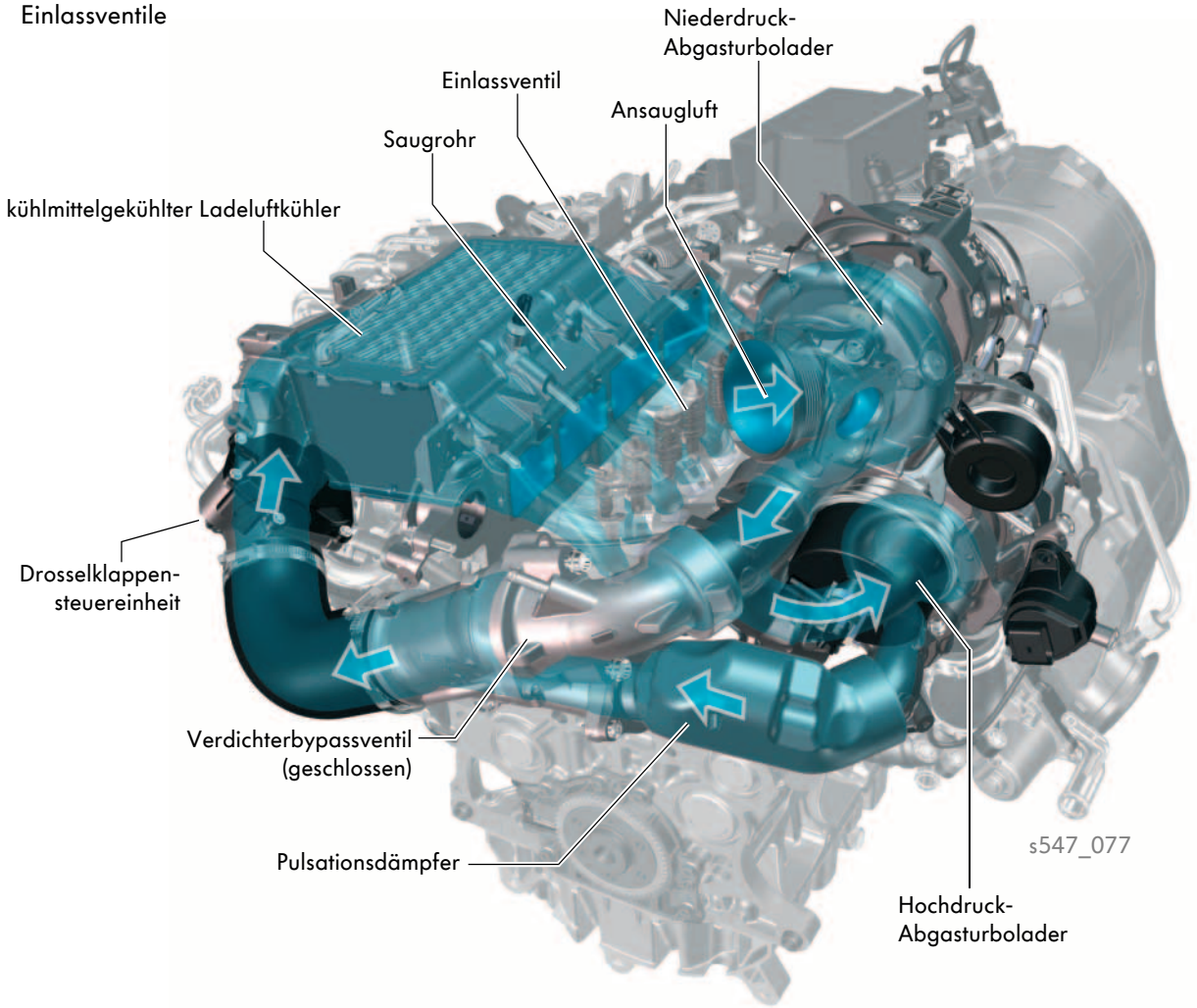
Die Luftführung

Die Ladeluftstrecke ist so gestaltet, dass die Wege kurz und die Querschnitte groß sind. Damit werden geringe Druckverluste erreicht. Durch die kompakte Ladeluftstrecke muss ein geringes Volumen verdichtet werden und es erfolgt ein sehr schneller Ladedruckaufbau.

Eine besondere Beanspruchung ist der hohe Ladedruck bis zu 3,8 bar (absolut) sowie die thermische Beanspruchung, die auf die Bauteile in der Ladeluftstrecke wirken. Daher wird weitestgehend auf Schläuche verzichtet und es kommen temperatur- und druckbeständigere Ladedruckrohre zum Einsatz.

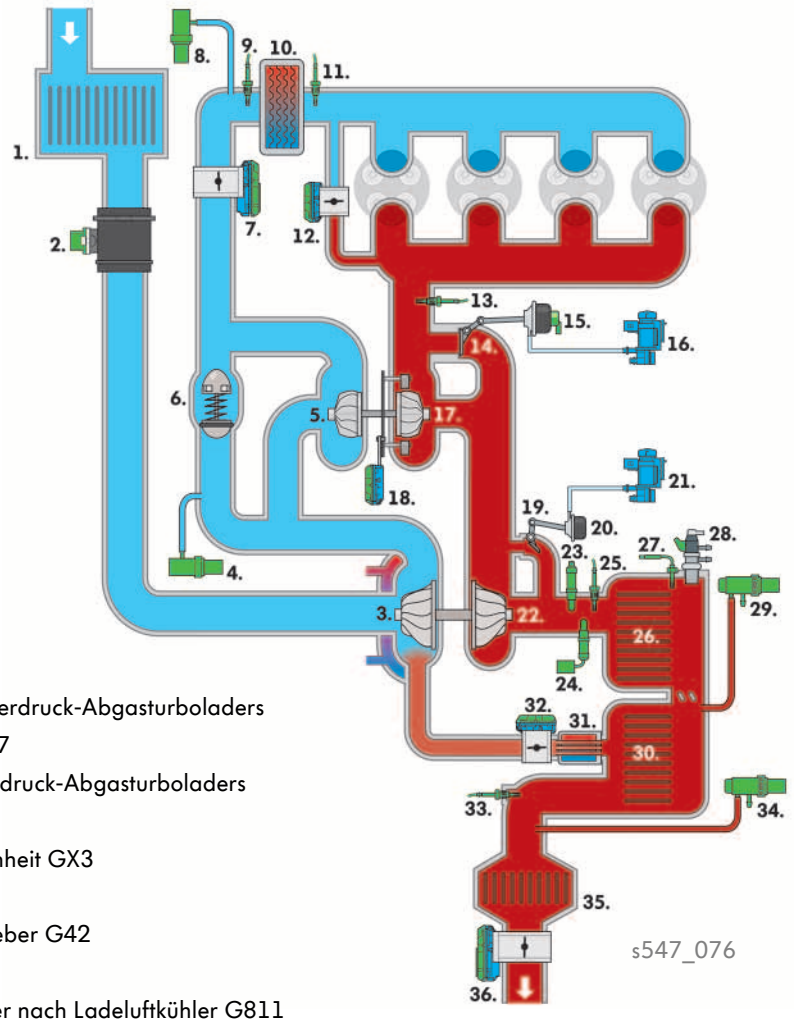
Die Ladeluftstrecke setzt sich aus folgenden Bauteilen zusammen:

- Luftfilter
- Niederdruck-Abgasturbolader
- Hochdruck-Abgasturbolader
- Ladedruckrohre
- Pulsationsdämpfer
- Verdichterbypassventil
- Drosselklappensteuereinheit
- Saugrohr mit integriertem Ladeluftkühler
- strömungsoptimierte Einlasskanäle im Zylinderkopf
- Einlassventile



Motormechanik

Beim 2,0l-TDI-Biturbo-Motor erzeugen zwei in Reihe geschaltete Abgasturbolader den Ladedruck.
Die Ansaugluft wird bei niedrigen Motordrehzahlen vom Niederdruck-Abgasturbolader vorverdichtet und vom Hochdruck-Abgasturbolader hauptverdichtet (zweistufiger Betrieb). Bei hohen Motordrehzahlen verdichtet der Niederdruck-Abgasturbolader alleine die Ansaugluft (einstufiger Betrieb).



Legende

1 Luftfilter
2 Luftmassenmesser G70
3 Verdichterrad des Niederdruck-Abgasturboladers
4 Ladedruckgeber 2 G447
5 Verdichterrad des Hochdruck-Abgasturboladers
6 Verdichterbypassventil
7 Drosselklappensteuereinheit GX3
8 Ladedruckgeber G31
9 Ansaugluftemperaturgeber G42
10 Ladeluftkühler
11 Ladelufttemperaturgeber nach Ladeluftkühler G811
12 Stellmotor für Abgasrückführung GX5
13 Abgastemperaturgeber 1 G235
14 Turbinenbypassklappe
15 Druckdose mit Positionsgeber für Ladedrucksteller G581
16 Ventil für Turbinenumschaltung N529
17 Turbinenrad des Hochdruck-Abgasturboladers
18 Steuereinheit für Abgasturbolader 1 J724
19 Wastegateklappe
20 Druckdose für Wastegate
21 Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75
22 Turbinenrad des Niederdruck-Abgasturboladers
23 Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10
24 NOx-Geber G295
25 Abgastemperaturgeber 2 G448
26 Oxidationskatalysator
27 Abgastemperaturgeber 3 G495
28 Einspritzventil für Reduktionsmittel N474
29 Differenzdruckgeber G505
30 Dieselpartikelfilter
31 Kühler Abgasrückführung
32 Stellmotor für Abgasrückführung GX6
33 Abgastemperaturgeber 4 G648
34 Druckgeber 2 für Abgasrückführung G692
35 Sperrkatalysator
36 Abgasklappensteuereinheit J883

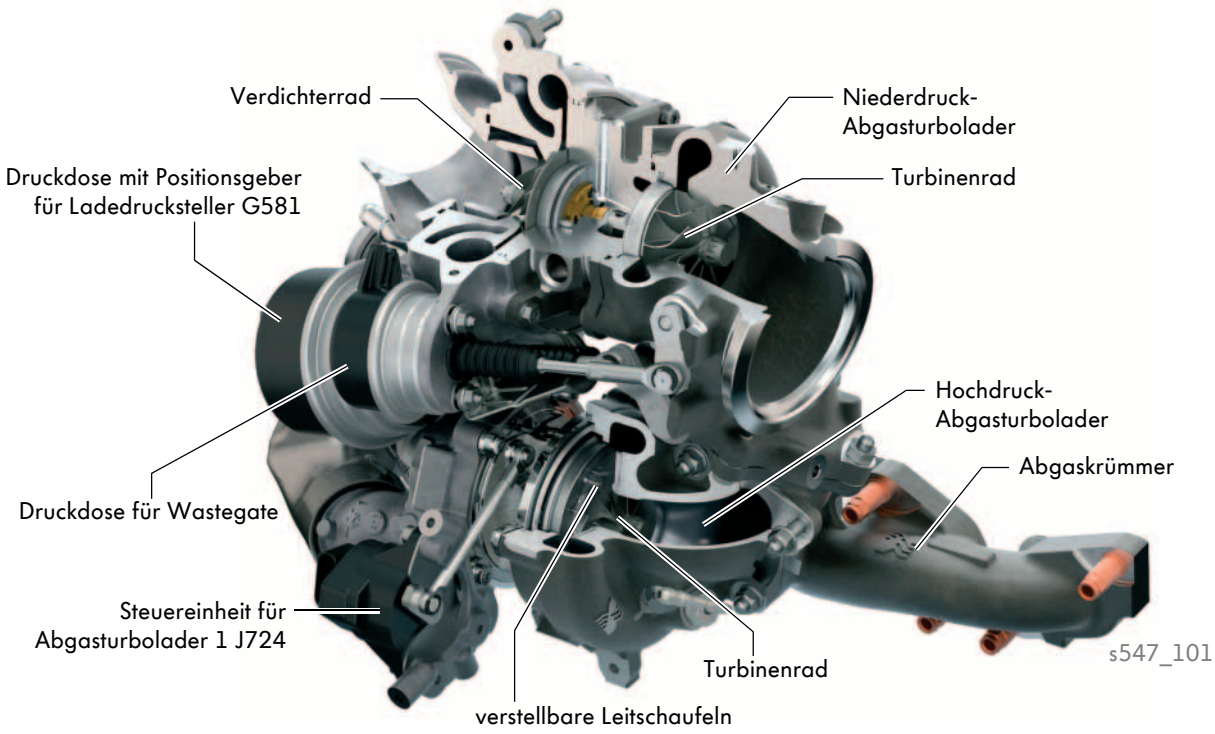
Das Abgasturboladersystem

Mit dem neu entwickelten Abgasturboladersystem wird bereits bei niedrigen Motordrehzahlen ein schneller Ladedruckaufbau, ein schnelles Ansprechverhalten und ein hohes Motordrehmoment erreicht.

