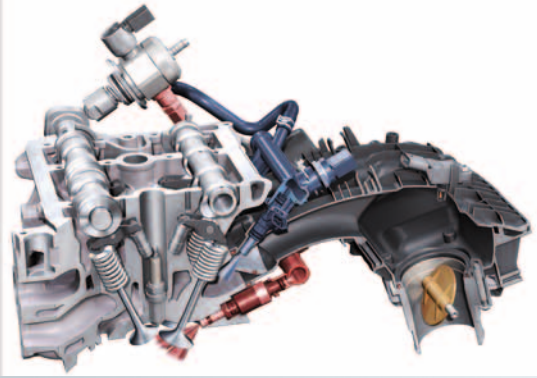
Selbststudienprogramm 606
Nur für den internen Gebrauch





Audi 1,8l- und 2,0l-TFSI-Motoren der Baureihe EA888 (3. Generation)

Audi
Service Training

Audi geht mit seiner erfolgreichen Vierzylinder-Motorbaureihe EA888 in die 3. Generation. Die Gründe für die Weiterentwicklung sind die immer schärferen Abgasnormen (EU 6) und natürlich die Forderungen zu Verbrauchssenkungen und somit geringeren CO_2-Ausstößen. Dazu ist das Aggregat in allen Bereichen grundlegend überarbeitet wurden.
Neben dem Downsizing spielt immer mehr das *Downspeeding** eine Rolle.
Gefertigt wird der „global engine“ im ungarischen Audi Motorenwerk Györ, in Silao (Mexico) sowie in der Volksrepublik China. Hier wird die EA888-Motorenbaureihe in Shanghai und Dalian, sowie zukünftig auch in Changchun produziert.
Der Motor wird, wie schon sein Vorgänger, mit 1,8 l, als auch mit 2,0 l Hubraum angeboten. Er kommt in verschiedensten Fahrzeugplattformen sowie Konzernmarken zum Einsatz. Das Leistungsspektrum des Aggregats ist sehr breit gefächert.

Besonderes Augenmerk legten die Ingenieure in Ingolstadt bei der Entwicklung auf folgende Punkte:
- hoher Gleichteileanteil für alle Motorvarianten
- Verringerung des Motorgewichts
- Verringerung der innermotorischen Reibung
- Erhöhung der Leistung und des Drehmoments bei geringerem Verbrauch
- Verbesserung der Komforteigenschaften.

Zudem müssen die Motoren in allen Märkten, auch in denen mit schlechter Kraftstoffqualität, eingesetzt werden können. Ebenfalls spielt der „global engine“ für die zunehmende Hybridisierung eine wichtige Rolle.
Die genaue technische Beschreibung des Motors der Entwicklungsstufe 0 lesen Sie im Selbststudienprogramm 384 „Audi 1,8l 4V TFSI-Motor mit Kette“. Über die Änderungen der Entwicklungsstufen 0 zu den Entwicklungsstufen 1 und 2 können Sie sich im Selbststudienprogramm 436 „Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb“ informieren.

1,8l-TFSI-Motor



606_001

eMedia

In diesem SSP sind QR-Codes enthalten, mit denen Sie auf zusätzliche interaktive Medien zugreifen können, siehe „Informationen zu QR-Codes“ auf Seite 63.

Neue, innovative Technologien, die zum Einsatz kommen, sind:

- im Zylinderkopf integrierter Abgaskrümmer
- duales Einspritzsystem mit Direkt- und Saugrohreinspritzung
- neues, kompaktes Turboladermodul mit Stahlgussturbinengehäuse, elektrischem Wastegate-Steller und Lambdasonde vor Turbine
- innovatives Thermomanagement mit vollelektronischer Kühlmittelregelung

Lernziele dieses Selbststudienprogramms:

In diesem Selbststudienprogramm lernen Sie die Technik der 4-Zylinder-TFSI-Motoren der EA888-Motorenbaureihe (3. Generation) kennen. Es wird hauptsächlich die Technik des 1,8l-TFSI-Motors beschrieben. Wenn Sie dieses Selbststudienprogramm durchgearbeitet haben, können Sie sich folgende Fragen beantworten:
- Was sind die wichtigsten technischen Maßnahmen, die bei der Weiterentwicklung der EA888-Motorenbaureihe umgesetzt wurden?
- Wie funktionieren die neuen, innovativen Technologien?
- Welche Neuerungen gibt es im Bereich Kundendienst und Service?

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
Entwicklungsziele 4
Technische Kurzbeschreibung 5
Technische Merkmale 6

Motormechanik
Übersicht 8
Zylinderblock 8
Ölwanne 9
Kurbeltrieb (1,8l-TFSI-Motor) 10
Kettentrieb 12
Ausgleichswellen 13
Nebenaggregatehalter 14
Zylinderkopf 15
Integrierter Abgaskrümmer (IAGK) 18
Kurbelgehäuseent- und -belüftung 20

Ölversorgung
Systemübersicht 24
Ölversorgung 26
Öleinfülldeckel 28
Schaltbare Kolbenkühldüsen 28

Kühlsystem
Systemübersicht 30
Innovatives Thermomanagement (ITM) 32

Luftversorgung und Aufladung
Systemübersicht 40
Luftführung bei Motoren im Quereinbau 41
Luftführung bei Motoren im Längseinbau 42
Saugrohr 43
Abgasturbolader 44

Kraftstoffsystem
Systemübersicht 48
Gemischbildung / Duales Einspritzsystem 49
Betriebsarten 50

Motormanagement
Systemübersicht 1,8l-TFSI-Motor CJEB (Audi A5 ’12) 52

Differenzierungen der Motorvarianten
Unterschiede 1,8 l / 2,0 l, sowie Längs- und Quereinbau 54
Unterschiede der Bauteile zwischen Längs- und Quereinbau 55
Unterschiede der Bauteile zwischen 1,8 l und 2,0 l Hubraum 56
Unterschiede bei den Abgasturboladern 58
Unterschiede beim Brennverfahren 59

Anhang
Service 60
Glossar 62
Selbststudienprogramme 63
Informationen zu QR-Codes 63

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

Hinweis

Verweis

Einleitung

Entwicklungsziele

Bei der Entwicklung der 3. Generation der EA888-Motorenbaureihe standen als wichtigste Punkte die Realisierung der EU 6-Abgasgrenzwerte und die Tauglichkeit für die modularen Plattformen auf der Agenda.

Bei der Optimierung des Grundmotors waren die Reduzierung des Gewichts und der Reibung zu berücksichtigen.

Anpassung an modulare Baukästen

Um die 3. Generation der EA888-Motorenbaureihe für den Einsatz als „global engine“ im modularen Längsbaukasten (MLB) und Querbaukasten (MQB) nutzen zu können, musste sie in ihren Abmessungen, Aufnahme- und Anschlusspunkten überarbeitet werden.

Wenn der Motor in Quereinbau eingesetzt wird, kommen Motorträger und ein Ölpeilstab zum Einsatz. Wird der Motor bei Längseinbau verbaut, kommen Motorstützen und, statt eines Ölpeilstabs, eine Verschlusskappe zum Einsatz.

CO_2-Reduktion

Um sowohl die EU 6-Abgasgrenzwerte zu erreichen, als auch den CO_2-Ausstoß zu verringern, mussten die folgenden Optimierungen und Änderungen umgesetzt werden.

Downsizing/Downspeeding
- Ein- und Auslassnockenwellenversteller
- Audi valvelift system (AVS)

Reibungs- und Gewichtsreduktion
- Ausgleichswellen teilweise wälzgelagert
- kleinere Hauptlagerdurchmesser
- abgesenktes Öldruckniveau
- im Nebentrieb Spannerkraftabsenkung

Zylinderkopf
- Zylinderkopf mit integriertem Abgaskrümmer
- gewichtsreduziertes Abgasturboladergehäuse
- elektrischer Wastegate-Steller

Einspritzung
- FSI- und MPI-Einspritzventile

Thermomanagement
- Drehschiebersteuerung

Reibungsreduktion

Die Kettenspanner sind für den abgesenkten Öldruck optimiert. Zusätzlich konnte die Spannkraft reduziert werden. Somit wurde eine Reduzierung der Reibungsleistung erreicht.
Weiterhin werden die Kurbelwellen mit kleineren Hauptlagerdurchmessern ausgeführt, die somit auch weniger Reibung erzeugen.

Der Aufbau des Riementriebs ist bei Längs- und Quereinbau identisch. Jedoch sind weiterhin die Generatoren und Klimakompressoren fahrzeugabhängig.



Verweis
Weitere Informationen zu Konstruktion und Funktion sowie zu den Entwicklungsstufen finden Sie im Selbststudienprogramm 384 „Audi 1,8l 4V TFSI-Motor mit Kette“ und im Selbststudienprogramm 436 „Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb“.

Technische Kurzbeschreibung

Motorbauart

- Reihen-Vierzylinder-Ottomotor mit Benzindirekteinspritzung
- Abgasturboaufladung mit Ladeluftkühlung
- Kettentrieb
- Ausgleichswellen

Ventilsteuerung

- Vierventil-Technik, zwei oben liegende Nockenwellen (DOHC)
- kontinuierliche Ein- und Auslassnockenwellenverstellung
- Audi valvelift system (AVS)
- Motormanagement Simos 12 (Fa. Continental)
- Start-Stopp-System und Rekuperation

Gemischaufbereitung

- vollelektronisches Motormanagement mit E-Gas
- kombinierte Direkt- und Saugrohreinspritzung
- adaptive Lambda-Regelung
- Kennfeldzündung mit ruhender Hochspannungsverteilung
- zylinderselektive, adaptive Klopfregelung



606_057

eMedia

Animation zum Gesamtmotor.

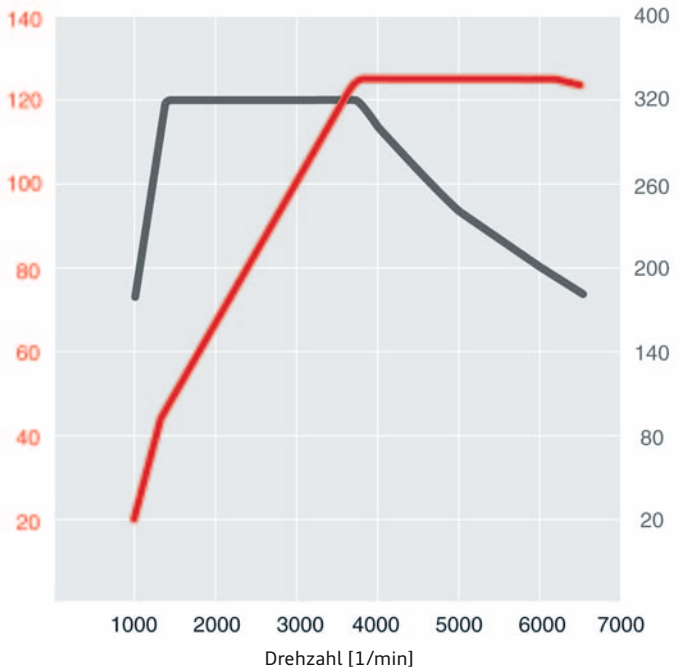
1,8l-TFSI-Motor

Drehmoment-Leistungskurve

Motor mit Motorkennbuchstaben CJEB

Leistung in kW

Drehmoment in Nm



606_008

Technische Merkmale

1,8l-TFSI-Motor

Motorkennbuchstabe	CJEB	CJSA	CJSB
Einbaulage	**längs**	**quer**	**quer**
Hubraum in cm^3	1798	1798	1798
Leistung in kW bei 1/min	125 bei 3800 – 6200	132 bei 5100 – 6200	132 bei 4500 – 6200
Drehmoment in Nm bei 1/min	320 bei 1400 – 3700	250 bei 1250 – 5000	280 bei 1350 – 4500
Bohrung in mm	82,5	82,5	82,5
Hub in mm	84,1	84,1	84,1
Verdichtung	9,6 : 1	9,6 : 1	9,6 : 1
Kurbelwelle			
Kurbelwellenhauptlagerdurchmesser in mm	48	48	48
Motormanagement			
Kraftstoff in ROZ	95[1), 2)]	95[1), 2)]	95[2)]
maximaler Einspritzdruck in bar			
CO_2-Emissionen in g/km			
Abgasnorm	EU 5	EU 5 plus	EU 5 plus
Zündfolge	1–3–4–2	1–3–4–2	1–3–4–2
Klopfregelung	ja	ja	ja
Aufladung	ja	ja	ja
Abgasrückführung	intern (Nockenwellenverstellung)	intern (Nockenwellenverstellung)	intern (Nockenwellenverstellung)
Saugrohrklappen	ja	ja	ja
Nockenwellenverstellung im Einlass	ja	ja	ja
Nockenwellenverstellung im Auslass	ja	ja	ja
Hochdruckeinspritzventile (FSI)	ja	ja	ja
Einspritzventile im Saugrohr (MPI)	ja	ja	ja
Sekundärluftsystem	nein	nein	nein
Audi valvelift system (AVS) im Auslass	ja	ja	ja
Drehschieber	ja	ja	ja
geregelte Ölpumpe	ja	ja	ja
Tumble	ja	ja	ja
Drumble[4)]	nein	nein	nein

[1)] Benzin bleifrei ROZ 91 ist zulässig, jedoch mit verminderter Leistung
[2)] E25 tauglich (ab Baudatum KW 40/2012)
[3)] Benzin Super bleifrei ROZ 95 ist zulässig, jedoch mit verminderter Leistung
[4)] Drumble siehe Seite 59

2,0l-TFSI-Motor

Motorkennbuchstabe	CNCB	CNCD	CJXC
Einbaulage	**längs**	**längs**	**quer**
Hubraum in cm^3	1984	1984	1984
Leistung in kW bei 1/min	132 bei 4000 – 6000	165 bei 4500 – 6250	221 bei 5500 – 6200
Drehmoment in Nm bei 1/min	320 bei 1500 – 3800	350 bei 1500 – 4500	380 bei 1800 – 5500
Bohrung in mm	82,5	82,5	82,5
Hub in mm	92,8	92,8	92,8
Verdichtung	9,6 : 1	9,6 : 1	9,3 : 1
Kurbelwelle			
Kurbelwellenhauptlagerdurchmesser in mm	52	52	52
Motormanagement			
Kraftstoff in ROZ	95[1), 2)]	95[1), 2)]	98[2), 3)]
maximaler Einspritzdruck in bar			
CO_2-Emissionen in g/km			
Abgasnorm	EU 5	EU 5	EU 6
Zündfolge	1–3–4–2	1–3–4–2	1–3–4–2
Klopfregelung	ja	ja	ja
Aufladung	ja	ja	ja
Abgasrückführung	intern (Nockenwellenverstellung)	intern (Nockenwellenverstellung)	intern (Nockenwellenverstellung)
Saugrohrklappen	ja	ja	ja
Nockenwellenverstellung im Einlass	ja	ja	ja
Nockenwellenverstellung im Auslass	ja	ja	ja
Hochdruckeinspritzventile (FSI)	ja	ja	ja
Einspritzventile im Saugrohr (MPI)	ja	ja	ja
Sekundärluftsystem	nein	nein	nein
Audi valvelift system (AVS) im Auslass	ja	ja	ja
Drehschieber	ja	ja	ja
geregelte Ölpumpe	ja	ja	ja
Tumble	nein	nein	nein
Drumble[4)]	ja	ja	ja

Motormechanik

Übersicht

Beim Zylinderblock wurde nicht nur drastisch Gewicht reduziert, es wurde auch eine zweite Druckölgalerie auf der „kalten“ Seite für die elektrisch schaltbaren Kolbenkühldüsen entwickelt. Es erfolgten Änderungen der Querschnitte für den Kühlmittel- bzw. Ölrücklauf und die Position der Klopfsensoren wurde ebenfalls optimiert.

Damit die Ausgleichswellen robust genug für den Einsatz eines Start-Stopp-Systems bzw. von Hybrid-Anwendungen sind, werden diese teilweise wälzgelagert ausgeführt. Sie sind somit an einer Stelle gleit- und an zwei Stellen wälzgelagert. Gleichzeitig wurden bei den Ausgleichswellen die Reibung, das Gewicht und die Massenträgheit verringert.
Der Ölrücklauf auf der „heißen“ Motorseite wurde komplett neu gestaltet.

Maßnahmen zur Gewichtsreduzierung (1,8l-TFSI-Motor)

Bei der 3. Generation der EA888-Motorenbaureihe wurde eine Gewichtsreduzierung von insgesamt etwa 7,8 kg erreicht.
Um dies zu erreichen wurden folgende Bauteile optimiert oder kommen erstmalig zum Einsatz:

- Dünnwandzylinderblock und Entfall des separaten Grobölabscheiders
- Zylinderkopf und Turbolader
- Kurbelwelle (mit kleineren Hauptlagerdurchmessern und vier Gegengewichten)
- Ölwannenoberteil aus Aluminium-Druckguss (inkl. Aluminiumschrauben)
- Ölwannenunterteil aus Kunststoff
- Aluminiumschrauben
- Ausgleichswellen (teilweise wälzgelagert)

Zylinderblock

Der Zylinderblock ist grundlegend überarbeitet worden. Hauptsächliches Ziel war es, das Gewicht zu reduzieren. Die Wandstärke wurde dazu von ca. 3,5 mm auf 3,0 mm reduziert. Weiterhin wurde die Funktion des Grobölabscheiders in den Zylinderblock integriert. Insgesamt konnten gegenüber dem Motor der 2. Generation 2,4 kg Gewicht am Zylinderblock eingespart werden. Die innere Reibleistung wurde ebenfalls reduziert. Die wichtigsten Maßnahmen hierzu sind die Verringerung der Hauptlagerdurchmesser sowie eine verbesserte Lagerung der Ausgleichswellen.

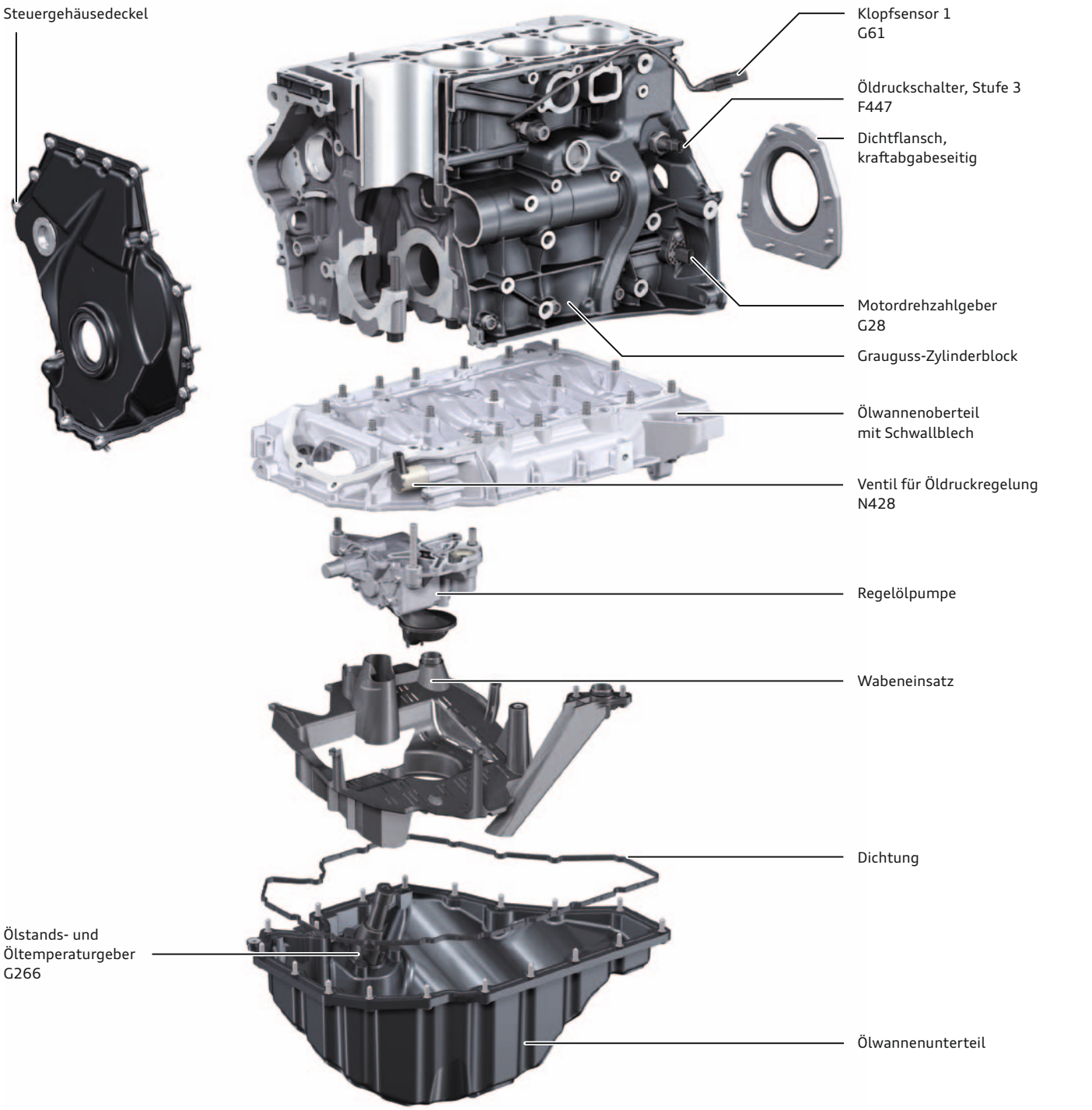
Weitere Änderungen gegenüber dem Motor der 2. Generation:
- zweite Druckölgalerie im Bereich der „Kalten Seite“ für die elektrisch schaltbaren Kolbenkühldüsen
- Änderungen der Querschnitte für den Kühlmittel- bzw. Ölrücklauf
- optimierter langer Kühlmittelmantel
- Ölkühlerversorgung über Kühlmittelrücklauf Zylinderkopf
- optimierte Position der Klopfsensoren
- verbesserte Lagerung der Ausgleichswellen

Abdichtung

Die Abdichtung zur kraftabgebenden Seite erfolgt mittels Dichtflansch. Dieser ist mit Flüssigdichtmittel versehen und am Zylinderblock mit Aluminiumschrauben verschraubt.

Der Steuergehäusedeckel ist ebenfalls mit Flüssigdichtmittel abgedichtet.

Übersicht



606_028

Ölwanne

Ölwannenoberteil

Es wird aus Aluminium-Druckguss gefertigt. In ihm wird die Ölpumpe und der Wabeneinsatz für die Ölansaugung und Ölrücklauf verschraubt. Weiterhin befinden sich im Ölwannenoberteil Druckölkanäle sowie das Steuerventil der zweistufigen Ölpumpe.

Die Abdichtung zum Zylinderblock erfolgt mit Flüssigdichtmittel. Zur Verschraubung werden Aluminiumschrauben verwendet. Um die Akustikeigenschaften des Aggregats weiter zu verbessern, sind die Hauptlagerdeckel mit dem Ölwannenoberteil verschraubt.

Ölwannenunterteil

Das Ölwannenunterteil wird aus Kunststoff gefertigt. Dadurch konnte ca. 1,0 kg Gewicht eingespart werden.
Die Abdichtung erfolgt mittels Gummi-Formdichtung. Die Verschraubung erfolgt mit Stahlschrauben.

Im Ölwannenunterteil ist der Ölstands- und Öltemperaturgeber G266 verbaut.
Die Ölablassschraube ist ebenfalls aus Kunststoff gefertigt (Bajonettverschluss).

Kurbeltrieb (1,8l-TFSI-Motor)

Im Bereich des Kurbeltriebs standen bei der Weiterentwicklung die Gewichtsreduktion und die Reduzierung der Reibung im Vordergrund.



606_030

eMedia

Animation zum Kurbel- und Zahnkettentrieb inklusive Antrieb der Regelölpumpe und der Kühlmittelpumpe.

Kolben

Hier wurde das Kolbenspiel vergrößert, um die Reibung in der Warmlaufphase zu reduzieren. Zusätzlich kommt eine verschleißbeständige Kolbenhemdbeschichtung zum Einsatz.

oberer Kolbenring	=	Minutenring / bei 2,0l-Motoren Rechteckring, asymmetrisch ballig
mittlerer Kolbenring	=	Nasenminutenring
unterer Kolbenring	=	Ölabstreifring (zweiteilig, Dachfasenschlauchfederring)

Pleuel/Kolbenbolzen

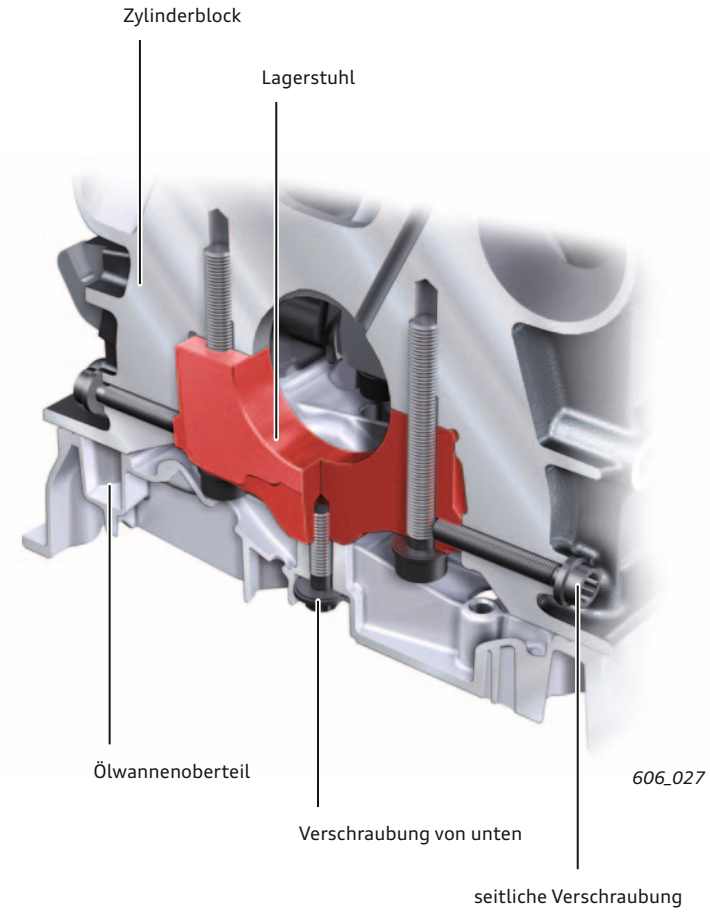
Die Pleuel sind als Crackpleuel ausgeführt. Im unteren Pleuelauge kommen, wie bei den Hauptlagern bleifreie Zweistofflager zum Einsatz.
Eine wesentliche Neuerung ist der Entfall der Bronzebuchse im oberen Pleuelauge.
Somit ist der gesamte Motor mit bleifreien Lagern ausgestattet.
Die Lagerung ohne Pleuelbuchse kommt bei PKW-Motoren erstmalig zur Anwendung. Sie ist ein von Audi patentiertes Verfahren.
Der Kolbenbolzen ist im Pleuel direkt mit dem Stahl und im Kolben direkt mit der Aluminiumlegierung verbunden. Dazu erhält der Kolbenbolzen eine spezielle Oberflächenbeschichtung.
Es handelt sich dabei um eine *DLC**-Beschichtung.

Kurbelwelle (1,8l-TFSI-Motor)

Im Vergleich zum Motor der 2. Generation wurden die Hauptlagerdurchmesser der Kurbelwelle von 52 auf 48 mm reduziert und die Anzahl der Gegengewichte von acht auf vier verringert. Dadurch konnten 1,6 kg Gewicht eingespart werden. Die Hauptlagerschalen sind sowohl oben als auch unten zweischichtige, bleifreie Lager.
Die Tauglichkeit zum Start-Stopp-Betrieb ist gewährleistet.

Lagerstuhl

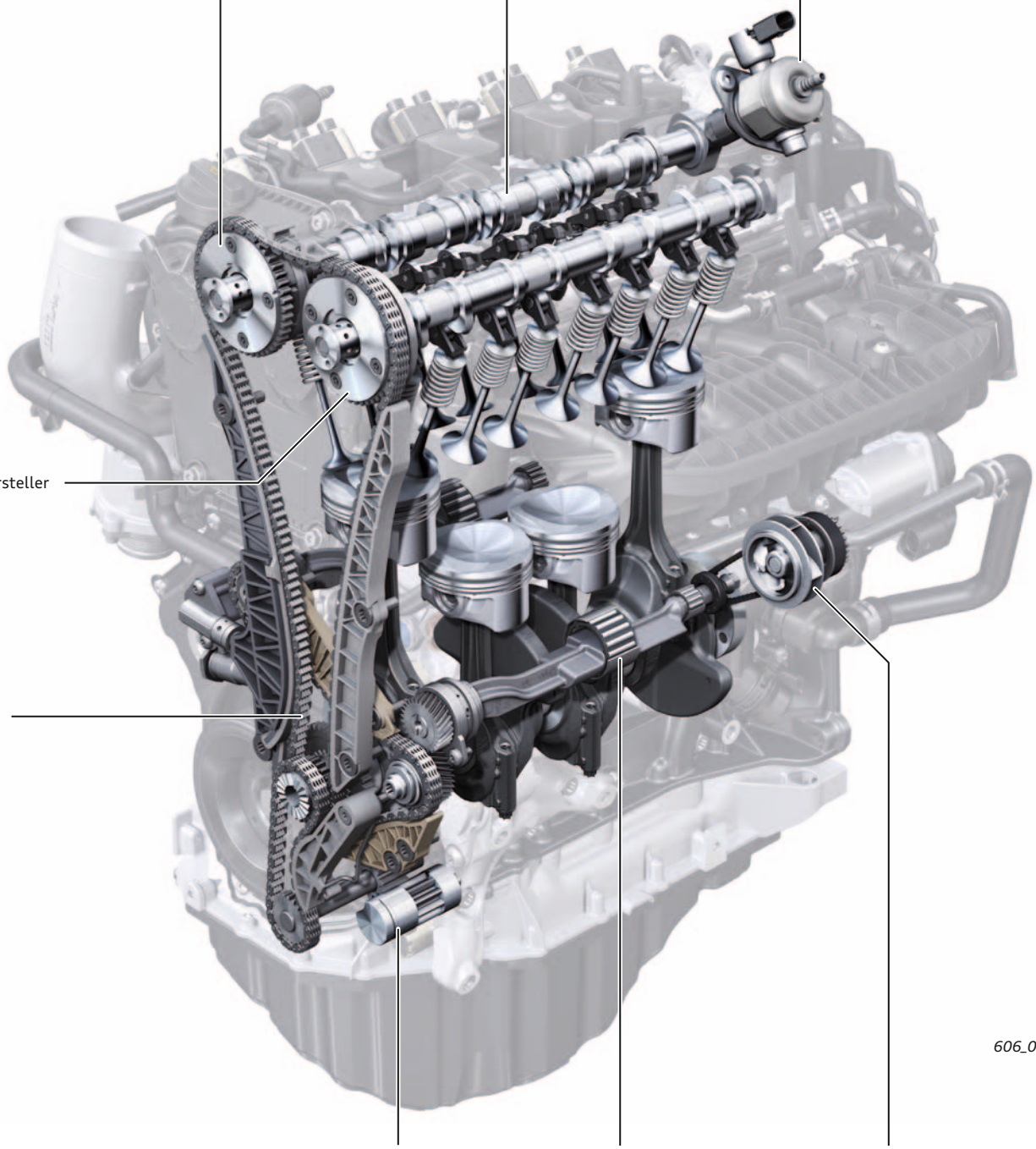
Die Hauptlagerdeckel sind mit dem Ölwannenoberteil verschraubt. Diese Maßnahme verbessert die Komforteigenschaften des Motors in Bezug auf Schwingungsverhalten und Akustik.



