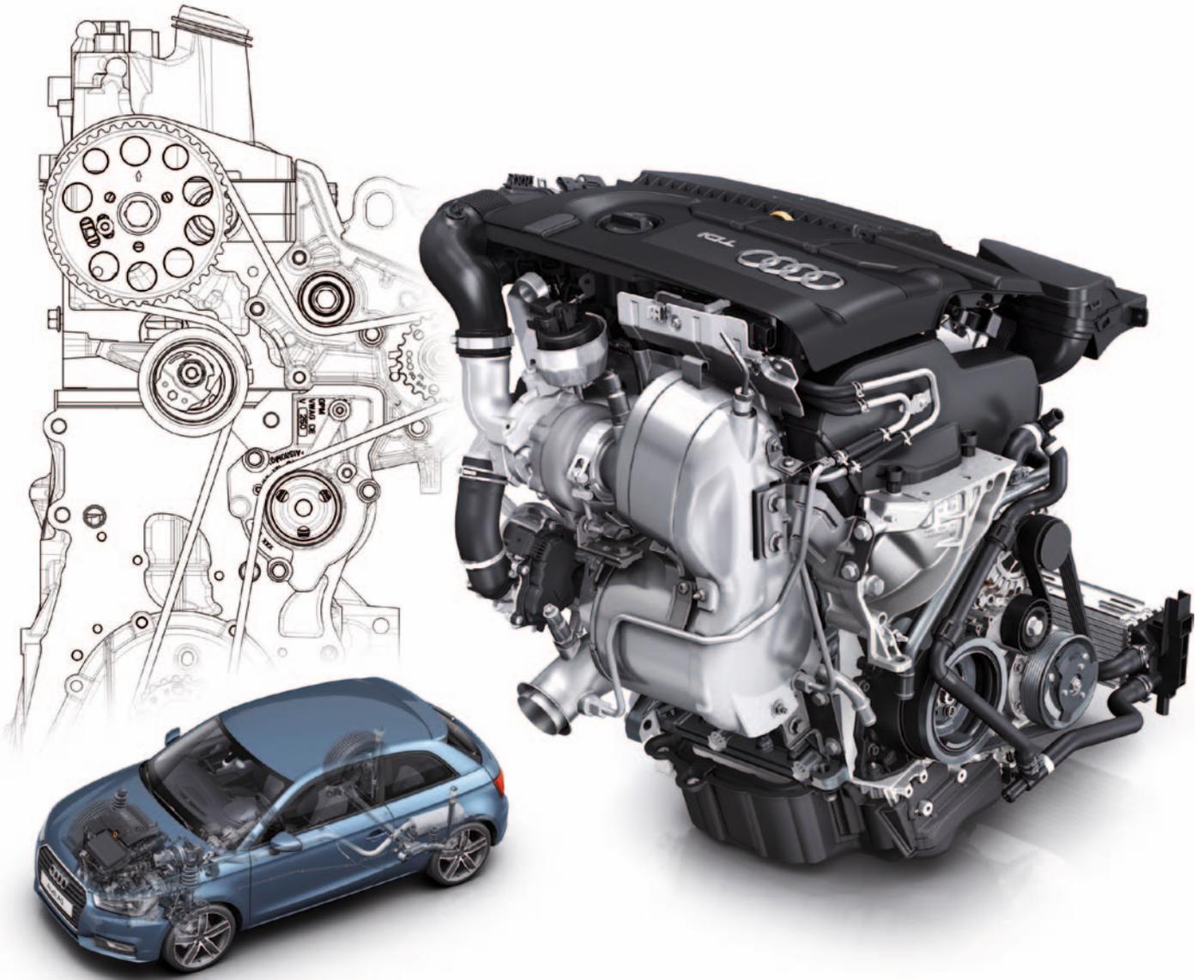


Audi 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor Baureihe EA288

Die neue modulare Generation von TDI®-Motoren schafft eine einheitliche Basis für Dieselmotoren der Baureihe EA288. Nach Einführung des MDB (Modularer Diesel Baukasten) mit der 4-Zylinder-Variante wird die Baureihe EA288 nun durch den neuen 3-Zylindermotor erweitert.

Dieser Motor mit 1,4 Litern Hubraum rundet die breite Palette der Diesellaggregate von Audi nach unten ab.

Einen Schwerpunkt der Entwicklungsaktivitäten stellte die CO₂-Reduzierung dar, überdies erfüllt der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor die Abgasnorm EU6.



640_002

Lernziele dieses Selbststudienprogramms:

Dieses Selbststudienprogramm beschreibt Konstruktion und Funktion des 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motors. Wenn Sie dieses Selbststudienprogramm durchgearbeitet haben, sind Sie in der Lage, folgende Fragen zu beantworten:

- ▶ Aus welchem Material bestehen die Zylinderlaufbuchsen?
- ▶ Welche Bauteile sind im Ausgleichswellenmodul integriert?
- ▶ Welche Einspritzventile werden verbaut?
- ▶ Wie hoch ist der Rücklaufdruck am Einspritzventil?

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Merkmale	4
Modulbauweise	5

Motormechanik

Zylinderblock	7
Kurbelwelle	8
Kolben und Pleuel	8
Ausgleichswellenmodul	9

Ölversorgung

Ölkreislauf	12
Ölpumpe	13

Zylinderkopf

Übersicht	14
Ventiltrieb	16
Kühlmittelkanäle	16
Nockenwellenmodul	17

Luftversorgung und Aufladung

Luftführung	18
Aufladung	19
Saugrohr mit Drallklappen	20
Abgasrückführung	21

Kühlsystem

Thermomanagement	25
Schaltbare Kühlmittelpumpe	25
Systemübersicht	26

Kraftstoffsystem

Systemübersicht	31
Kraftstofffördereinheit	32
Hochdruckpumpe	33
Einspritzventile	34

Motormanagement

Systemübersicht (Audi A1 Modelljahr 2015)	36
Abgasanlage	38

Anhang

Selbststudienprogramme	39
------------------------	----

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.



Hinweis



Verweis

Einleitung

Merkmale

- ▶ 3-Zylinder-Reihenmotor
- ▶ 4-Ventil-Technik, 2 oben liegende Nockenwellen (DOHC)
- ▶ Eine Einlass- und eine Auslassnockenwelle
- ▶ Zylinderblock in Aluminium-Druckguss ausgeführt
- ▶ Abgasturboaufladung mit indirekter Ladeluftkühlung und Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie (VTG)
- ▶ Zahnriemensteuertrieb
- ▶ Saugrohr mit Drallklappen
- ▶ Ausgleichswellenmodul mit Öl- und Unterdruckpumpe
- ▶ Zweikreis-Abgasrückführung bestehend aus Hoch- und Niederdruck-Abgasrückführung

Niederdruck-Abgasrückführung¹⁾

Abgasreinigungsmodul¹⁾

Zylinderkopf²⁾

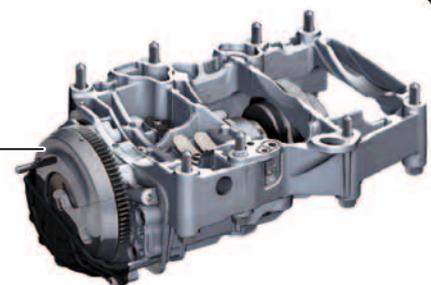
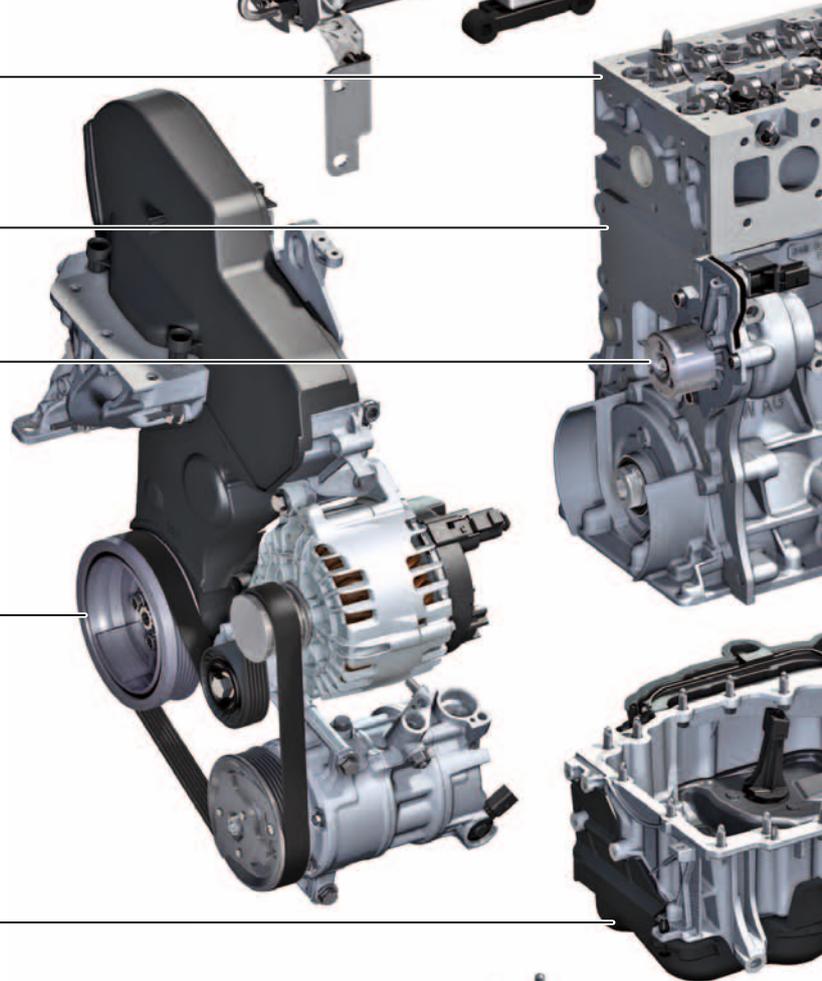
Zylinderblock²⁾

Schaltbare Kühlmittelpumpe¹⁾

Zahnriemen- und Nebetriebtrieb¹⁾

Ölwanne¹⁾

Ausgleichswellenmodul²⁾ mit Öl- und Unterdruckpumpe



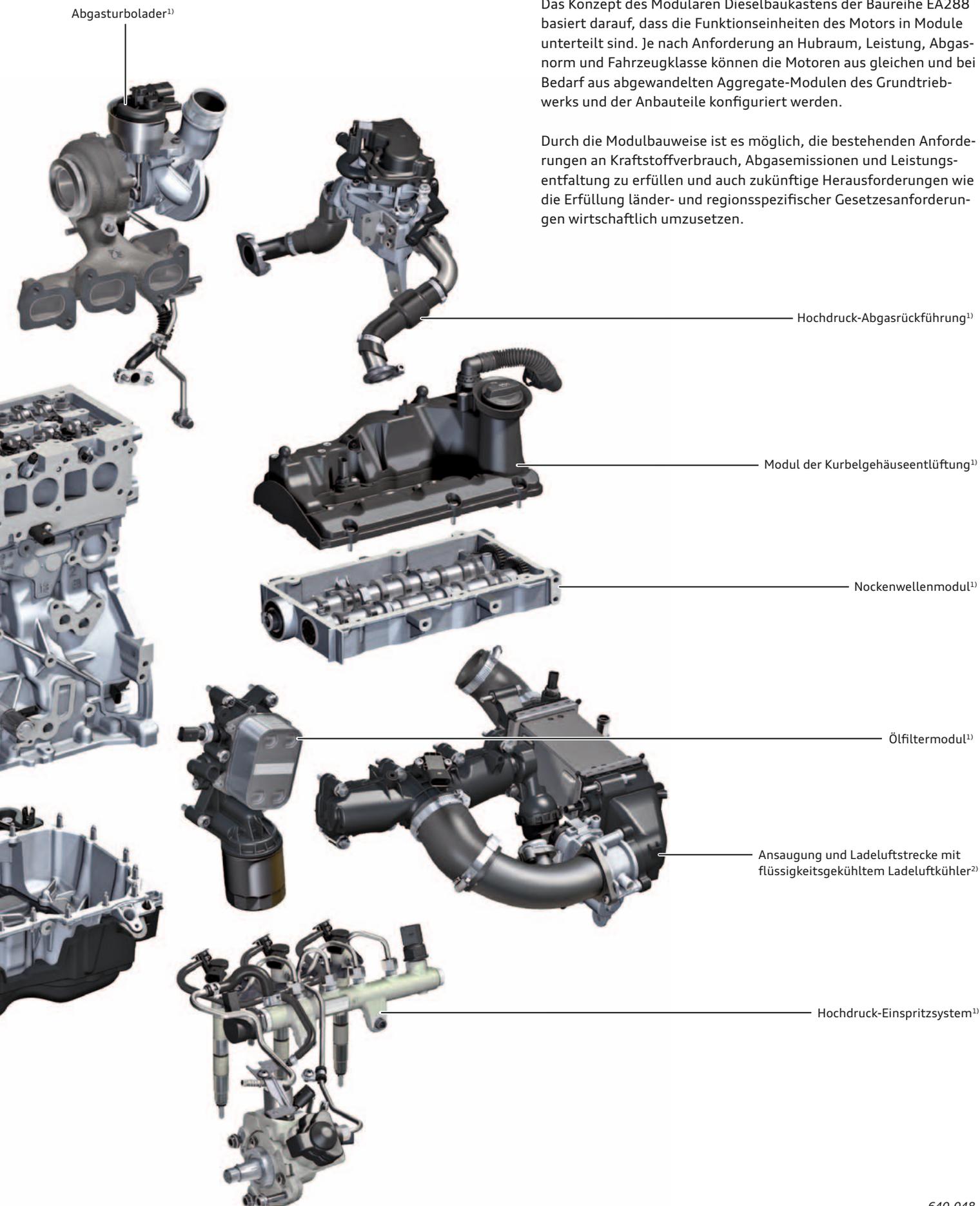
Verweis

Konstruktion und Funktion des Basismotors sind im Selbststudienprogramm 608 „Audi 1,6l- / 2,0l-4-Zylinder-TDI-Motoren“ beschrieben.

Modulbauweise

Das Konzept des Modularen Dieselbaukastens der Baureihe EA288 basiert darauf, dass die Funktionseinheiten des Motors in Module unterteilt sind. Je nach Anforderung an Hubraum, Leistung, Abgasnorm und Fahrzeugklasse können die Motoren aus gleichen und bei Bedarf aus abgewandelten Aggregate-Modulen des Grundtriebwerks und der Anbauteile konfiguriert werden.

Durch die Modulbauweise ist es möglich, die bestehenden Anforderungen an Kraftstoffverbrauch, Abgasemissionen und Leistungsentfaltung zu erfüllen und auch zukünftige Herausforderungen wie die Erfüllung länder- und regionspezifischer Gesetzesanforderungen wirtschaftlich umzusetzen.



¹⁾ Module mit Synergien zum bestehenden Dieselbaukasten

²⁾ Neu entwickelte Module

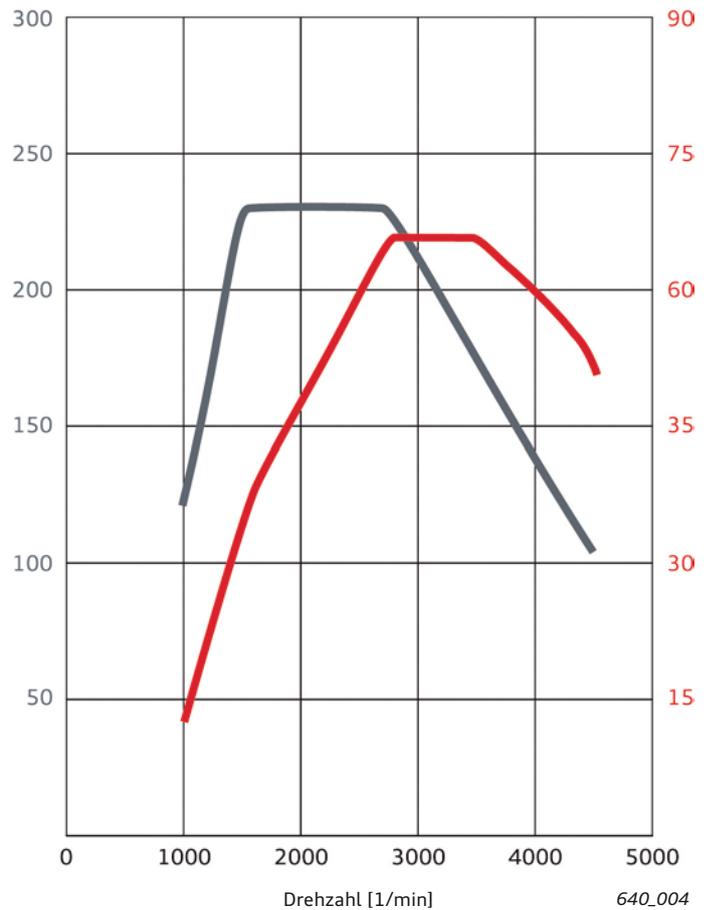
Technische Daten

Drehmoment-Leistungskurve

- Leistung in kW
- Drehmoment in Nm



640_051



640_004

Der Motorkennbuchstabe befindet sich in Fahrtrichtung vorn links, unterhalb des Zylinderkopfs auf dem überstehenden Rand des Zylinderblocks.

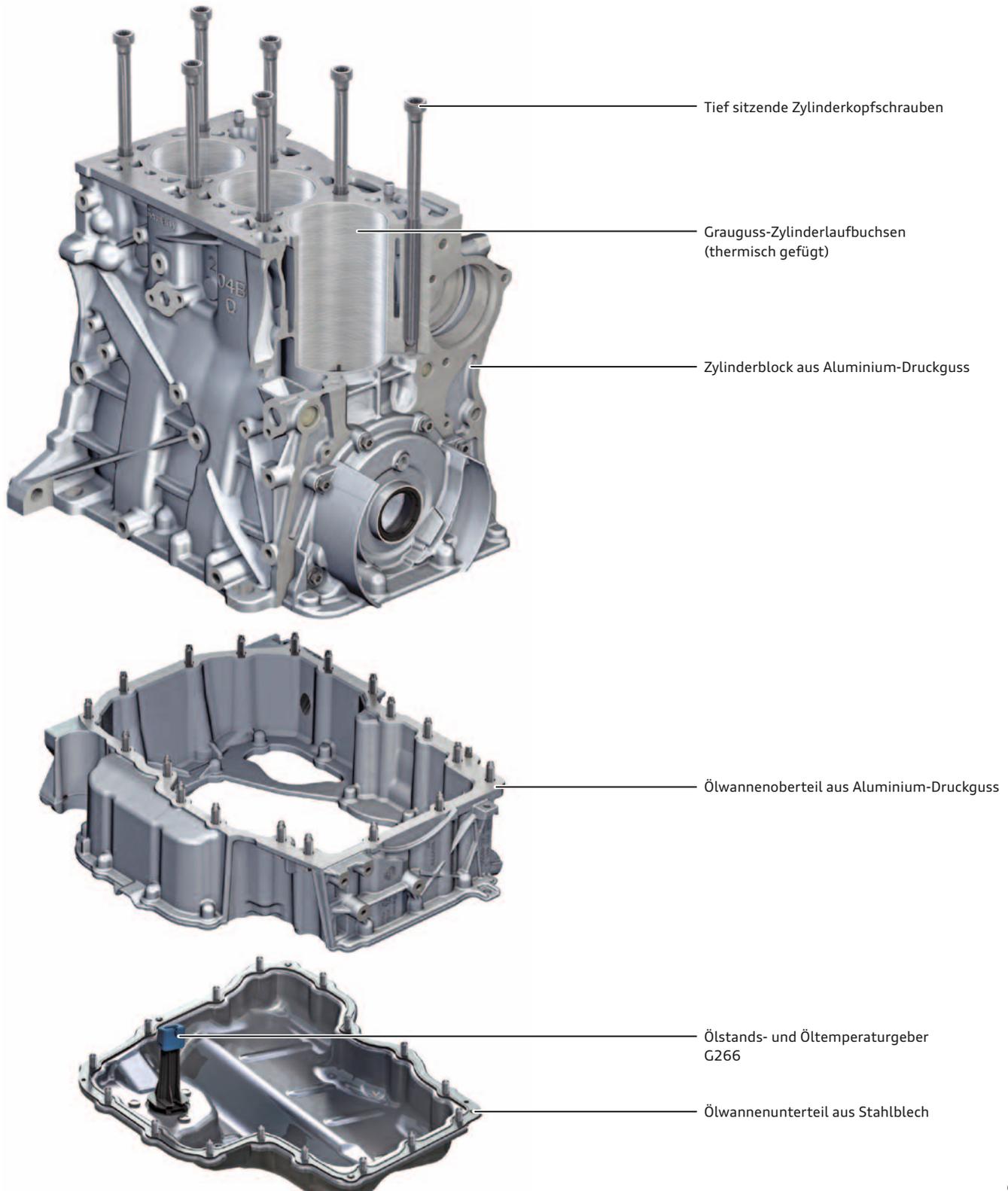
Merkmale	Technische Daten
Motorkennbuchstabe	CUSB
Bauart	3-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum in cm ³	1422
Hub in mm	95,5
Bohrung in mm	79,5
Anzahl der Ventile pro Zylinder	4
Zündfolge	1-2-3
Verdichtung	16,1 : 1
Leistung in kW bei 1/min	66 bei 2750 – 3500
Drehmoment in Nm bei 1/min	230 bei 1500 – 2500
Kraftstoff	Diesel nach EN 590
Aufladung	Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie
Abgasreinigung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter ▶ Abgasrückführung mit Hoch- und Niederdruckbereich
Abgasnorm	EU 6
CO ₂ -Emissionen in g/km	89 (kombiniert)

Motormechanik

Zylinderblock

Zur Gewichtsreduzierung wurde der Zylinderblock aus Aluminium-Druckguss (AlSi9Cu3) gefertigt. Allein durch die Werkstoffumstellung von Grauguss auf Aluminium konnte eine Gewichtsreduzierung erreicht werden. Als Zylinderlaufbuchse kommen thermisch gefügte Dünnwandbuchsen aus Grauguss (GJL 250) zum Einsatz. Dabei wird der Zylinderblock erwärmt, um sich ausdehnen zu können. Gleichzeitig werden die Zylinderlaufbuchsen stark abgekühlt, um sie zu schrumpfen.