Durch den hohen Ladedruck bis zu 3,8 bar (absolut) wird bei hohen Motordrehzahlen eine hohe spezifische Motorleistung erreicht.

Besonderheiten des Abgasturboladersystems:

- Hochdruck-Abgasturbolader mit kleinem Turbinenrad, kleinem Verdichterrad und elektrischer Leitschaufelverstellung. Dadurch wird bei niedrigen Motordrehzahlen ein schnelles Ansprechverhalten erreicht.
- Niederdruck-Abgasturbolader mit großem Turbinenrad und großem Verdichterrad. Dadurch wird ein hoher Ladedruck bei hohen Motordrehzahlen erreicht. Folglich wird bei hoher Motordrehzahl eine hohe Motorleistung erreicht.
- Kompakte Bauweise: Hoch-und Niederdruck-Abgasturbolader sind direkt am Abgaskrümmer verbaut.
- Im Reparaturfall können die Abgasturbolader, die Ladedrucksteller und die Steuereinheit für Abgasturbolader 1 J724 einzeln ersetzt werden.





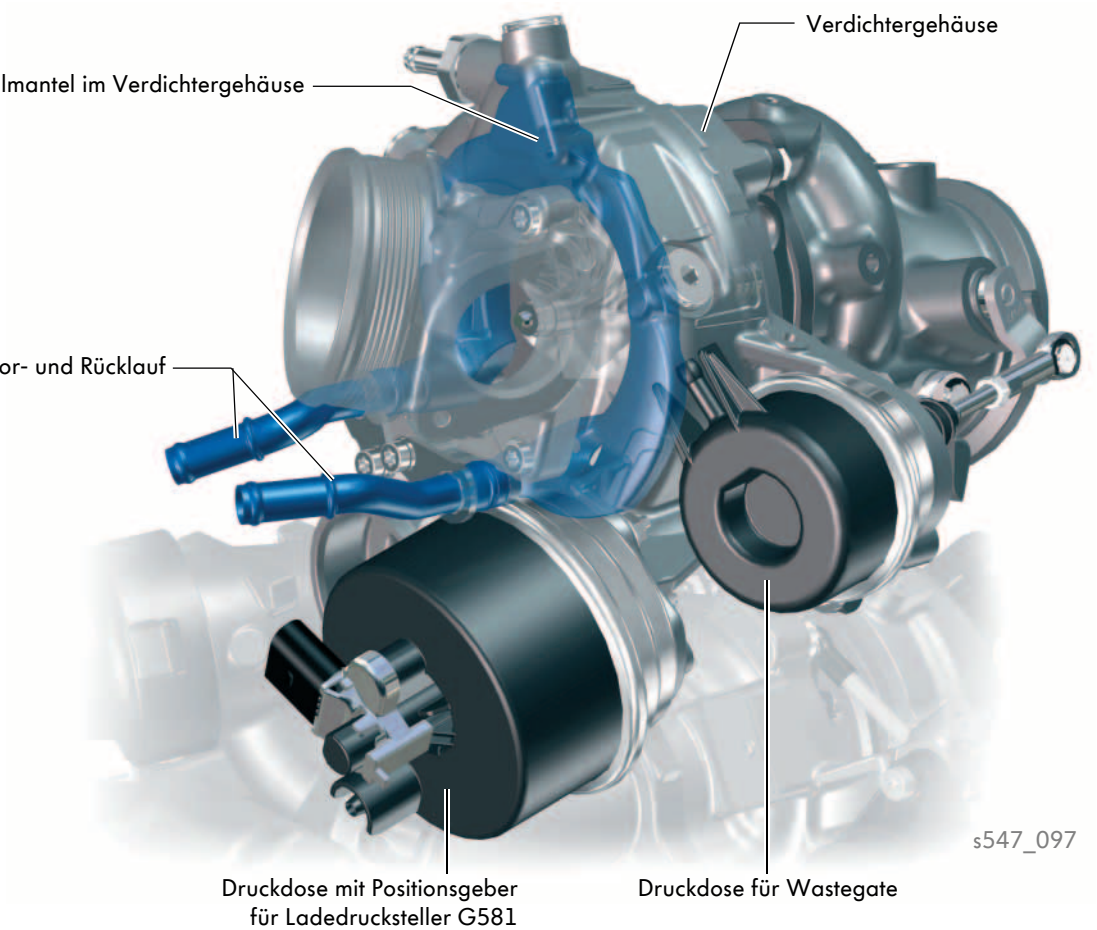
Die Bezeichnung des Hochdruck-Abgasturboladers und die des Niederdruck-Abgasturboladers erfolgt auf Basis des zweistufigen Betriebs, bei dem der Niederdruck-Abgasturbolader nur zur Vorverdichtung (Niederdruck) der angesaugten Luft dient und der Hochdruck-Abgasturbolader die Hauptverdichtung (Hochdruck) übernimmt.

Niederdruck-Abgasturbolader

Der Niederdruck-Abgasturbolader befindet sich oberhalb des Hochdruck-Abgasturboladers und ist in Abgasstromrichtung hinter dem Hochdruck-Abgasturbolader angeordnet.

Im Vergleich zum Hochdruck-Abgasturbolader sind Turbinen- und Verdichterrad des Niederdruck-Abgasturboladers größer ausgeführt. Dadurch wird bei hohen Motordrehzahlen bzw. einem hohen Abgasmassenstrom die Ansaugluft stärker verdichtet und ein Ladedruck bis maximal 3,8 bar (absolut) erreicht. Die Turbinendrehzahl beträgt dabei bis zu 165.000 1/min.

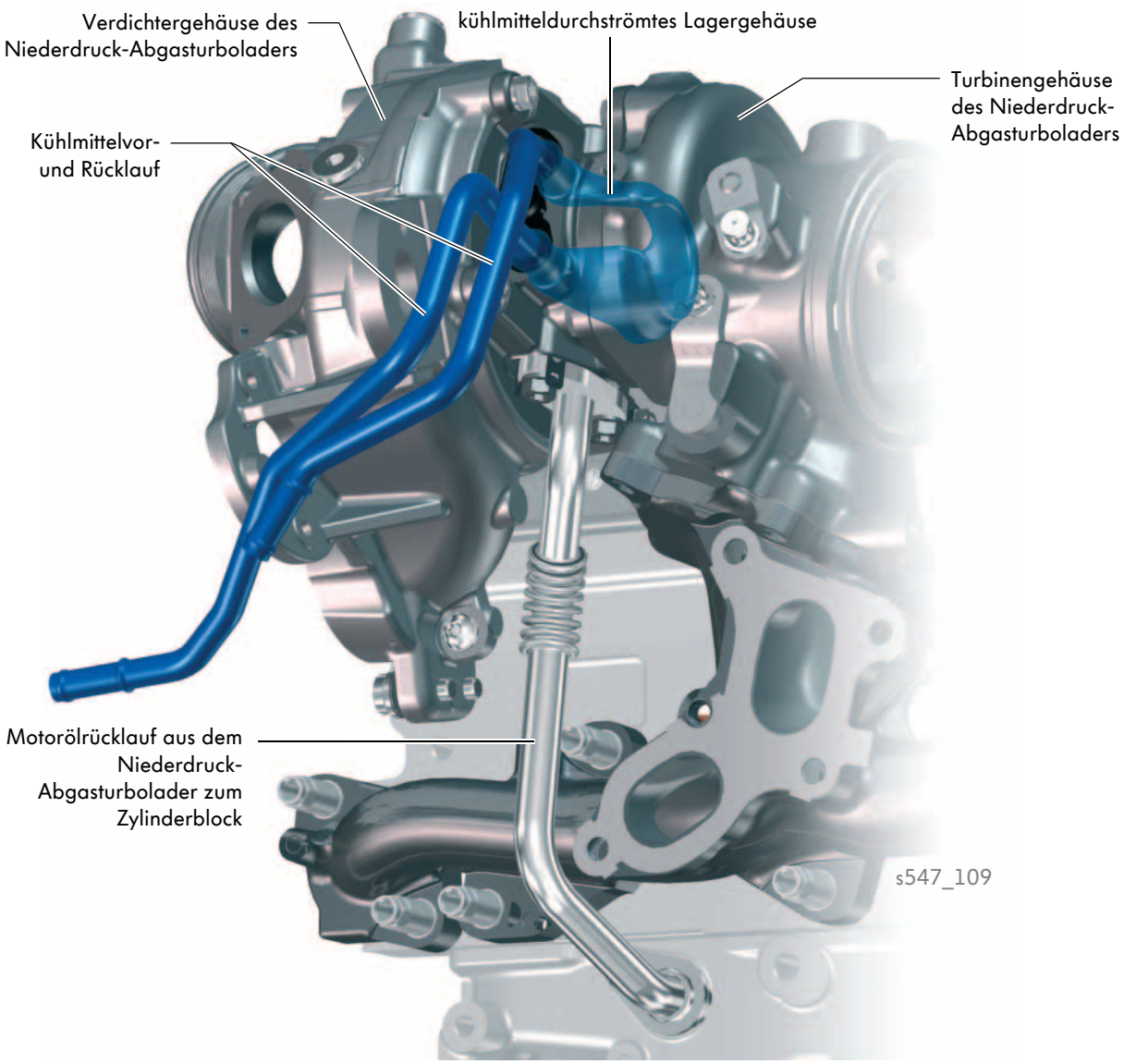
Kühlmittelgekühltes Verdichtergehäuse
Die Ansaugluftemperatur kann im Volllastbetrieb bis auf circa 230° Celsius ansteigen.
Das Verdichtergehäuse des Niederdruck-Abgasturboladers wird zur Kühlung mit Kühlmittel durchströmt. Eingebunden ist das Verdichtergehäuse im Niedertemperaturkreislauf. Die Kühlung des Verdichtergehäuses verhindert ein zu hohes Erwärmen des Verdichterrades und dient somit dem Bauteilschutz.



Kühlmittelgekühltes Lagergehäuse

Die Belastung der Abgasturbolader ist gestiegen, weil sich mit den steigenden Leistungen der neuen Motoren auch die Abgastemperatur erhöht hat. Deshalb wird zusätzlich zur Ölkühlung der Gleitlager und des kühlmittelgekühlten Verdichtergehäuses auch das Lagergehäuse von Kühlmittel durchströmt. Das kühlmittelgekühlte Lagergehäuse reduziert damit den Wärmeeintrag in das Motoröl.

Außerdem wird nach dem Abstellen des Motors die elektrische Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V476 bis zu 15 Minuten angesteuert. Mit der weiterlaufenden Kühlung wird die Wärme aus dem Niederdruck-Abgasturbolader abgeführt. Dadurch wird ein mögliches Verkoken des Motoröls und eine Beschädigung der Gleitlager verhindert. Das kühlmittelgekühlte Lagergehäuse ist im Mikrotemperaturkreislauf eingebunden.