Kettentrieb

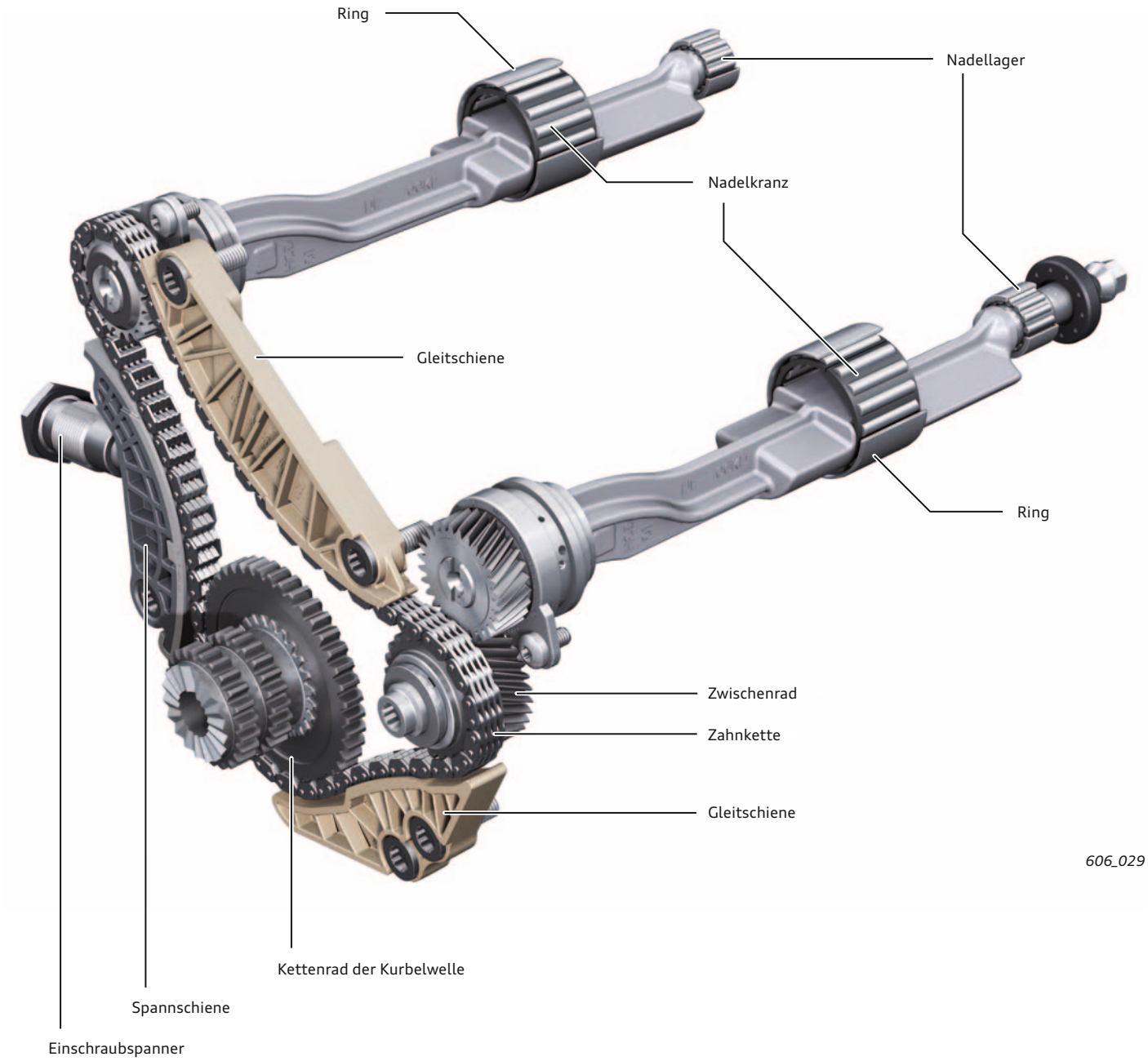
Der grundsätzliche Aufbau des Kettentriebs ist weitestgehend von der 2. Generation übernommen worden. Aber auch hier wurde konsequent weiterentwickelt. Aufgrund der Reibleistungsreduzierung und des geringeren Ölbedarfs reduziert sich auch die Antriebsleistung im Kettentrieb. Eine Anpassung erfolgte deshalb hier im Bereich der Kettenspanner. Sie wurden auf den niedrigeren Öldruck angepasst.

Im ersten Moment nicht sichtbar, hat sich jedoch für den Kundendienst einiges geändert. Das betrifft zum einen die Arbeitsschritte bei der Kettenmontage, zum anderen werden hier auch eine Reihe neuer Spezialwerkzeuge eingesetzt. Des Weiteren muss nach Arbeiten am Kettentrieb mit dem Fahrzeugdiagnosetester eine Anpassung durchgeführt werden. Hierbei werden aus Diagnosegründen Bauteiltoleranzen im Kettentrieb erfasst und entsprechend berücksichtigt.



Ausgleichswellen

Die Ausgleichswellen wurden, neben einer Reduzierung der Masse, auf teilweise Wälzlagerung umgestellt. Das ergibt eine deutliche Minimierung der Reibleistung. Diese wirkt sich speziell bei niedrigen Öltemperaturen aus. Ebenso positiv wirkt sich diese Maßnahme auf die Robustheit im Start-Stopp- und Hybridbetrieb aus.



Hinweis
Im Schadensfall ist über ETKA ein Reparatursatz, bestehend aus beiden Ausgleichswellen mit den Nadelkränzen erhältlich. Die kleinen Nadellager sind mit Kundendienstmitteln derzeit nicht erneuerbar.

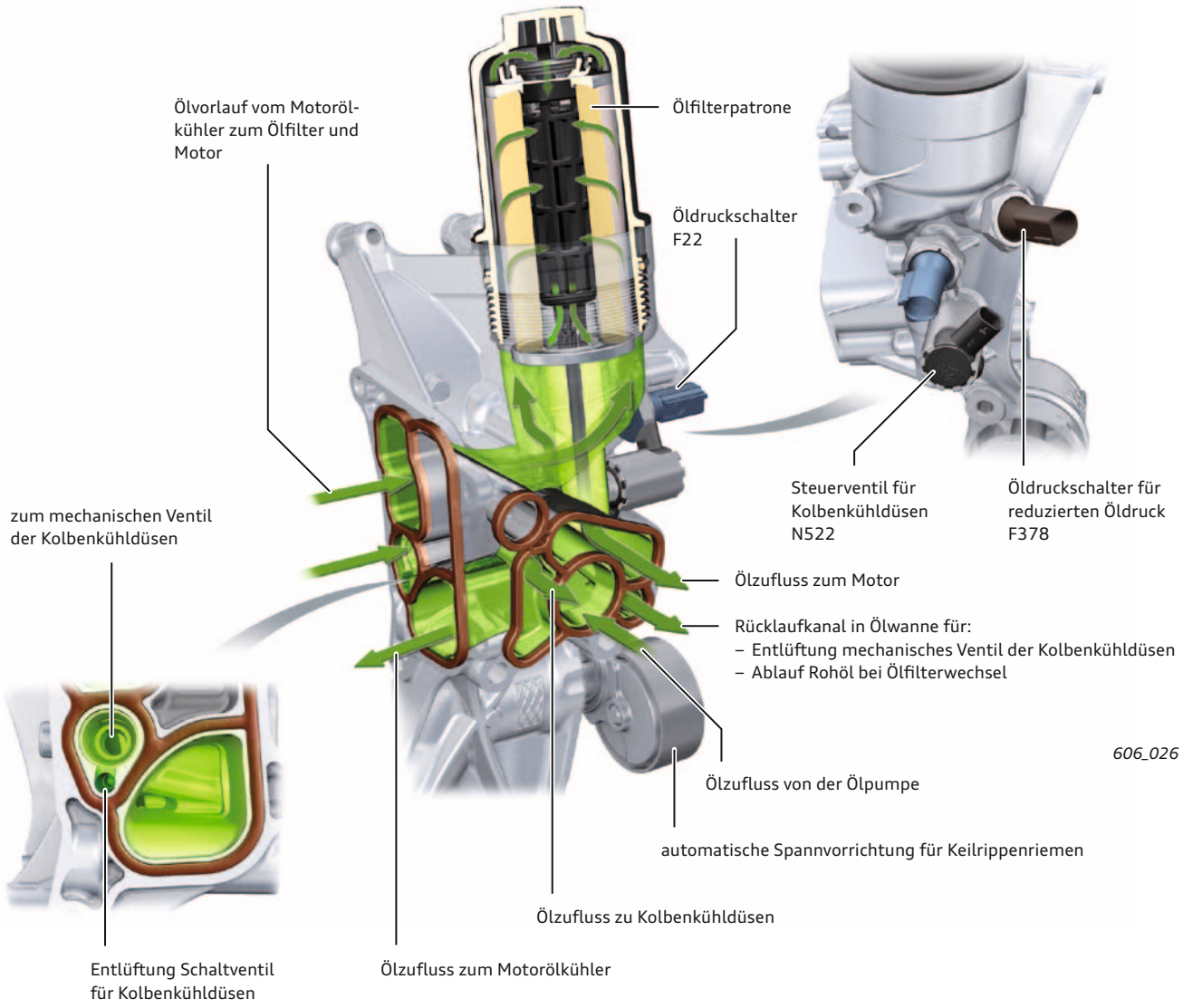
Nebenaggregatehalter

Im Nebenaggregatehalter des Motors sind Ölfilter- und Ölkühlerhalter integriert. Er enthält die Ölkanäle und Kanäle des Kühlmittels zum Ölkühler. Ebenfalls sind die Öldruckschalter, das elektrische Schaltventil der Kolbenkühldüsen und die Spannvorrichtung für Keilrippenriemen verbaut.

Die Ölfilterpatrone ist servicefreundlich von oben erreichbar. Damit beim Wechsel des Filters kein Öl ausläuft, wird beim Lösen ein Verschlussdorn geöffnet, wodurch das Öl in die Ölwanne zurücklaufen kann.

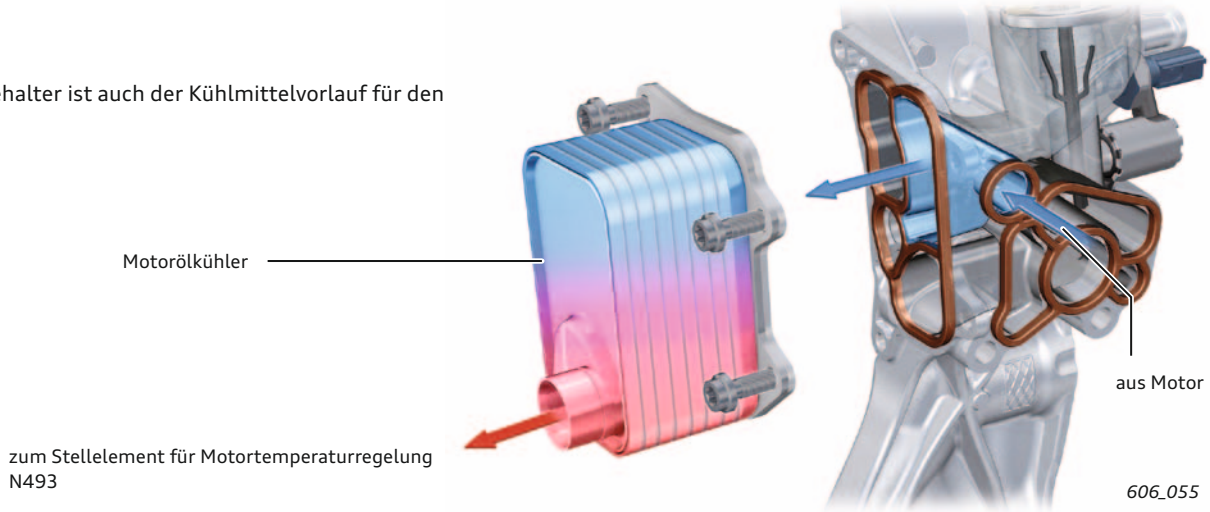
Aufbau am Beispiel des 1,8l-TFSI-Motors in Quereinbau

Ölkanäle



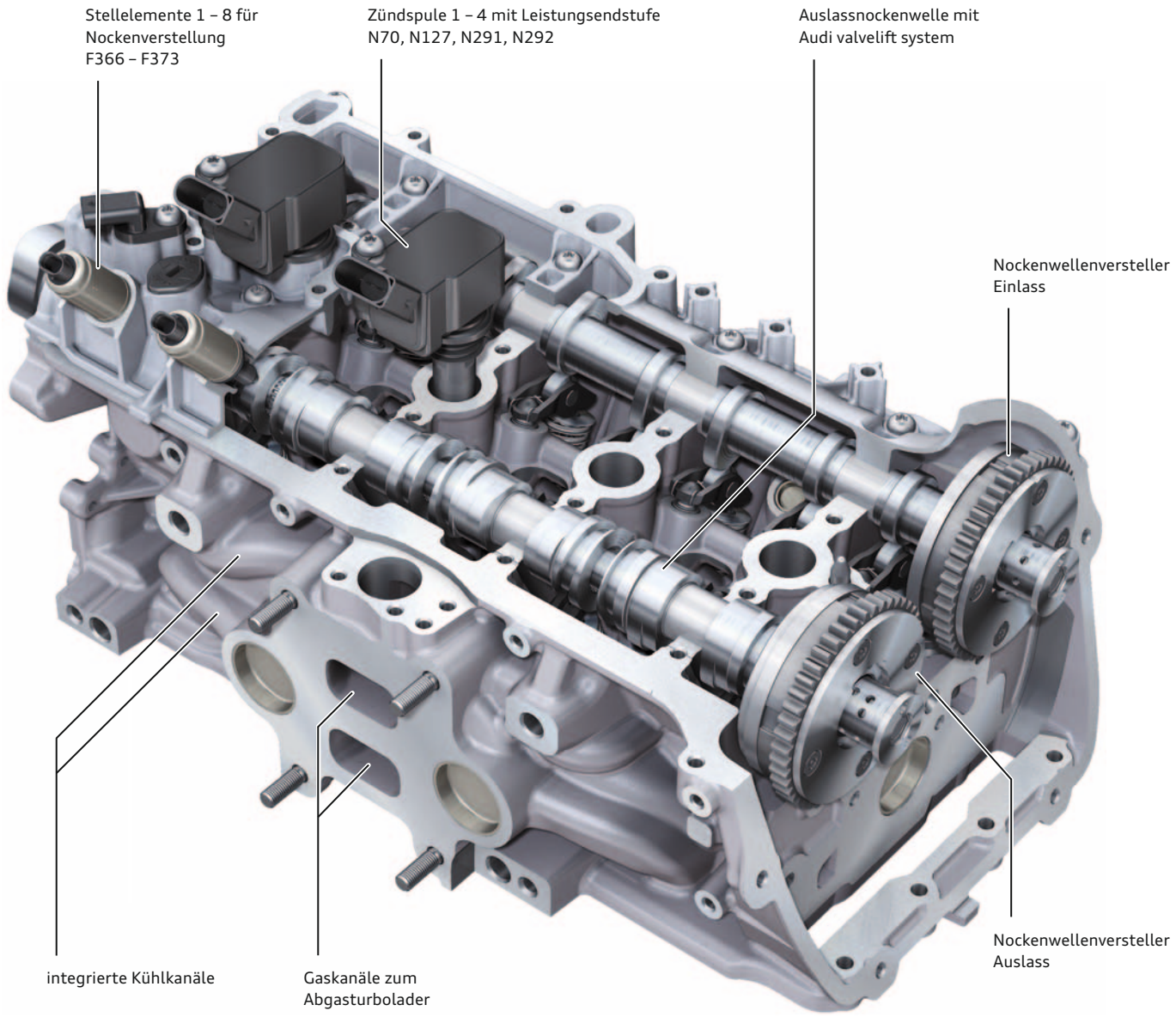
Kühlmittelkanäle

Im Nebenaggregatehalter ist auch der Kühlmittelvorlauf für den Ölkühler integriert.



Zylinderkopf

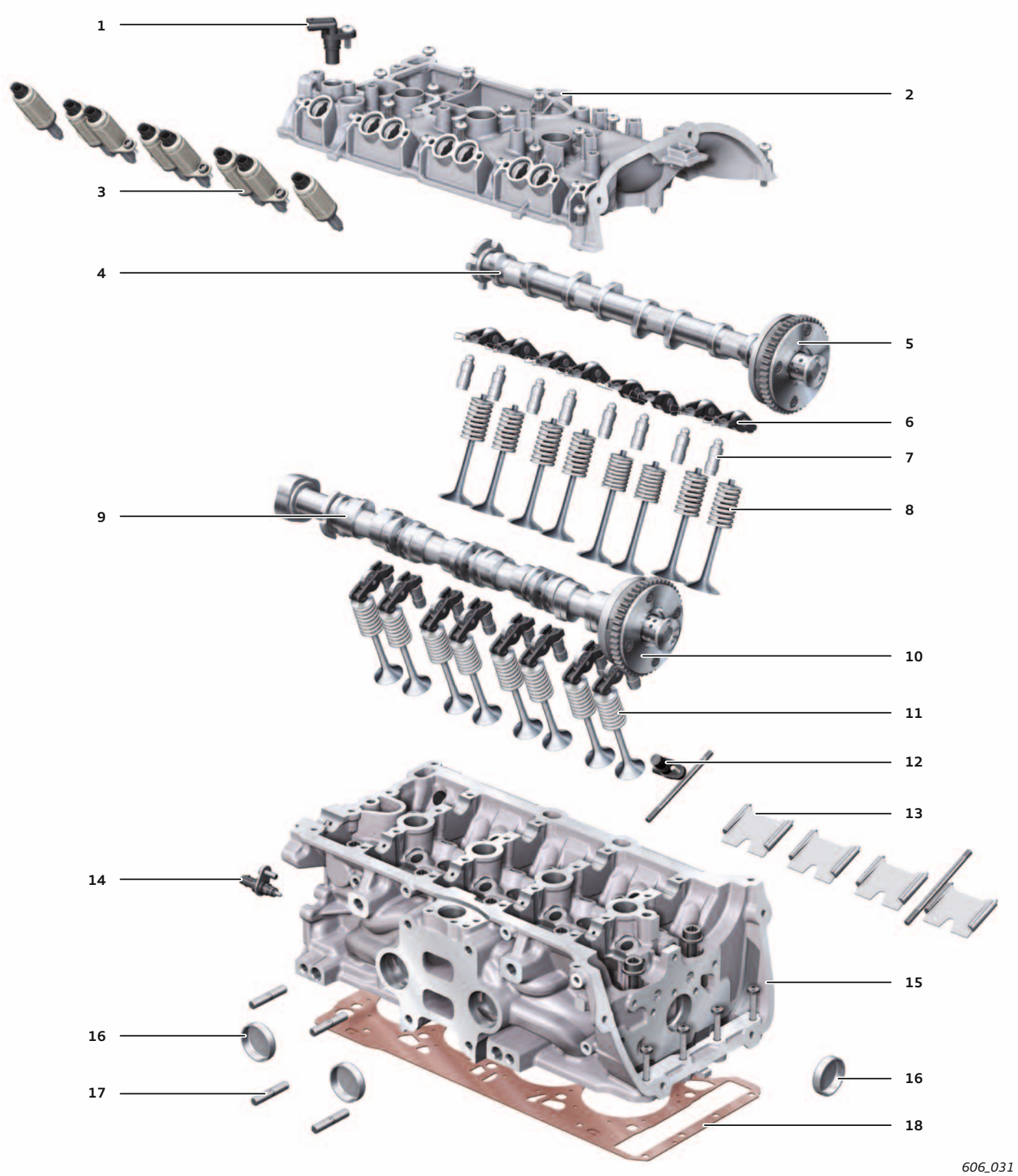
Das wohl auffälligste neue Bauteil des Motors ist der Zylinderkopf. Dieser ist komplett neu entwickelt worden. Erstmals kommt bei turboaufgeladenen Motoren mit Direkteinspritzung eine im Zylinderkopf integrierte Abgaskühlung, sowie Abgasführung (IAGK) zur Anwendung.



606_006

Verweis
Weitere Informationen zur Funktion der Nockenwellenverstellung finden Sie im Selbststudienprogramm 255 „Der 2,0 l-R4- und der 3,0 l-V6-Motor“.

Aufbau



Legende:

1	Hallgeber 3 G300
2	Zylinderkopfhaube
3	Stellelemente 1 – 8 für Nockenverstellung F366 – F373
4	Einlassnockenwelle
5	Einlassnockenwellenversteller
6	Rollenschlepphebel
7	Abstützelement
8	Einlassventil
9	Auslassnockenwelle
10	Auslassnockenwellenversteller
11	Auslassventil
12	Hallgeber G40
13	Kanaltrennbleche
14	Kühlmitteltemperaturgeber G62
15	Zylinderkopf
16	Frostschutzstopfen
17	Stehbolzen des integrierten Abgaskrümmers
18	Zylinderkopfdichtung

Abdichtung

Zur Verschraubung der Zylinderkopfhaube werden Stahlschrauben verwendet. Die Abdichtung der Zylinderkopfhaube erfolgt mit einem Flüssigdichtmittel.

Die Abdichtung zwischen Zylinderblock und Zylinderkopf erfolgt durch eine dreilagige Zylinderkopfdichtung aus Metall.
Auf der Steuerseite erfolgt die Abdichtung mittels eines Kettenkastendeckels aus Kunststoff. In ihm ist jetzt auch der Öleinfülldeckel integriert.

Audi valvelift system (AVS)

Das Audi valvelift system wurde zur Optimierung des Ladungswechsels entwickelt. Ersteinsatz dieses Systems war im 2,8l-V6-FSI-Motor des Audi A6 ’05 Ende des Jahres 2006.
Zur Verbesserung der Drehmomentcharakteristik wurde das bewährte Audi valvelift system AVS (zweistufige Ventilhubumschaltung) aus dem 2,0l-TFSI-Motor der 2. Generation (Vorgängermotor) übernommen (SSP 436).

Nockenwellenversteller

Eine weitere wichtige Neuerung ist der Einsatz einer Nockenwellenverstellung auf der Auslassnockenwelle. Hierdurch sind maximale Freiheitsgrade bei der Steuerung des Ladungswechsels erzielt wurden. Mit dem AVS-System und der Auslassnockenwellenverstellung können die unterschiedlichen Ladungswechselbedürfnisse im Volllast- und Teillastbereich angepasst werden.

Das Ergebnis ist ein schnellerer Drehmomentaufbau. Durch das hohe Drehmoment von bis zu 320 Nm in einem breiten Drehzahlband kann die Getriebeübersetzung anders angepasst werden (Downspeeding). Dies verringert den Kraftstoffverbrauch.

Weitere Änderungen:

- langes Zündkerzengewinde
- neue Stabzündspulen
- gewichtsoptimierte Nockenwellen
- optimierte Rollenschlepphebel (Reibungsreduktion)
- abgesenkte Federkräfte im Ventiltrieb
- neuer Öleinfülldeckel, positioniert im oberen Kettenkasten
- Kühlmitteltemperaturgeber G62 im Zylinderkopf positioniert (ITM)
- Hochdruckpumpe neu positioniert
- verbesserter Feinölabscheider
- das Turbinengehäuse des Abgasturboladers wird direkt am Zylinderkopf verschraubt
- Optimierung der Einlasskanäle
- Weiterentwicklung der Einspritzkomponenten inklusive akustischer Entkoppelung

Verweis
Weitere Informationen zu Funktionen des Audi valvelift systems finden Sie im Selbststudienprogramm 411 „Audi 2,8l- und 3,2l-FSI-Motor mit Audi valvelift system“.

Hinweis
Auch im Bereich des Zylinderkopfs gibt es bei Montagearbeiten einige Änderungen. So muss z. B. bei der Demontage des Zylinderkopfs vorher die Zylinderkopfhaube demontiert werden. Die genaue Vorgehensweise lesen Sie im entsprechenden Reparaturleitfaden.

Integrierter Abgaskrümmer (IAGK)

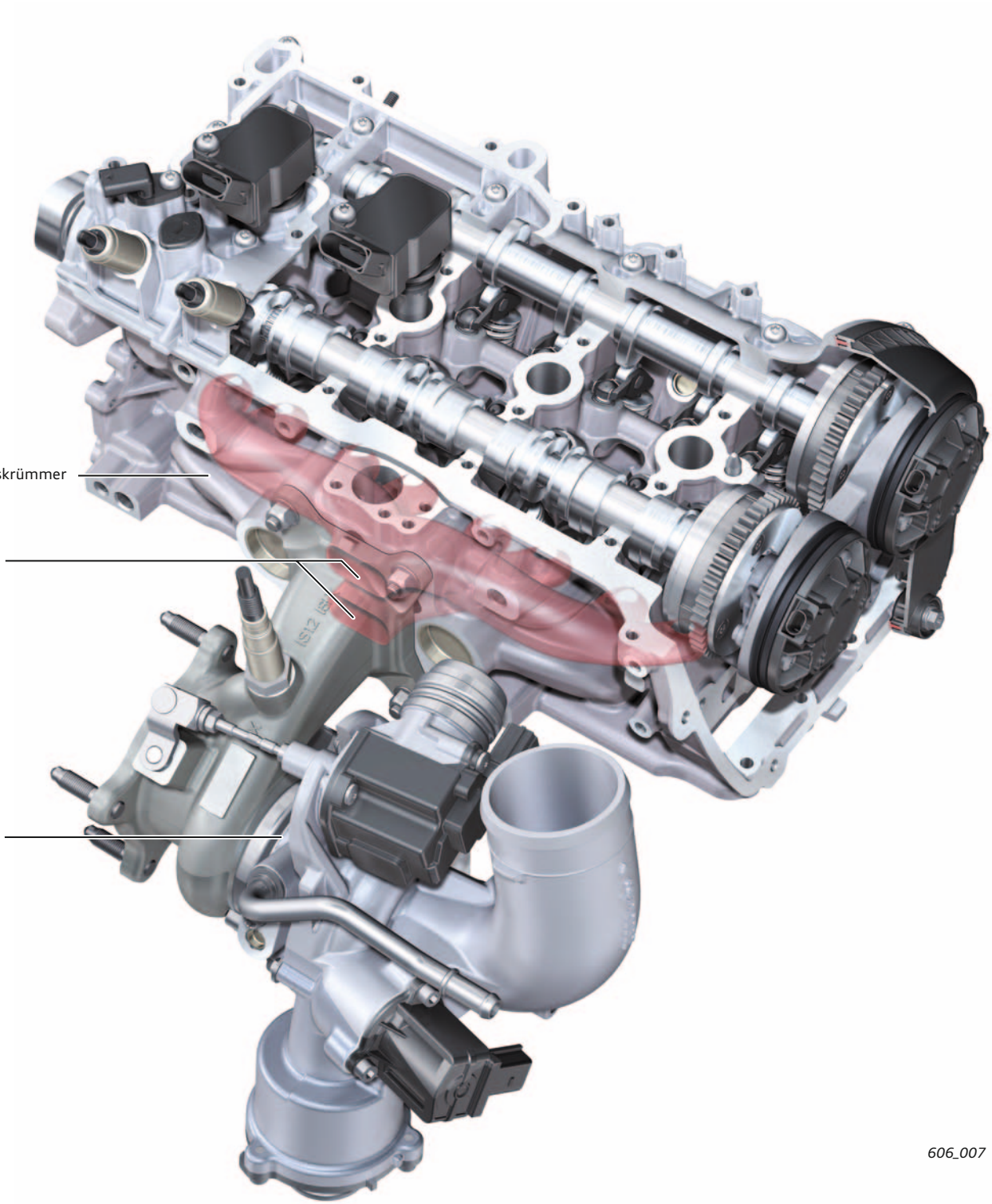
Eine wesentliche Neuerung ist der gekühlte Abgaskrümmer mit Zündfolgetrennung, der nun direkt im Zylinderkopf integriert ist. Durch den Einsatz des integrierten Abgaskrümmers wird, im Vergleich zu einem herkömmlichen Krümmer; die Abgastemperatur vor der Turbine deutlich verringert. Zudem kommt ein hochtemperaturfester Turbolader zum Einsatz.

Durch diese Kombination kann, besonders bei hohen Drehzahlen, weitestgehend auf eine Volllastanreicherung zum Turbinenschutz verzichtet werden. So kann im normalen Fahrbetrieb, aber auch bei sportlicher Fahrweise, der Verbrauch deutlich reduziert werden. Des Weiteren unterstützt der integrierte Abgaskrümmer die schnelle Aufheizung des Kühlmittels und ist somit wesentlicher Bestandteil des Thermomanagements.

Abgaskanäle

Die Abgaskanäle sind so angeordnet, dass der Abgasstrom des ausstoßenden Zylinders auf den Spülvorgang eines anderen Zylinders keinen störenden Einfluss hat.

Die komplette Strömungsenergie steht somit dem Antrieb der Turbine des Abgasturboladers zur Verfügung. Dabei treffen die Abgaskanäle der Zylinder 1 und 4 sowie der Zylinder 2 und 3 sich jeweils an der Übergabestelle zum Abgasturbolader hin.

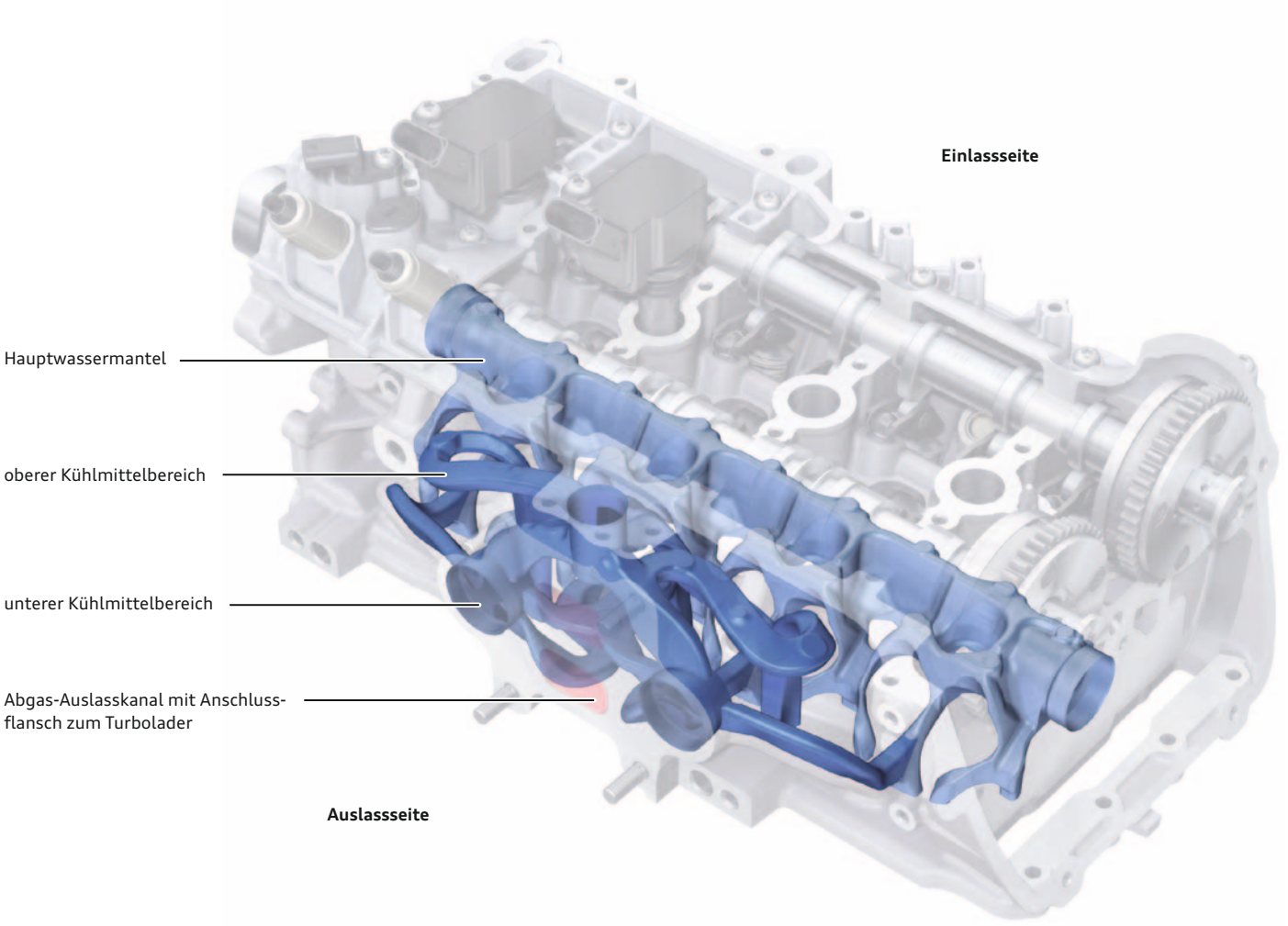


606_007

Kühlung des integrierten Abgaskrümmers

Der integrierte Abgaskrümmer unterstützt die schnelle Aufheizung des Kühlmittels und ist somit wesentlicher Bestandteil des Thermomanagements.
In der Warmlaufphase wird schon nach sehr kurzer Zeit Wärme in das Kühlmittel eingetragen. Diese Wärme wird unmittelbar zur Erwärmung des Motors und für die Erwärmung des Fahrgastraums genutzt. Durch den geringeren Wärmeverlust und die kurzen Wege können die nachfolgenden Bauteile (Lambdasonde, Abgasturbolader und Katalysator) schneller ihre optimale Betriebstemperatur erreichen.

Schon nach kurzer Warmlaufphase wird in den Kühlbetrieb übergegangen. Das ist erforderlich, weil das Kühlmittel im Bereich des integrierten Abgaskrümmers sehr schnell abkochen würde. Aus diesem Grund ist auch der Kühlmitteltemperaturgeber G62 an der heißesten Stelle im Zylinderkopf verbaut.



606_032

eMedia

Animation zum Zylinderkopf und des integrierten Abgaskrümmers.