Im Ergebnis ist der neue Motor 11 kg leichter als ein vergleichbarer Grauguss-3-Zylindermotor und sogar 27 kg leichter als der 1,6l-4-Zylinder-TDI-Motor. Das Prinzip der tiefsitzenden Zylinderkopfschrauben wurde von der Dieselmotoren-Baureihe EA288 übernommen. Die Kraftflussverteilung in der Struktur des Zylinderblocks und die Druckverteilung der Zylinderkopfdichtung werden dadurch verbessert.



Kurbelwelle

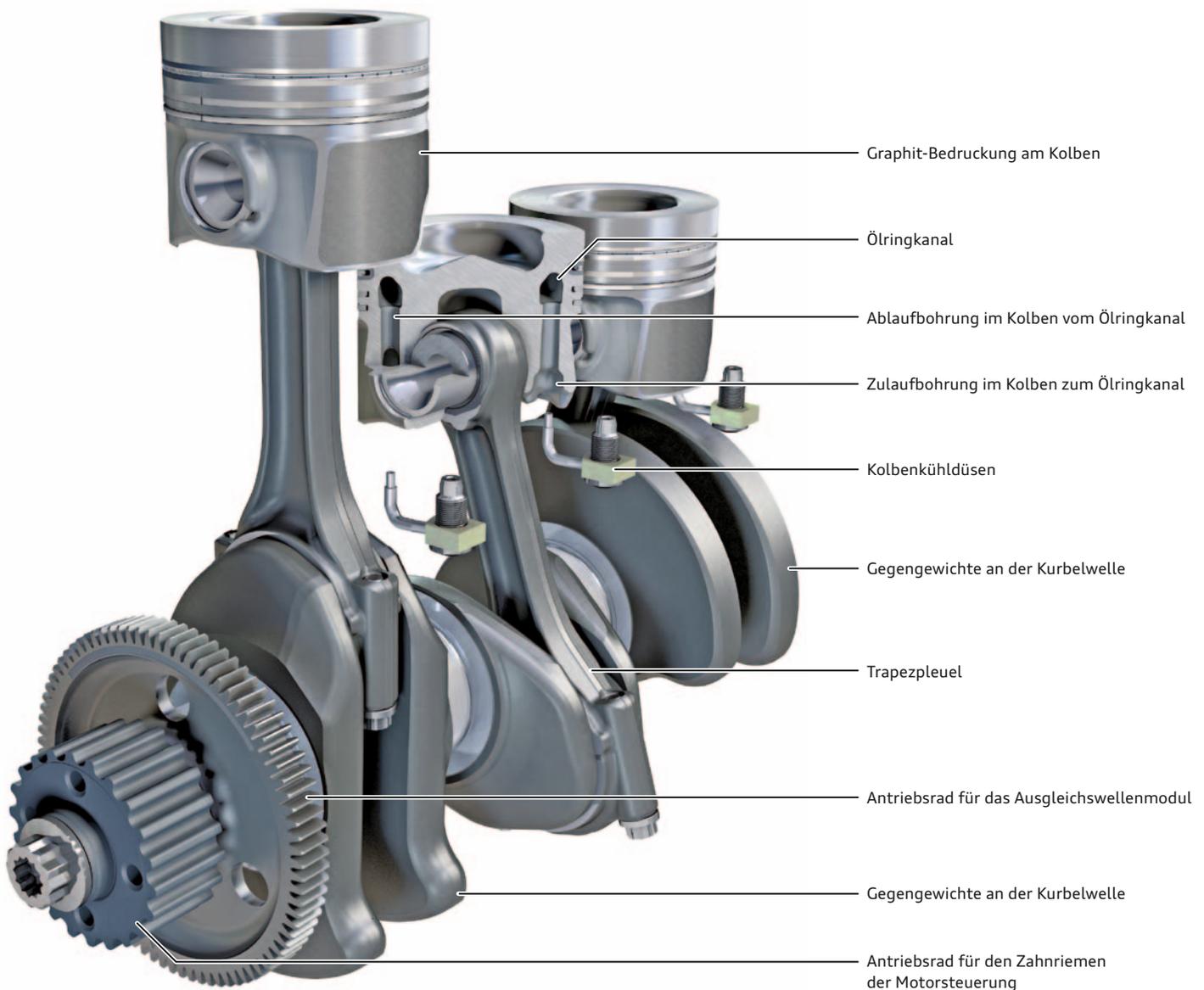
Die aus Stahl gefertigte Kurbelwelle ist 4-fach gelagert und besitzt 2 Gegengewichte zum Ausgleich der rotierenden Massenkräfte.

Zusätzlich wurde auf die Kurbelwelle an der Zahnriemensseite das Antriebszahnrad für den Antrieb des Ausgleichswellenmoduls aufgeschraubt.

Kolben und Pleuel

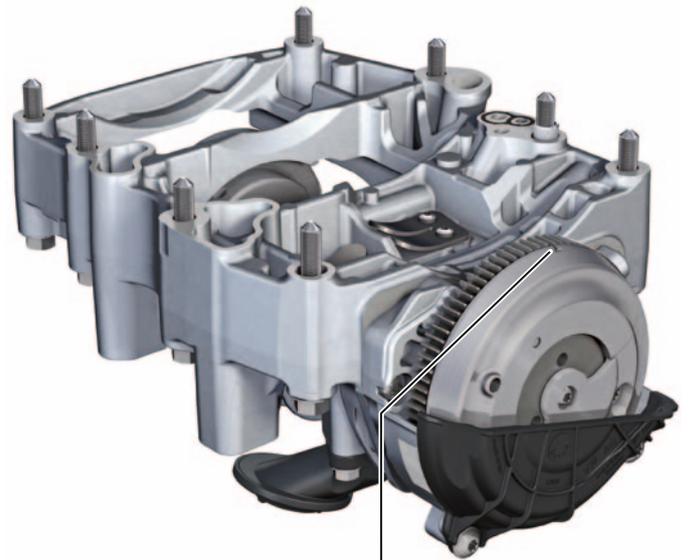
Die eingesetzten Kolben bestehen aus Aluminium. Sie besitzen einen Ölringkanal in der thermisch hochbelasteten Ringzone des Feuerstegs. Hier wird, während sich der Kolben in der UT-Stellung befindet, über eine Zulaufbohrung frisches, gekühltes Motoröl direkt in den Kolben eingespritzt.

Gleichzeitig schiebt das frische Öl das aufgeheizte Öl aus dem Ringkanal zurück in die Ölwanne. Zur Reduzierung der Reibung werden die Pleuel auf der zum Kippmoment gelegenen Seite mit Graphit bedruckt. Die Pleuel sind über geackerte Trapezpleuel an die Kurbelwelle angebunden.



Ausgleichswellenmodul

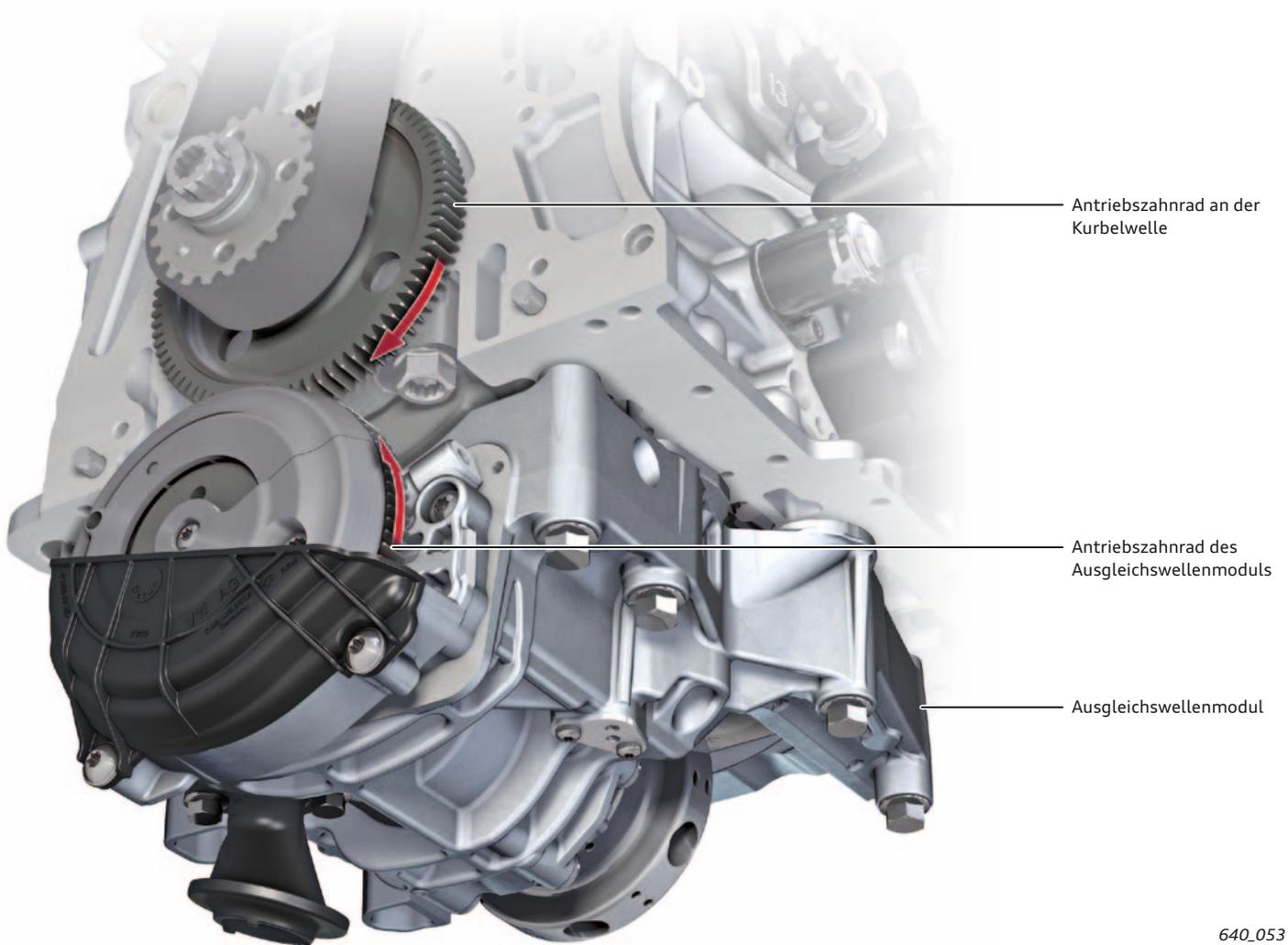
Zum Ausgleich der freien Massenmomente wird eine mit Motordrehzahl gegen die Kurbelwellendrehrichtung rotierende Ausgleichswelle verbaut.
Das Ausgleichswellenmodul ist direkt im Ölbad der Ölwanne am Zylinderblock verschraubt. Der Antrieb der Ausgleichswelle erfolgt über das Antriebsrad der Kurbelwelle.



Markierung zur Positionierung
zur Kurbelwelle

640_050

Antrieb



Antriebszahnrad an der
Kurbelwelle

Antriebszahnrad des
Ausgleichswellenmoduls

Ausgleichswellenmodul

640_053



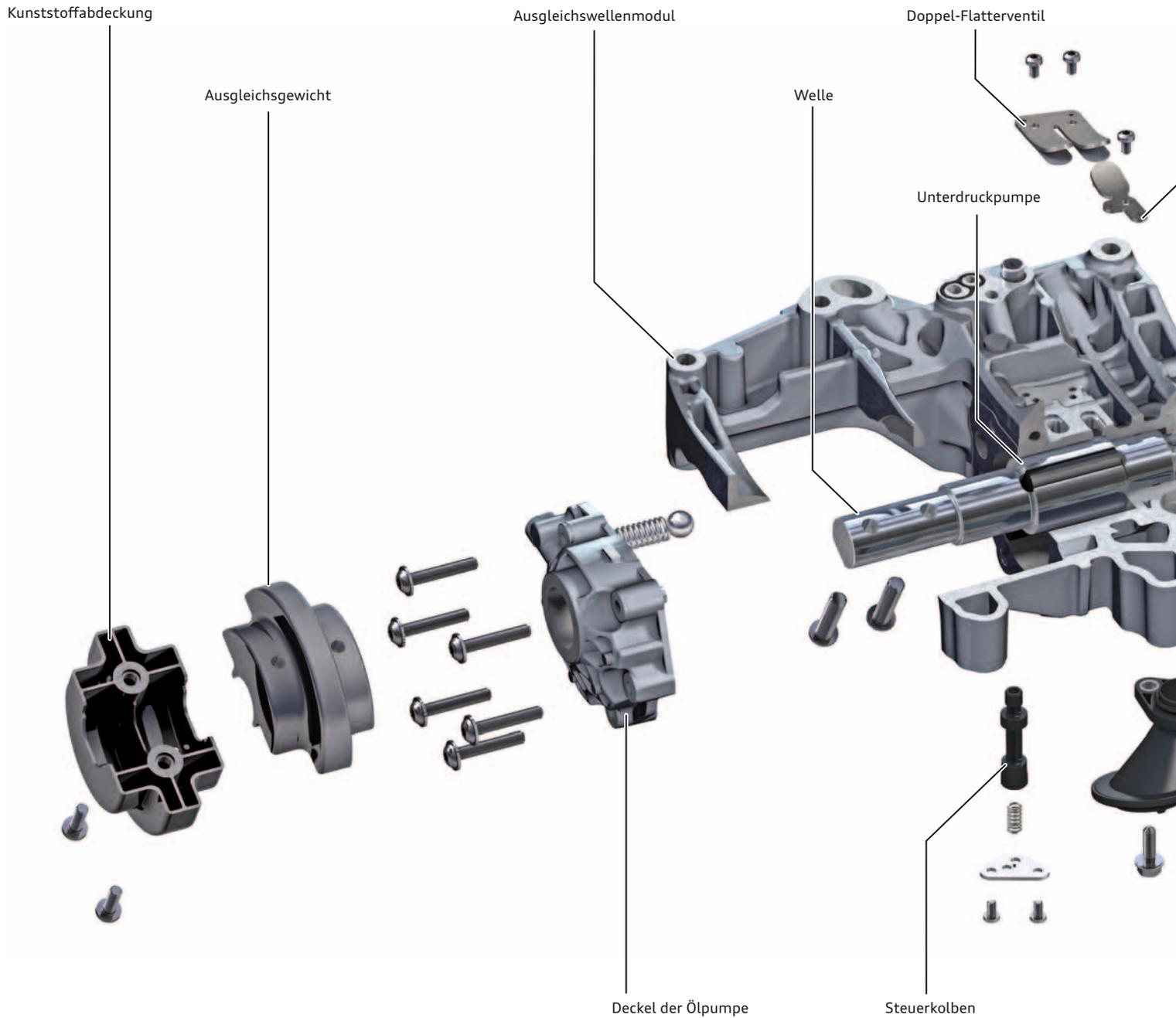
Hinweis

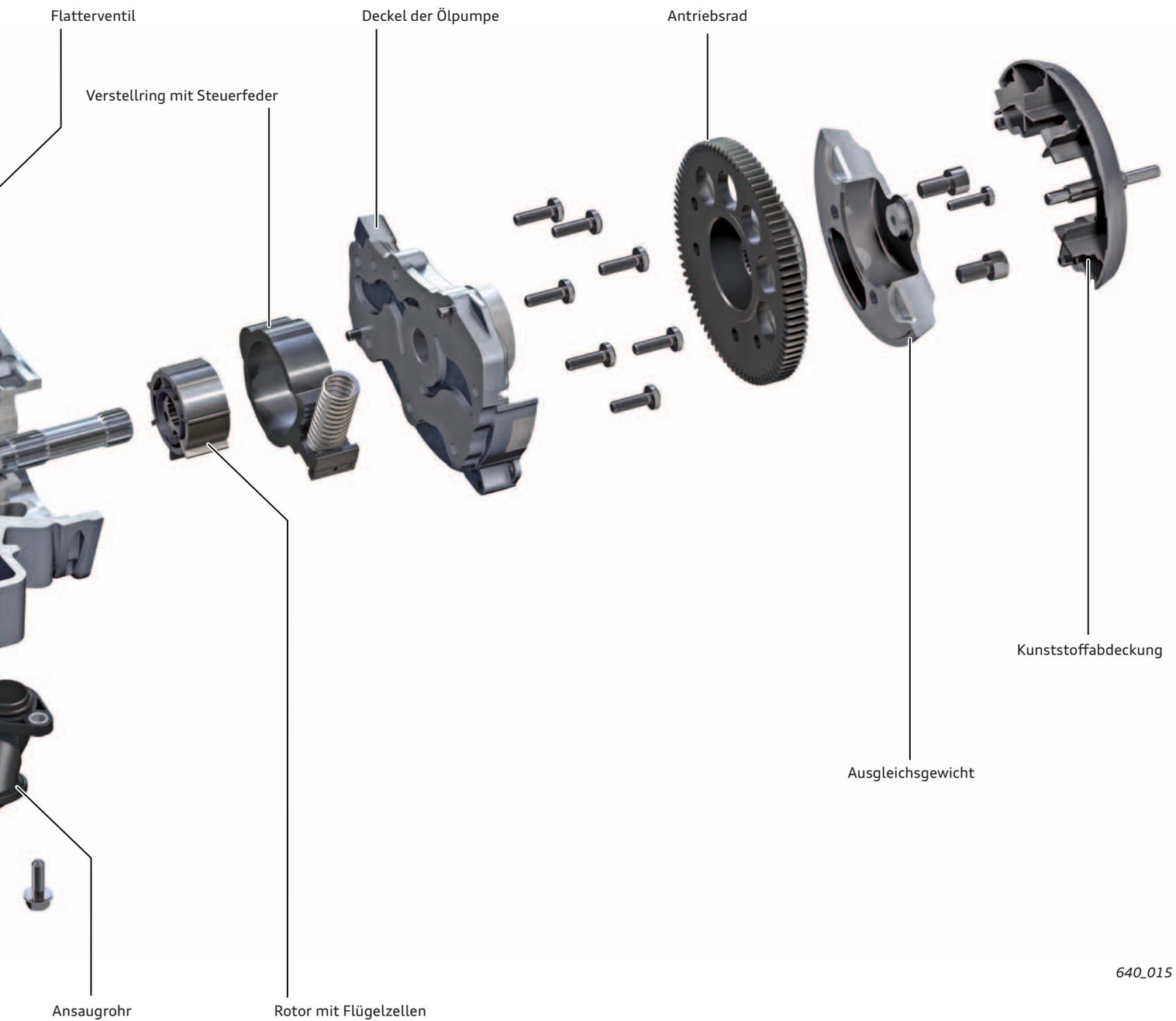
Das Antriebszahnrad des Ausgleichswellenmoduls ist mit einer Polymerbeschichtung versehen, über die das Zahnflankenspiel eingestellt wird. Mit zunehmender Laufzeit nutzt sich die Beschichtung ab. Ein Einstellen des Zahnflankenspiels ist ohne Beschichtung dann nicht mehr möglich. Deshalb muss das Ausgleichswellenmodul nach dem Ausbau ersetzt werden.

Aufbau

Aus Platzgründen und um die Reibleistung gering zu halten, ist eine Ausgleichswelle mit integrierter Ölpumpe und Unterdruckpumpe verbaut.

Die Ausgleichsgewichte haben jeweils eine Kunststoffabdeckung auf der gegenüberliegenden Seite verbaut, durch die ein Aufschäumen des Motoröls verhindert wird.





Unterdruckpumpe

Die Unterdruckpumpe saugt über eine Unterdruckleitung und Kanäle des Zylinderblocks die Luft aus dem Bremskraftverstärker. Die abgesaugte Luft wird über Flatterventile in das Innere des Zylinderblocks geleitet und belüftet dessen Innenraum.

Anschließend wird diese Luft als Blow-by-Gas über die Motorentlüftung der Verbrennung zugeführt. Durch ein Doppel-Flatterventil wird ein ausreichend großer Querschnitt zum Ausschleusen des Öls im Unterdruckpumpenraum realisiert. So werden die Antriebsmomente auch bei niedrigen Temperaturen gering gehalten.

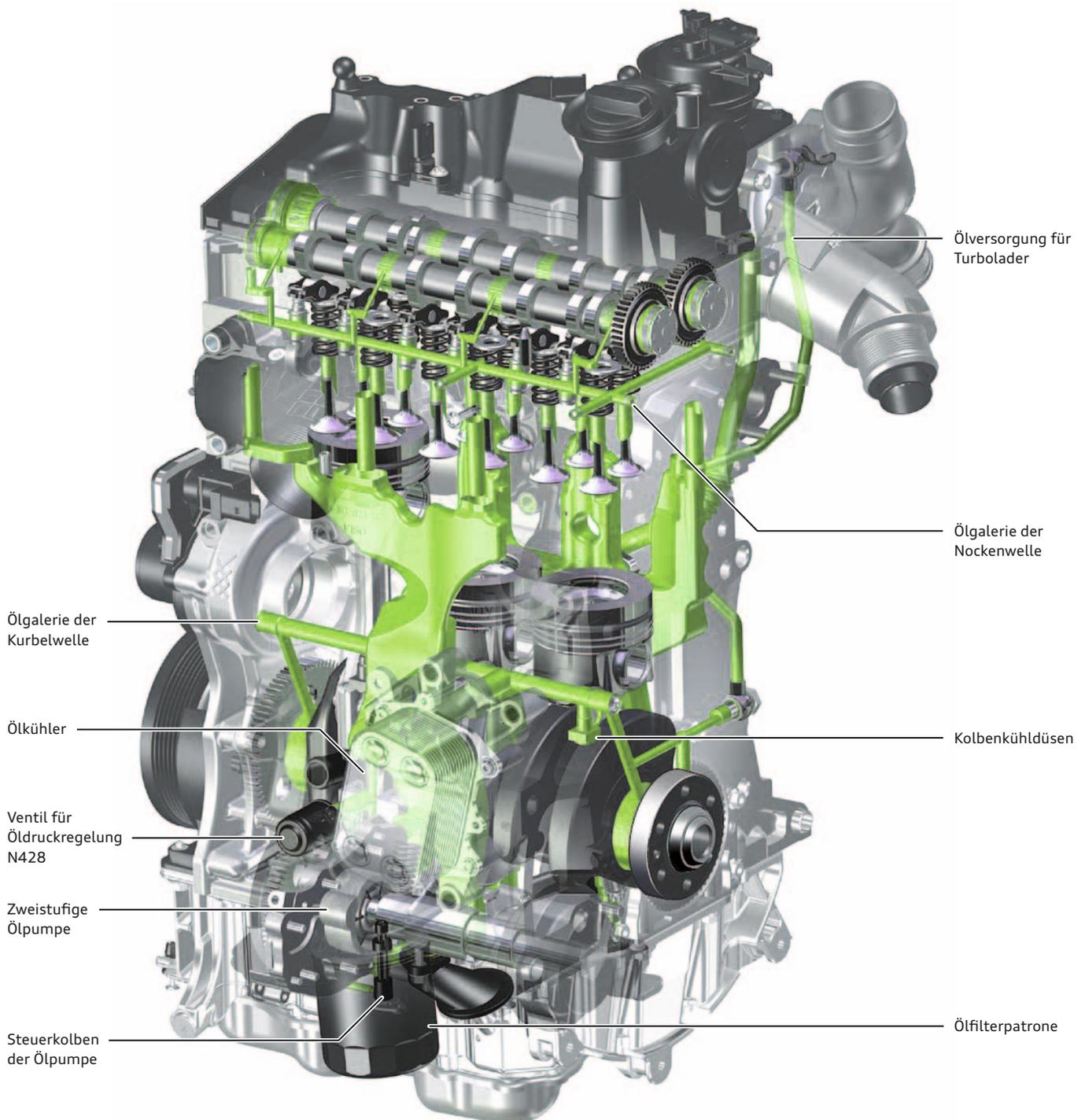
640_015

Ölversorgung

Ölkreislauf

Über die im Ausgleichswellenmodul integrierte Ölpumpe wird der Motor mit den Bauteilen der Kurbelwelle, dem Zylinderkopf und dem Abgasturbolader mit der richtigen Ölmenge und dem notwendigen Öldruck versorgt.