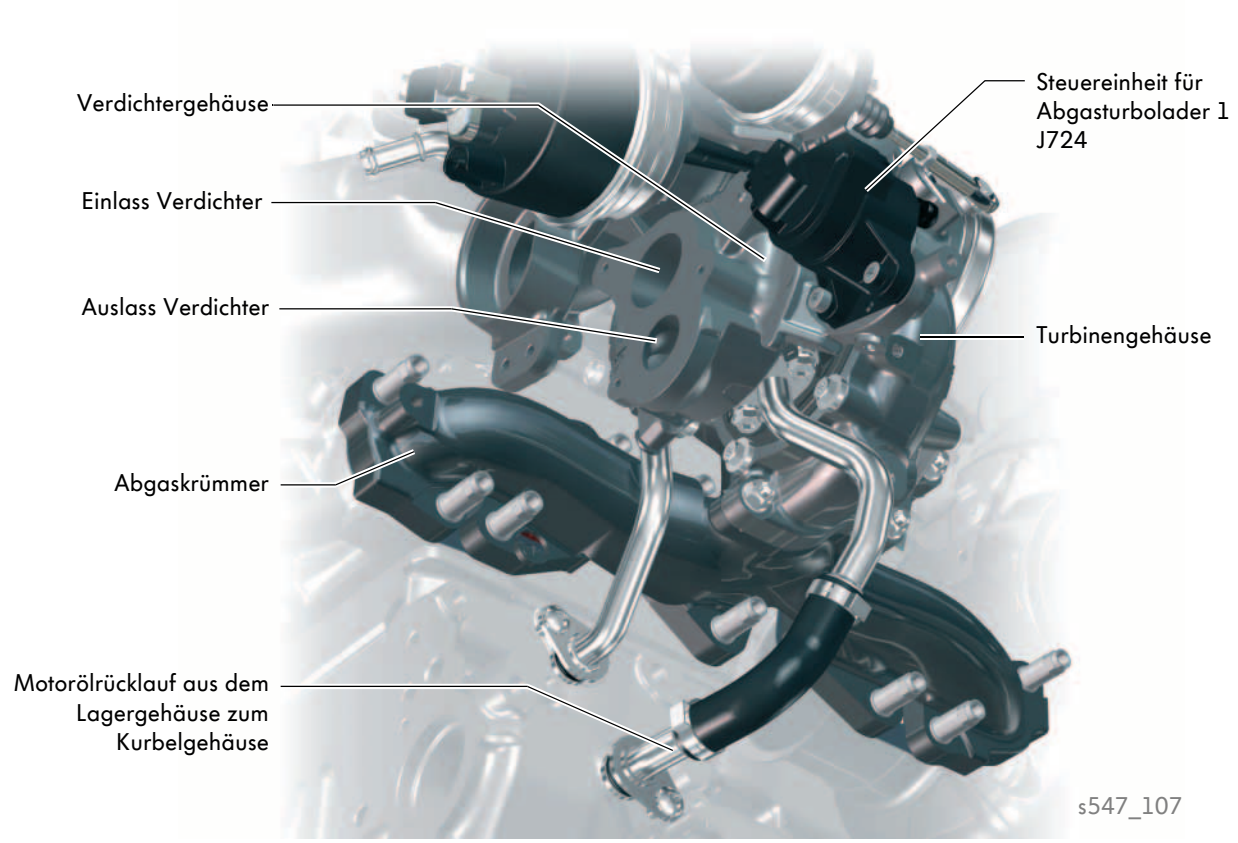
Hochdruck-Abgasturbolader

Der Hochdruck-Abgasturbolader ist direkt mit dem Abgaskrümmer verschraubt und befindet sich unterhalb des Niederdruck-Abgasturboladers.
Der Ladedruckaufbau erfolgt bei niedrigen Motordrehzahlen, das heißt im zweistufigen Betrieb, durch den Hochdruck-Abgasturbolader.

Beim Hochdruck-Abgasturbolader sind die Durchmesser des Turbinen- und Verdicherrads kleiner als beim Niederdruck-Abgasturbolader. Durch das kleinere Turbinen- und Verdichterrad und zusammen mit der elektrischen Leitschaufelverstellung wird bereits bei niedrigen Motordrehzahlen ein schneller Ladedruckaufbau erzeugt.

Dadurch wird ein schnelles Ansprechverhalten und ein hohes Drehmoment bei niedrigen Motordrehzahlen erreicht. Dabei erlangt der Hochdruck-Abgasturbolader Drehzahlen bis zu 240.000 1/min. Die Gleitlager werden über das Motoröl geschmiert und gekühlt.

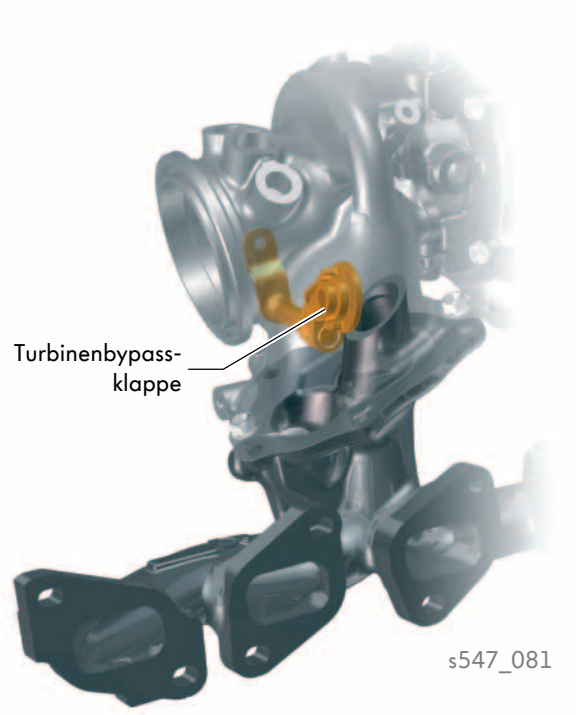
Die Verstellung der Leitschaufeln erfolgt durch die elektrische Steuereinheit für Abgasturbolader 1 J724. Eine elektrische Verstellung der Leitschaufeln ist im Vergleich zu einer pneumatischen Verstellung präziser und schneller.



Weitere Informationen zum Aufbau und zur Funktion des Abgasturboladers finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 190 „Verstellbarer Turbolader".

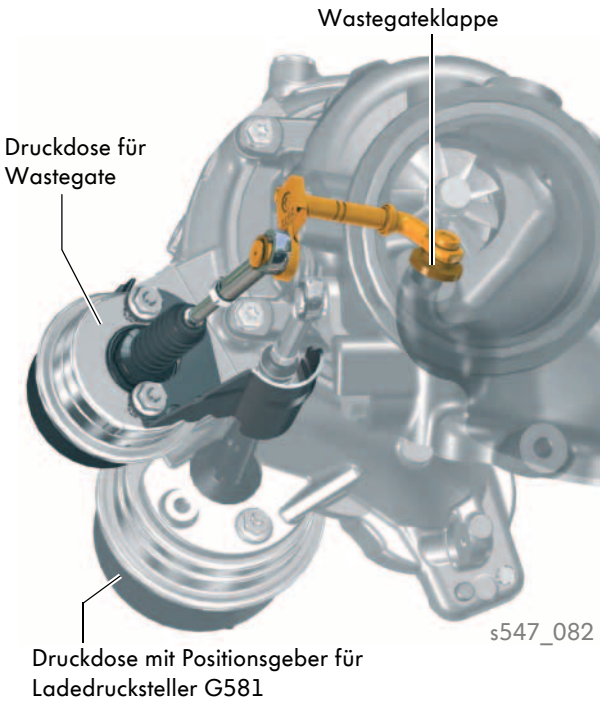
Turbinenbypassklappe

Mit der Turbinenbypassklappe wird der zwei- oder einstufige Betrieb geregelt.
Die Turbinenbypassklappe ist im Niederdruck-Abgasturbolader verbaut. Je weiter sich die Turbinenbypassklappe öffnet, desto mehr Abgasmassenstrom wird zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers geleitet. Die Turbinenbypassklappe wird durch das Ventil für Turbinenumschaltung N529 und die Druckdose mit Positionsgeber für Ladedrucksteller G581 verstellt. Die Verstellung erfolgt pneumatisch mit Unterdruck. Im drucklosen Zustand ist die Klappe geöffnet.



Wastegateklappe

Die Wastegateklappe befindet sich im Niederdruck-Abgasturbolader. Sie wird im einstufigen Betrieb zur Ladedruckregelung des Niederdruck-Abgasturboladers verwendet. Bei geöffneter Wastegateklappe gelangt ein Teil des Abgasmassenstroms nicht zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers, sondern wird über einen Bypasskanal hinter die Turbine geleitet.
Bei 20° Celsius Außentemperatur und Meereshöhe ist die Wastegateklappe bis zu 50% geöffnet, dies dient als Ladedruckreserve bei steigender Außentemperatur und Höhe. Die Wastegateklappe wird durch das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75 und die Druckdose für Wastegateverstellung betätigt. Die Verstellung erfolgt pneumatisch mit Unterdruck. Im drucklosen Zustand ist die Wastegateklappe geöffnet.



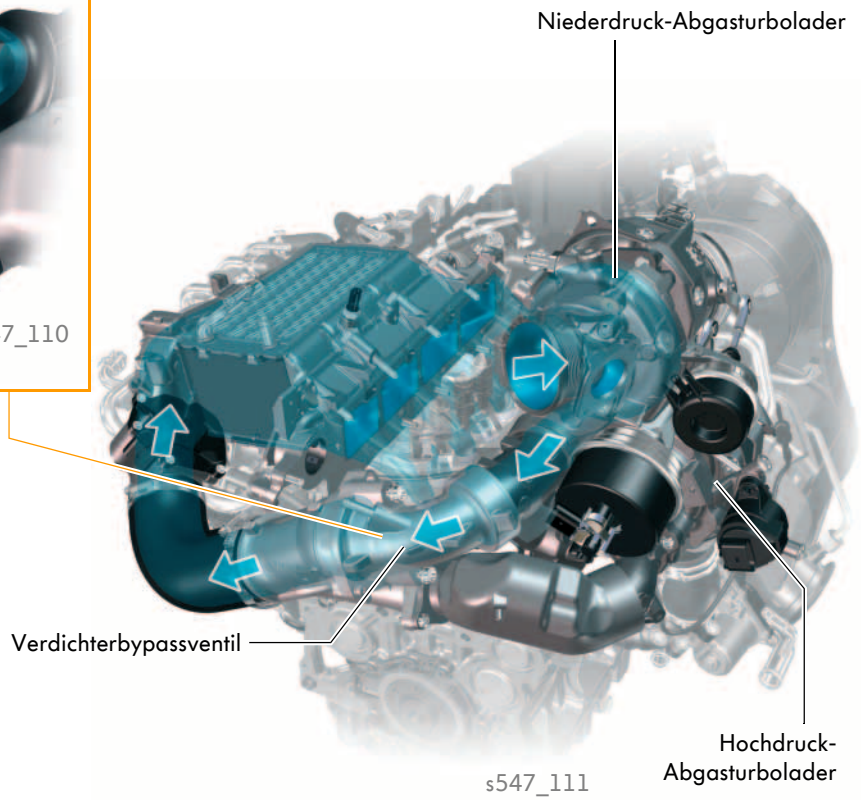
Verdichterbypassventil

Das Verdichterbypassventil ist in der Ladeluftstrecke in einem Bypasskanal hinter dem Niederdruck-Abgasturbolader verbaut. Im **zweistufigen Betrieb** wird der Ladedruck überwiegend vom Hochdruck-Abgasturbolader erzeugt. Dadurch ist der Ladedruck vor dem Verdichterbypassventil geringer als der Ladedruck nach dem Verdichterbypassventil. Das bedeutet, dass im zweistufigen Betrieb der größere Ladedruck hinter dem Verdichterbypassventil das Verdichterbypassventil geschlossen hält. Damit wird verhindert, dass die Luft, die vom Hochdruck-Abgasturbolader verdichtet wird, wieder vom Hochdruck-Abgasturbolader angesaugt wird.

Im **einstufigen Betrieb** wird durch den hohen Ladedruck des Niederdruck-Abgasturboladers das Verdichterbypassventil geöffnet und die Ladeluft kann über den Bypasskanal direkt in Richtung Ladeluftkühler strömen. Ohne den Bypasskanal müsste die Luft über das Verdichterrad des Hochdruck-Abgasturboladers strömen, welches dann wie eine Drossel wirken würde.

