

05.02.2003

Service.

MANUSKRIFT



Selbststudienprogramm 305

Der 2,5 l R5-TDI-Motor

Konstruktion und Funktion



Der 2,5 l R5-TDI-Motor mit Pumpe-Düse ist der Nachfolger des 2,5 l R5-TDI-Motors mit Verteilereinspritzpumpe. Vorrangiges Entwicklungsziel war eine kurze Baulänge, damit er in verschiedenen Fahrzeugmodellen eingesetzt werden kann.

Der Einsatz erfolgt im T5 mit einer Leistung von 96 kW und 128 kW und anschließend im Touareg mit einer Leistung von 128 kW. Die Motoren unterscheiden sich nicht nur durch unterschiedliche Leistungen, sondern auch durch die Anpassung für den Quer- und Längseinbau.



305_018

T5 – Quereinbau

305_038

Touareg – Längseinbau

Auf den folgenden Seiten zeigen wir Ihnen die Konstruktion und funktion des neuen 2,5 l R5-TDI-Motors.

NEU**Achtung
Hinweis**

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

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

Auf einen Blick



Technische Merkmale	4
Motormechanik	4
Technische Daten	5
Motormechanik	6
Zylinderblock	6
Plasmabeschichtete Zylinderlaufflächen	6
Zylinderkopf	7
Pumpe-Düse-Einheit	8
Zugankerkonzept	9
Kurbelwelle	10
Kolben und Pleuel	11
Rädertrieb	12
Antrieb der Nebenaggregate	13
Ölpumpe	14
Ölfiltermodul	15
Kühlmittelkreislauf	16
Xxxx	17
Kraftstoffsystem – Gesamtübersicht	18
Abgasanlage	20
Systemübersicht	22
2,5 l R5-TDI-Motor im T5	22
Funktionsplan	24
Spezialwerkzeuge	26
Prüfen Sie Ihr Wissen	28
Notizen	30

Technische Merkmale

Motormechanik

Der Motor ist eine Neuentwicklung.

Die Entwicklungsziele waren:

- kurze Baulänge
- Leistungssteigerung auf 128 kW
- geringes Gewicht, zum Beispiel durch einen Aluminium-Zylinderblock
- geringer Wartungsbedarf, zum Beispiel durch wartungsfreien Steuertrieb
- störunanfälliger Nebenaggregateantrieb
- möglicher Einsatz als Quer- und Längseinbau
- geringe Anzahl an Dichtflächen, zum Beispiel durch Modulbauweise
- Pumpe-Düse-Zylinderkopf in Querstromausführung



305_018

Technische Merkmale - Motormechanik

- Zylinderblock mit plasmabeschichteten Zylinderlaufflächen
- Stirnradantrieb
- Zylinderkopf mit Querstromprinzip
- Kurbelwelle mit integriertem Schwingungsdämpfer
- stehendes Ölfiltermodul mit Papierwechselfilter und integriertem Ölkühler
- Antrieb des Generators und des Klimakompressors über torsionselastische Kupplungen
- Abgasrückführungs-Kühler

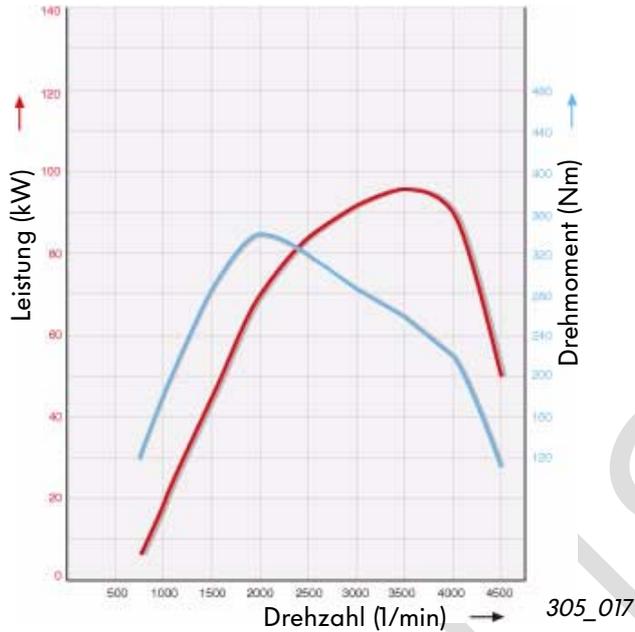
Technische Merkmale - Motor - Management

- Motorsteuergerät Bosch EDC 16 mit drehmomentorientiertem Motormanagement
- Pumpe-Düse-Einspritzsystem
- verstellbarer Abgasturbolader (elektro-pneumatisch)

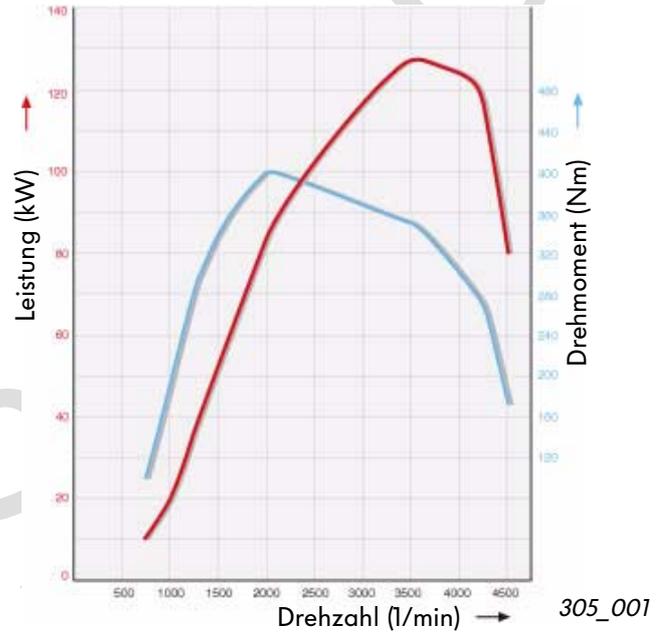
Technische Daten

Leistungs-/Drehmomentdiagramm

2,5 l/96 kW – AXD



2,5 l/128 kW – AXE und BAC



Motorkennbuchstaben	AXD - T5 - Quereinbau	AXE - T5 - Quereinbau BAC - Touareg - Längseinbau
Bauart	5-Zylinder-Reihenmotor	
Hubraum	2460 cm ³	
Bohrung	81 mm	
Hub	95,5 mm	
Verdichtungsverhältnis	18 : 1	
Ventile pro Zylinder	2	
Zündreihenfolge	1 - 2 - 4 - 5 - 3	
max. Leistung	96 kW bei 3500 1/min	128 kW bei 3500 1/min
max. Drehmoment	340 Nm bei 2000 1/min	400 Nm bei 2000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 16	
Leerlaufdrehzahl	760 1/min	
Kraftstoff	Diesel mindestens 49 CZ	
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung, Vor- und Hauptkatalysator	
Abgasnorm	EU 3	

Motormechanik

Zylinderblock

wird im Niederdruckkokillen-Guss aus einer hochfesten Aluminium-Legierung hergestellt.

Die Zylinderblöcke für den T5 und den Touareg unterscheiden sich durch Anpassungen an den Quer- und Längseinbau.



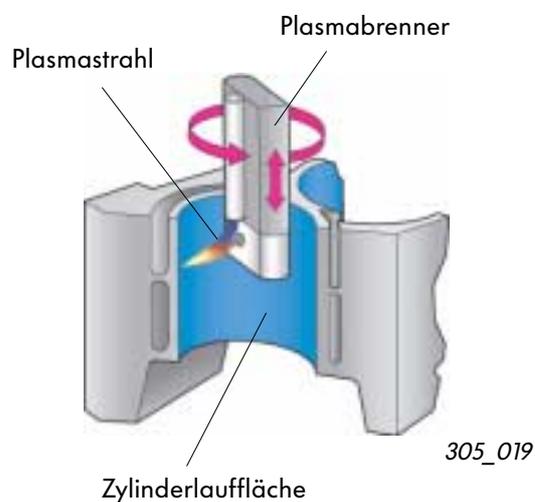
305_007

Plasmabeschichtete Zylinderlaufflächen

Die Zylinderlaufflächen des 2,5 l R5-TDI-Motors sind plasmabeschichtet. Das heißt, dass mit einem Plasmabrenner ein Beschichtungspulver auf die Zylinderwand aufgestrahlt wird. Dadurch kann auf den Einsatz von Zylinderlaufbuchsen in dem Aluminium-Zylinderblock verzichtet werden.