Die Ölpumpe ist geregelt und wird in 2 festgelegten Stufen betrieben.



Ölpumpe

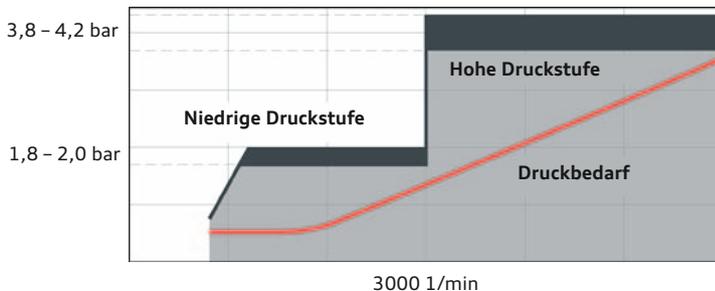
Die Pumpe ist eine Flügelzellenpumpe mit exzentrisch gelagertem Verstellring. Um die notwendige Antriebsleistung der Ölpumpe zu verringern, verfügt sie über eine Volumenstromregelung. Die Fördercharakteristik kann über einen drehbar gelagerten Verstellring verändert werden.

Dieser kann über eine Steuerfläche mit Öldruck beaufschlagt und gegen die Kraft der Steuerfeder geschwenkt werden. Ein speziell geformtes Ansaugrohr sorgt dafür, dass das Motoröl aus der Ölwanne, selbst bei starker Querbeschleunigung des Fahrzeugs, sicher angesaugt wird.

Öldruckregelung

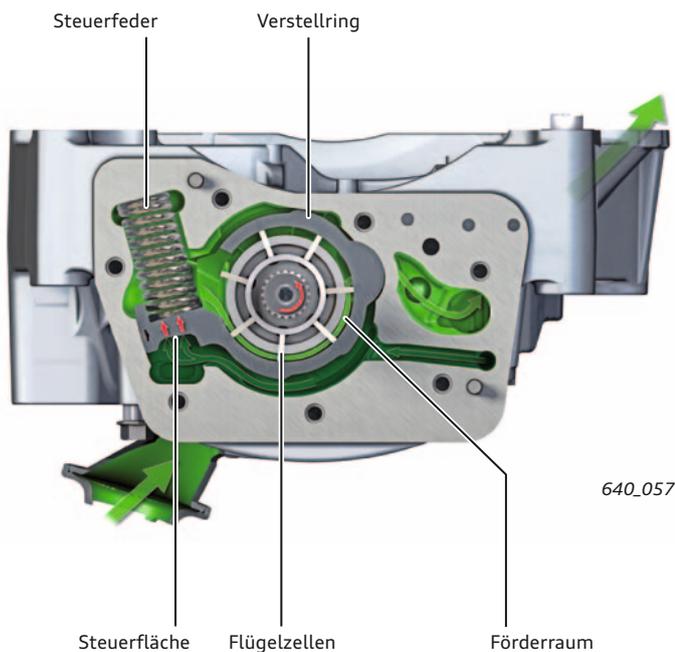
Die Ölpumpe arbeitet in 2 Druckstufen, die in Abhängigkeit der Motordrehzahl geschaltet werden:

- ▶ **Niedrige Druckstufe:** Öldruck 1,8 – 2,0 bar
- ▶ **Hohe Druckstufe:** Öldruck 3,8 – 4,2 bar



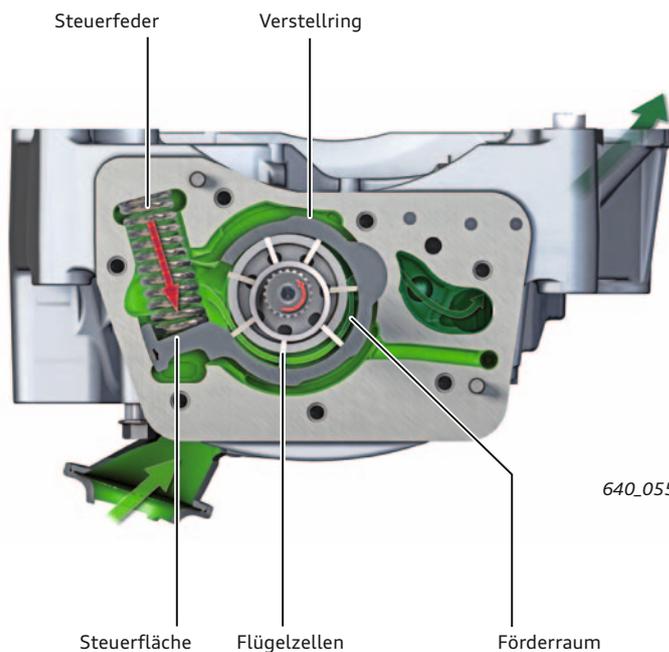
640_019

Kleine Fördermenge



640_057

Große Fördermenge



640_055

Im unteren Drehzahlbereich wird das unter Spannung (Kl. 15) stehende Ventil für Öldruckregelung N428 durch das Motorsteuergerät mit Masse beaufschlagt und gibt den geschalteten Ölkanal auf den Steuerkolben frei. Der Öldruck wirkt auf die Steuerfläche. Die daraus resultierende Kraft ist größer als die der Steuerfeder und schwenkt den Verstellring gegen den Uhrzeigersinn in das Zentrum der Flügelzellenpumpe, was den Förderraum zwischen den Flügelzellen verkleinert.

Das untere Druckniveau wird in Abhängigkeit von Motorlast, Motordrehzahl, Öltemperatur und weiteren Betriebsparametern geschaltet, womit die Antriebsleistung der Ölpumpe reduziert wird.

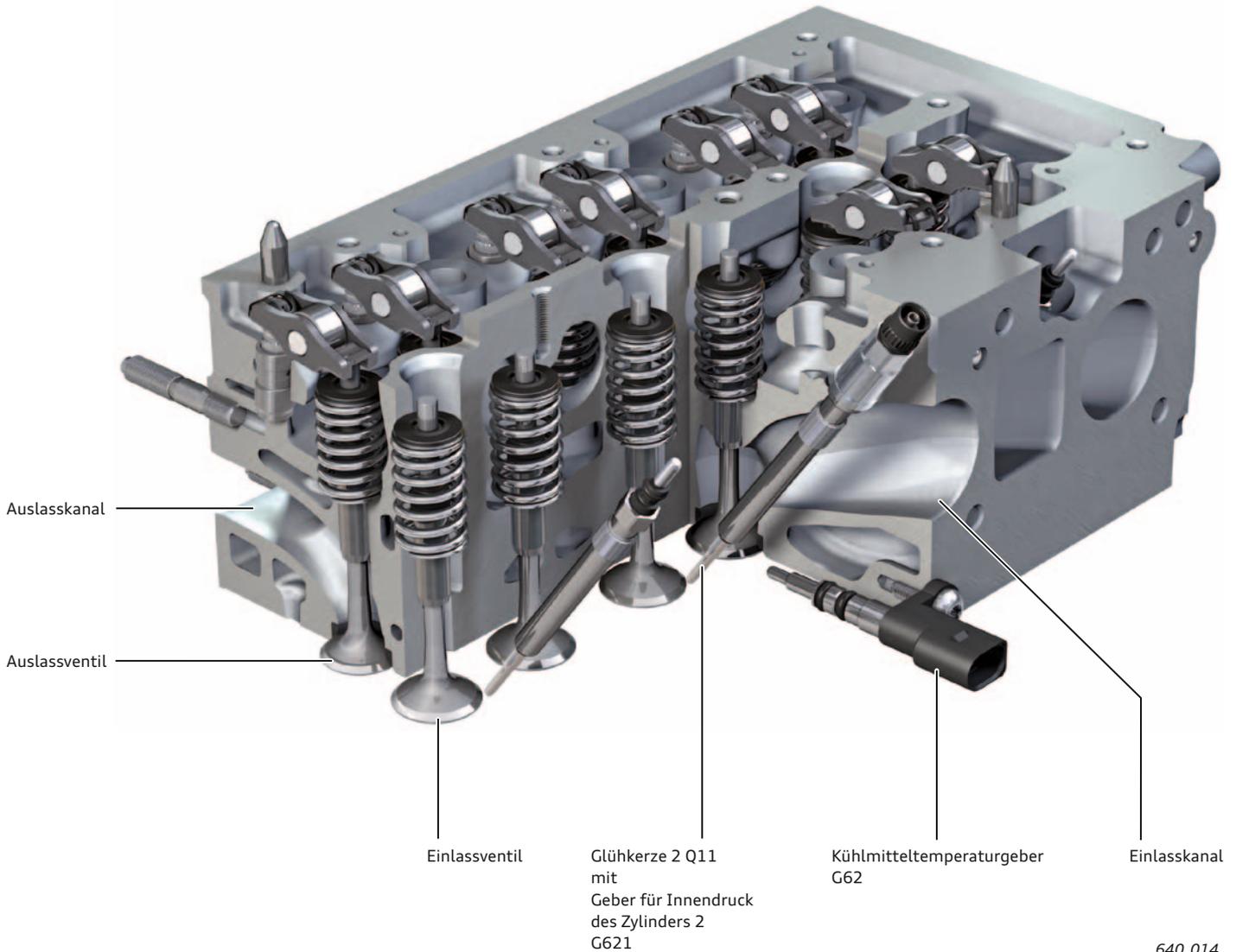
Im oberen Drehzahlbereich oder bei hoher Last (Vollast-Beschleunigung) wird das Ventil für Öldruckregelung N428 durch das Motorsteuergerät J623 vom Masseanschluss getrennt, so dass der geschaltete Ölkanal entlüftet wird. Der Verstellring schwenkt nun aus der Mittelposition und vergrößert den Förderraum zwischen den einzelnen Flügelzellen. Durch die Vergrößerung der Räume zwischen den Flügelzellen wird mehr Öl gefördert.

Dem höheren Ölstrom tritt durch die Ölbohrungen und das Lagerspiel der Kurbelwelle ein Widerstand entgegen, welcher den Öldruck ansteigen lässt. Somit konnte eine volumenstromgeregelte Ölpumpe mit 2 Druckstufen realisiert werden.

Zylinderkopf

Übersicht

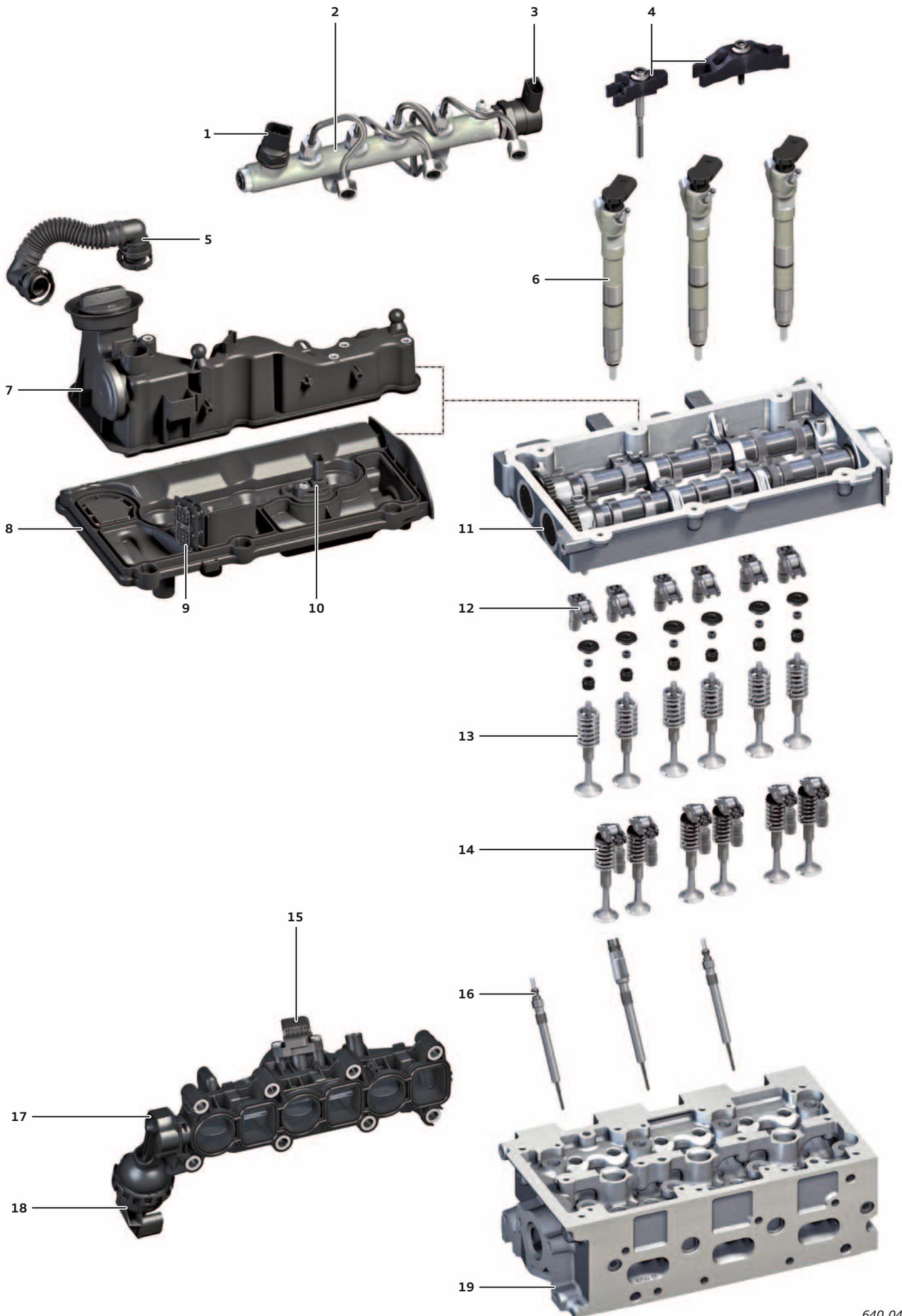
Der Zylinderkopf des 3-Zylinder-TDI-Motors wird aus Aluminium gefertigt und basiert in seinen Grundzügen auf dem der Motoren-Baureihe EA288.



Legende zur Abbildung auf Seite 15:

- | | | | |
|----|---|----|---------------------------------------|
| 1 | Kraftstoffdruckgeber G247 | 11 | Nockenwellenmodul |
| 2 | Kraftstoff-Hochdruckspeicher | 12 | Rollenschlepphebel (Einlassseite) |
| 3 | Regelventil für Kraftstoffdruck N276 | 13 | Einlassventile |
| 4 | Spannpratzen | 14 | Auslassventile |
| 5 | Schlauch der Kurbelgehäuseentlüftung | 15 | Ladedruckgeber G31 |
| 6 | Einspritzventile | 16 | Glühkerzen Q10, Q11, Q12 |
| 7 | Modul der Kurbelgehäuseentlüftung | 17 | Saugrohr mit Drallklappen |
| 8 | Zylinderkopfhaube | 18 | Geber für Schaltsaugrohrposition G513 |
| 9 | Feinölabscheider der Kurbelgehäuseentlüftung (Swirls) | 19 | Zylinderkopf |
| 10 | Hallgeber G40 | | |

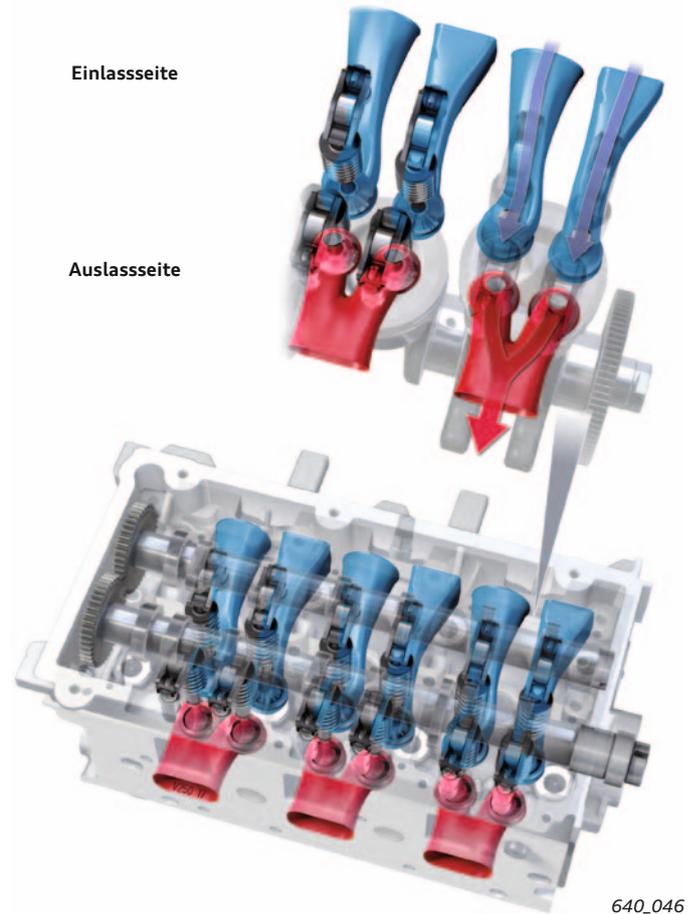
Bauteile



Ventiltrieb

Die Ventiltriebskomponenten wurden unverändert übernommen. Im Vergleich zu den 4-Zylinder-Motoren der Baureihe EA288 besitzt der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor jedoch keinen gedrehten Ventilstern. Hier kommt ein Ventilstern mit symmetrischer Anordnung zum Einsatz, bei dem sich die Einlassventile auf der Einlassseite und die Auslassventile auf der Auslassseite befinden.

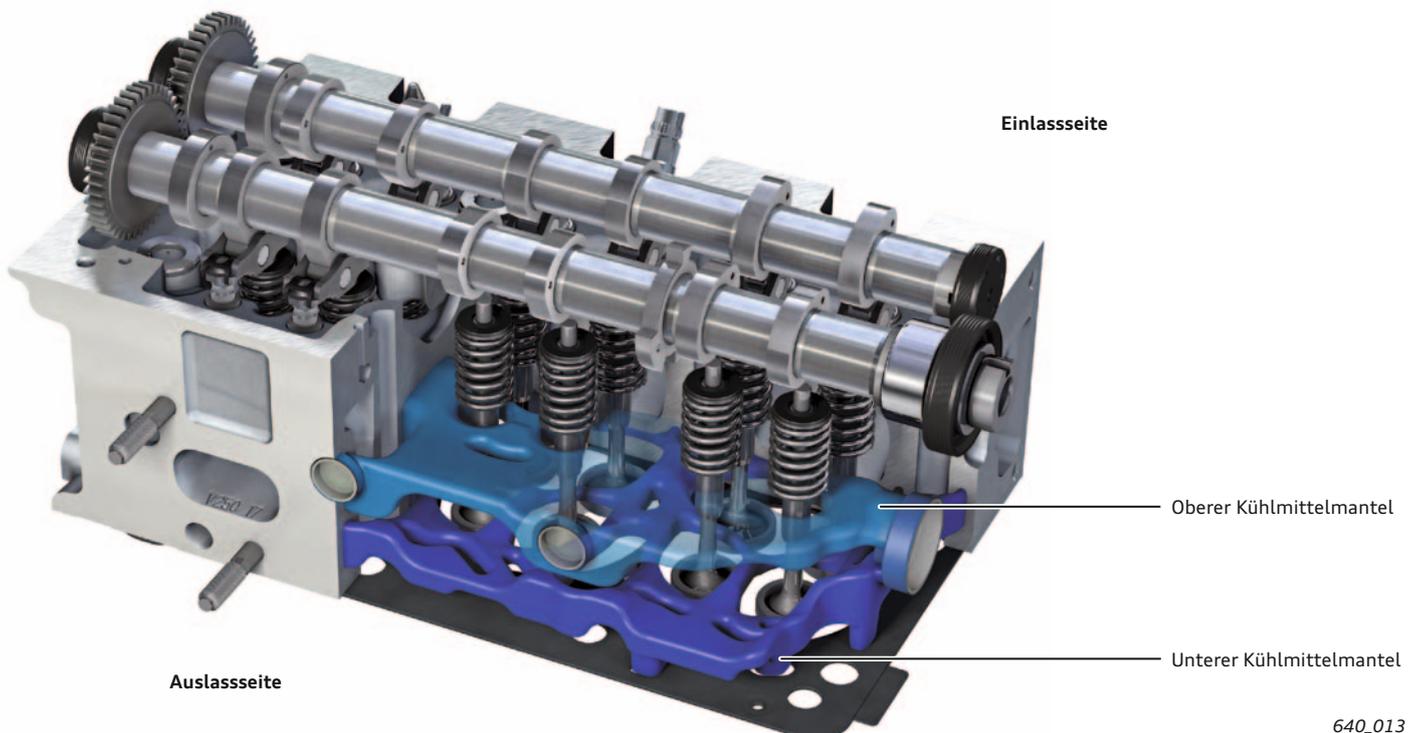
Durch den Aufbau der parallel angeordneten Ventile und einem druckverlustoptimierten Einlasskanal wird eine gute Füllung erzielt. Mithilfe eines Schaltsaugrohrs und einer Sitzdrallphase am Einlasskanal konnte eine optimale Drallwirkung im Brennraum erzielt werden.