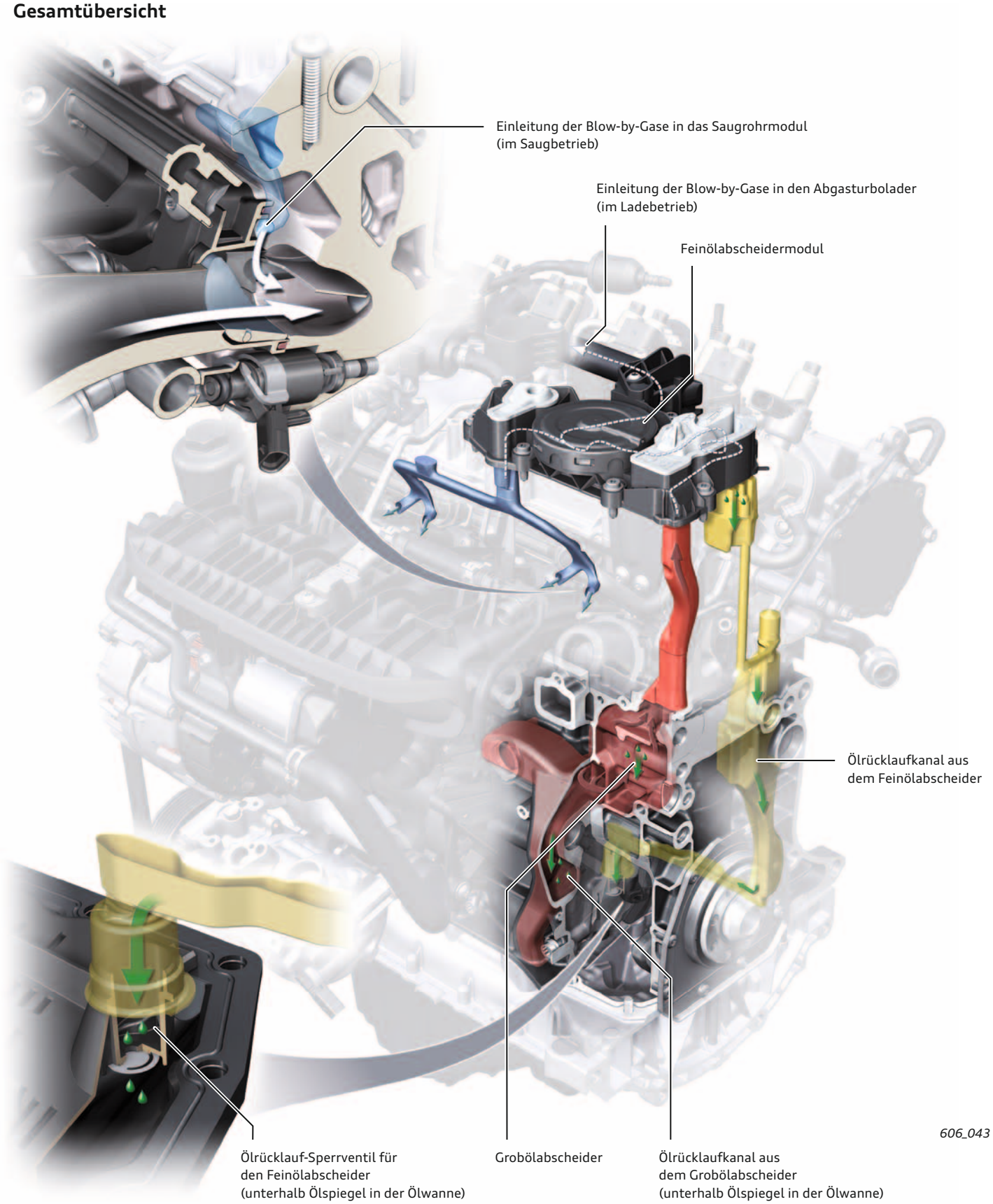
Kurbelgehäuseent- und -belüftung

Das System der Kurbelgehäuseent- und -belüftung ist ebenfalls konsequent weiterentwickelt wurden. So ist das Druckverhältnis vom Zylinderblock zur Umgebungsluft auf ein größeres Druckgefälle ausgelegt. Dies wirkt sich positiv auf den Ölverbrauch des Motors aus.
Weiterhin ist in starkem Maße auf Bauteilreduzierung geachtet worden. So gibt es außerhalb des Motors nur noch eine Rohrleitung zur Ableitung der gereinigten Blow-by-Gase.

Das System umfasst folgende Komponenten:

- Grobölabscheider im Zylinderblock
- Feinölabscheidermodul, verschraubt in der Zylinderkopfhaube
- Verschlauchung für die Ableitung der gereinigten Blow-by-Gase
- Ölrücklauf im Zylinderblock mit Sperrventil im Wabeneinsatz der Ölwanne.

Gesamtübersicht



Grobölabscheidung

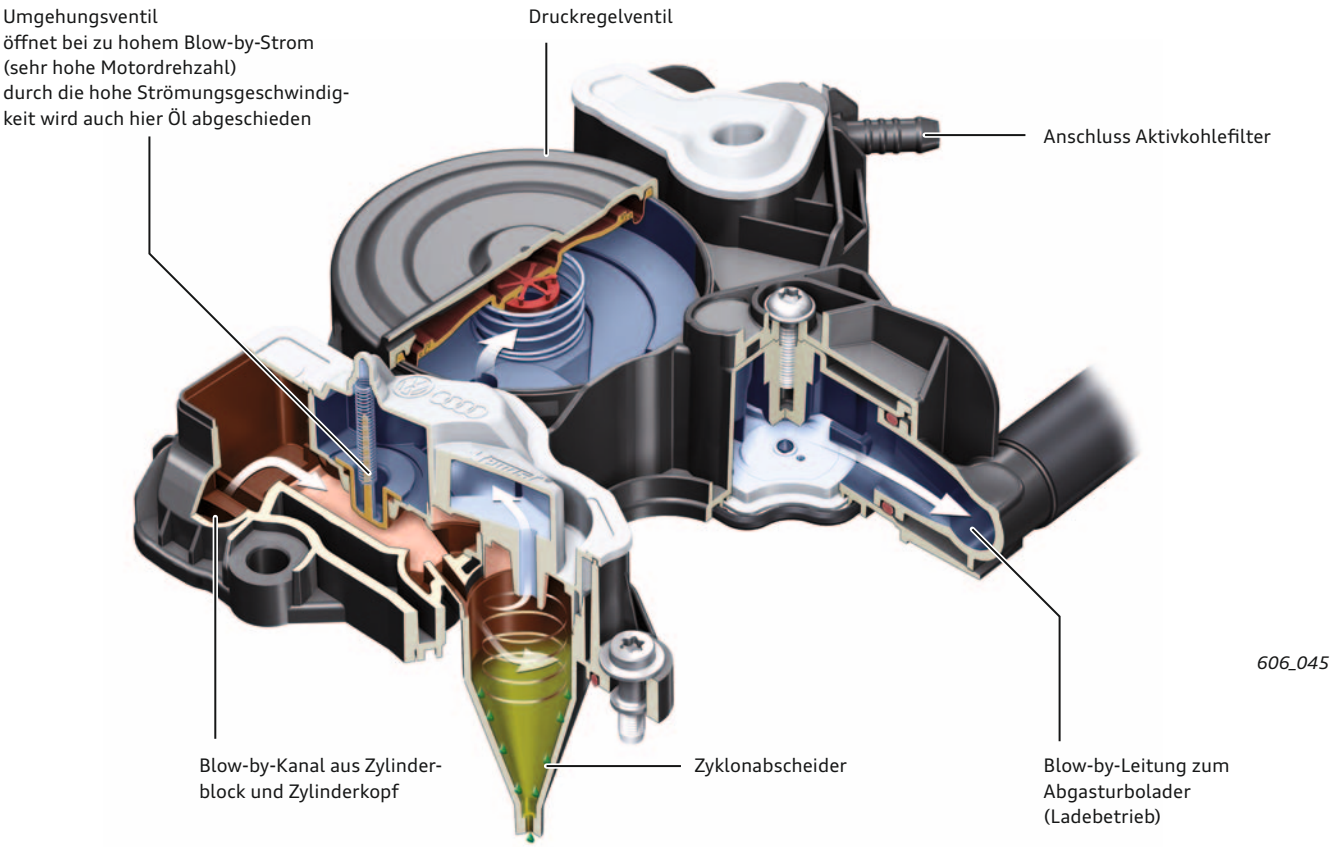
Die Funktion des Grobölabscheiders ist Bestandteil des Zylinderblocks. Durch Richtungsänderung in einem Labyrinth wird ein Teil des Öls abgeschieden.

Das abgeschiedene Öl läuft über den Rücklaufkanal im Zylinderblock in die Ölwanne zurück. Der Kanal endet dabei unterhalb des Ölspiegels.

Feinölabscheidung

Die grob gereinigten Blow-by-Gase gelangen aus dem Zylinderblock über einen Kanal im Zylinderkopf in das Feinölabscheidermodul. Hier wird es als erstes im Zyklonabscheider gereinigt. Das abgeschiedene Öl aus dem Zyklonabscheider läuft getrennt durch einen separaten Kanal im Zylinderblock zurück zur Ölwanne. Der Kanal endet unterhalb des Ölspiegels. Ein Sperrventil verhindert hier, dass bei ungünstigen Druckverhältnissen Öl aus dem Sumpf angesaugt wird. Bei sportlicher Fahrweise (starke Querbeschleunigung) könnte der Ölrücklauf frei liegen, weil das Öl im Ölsumpf zur Seite schwappt. Auch hierbei hält das Sperrventil den Ölrücklauf geschlossen. Bei diesem Ventil handelt es sich um ein Flatterventil.

Das gereinigte Blow-by-Gas wird über das einstufige Druckregelventil der Verbrennung zugeführt. Das Druckregelventil ist dabei auf eine Druckdifferenz von –100 mbar zur Außenluft ausgelegt. An welcher Stelle die Einleitung stattfindet, wird von dem Druckverhältnis im Luftversorgungssystem bestimmt.



Zuführung der gereinigten Blow-by-Gase zur Verbrennung

Nach der Feinabscheidung und Weiterleitung durch das Druckregelventil wird das gereinigte Blow-by-Gas der Verbrennung zugeführt. Die Gassteuerung geschieht dabei automatisch mit selbsttätigen Rückschlagventilen, die im Feinölabscheidermodul integriert sind.

Die Rückschlagventile fallen bei Motorstillstand in ihre Grundstellung. Dabei ist das Rückschlagventil in Richtung Abgasturbolader offen. Das Rückschlagventil in Richtung Saugrohr ist geschlossen.

Fehlverbauerkennung

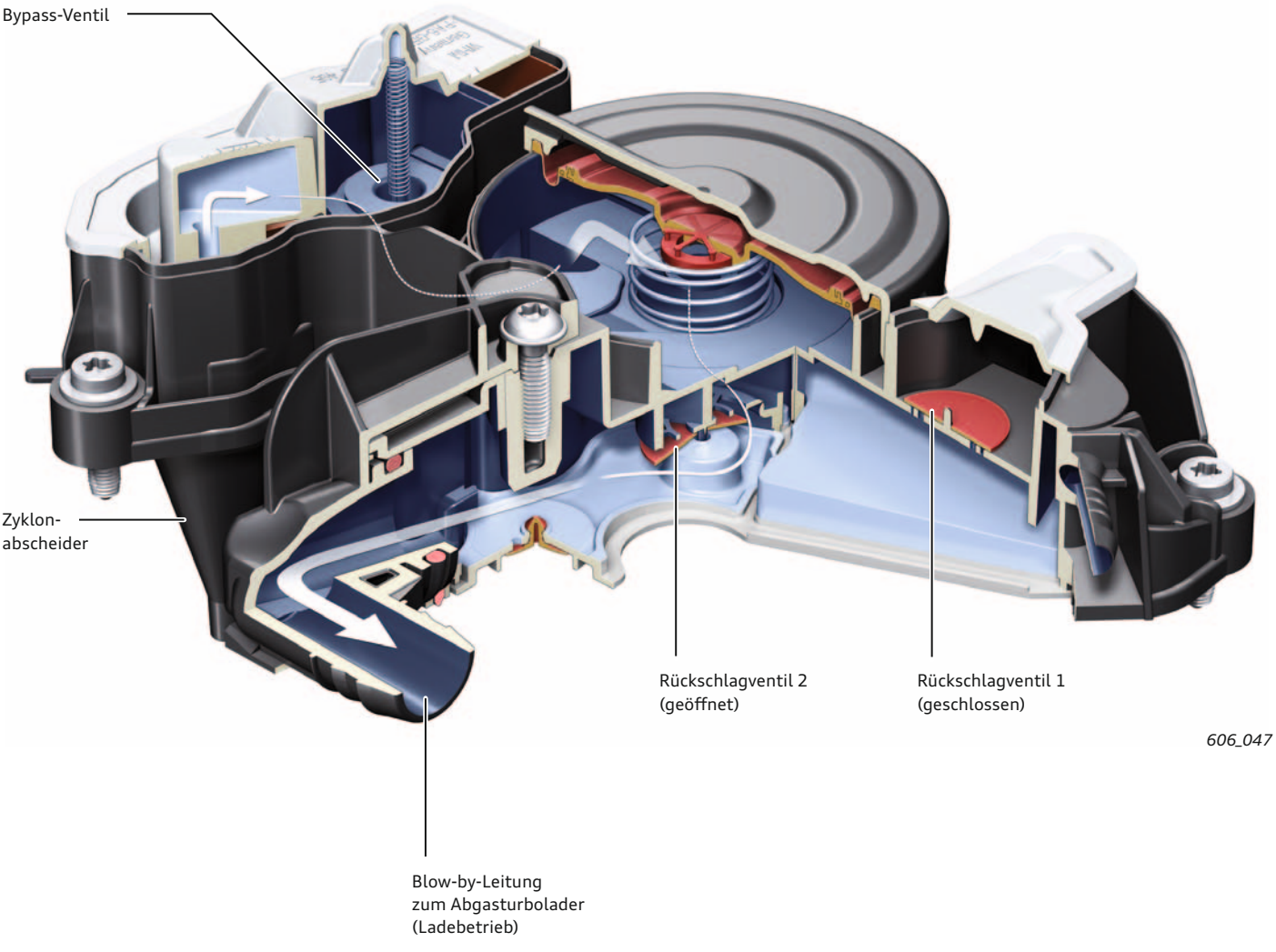
In einigen Märkten, z. B. Nordamerika, fordert der Gesetzgeber eine Fehlverbauerkennung abgasrelevanter Bauteile.
Wird die Entlüftungsleitung am Modul für Kurbelgehäuseentlüftung nicht oder falsch verbaut, ist der Anschluss der Fehlverbauerkennung geöffnet.

Da dieser Anschluss direkt mit der Lufteinlassseite des Zylinderkopfs verbunden ist, zieht der Motor sofort ungemessene Falschluft. Das wird durch die Lambdaregelung erkannt.

Volllastbetrieb (Ladebetrieb)

Da jetzt in der gesamten Ladeluftstrecke Überdruck herrscht, schließt sich Rückschlagventil 1.
Durch den Druckunterschied zwischen Kurbelgehäuseinnendruck und Saugseite des Turboladers öffnet sich Rückschlagventil 2.

Das gereinigte Blow-by-Gas wird von dem Verdichter angesaugt.

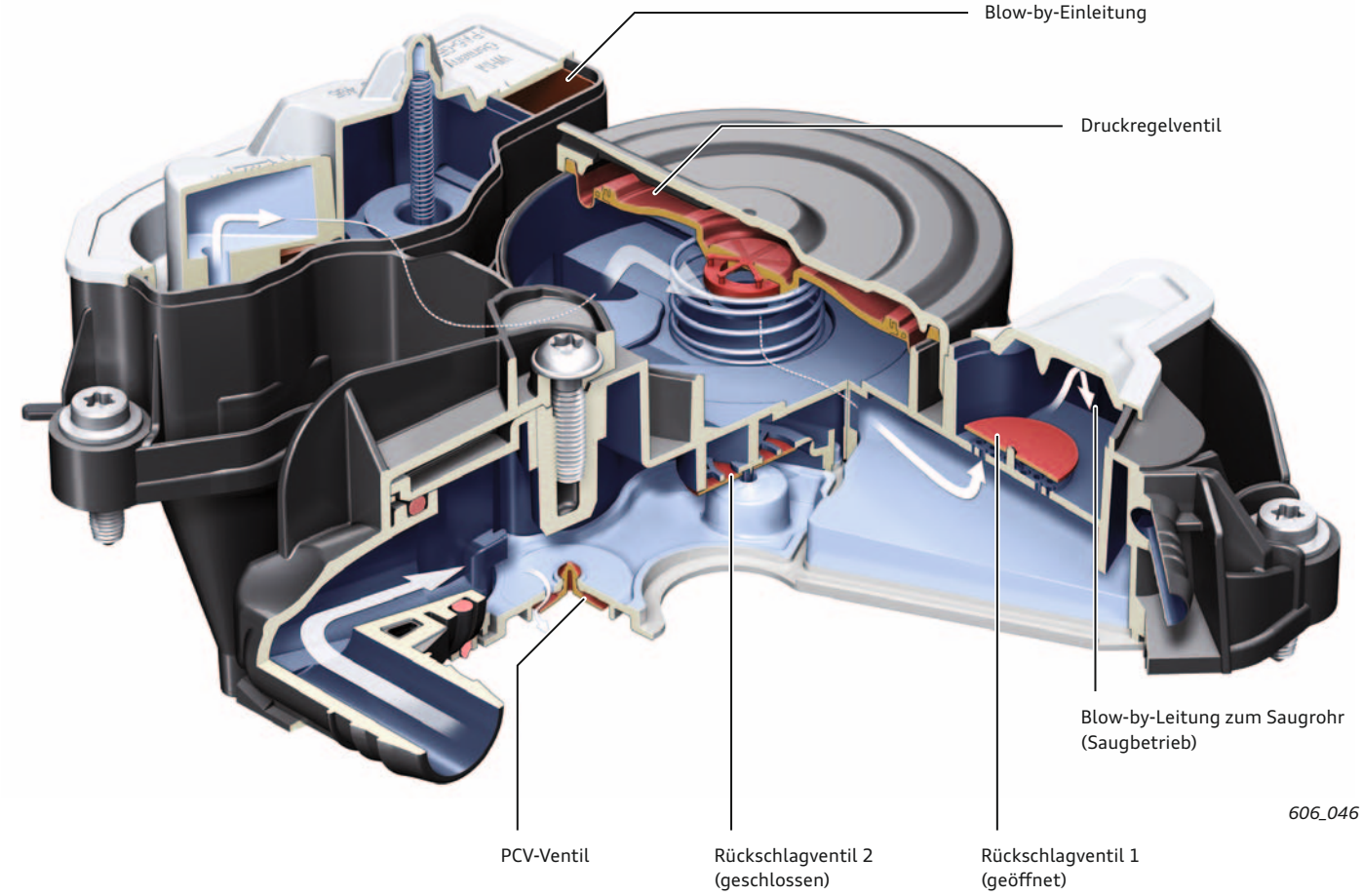


606_047

Leerlauf und unterer Teillastbetrieb (Saugbetrieb)

Im Saugbetrieb wird durch den Unterdruck im Saugrohr das Rückschlagventil 1 geöffnet und Rückschlagventil 2 geschlossen.

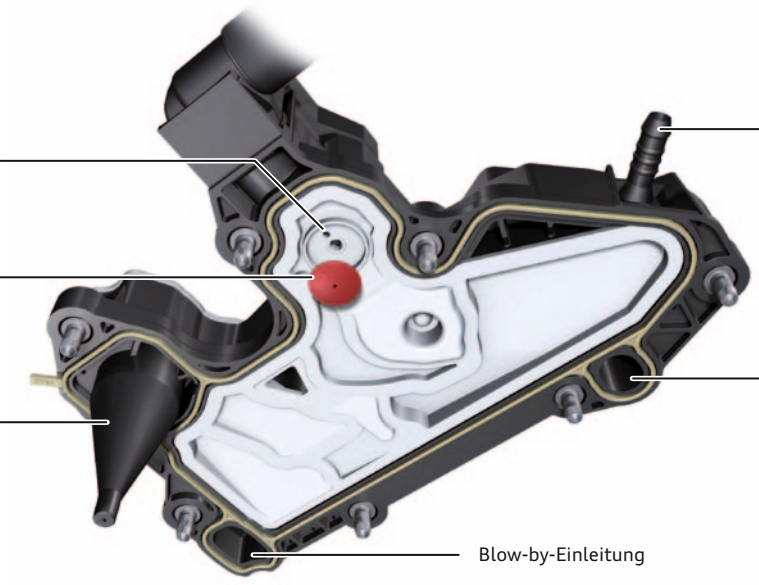
Das gereinigte Blow-by-Gas wird direkt über das Saugrohr der Verbrennung zugeführt.



Kurbelgehäusebelüftung (*PCV**)

Die Kurbelgehäusebelüftung ist zusammen mit dem Feinölabscheider und der Druckregelung in einem Modul auf dem Ventildeckel verbaut.

Eine Belüftung des Kurbelgehäuses erfolgt über die vor der Turbine angeschlossenen Entlüftungsleitung und einer kalibrierten Bohrung im Kurbelgehäusebelüftungsventil.
Damit ist das System so ausgelegt, dass nur während des Saugbetriebs belüftet wird.



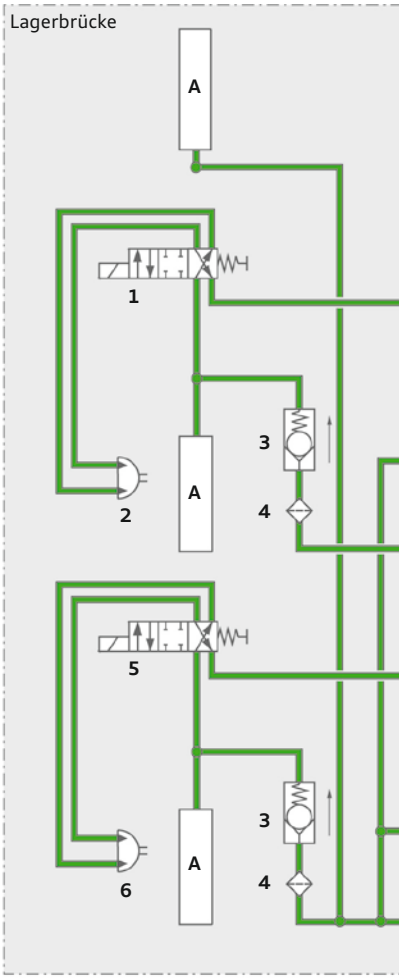
Ölversorgung

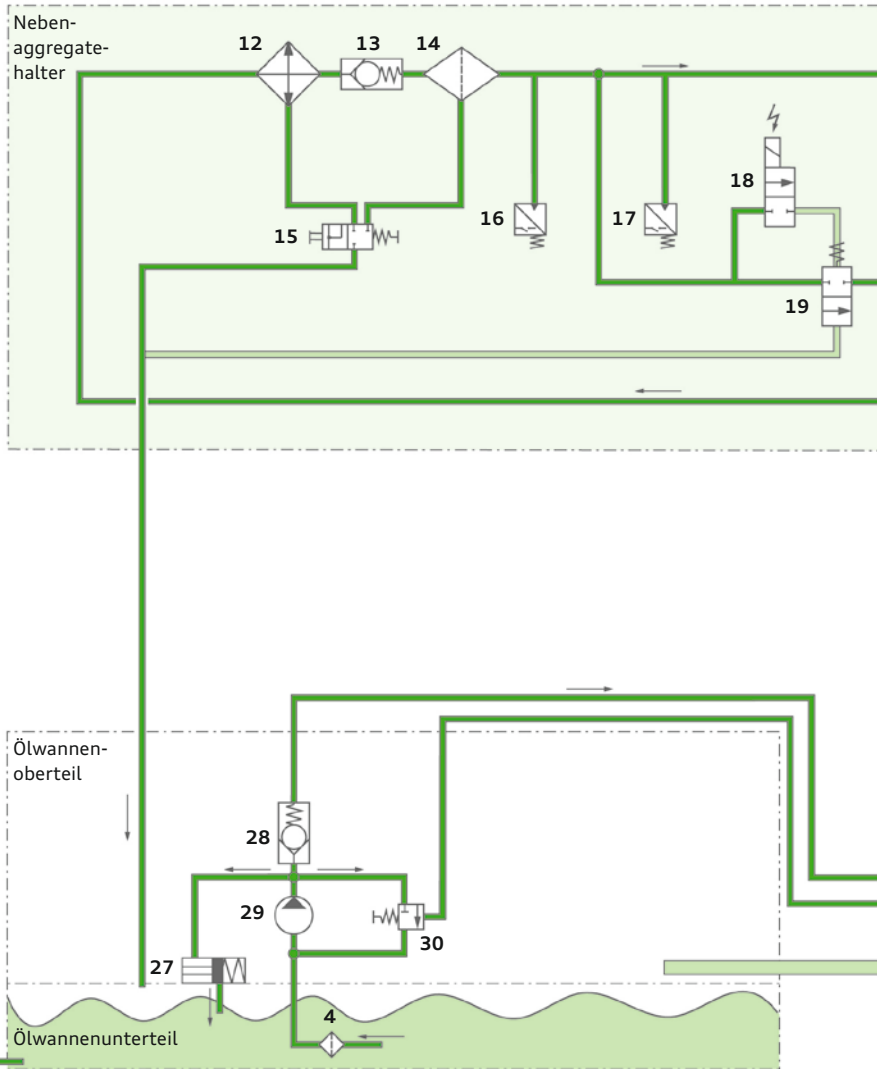
Systemübersicht

Legende:

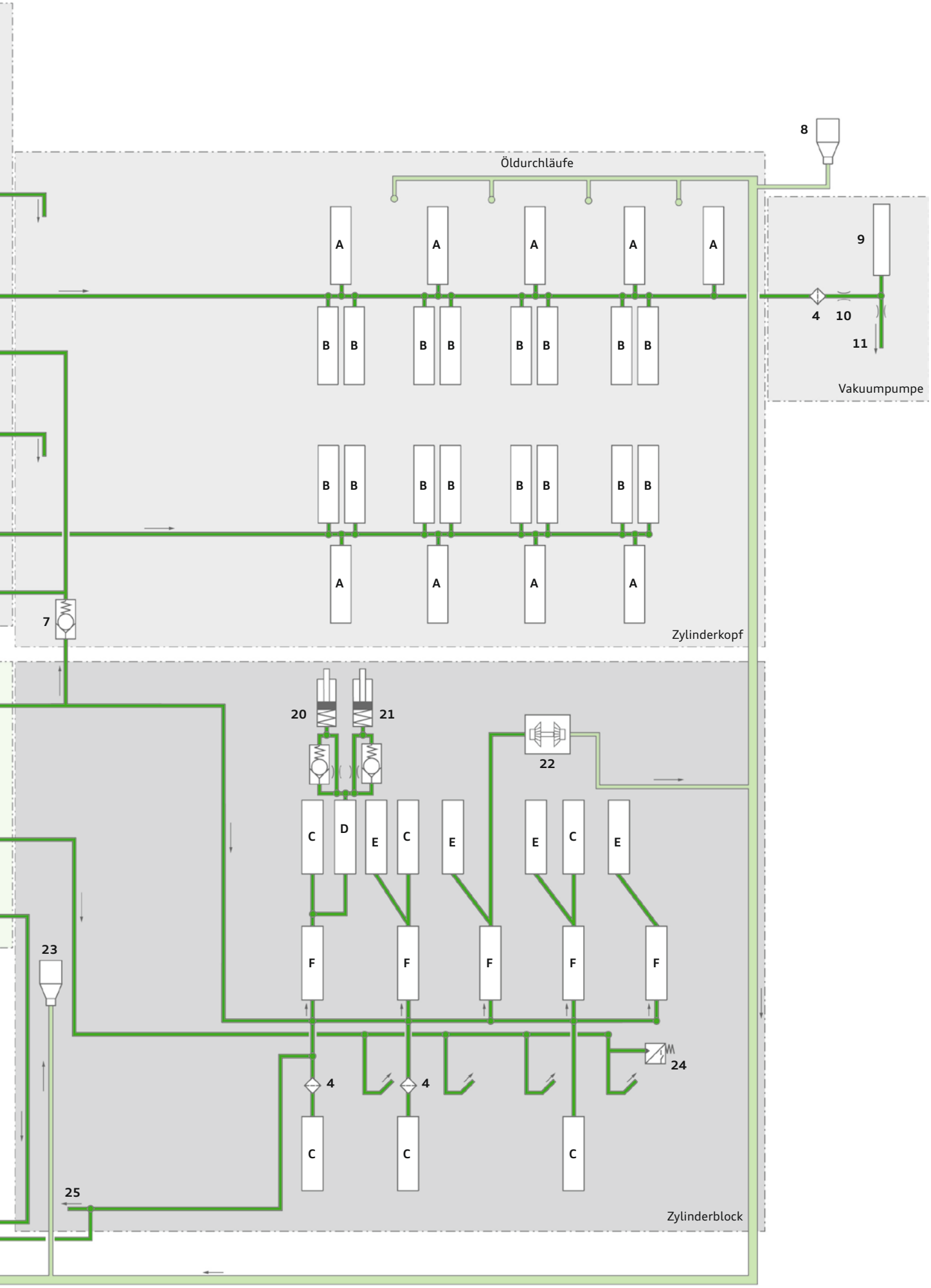
A Nockenwellenlager
B Abstützelement
C Ausgleichswellenlager
D Auslassausgleichswelle Lager 1
E Pleuel
F Hauptlager 1 – 5

1 Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass N318
2 hydraulischer Flügelzellenversteller (Auslass)
3 Rückschlagventil, integriert in Lagerbrücke
4 Ölsieb
5 Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205
6 hydraulischer Flügelzellenversteller (Einlass)
7 Rückschlagventil, integriert im Zylinderkopf
8 Feinölabscheider
9 Vakuumpumpe
10 Drosselstelle
11 Schmierung Nocke für Hochdruck-Kraftstoffpumpe
12 Ölkühler
13 Rückschlagventil, integriert in Ölfilter
14 Ölfilter
15 Ölablassventil
16 Öldruckschalter F22 (2,3 – 3,0 bar)
17 Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378 (0,5 – 0,8 bar)
18 Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522
19 mechanisches Schaltventil
20 Kettenspanner Ausgleichswellen
21 Kettenspanner Steuertrieb
22 Abgasturbolader
23 Grobölabscheider
24 Öldruckschalter, Stufe 3 F447
25 Schmierung Zahnradstufe
26 Ölstands- und Öltemperaturgeber G266
27 Kaltstartventil
28 Rückschlagventil, integriert in Ölpumpe
29 Regelölpumpe
30 Ventil für Öldruckregelung N428





Hochdruckkreis
Niederdruckkreis


8
Öldurchläufe
A
B
9
4
10
11
Vakuumpumpe
7
Zylinderkopf
20
21
22
C
D
E
F
23
24
25
Zylinderblock

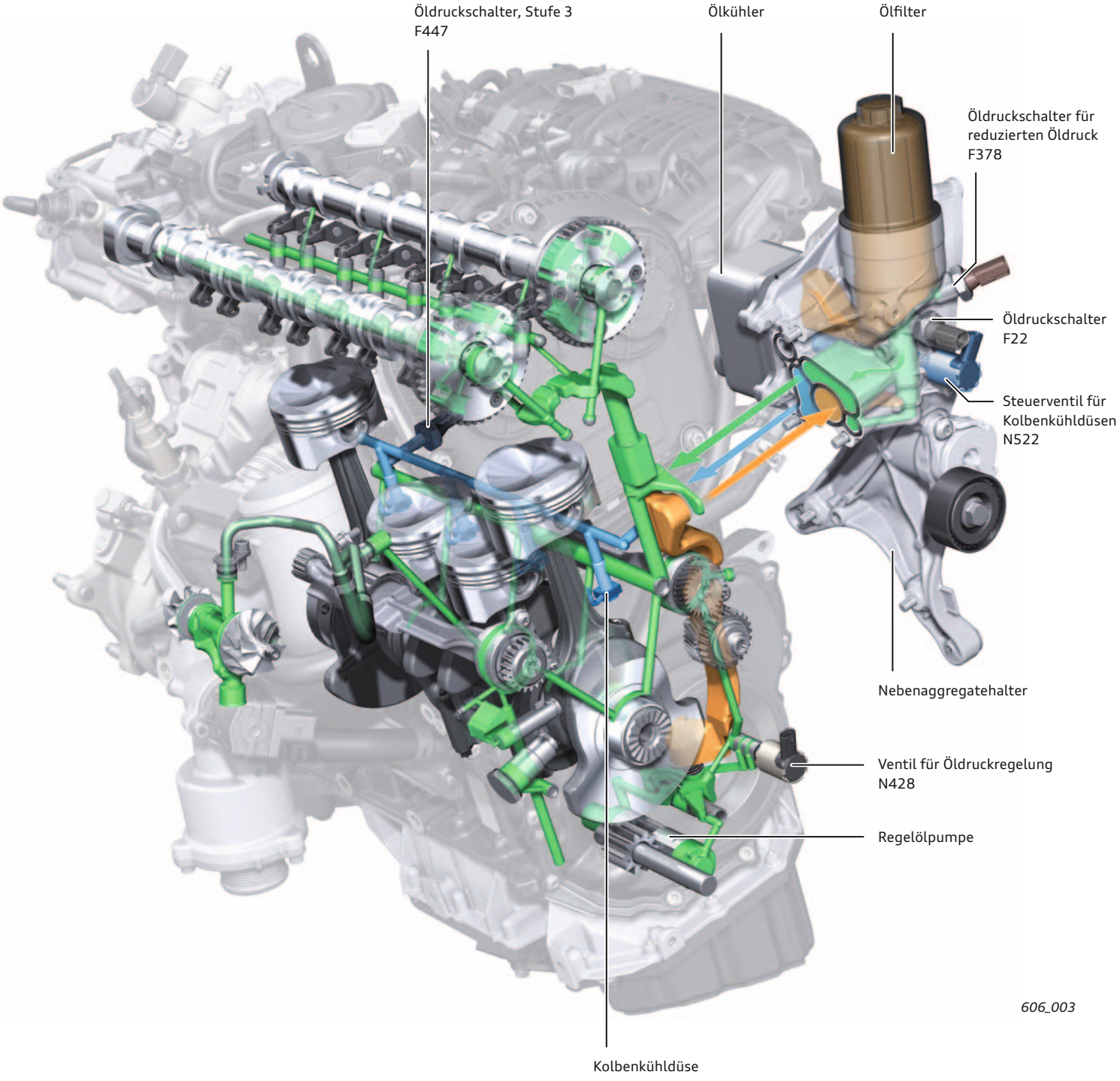
606_018

Ölversorgung

Auch im Bereich des Druckölkreislaufs wurde konsequent optimiert und weiterentwickelt. Folgende Punkte standen dabei im Mittelpunkt:

- Optimierung der Druckkanäle im Ölhaushalt und damit Verringerung von Druckverlusten bei gleichzeitiger Volumenvergrößerung
- Reduzierung der Druckverluste in den Druckölstrecken
- Ausweitung des Drehzahlbereichs in der niedrigen Druckstufe
- Öldruckabsenkung der niedrigen Druckstufe
- schaltbare Kolbenkühldüsen

Insgesamt brachten diese Maßnahmen eine spürbare Reibungsreduktion im Aggregat. Der Kraftstoffverbrauch konnte damit nochmals reduziert werden.