Das hat folgende Vorteile:

- Gewichtsreduzierung gegenüber eingegossenen Zylinderlaufbuchsen aus Grauguss.
- kompakte Abmessungen durch einen geringeren Abstand zwischen den Zylinderbohrungen
- geringere Reibung und Verschleiß durch die Eigenschaften einer plasmabeschichteten Zylinderlauffläche



305_019



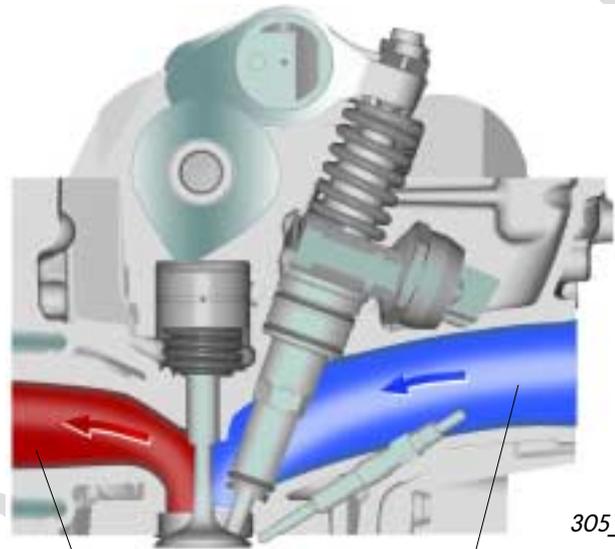
Detaillierte Informationen zum Prinzip der Plasmabeschichtung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 252 „Der 1,4 l/77 kW-Motor mit Benzin-Direkteinspritzung im Lupo FSI“.

Zylinderkopf

Der Aluminium-Zylinderkopf ist als Querstromkopf entwickelt. Das heißt, die Einlass- und Auslasskanäle sind im Zylinderkopf gegenüberliegend angeordnet. Dadurch wird ein guter Ladungswechsel und somit eine gute Zylinderfüllung erzielt.

Alle Steuerungselemente wie Ventile, Stößel, Kipphebel und die Pumpe-Düse-Elemente sind von anderen Pumpe-Düse-Motoren übernommen.

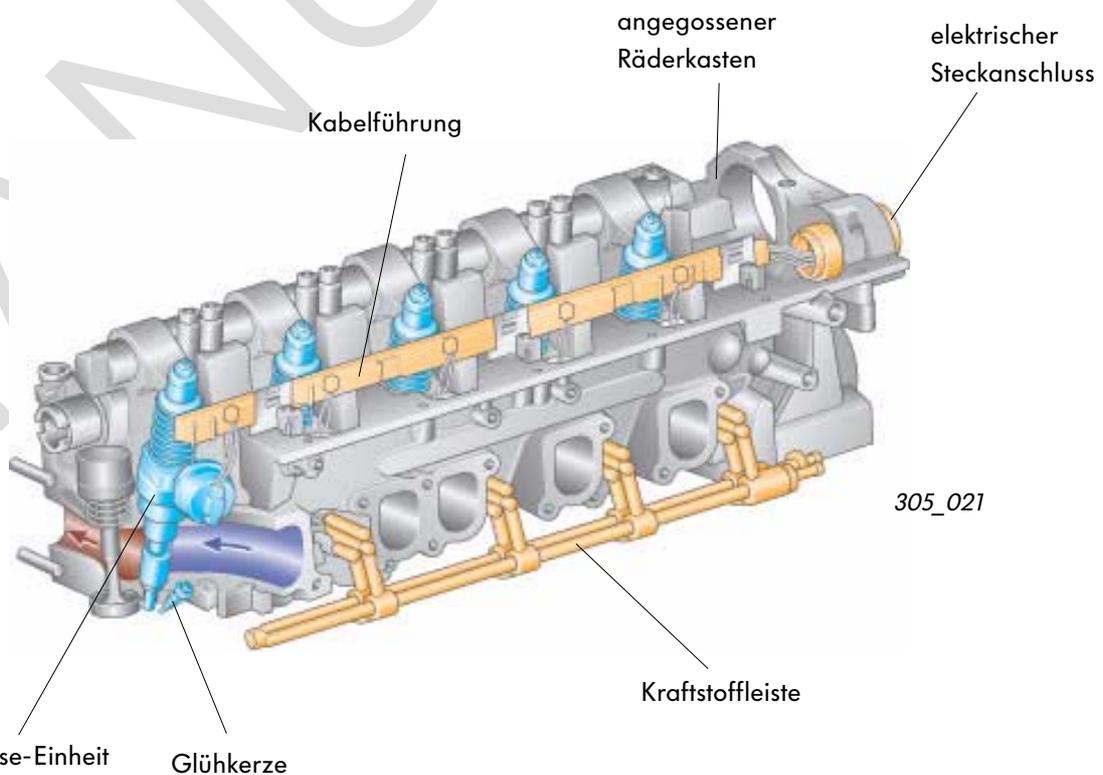
Zur Aufnahme der Zahnräder ist ein Räderkasten angegossen. Dadurch wird die Dichtungsfläche verringert und die Geräusentwicklung reduziert.



305_020

Auslasskanal

Einlasskanal



305_021

Kabelführung

angegossener
Räderkastenelektrischer
Steckanschluss

Kraftstoffleiste

Pumpe-Düse-Einheit

Glühkerze

Motormechanik

Pumpe-Düse-Einheiten

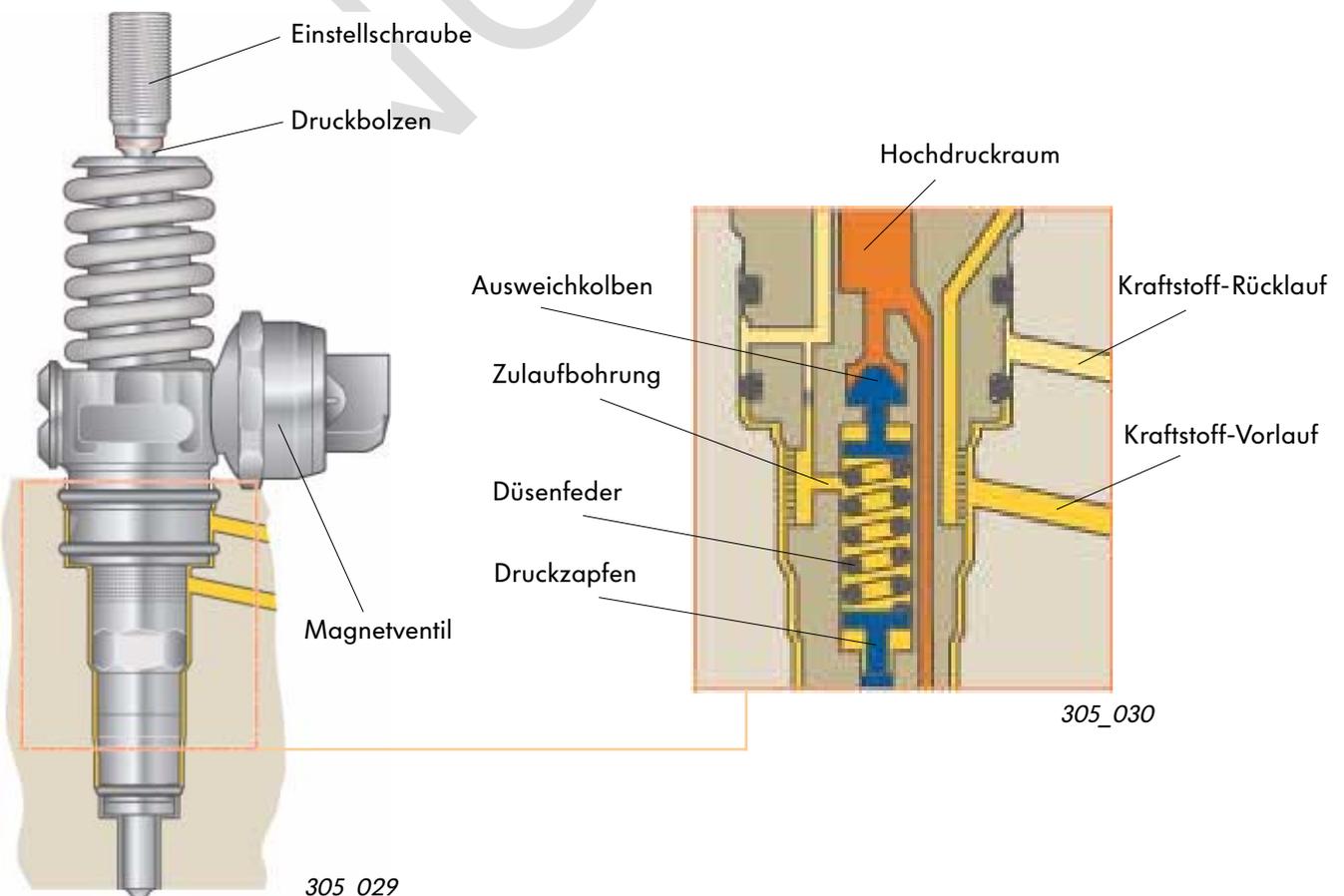
Im 2,5 l R5 TDI-Motor werden die bereits im 1,9 l/74 kW-TDI-Motor eingesetzten Pumpe-Düse-Einheiten verbaut.