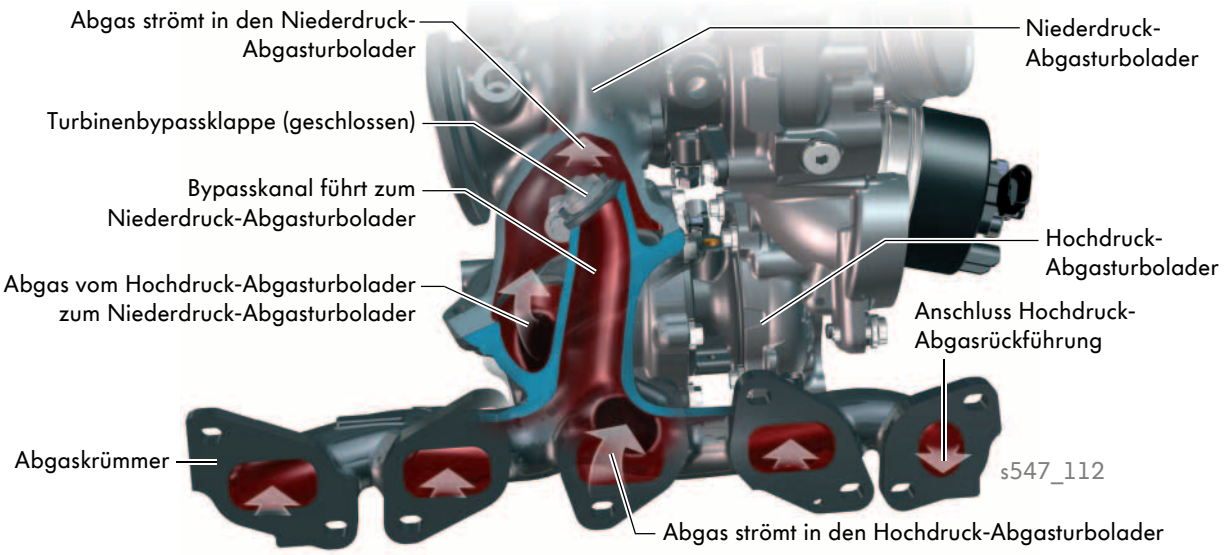


Verdichterbypassventil
(geöffnet)



Abgaskrümmer

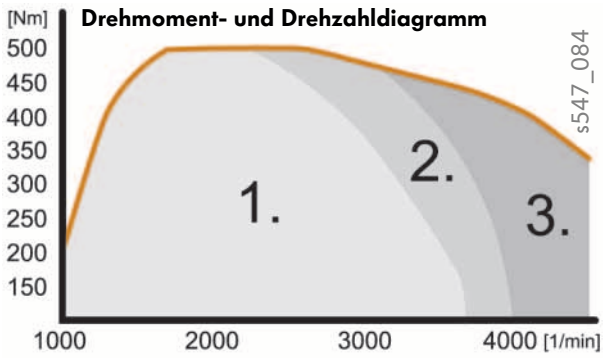
Der Abgaskrümmer hat die Funktion, den Abgasmassenstrom aus den Zylindern zu sammeln und über Kanäle zum Hochdruck-und Niederdruck-Abgasturbolader zu leiten.
Bei geschlossener Turbinenbypassklappe wird der gesamte Abgasmassenstrom zum Hochdruck-Abgasturbolader geführt, womit das Turbinenrad angetrieben wird. Von dort wird der Abgasmassenstrom zurück in einen Kanal im Abgaskrümmer geleitet bis hin zum Niederdruck-Abgasturbolader. Die restliche Energie des Abgasmassenstroms wird dadurch der Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers zugeführt und treibt diese an.
Bei geöffneter Turbinenbypassklappe wird über einen Kanal der Abgasmassenstrom direkt zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers geleitet. Je mehr die Turbinenbypassklappe geöffnet ist, desto mehr Abgasmassenstrom wird zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers geleitet. Dadurch wird die Turbine stärker beschleunigt und der Ladedruck steigt.



Die Ladedruckregelung

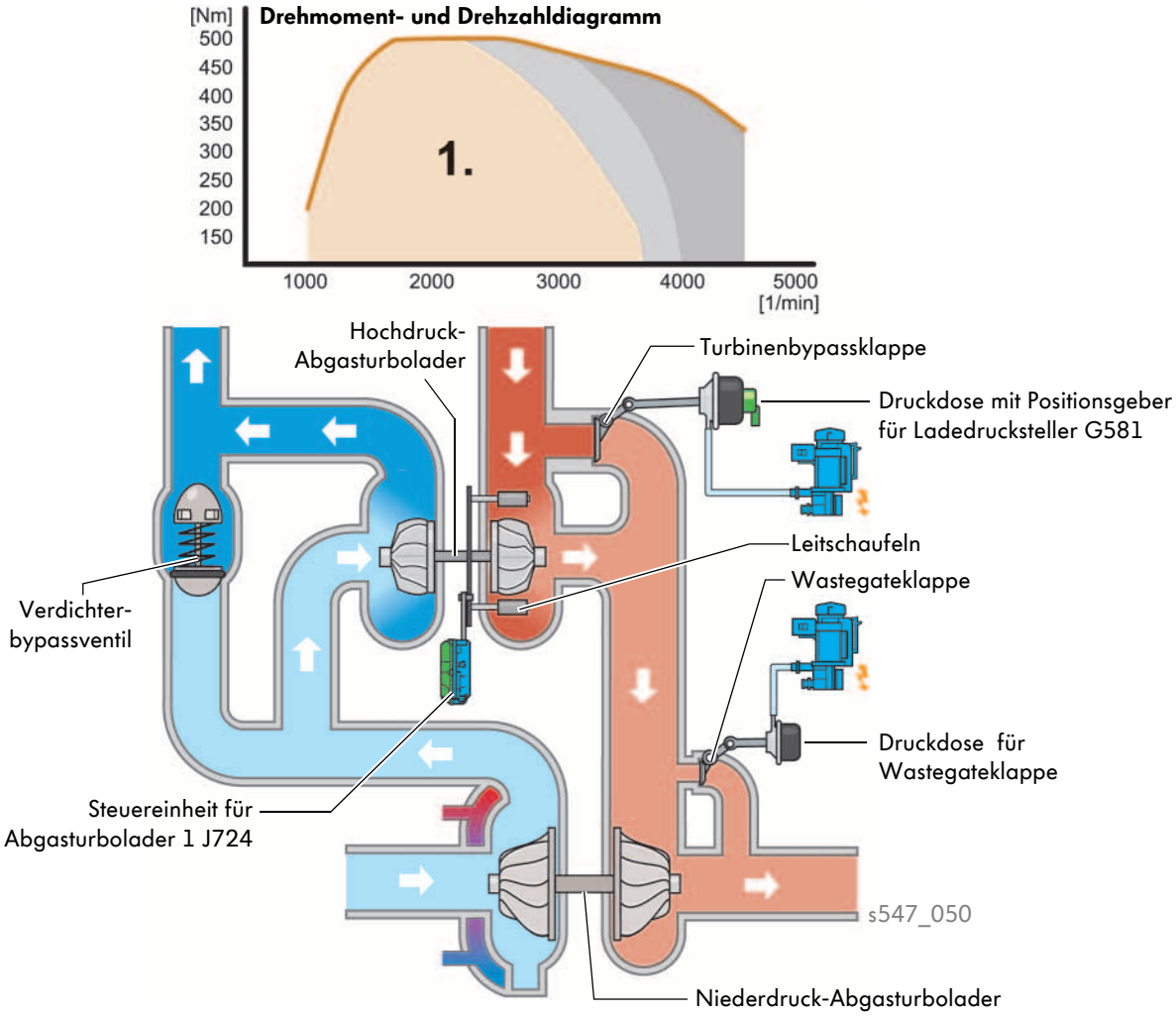
Die Ladedruckregelung verläuft last- und drehzahlabhängig:

- **1. Regelbereich:** Zweistufiger Betrieb
  Die Ladedruckregelung erfolgt über die Leitschaufelverstellung des Hochdruck-Abgasturboladers.
- **2. Regelbereich:** Zweistufiger Betrieb
  Die Ladedruckregelung erfolgt über die Verstellung der Turbinenbypassklappe.
- **3. Regelbereich:** Einstufiger Betrieb
  Der Niederdruck-Abgasturbolader übernimmt die alleinige Verdichtung der Ansaugluft.
  Die Ladedruckregelung erfolgt über die Wastegateklappe.



1. Regelbereich

Zweistufiger Betrieb
Die Ladedruckregelung erfolgt über die Leitschaufelstellung des Hochdruck-Abgasturboladers.

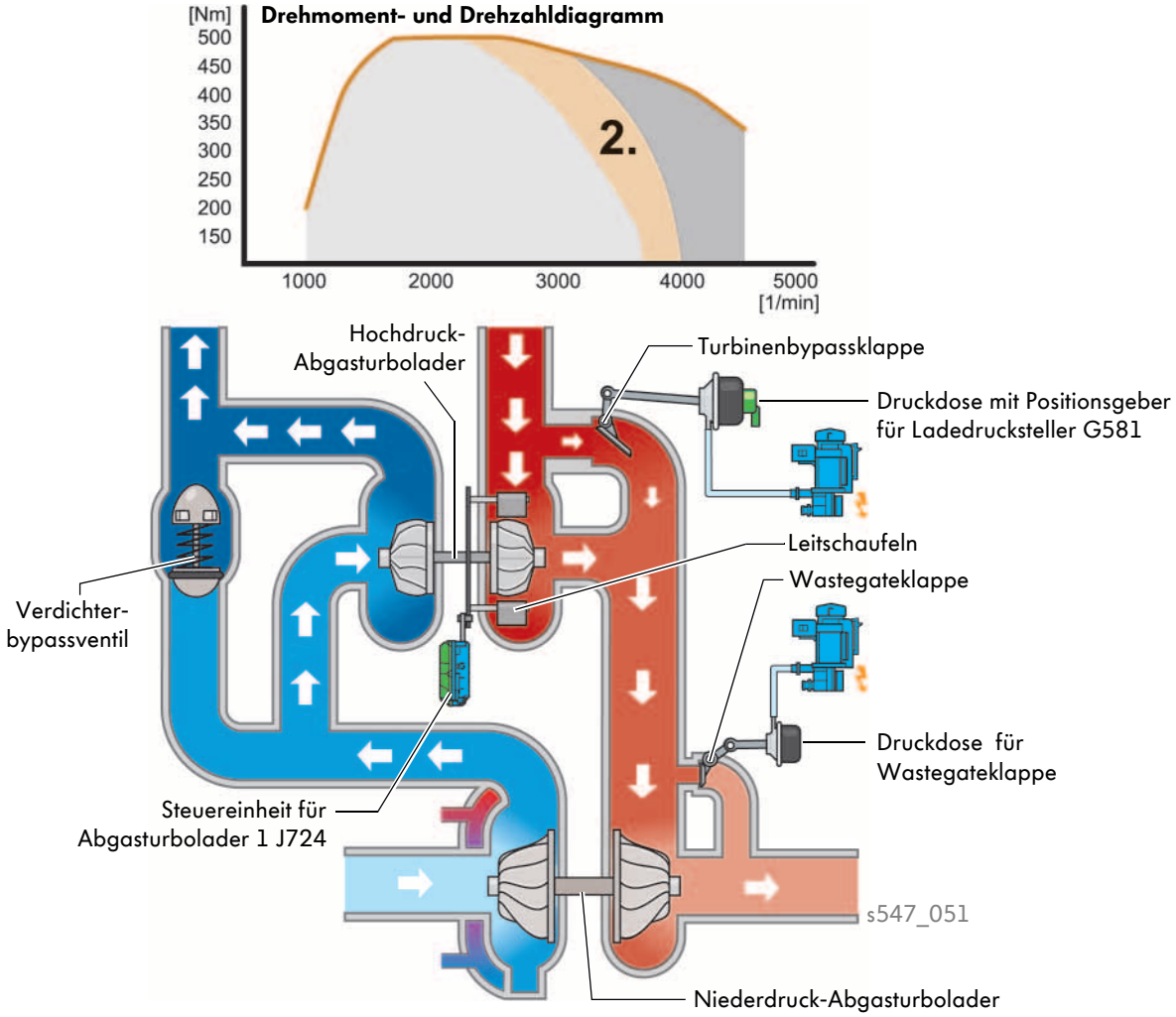


Luftführung
Die Ansaugluft wird vom Verdichter des Niederdruck-Abgasturboladers vorverdichtet und weiter zum Verdichter des Hochdruck-Abgasturboladers weitergeleitet. Die vorverdichtete Luft wird vom Hochdruck-Abgasturbolader hauptverdichtet.
Das Verdichterbypassventil ist geschlossen.

Abgasführung
Der Abgasmassenstrom wird zur Turbine des Hochdruck-Abgasturboladers geleitet und von dort weiter zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers. Die Turbinendrehzahl des Hochdruck-Abgasturboladers wird über die verstellbaren Leitschaufeln (je nach Drehmoment) geregelt. Die Turbinenbypassklappe und die Wastegateklappe sind geschlossen.

2. Regelbereich

Zweistufiger Betrieb
Die Ladedruckregelung erfolgt über die Turbinenbypassklappe.