Rohöl

Reinöl

schaltbare Kolbenkühldüsen

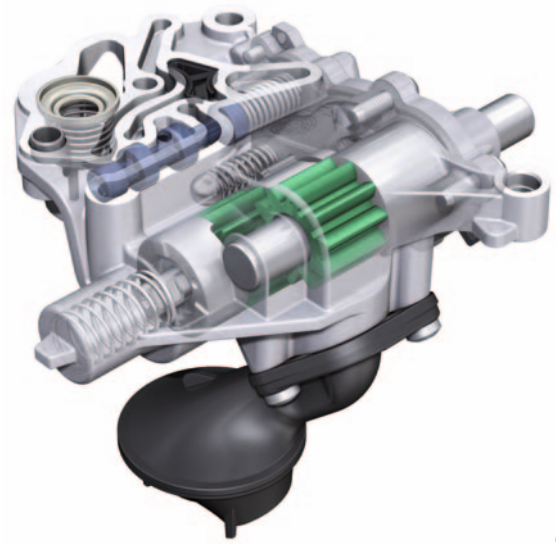
Änderungen an der Ölpumpe:

- Druckniveaus verändert
- Wirkungsgrad erhöht
- Veränderungen bei der hydraulischen Steuerung

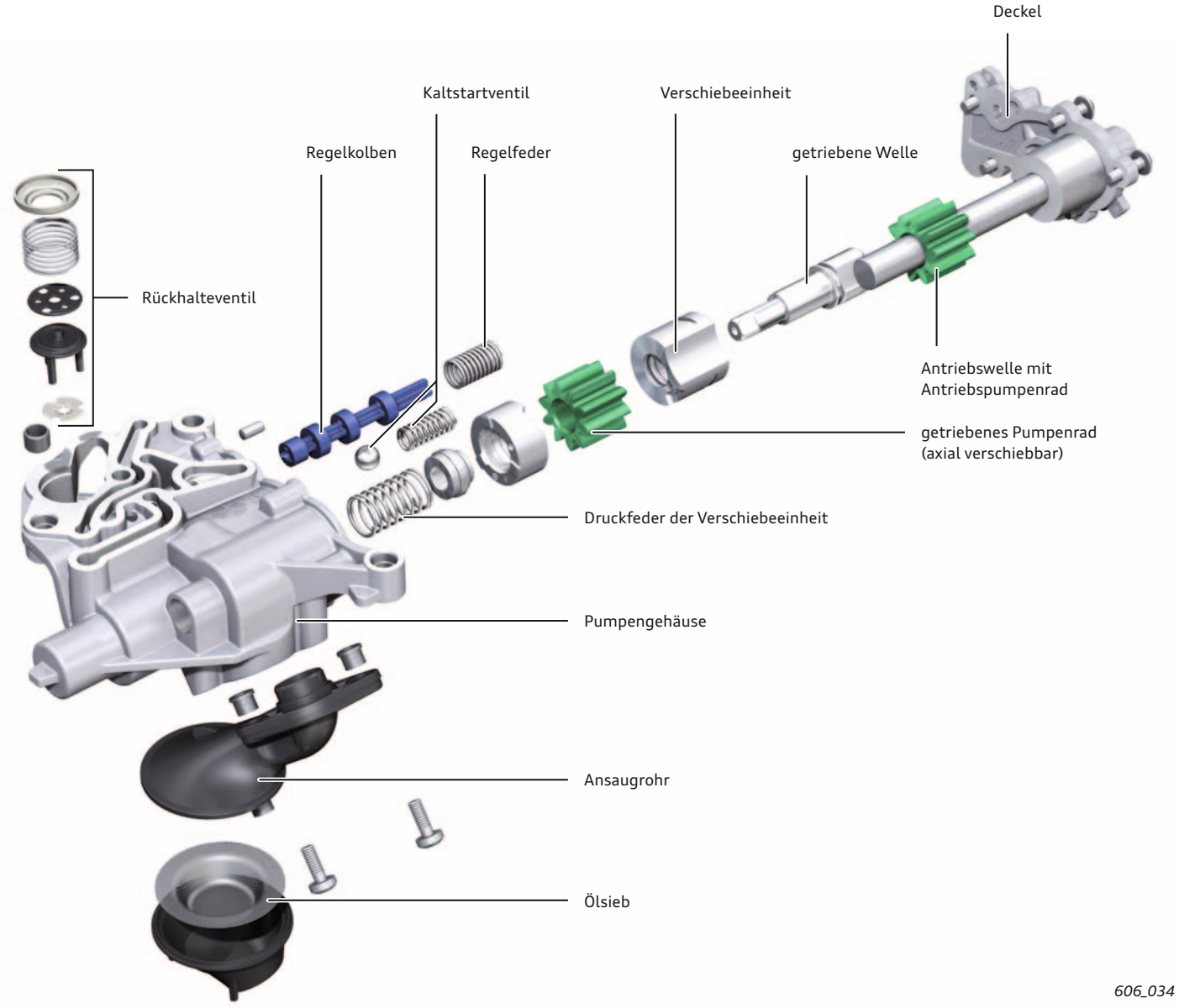
Regelölpumpe

Die grundsätzliche Funktion der Ölpumpe ist abgeleitet von der Pumpe des Motors der 2. Generation.
Folgende Unterschiede gibt es:

- Die hydraulische Regelung innerhalb der Pumpe ist weiterentwickelt worden. Somit kann die Pumpe exakter regeln.
- Der Antrieb der Pumpe wurde in der Übersetzung so verändert, dass die Pumpe jetzt langsamer läuft, i = 0,96.



606_033



606_034

Verweis
Weitere Informationen zu Aufbau und Funktion der Regelölpumpe finden Sie im Selbststudienprogramm 436 „Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb“.

Öleinfülldeckel

Der Verbauort des Deckels ist der Kettenkasten. Der Deckel zeichnet sich durch leichttätiges Öffnen und Schließen sowie sicheres und öldichtes Verschließen des Motorraums gegenüber der Umwelt aus.
Gegenüber der alten Konstruktion findet zwischen Dichtung und Bajonettverschluss eine Funktionstrennung statt. Die Dichtfläche der Rechteckdichtung aus Elastomer ist kleiner. Zudem findet bei der Montage des Deckels auf den Motor keine Relativbewegung der Dichtung zum Deckel des Deckenkastens statt.
Durch die Neukonstruktion konnten die Betätigungskräfte auf ein Minimum reduziert werden. Die Bajonettverrastung positioniert den Deckel alle 90° verliersicher.



606_082

Schaltbare Kolbenkühldüsen

Eine Kühlung der Kolbenböden ist nicht in jeder Betriebssituation notwendig.
Durch gezielte Abschaltung der Kolbenkühldüsen wird die Kraftstoffeinsparung nochmals verbessert. Ein weiterer Grund des Entfalls der federbelasteten Kolbenkühldüsen ist das insgesamt geringere Öldruckniveau.

Das System der schaltbaren Kolbenkühldüsen beinhaltet folgende Komponenten:

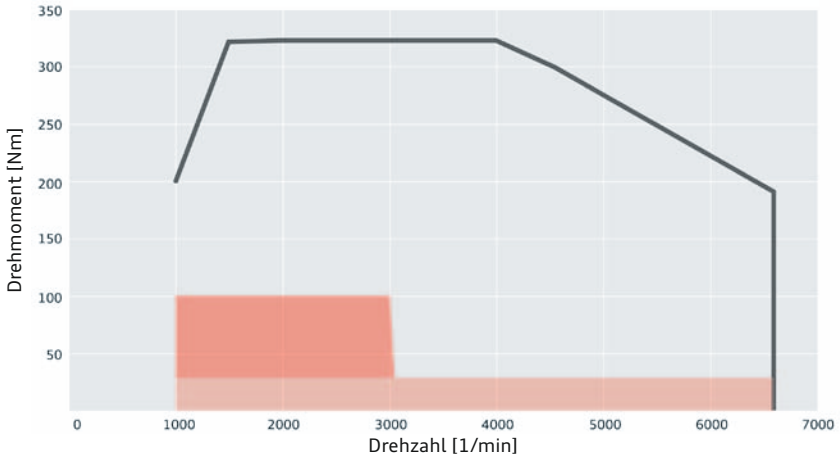
- zusätzlicher Druckölkanal im Zylinderblock
- neue Kolbenkühldüsen ohne Federventile; es gibt Düsen mit zwei verschiedenen Innendurchmessern (Den kleineren Durchmesser haben die Düsen der 1,8l-TFSI-Motoren.)
- Öldruckschalter, Stufe 3 F447 (schließt bei 0,3 – 0,6 bar)
- Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522
- mechanisches Schaltventil

Kennfeld für Kolbenkühldüsen

Die Kolbenkühldüsen werden nur nach Bedarf zugeschaltet. Die Berechnung dazu findet in einem speziellen Kennfeld im Motorsteuergerät statt.
Die Kolbenkühldüsen können sowohl in der niedrigen als auch in der hohen Druckstufe zugeschaltet werden.

Die wichtigsten Berechnungsfaktoren dazu sind:

- Motorlast
- Motordrehzahl
- errechnete Öltemperatur



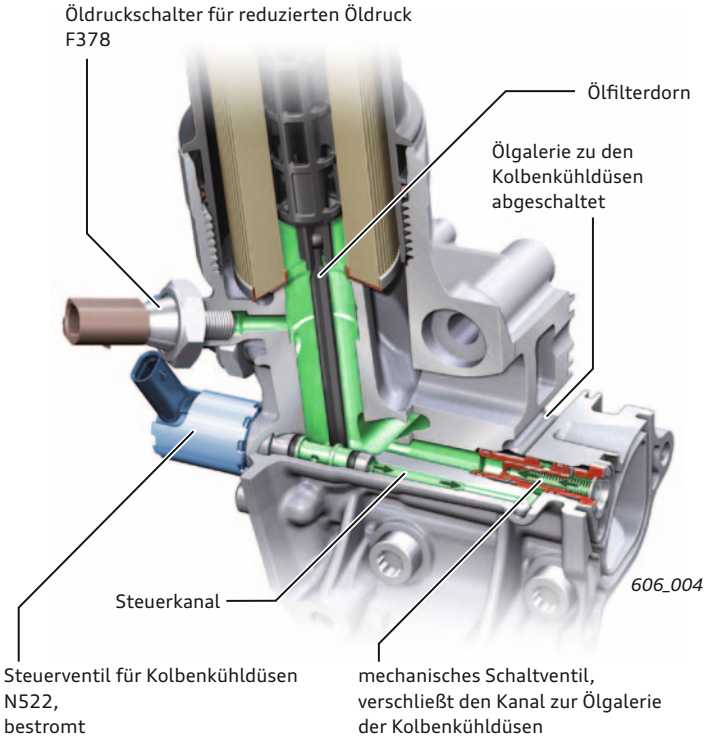
606_019

Kolbenkühlung abgeschaltet (Öltemperatur <50 °C)

Kolbenkühlung abgeschaltet (Öltemperatur >50 °C)

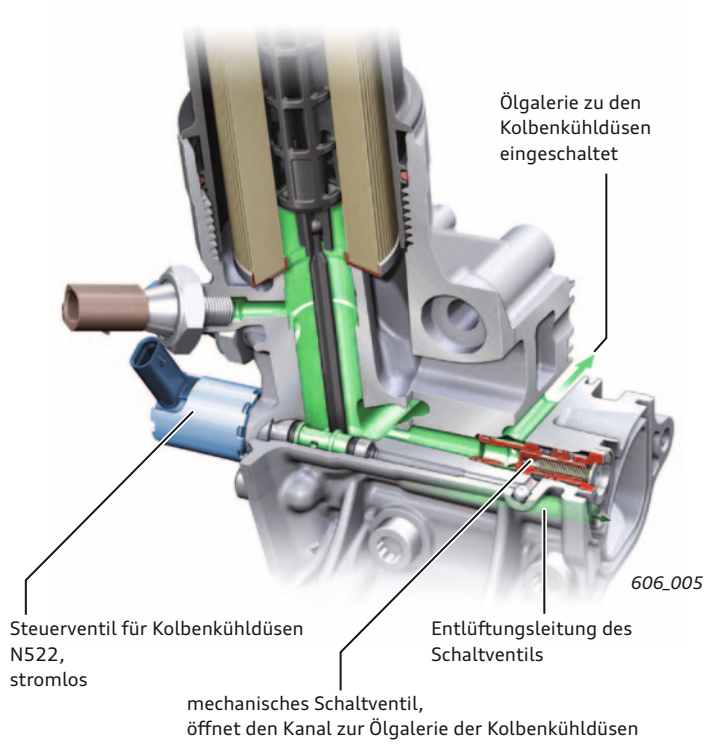
Kolbenkühldüsen ausgeschaltet

Das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 wird durch das Motorsteuergerät bestromt. Das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 wird dabei über Klemme 87 mit Spannung versorgt. Durch das Motorsteuergerät wird die Masse geschaltet und somit der Stromkreis geschlossen.
Dadurch schaltet das N522 den Steuerkanal für das mechanische Schaltventil frei. Drucköl beaufschlagt nun den Steuerkolben des mechanischen Schaltventils von beiden Seiten. Die Feder verschiebt das mechanische Schaltventil und verschließt dadurch den Kanal zur Ölgalerie der Kolbenkühldüsen.



Kolbenkühldüsen eingeschaltet

Das Einschalten der Kolbenkühldüsen erfolgt, in dem das N522 stromlos geschaltet wird. Dadurch verschließt sich der Steuerkanal zum mechanischen Schaltventil. Da jetzt das Schaltventil nur auf einer Seite mit Öldruck beaufschlagt wird, verschiebt es sich und öffnet den Kanal zur Ölgalerie der Kolbenkühldüsen. Dabei wird die Feder im Schaltventil vorgespannt. Die Federkraft im Schaltventil lässt die Öffnung der Ölgalerie zu den Kolbenkühldüsen ab 0,9 bar Öldruck zu. Damit das Schaltventil nach Abschalten des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522 ohne Verzögerung in seine Ausgangslage kommt, muss das Öl vom Steuerkolben schnell abfließen. Dazu gibt es einen separaten Kanal, der das Öl drucklos in die Ölwanne des Motors abfließen lässt. Das ist derselbe Kanal in dem das Öl bei Ölfilterwechsel abfließt.



Funktionsüberwachung

Bei eingeschalteten Kolbenkühldüsen schließt der Kontakt im Öldruckschalter, Stufe 3 F447. Der Schalter befindet sich am Ende der Ölgalerie für die Kolbenkühldüsen (siehe Seite 26, Abb. 606_003).

Durch den Öldruckschalter können folgende Fehler detektiert werden:
- kein Öldruck an den Kolbenkühldüsen trotz Anforderung
- Öldruckschalter defekt
- Öldruck trotz Abschaltung der Kolbenkühldüsen

Beim Steuerventil für Kolbenkühldüsen können folgende elektrische Fehler detektiert werden:
- Leitungsunterbrechung; Kolbenkühldüsen immer an
- Kurzschluss nach Masse; Kolbenkühlung aus
- Kurzschluss nach +; Kolbenkühlung immer an

Bei Fehlern, durch die keine Kolbenkühlung stattfindet, kommt es zu folgenden Notlaufreaktionen:
- Drehmoment- und Drehzahlbegrenzung durch das Motorsteuergerät
- keine niedrige Öldruckstufe der Regelölpumpe
- Im Kombiinstrument erfolgt eine Meldung, dass die Drehzahl auf 4000 1/min begrenzt ist, einmal Beep-Ton, EPC-Lampe wird eingeschaltet

Kühlsystem

Systemübersicht

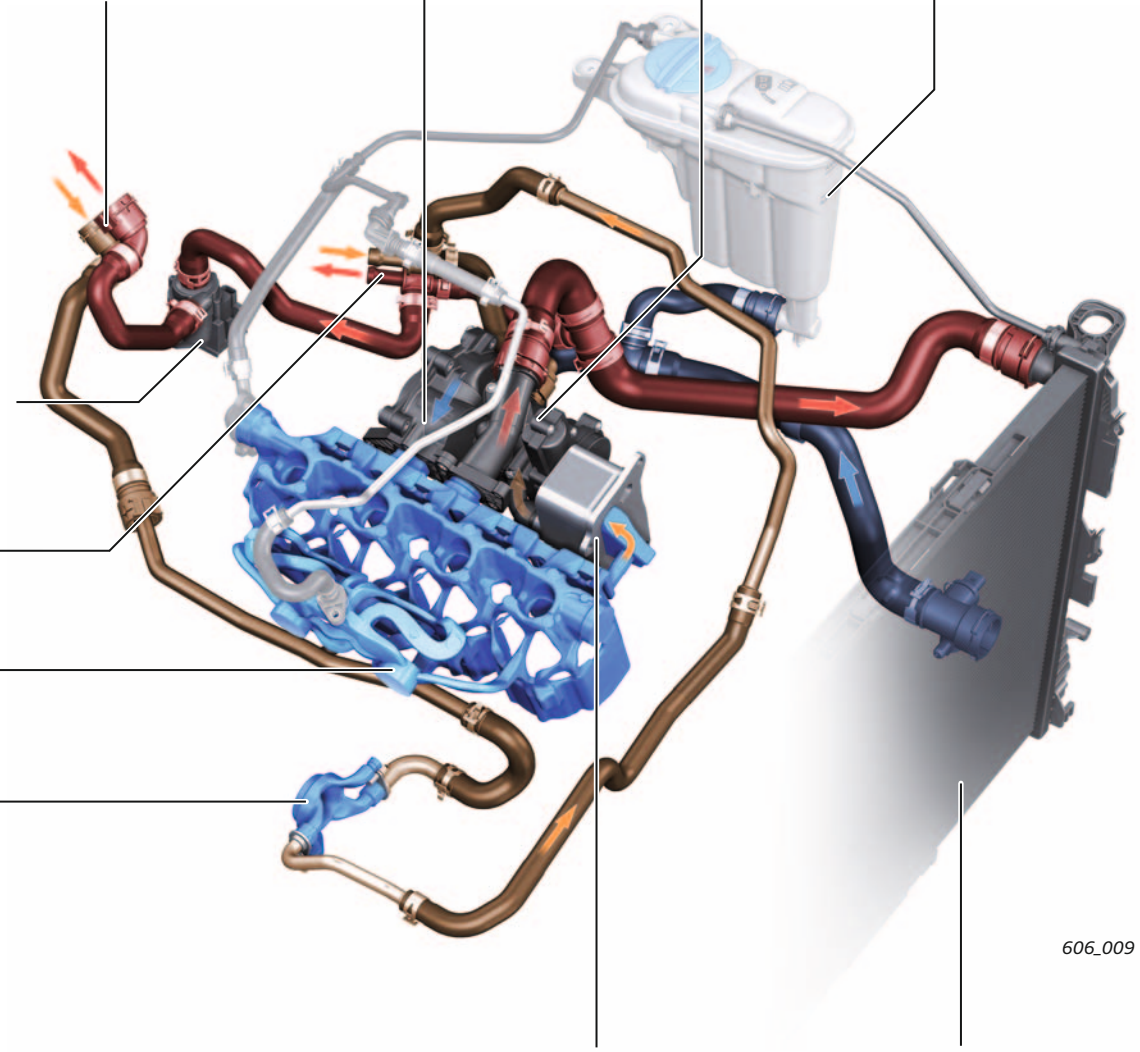
Das Kühlsystem ist an die jeweilige Ausstattung des Fahrzeugs sowie an die jeweilige Motorisierung angepasst.

So unterscheidet man zwischen Längs- und Quereinbau, Hubraum, Getriebevariante und ob das Fahrzeug mit einer Standheizung ausgestattet ist.

Kühlmittelumlauf

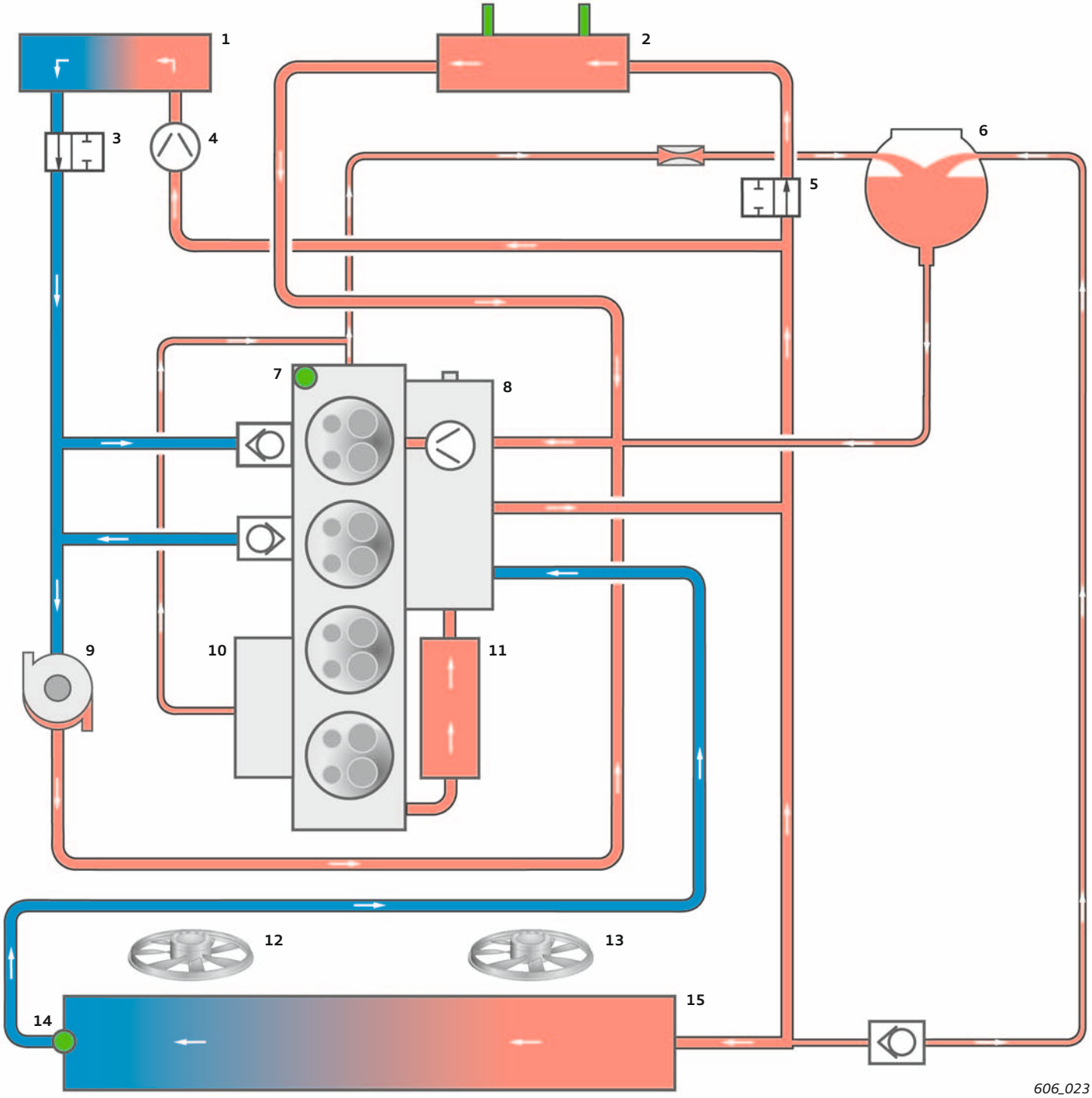
Beispielhaft wird hier die Variante 1,8l-TFSI im Längseinbau mit Schaltgetriebe und ohne Standheizung erläutert.

Die Beschriftung in der Grafik ist zusätzlich mit Nummern der Legende auf Seite 31 versehen.



Hinweis
Die fahrzeugspezifischen Anschlusspläne entnehmen Sie dem jeweiligen Reparaturleitfaden.

1,8l-TFSI-Motor bei Längseinbau mit Schaltgetriebe und ohne Standheizung



abgekühltes Kühlmittel

erwärmtes Kühlmittel

ATF

Legende:

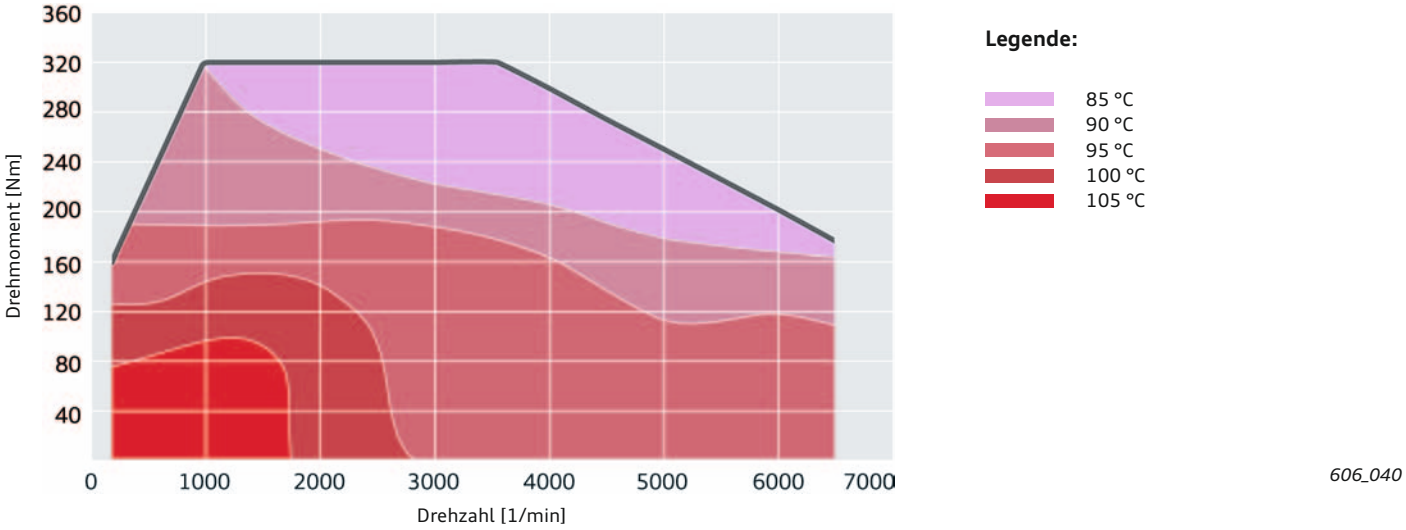
1 Heizungswärmetauscher
2 Getriebeölkühler
3 Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422
4 Pumpe für Kühlmittelumlauf V50
5 Kühlmittelventil für Getriebe N488
6 Kühlmittelausgleichsbehälter
7 Kühlmitteltemperaturgeber G62
8 Kühlmittelpumpe mit Stellelement für Motortemperaturregelung N493 (Drehschieber 1 und 2)
9 Abgasturbolader
10 Integrierter Abgaskrümmer (IAGK)
11 Motorölkühler
12 Kühlerlüfter V7
13 Kühlerlüfter 2 V177
14 Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83
15 Kühler für Kühlmittel

Innovatives Thermomanagement (ITM)

Bei der Weiterentwicklung des Motors wurde der gesamte Kühlmittelkreislauf überarbeitet. So stand die Schnellaufheizung des Motors, eine Verbrauchsreduzierung durch eine schnelle und thermodynamisch optimale Motortemperaturregelung und, bei Bedarf, die Aufheizung des Fahrzeuginnenraums im Vordergrund.

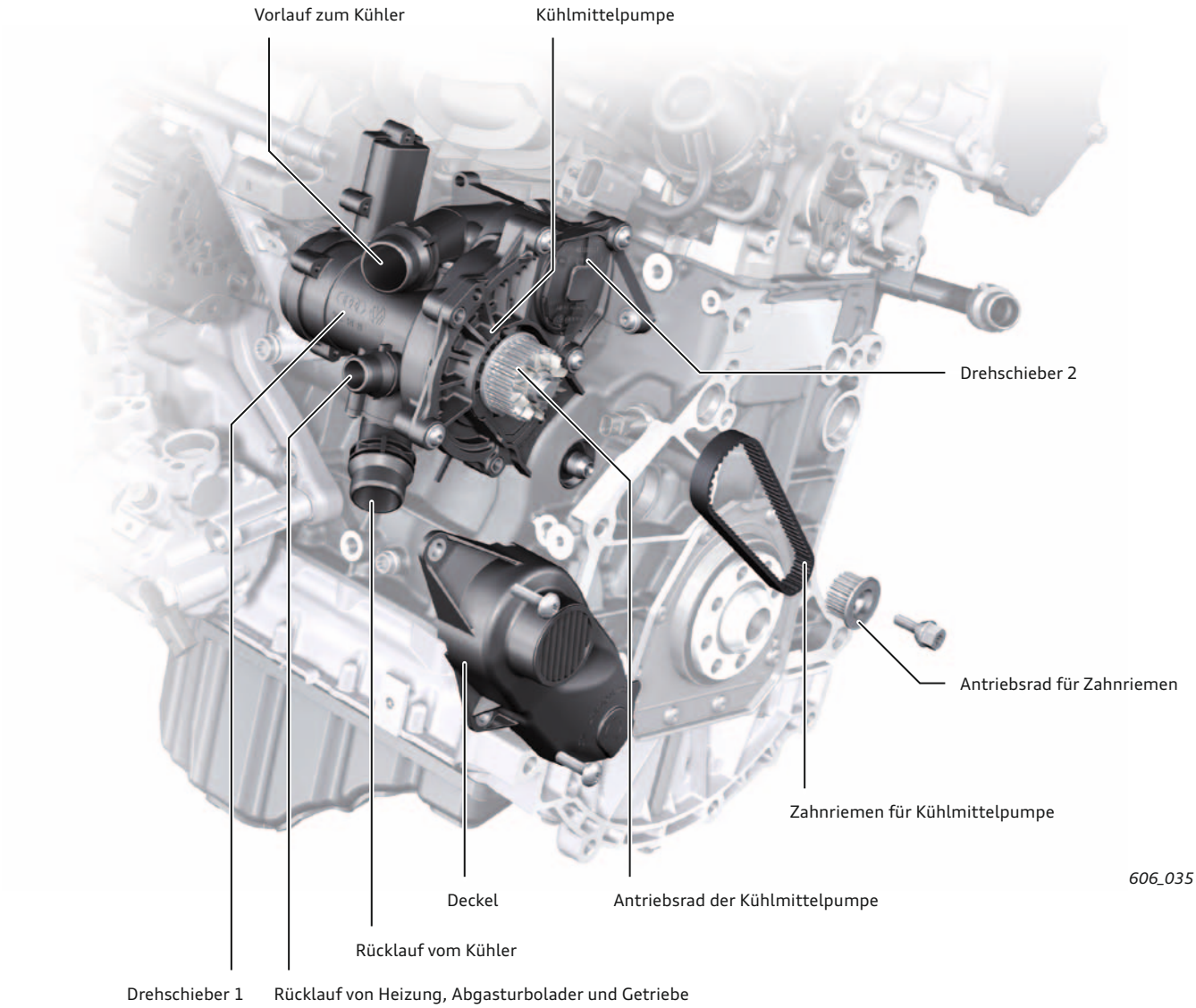
Die beiden wichtigsten Hauptkomponenten des innovativen Thermomanagements sind der im Zylinderkopf integrierte Abgaskrümmer (siehe Abschnitt Zylinderkopf), sowie nachfolgend beschrieben, das Stellelement für Motortemperaturregelung N493. Es ist als Modul zusammen mit der Kühlmittelpumpe an der kalten Motorseite verbaut.