Sie zeichnen sich aus durch:

- einen reibungsarmen Antrieb
- einen gesteigerten Einspritzdruck im Teillastbereich
- ein kompaktes Magnetventil

Für einen reibungsarmen Antrieb ist die Einstellschraube mit einer Kugelkuppe und der Druckbolzen mit einer Kugelpfanne versehen. Aufgrund der großen Radien ist die Flächenpressung gering. Außerdem sammelt sich das Motoröl in der Kugelpfanne und somit sorgt für eine gute Schmierung zwischen Einstellschraube und Druckbolzen.

Der Einspritzdruck wird im Teillastbereich durch einen Ausweichkolben mit großem Hub gesteigert. Durch den großen Hub des Ausweichkolbens und der Drosselwirkung der Zulaufbohrung zwischen Düsenfederraum und Kraftstoffkanal steigt der Druck im Düsenfederraum. Die Düsenfeder wird weiter vorgespannt und somit der Einspritzdruck erhöht.

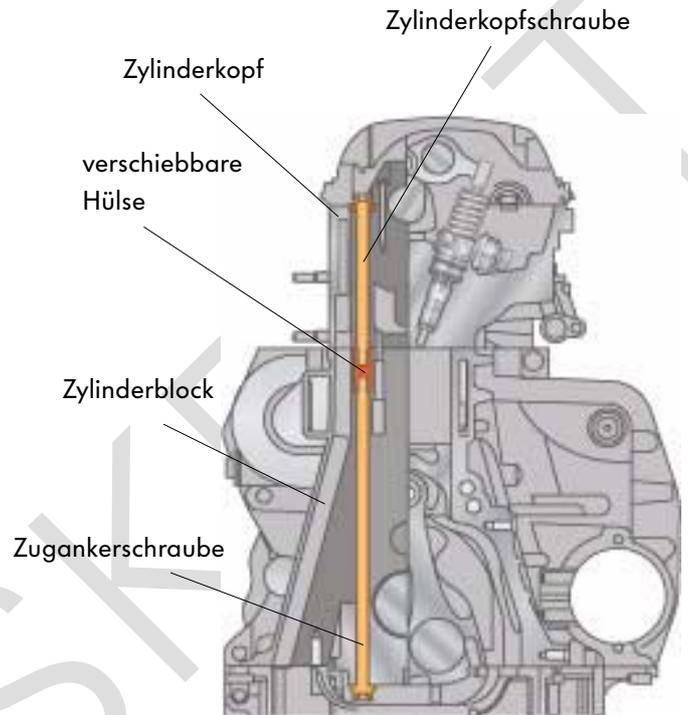


Zugankerkonzept

Um die Verspannungen zu verhindern und eine optimale Zylinderform zu gewährleisten ist der Zylinderkopf mit dem Zylinderblock über Zuganker miteinander verschraubt.

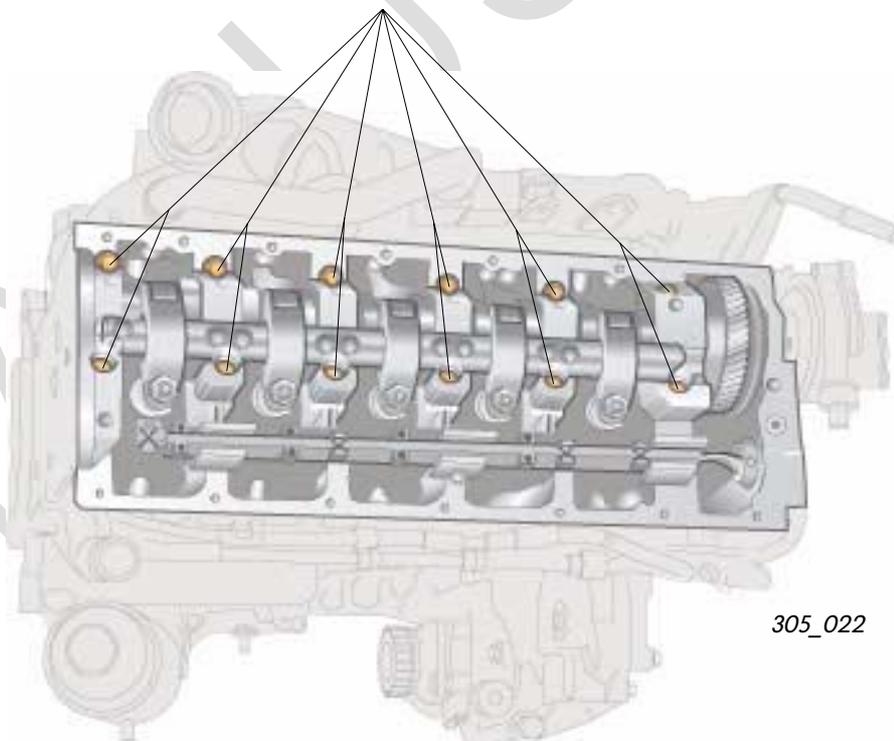
Die Verbindung erfolgt über eine Schiebbehülse. In sie ist von einer Seite die Zylinderkopfschraube und von der andere Seite die Zugankerschraube eingeschraubt. Die Hülse ist in der Längsachsenrichtung verschiebbar und im Zylinderblock gegen Verdrehen gesichert.

Die Zugankerbohrungen sind in den Ölkreislauf einbezogen.



305_006

Zylinderkopfschraube



305_022

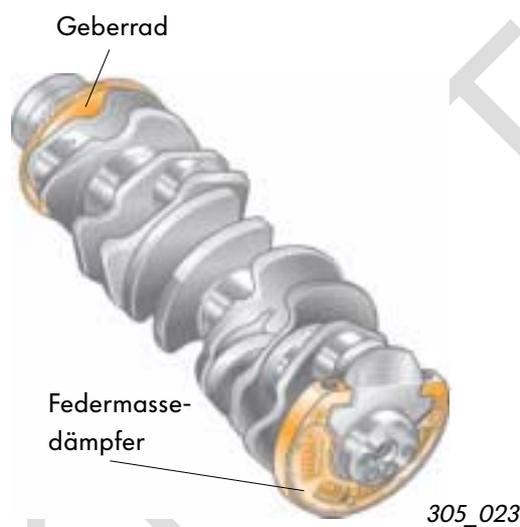


Der Einbau sowie die Anzugsreihenfolge der Zuganker- und Zylinderkopfschrauben ist im Reparaturleitfaden beschrieben.

Motormechanik

Kurbelwelle

Für eine kurze Baulänge ist das Geberrad für die Motordrehzahl und der Schwingungsdämpfer in die Kurbelwelle integriert.

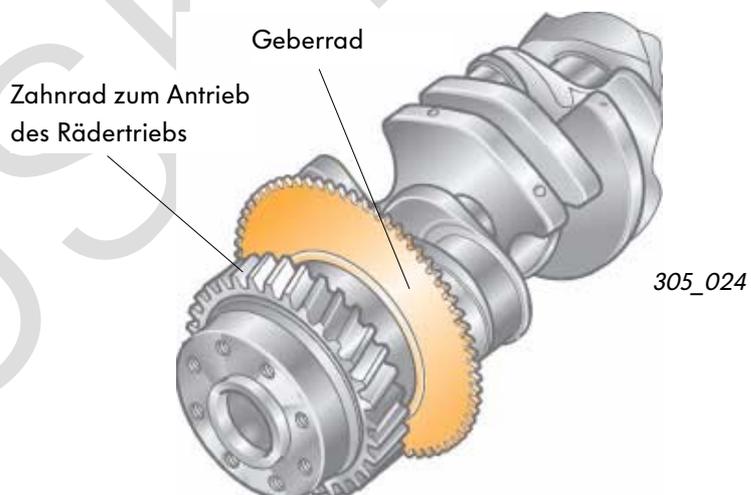


Geberrad für Motordrehzahl

Auf der Abtriebsseite der Kurbelwelle ist das Zahnrad zum Antrieb des Rädertriebs aufgespresst.

Das Geberrad ist in das Gegengewicht der äußersten Hubwange eingearbeitet.

Dadurch ist die Fertigung sehr genau und die Signalgenauigkeit für die Drehzahlerfassung und OT-Erkennung steigt.



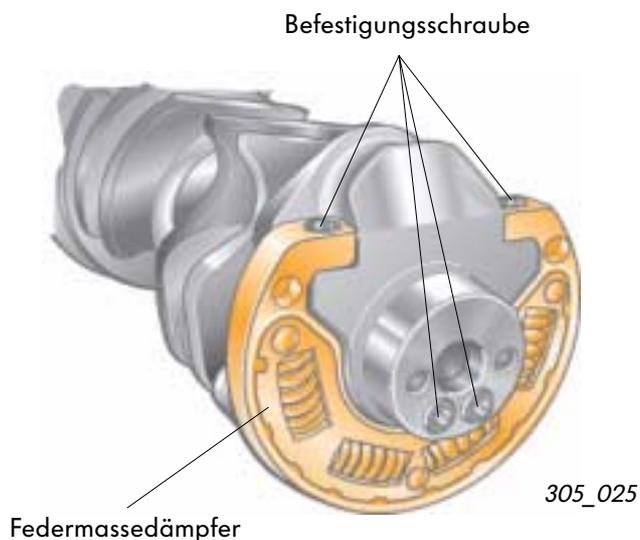
Schwingungsdämpfer

Der Schwingungsdämpfer ist anstelle des ersten Gegengewichtes mit vier Schrauben an die Kurbelwelle angeschraubt.