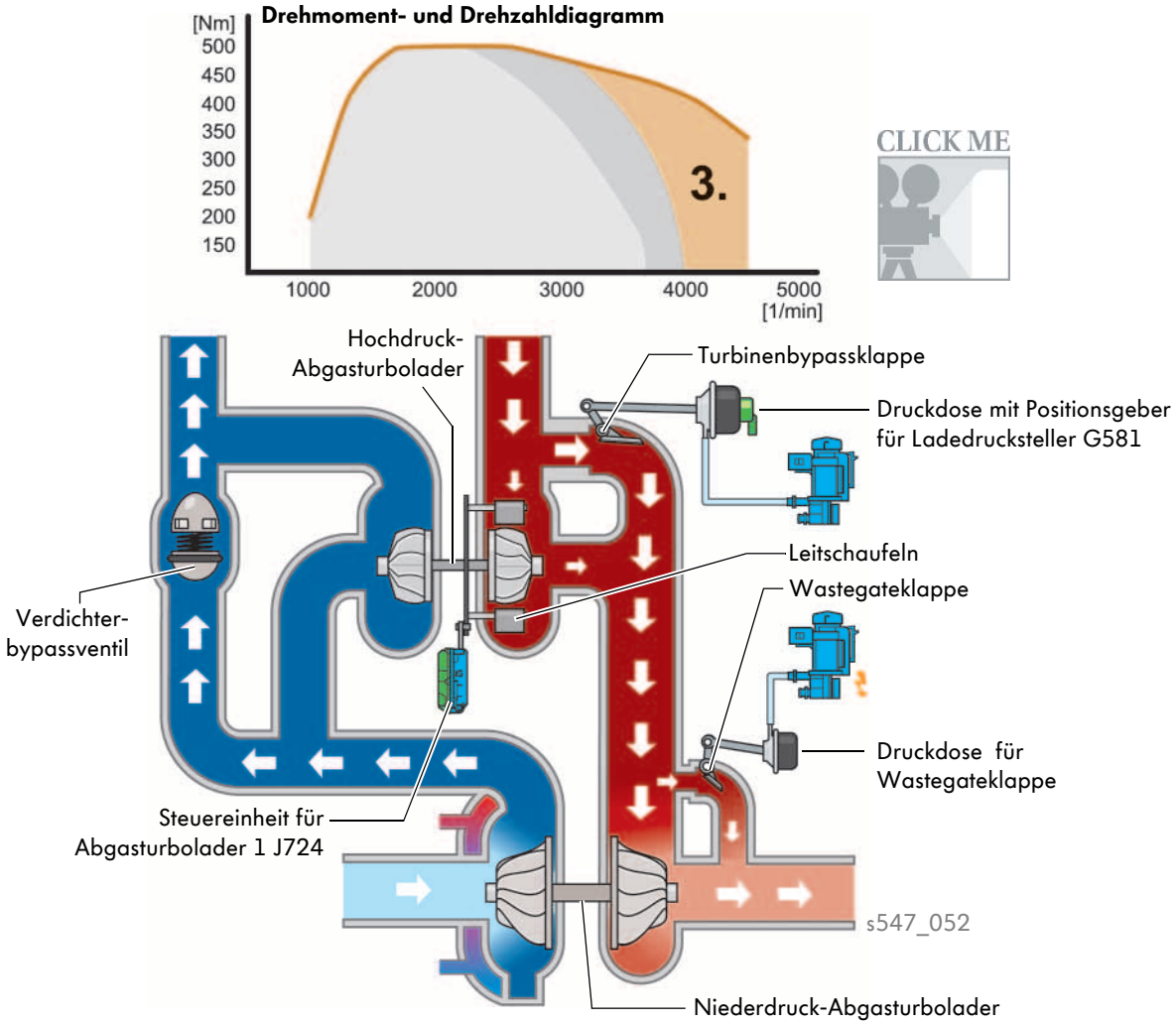


Luftführung
Die Ansaugluft wird vom Niederdruck-Abgasturbolader stärker vorverdichtet. Danach wird die vorderdichtete Ansaugluft zum Hochdruck-Abgasturbolader geleitet und dort hauptverdichtet. Das Verdichterbypassventil ist geschlossen.

Abgasführung
Die Turbinenbypassklappe wird bei mittlerer Motordrehzahl je nach Drehmoment verstellt.
Je weiter die Turbinenbypassklappe geöffnet ist, desto mehr Abgasmassenstrom wird direkt vom Abgaskrümmer zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers geleitet. Die Turbine des Hochdruck-Abgasturboladers wird weiterhin durch den restlichen Abgasmassenstrom angetrieben. Die Leitschaufeln des Hochdruck-Abgasturboladers sind steil gestellt und das Wastegate bleibt geschlossen.

3. Regelbereich

Einstufiger Betrieb
Die Ladedruckregelung erfolgt über die Wastegateklappe des Niederdruck-Abgasturboladers.

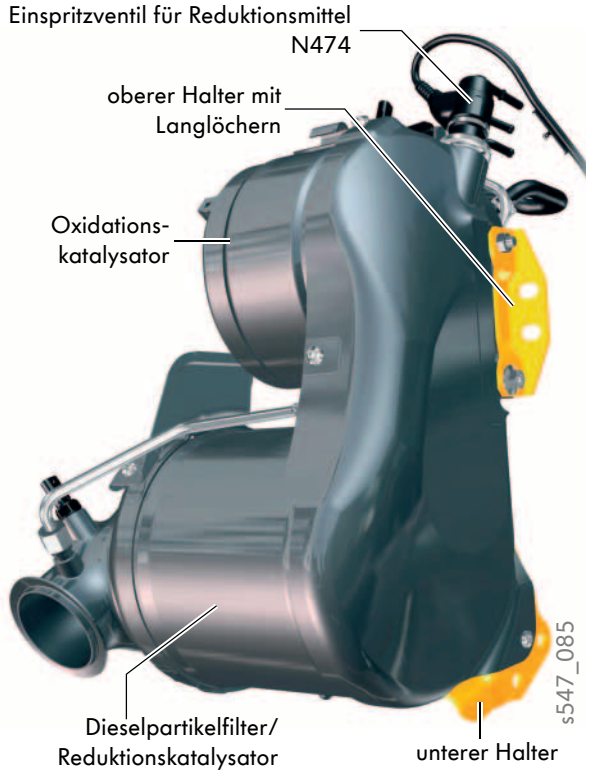


Luftführung
Die Ansaugluft wird nur vom Verdichter des Niederdruck-Abgasturboladers verdichtet.
Die gesamte verdichtete Ansaugluft gelangt durch das geöffnete Verdichterbypassventil in eine separate Ladeluftstrecke und umgeht das Verdichterrad des Hochdruck-Abgasturboladers. Die Verdichtung der Ansaugluft wird ausschließlich vom Niederdruck-Abgasturbolader durchgeführt.

Abgasführung
Der größte Teil des Abgasmassenstroms (ca. 70%) wird durch die komplett geöffnete Turbinenbypass-klappe am Turbinenrad des Hochdruck-Abgasturbo-laders vorbeigeleitet. Die Leitschaufeln des Hochdruck-Abgasturboladers sind dabei steil gestellt. Der hohe Abgasmassenstrom gelangt direkt zur Turbine des Niederdruck-Abgasturboladers und treibt diese an. Die Turbinendrehzahl des Niederdruck-Abgasturboladers wird über die Wastegateklappe geregelt.

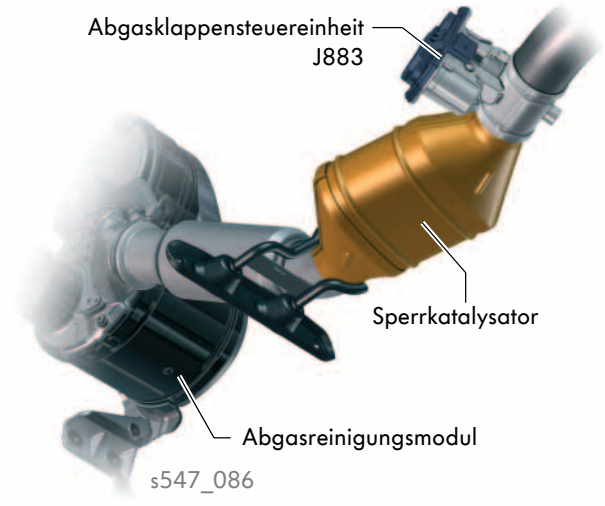
Das Abgasreinigungsmodul

Das Abgasreinigungsmodul ist direkt mit dem Niederdruck-Abgasturbolader verschraubt.
Durch den motornahen Einbauort wird die Betriebstemperatur des Abgasreinigungsmoduls bereits nach kurzer Zeit erreicht.
Der Dieselpartikelfilter besitzt eine Beschichtung aus Kupfer-Zeolith und dient auch als Reduktionskatalysator für das SCR-System.
Das Abgasreinigungsmodul ist mit vier Haltern am Motor verschraubt. Um die Bauteiltoleranzen auszugleichen, besitzt der obere Halter Langlöcher. Mit den Langlöchern kann das Abgasreinigungsmodul spannungsfrei eingestellt und befestigt werden.



Der Sperrkatalysator

Der Sperrkatalysator befindet sich hinter dem Dieselpartikelfilter und wird mit dem Abgasreinigungsmodul verschraubt.
Er hat die Aufgabe, das bei der Regeneration des Dieselpartikelfilters entstehende Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid zu oxidieren. Außerdem verhindert er einen möglichen Ammoniakausstoß an die Außenluft.





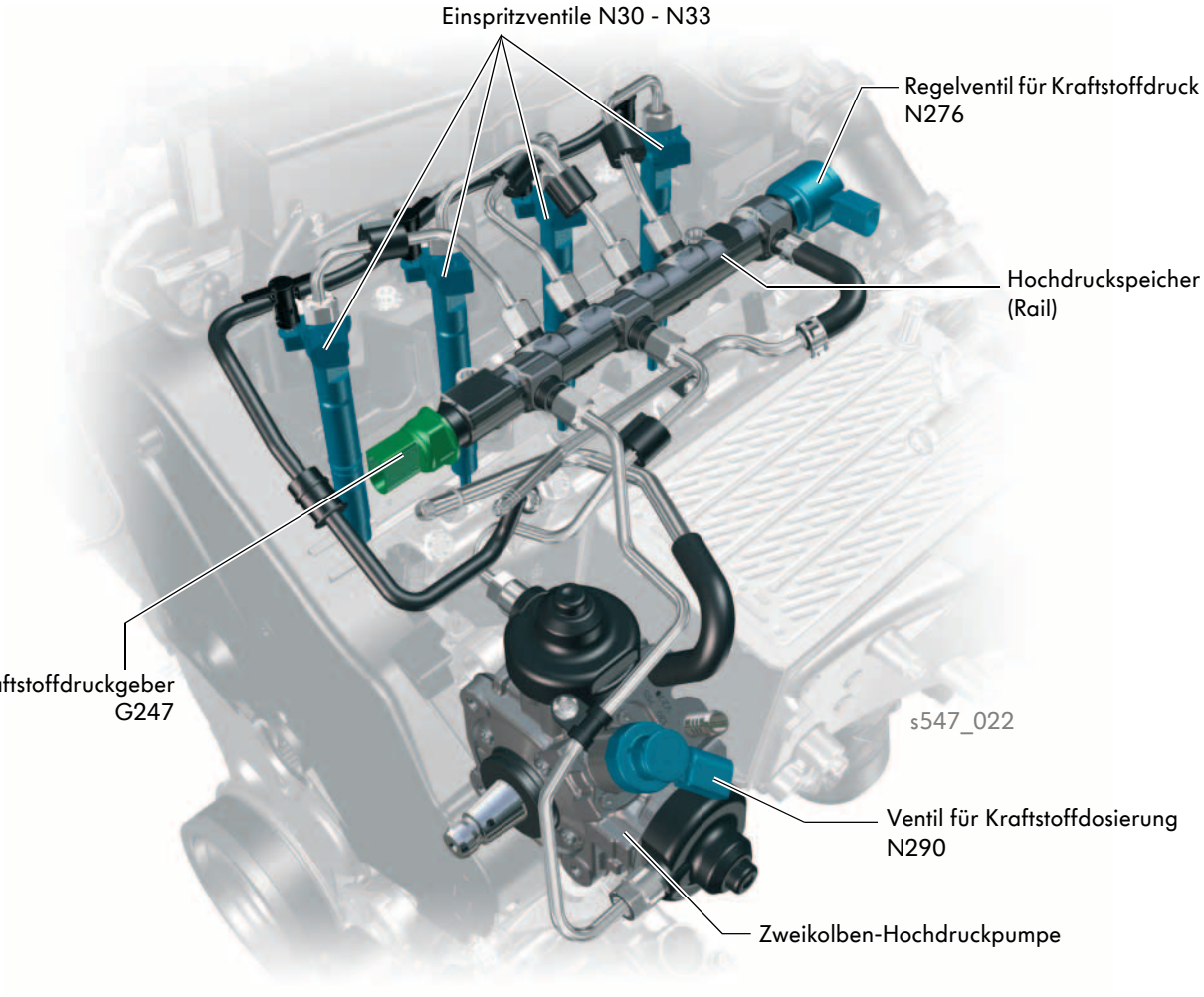
Weitere Informationen zum Aufbau und zur Funktion des SCR-Systems finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 540 „Das Abgasnachbehandlungssystem Selective Catalytic Reduction im Passat 2015".

Das Common-Rail-Kraftstoffsystem

Im 2,0l-TDI-Biturbo-Motor kommt ein Common-Rail-Kraftstoffsystem mit Piezo-Einspritzventilen und einer Zweikolben-Hochdruckpumpe zum Einsatz.
Das Common-Rail-Kraftstoffsystem von der Firma Bosch erzeugt einen maximalen Einspritzdruck von 2500 bar. Der hohe Kraftstoffdruck wird dabei von einer Zweikolben-Hochdruckpumpe erzeugt.
Die Piezo-Einspritzventile besitzen jeweils zehn Einspritzlöcher und ermöglichen eine gute, präzise und schnelle Abfolge der Einspritzungen bei maximalem Einspritzdruck.