Kühlmittelkanäle

Zur Erhöhung der Wärmeabfuhr im brennraumnahen Bereich wurde der Kühlmittelmantel in einen unteren und einen oberen Kühlmittelkern aufgeteilt. Durch eine Drosselbohrung wird der untere Teil des Kühlmittelkanals mit dem oberen verbunden. Dies hat den Vorteil, dass das Kühlmittel über den Brennraumplatten (Ventilbereich) schneller durchströmt als im oberen Teil.

Somit kann der Wärmeeintrag in den Zylinderkopf reduziert werden. Der Zylinderkopf verfügt über eine Querstromkühlung. Das heißt, das Kühlmittel kommt auf der Auslassseite nach oben in den Zylinderkopf und strömt dann quer durch den Zylinderkopf in Richtung Einlassseite.

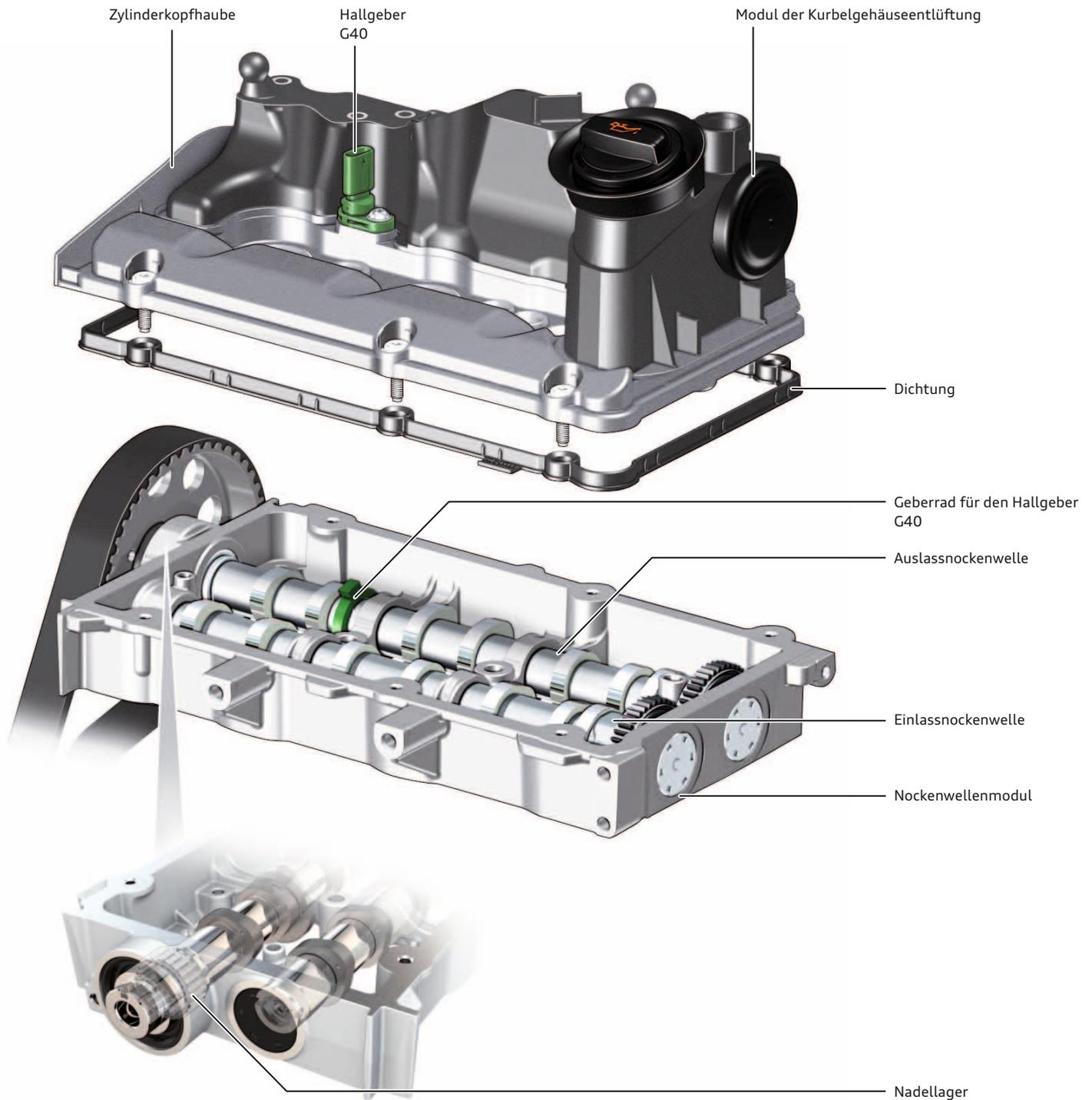


Nockenwellenmodul

Der Zylinderkopf besteht aus 2 Bauteilen, dem Lagerrahmen mit fest integrierten Nockenwellen (integriertes Ventiltriebsmodul) und dem Zylinderkopf mit seinen Einbauteilen.

Die Nockenwellenrohre werden in einer Vorrichtung aufgenommen und die bereits fertig geschliffenen und erwärmten Nockenstücke sowie das Geberrad lagerichtig durch eine Fügekasette im Lagerrahmen in Position gehalten.

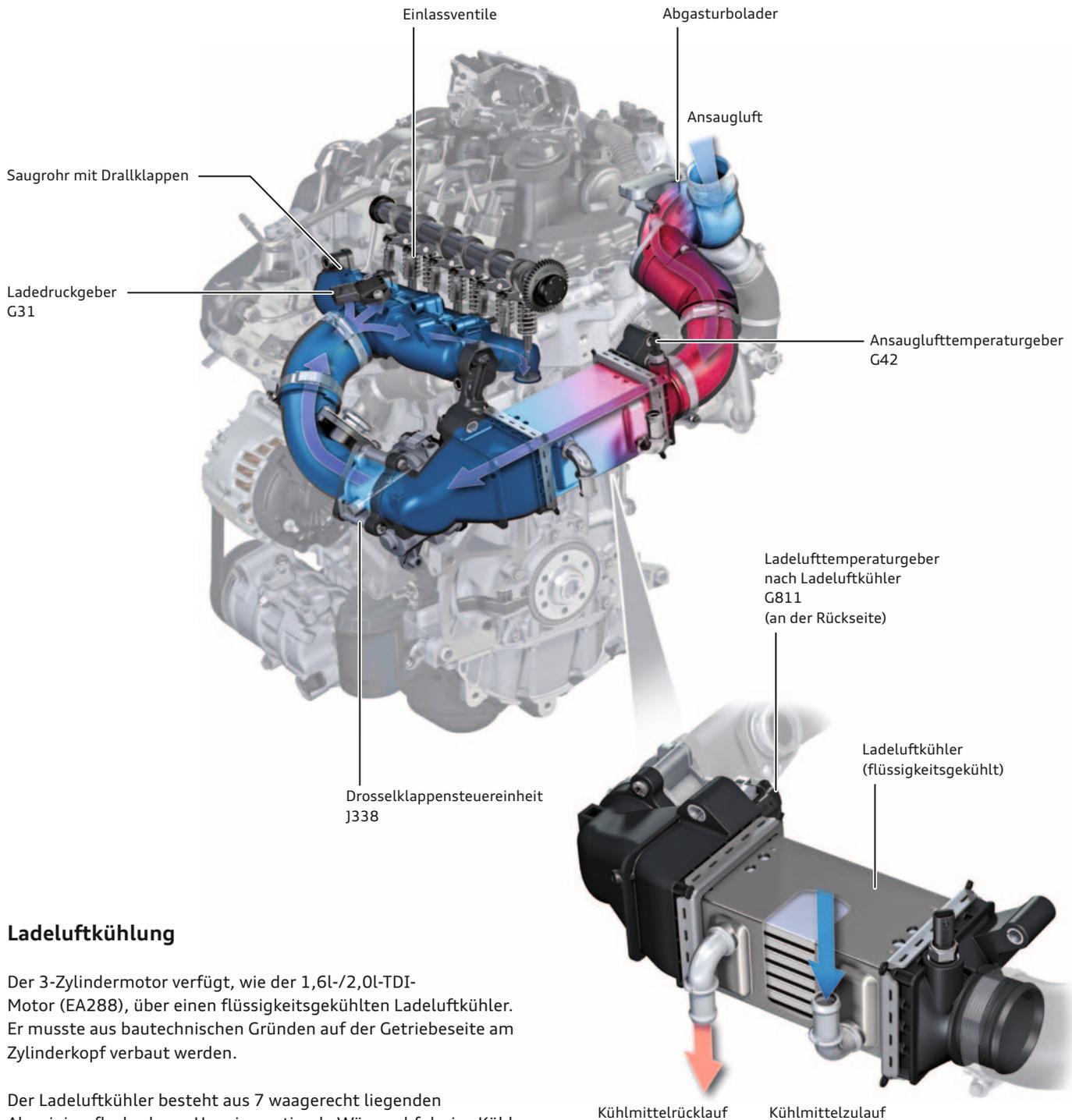
Anschließend werden die bereits mit den Endstücken versehenen und unterkühlten Nockenwellenrohre durch die Lagerungsstellen des Rahmens geführt. Nach dem Temperatenausgleich der Bauteile sind die beiden Nockenwellen untrennbar im integrierten Ventiltriebsmodul montiert. Dieses Verfahren ermöglicht eine sehr steife Ausführung der Nockenwellenlagerung bei gleichzeitig niedrigem Gewicht. Zur Reibungsoptimierung befindet sich auf der Antriebsseite der Nockenwelle ein Nadellager.



Luftversorgung und Aufladung

Luftführung

Der Weg der Ansaugluft führt vom Luftfilter auf die Turboladerseite des Verdichters, des Ladeluftkühlers, der Drosselklappensteuereinheit über das Saugrohr mit Drallklappen in die Einlasskanäle mit Einlassventilen in den Brennraum.



Ladeluftkühlung

Der 3-Zylindermotor verfügt, wie der 1,6l-/2,0l-TDI-Motor (EA288), über einen flüssigkeitsgekühlten Ladeluftkühler. Er musste aus bautechnischen Gründen auf der Getriebeseite am Zylinderkopf verbaut werden.

Der Ladeluftkühler besteht aus 7 waagrecht liegenden Aluminiumflachrohren. Um eine optimale Wärmeabfuhr ins Kühlmittel zu erzielen, wurden in die Flachrohre Turbulenzbleche und Verprägungen eingebracht. Mit den beiden Gebern, dem Ansauglufttemperaturgeber G42 und dem Ladelufttemperaturgeber nach Ladeluftkühler G811, wird der Soll-Ist-Wert der Ladelufttemperatur verglichen. Ist nach dem Ladeluftkühler die Ist-Temperatur höher als die Solltemperatur, wird die Pumpe für Ladeluftkühlung V18 vom Motorsteuergerät bedarfsgerecht angesteuert.

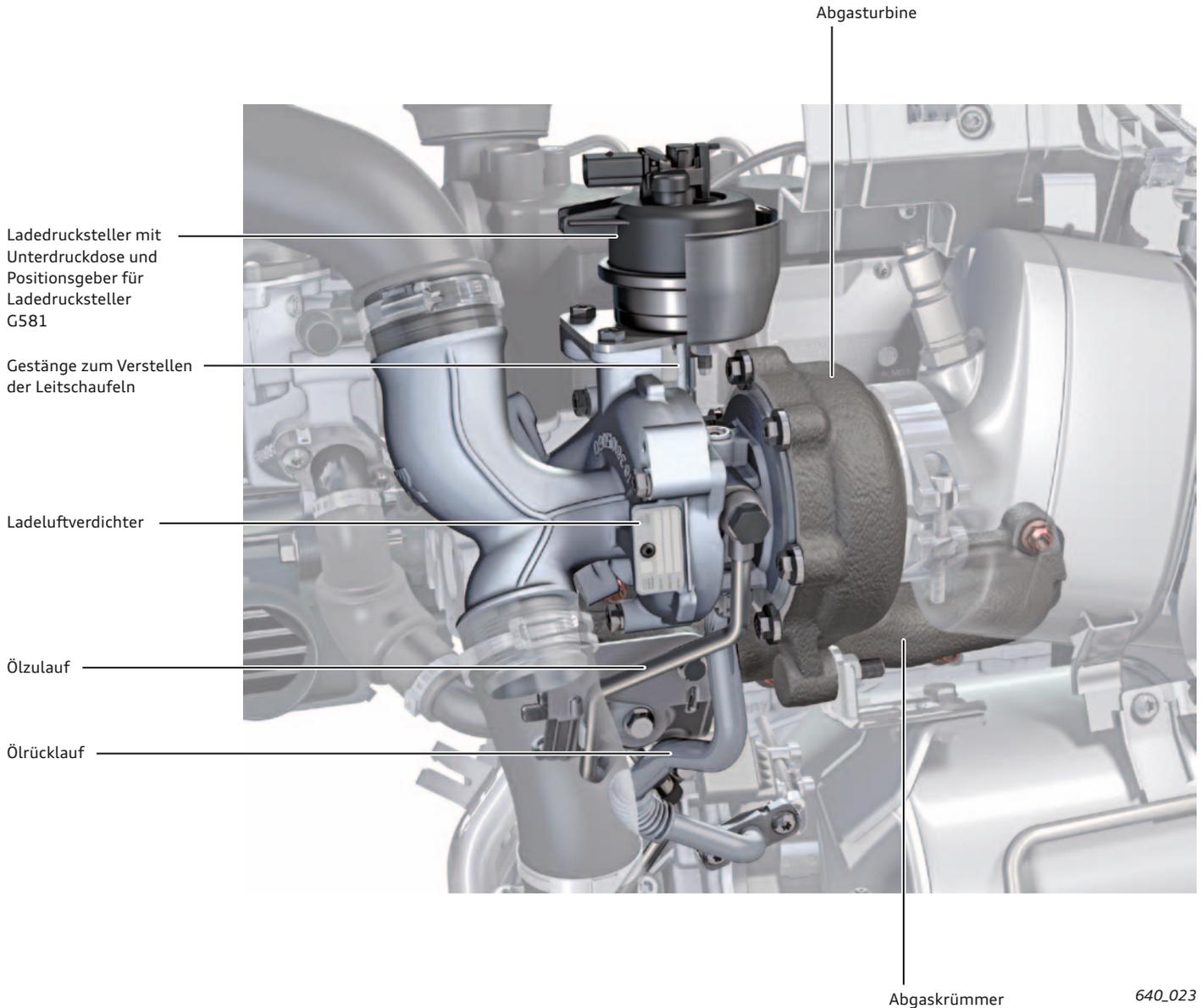
640_022

Aufladung

Das Abgaskrümmmodul besteht aus dem Abgaskrümm, dem in den Abgaskrümm integrierten Abgasturbolader sowie der Niederdruck-Abgasrückführungseinleitung.

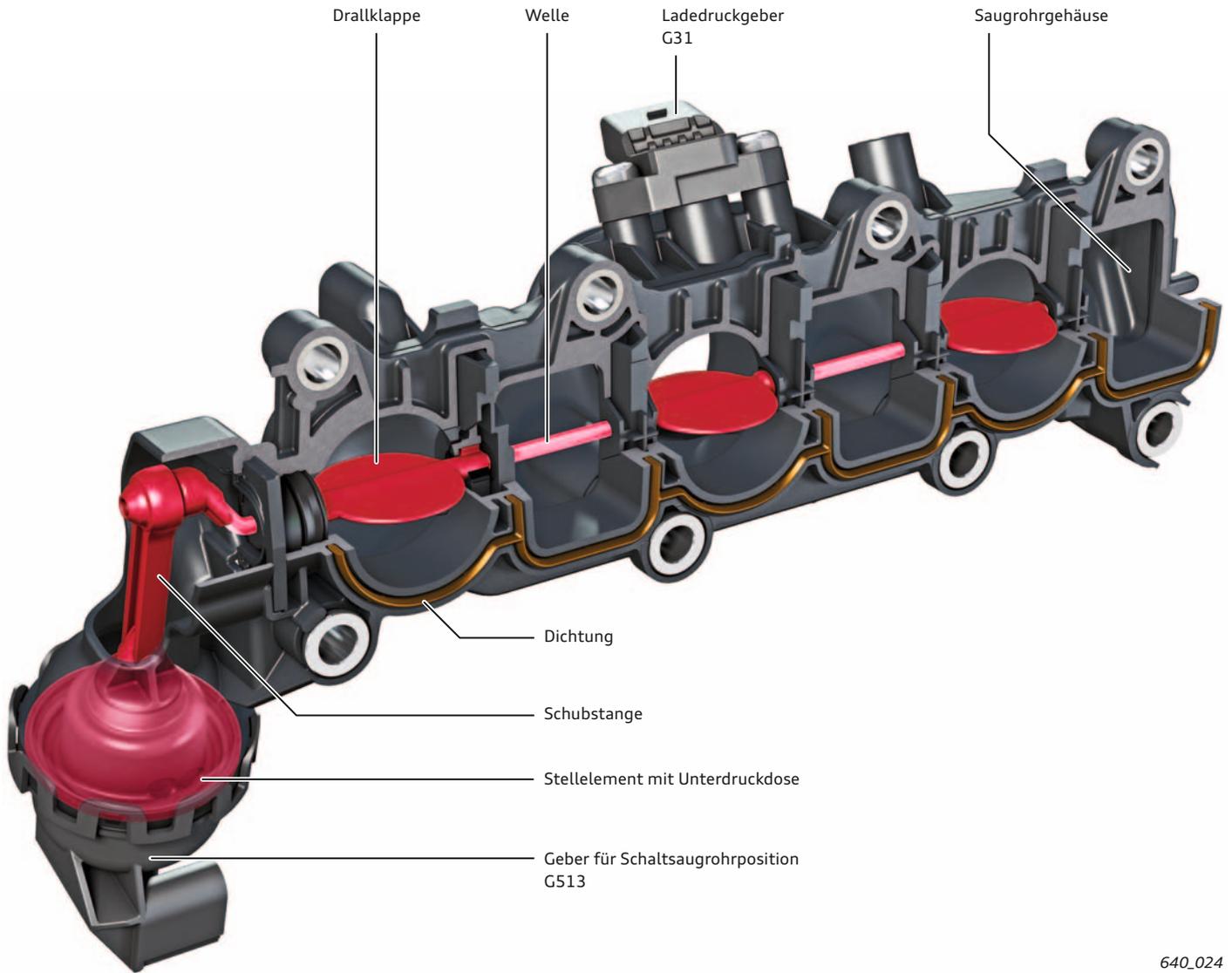
Zum Einsatz kommt ein Abgasturbolader mit pneumatisch betätigter Variabler Turbinen Geometrie (VTG) mit Positionssensor. Eine Rückmeldung über die Stellung der Leitschaufeln erhält das Motorsteuergerät vom Positiongeber für Ladedrucksteller G581 im Ladedrucksteller.

Die Abgasrückführungsentnahme erfolgt nicht am Turbinengehäuse, sondern am Dieselpartikelfilteraustritt. Der Turbolader kann dadurch in Bereichen mit höherem Wirkungsgrad betrieben werden. Insbesondere in der Teillast sind höhere Ladedrücke und damit größere Zylinderfüllungen möglich. Ein Vorteil ist die höhere Kühlleistung des Abgasrückführungssystems, welche zu einer Reduzierung der Mischtemperatur aus Frischluft und Abgasrückführung beiträgt. Die Schmierung und Kühlung der Lager erfolgt durch das Motorenöl.



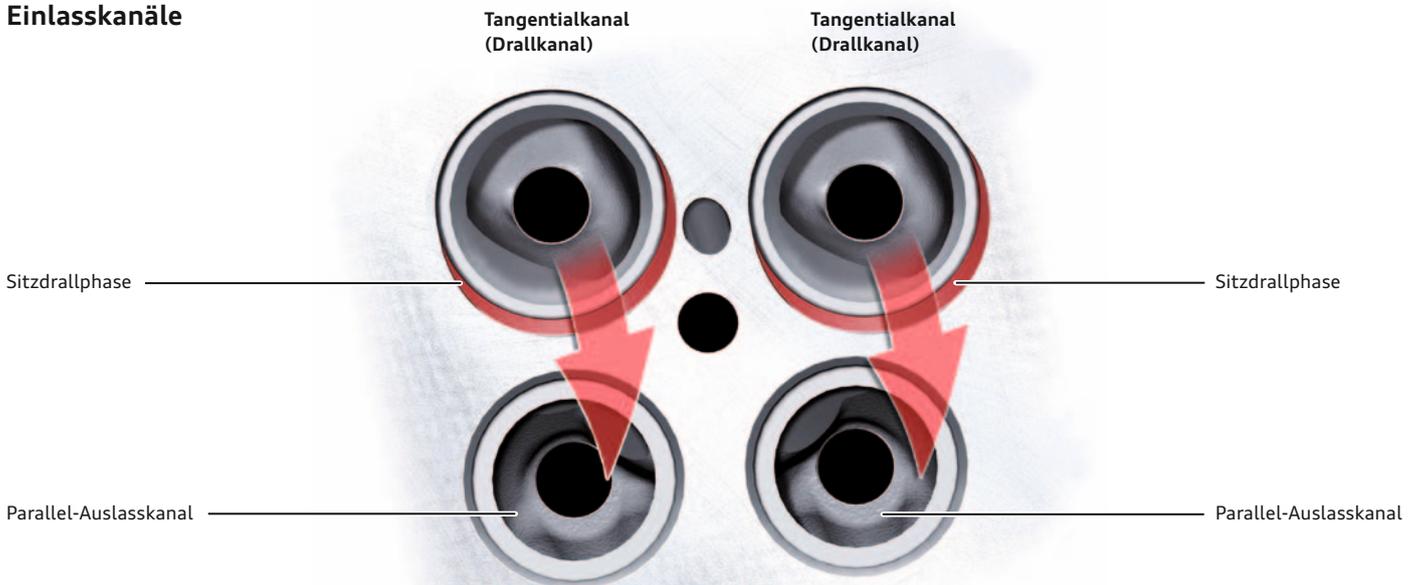
Saugrohr mit Drallklappen

Mithilfe des Schaltsaugrohrs, einer angepassten Einlassgeometrie sowie der Sitzdrallphase am unteren Ende der Einlassventilsitze konnte eine optimale Drallwirkung im Brennraum erzielt werden.