Die Dämpfung erfolgt durch Kunststoffgleitlager über den gesamten Last- und Drehzahlbereich.



Durch lösen des ersten Pleuellagerdeckels kann der Schwingungsdämpfer ohne Ausbau der Kurbelwelle getauscht werden.



Kolben und Pleuel

Kolben

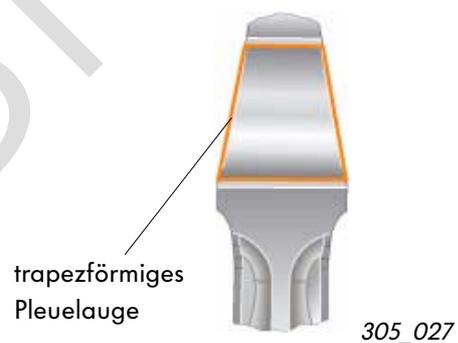
Um bei den hohen Verbrennungsdrücken die Beanspruchung von Kolben und Pleuel gering zu halten, haben die Kolbenbolzenaugen und das Pleuelauge eine Trapezform. Dadurch werden die Verbrennungskräfte auf eine größere Fläche verteilt. Für die gute Gleiteigenschaften sind die Kolbenbolzenaugen mit Messingbuchsen versehen.

Zur Kühlung der Pleuelringzone ist im Pleuel ein Kühlkanal eingegossen. In diesen Kühlkanal wird von den Ölspritzdüsen Öl eingespritzt, sobald sich der Pleuel im unteren Totpunkt befindet.



Pleuel

Die Pleuelstange und der Pleuelstangendeckel werden durch das Crack-Verfahren getrennt.



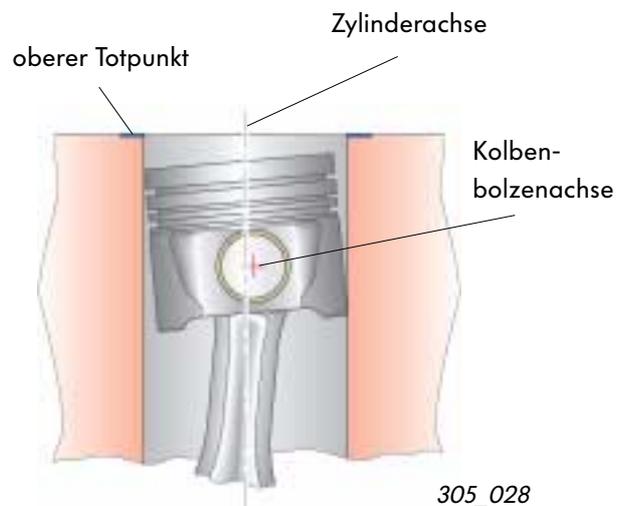
Desachsierung der Pleuelbolzenachse

Die Pleuelbolzenachse ist außermittig angeordnet, um Geräusche durch das Kippen des Pleuels im oberen Totpunkt zu verhindern.

Bei jeder Schräglage der Pleuelstange treten Pleuelseitenkräfte auf, die den Pleuel wechselseitig gegen die Pleuelwand drücken. Im Bereich des oberen Totpunktes wechselt die Pleuelseitenkraft die Richtung. Dort wird der Pleuel auf die gegenüberliegende Pleuelwand gekippt und verursacht dadurch Geräusche.

Um das Kippen und daraus resultierende Geräusche zu verhindern, ist die Pleuelbolzenachse außermittig angeordnet.

Durch die Desachsierung der Pleuelbolzenachse wechselt der Pleuel bereits vor dem oberen Totpunkt die Seite und stützt sich auf der gegenüberliegenden Pleuelwand ab.



Motormechanik

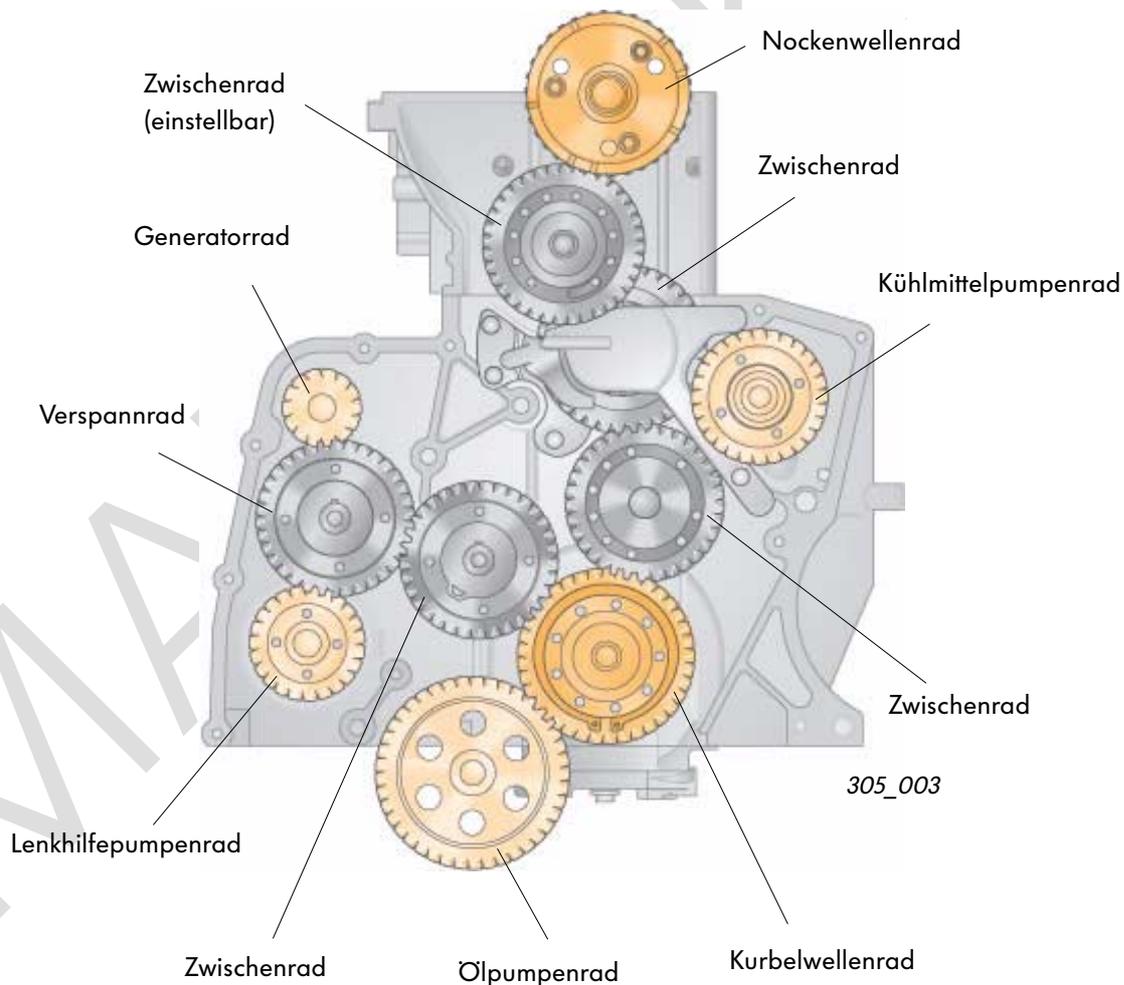
Rädertrieb

Aufgrund der geringen Bauraumverhältnisse in den verschiedenen Fahrzeugmodellen war für diesen Motor eine Baulänge von maximal 510 mm vorgegeben. Um das zu erreichen werden die Nockenwelle, Ölpumpe, die Kühlmittelpumpe und die Nebenaggregate durch einen Zahnradantrieb angetrieben. Die tragende Zahnflankenbreite wird durch eine Schrägverzahnung von 15° erhöht.

Mit Zahnrädern können bei gleichen Abmessungen größere Kräfte übertragen als ein Zahnriemen und es gibt keine Längendehnungen.