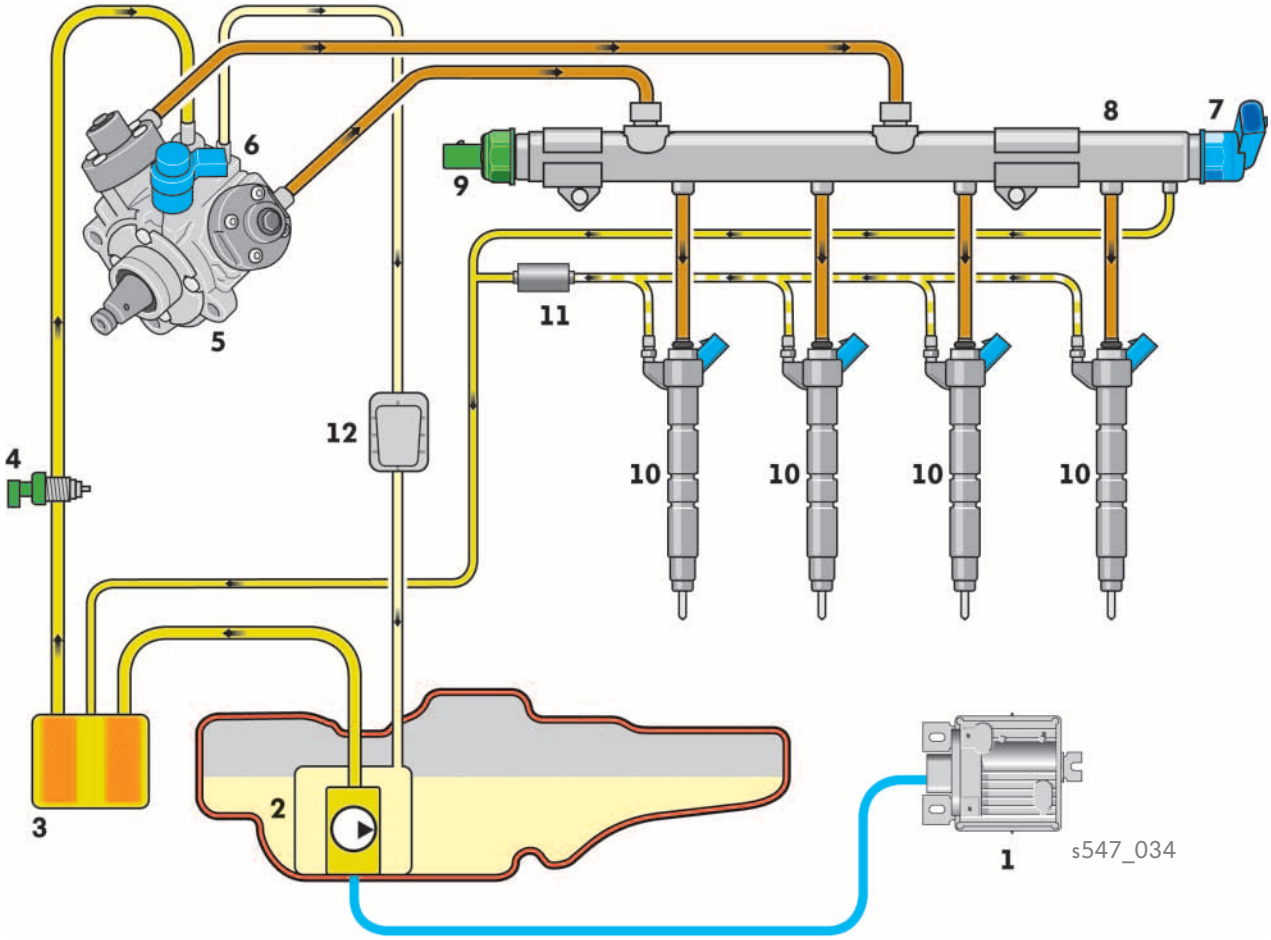
Maximale Einspritzungen im Normalbetrieb:
- zwei Voreinspritzungen, eine Haupteinspritzung und eine Nacheinspritzung

Maximale Einspritzungen im Regenerationsbetrieb:
- zwei Voreinspritzungen, eine Haupteinspritzung und bis zu fünf Nacheinspritzungen.



Weitere Informationen zum Aufbau und zur Funktion der Hochdruckpumpe finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 495 „Der 3,0l-V6-TDI-Motor (Generation 2)".

Übersicht Kraftstoffsystem



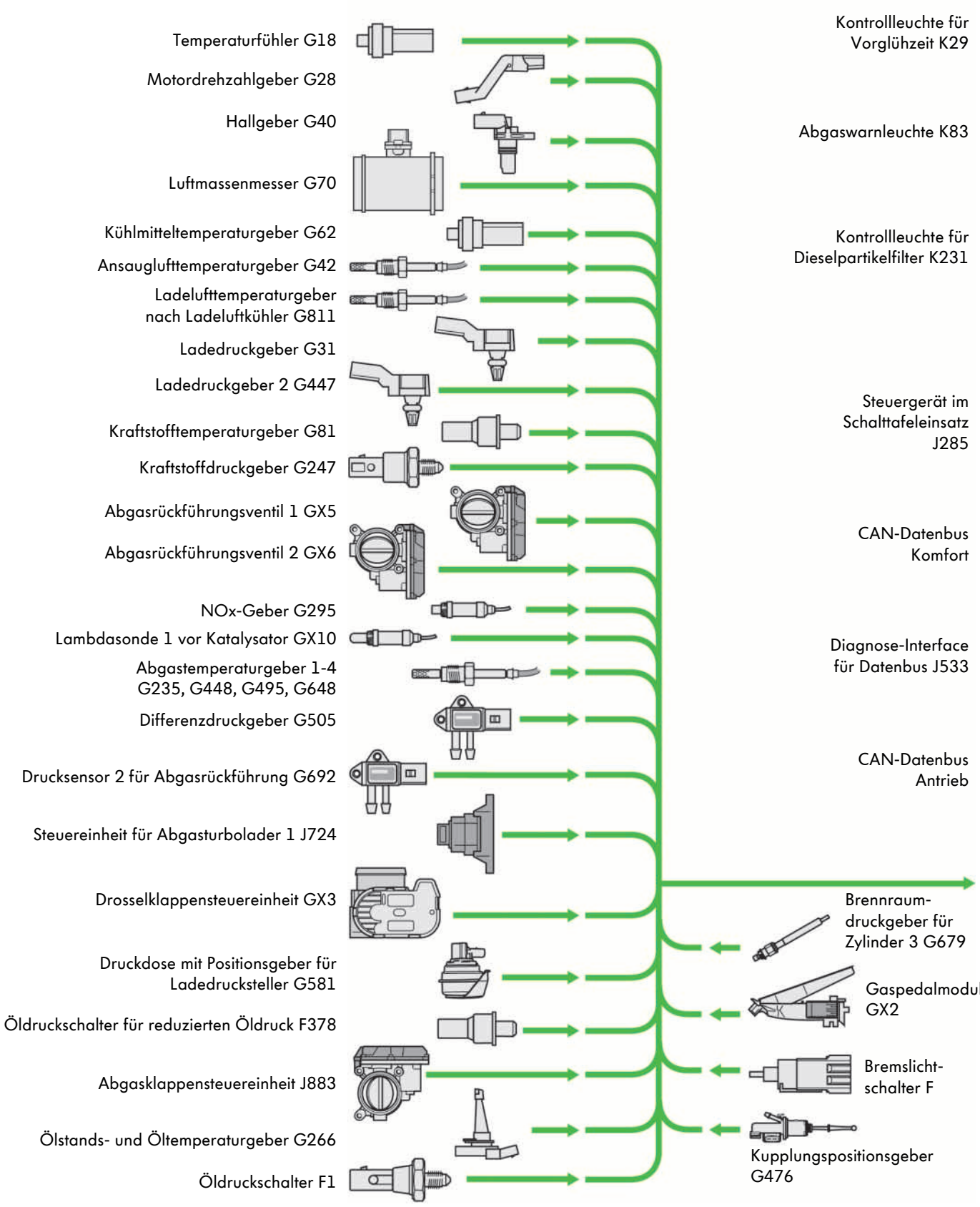
Legende

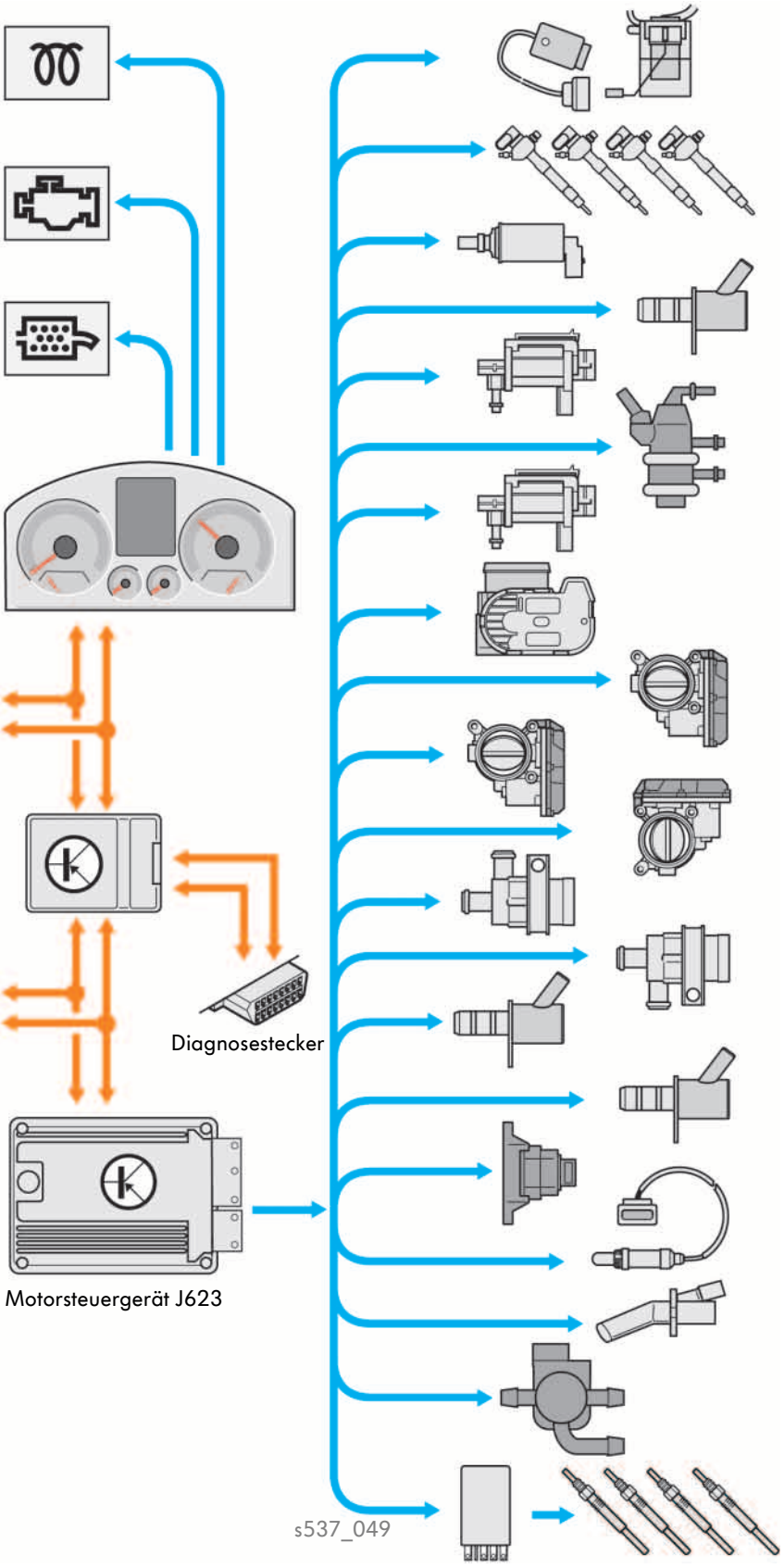
- Kraftstoffhochdruck bis zu 2500 bar
- Kraftstoffvorlaufdruck und Kraftstoffrücklaufdruck von den Einspritzventilen 4,0-6,0 bar
- Kraftstoffrücklaufdruck 0-1 bar
- Kraftstoffrücklaufdruck von den Einspritzventilen 11,0-17,0 bar