640_024

Einlasskanäle



640_056

Abgasrückführung

Zweikreis-Abgasrückführung

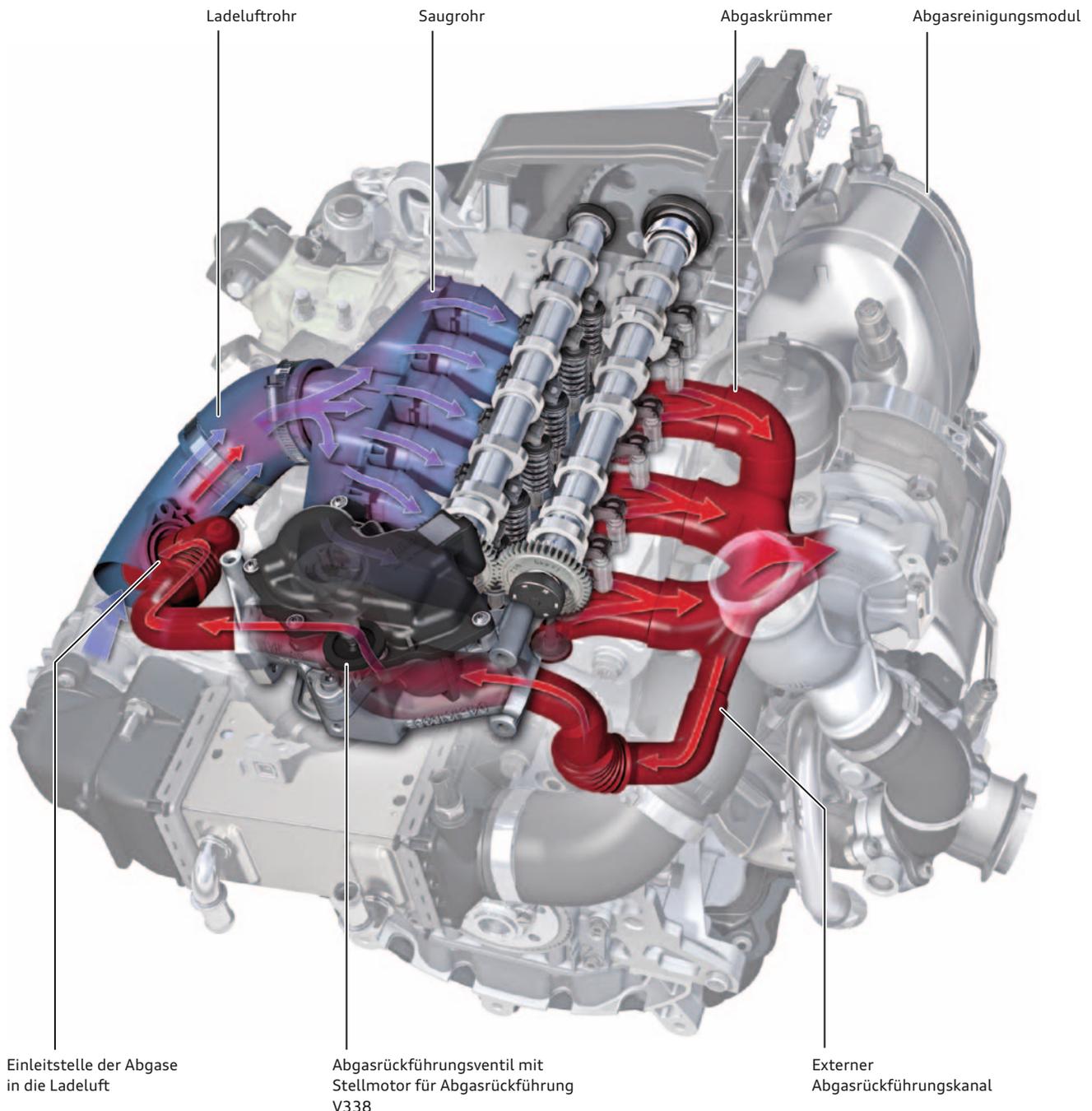
Der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor besitzt ein Zweikreis-Abgasrückführungssystem aus Hoch- und Niederdruck-Abgasrückführung.

Hochdruck-Abgasrückführung

Das Abgas wird über einen externen Kanal direkt am Abgaskrümmmer entnommen und über den Stellmotor für Abgasrückführung V338 ungekühlt bis in das Ladeluftrohr weitergeleitet.

Die heißen Abgase erwärmen die Ladeluft und werden mit ihr zusammen über das Saugrohr in die Zylinder geleitet.

Die zugeführten heißen Abgase bewirken ein schnelles Erwärmen des Abgasreinigungsmoduls und machen es folglich schneller betriebsbereit. Die Hochdruck-Abgasrückführung ist überwiegend in der Warmlaufphase des Motors aktiv. Die Rückführungsrate der Hochdruck-Abgasrückführung wird vom Motorsteuergerät über den Stellmotor für Abgasrückführung V338 geregelt.



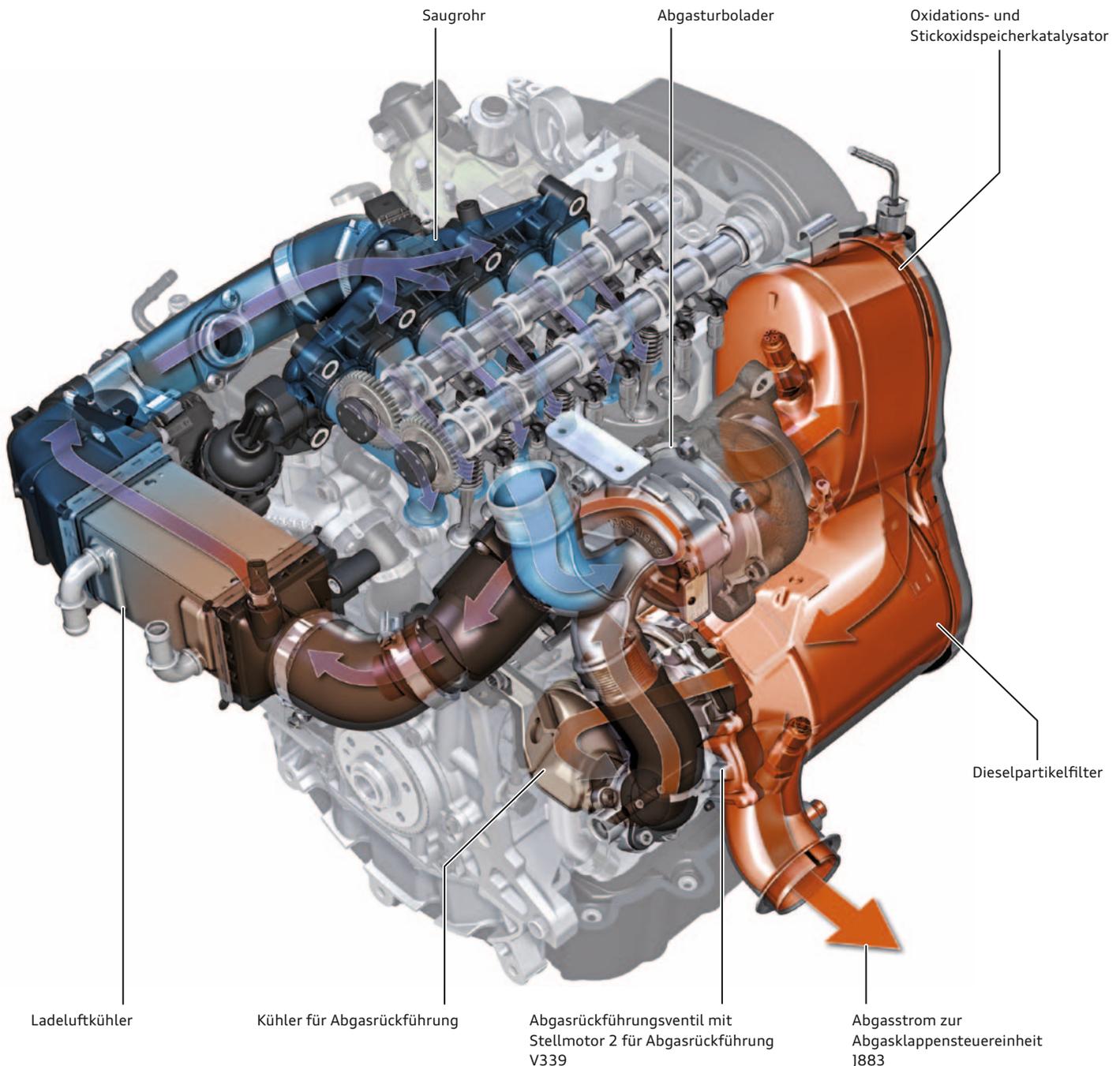
Niederdruck-Abgasrückführung

Die rückgeführten Abgase gelangen hinter dem Dieselpartikelfilter über einen Siebeinsatz (Rußpartikel werden zurückgehalten) durch den flüssigkeitsgekühlten Abgasrückführungskühler an das Abgasrückführungsventil. Von dort werden die gekühlten Abgase vor den Verdichter des Abgasturboladers geleitet, mit der Ladeluft optimal vermischt und in den Ladeluftkühler geführt, wo die verdichtete Ladeluft in den Saugrohrtrakt einmündet.

Um die Niederdruck-Abgasrückführung über den gesamten Kennfeldbereich nutzen zu können, wird der gesamte Abgasstrom aus dem Dieselpartikelfilter mit einer elektromotorischen Abgasklappe definiert aufgestaut. Die Abgasrückführungsrate ist abhängig von dem Druckgefälle zwischen der Abgas- und der Ansaugseite.

Da sich dieses Druckgefälle mit dem Lastzustand des Motors ändert, muss es geregelt werden. Das geschieht im Zusammenspiel zwischen dem ansaugseitigen Abgasrückführungsventil V339 und der abgasseitigen Abgasklappensteuereinheit J883. Das Druckgefälle kann dabei ansteigen oder absinken:

- ▶ Das Druckgefälle steigt, wenn die Drosselklappe des Abgasrückführungsventils weiter geöffnet und die Drosselklappe der Abgasklappensteuereinheit weiter geschlossen wird.
- ▶ Das Druckgefälle sinkt, wenn die Drosselklappe des Abgasrückführungsventils weiter geschlossen und die Drosselklappe der Abgasklappensteuereinheit weiter geöffnet ist.

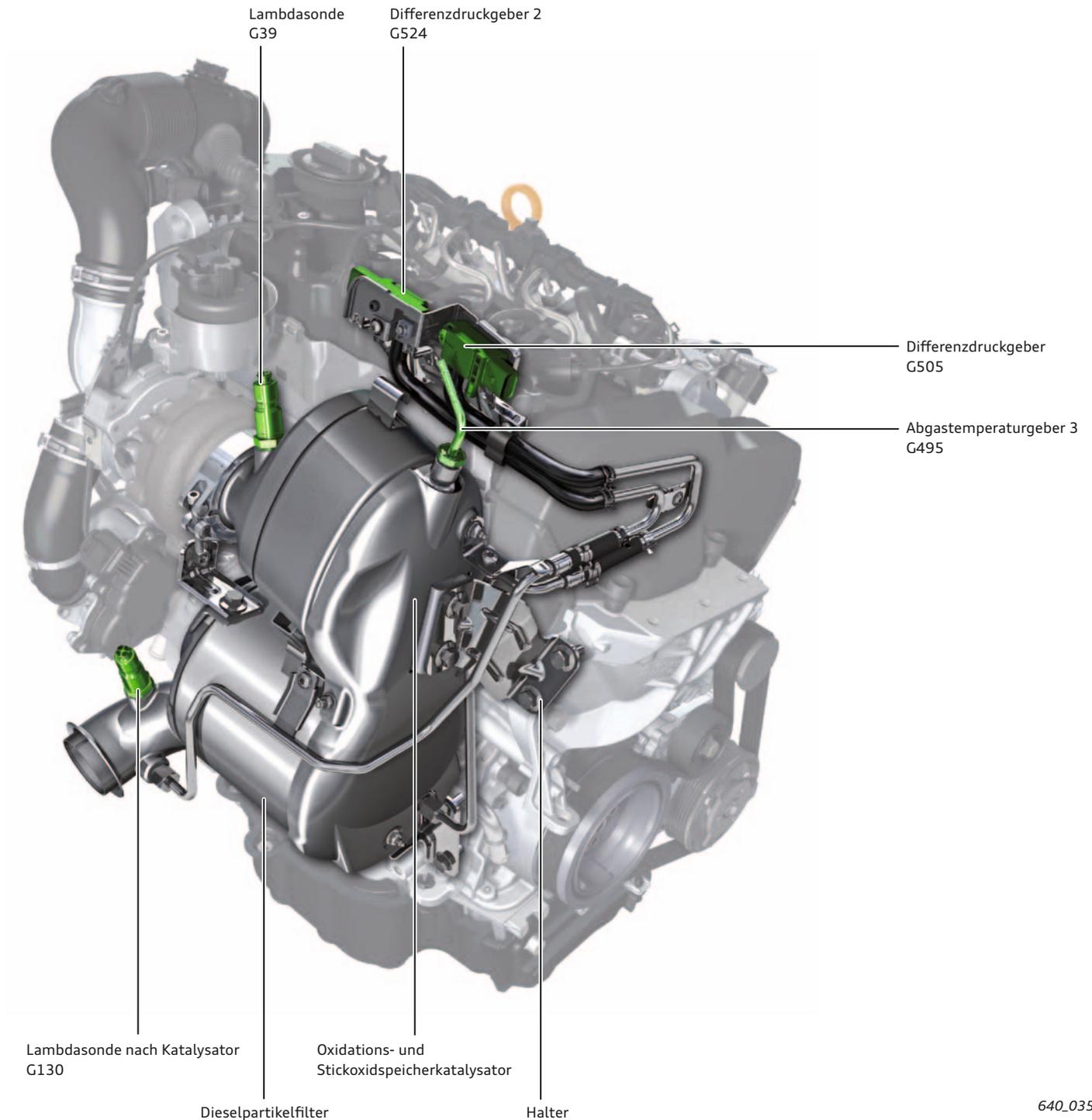


Abgasreinigungsmodul

Um die Stickoxid-Emissionen zu senken und somit die EU6-Abgasgrenzwerte zu erreichen, ist der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor mit einem Stickoxidspeicherkatalysator (NO_x-Speicherkatalysator) ausgestattet.

Zur Speicherung der Stickoxide im Abgas ist der Oxidationskatalysator, neben Platin, Palladium und Rhodium, zusätzlich mit Bariumoxid beschichtet und dient somit gleichzeitig als NO_x-Speicherkatalysator.

Im Motorsteuergerät ist ein Rechenmodell hinterlegt, welches die Speicherung der Stickoxide und die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators regelt. Das Rechenmodell verwendet dazu die Informationen der Abgastemperatursensoren und der Lambdasonden. Der Dieselpartikelfilter dient zusätzlich als Sperrkatalysator für Schwefelwasserstoff, der beim Betrieb der Entschwefelung des NO_x-Speicherkatalysators entsteht. Zu diesem Zweck ist der Dieselpartikelfilter mit einem Metalloxid beschichtet.



640_035



Hinweis

Das Abgasreinigungsmodul ist am Zylinderblock und am Zylinderkopf verschraubt. Damit das Abgasreinigungsmodul spannungsfrei eingebaut werden kann, besitzen die Halter Langlöcher.

Auslagerung der Stickoxide (Regeneration)

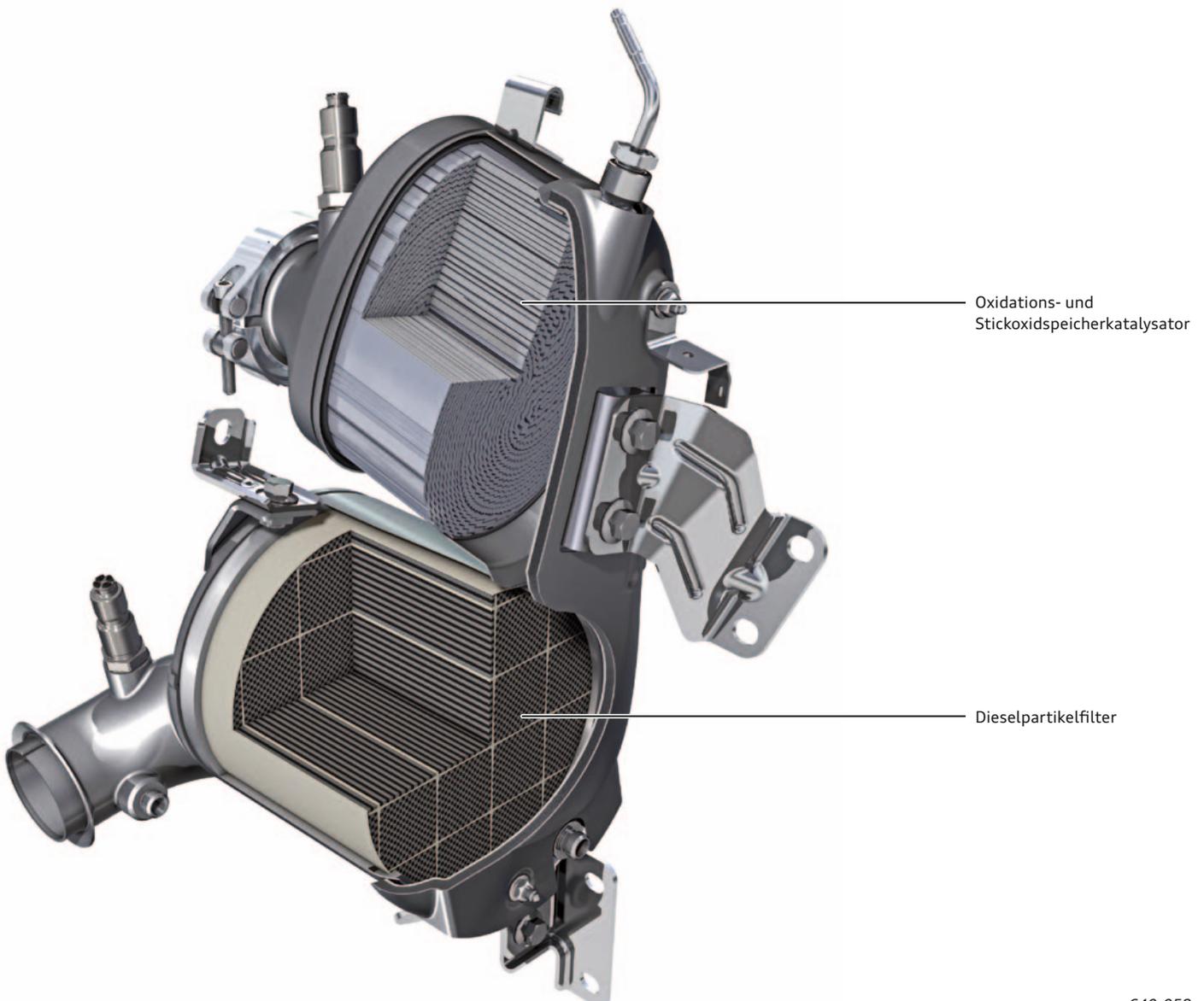
Ist die Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators erschöpft, wird vom Motormanagement ein Regenerationsvorgang eingeleitet. Für die Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators ist ein Motorbetrieb mit fettem Gemisch ($\lambda < 1$) Voraussetzung, dabei werden die Stickoxide durch die im fetten Abgas reichlich vorhandenen Kohlenmonoxidmoleküle ausgelagert.

Zunächst wird das Bariumnitrat durch das Kohlenmonoxid zu Bariumoxid reduziert, was dazu führt, dass Kohlendioxid und Stickstoffmonoxid freigesetzt werden. Durch die Beschichtung des NO_x -Speicherkatalysators mit Rhodium und Platin werden die Stickoxide zu Stickstoff reduziert. Das Kohlenmonoxid oxidiert zu Kohlendioxid.

Entschwefelung

Die Entschwefelung des NO_x -Speicherkatalysators setzt Abgastemperaturen von mehr als $620\text{ }^\circ\text{C}$ voraus. Wenn eine Entschwefelung durchgeführt wird, findet sie in den meisten Fällen im Anschluss an eine Regeneration des Dieselpartikelfilters statt. Hierbei wird die bei der Partikelfilter-Regeneration entstandene hohe Abgastemperatur genutzt, um die Aufheizzeit des NO_x -Speicherkatalysators zu verkürzen. Sobald die Abgastemperatur für die Entschwefelung erreicht ist, wird der Motor abwechselnd mit einem fetten und einem mageren Gemisch betrieben.