Der Rädertrieb ist wartungsfrei

Übersicht Rädertrieb



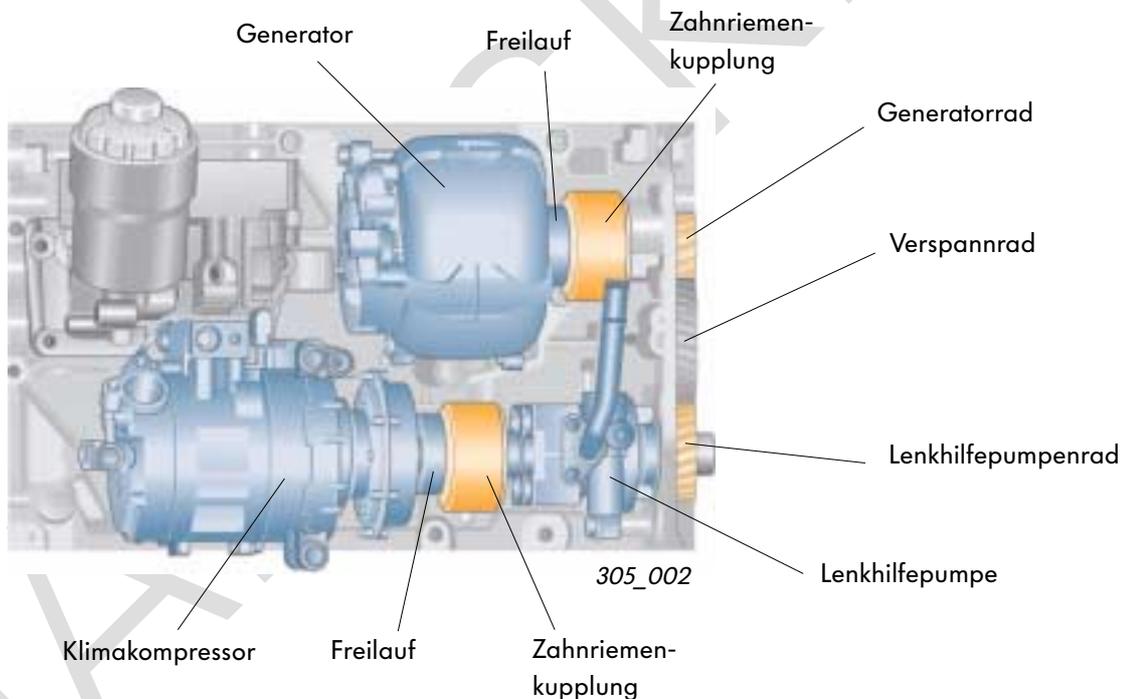
Detaillierte Informationen zur Einstellarbeiten finden Sie im Reparaturleitfaden.

Antrieb der Nebenaggregate

Die Nebenaggregate werden direkt vom Rädertrieb angetrieben. Beim Generator und beim Klimakompressor werden die Toleranzen des Achsversatzes sowie Laufunruhen in der Längsrichtung der Antriebsachse durch eine torsionselastische Kupplung ausgeglichen beziehungsweise abgedämpft. Ein weiterer Vorteil dieser Kupplung gegenüber einem Keilrippen-Riemen ist die höhere Funktionssicherheit beim Geländeeinsatz und in staubreichen Ländern.

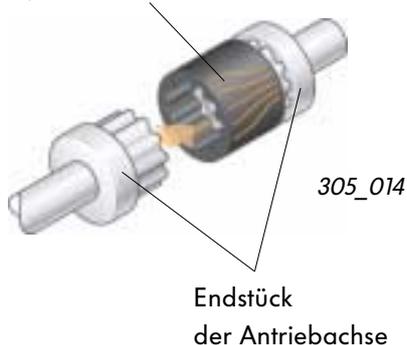


Beim Ausbau des Generators darf der Halter und der Generator nicht getrennt werden.

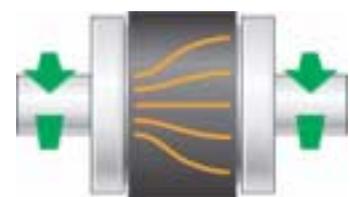


Zahnriemenkupplung

Gummimanschette mit virtuellen Drehmomentlinien



Linien bei gleichmäßiger Belastung an beiden Achsen

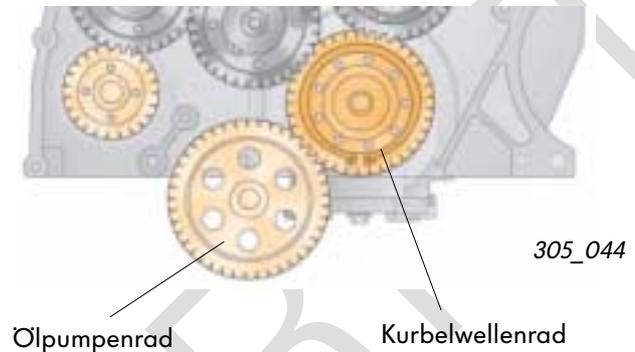


Linien bei einseitiger Überlastung

Motormechanik

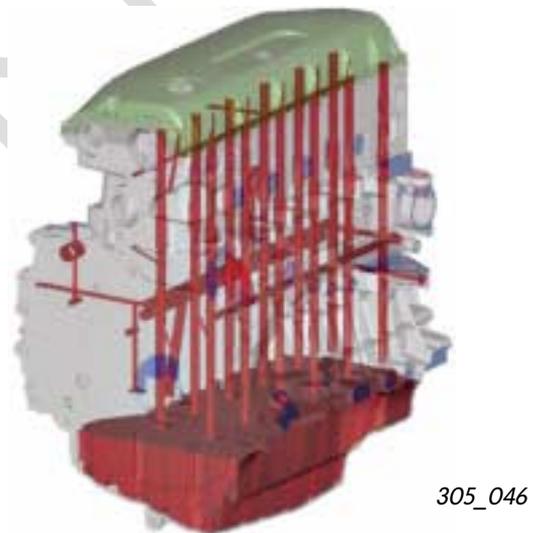
Ölpumpe

Die Duo-centric-Ölpumpe ist am Zylinderblock-Unterteil angeschraubt und wird über Zahnräder von der Kurbelwelle angetrieben.



Ölkreis-Vorlauf

Eine Besonderheit des Ölkreislaufes ist, dass die Zugankerbohrungen in den Öl-Vorlauf einbezogen sind. Über die Zugankerbohrungen werden verschiedene Lagerstellen und der Rädertrieb mit Öl versorgt.



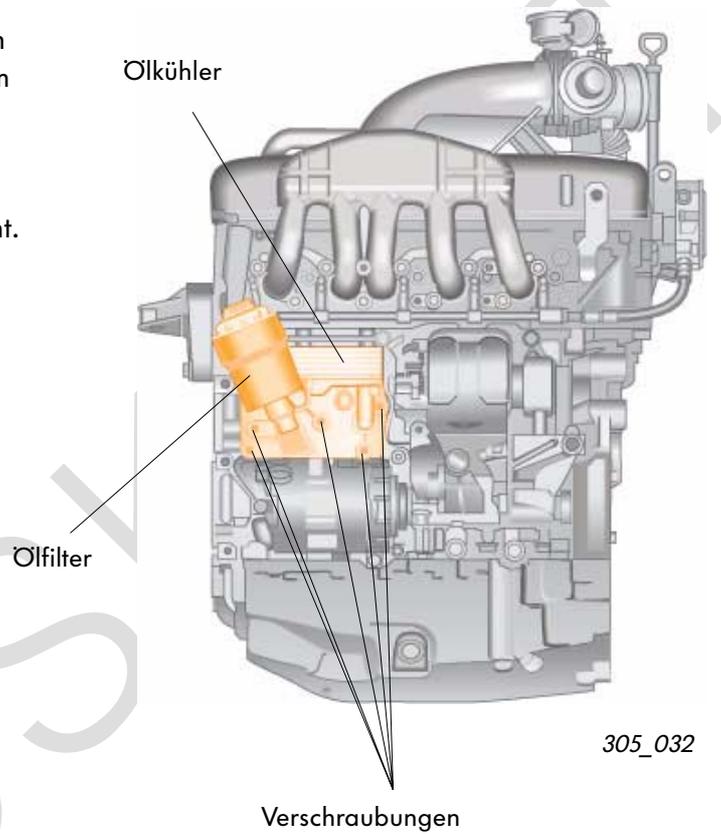
Ölkreis-Rücklauf

Der Rücklauf des Öles aus dem Zylinderkopf erfolgt hauptsächlich im Bereich des Steuertriebes. Ein weiterer Teil gelangt über Bohrungen auf beiden Längsseiten des Motors in die Ölwanne.