1 Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
2 Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6
3 Kraftstofffilter
4 Kraftstofftemperaturgeber G81
5 Hochdruckpumpe
6 Ventil für Kraftstoffdosierung N290
7 Regelventil für Kraftstoffdruck N276
8 Hochdruckspeicher (Rail)
9 Kraftstoffdruckgeber G247
10 Einspritzventile N30, N31, N32, N33
11 Druckhalteventil
12 Pulsationsdämpfer

Die Systemübersicht

Sensoren





Aktoren

Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
Kraftstoffördereinheit GX1

Einspritzventile für Zylinder 1-4
N30, N31, N32, N33

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Einspritzventil für Reduktionsmittel N474

Ventil für Turbinenumschaltung N529

Drosselklappensteuereinheit GX3

Abgasrückführungsventil 1 GX5

Abgasrückführungsventil 2 GX6

Abgasklappensteuereinheit J883

Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf V468

Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467

Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489

Ventil für Öldruckregelung N428

Steuereinheit für Abgasturbolader 1 J724

Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10

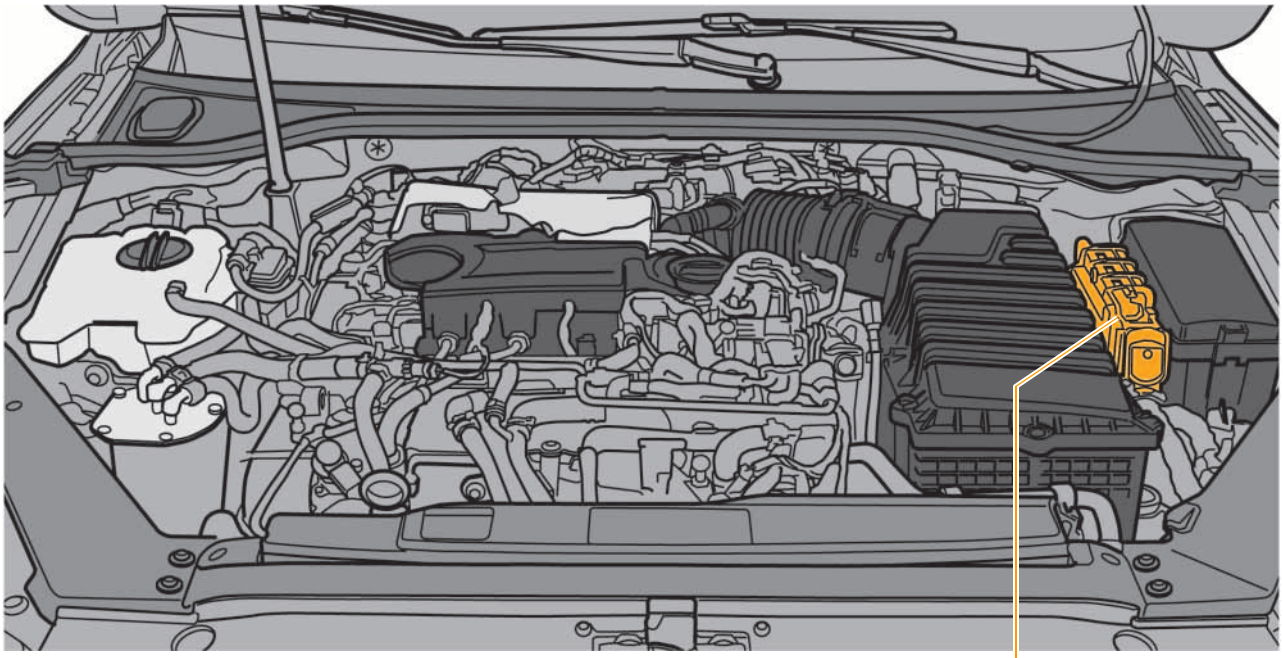
Heizwiderstand für Kurbelgehäuseentlüftung N79

Stellelement für Motortemperaturregelung N493

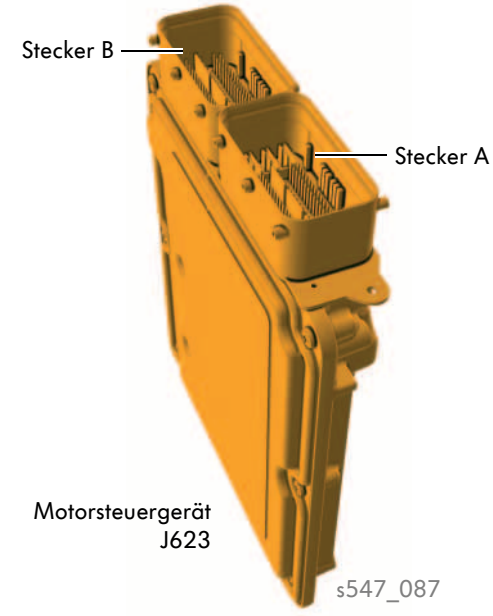
Steuergerät für Glühzeitautomatik J179
Glühkerzen 1-4 Q10, Q11, Q12, Q13

Das Motorsteuergerät

Die Motorsteuerung erfolgt durch das Motorsteuergerät mit der Bezeichnung EDC 17 (**E**lectronic **D**iesel **C**ontrol). Das Motorsteuergerät wird hergestellt von der Firma Bosch und besitzt aufgrund der zahlreichen Sensoren und Aktoren 196 Pins (Stecker A 91 Pins, Stecker B 105 Pins). Verbaut ist es links im Motorraum zwischen dem Luftfiltergehäuse und dem Sicherungshalter.



s547_068



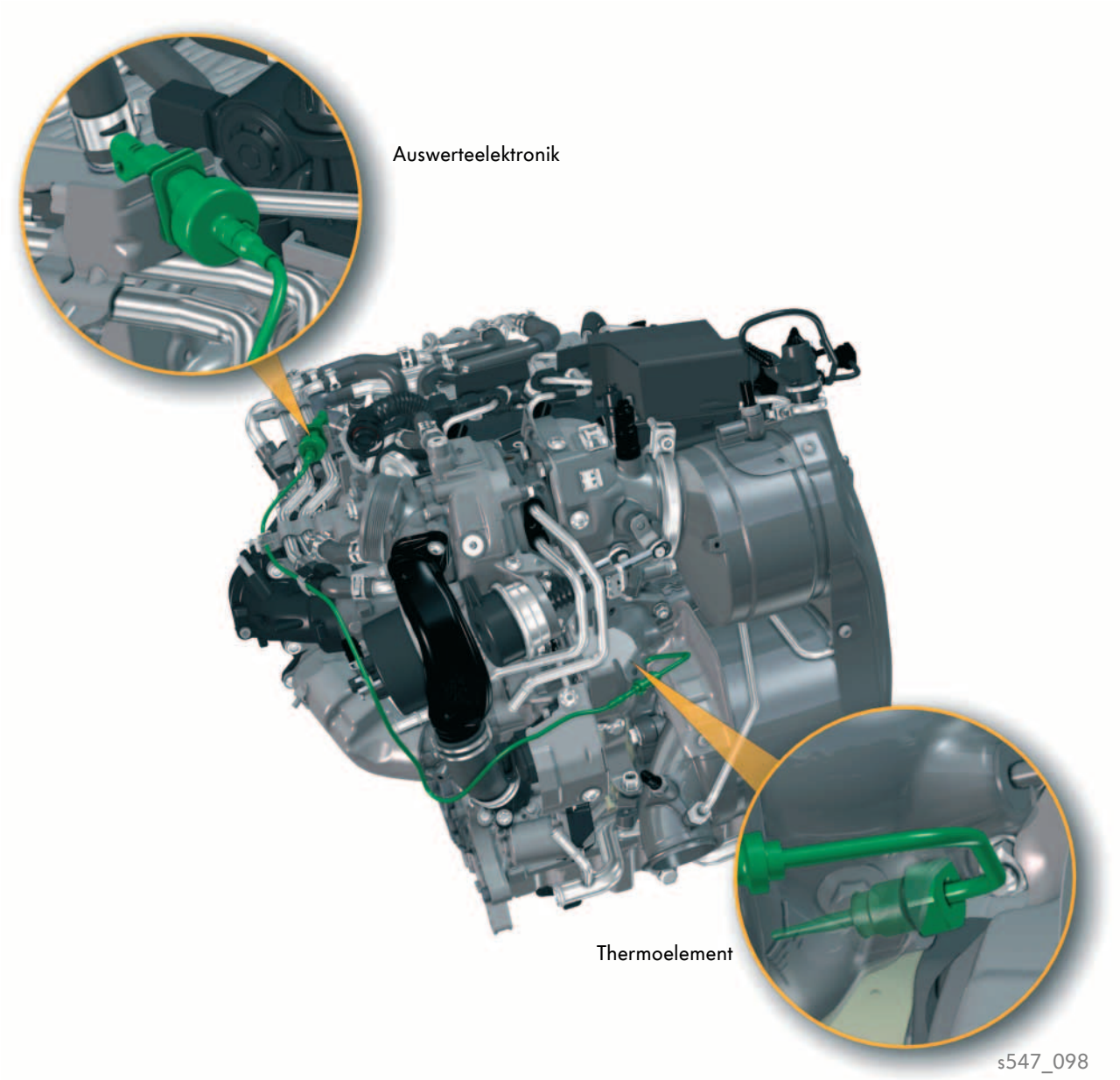
s547_087



Für das Messen am Motorsteuergerät J623 ist die Messbox VAS 6606 zu verwenden.

Der Abgastemperaturgeber 1 G235

Beim 2,0l-176kW-TDI-Biturbo-Motor setzt aufgrund von Abgastemperaturen über 800° Celsius eine neue Generation von Abgastemperaturgebern ein.
Der neue Abgastemperaturgeber 1 ist im Abgaskrümmer verschraubt und besteht aus einem Thermoelement und einer Auswerteelektronik.
Die Auswerteelektronik und das Thermoelement sind voneinander getrennt. Diese Maßnahme dient zum Bauteilschutz der Auswerteelektronik vor zu hohen Temperaturen.



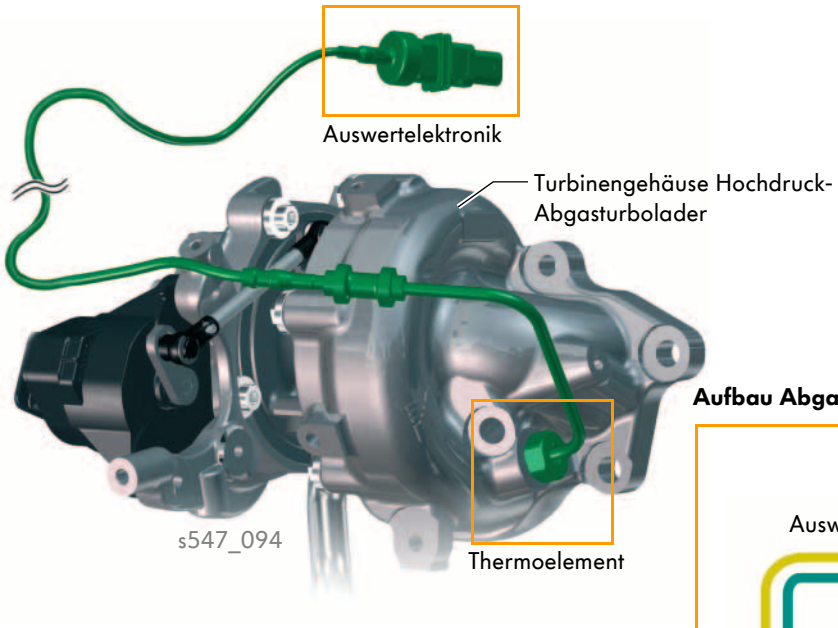
Aufbau und Funktion des Abgastemperaturgebers 1

Der im Abgaskrümmer verbaute Abgastemperaturgeber 1 ermittelt die Abgastemperatur vor der Turbine des Hochdruck-Abgasturboladers.
Steigt die Abgastemperatur vor der Turbine auf über 830 °Celsius an, wird die Leistung des Motors reduziert. Somit dient der Abgastemperaturgeber 1 als Bauteilschutz für den Abgasturbolader.
Er besteht aus einem Thermoelement und einer Auswerteelektronik. Das Thermoelement enthält zwei unterschiedliche, miteinander verbundene Metalle (Nickel und Nickelchrom).