Kühlmitteltemperatur bei Umgebungstemperatur 20 °C



606_040

Modul Drehschieber und Kühlmittelpumpe

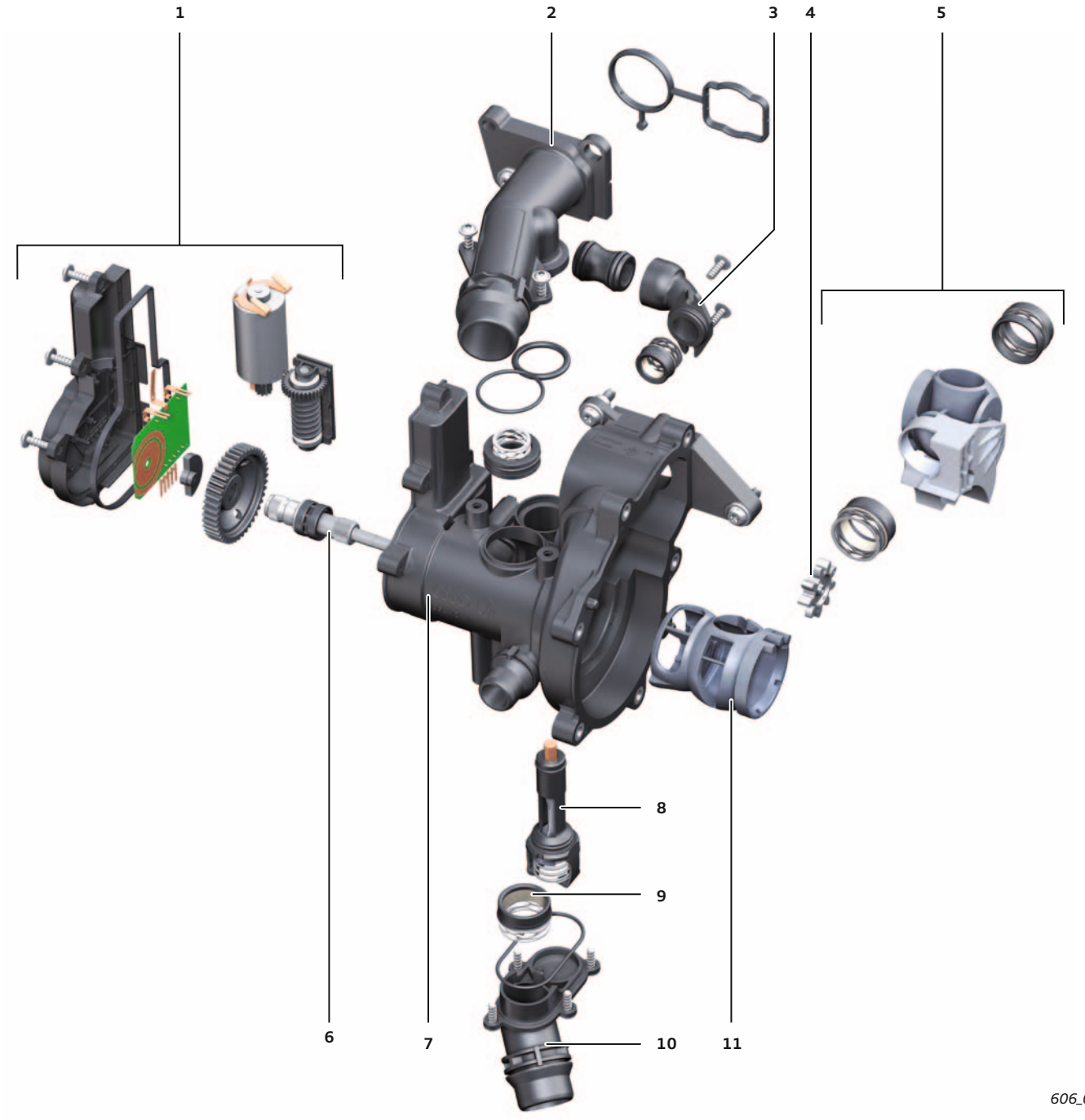


606_035

Stellelement für Motortemperaturregelung N493 (Drehschieber)

Das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 ist für die Motoren mit 1,8 l und 2,0 l bei Längs- wie auch bei Quereinbau gleich. Mittels zwei mechanisch gekoppelter Drehschieber regelt es den Kühlmittelfluss. Die Regelung der Winkelposition der Drehschieber erfolgt dabei nach Vorgabe verschiedener Kennfelder im Motorsteuergerät.

Durch die entsprechende Anordnung der Drehschieber können verschiedene Schaltpositionen realisiert werden. Dadurch ist ein schnelles Aufheizen des Motors möglich, was geringere Reibung und dadurch geringeren Kraftstoffverbrauch zur Folge hat. Außerdem sind variable Motortemperaturen zwischen 85 °C und 107 °C realisierbar.



Legende:

1	Antrieb für Stellelement für Motortemperaturregelung N493 mit Geber
2	Stutzen für Vorlauf zum Kühler
3	Stutzen zum Motorölkühleranschluss
4	Zwischenzahnrad
5	Drehschieber 2
6	Welle für Drehschieber 1
7	Drehschiebergehäuse
8	Dehnstoffthermostat (Fail-Safe-Thermostat)
9	Dichtungspaket
10	Stutzen für Rücklauf vom Kühler
11	Drehschieber 1

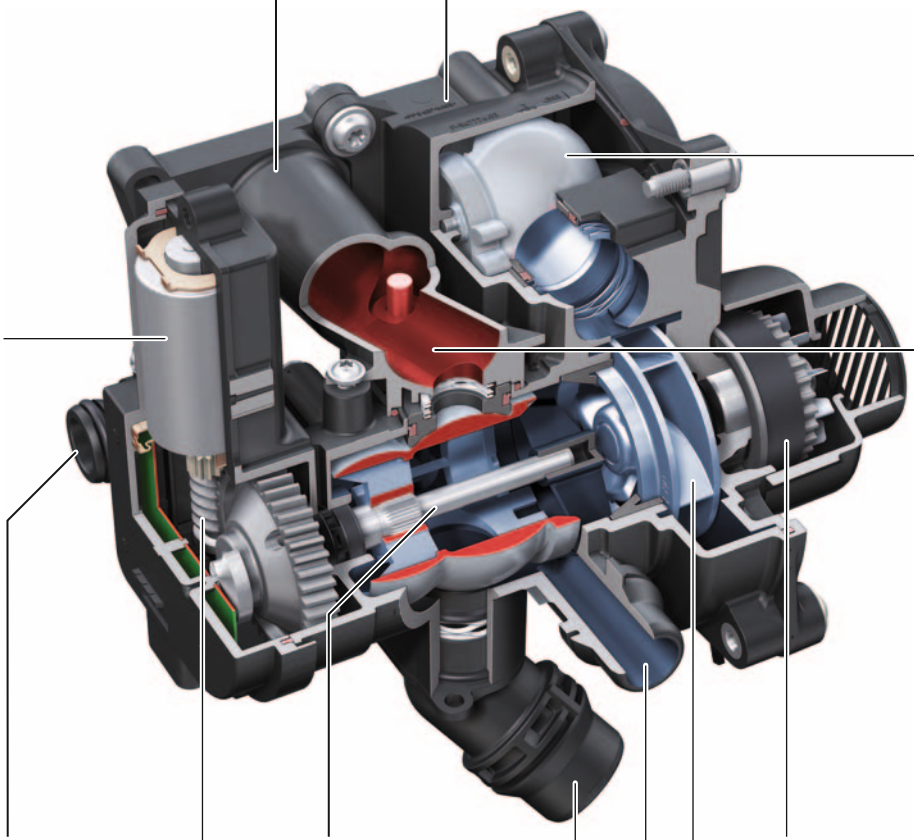
Funktion des Stellelements für Motortemperaturregelung N493

Ein DC-Elektromotor treibt den Drehschieber an. Die Ansteuerung des Motors erfolgt durch das Motorsteuergerät mittels PWM-Signal (12 V). Die Ansteuerfrequenz beträgt dabei 1000 Hz.
Neu ist hier das Ansteuerungssignal. Es ist ein digitales Signal, dass vom Aufbau her einem CAN-Signal ähnelt.
Die Ansteuerung erfolgt solange, bis die vom Motorsteuergerät vorgegebene Stellung erreicht ist. Positive Ansteuerung (Messwert im Fahrzeugdiagnosetester) bedeutet, der Drehschieber dreht sich in Richtung Öffnen.
Der Elektromotor treibt über ein stark untersetztes Schneckengetriebe den Drehschieber 1 an. Er steuert den Kühlmittelfluss des Ölkühlers, des Zylinderkopfs sowie des Hauptwasserkühlers. (Getriebeölkühler, Abgasturbolader und Heizungsrücklauf sind ungeregelt.)

Der Drehschieber 2 ist über ein Triebstockgetriebe mit dem Drehschieber 1 verbunden. Das Getriebe ist dabei so konstruiert, dass der Drehschieber 2 in bestimmten Winkelpositionen des Drehschiebers 1 ein- und auskuppelt. Die Drehbewegung des Drehschiebers 2 (Öffnen des Kühlmittelstroms durch den Zylinderblock) beginnt bei einer Drehwinkelstellung des Drehschiebers 1 von ca. 145°. Bei einer Drehwinkelstellung des Drehschiebers 1 von ca. 85° wird wieder ausgekuppelt. Hier hat der Drehschieber 2 seine maximale Drehbewegung erreicht und den Zylinderblock-Kühlmittelkreislauf voll geöffnet.
Die Bewegungen der Drehschieber werden durch mechanische Anschläge begrenzt.

Je wärmer der Motor wird, umso weiter wird der Drehschieber verdreht. Dabei werden verschiedene Durchflüsse in variablen Querschnitten geöffnet.

Um die genaue Position der Drehschieber zu erfassen und Funktionsstörungen zu erkennen, ist auf der Steuerplatine des Drehschiebers ein Drehwinkelsensor verbaut. Er liefert ein digitales Spannungssignal (*SENT**) an das Motorsteuergerät.
Die Position des Drehschiebers 1 kann in den Messwerten mittels Fahrzeugdiagnosetester ausgelesen werden.



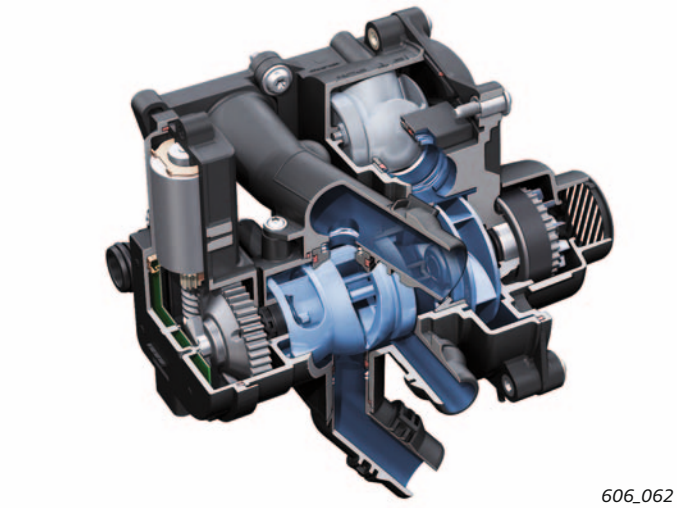
606_010

Ansteuerungsstrategie

Hier wird die Funktion des gesamten Kühlmittelkreislaufs in der Aufheizphase des Motors beschrieben. Die Beschreibung ist für Motoren im Audi A4 ’12.

Aufheizung

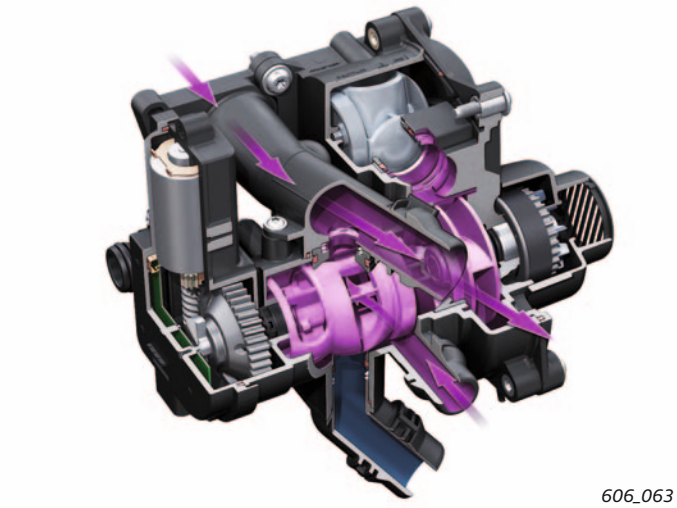
Zum Warmlaufen des Motors wird der Drehschieber 1 in die Position 160° gebracht. In dieser Stellung sind am Drehschieber 1 die Anschlüsse Motorölkühler und Rücklauf-Hauptwasserkühler verschlossen.
Der Drehschieber 2 verschließt den Anschluss zum Zylinderblock. Das Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422 und Kühlmittelventil für Getriebe N488 sind zunächst geschlossen. Die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 wird nicht angesteuert. So ist durch den Zylinderblock keine Zirkulation des Kühlmittels möglich. Stehendes Kühlmittel wird, je nach Last und Drehzahl, bis zu einer Temperatur von maximal 90 °C realisiert.



606_062

Autarke Heizung

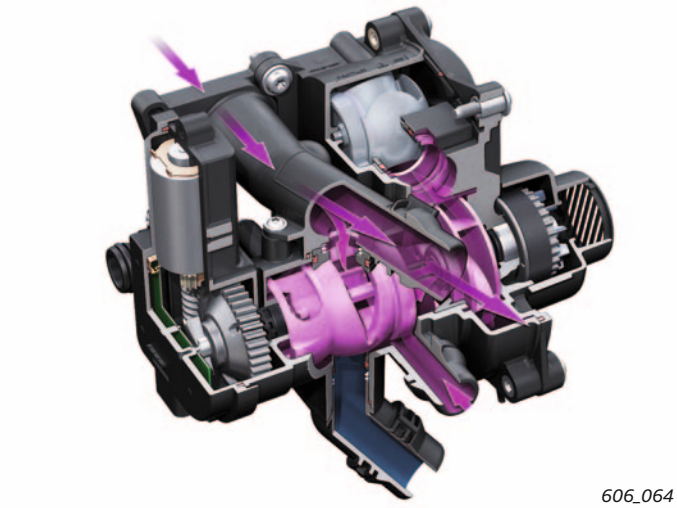
Erfolgt eine Heizanforderung, wird das Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422 und die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 aktiviert. Somit strömt Kühlmittel durch den Zylinderkopf, den Turbolader sowie durch den Heizungswärmetauscher.



606_063

Minivolumenstrom

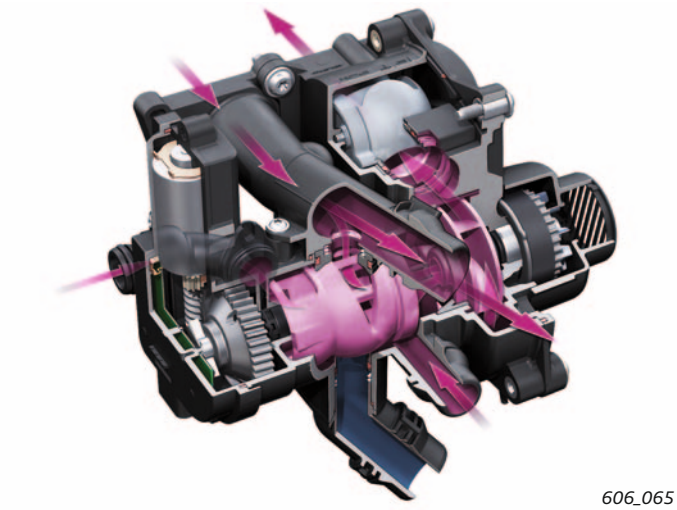
Diese Funktion dient zum Schutz vor Überhitzung des Zylinderkopfs (integrierter Abgaskrümmer) und des Turboladers, wenn im Zylinderblock stehendes Kühlmittel realisiert wird. Hierzu wird der Drehschieber 1 in eine Stellung von ca. 145° gebracht. Ab dieser Stellung greift das Triebstockgetriebe in den Drehschieber 2 und beginnt diesen zu öffnen. Jetzt strömt ein kleiner Teil Kühlmittel durch den Zylinderblock in den Zylinderkopf, durch den Turbolader und zurück über das Drehschiebermodul zur Kühlmittelpumpe.
Der zweite Teilstrom fließt bei Bedarf über das Absperrventil für Kühlmittel N82 zum Heizungswärmetauscher. Die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 wird dabei nur bei „Heizanforderung“ angesteuert. Durch das sich sehr schnell aufheizende Kühlmittel wird die Reibung des Motors im Warmlauf weiter minimiert.



606_064

Warmlauf Motorölkühler zuschalten

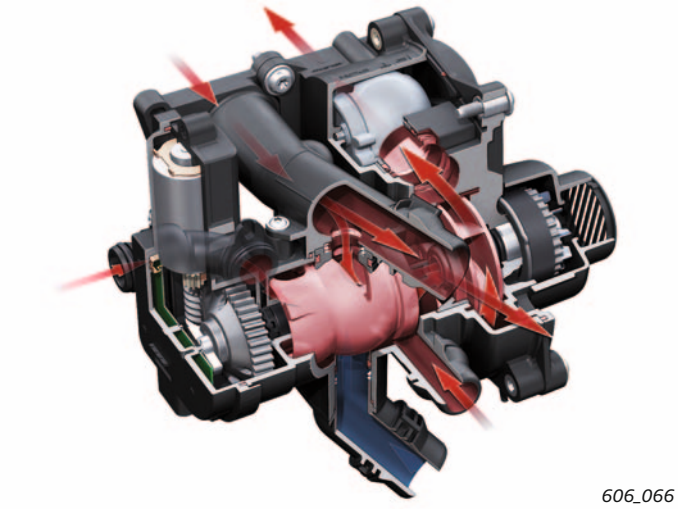
Im weiteren Verlauf der Aufheizphase wird nun der Motorölkühler hinzu geschaltet. Das Öffnen des Anschlusses Motorölkühler beginnt ab einer Stellung des Drehschiebers 1 von 120°.
Parallel dazu öffnet sich auch der Drehschieber 2 immer weiter und der Kühlmittelfluss durch den Zylinderblock wird größer. Durch die gezielte Zuschaltung des Motorölkühlers wird das Motoröl zusätzlich aufgeheizt.



606_065

Getriebeölheizen

Nach einer ausreichenden Durchwärmung des Verbrennungsmotors wird abschließend das Kühlmittelventil für Getriebe N488 geöffnet, um mit der überschüssigen Wärme noch das Getriebeöl aufzuheizen.
Das Zuschalten der Funktion Getriebeölheizen erfolgt bei einer Kühlmitteltemperatur von 80 °C ohne Heizung bzw. 97 °C mit Heizung.



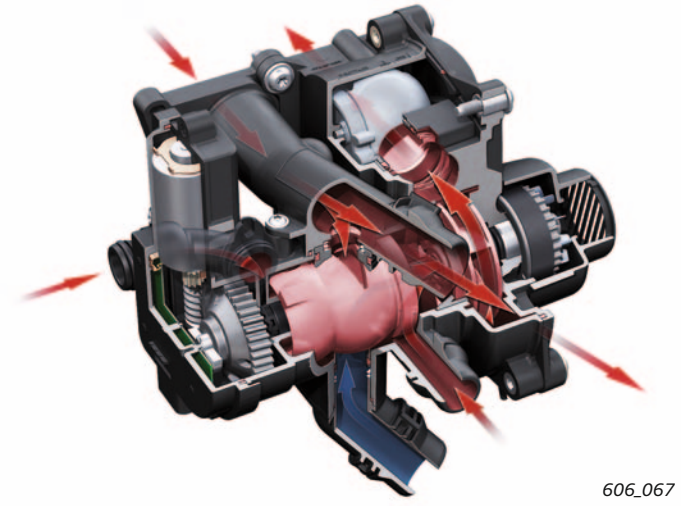
606_066

Temperaturregelung über Hauptwasserkühler

Bei geringen Drehzahlen und Lasten wird das Kühlmittel für minimale Motorreibung auf 107 °C eingeregelt. Mit steigender Last und Drehzahl wird die Kühlmitteltemperatur dann bis auf 85 °C abgesenkt.

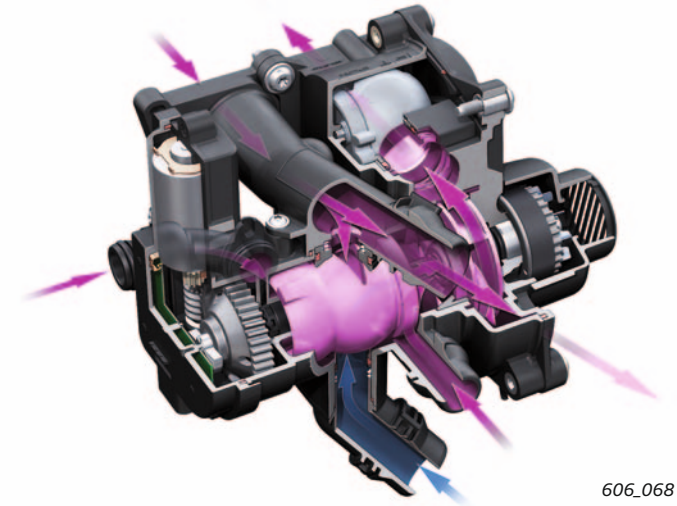
Hierzu wird der Drehschieber 1 zwischen 85° und 0° entsprechend des Kühlbedarfs eingestellt. Bei 0° Drehschieberstellung ist der Anschluss Rücklauf-Hauptwasserkühler voll offen.

Teillastbereich



606_067

Volllastbereich

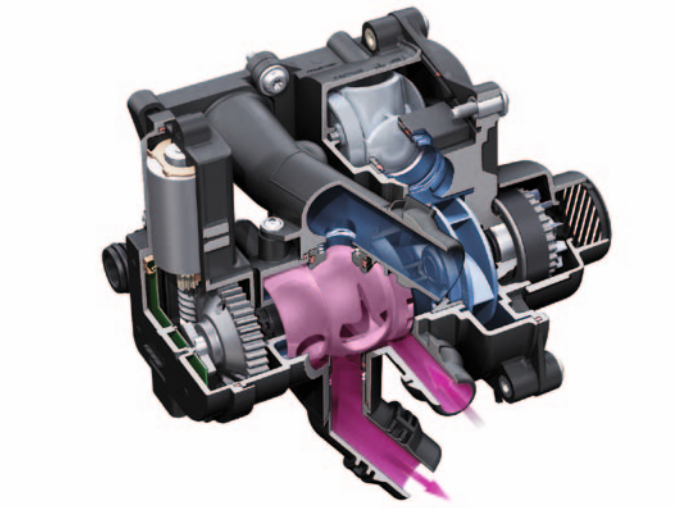


606_068

Nachlauffunktion beim Abstellen des Motors

Um ein Sieden des Kühlmittels am Zylinderkopf und Turbolader nach Abstellen des Motors bzw. um ein unnötiges Abkühlen des Motors zu vermeiden, wird die Nachlauffunktion nach Kennfeldanforderung gestartet. Sie ist nach Abstellen des Motors bis zu 15 Minuten aktiv.
Dazu wird der Drehschieber in die „Nachlaufstellung“ gebracht (160 – 255°). Im Nachlauf wurde ebenfalls eine Kühlmitteltemperaturregelung realisiert. Bei maximaler Nachlaufanforderung (255°) und entsprechend niedriger Kühlmittelsolltemperatur wird der Anschluss Rücklauf-Hauptwasserkühler geöffnet, der Anschluss zum Zylinderblock ist allerdings mittels Drehschieber 2 geschlossen. Zudem werden die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 und das Absperrventil für Kühlmittel N82 aktiviert.

Das Kühlmittel fließt nun in zwei Teilströmen. Einmal über den Zylinderkopf zur V51, der zweite Teilstrom fließt über den Turbolader durch den Drehschieber und dann durch den Hauptwasserkühler zurück zur Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51.
Das Zylinderkurbelgehäuse wird in der Nachlaufstellung nicht durchströmt. Durch diese Funktion konnte die Zeit der Nachlauffunktion deutlich reduziert werden, ohne einen übermäßigen Wärmeverlust zu erzeugen.



606_077

Fehlerfall

Bei Ausfall des Drehwinkelsensors wird der Drehschieber voll aufgesteuert (maximale Motorkühlung). Ist der DC-Motor defekt oder der Drehschieber verklemmt, wird je nach Stellung des Drehschiebers eine Drehzahl- und Drehmomentbegrenzung aktiv.

Weitere Reaktionen:

- Im Kombiinstrument erfolgt eine Meldung, dass die Drehzahl auf 4000 1/min begrenzt ist, einmal Beep-Ton, EPC-Lampe wird eingeschaltet
- Anzeige reale Kühlmitteltemperatur im Kombiinstrument
- Öffnen des Absperrventils für Kühlmittel N82
- Aktivierung der Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 um die Kühlung des Zylinderkopfs zu gewährleisten.

Steigt die Temperatur im Drehschieber über 113 °C öffnet ein Dehnstoffthermostat im Drehschieber einen Bypass zum Hauptwasserkühler, sodass Kühlmittel über den Hauptwasserkühler fließen kann (siehe Seite 33, Abbildung 606_036). Dadurch ist eine Weiterfahrt im Fehlerfall möglich.

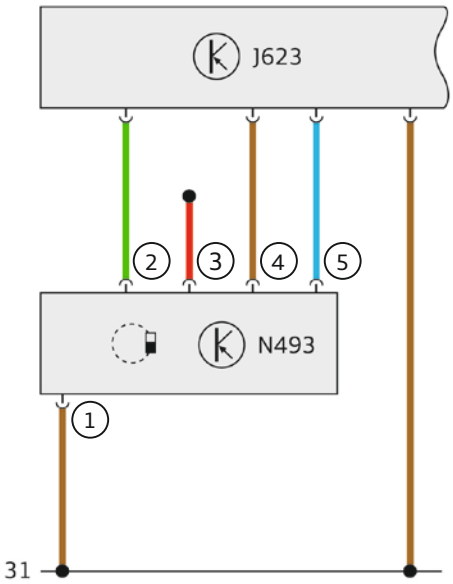
eMedia

Animation zum innovativen Thermomanagement und der Funktion des Drehschiebers.

Funktionsplan des Stellelements für Motortemperaturregelung N493

Anschlüsse am Stellelement für Motortemperaturregelung N493:

1. Sensor – (Verbindung Gebermasse Leitungsstrang Motor)
2. Sensor Signal
3. Sensor + (Verbindung 5 V im Leitungsstrang Motor)
4. Aktor –
5. Aktor +

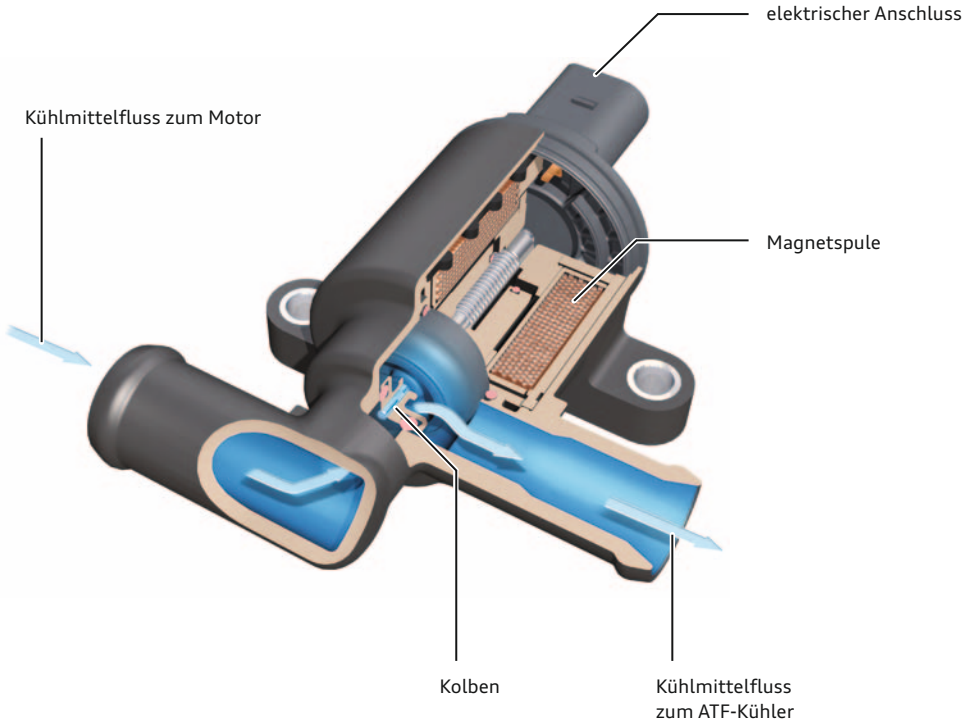


606_021

Kühlmittelventil für Getriebe N488

Das Kühlmittelventil für Getriebe N488 steuert die Zuflüsse des warmen Kühlmittels des Motors zum Getriebeölkühler. Es ist beispielsweise im Audi A5 ’12 mit Schaltgetriebe verbaut.
Das Magnetventil wird bei Bedarf vom Motorsteuergerät mit Bordspannung angesteuert. Wird es nicht angesteuert, ist es durch mechanische Federkraft offen.

Bei Motorstart wird es geschlossen. Der Kühlmittelfluss zum Getriebe wird bei einer Temperatur des Kühlmittels von 80 °C geöffnet und bei 90 °C wieder geschlossen. Somit wird das Schaltgetriebe bei der Erreichung seiner reibungsoptimalsten Temperatur unterstützt.



606_022

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Diese Pumpe dient bei Fahrzeugen mit Motoren im Längseinbau als Umwälzpumpe für den Heizungswärmetauscher. Sie wird vom Steuergerät für Climatronic J255 mittels PWM-Signal angesteuert. Über das Steuergerät für Climatronic J255 ist sie diagnosefähig.



606_056

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Funktion

Bei laufender Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 wird das Kühlmittel über den Kühlmittelschlauch vom Motor durch den Wärmetauscher des Klimageräts und das Absperrventil für Kühlmittel angesaugt und über den Kühlmittelschlauch zum Motor zurück gefördert.
Die Pumpe für Kühlmittelumlauf V50 wird bei eingeschalteter Zündung abhängig von der Kühlmitteltemperatur und der Einstellung an der Bedienungs- und Anzeigeeinheit der Klimaanlage angesteuert.

Die Ausstattungsvariante des Fahrzeugs wird in der Codierung und Anpassung ausgewählt (z. B. Standheizung verbaut).

Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422

Das Absperrventil für Kühlmittel wird in Motoren in Längseinbau und ohne Standheizung verbaut.

Das Ventil öffnet und schließt den Kühlmittelfluss zum Heizungswärmetauscher des Fahrzeugs, siehe Seite 31, Abbildung 606_023.

Funktion

Es ist baugleich mit dem Kühlmittelventil für Getriebe N488 (siehe Seite 38).
Wird es nicht angesteuert, ist es offen (Kühlmittel fließt). Bei Ansteuerung wird es geschlossen. Das Öffnen erfolgt durch mechanische Federkraft.

Nach Motorstart wird es geschlossen. Geöffnet wird es bei Heizwunsch, Nachlaufkühlung und Start-Stopp-Anforderung.
Die Schwarz-Weiß-Ansteuerung erfolgt über das Steuergerät für Climatronic J255.
In diesem muss das Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422 richtig angepasst sein.

Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51

Die Pumpe wird bei Fahrzeugen mit Motoren im Quereinbau verbaut. Sie ist baugleich der V50 in Fahrzeugen mit Längsmotorisierung. Die Ansteuerung erfolgt durch das Motorsteuergerät mittels PWM-Signal.
Die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 wird vom Motorsteuergerät auf Anforderung von der Bedienungseinheit (Steuergerät für Heizung J65) oder dem Steuergerät für Climatronic J255 angesteuert.

Sie übernimmt auch die Unterstützung der Kühlmittelpumpe des Motors zur Verbesserung des Kühlmitteldurchsatzes durch den Wärmetauscher für Heizung bei bestimmten Motordrehzahlen zur Verbesserung der Heizleistung.
Zudem kann die Temperatur im Abgasturbolader schneller reduziert werden. Dadurch wird die Lebensdauer des Motoröls verbessert.

Absperrventil für Kühlmittel N82

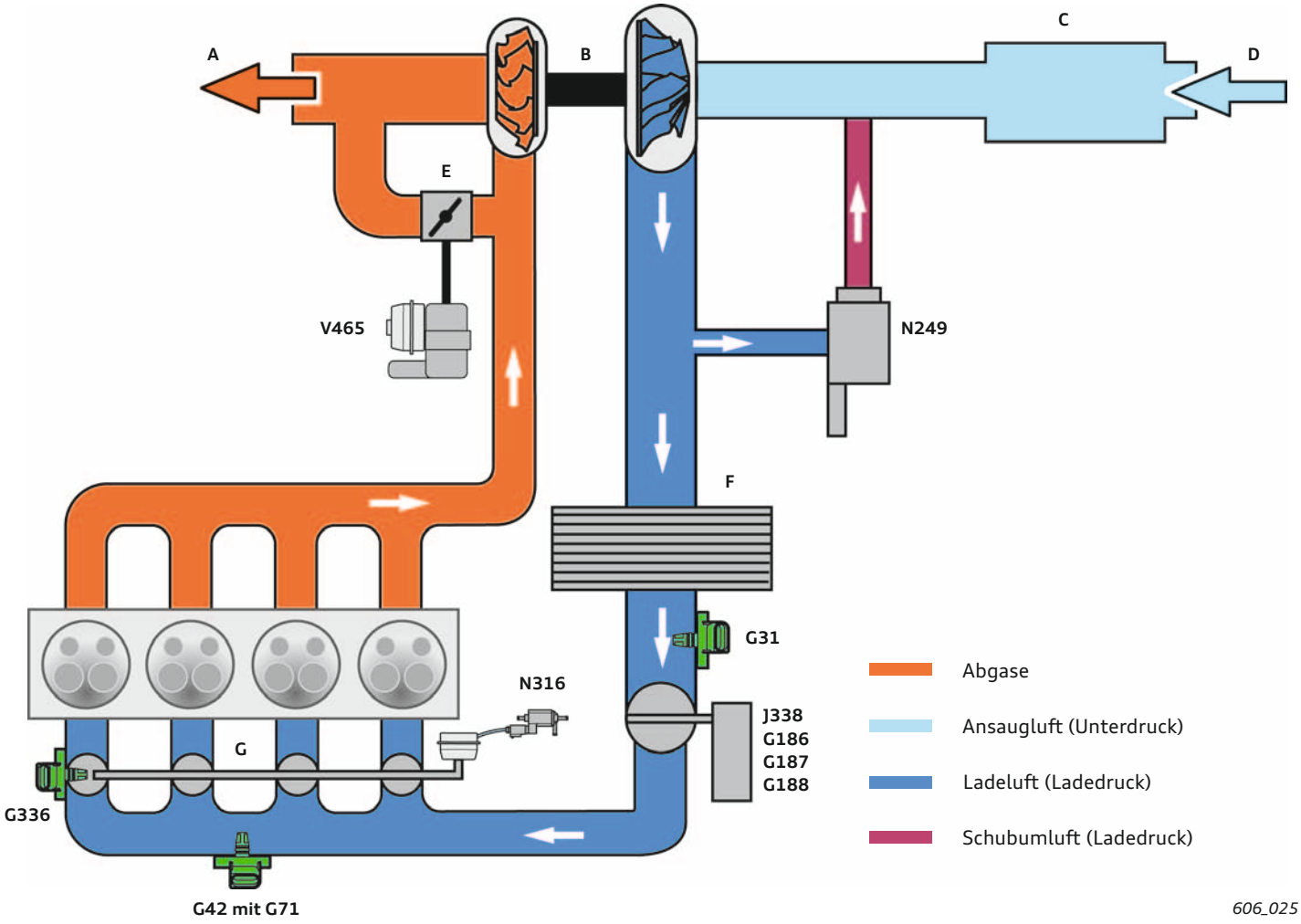
Das Absperrventil für Kühlmittel N82 wird vom Motorsteuergerät angesteuert.
Es wird u. a. im Audi A3 ’13 mit Standheizung verbaut.