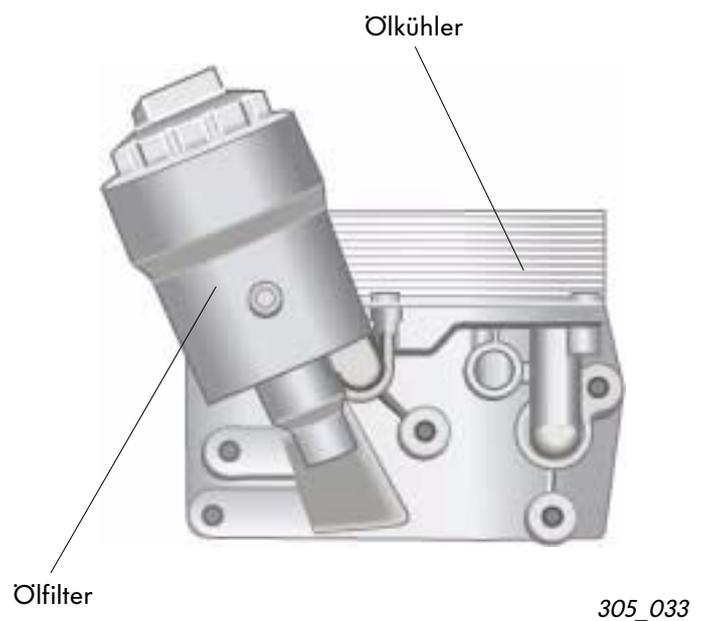
Ölfiltermodul

Das Ölfiltermodul ist mit fünf Schrauben an den Zylinderblock angeschraubt. Es besteht aus dem stehendem Ölfilter und ist am Zylinderblock angeflanscht. Es beinhaltet gleichzeitig den kühlmittelbeaufschlagten Ölkühler. Der Ölfiltereinsatz wird nach oben ausgetauscht.



Vorteile des Ölfiltermoduls

- verbesserte Dichtfläche durch 5-Punkt-Verschraubung
- umweltfreundlicher stehender Ölfilter
- integrierter Kühler
- Kühler einzeln austauschbar

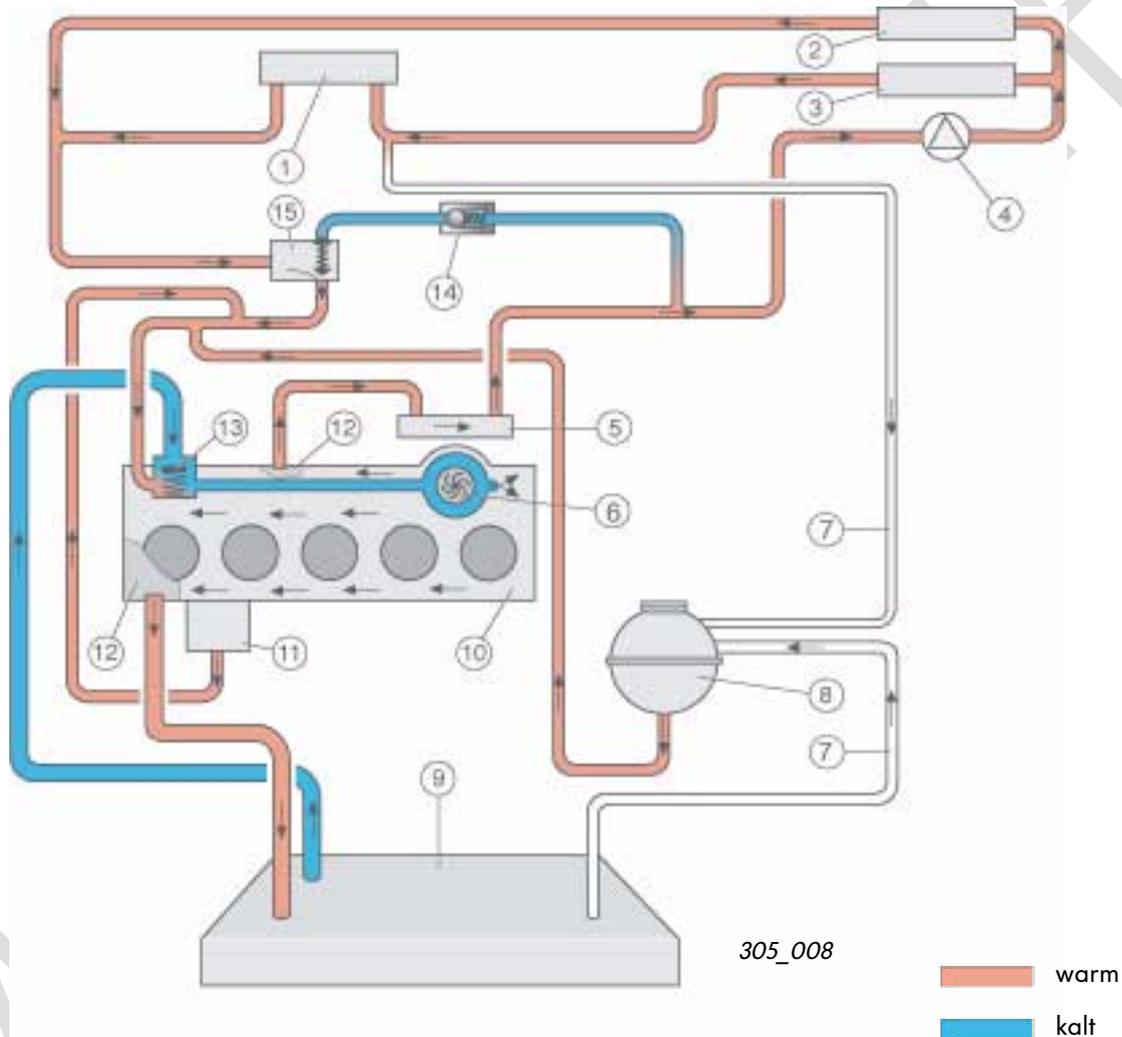


Motormechanik

Kühlmittelkreislauf

Systemübersicht mit Zusatzwasserheizung (T5)

Motor läuft,
Kühlmittelregler geöffnet



Legende

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ① 1. Wärmetauscher | ⑨ Kühler |
| ② 2. Wärmetauscher (für Fondraum) | ⑩ Zylinderblock |
| ③ Zusatzwasserheizung | ⑪ Ölkühler |
| ④ Umwälzpumpe | ⑫ Zylinderkopf |
| ⑤ Kühler für Abgasrückführung | ⑬ Kühlmittelregler |
| ⑥ Kühlmittelpumpe | ⑭ Rückschlagventil |
| ⑦ Entlüftungsleitung | ⑮ Absperrventil für Kühlmittel, Heizung N279 |
| ⑧ Ausgleichsbehälter | |