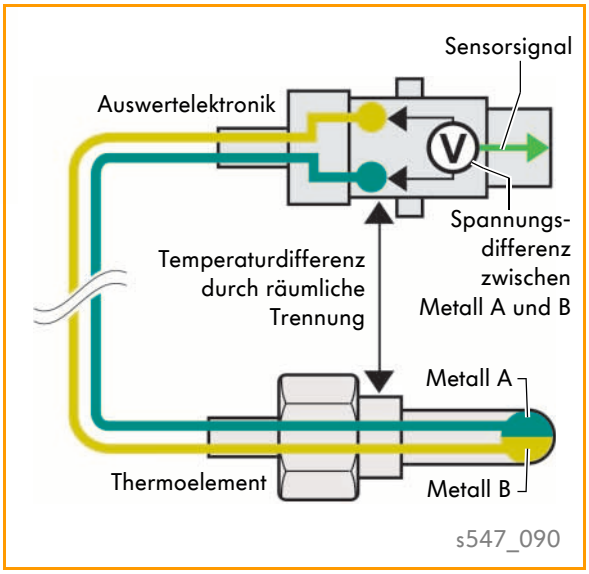
In einem Stromkreis aus zwei verschiedenen elektrischen Leiter-Materialien entsteht bei einer Temperaturdifferenz zwischen der Kontaktstelle (Metall A und B) und den Leiter-Enden (Auswerteelektronik) eine elektrische Spannung.

Die erzeugte Spannung bewegt sich im Millivolt-Bereich. Dieser Effekt wird in der Physik als Seebeck-Effekt bezeichnet. Die entstandene Spannung wird über die Nickel- und Nickelchromleitungen an die Auswerteelektronik gesendet. Die Auswerteelektronik wertet die Spannung aus und sendet die Temperatur in Form eines SENT-Signals (SENT= **S**ingle **E**dge **N**ibbel **T**ransmission) an das Motorsteuergerät. Da die Auswerteelektronik eine Spannungsversorgung benötigt, ist der Abgastemperaturgeber dreipolig.

Auswirkung bei Ausfall
Bei einem Ausfall des Abgastemperaturgebers 1 findet keine Dieselpartikelregeneration statt.

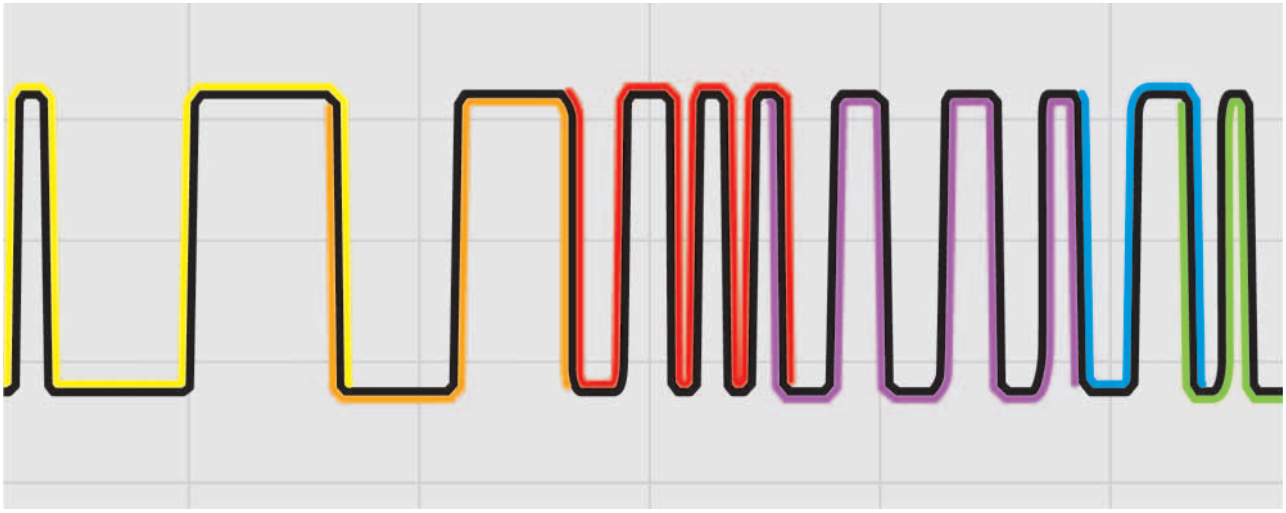


Aufbau Abgastemperaturgeber 1 G235



Aufbau des SENT-Protokolls beim Abgastemperaturgeber 1 G235

Signalbild des Abgastemperaturgebers 1 G235



s547_091

- Synchronisation
- Status
- Signal 1
- Signal 2
- Checksumme
- Pause

Synchronisation
Die Synchronisations-Sequenz teilt Informationen über den Sender mit. Es werden die Daten des Gebers gesendet und falls ein Fehler vorliegt, der vorhandene Fehler.

Status
Die Status-Sequenz teilt dem Steuergerät mit, dass Daten übermittelt werden.

Signal 1
Mit der Signal-1-Sequenz werden beim Abgastemperaturgeber 1 erweiterte Diagnosedaten bei einem Ereignisspeichereintrag übermittelt.
Im SENT-Protokoll können auch in der Signal-1-Sequenz Temperaturen, Drücke und Lagerückmeldungen übermittelt werden.

Signal 2
Mit der Signal-2-Sequenz wird beim Abgastemperaturgeber 1 die aktuelle Temperatur übermittelt. Im SENT-Protokoll können auch in der Signal-2-Sequenz Drücke, Lagerückmeldungen oder auch erweiterte Diagnosedaten übermittelt werden.

Checksumme
In der Checksummen-Sequenz werden die gesendeten Daten auf Plausibilität geprüft. Passt der Wert nicht, werden die gesendeten Daten vom Motorsteuergerät verworfen.

Pause
Die Pause trennt die Datenbotschaften voneinander. Die Pause ist in einem SENT-Protokoll optional enthalten.

Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10497/4 Klemmstück		zum Aus- und Einbau des Motors
VAS 6606 Trennbox/Messbox 198-pin		zur Diagnose am Motorsteuergerät
VAS 6931 Motorträger		zum Aus- und Einbau des Motors

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

1. Welcher Abgasturbolader übernimmt im zweistufigen Betrieb die Hauptverdichtung?

❒ a) Der Niederdruck-Abgasturbolader.

❒ b) Der Hochdruck-Abgasturbolader.

❒ c) Im zweistufigen Betrieb wird keine Ansaugluft verdichtet.

2. Welche Aufgabe hat die Turbinenbypassklappe?

❒ a) Die Turbinenbypassklappe hat die Aufgabe, den Ladedruck schnell abzubauen.

❒ b) Die Turbinenbypassklappe hat die Aufgabe, den Abgasmassenstrom auf die Turbinenräder des Hoch- und Niederdruck-Abgasturboladers zu verteilen.

❒ c) Die Turbinenbypassklappe hat die Aufgabe, die Ansaugluft auf das Verdichterrad des Niederdruck-Abgasturboladers zu leiten.

3. Welche Aufgabe hat die Wastegateklappe?

❒ a) Die Wastegateklappe hat die Aufgabe, den Ladedruck des Niederdruck-Abgasturboladers einzuregeln und diesen vor Überdrehzahl zu schützen.

❒ b) Die Wastegateklappe hat die Aufgabe, den ein-oder zweistufigen Betrieb des Abgasturbolader Systems zu regeln.

❒ c) Die Wastegateklappe hat die Aufgabe, den Hochdruck-Abgasturbolader vor Überdrehzahl zu schützen.

4. Wann ist das Verdichterbypassventil geöffnet?

❒ a) Bei einer hohen Motordrehzahl, wenn die Verdichtung nur durch den Niederdruck-Abgasturbolader erfolgt.

❒ b) Bei mittlerer Motordrehzahl, wenn die Hauptverdichtung vom Hochdruck-Abgasturbolader erfolgt.

❒ c) Bei niedriger Motordrehzahl, wenn die Hauptverdichtung vom Hochdruck-Abgasturbolader erfolgt.

Prüfen Sie Ihr Wissen

5. Womit wird die Temperatur am Abgastemperaturgeber 1 G235 ermittelt?

❒ a) Mit einem NTC-Widerstand.

❒ b) Mit einem PTC-Widerstand.

❒ c) Mit einem Thermoelement.

6. In welchem Kühlmittelkreislauf ist das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 verbaut?

❒ a) Im Niedertemperaturkreislauf.

❒ b) Im Mikrokreislauf.

❒ c) Im Hochtemperaturkreislauf.

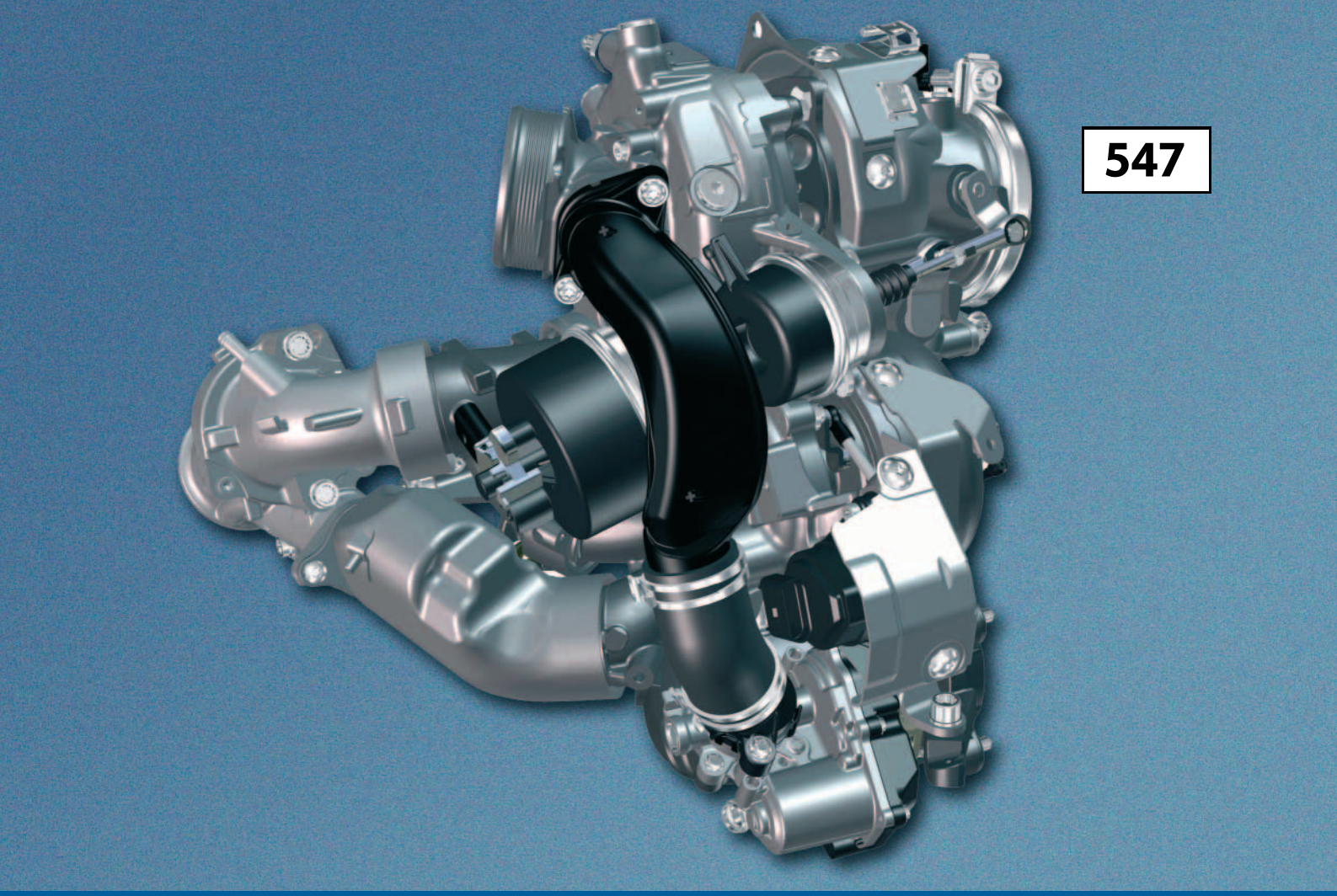
7. Welche Aufgabe hat das Stellelement für Motortemperaturregelung N493?

❒ a) Das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 wird nur zum Befüllen benötigt, damit die Luft im Kühlmittelkreislauf ausreichend vermischt wird.

❒ b) Das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 vermischt das Kühlmittel aus dem Mikrokreislauf mit dem Kühlmittel aus dem Hochtemperaturkreislauf.

❒ c) Die Kühlmitteltemperatur im Niedertemperaturkreislauf schnell und präzise einzuregeln.

Lösung:
1. b); 2. b); 3. a); 4. a); 5. c); 6. a); 7. c)



547

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2813.04.00 Technischer Stand 04/2015

Volkswagen AG
After Sales Qualifizierung
Service Training VSQ-2
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

❀ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.