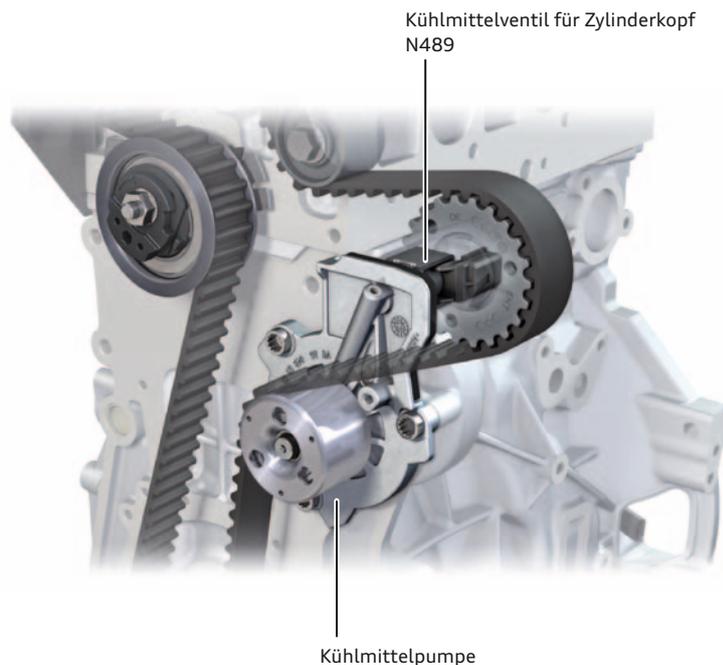
Während des Betriebs mit Kraftstoffüberschuss wird der Schwefel (S) zu Schwefeldioxid (SO_2) und Schwefelwasserstoff (H_2S) ausgelagert. In den Magerbetriebsphasen wird die Abgastemperatur im NO_x -Speicherkatalysator eingeregelt, um eine Bauteilbelastung durch zu hohe Abgastemperaturen zu vermeiden. Die bei der Entschwefelung entstehenden geringen Mengen an Schwefelwasserstoff werden durch die Sperrbeschichtung im Dieselpartikelfilter zu Schwefeldioxid (SO_2) umgesetzt.



Kühlsystem

Thermomanagement

Der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor verfügt über ein Thermomanagement mit den Zielen, die Warmlaufphase nach Kaltstart zu verkürzen und die im Motor erzeugte Wärme dorthin zu leiten, wo sie zur Steigerung der Fahrzeugeffizienz vorteilhaft eingesetzt werden kann. Die Reduzierung der innermotorischen Reibung steht hierbei im Vordergrund. Weiterhin gilt es, emissionsmindernde Maßnahmen frühzeitig verfügbar zu machen und verbrauchserhöhende Heizmaßnahmen zu reduzieren.

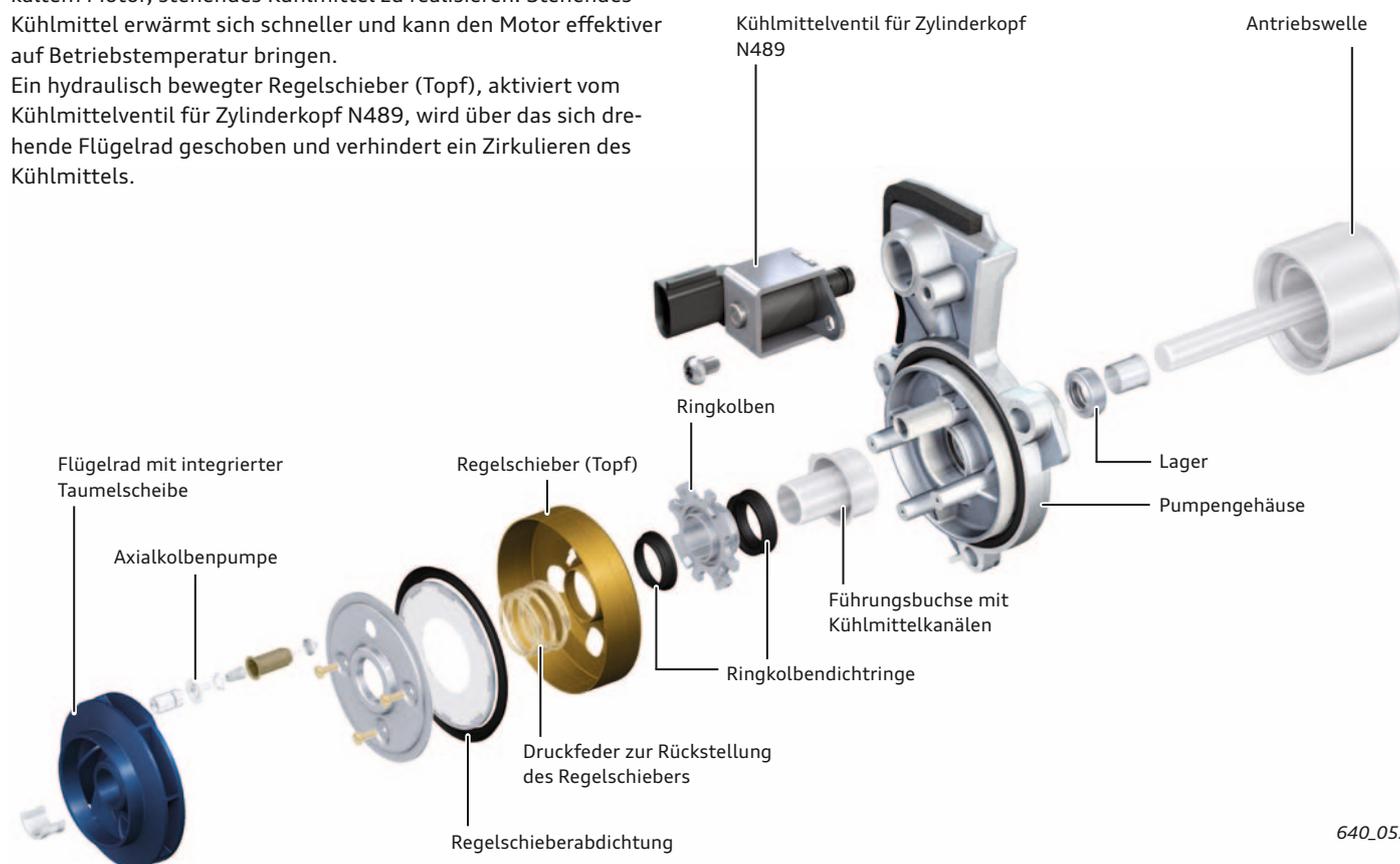


640_049

Schaltbare Kühlmittelpumpe

Für den 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor kommt im Thermomanagement eine schaltbare Kühlmittelpumpe zum Einsatz. Mit dieser ab- und zuschaltbaren Kühlmittelpumpe ist es möglich, bei kaltem Motor, stehendes Kühlmittel zu realisieren. Stehendes Kühlmittel erwärmt sich schneller und kann den Motor effektiver auf Betriebstemperatur bringen.

Ein hydraulisch bewegter Regelschieber (Topf), aktiviert vom Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489, wird über das sich drehende Flügelrad geschoben und verhindert ein Zirkulieren des Kühlmittels.



640_052



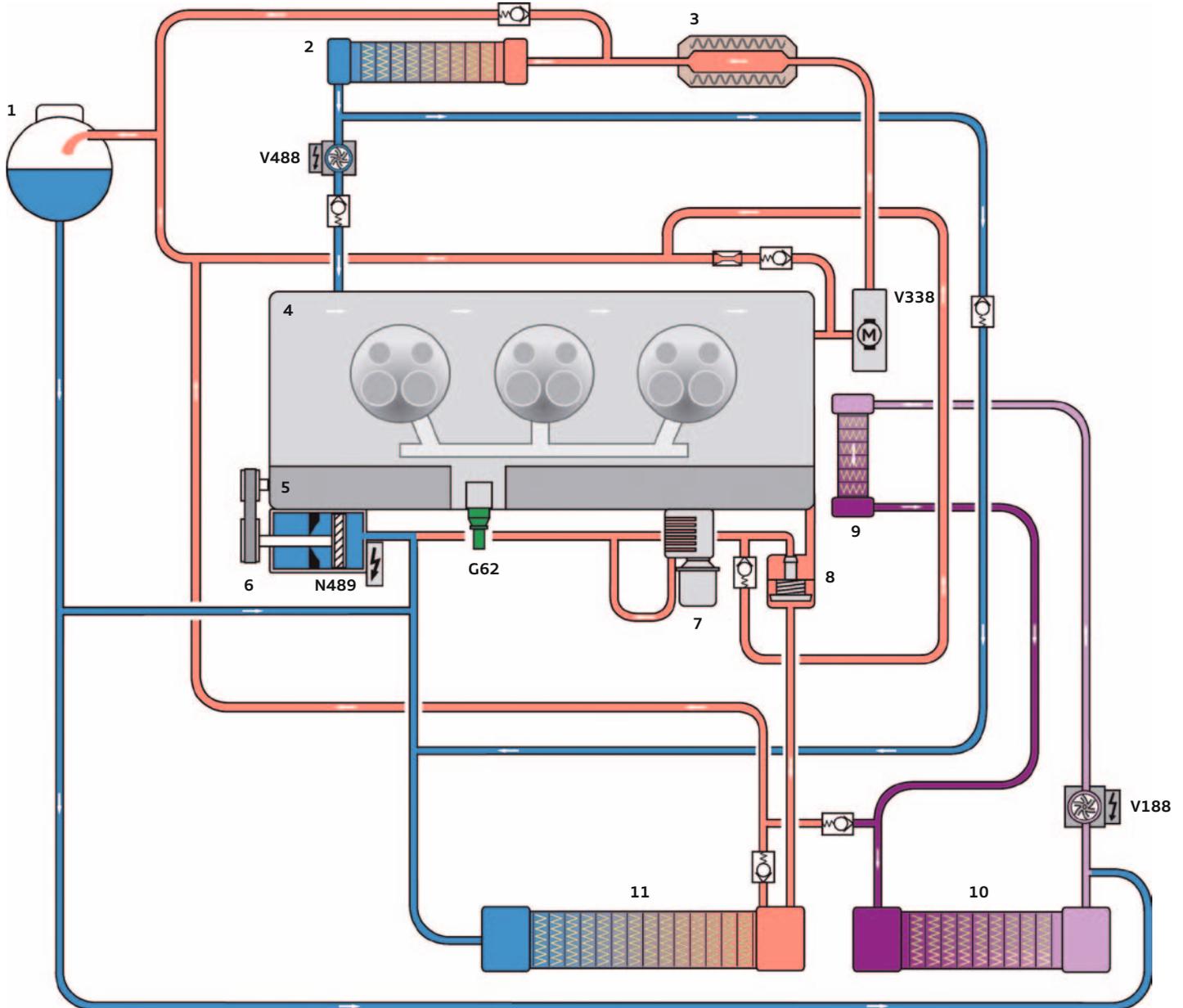
Verweis

Weitere Informationen zur schaltbaren Pleuellagerpumpe sind dem Selbststudienprogramm 608 „Audi 1,6l- / 2,0l-4-Zylinder-TDI-Motoren“ zu entnehmen.

Systemübersicht

Der Gesamtkühlkreislauf setzt sich aus 3 Teilkreisen zusammen:

- ▶ Kleiner Kühlkreislauf (Microkreislauf)
- ▶ Großer Kühlkreislauf (Hochtemperatur-Kreislauf)
- ▶ Kühlkreislauf für Ladeluftkühlung (Niedertemperatur-Kreislauf)



640_005

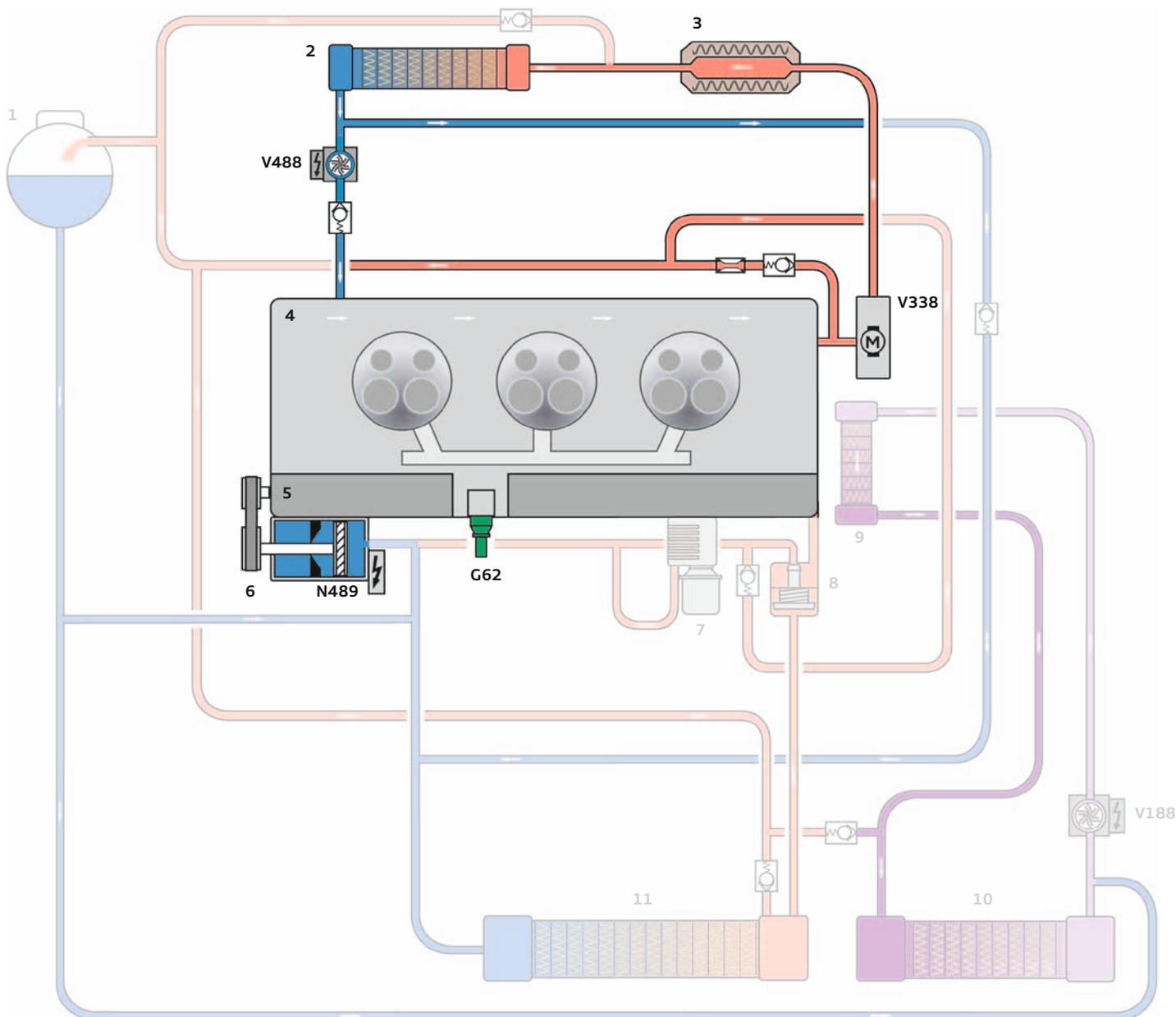
Legende:

- | | | | |
|----|---|------|-----------------------------------|
| 1 | Kühlmittelausgleichsbehälter | G62 | Kühlmitteltemperaturgeber |
| 2 | Wärmetauscher für Heizung | N489 | Kühlmittelventil für Zylinderkopf |
| 3 | Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung | V188 | Pumpe für Ladeluftkühlung |
| 4 | Zylinderkopf | V338 | Stellmotor für Abgasrückführung |
| 5 | Zylinderblock | V488 | Heizungsunterstützungspumpe |
| 6 | Schaltbare Kühlmittelpumpe | | |
| 7 | Motorölkühler | | |
| 8 | Kühlmittelregler | | |
| 9 | Ladeluftkühler | | |
| 10 | Kühler für Niedertemperatur-Kühlkreislauf | | |
| 11 | Kühler für Kühlmittel | | |
-
- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| — | Abgekühltes Kühlmittel |
| — | Warmes Kühlmittel |
| — | Ladeluftkühlung |

Kleiner Kühlkreislauf (Microkreislauf, Heizkreislauf)

Wenn der Motor kalt ist, wird das Thermomanagement mit dem kleinen Kühlkreislauf gestartet. Damit wird eine schnelle Erwärmung des Motors und des Innenraums gewährleistet. Die schaltbare Kühlmittelpumpe wird über das Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489 aktiviert. Damit wird im Zylinderblock stehendes Kühlmittel realisiert.

Die elektrische Heizungsunterstützungspumpe V488 setzt den kleinen Kühlkreislauf, abhängig von der Kühlmitteltemperatur im Zylinderkopf, mit bedarfsgerechter Ansteuerung in Bewegung. Der Temperaturwunsch des Fahrers wird durch das Klimasteuergerät erfasst und bei der Ansteuerung der Kühlmittelpumpe berücksichtigt.



640_006

Legende:

- 1 Kühlmittelausgleichsbehälter
- 2 Wärmetauscher für Heizung
- 3 Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung
- 4 Zylinderkopf
- 5 Zylinderblock
- 6 Schaltbare Kühlmittelpumpe
- 7 Motorölkühler
- 8 Kühlmittelregler
- 9 Ladeluftkühler
- 10 Kühler für Niedertemperatur-Kühlkreislauf
- 11 Kühler für Kühlmittel

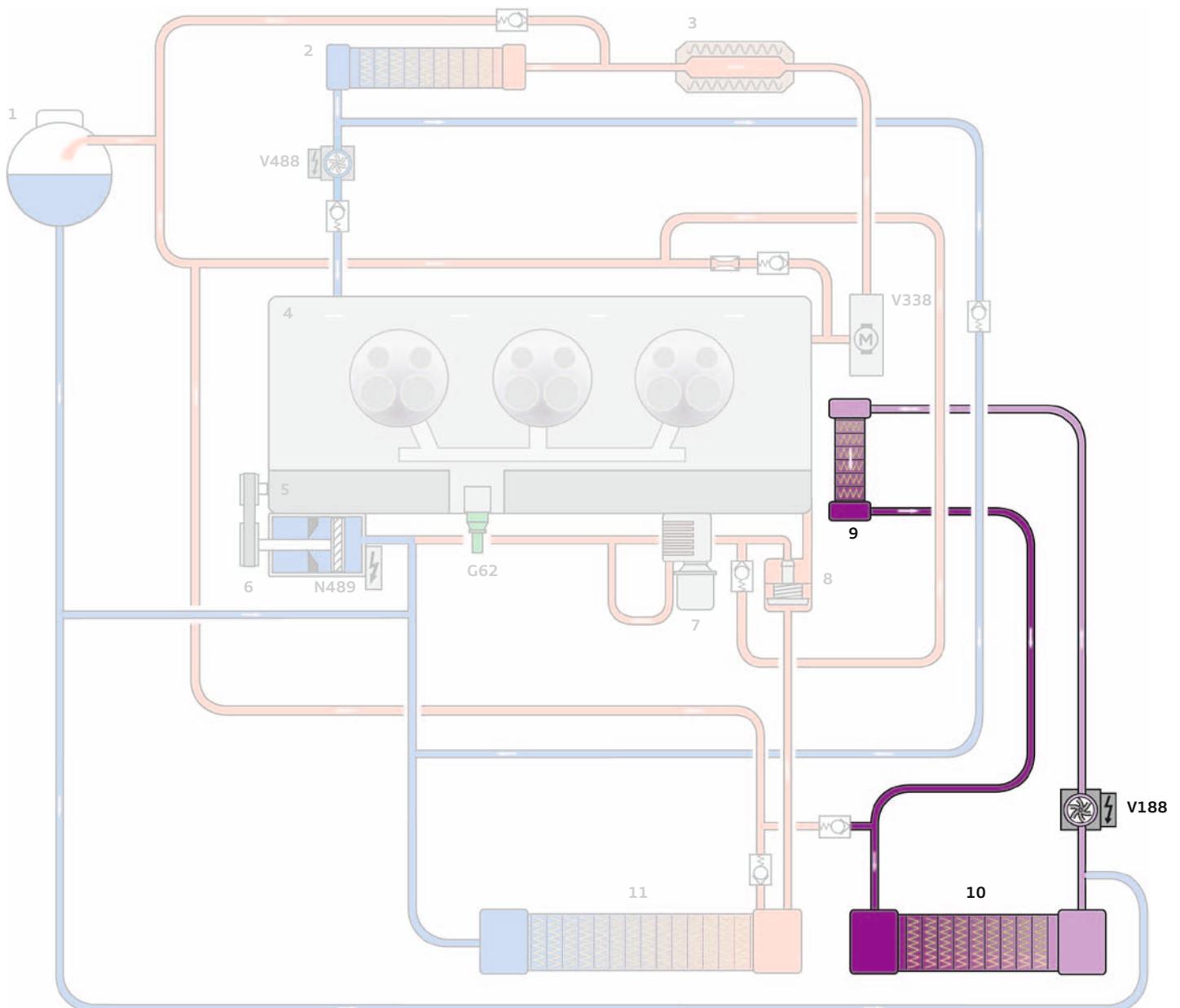
- G62 Kühlmitteltemperaturgeber
- N489 Kühlmittelventil für Zylinderkopf
- V188 Pumpe für Ladeluftkühlung
- V338 Stellmotor für Abgasrückführung
- V488 Heizungsunterstützungspumpe

- Abgekühltes Kühlmittel
- Warmes Kühlmittel
- Ladeluftkühlung

Kühlkreislauf für Ladeluftkühlung (Niedertemperatur-Kreislauf)

Zur Ansteuerung des Ladeluft-Kühlmittelkreises (Niedertemperatur-Kühlkreislauf) wird die Saugrohrtemperatur als Führungsgröße herangezogen.

Nach Erreichen der Zieltemperatur erfolgt die Regelung der Saugrohrtemperatur über die Ansteuerung der Pumpe für Ladeluftkühlung V188.