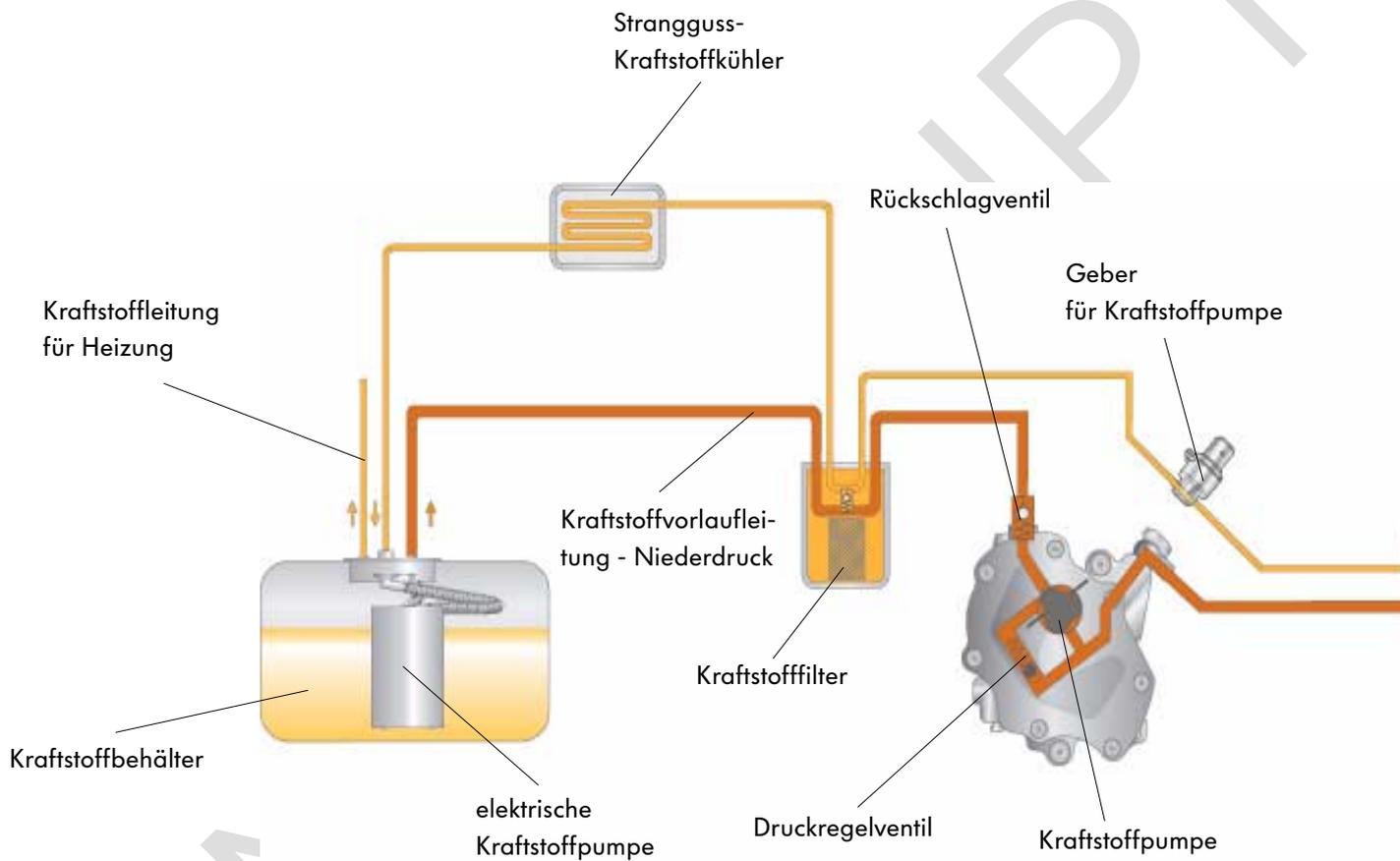


305_048

MANUSCRIPT

Motormechanik

Kraftstoffsystem – Gesamtübersicht

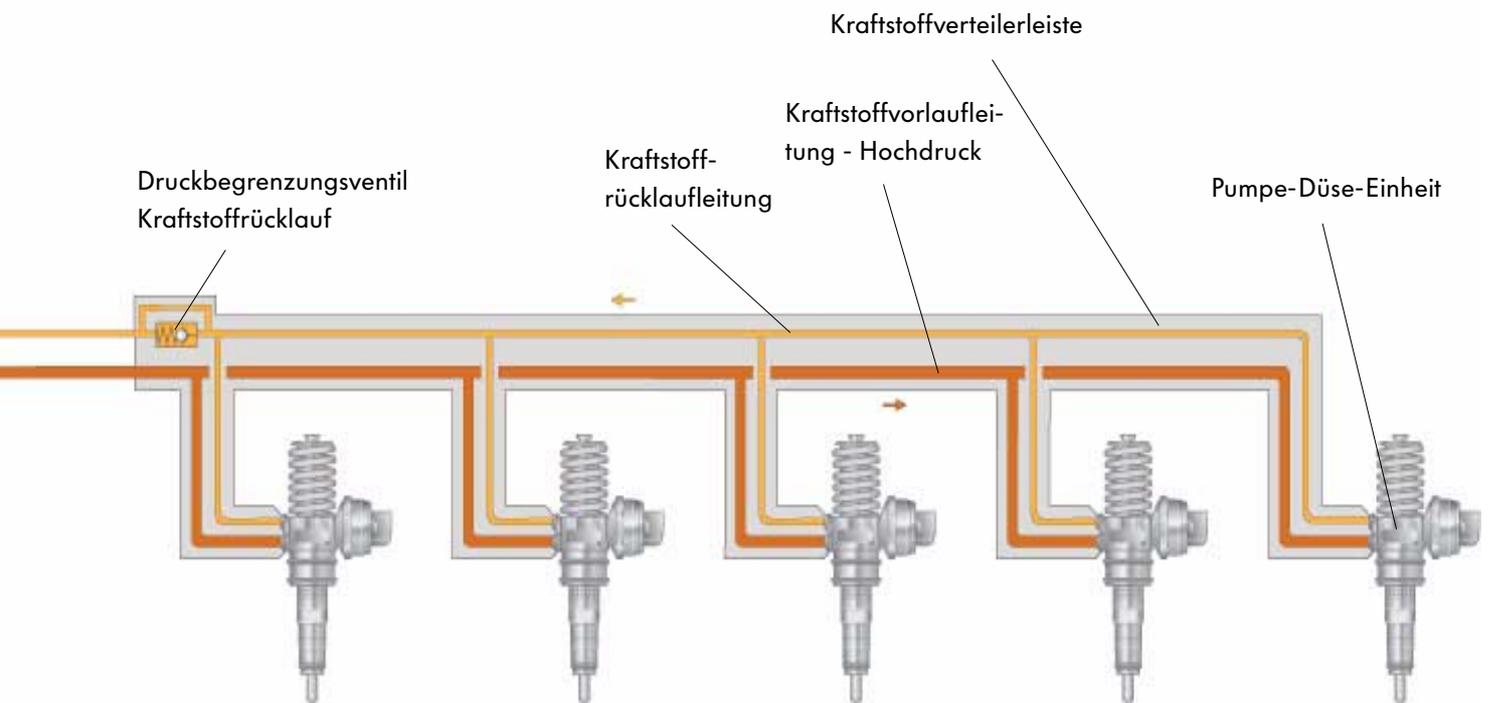


Die **elektrische Kraftstoffpumpe** arbeitet als Vorförderpumpe und pumpt Kraftstoff zum Kraftstofffilter.

Das **Rückschlagventil** verhindert, dass bei Motorstillstand Kraftstoff aus der Kraftstoffverteilerteile und der Vorlaufleitung zurück in den Kraftstoffbehälter fließt.

Das **Kraftstofffilter** schützt die Einspritzanlage vor Verschmutzung und Verschleiß durch Partikel und Wasser.

Die **Kraftstoffpumpe** fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstofffilter und pumpt ihn mit erhöhtem Druck in die Kraftstoffvorlaufleitung.



305_037

Das **Druckregelventil** regelt Kraftstoffdruck in der Kraftstoffvorlaufleitung auf circa 8,5 bar.

Das **Druckbegrenzungsventil** begrenzt den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffrücklaufleitung auf circa 1 bar. Dadurch werden die Druckverhältnisse im Kraftstoffsystem ausgeglichen.

Der **Geber für Kraftstofftemperatur** dient zur Erfassung der Kraftstofftemperatur für das Motorsteuergerät.

Der **Stranggusskraftstoffkühler** kühlt den rückfließenden Kraftstoff, um den Kraftstoffbehälter vor zu heißem Kraftstoff zu schützen.

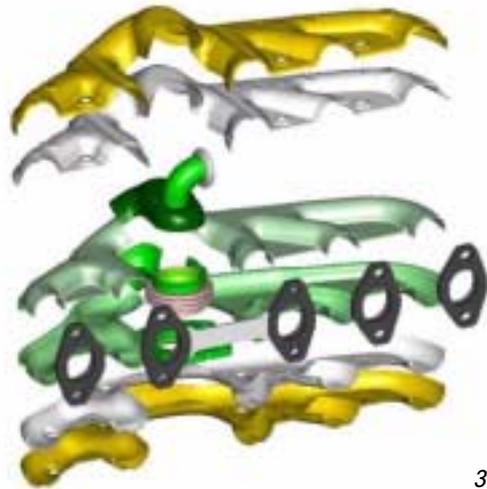
Abgasanlage

Abgasanlage

Die Abgasanlage besteht aus einem Abgaskrümmmer, einem Vorkatalysator, einem Hauptkatalysator, einem Vorschalldämpfer und einem Nachschalldämpfer.

Abgaskrümmmer

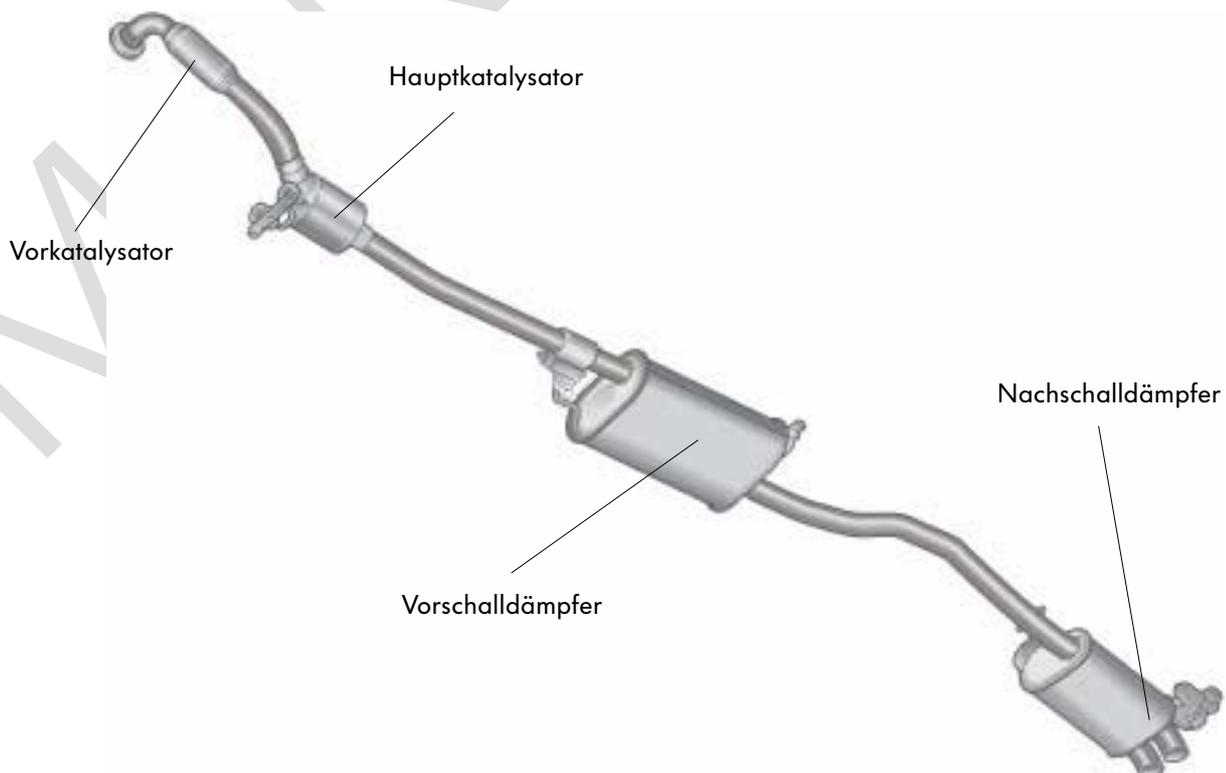
Der Abgaskrümmmer ist ein isolierter Blechkrümmmer mit einer gasdichten Innenschale. Durch diese sehr kompakte Bauweise wird ein schnelles Aufheizen erreicht. Zusätzliche Wärmeabschirmmaßnahmen sind nicht erforderlich.