Es sperrt bei kaltem Motor, abhängig von der Einstellung an der Bedienungseinheit (Steuergerät für Heizung J65) oder dem Steuergerät für Climatronic J255 den Kühlmitteldurchsatz durch den Wärmetauscher für Heizung, z. B. um das Aufheizen des Motors zu beschleunigen.

Verweis
Weitere Hinweise zur Funktion der Pumpe für Kühlmittelumlauf V50/V51 finden Sie im Selbststudienprogramm 616 „Audi 1,2l- und 1,4l-TFSI Motoren der Baureihe EA211“.

Luftversorgung und Aufladung

Systemübersicht



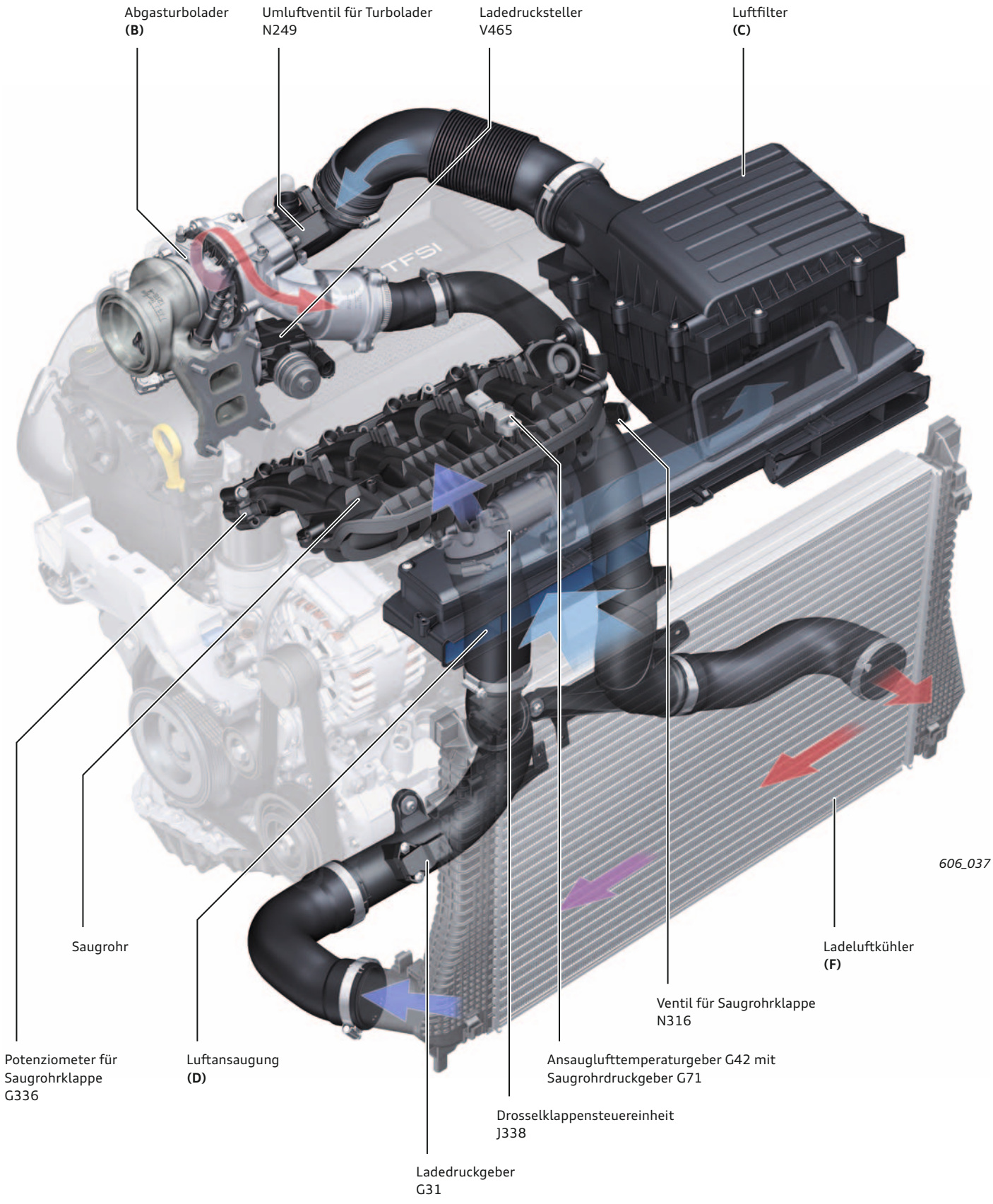
Legende:

A Abgasstrom
B Abgasturbolader
C Luftfilter
D Frischluftstrom
E Wastegate-Klappe
F Ladeluftkühler
G Saugrohrklappen

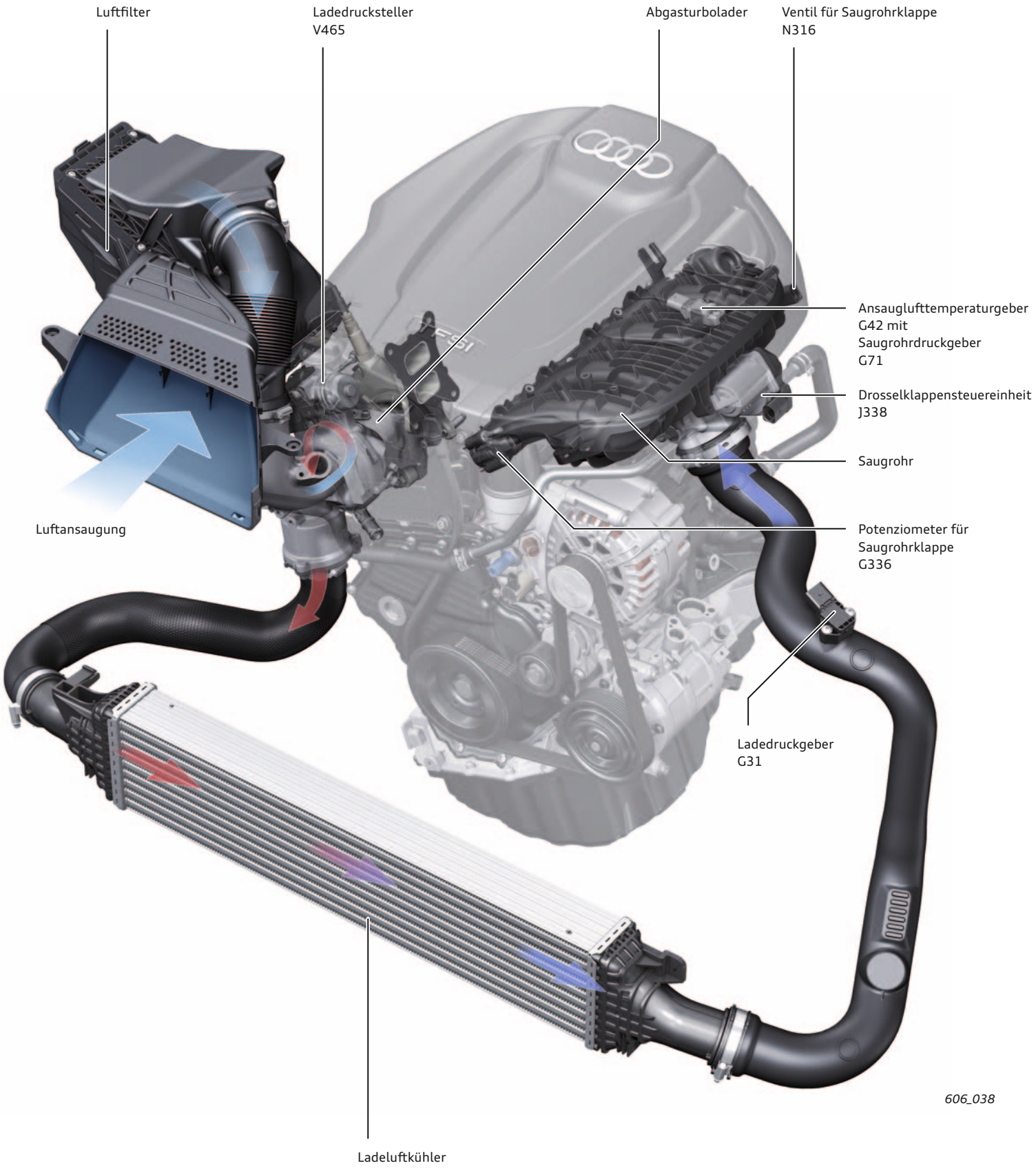
G31 Ladedruckgeber
G42 Ansaugluftemperaturgeber
G71 Saugrohrdruckgeber
G186 Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung
G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
G336 Potenziometer für Saugrohrklappe
J338 Drosselklappensteuereinheit
N249 Umluftventil für Turbolader
N316 Ventil für Saugrohrklappe
V465 Ladedrucksteller

Hinweis
Der Ladedrucksteller V465 ist nach Lösen der Kontermutter am Gestänge zu ersetzen.
Nach dem Tausch muss der Ladedrucksteller mit dem Fahrzeugdiagnosetester eingestellt werden.

Luftführung bei Motoren im Quereinbau



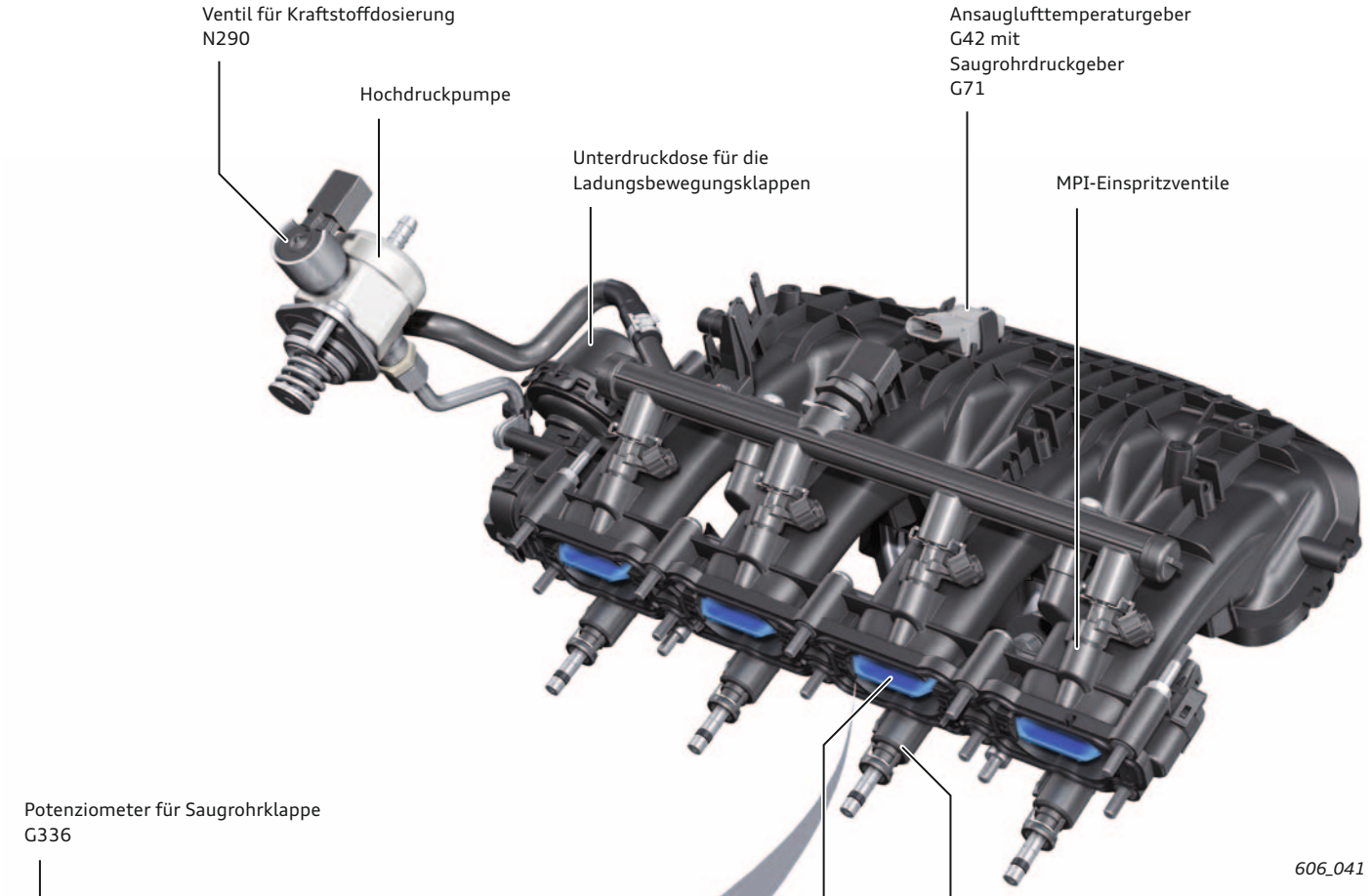
Luftführung bei Motoren im Längseinbau



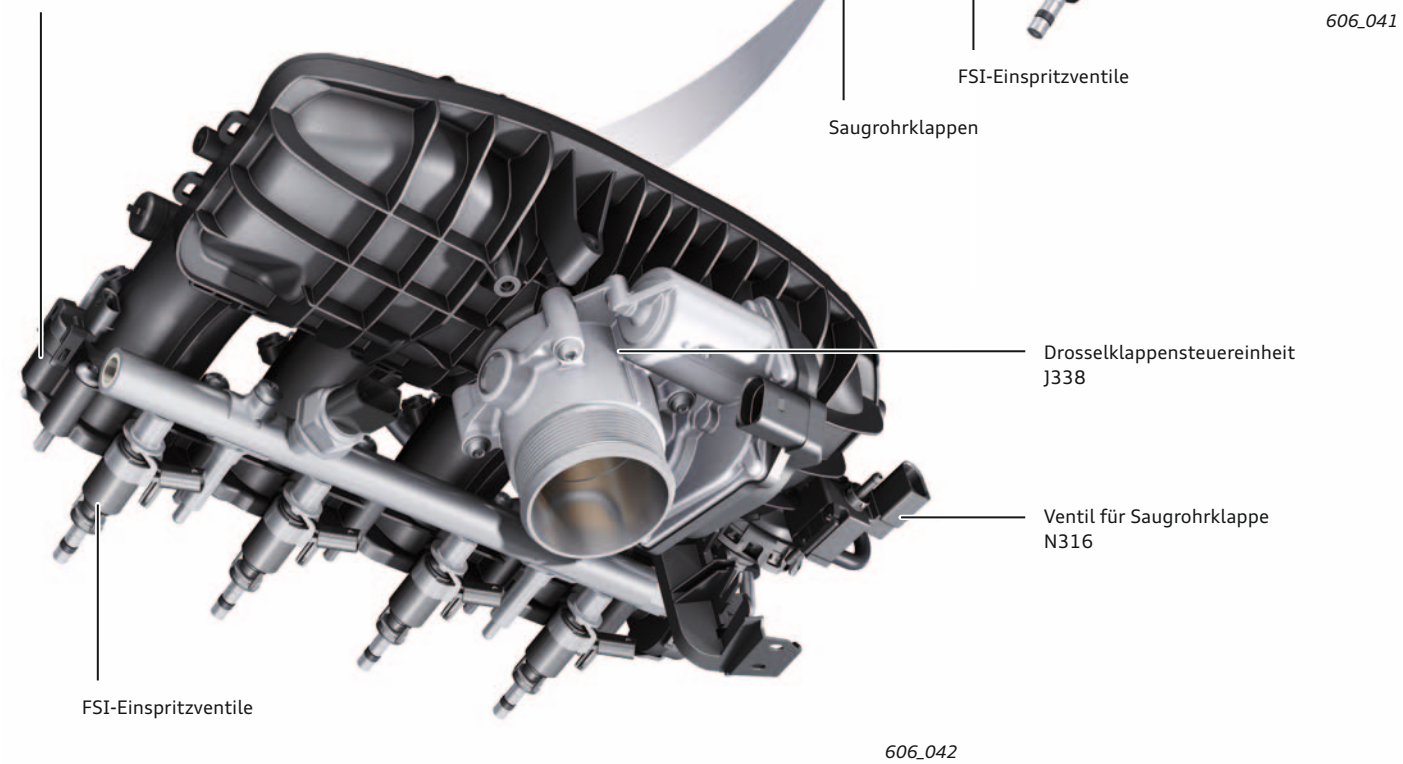
Saugrohr

Aufgrund der höheren Ladedrücke wurde das im Saugrohr integrierte Saugrohrklappensystem komplett überarbeitet. Die gekröpfte, einteilige Edelstahlwelle garantiert maximale Torsionssteifigkeit für die wannenförmig ausgebildeten Klappen im Einlasskanal. Die Erkennung der Positionierung der Klappen erfolgt über das Potenziometer für Saugrohrklappe G336 (berührungsloser Drehwinkelsensor).

Die Wannenklappen werden im geöffneten Zustand im Grundkörper verspannt, so dass die Anregungen durch den Luftstrom minimiert werden. Die Welle wird mittels unterdruckgesteuerter Dose (Zwei-Punkt-Steuerung) vom Motorsteuergerät über das Ventil für Saugrohrklappe N316 elektropneumatisch geschaltet.



606_041



606_042

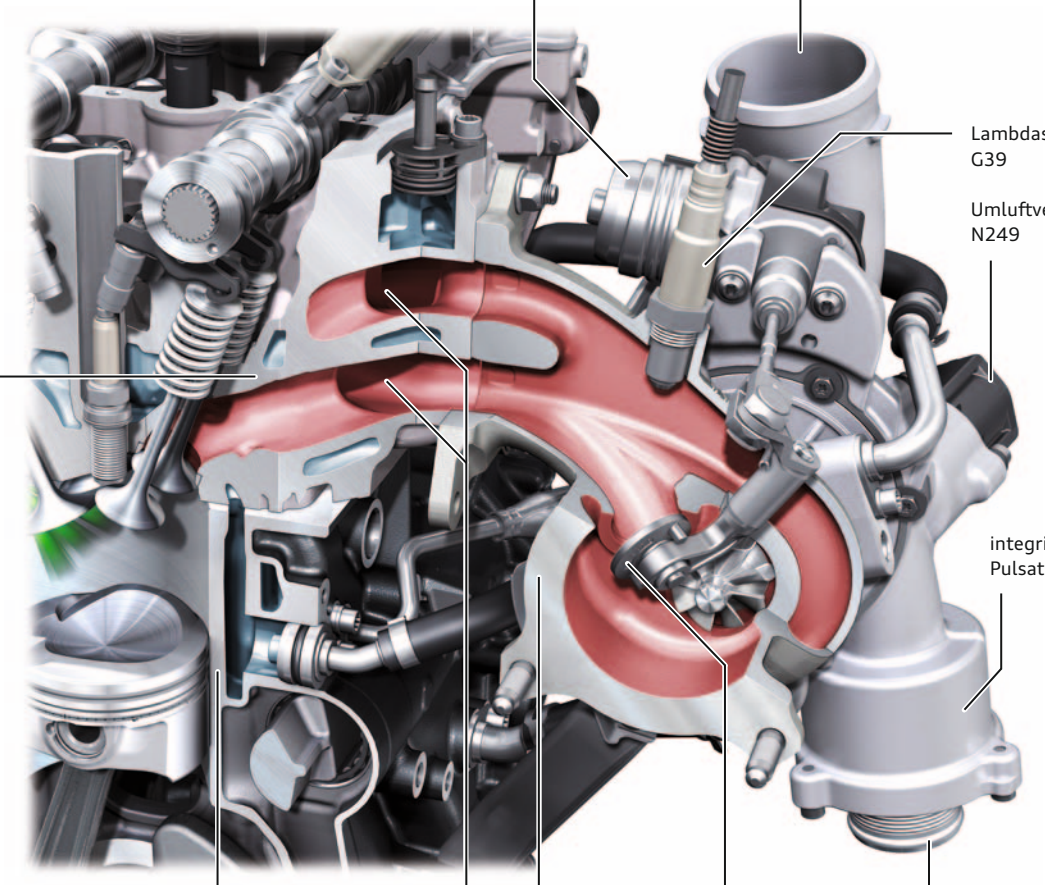
Abgasturbolader

Als Aufladesystem kommt ein völlig neu entwickelter *Mono-Scroll**-Abgasturbolader zum Einsatz.

Die Aufladung mittels Mono-Scroll-Abgasturbolader verbessert das Volllastverhalten insbesondere im oberen Drehzahlbereich. Die zweiflutige Kanalführung der Abgase am Ausgang des Zylinderkopfs wird im Abgasturbolader bis kurz vor die Turbine weitergeführt. Somit ergibt sich insgesamt eine bestmögliche Zündfolgetrennung (vier in zwei in eins).

Der Abgasturbolader ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- elektrischer Wastegate-Steller (Ladedrucksteller V465 mit Positionsgeber für Ladedrucksteller G581)
- Lambdasonde vor Turbine (Lambdasonde G39)
- kompaktes Stahlguss-Turbinengehäuse mit zweiflutigem Eintritt, direkt am Zylinderkopf angeflanscht
- Verdichtergehäuse mit integriertem Pulsationsschalldämpfer und elektrischem Schubumluftventil (Umluftventil für Turbolader N249)
- temperaturbeständiges (*Inconel**) Turbinenrad, ausgelegt für Temperaturen bis 980 °C
- Lagergehäuse mit Einheitsanschlüssen für Öl und Kühlmittel
- gefrästes Verdichterrad für höhere Drehzahlfestigkeit und bessere Akustik
- Turbinenrad als *Mixed-Flow-Turbine** aus Inconel 713 °C



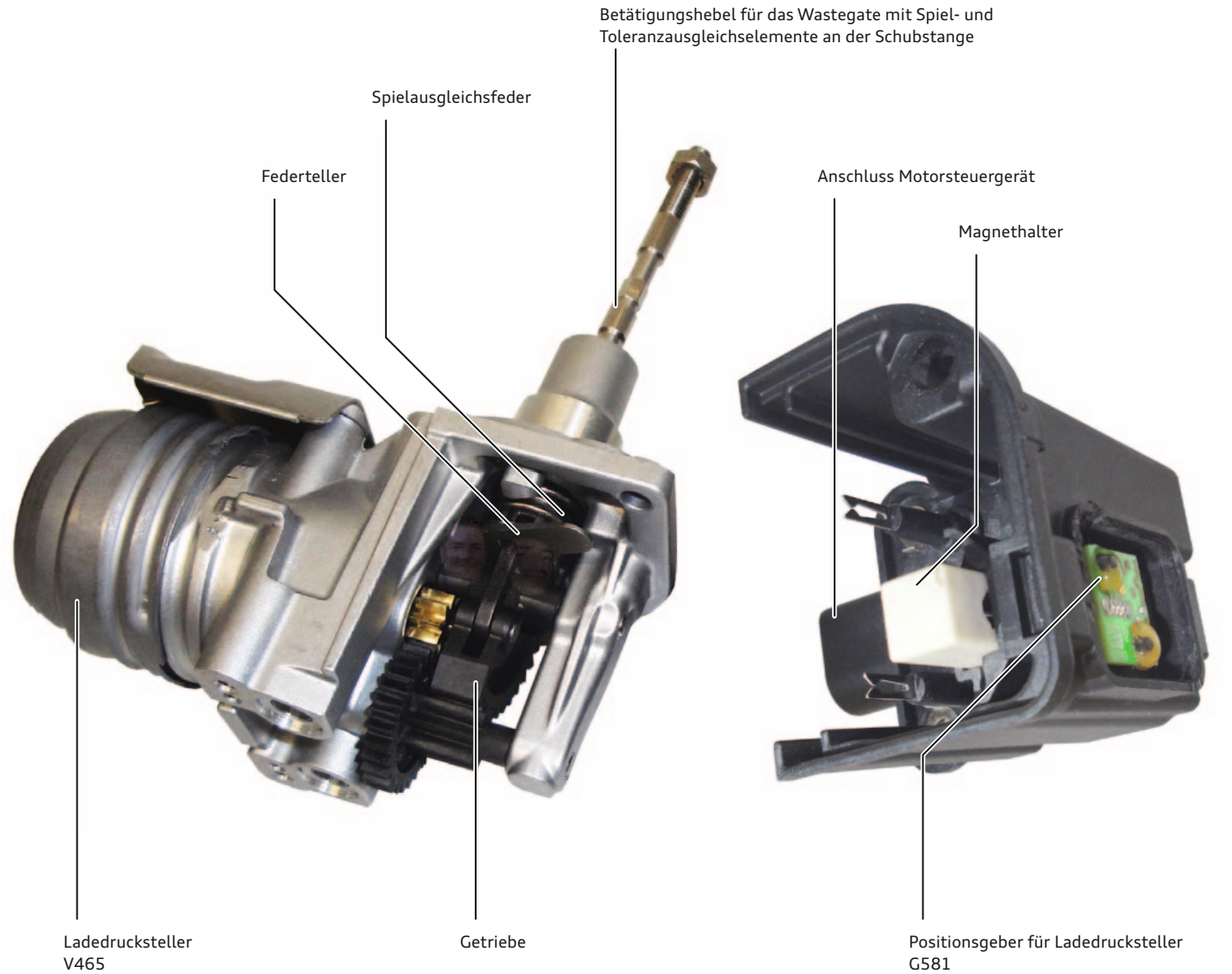
Sensoren für die Erfassung der Luftmasse und Lufttemperatur:

- Ladedruckgeber G31 (Position 3), in der Luftleitung zwischen Ladeluftkühler und Drosselklappe verbaut. Sein Signal wird verwendet um den Ladedruck zu steuern.
- Ansauglufttemperaturgeber G42 mit Saugrohrdruckgeber G71, mit den Signalen Druck und Temperatur wird die Luftmasse ermittelt.

Ladedrucksteller V465

Erstmals bei einem Audi Vierzylindermotor mit Turboaufladung kommt ein elektrischer Wastegate-Steller zur Anwendung. Diese Technologie bietet gegenüber den bisher eingesetzten Überdruckdosen folgende Vorteile:

- schnelleres und präziseres Ansprechen
- kann unabhängig vom anliegenden Ladedruck angesteuert werden
- Durch die höhere Zuhaltekraft wird das maximale Drehmoment des Motors von 320 Nm bereits bei einer niedrigen Motordrehzahl von 1500 1/min erreicht.
- Mit einer aktiven Öffnung des Wastegates in der Teillast kann der Grundladedruck abgesenkt werden. Dies ermöglicht eine Verbrauchseinsparung von ca. 1,2 g CO_2/km im MVEG-Zyklus.
- Durch das aktive Öffnen des Wastegates während des Katalysatorheizens ergibt sich eine um 10 °C höhere Abgastemperatur vor Katalysator, was zu niedrigeren Kaltstartemissionen führt.
- Aufgrund der hohen Verstellgeschwindigkeit des elektrischen Wastegate-Stellers ist ein sofortiger Ladedruckabbau bei negativen Lastwechseln (Schub) möglich, was sich insbesondere im akustischen Verhalten des Abgasturboladers positiv auswirkt (Abblasefauchen, Kaudern).



606_079

Systemkomponenten des Ladedruckstellers

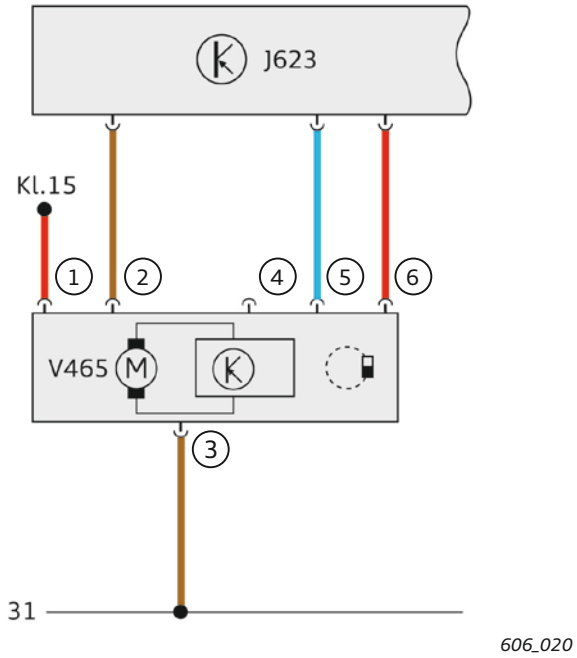
Der gesamte Stellantrieb besteht aus folgenden Bauteilen:

- Gehäuse
- DC-Motor (Ladedrucksteller V465)
- Getriebe
- integrierter berührungsloser Lagesensor (Positionsgeber für Ladedrucksteller G581)
- oberen und unteren mechanischen internen Anschlag im Getriebe
- Spiel- und Toleranzausgleichselemente an der Schubstange

Funktionsplan

Anschlüsse am Ladedrucksteller V465:

1. Sensor + (Verbindung 5 V im Leitungsstrang Motor)
2. Aktor –
3. Masse
4. nicht belegt
5. Sensor Signal
6. Aktor +



606_020

Funktionsweise

Der DC-Motor bewegt mithilfe der Getriebeeinheit und der Schubstange die Wastegate-Klappe. Die Begrenzung der Bewegung erfolgt im Falle des unteren mechanischen Anschlags durch den externen Anschlag der Wastegate-Klappe in ihrem Sitz und im Falle des oberen mechanischen Anschlags durch die interne Begrenzung des Getriebes am Gehäuse.

Die Ansteuerfrequenz des DC-Motors erfolgt in einem Frequenzbereich von 1000 Hz über das Motorsteuergerät.
Die Schubstange ist in ihrer Länge verstellbar. Somit ist eine Einstellung der Wastegate-Klappe nach Austausch des Stellers möglich.

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Der Positionsgeber für Ladedrucksteller G581 ist im Gehäusedeckel des Getriebes vom Ladedrucksteller verbaut. Im Gehäusedeckel befindet sich ebenfalls ein Magnethalter mit zwei Dauermagneten. Der Magnethalter wird im Gehäusedeckel geführt und liegt auf dem Federteller des Getriebes auf. Somit führt er die gleiche Bewegung wie die Schubstange aus. Bewegt sich die Schubstange werden die Magneten am Hallsensor, welcher sich auch im Gehäusedeckel befindet, vorbeigeführt und der Istwert des Verstellwegs wird erfasst. Der Verstellweg wird als analoges, lineares Spannungssignal ausgegeben.

Turbinengehäuse und Turbinenrad

Zur Erfüllung der Anforderungen der erhöhten Abgastemperatur von etwa 980 °C und der Anordnung der Lambdasonde vor der Turbine im Gehäuse, wird das Turbinengehäuse gegenüber der 2. Generation aus einem neuen Stahlguss-Werkstoff in der Gehäusegestaltung gefertigt. Um eine bestmögliche Zündfolgetrennung zu erreichen, wurde eine zweiflutige Kanalführung bis kurz vor die Turbine konstruiert.

Da das Turbinengehäuse in seinen Abmessungen sehr kompakt ist, wurde als Verschraubungskonzept zum Zylinderkopf eine Standardverschraubung durch Stehbolzen und Mutter gewählt.
Das Turbinenrad ist als Mixed-Flow-Turbine (Halbradialturbine) ausgelegt.