640_008

Legende:

- 1 Kühlmittelausgleichsbehälter
- 2 Wärmetauscher für Heizung
- 3 Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung
- 4 Zylinderkopf
- 5 Zylinderblock
- 6 Schaltbare Kühlmittelpumpe
- 7 Motorölkühler
- 8 Kühlmittelregler
- 9 Ladeluftkühler
- 10 Kühler für Niedertemperatur-Kühlkreislauf
- 11 Kühler für Kühlmittel

- G62 Kühlmitteltemperaturgeber
- N489 Kühlmittelventil für Zylinderkopf
- V188 Pumpe für Ladeluftkühlung
- V338 Stellmotor für Abgasrückführung
- V488 Heizungsunterstützungspumpe

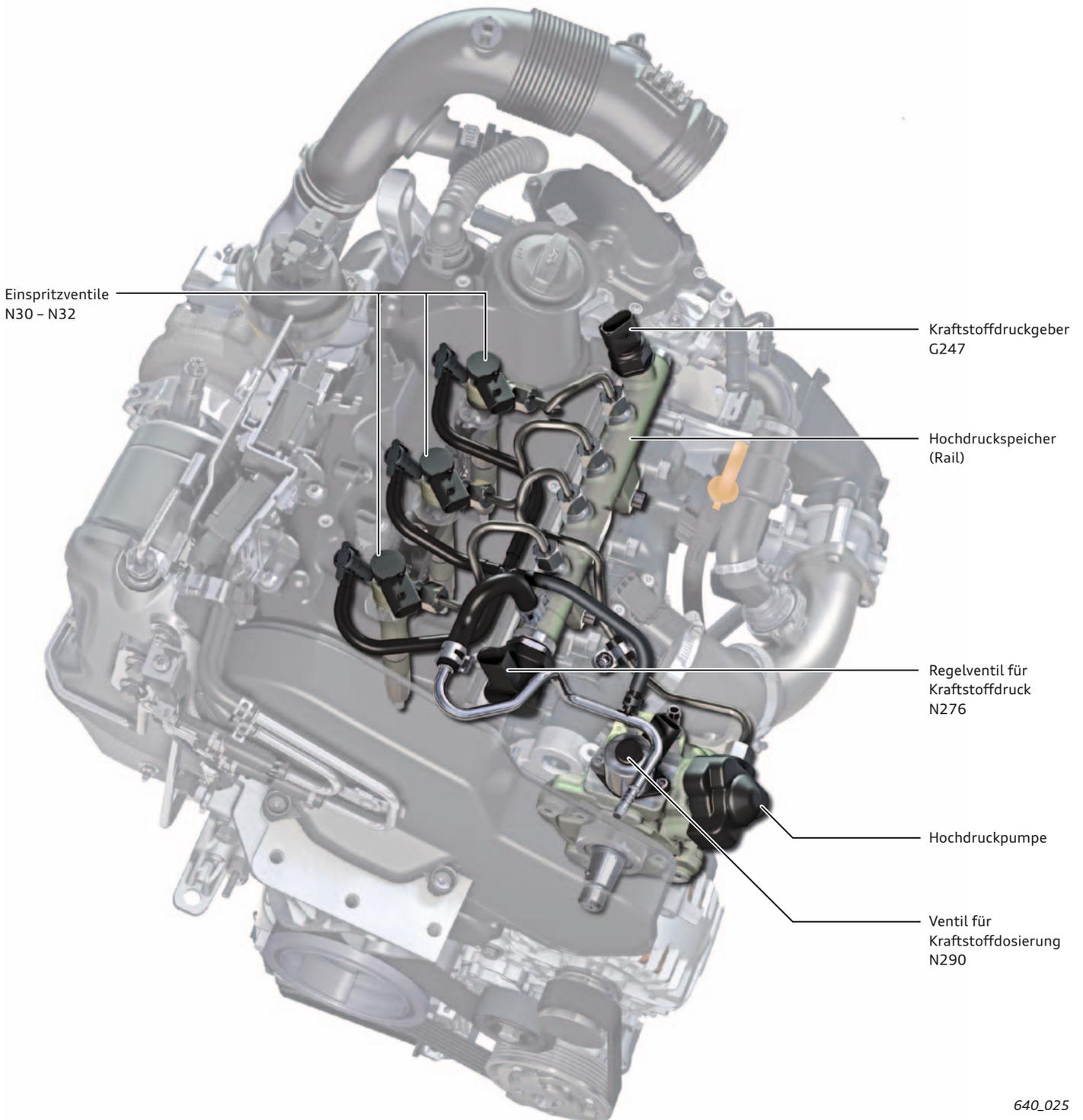
- Abgekühltes Kühlmittel
- Warmes Kühlmittel
- Ladeluftkühlung

Kraftstoffsystem

Der 1,4l-3-Zylinder-TDI-Motor ist mit einem Common-Rail-Einspritzsystem der Firma Delphi ausgestattet. Das Einspritzsystem erzeugt mit der Ein-Kolben-Hochdruckpumpe einen Einspritzdruck von maximal 2000 bar und versorgt damit die Einspritzventile mit dem erforderlichen Kraftstoffdruck.

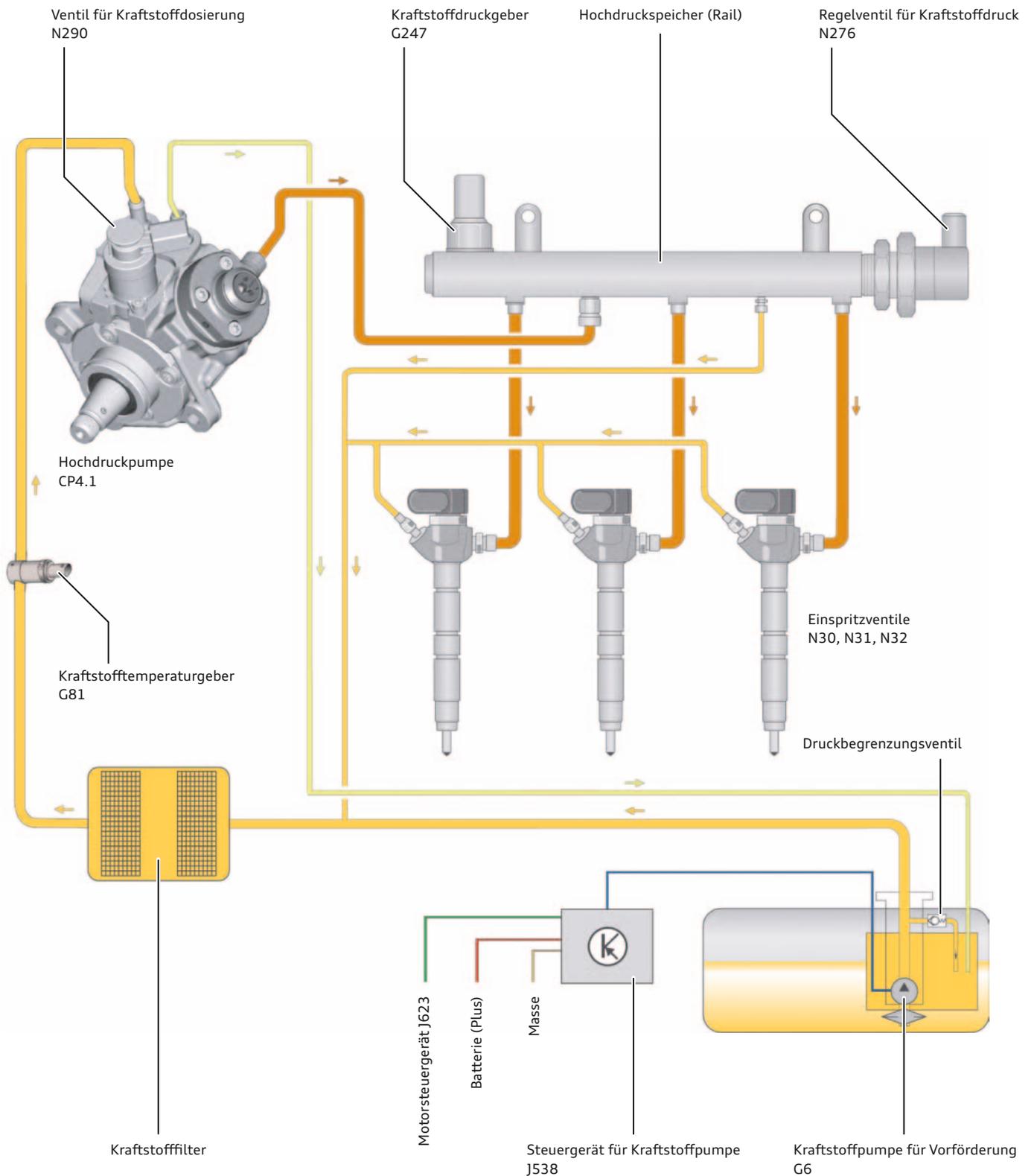
Die Steuerung erfolgt wie bisher über das Motorsteuergerät mit den Einflussgrößen:

- ▶ Last
- ▶ Drehzahl
- ▶ Temperatur



640_025

Systemübersicht



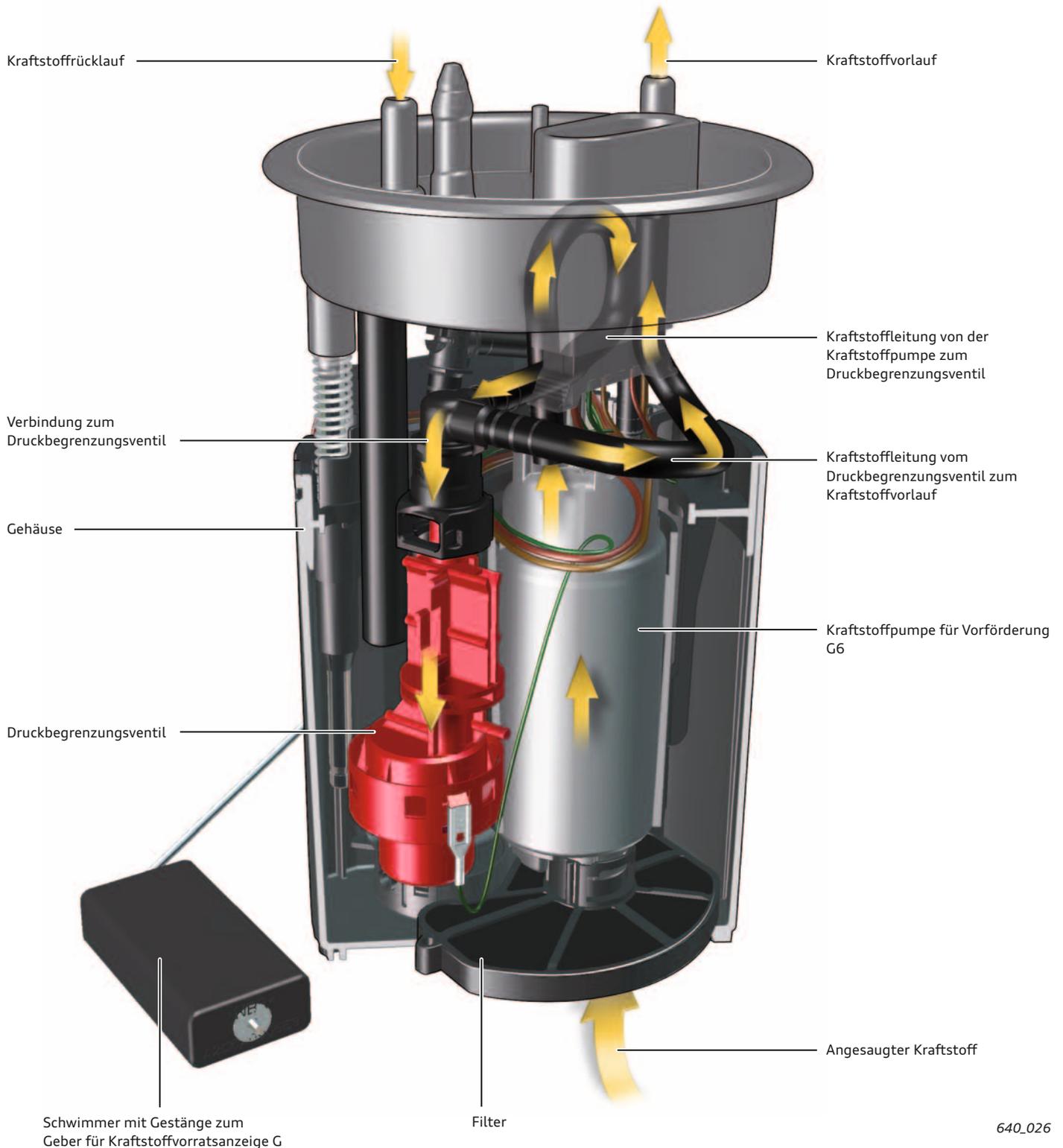
640_009

- Kraftstoff-Vorlaufdruck und Rücklaufdruck von den Einspritzventilen etwa 5 – 6 bar
- Kraftstoff-Hochdruck etwa 230 – 2000 bar
- Kraftstoffrücklauf von der Hochdruckpumpe etwa 0 – 1 bar

Kraftstofffördereinheit

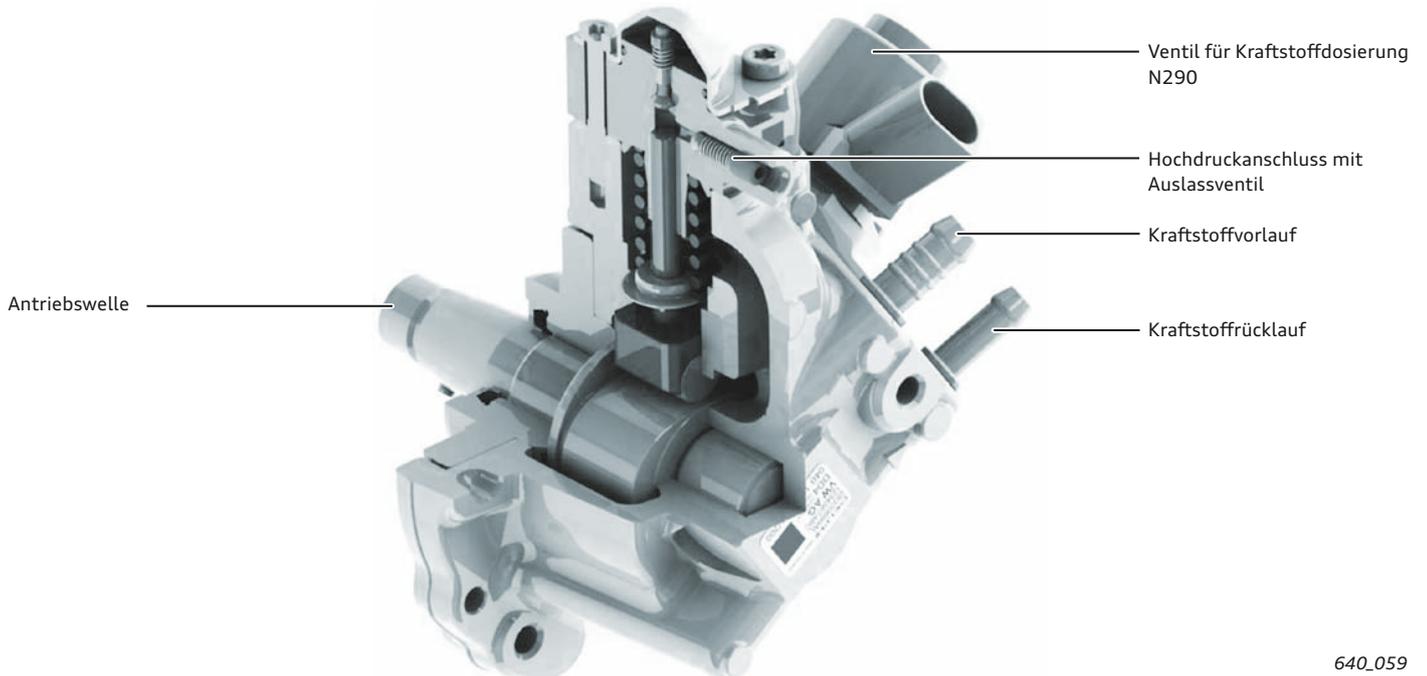
Die Kraftstofffördereinheit ist direkt im Kraftstoffbehälter verbaut. In der Kraftstofffördereinheit sind die Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6, das Druckbegrenzungsventil für Kraftstoffvorlauf sowie der Geber für Kraftstoffvorratsanzeige G integriert.

Die Kraftstoffpumpe für Vorförderung leitet den Kraftstoff zur Hochdruckpumpe. Sie ist eine elektrische, unregelte Innenzahnradpumpe. Der Kraftstoffvorförderdruck wird von einem mechanischen Druckbegrenzungsventil auf etwa 5,8 bar eingestellt.



Hochdruckpumpe

Die Ein-Kolben-Hochdruckpumpe der Firma Delphi hat die Bezeichnung DFP 6.1E. Sie erzeugt für die Einspritzung einen Einspritzdruck von maximal 2000 bar und wird über den Zahnriementrieb angetrieben.

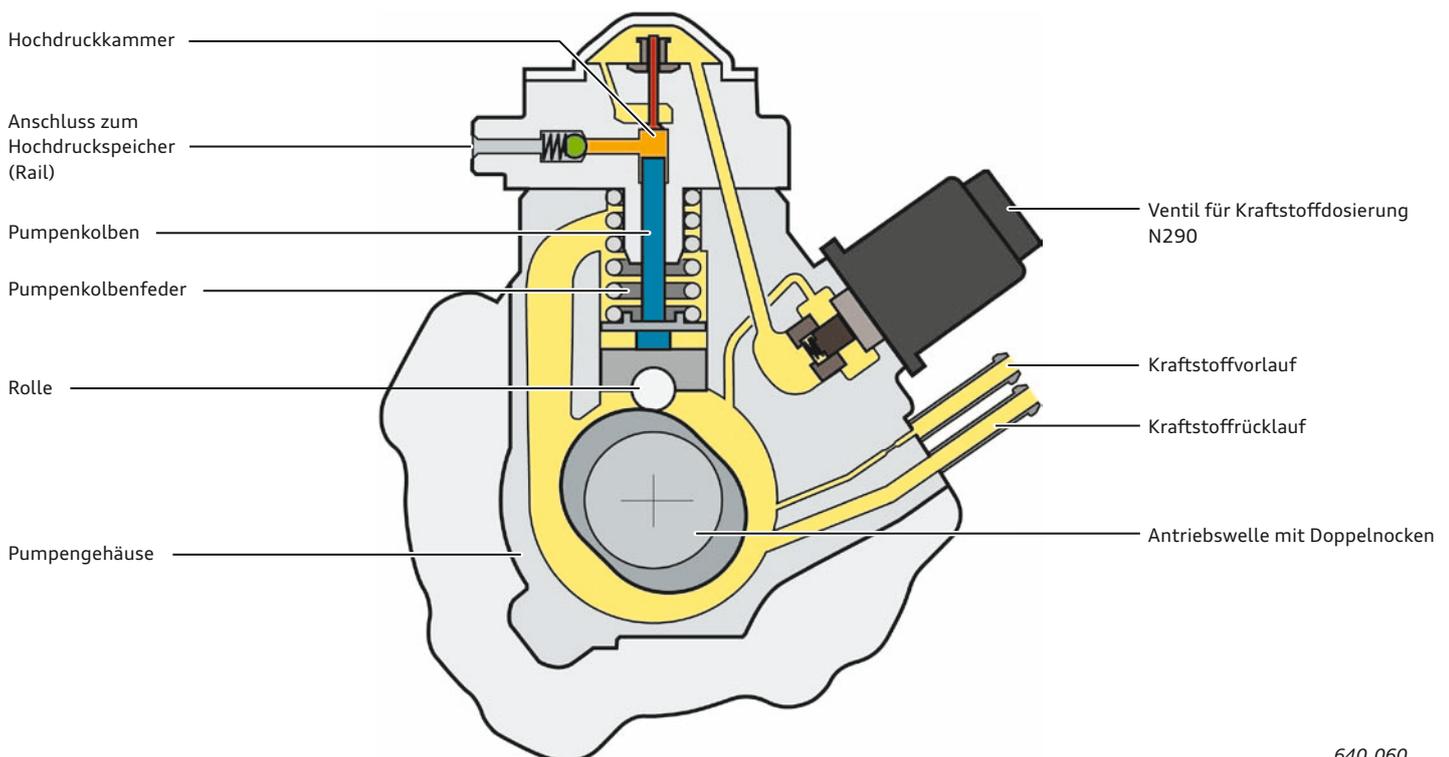


640_059

Aufbau

Die Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 fördert den Kraftstoff vom Kraftstoffbehälter bis in das Gehäuse der Hochdruckpumpe. Das in der Hochdruckpumpe verbaute Ventil für Kraftstoffdosierung N290 regelt die benötigte Kraftstoffmenge last- und drehzahlabhängig für den Hochdruckbereich.

Der Pumpenkolben wird über eine Antriebswelle mit Doppelnocken und einer Rolle betätigt. Die Rolle sorgt für eine reibungsarme Kraftübertragung.



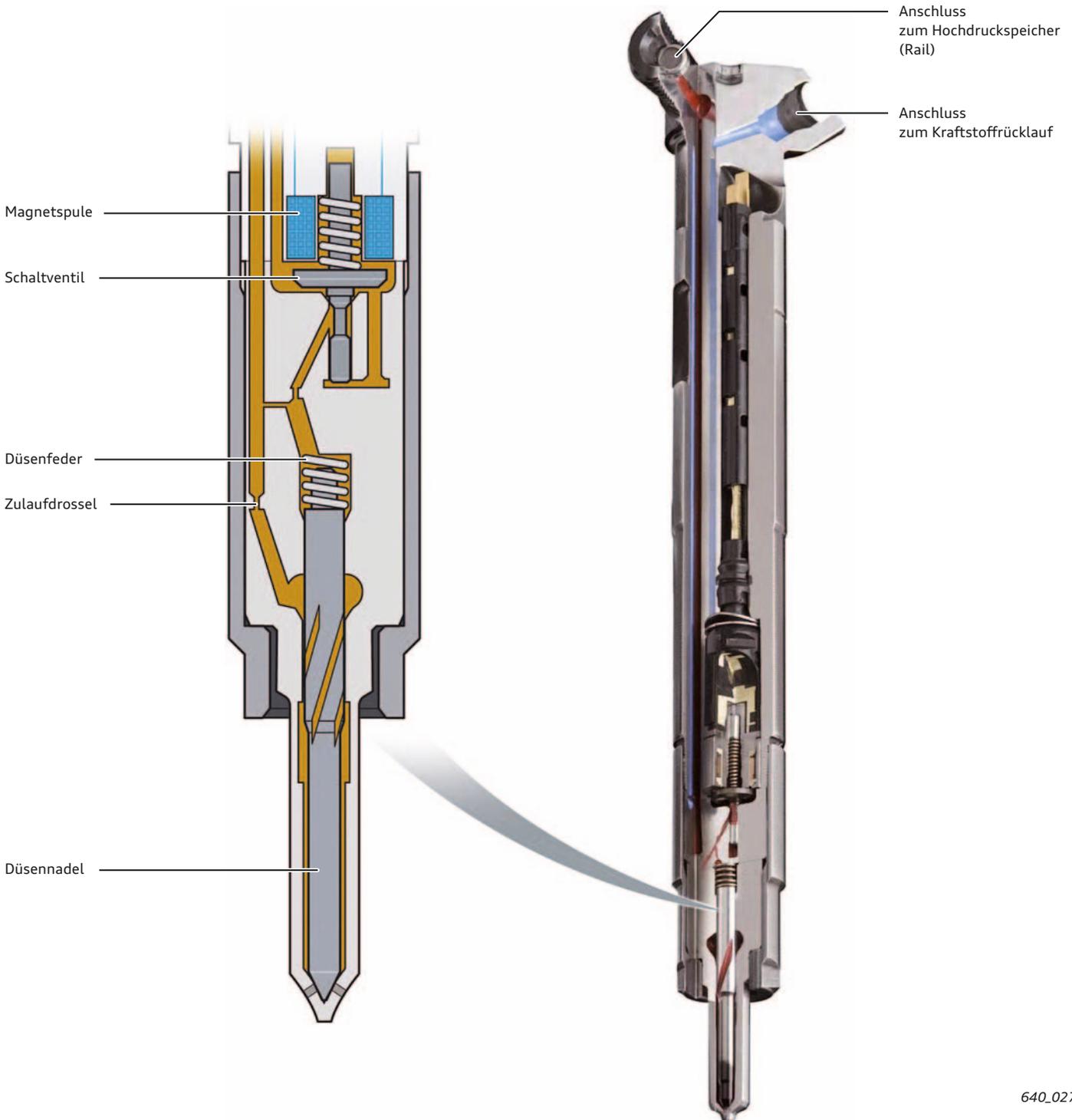
640_060

Einspritzventile

Die 7-Loch-Einspritzventile der Firma Delphi haben die Bezeichnung DFI 1.20 mit einem Einspritzdruck von bis zu 2000 bar. Um eine schnelle Schaltzeit des Einspritzventils zu bekommen, wurde eine stärkere Magnetspule eingesetzt. Über die Magnetspule ist gewährleistet, dass die Einspritzdauer, der Einspritzbeginn und die Menge der Einspritzzyklen genau geregelt werden können.

Die Steuerung erfolgt durch das Motorsteuergerät. Die technischen Merkmale sind:

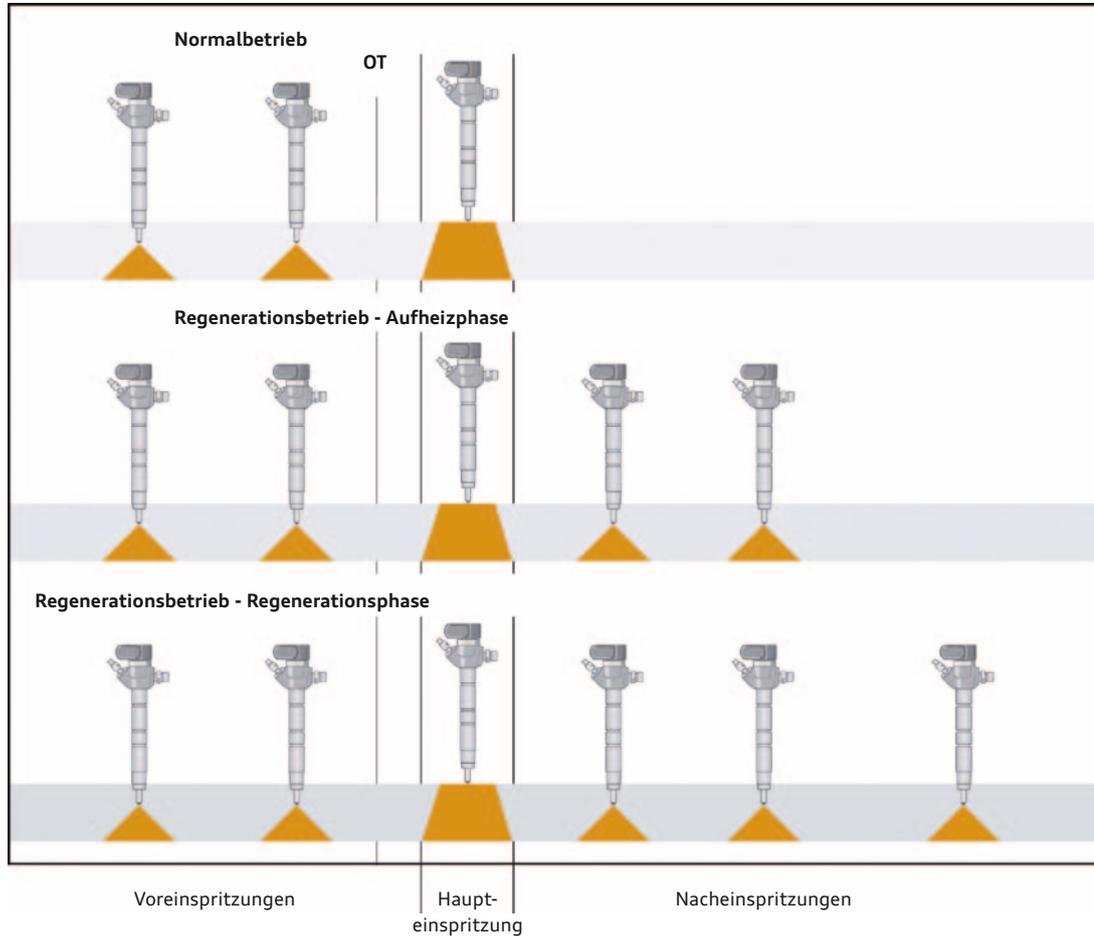
- ▶ Optimiertes Schaltventil mit stärkerer Magnetspule
- ▶ Verkleinerter Durchmesser der Düsenadel
- ▶ Optimierung des Nadelsitzes



Steuerung der Einspritzphasen

Die Einspritzphasen unterscheiden sich zwischen der Einspritzung im Normalbetrieb des Motors und der Einspritzung während des Regenerationsbetriebs für den Dieselpartikelfilter und den Stickoxidspeicherkatalysator.

Einspritzphasen bei Normal- und Regenerationsbetrieb



640_029

Normalbetrieb

Im Normalbetrieb arbeiten die Einspritzventile mit bis zu 3 Einspritzungen:

- ▶ 1 – 2 Voreinspritzungen und einer Haupteinspritzung.

Regenerationsbetrieb

Im Regenerationsbetrieb werden bis zu 6 Einspritzungen durchgeführt:

- ▶ In der Aufheizphase besteht der Einspritzvorgang aus 2 Voreinspritzungen, einer Haupteinspritzung und 2 haupteinspritzungsnahen Nacheinspritzungen.
- ▶ In der Regenerationsphase umfasst der Einspritzvorgang 2 Voreinspritzungen, eine Haupteinspritzung und 2 haupteinspritzungsnahen Nacheinspritzungen in eine haupteinspritzungsferne Nacheinspritzung.



Hinweis

Diese Nacheinspritzungen erzeugen eine Exothermie¹⁾, welche über den Oxidationskatalysator freigesetzt wird. Somit werden während der Regeneration des Partikelfilters in weiten Kennfeldbereichen bis zu 6 Teileinspritzungen je Verbrennungszyklus abgesetzt.

¹⁾ Exothermie:

Hier findet eine chemische Reaktion auf die Oberfläche des Oxidationskatalysators statt, die Wärme in das Abgas zusätzlich einbringt.

Motormanagement

Systemübersicht (Audi A1 Modelljahr 2015)

Sensoren

Luftmassenmesser G70

Motordrehzahlgeber G28

Hallgeber G40

Kühlmitteltemperaturgeber G62

Ansauglufttemperaturgeber G42

Kraftstofftemperaturgeber G81

Ölstands- und Öltemperaturgeber G266

Kraftstoffdruckgeber G247

Potenzimeter für Abgasrückführung G212
Potenzimeter 2 für Abgasrückführung G466

Gaspedalstellungsgeber G79 mit
Geber 2 für Gaspedalstellung G185

Klopfsensor G61

Bremslichtschalter F,
Bremspedalschalter F63

Brennraumdruckgeber für Zylinder 2 G678

Lambdasonde G39
Lambdasonde nach Katalysator G130

Ladelufttemperaturgeber nach Ladeluftkühler G811

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Drosselklappensteuereinheit J338
Winkelgeber 1+2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer
Gasbetätigung G187, G188

Geber für Schaltsaugrohrposition G513

Öldruckschalter F1

Abgasklappensteuereinheit J883

Ladedruckgeber G31

Kupplungspositionsgeber G476

Abgastemperaturgeber 1 G235

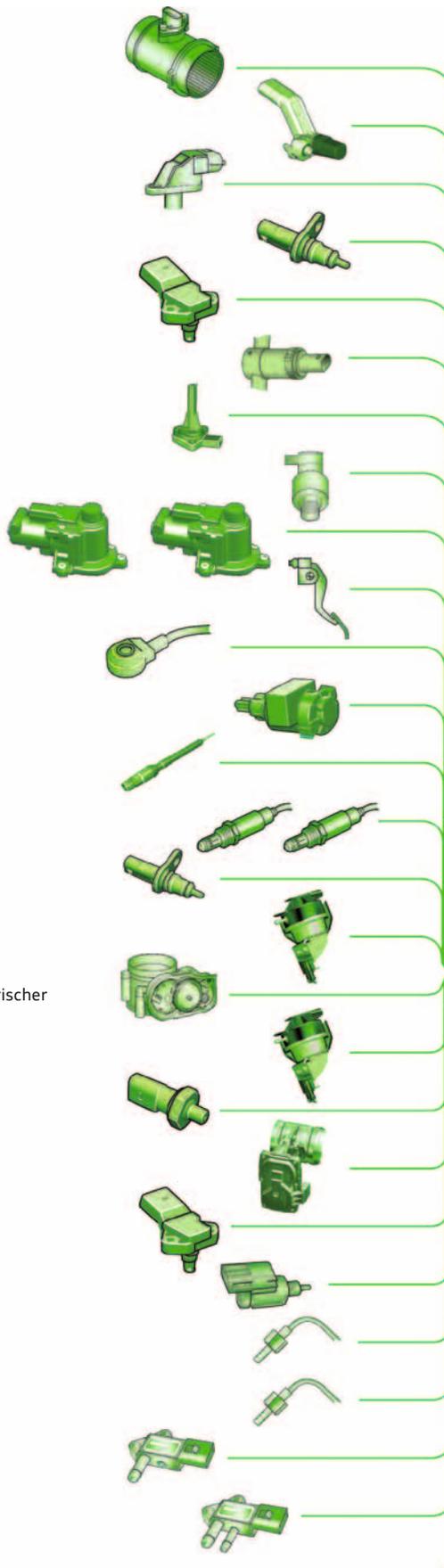
Abgastemperaturgeber 3 G495

Differenzdruckgeber G505

Drucksensor 1 für Abgas G450

Zusatzsignale:

- ▶ Zentralsteuergerät für Komfortsystem
- ▶ Geschwindigkeitsregelanlage
- ▶ Steuergerät für Zusatzheizung
- ▶ Relais 1+2 für Anlasser
- ▶ Steuergerät für Zugang und Startberechtigung



Steuergerät im Schalttafелеinsatz J285 mit:

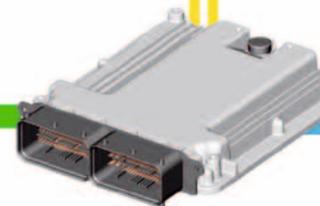
- ▶ Kontrollleuchte für Vorglühzeit K29
- ▶ Abgaswarnleuchte K83
- ▶ Kontrollleuchte für Dieselpartikelfilter K231

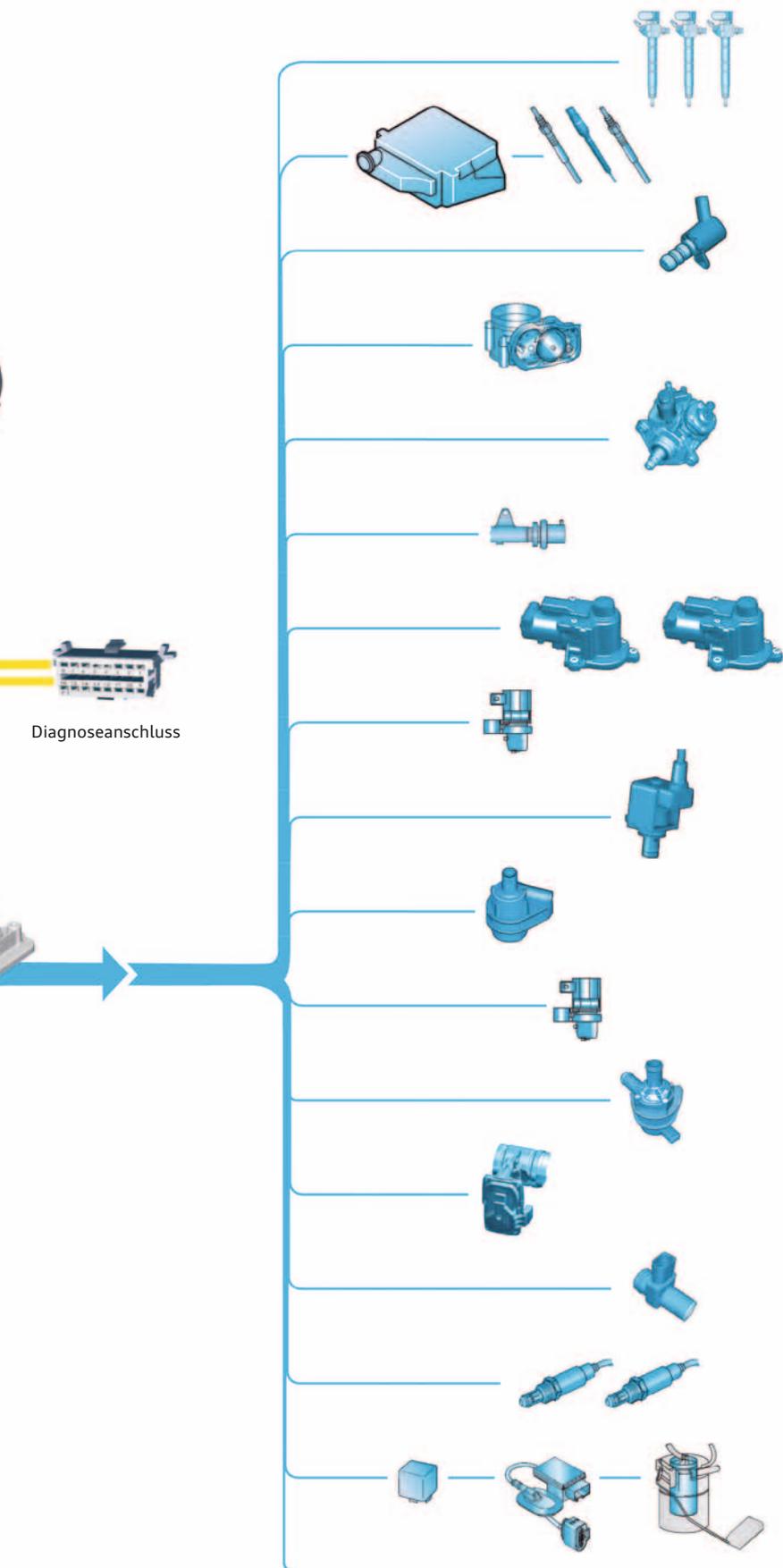


Diagnose-Interface
für Datenbus
J533



Motorsteuergerät
J623





Diagnoseanschluss

Aktoren

Einspritzventil für Zylinder 1 – 3 N30 – 32

Steuergerät für Glühzeitautomatik J179
Glühkerze 1 – 3 Q10 – Q12

Ventil für Öldruckregelung N428

Drosselklappensteuereinheit J338
Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung G186

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Stellmotor für Abgasrückführung V338
Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339

Umschaltventil für Saugrohrklappe N239

Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489

Pumpe für Ladeluftkühlung V188

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Heizungsunterstützungspumpe V488

Abgasklappensteuereinheit J883

Heizwiderstand für Kurbelgehäuseentlüftung N79

Heizung für Lambdasonde Z19
Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29

Kraftstoffpumpenrelais J17
Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Zusatzsignale:

- ▶ Klimakompressor
- ▶ Zuheizer Kühlmittel
- ▶ Lüfterstufe 1 + 2
- ▶ Heizelement für Luftzusatzheizung Z35

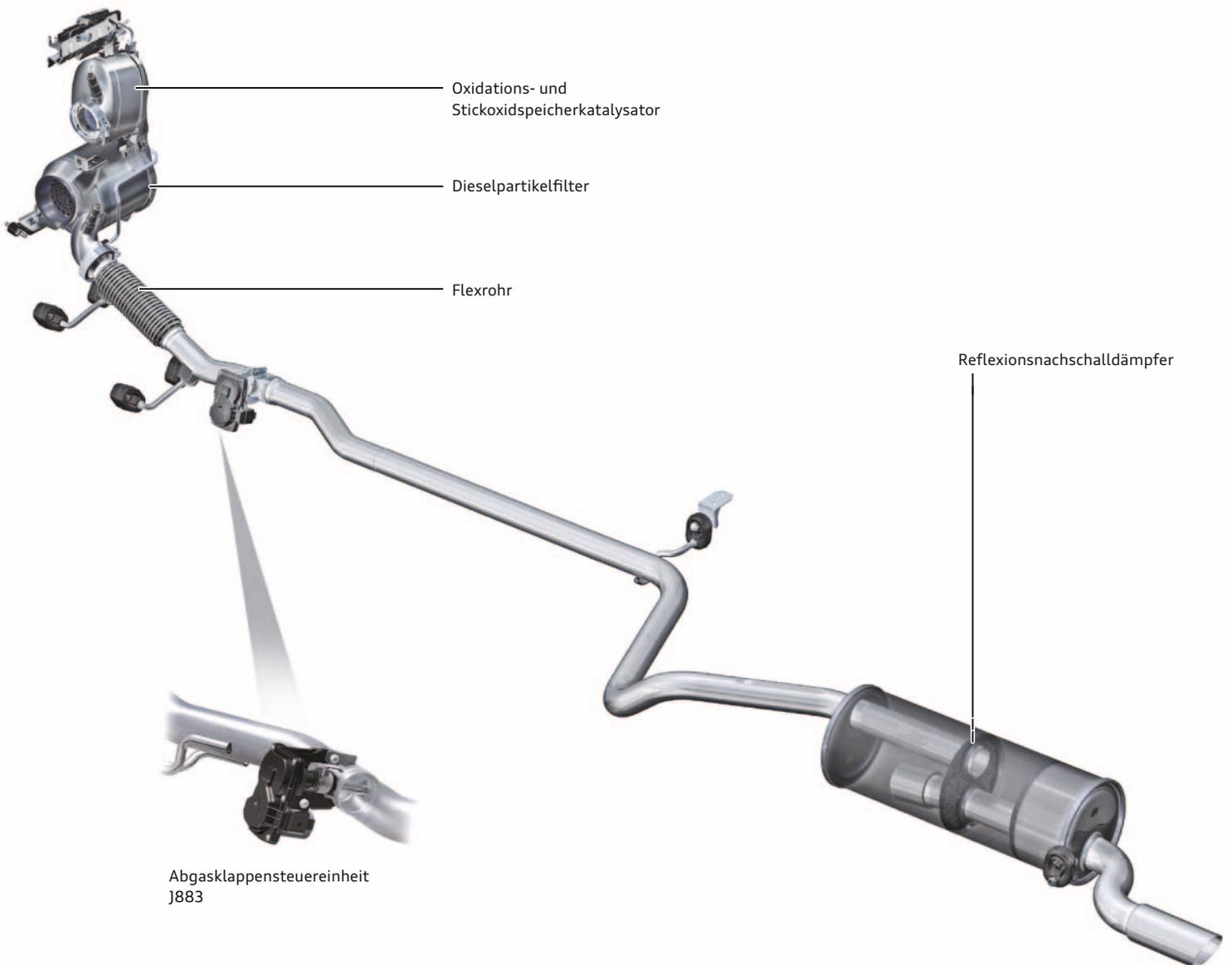
Abgasanlage

Die Abgasanlage für die Abgasnorm EU6 (W) besteht aus den Bauteilen:

- ▶ Abgaskrümmter mit integriertem Abgasturbolader
- ▶ Abgasreinigungsmodul mit Oxidations- und Speicherkatalysator sowie dem beschichteten Dieselpartikelfilter
- ▶ Abgasklappensteuereinheit J883
- ▶ Reflexionsschalldämpfer

Übersicht

(Audi A1 Modelljahr 2015)



Abgasklappensteuereinheit J883

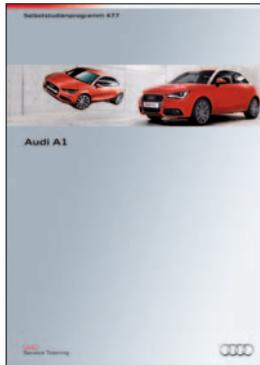
Um die Niederdruck-Abgasrückführung über den gesamten Kennfeldbereich nutzen zu können, wird der gesamte Abgasstrom aus dem Dieselpartikelfilter mit einer elektromotorischen Abgasklappe definiert aufgestaut. Die Abgasrückführungsrate ist abhängig von dem Druckgefälle zwischen der Abgas- und der Ansaugseite.

640_054

Anhang

Selbststudienprogramme

Weitere Informationen über die Technik des 1,4l-TDI-Motors finden Sie in folgendem Selbststudienprogrammen.



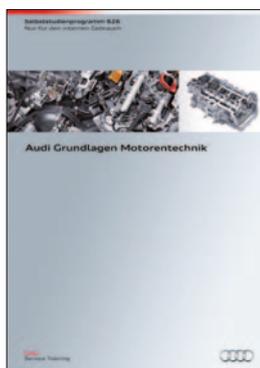
SSP 477 Audi A1

Bestellnummer: A10.5S00.70.00



SSP 608 Audi 1,6l- / 2,0l-4-Zylinder-TDI-Motoren

Bestellnummer: A12.5S00.92.00



SSP 626 Audi Grundlagen Motorentechnik

Bestellnummer: A14.5S01.11.00

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 03/15

Printed in Germany
A15.5S01.23.00