Verdichtergehäuse und Verdichterrad

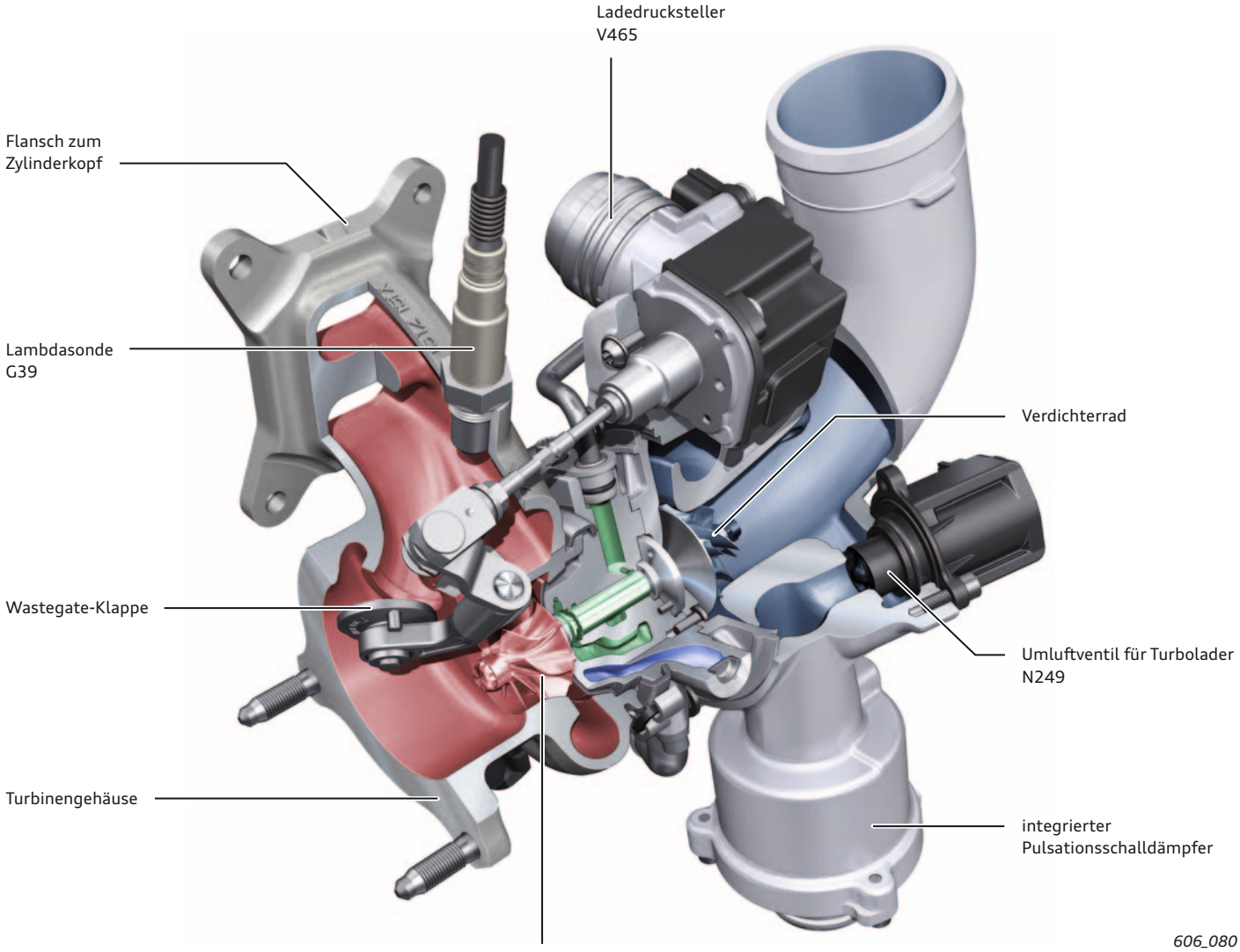
Das Verdichtergehäuse ist aufgrund der hohen Stellkräfte des Ladedruckstellers V465 verstärkt ausgeführt. Es besteht aus Aluminium-Guss. Neben dem Verdichterrad sind der Pulsationsschalldämpfer, das Umluftventil für Turbolader N249 und die Einleitstelle für die Gase aus der Kurbelgehäuse- und Tankentlüftung integriert.

Das Verdichterrad ist aus einem Stück gefräst. Dadurch wird eine höhere Drehzahlfestigkeit und eine bessere Akustik erreicht.

Lambdasonde G39

An der günstigsten Stelle, an der die Abgase jedes einzelnen Zylinders vor das Turbinengehäuse strömen und die Temperaturen trotzdem nicht zu hoch sind, ist die Lambdasonde (vor Katalysator) angeordnet.
Die Lambdasonde G39 ist eine Breitband-Lambdasonde LSU 4.2.

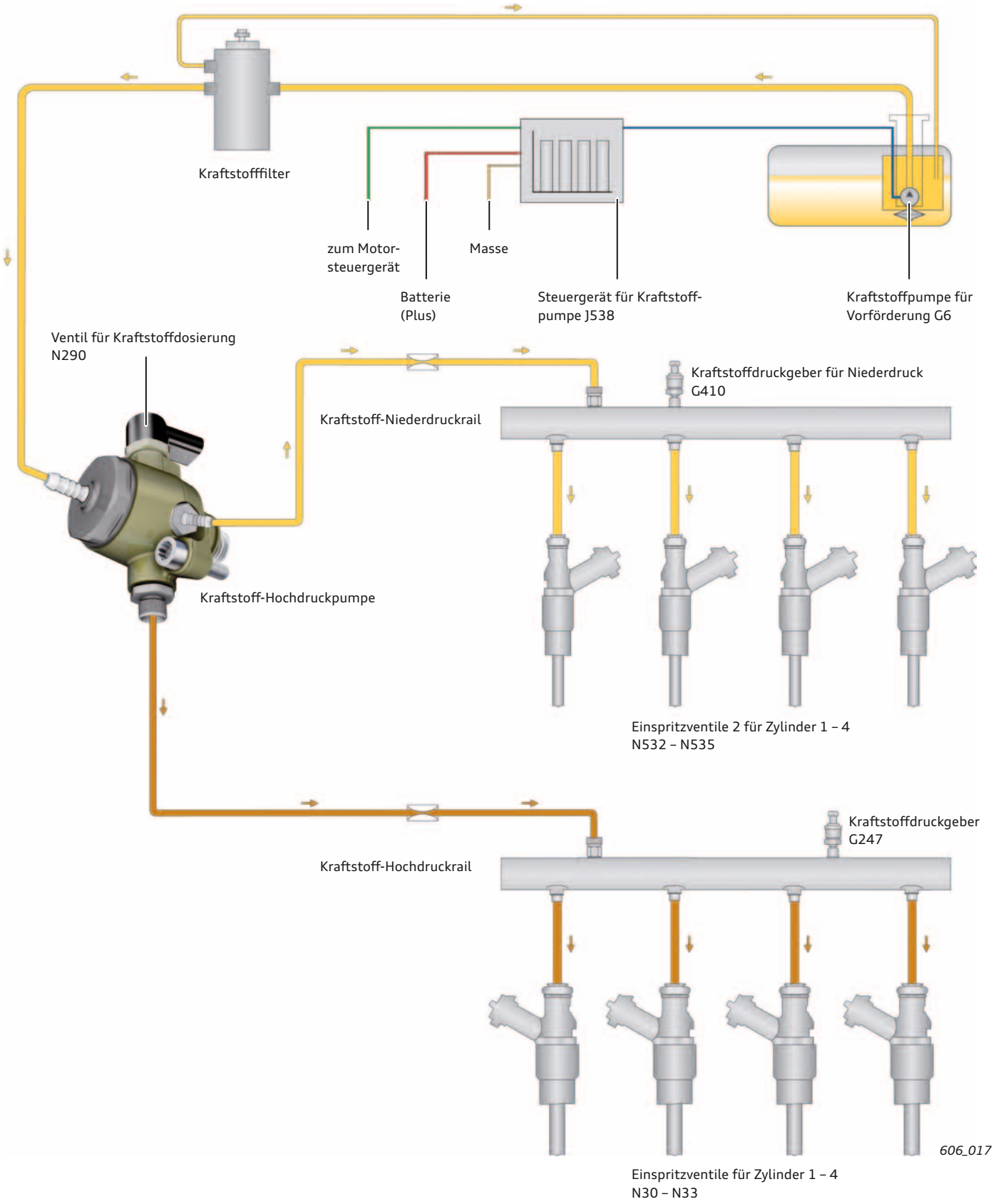
Dies ermöglicht ein deutlich früheres Taupunkt-Ende und damit eine frühe Freigabe der Lambdaregelung (sechs Sekunden) nach Motorstart sowie eine gute Einzelzylindererkennung.



606_080

Kraftstoffsystem

Systemübersicht



Gemischbildung / Duales Einspritzsystem

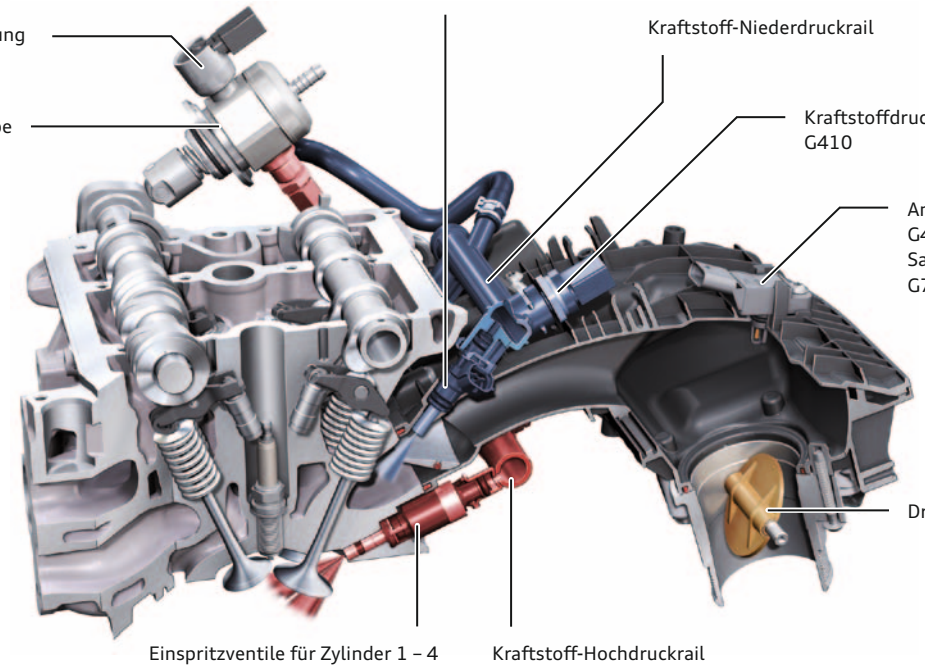
Mit Bezug auf die immer stärker werdenden Diskussionen, dass die direkteinspritzenden Benzinmotoren einen bis zu zehn Mal höheren Ausstoß sehr feiner Rußpartikel haben als es derzeit bei den aktuellen Dieselmotoren der Fall ist, wurde das duale Einspritzsystem entwickelt.

Dabei wurden folgende Ziele erreicht:

- Anhebung des Systemdrucks von 150 auf 200 bar
- Verbesserung der Akustik
- Erreichung der Euro-6-Grenzwerte für Partikelmasse und -anzahl (deutliche Senkung der Rußemissionen um den Faktor 10)
- Reduzierung der Abgasemissionen, besonders CO_2, Erfüllung und Einhaltung der jetzigen und zukünftigen Abgasnormen
- Adaption eines zusätzlichen Saugrohreinspritzsystems
- Verbrauchsreduktion in der Teillast, hier liegt der Vorteil bei der Anwendung der MPI-Einspritzung

Hochdrucksystem

Niederdrucksystem



MPI-Einspritzsystem

Die Versorgung des MPI-Systems erfolgt über einen Spülanschluss der Hochdruckpumpe. Dadurch wird die Hochdruckpumpe während des MPI-Betriebs automatisch weiter mit Kraftstoff durchspült und damit gekühlt.
Zur Minimierung von Pulsationen, welche die Hochdruckpumpe in das Rail einleitet, ist im Spülanschluss der Hochdruckpumpe eine Drossel integriert.

Das MPI-System verfügt über einen eigenen Drucksensor, den Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410. Die bedarfsgerechte Druckversorgung erfolgt von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 im Kraftstofftank. Die Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 wird vom Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538 über das Motorsteuergerät angesteuert. Das MPI-Rail ist aus Kunststoff gefertigt. Die MPI-Ventile (N532 – N535) sind in das Kunststoffsaugrohr eingebaut und hinsichtlich Strahlausrichtung optimal angeordnet.

Hochdruck-Einspritzsystem

Für den Systemdruck von bis zu 200 bar wurden alle Teile im Hochdruckbereich neu angepasst. Dabei wurden die Einspritzventile über Stahlfederscheiben akustisch vom Zylinderkopf entkoppelt. Ebenfalls wurde das Hochdruckrail vom Saugrohr entkoppelt und mit dem Zylinderkopf verschraubt. Die Position der Hochdruck-Einspritzventile wurde leicht zurückgezogen.

Damit verbessert sich die Gemischhomogenisierung und die Temperaturbelastung der Ventile wurde reduziert.
Um zukünftig ein gleiches Regelkonzept für alle Motoren zu haben, wurde dieses nochmals umgestellt. Beim Regelkonzept gilt die Faustregel: Bei abgezogenem Stecker vom Regelventil für Kraftstoffdruck N276 erfolgt kein Druckaufbau mehr im Hochdruckbereich.

Verweis
Weitere Hinweise zum Regelkonzept des Hochdruck-Einspritzsystems finden Sie im Selbststudienprogramm 384 „Audi 1,8l 4V TFSI-Motor mit Kette“.

Betriebsarten

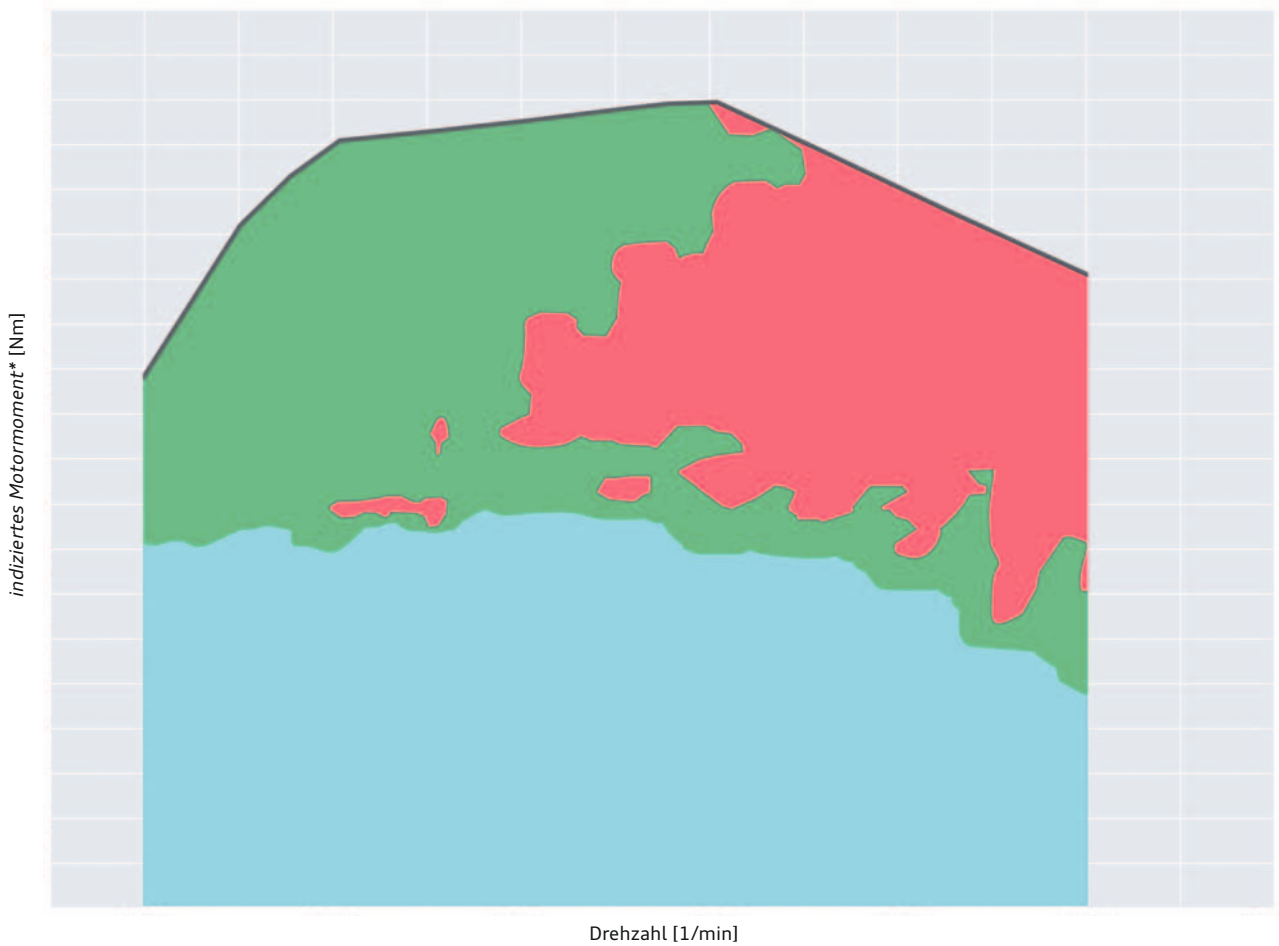
Grundsätzlich wird im Kennfeld berechnet, ob der Motor im MPI- oder FSI-Betrieb gefahren wird.
Um geringste Rußemissionen, geringe Ölverdünnung und geringe Klopfneigung zu erreichen, ist die Anzahl und die Art der Einspritzungen (MPI oder FSI) thermodynamisch optimiert. Sie verändert die Gemischbildung. Hierbei müssen Zeitpunkt und Dauer der Einspritzung entsprechend angepasst werden.

Im größtmöglichen Betriebsbereich wird Lambda 1 angestrebt. Dies ist durch den Einsatz des integrierten Abgaskrümmers möglich.

Bei kaltem Motor (Kühlmittel unter ca. 45 °C und in Abhängigkeit von der Öltemperatur) wird immer mit Direkteinspritzung gefahren. Ebenso wird bei jedem Motorstart die Direkteinspritzung verwendet.

Damit der Kraftstoff in den Hochdruckeinspritzventilen bei langem MPI-Betrieb nicht verkoken kann, kommt eine Spülfunktion zum Einsatz. Dabei wird kurzzeitig der FSI-Betrieb aktiviert.

Kennfeld Einspritzart



606_061

MPI-Einfacheinspritzung

FSI-Einfacheinspritzung
(homogen, Direkteinspritzung in den Ansaugtakt)

FSI-Zweifacheinspritzung
(homogene Schicht, eine Direkteinspritzung in den Ansaugtakt und eine in den Kompressionstakt)

Motorstart

Es erfolgt eine dreifache Direkteinspritzung in den Kompressionstakt.

Warmlauf / Katalysatorheizen

Hier wird eine zweifache Direkteinspritzung in den Ansaug- und Kompressionstakt realisiert. Dabei wird der Zündzeitpunkt etwas in Richtung „spät“ verschoben. Die Saugrohrklappen werden geschlossen.

Motor warm (>45 °C) Teillast

Hier erfolgt die Umschaltung in den MPI-Betrieb. Die Saugrohrklappen werden ebenfalls im Teillastbereich geschlossen, allerdings nicht 1 : 1 mit dem MPI-Betrieb (abhängig von den Parametern im Kennfeld).

Verbrauchsvorteil

Bei warmen Motor kommt es durch Gemischvorlagerung zu optimaler Homogenisierung des Gemischs. Es steht also mehr Zeit zur Gemischbildung zur Verfügung. Das führt zu einer schnellen, wirkungsgradoptimalen Verbrennung. Zudem muss keine Leistung in den Antrieb der Hochdruckpumpe gesteckt werden.

Höhere Last

Hier erfolgt eine zweifache Direkteinspritzung. Eine Direkteinspritzung in den Ansaugtakt und eine in den Kompressionstakt.

Notlauffunktion

Sollte eines der beiden Systeme ausfallen, übernimmt das andere System die Notlauffunktion. Somit ist gewährleistet, dass das Fahrzeug fahrbar bleibt.



606_089

Motorsteuergerät J623

eMedia

Animation zum MPI- und FSI-Betrieb.

Motormanagement

Systemübersicht 1,8l-TFSI-Motor CJEB (Audi A5 ’12)

Sensoren

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

Bremslichtschalter F

Kupplungspositionsgeber G476
Kupplungspedalschalter F36
Kupplungspedalschalter für Motorstart F194

Gaspedalstellungsgeber G79
Gaspedalstellungsgeber 2 G185

Klopfsensor 1 G61

Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410

Hallgeber G40
Hallgeber 3 G300

Kühlmitteltemperaturgeber G62

Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83

Motordrehzahlgeber G28

Ölstands- und Öltemperaturgeber G266

Potenziometer für Saugrohrklappe G336

Ansauglufttemperaturgeber G42
Saugrohrdruckgeber G71

Kraftstoffdruckgeber G247

Ladedruckgeber G31

Sensor für Gangerkennung G604

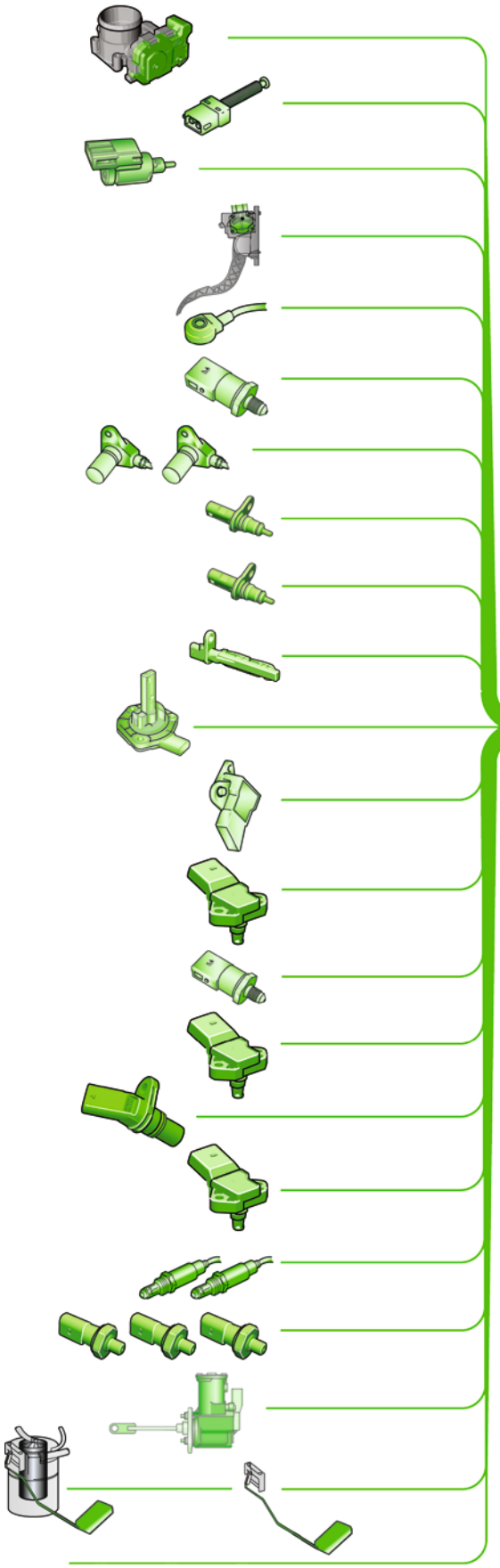
Drucksensor für Bremskraftverstärkung G294

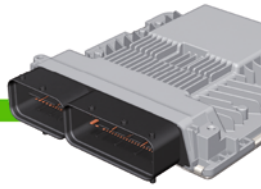
Lambdasonde G39
Lambdasonde nach Katalysator G130

Öldruckschalter F22
Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378
Öldruckschalter, Stufe 3 F447

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

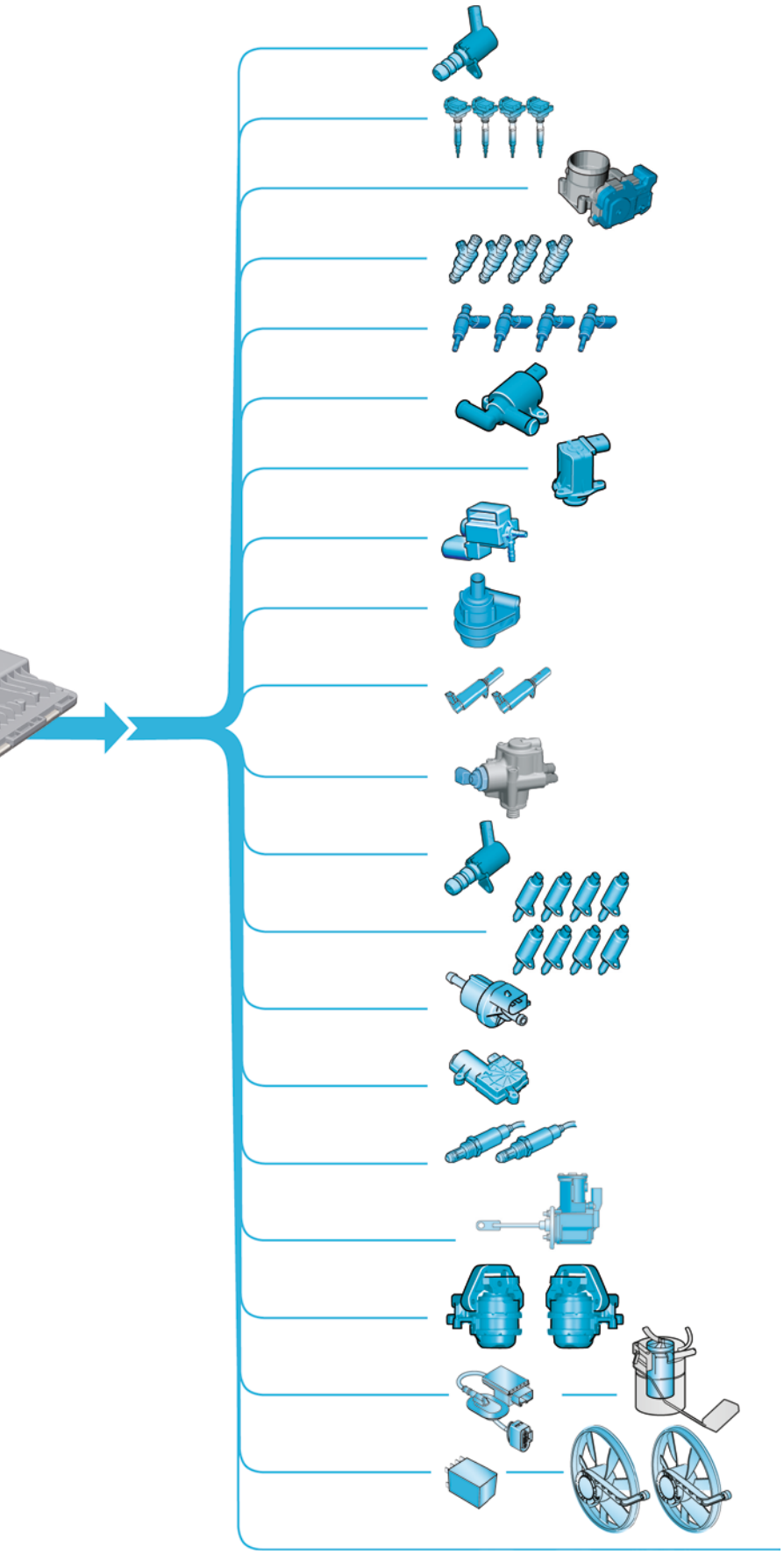
Geber für Kraftstoffvorratsanzeige G
Kraftstoffvorratsgeber 2 G169





Motorsteuergerät
J623

Zusatzsignale:
- Geschwindigkeitsregelanlage
- Geschwindigkeitssignal
- Anforderung Start an Motorsteuergerät (Keyless-Start 1 und 2)
- Klemme 50
- Crashsignal vom Steuergerät für Airbag



606_076

Aktoren

Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522

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

Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung G186

Einspritzventile 2 für Zylinder 1 – 4 N532 – N535

Einspritzventile für Zylinder 1 – 4 N30 – N33

Kühlmittelventil für Getriebe N488

Umluftventil für Turbolader N249

Ventil für Saugrohrklappe N316

Pumpe für Kühlmittelumlauf V50

Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205
Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass N318

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Ventil für Öldruckregelung N428

Stellelemente 1 – 8 für Nockenverstellung F366 – F373

Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80

Stellelement für Motortemperaturregelung N493

Heizung für Lambdasonde Z19
Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29

Ladedrucksteller V465

Magnetventil links für elektrohydraulische Motorlagerung N144
Magnetventil rechts für elektrohydraulische Motorlagerung N145

Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Steuergerät für Kühlerlüfter J293
Kühlerlüfter V7
Kühlerlüfter 2 V177

Zusatzsignale:
- Steuergerät für automatisches Getriebe / Motordrehzahl
- Steuergerät für ABS / Kupplungsstellung
- Klimakompressor
- Anlassersteuerug

Differenzierungen der Motorvarianten

Unterschiede 1,8 l / 2,0 l, sowie Längs- und Quereinbau

Je nach Hubraum (1,8 l und 2,0 l) und Längs- bzw. Quereinbau weisen die Motoren Unterschiede in den Leistungsklassen, Bauteilen und in den Brennverfahren auf.

Diese Unterschiede sollen auf den nächsten Seiten dargestellt werden.

Übersicht Leistungsklassen

	Längseinbau	Quereinbau
		
Leistungsklasse 1	Audi A4 ’12, Audi A5 ’12 1,8 l 125 kW, 320 Nm	Audi A3 ’13 1,8 l 132 kW, 280 Nm
Leistungsklasse 2	Audi Q5 ’13 2,0 l 165 kW, 350 Nm	
Leistungsklasse 3		Audi A3 ’13 2,0 l 221 kW, 380 Nm

Übersicht Differenzteile

	Längseinbau	Quereinbau
Leistungsklasse 1		
Leistungsklasse 2		
Leistungsklasse 3		

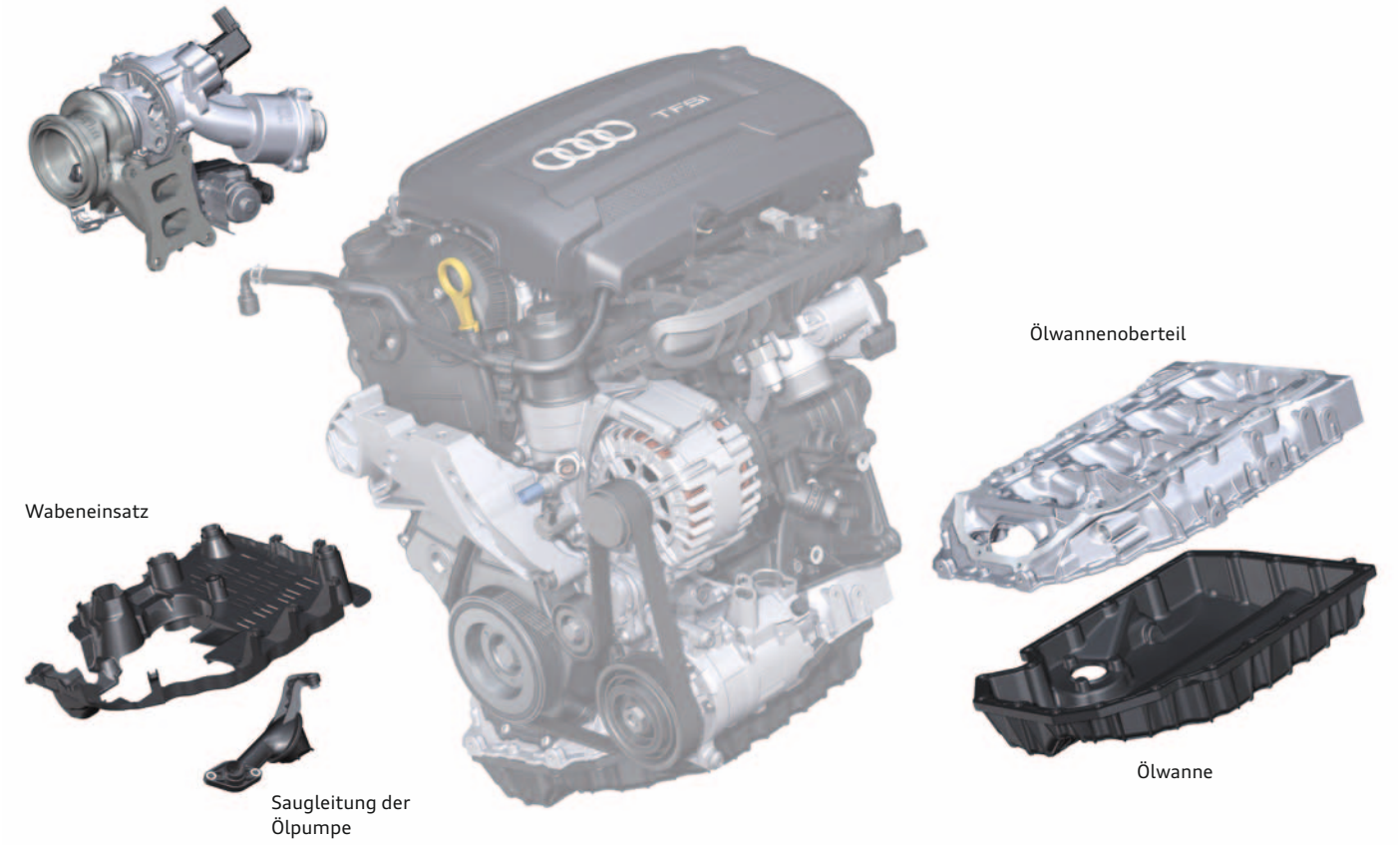
Unterschiede der Bauteile zwischen Längs- und Quereinbau

Folgende Bauteile wurden angepasst:

- Ölwannenoberteil
- Wabeneinsatz
- Saugleitung der Ölpumpe
- Ölwanne
- Abgasturbolader

Die Bauteile Ölwannenober- und -unterteil, Wabeneinsatz und Saugleitung der Ölpumpe wurden so geändert, dass die Ölmenge gleich groß bleibt (5,4 l) und die für den Ölhaushalt notwendigen Funktionskriterien wie Öldruck, Ölverschäumung, Quer- und Längsdynamik, Berg- und Talfahrt erfüllt sind.

1,8l-TFSI-Motor Quereinbau



606_071

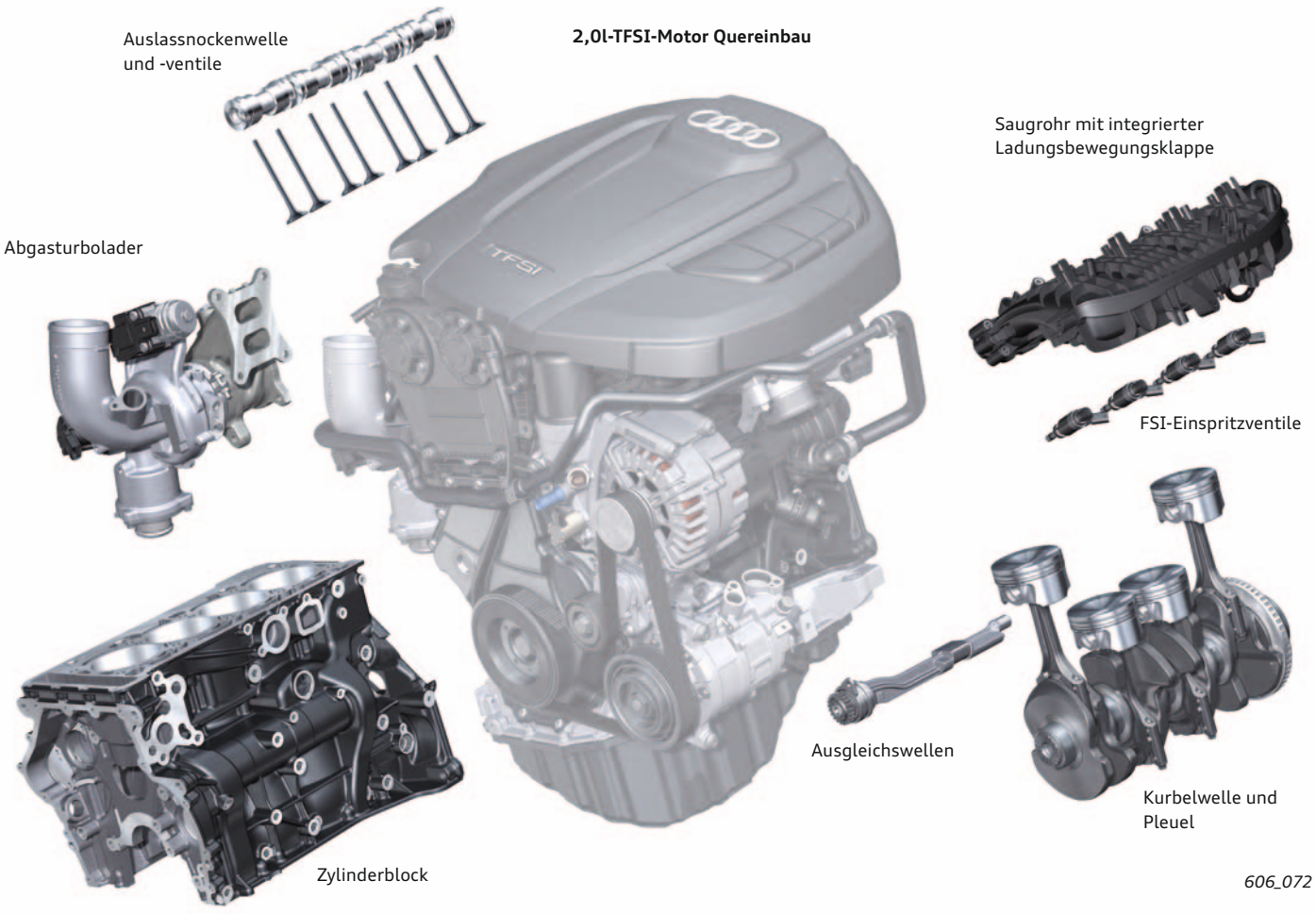
eMedia

Animation zu den Unterschieden zwischen Längs- und Quereinbau am Beispiel des 1,8l-TFSI-Motors.

Unterschiede der Bauteile zwischen 1,8 l und 2,0 l Hubraum

Differenzteile:

- Zylinderblock (Hauptlagerdurchmesser 52 mm)
- Kurbelwelle (Hub 92,8 mm, Hauptlagerdurchmesser 52 mm, acht Gegengewichte)
- Pleuel mit angepasstem Stichmass
- Hauptlager (52 mm, Einsatz eines Zweistofflagers im gesamten Baukasten)
- Ausgleichswellen
- Auslassnockenwelle (Ventilhub 10 mm, angepasste Steuerzeiten)
- Auslassventile (hohl, Bimetall)
- Hochdruckeinspritzventile (erhöhter Durchfluss)
- Saugrohr mit integrierter Ladungsbewegungsklappe (Drumble-Klappe)
- Abgasturbolader



eMedia

Animation zu den Unterschieden zwischen 1,8 l und 2,0 l Hubraum am Beispiel des Längseinbaus.

Abweichende Bauteile beim Audi S3 ’13

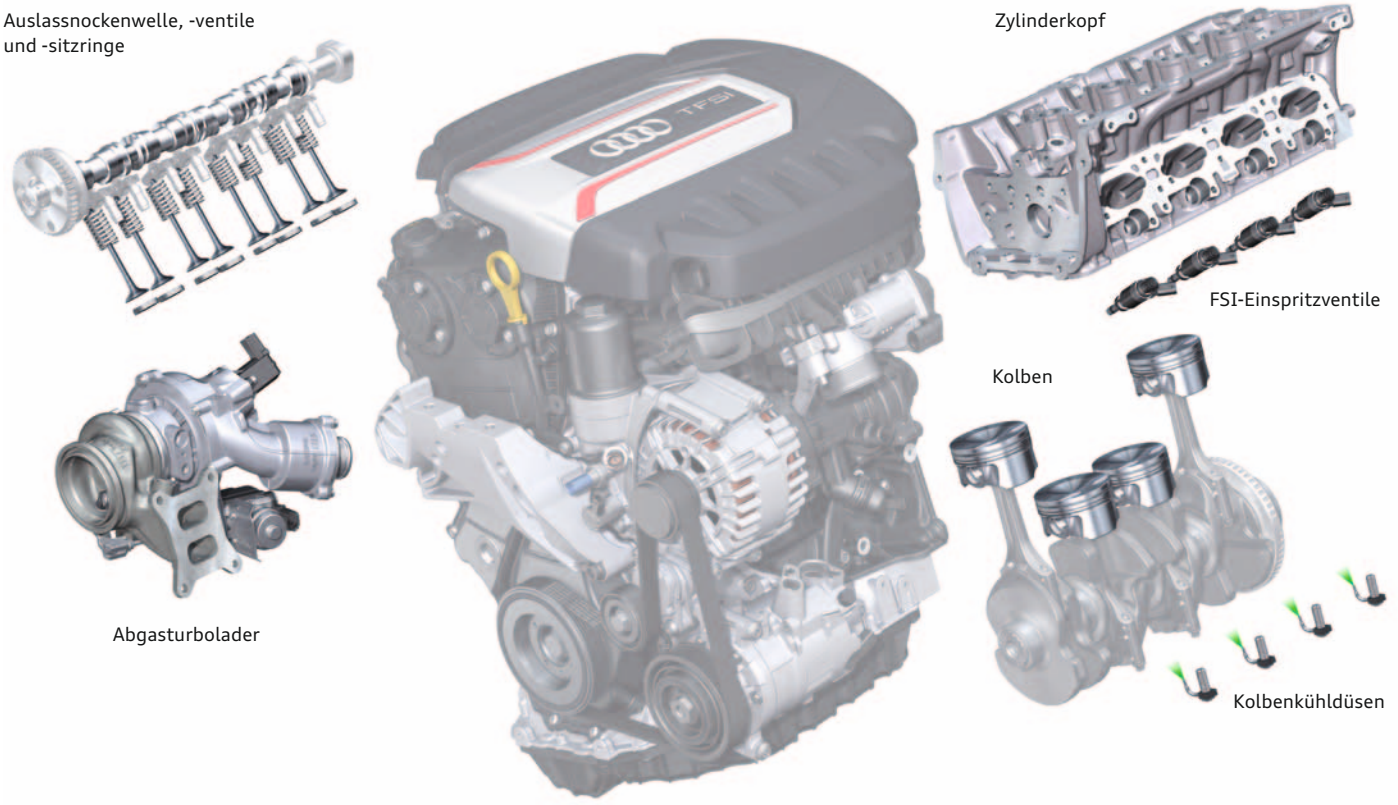
Folgende Teile wurden angepasst:

- Zylinderkopf mit einer anderen Legierung gegenüber den übrigen Motoren dieser Baugruppe wegen der höheren thermischen Belastung
- Auslassventile (hohl, erhöhter Ni-Anteil, nitriert)
- Auslasssitzringe (verbesserte Temperatur- und Verschleißbeständigkeit)
- Auslassnockenwelle (angepasste Steuerzeiten)
- Verdichtung 9,3 : 1
- Kolbenkühldüsen (erhöhter Durchfluss)
- Hochdruckeinspritzventile (nochmals erhöhter Durchfluss)
- Abgasturbolader
- Ladedruck bis zu 1,2 bar
- Hochleistungshauptwasserkühler mit 1 – 2 Zusatzwasserkühlern (je nach Ländervariante)
- zusätzliche akustische Maßnahmen für sportlichen Sound durch einen Soundaktuator (für den Innenraum) und schaltbare Abgasklappen in der Abgasanlage

eMedia

Animation zum Audi S3 ’13.

2,0l-TFSI-Motor im Audi S3 ’13



606_073

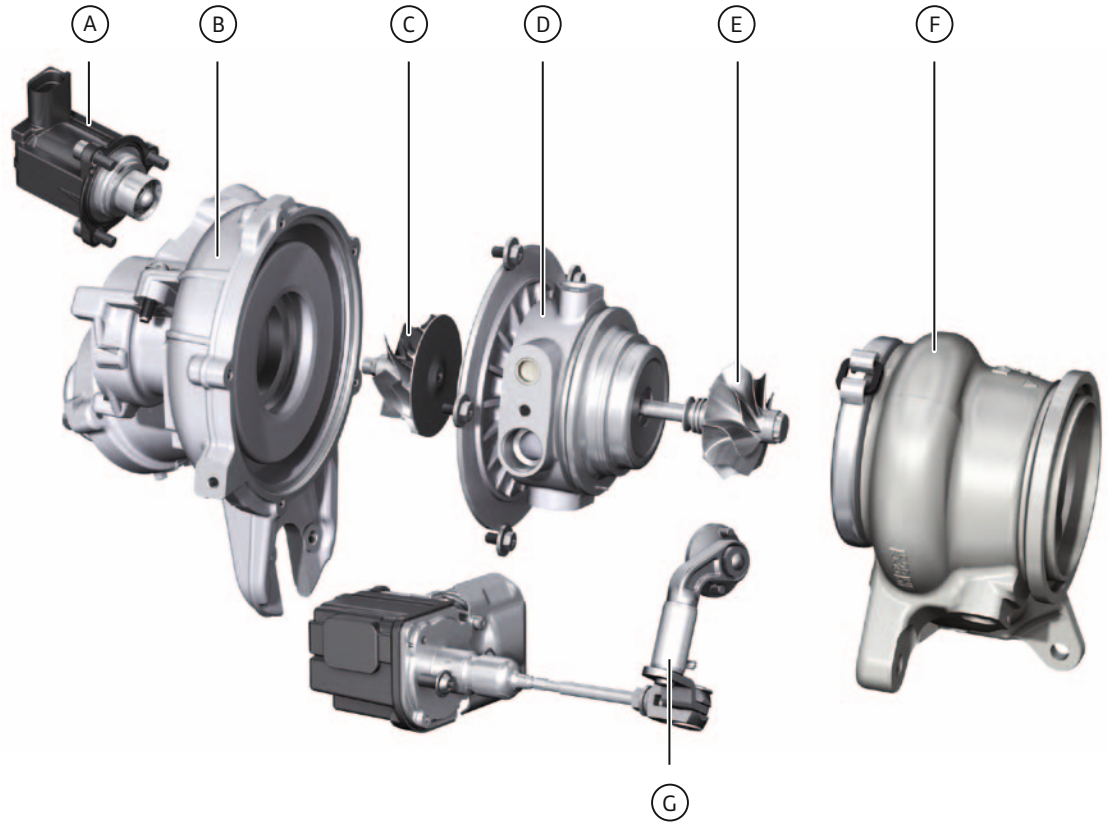
eMedia

Animation zu den abweichenden Bauteilen beim Audi S3 ’13 Motor.

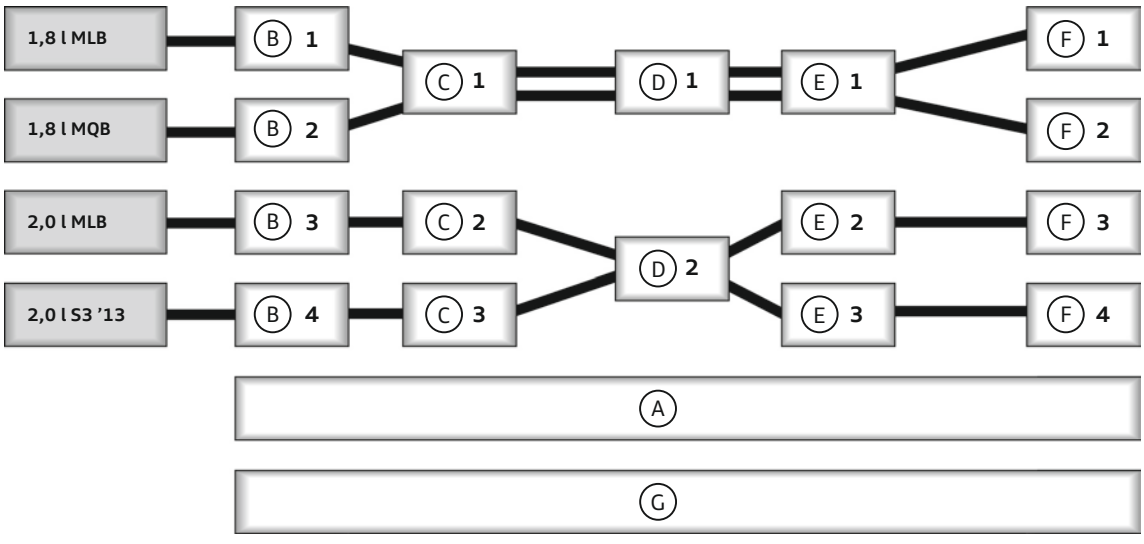
Unterschiede bei den Abgasturboladern

Für den Audi S3 ’13 werden nochmals größere Verdichter- und Turbinenräder und darauf angepasste Gehäusebauteile verwendet. Um dem hohen Abgasmassenstrom des S3 ’13 gerecht zu werden, kommen entsprechend hochwertigere Werkstoffe für das Turbinengehäuse sowie für das Turbinenrad zur Anwendung.

Als besonderes Merkmal weist der Audi S3 ’13-Turbolader eine so genannte „abradeable seal“ Technologie (ICSI GmbH) im Verdichter auf. Ein sich einschleifender Kunststoffeinsatz sorgt für einen deutlich kleineren Spalt zwischen Verdichterrad und -gehäuse. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad der Verdichterstufe nochmals um bis zu 2 %.



606_074



606_078

Legende:

(A) elektrisches Schubumluftventil

(B) Verdichtergehäuse

(C) Verdichterrad

(D) Lagerung

(E) Turbinenrad

(F) Turbinengehäuse

(G) Wastegate-System

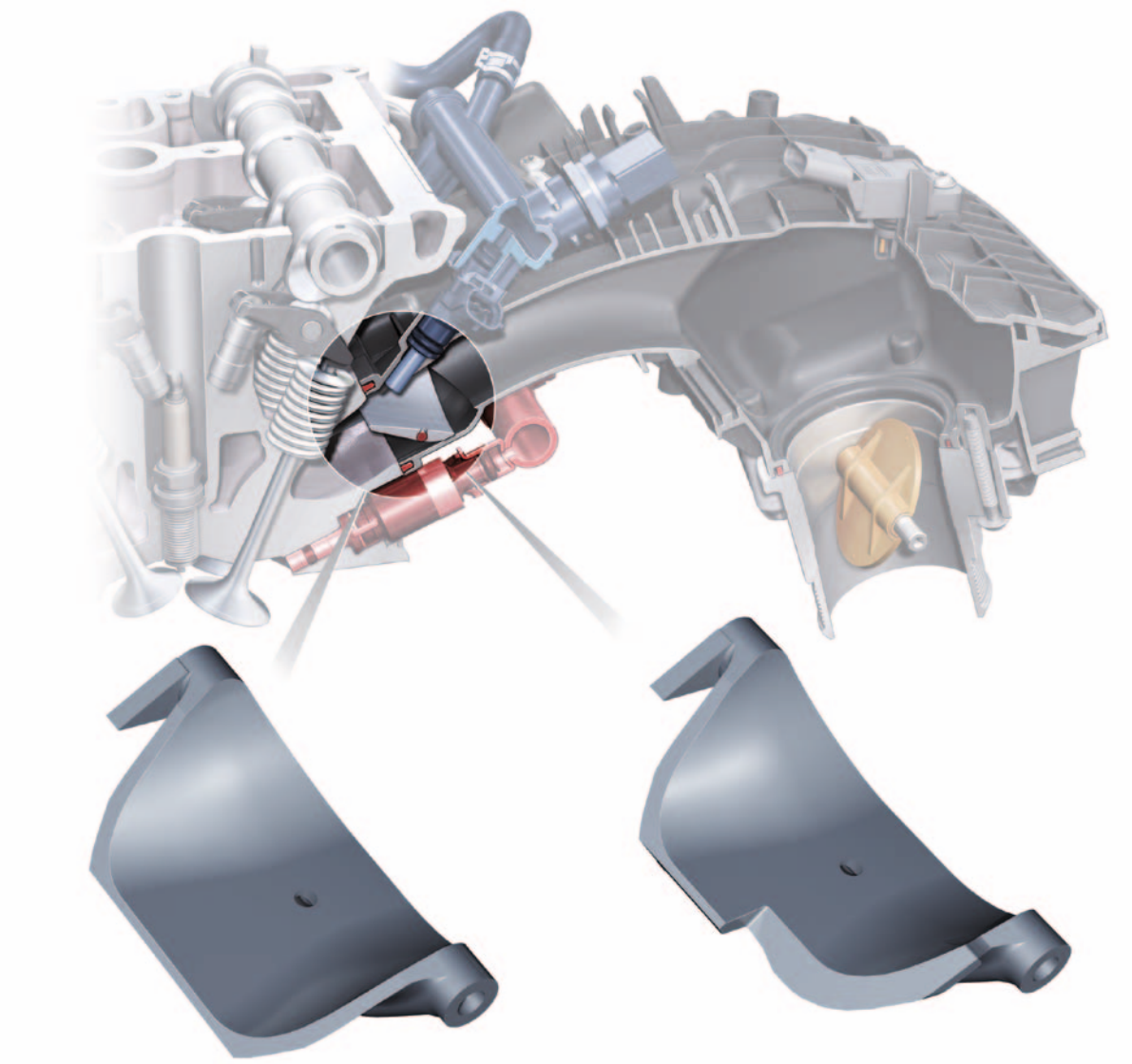
Unterschiede beim Brennverfahren

	1,8 l	2,0 l	2,0 l S3 '13
Durchsatz Hochdruck-Einspritzventil	15 cm^3/s	17,5 cm^3/s	20 cm^3/s
MPI-Einspritzventil	Gleichteil	Gleichteil	Gleichteil
Einlasskanäle	Tumble-Kanal	Tumble-Kanal	Tumble-Kanal
Klappensystem	Tumble	Drumble	Drumble
Verdichtungsverhältnis	9,6 : 1	9,6 : 1	9,3 : 1
Einlassnockenwellenversteller	ja	ja	ja
Auslassnockenwellenversteller	ja	ja	ja
Auslass - Audi valvelift system (AVS)	ja	ja	ja
Integrierter Abgaskrümmer	ja	ja	ja

Drumble-Klappe

Das Niveau der Ladungsbewegung bei geschlossener Saugrohrklappe ist bei anderem Hubvolumen (1,8 l zu 2,0 l) unterschiedlich. Um ein gleichwertiges Ergebnis zu erzielen, müsste man bei den unterschiedlichen Hubräumen auch unterschiedliche Saugrohre einsetzen. Um dieses zu umgehen, kommen unterschiedliche Drallklappen zur Anwendung.

Die 2,0l-TFSI-Motoren bekommen deshalb Drumble-Klappen. Bei dieser Konstruktion kommt es zu einer asymmetrischen Verschließung des Tumble-Kanals. Dies führt zu einer Überlagerung von Drall- und Tumble-Ladungsbewegung.



606_075

Tumble-Klappe bei 1,8l-TFSI-Motoren

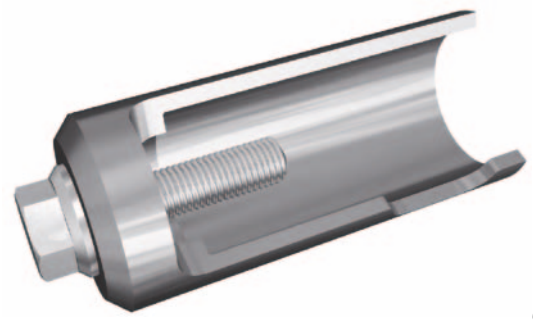
Drumble-Klappe bei 2,0l-TFSI-Motoren

Anhang

Service

Spezialwerkzeuge und Betriebseinrichtungen

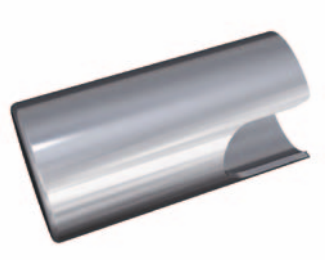
T10133/16 A Demontagewerkzeug



606_048

Demontage der Hochdruck-Einspritzventile
Das Spezialwerkzeug T10133/16 A ersetzt das bisherige Demontage-werkzeug T10133/16.
(Ausrüstungsgruppe: A1)

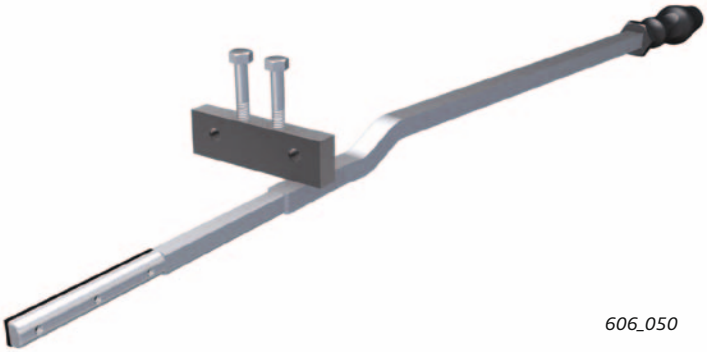
T10133/18 Hülse



606_049

Demontage der Hochdruck-Einspritzventile
(Ausrüstungsgruppe: A1)

T40243 Hebel



606_050

Zum Einfahren des Kurbelwellenspanners
(Ausrüstungsgruppe: A1)

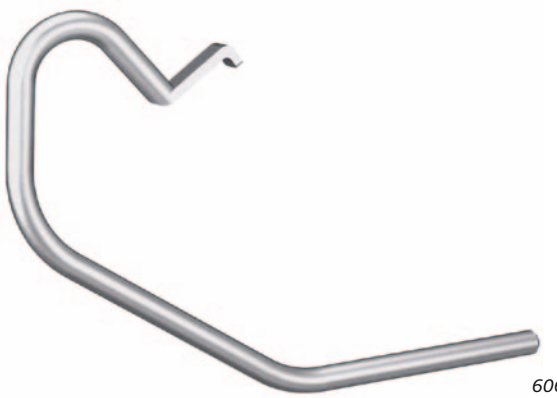
T40267 Absteckwerkzeug



606_051

Arretieren des Spannelements
(Ausrüstungsgruppe: A1)

T40274 Ausziehhaken



606_054

Demontage Kurbelwellendichtring
(Ausrüstungsgruppe: A1)

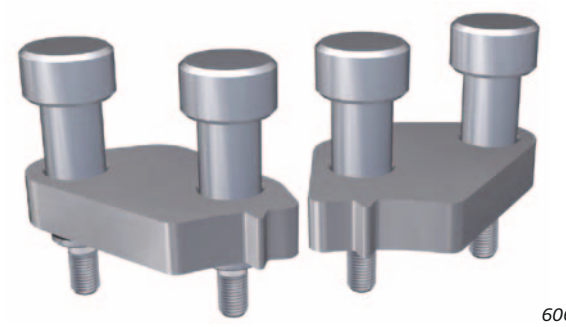
T40270 Steckeinsatz XZN 12



606_052

Aus- und Einbau der Aggregatelagerung
(Ausrüstungsgruppe: A1)

T40271 Fixierung



606_053

Fixierung der Kettenräder (Ausrüstungsgruppe: A1)

T40290 Einstelllehre



606_081

Fixierung der Wastegate-Klappe bei Einstellarbeiten des Ladedruckstellers des Abgasturboladers. (Ausrüstungsgruppe: A1)

Wartungsumfänge am Beispiel des 1,8l-TFSI-Motors im Audi A5 ’12 (Motorkennbuchstabe CJEB)

Ölwechsel-Intervall mit LongLife-Service	max. 30.000 km / 2 Jahre nach Service-Intervall-Anzeige Motorölspezifikation: VW 504 00
Ölwechsel-Intervall ohne LongLife-Service	15.000 km / 1 Jahr je nachdem, was zuerst eintritt Motorölspezifikation: VW 504 00 oder 502 00
Ölfilterwechsel	bei jedem Ölwechsel
Motoröl-Wechselmenge	4,7 Liter (inklusive Filter)
Motoröl absaugen / ablassen	beides ist möglich
Skalenwerte für das Prüfgerät der elektronischen Ölstandanzeige (bei Entfall des Ölmessstabs)	Vorgabe für den Einstellring (oberer Skalenwert): 32 Vorgabe für den Bereich Öl min. bis Öl max. (unterer Skalenwert): 0 – 27
Luftfilterwechsel	90.000 km / 6 Jahre
Zündkerzen	90.000 km / 6 Jahre
Kraftstofffilter	Lifetime
Steuertrieb Kette	Lifetime
Spannsystem Steuertrieb Kette	Lifetime
Keilrippenriemen	Lifetime
Spannsystem Keilrippenriemen	Lifetime
Zahnriemen Kühlmittelpumpe	Lifetime

Hinweis
Es gelten grundsätzlich die Angaben in der aktuellen Service-Literatur.

Glossar

DLC

Diamond like Carbon, dabei handelt es sich um amorphen Kohlenstoff oder diamantähnlicher Kohlenstoff. Diese Schichten besitzen sehr hohe Härtegrade und zeichnen sich durch sehr niedrige Trockenreibwerte aus. Man erkennt sie an der schwarzgrauen, glänzenden Oberfläche.

Downspeeding

Als Downspeeding wird allgemein die Absenkung der Motordrehzahl durch eine geänderte Gesamtgetriebeübersetzung bezeichnet. Durch eine verbrauchsoptimierte Antriebsübersetzung können dabei ähnliche Verbrauchsverbesserungen erreicht werden wie durch eine Hubraumreduzierung. Durch das höhere Leistungs- und Mitteldruckniveau von aufgeladenen Motoren lässt sich eine Verlagerung des Betriebspunkts hin zu niedrigeren Drehzahlen und höheren Lasten realisieren. Dies bedeutet, dass der Motor in einem verbrauchsgünstigeren Kennfeldbereich betrieben werden kann. Downspeeding-Konzepte sind in der Regel mit einem Downsizing-Konzept verbunden, wobei sich diese Kombination besonders gut für Ottomotoren mit Direkteinspritzung und Aufladung eignen.

Inconel

Inconel ist ein Markenname der Firma Special Metals Corporation für eine Reihe von korrosionsbeständigen Nickelbasislegierungen. Sie werden vor allem für Hochtemperatur-Anwendungen benutzt.

Indiziertes Motormoment

Als indiziertes Motormoment wird das Moment definiert, welches der Verbrennungsmotor abgeben könnte, wenn er verlustfrei wäre.

Mixed-Flow-Turbine (Halbradialturbine)

Eine Mixed-Flow-Turbine ist eine Zwischenlösung für Radialturbine und Axialturbine. Das Radialturbinenrad wird radial (Eintrittskante parallel zur Rotationsachse) angeströmt. Dadurch eignet sich diese gut für kleine Durchsätze, wie beim PKW. Das Axialturbinenrad wird hingegen in axialer Richtung (Eintrittskante 90° zur Rotationsachse) angeströmt und ist für größere Durchsätze etwa für Großmotoren geeignet.
Die Mixed-Flow-Turbinen weisen eine schräge Eintrittskante auf. Weil auch ein axialer Laufradteil dazu kommt, der ideal für größere Durchsätze ist, kann auch ein kleineres Laufrad verwendet werden. Der Vorteil des besseren Ansprechverhaltens der Radialturbine wird mit dem Vorteil des besseren Wirkungsgrads des axialen Laufradteils im oberen Drehzahlbereich kombiniert.

Mono-Scroll

Mono-Scroll-Turbinen besitzen nur eine Eintrittsschnecke, die die Abgase zum Laufrad führt. Sie sind im Gegensatz zu Twin-Scroll-Turbinen einfacher im Aufbau, leichter und kostengünstiger.
Bei Twin-Scroll-Turbinen sind zwei parallel verlaufende Schnecken angeordnet. Diese führen die Abgase der jeweils zusammengefassten Zylinder vollständig getrennt zu dem Laufrad der Turbine. Die Wirkungsweise ist günstiger, weil die Gasimpulse vollständig getrennt sind und somit keine störenden Einflüsse haben.

PCV

Die Abkürzung steht für „positive crankcase ventilation“, das heißt Kurbelgehäusebelüftung.
Mit diesem System wird den Blow-by-Gasen in der Kurbelkammer Frischluft zugemischt. Die in den Blow-by-Gasen enthaltenen Kraftstoff- und Wasserdämpfe werden von der Frischluft aufgenommen und über die Kurbelgehäuseentlüftung abgeführt.

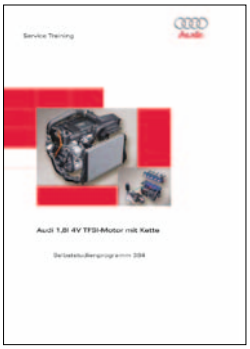
SENT

Das Datenprotokoll SENT (Single Edge Nibble Transmission) ermöglicht zusammen mit den dazugehörenden Sensoren den Ersatz analoger Schnittstellen und eine digitale Datenübertragung.

Selbststudienprogramme

Weitere Informationen über die Technik der EA888-Motorenbaureihe finden Sie in folgenden Selbststudienprogrammen.


606_088


606_084


606_085

SSP 255 Der 2,0 l-R4- und der 3,0 l-V6-Motor, Bestellnummer: 040.2810.74.00

SSP 384 Audi 1,8l 4V TFSI-Motor mit Kette, Bestellnummer: A06.5S00.29.00

SSP 411 Audi 2,8l- und 3,2l-FSI-Motor mit Audi valvelift system, Bestellnummer: A07.5S00.42.00


606_086



606_087

SSP 436 Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb, Bestellnummer: A08.5S00.52.00

SSP 616 Audi 1,2l- und 1,4l-TFSI Motoren der Baureihe EA211, Bestellnummer: A12.5S01.00.00

Informationen zu QR-Codes

Dieses SSP wurde für Sie zur besseren Veranschaulichung der Inhalte mit elektronischen Medien (Animationen, Videos und Mini-WBTs) aufgewertet. Die Verweise zu den eMedien verbergen sich auf den Seiten hinter QR-Codes, also zweidimensionalen Pixel-Mustern. Diese Codes können Sie mit einem Tablet oder Smartphone scannen und in eine Webadresse übersetzen lassen. Dafür wird eine Internetverbindung benötigt.

Bitte installieren Sie sich dazu aus den öffentlichen App Stores von Apple® bzw. Google® einen geeigneten QR-Scanner auf Ihrem Mobilgerät. Für einige Medien können u. U. weitere Player benötigt werden.

Auf PCs und Notebooks können die eMedien im SSP-PDF angeklickt und somit ebenfalls — nach dem GTO-Login — online abgerufen werden.

Alle eMedien werden in der Lernplattform Group Training Online (GTO) verwaltet. Sie benötigen für GTO ein Nutzerkonto und müssen sich nach dem Einscannen des QR-Codes und vor dem ersten Medienaufruf in GTO anmelden. Auf iPhone, iPad und vielen Android-Geräten können Sie im Mobilbrowser Ihre Zugangsdaten abspeichern. Das erleichtert das nächste Anmelden. Schützen Sie Ihr Mobilgerät mit einer PIN vor unerlaubter Nutzung.

Bitte beachten Sie, dass eine Nutzung der eMedien über Mobilfunknetze zu erheblichen Kosten führen kann, besonders beim Daten-Roaming im Ausland. Die Verantwortung dafür liegt bei Ihnen. Ideal ist die Nutzung im WLAN.

Apple® ist eine eingetragene Marke der Apple® Inc.
Google® ist eine eingetragene Marke der Google® Inc.

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten.

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

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 11/12

Printed in Germany
A12.5S00.90.00