305_047

Abgasanlage

In der Übersicht sehen Sie die Bauteile der Abgasanlage bei dem T5.



305_031

Kühler für Abgasrückführung

- Einsatz um die Verbrennungstemperatur zu senken und damit die Stickoxide und die Rußbildung zu verringern.
- Einsatzvarianten:
 - im T5**
96/128 kW und Schaltgetriebe
ohne Kühlung der Abgasrückführungsgase
96/128 kW mit Automatikgetriebe oder/und Allradantrieb
mit Kühlung der Abgasrückführungsgase
 - im Touareg**
128 kW und Automatikgetriebe
mit schaltbarer Kühlung für Abgasrückführung

Hier kommt
noch
ein Bild mit einem Einbauort

So funktioniert die schaltbare Kühlung für Abgasrückführung

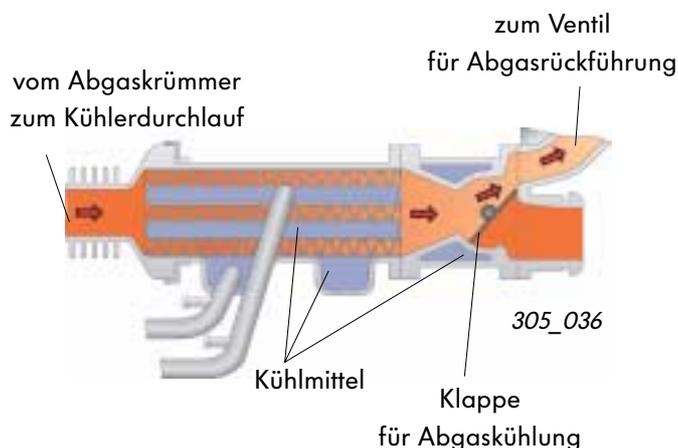
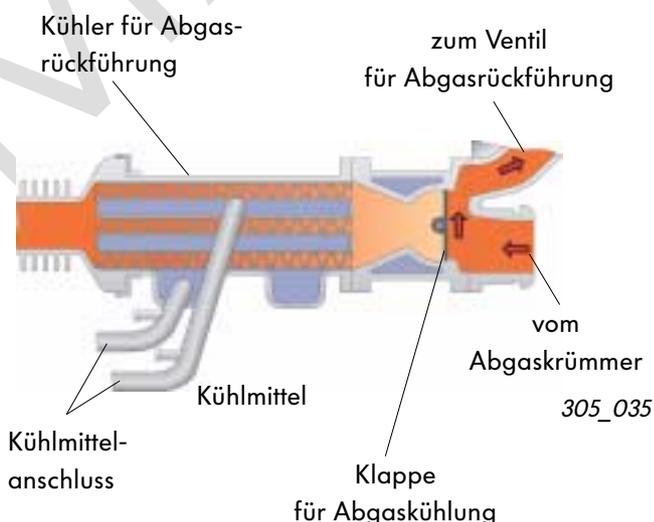
Weil eine ständige Kühlung der rückgeführten Abgase den Motorwarmlauf verlängert und zu erhöhten Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxid-Emissionen führt, wird ein schaltbarer Kühler für Abgasrückführung verwendet. Dabei wird das Abgas entweder durch den Kühler oder an ihm vorbei zum Ventil für Abgasrückführung geleitet.

Ohne Abgaskühlung

Bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 50 °C bleibt die Abgasklappe geschlossen und das Abgas wird am Kühler vorbei geleitet.

Mit Abgaskühlung

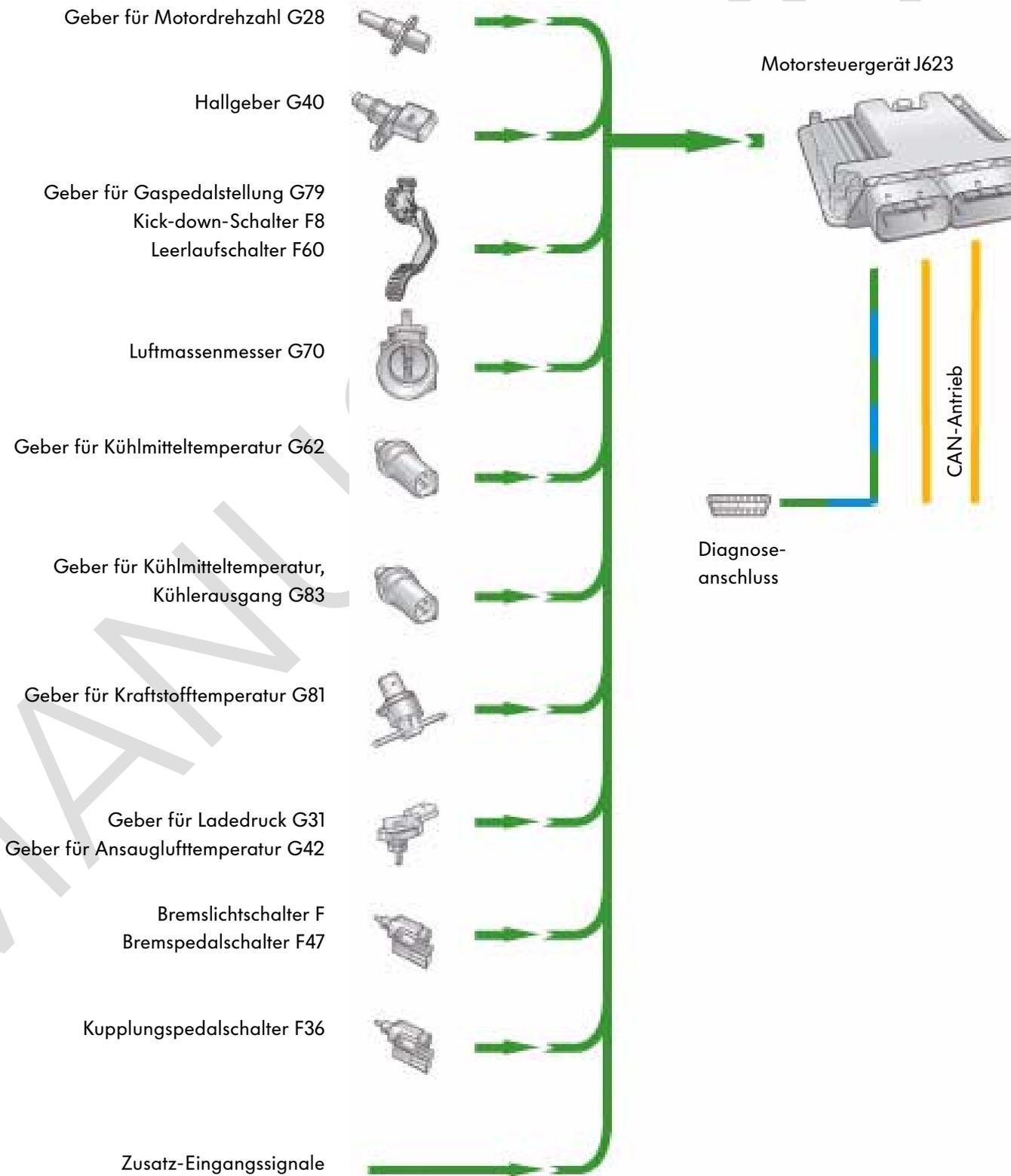
Ab einer Kühlmitteltemperatur von 50 °C wird die Abgasklappe vom Umschaltventil geöffnet. Jetzt strömt das rückgeführte Abgas durch den Kühler. Die Kühlleistung hängt ab von der Kühlmitteltemperatur und der Abgasrückführungsmenge.

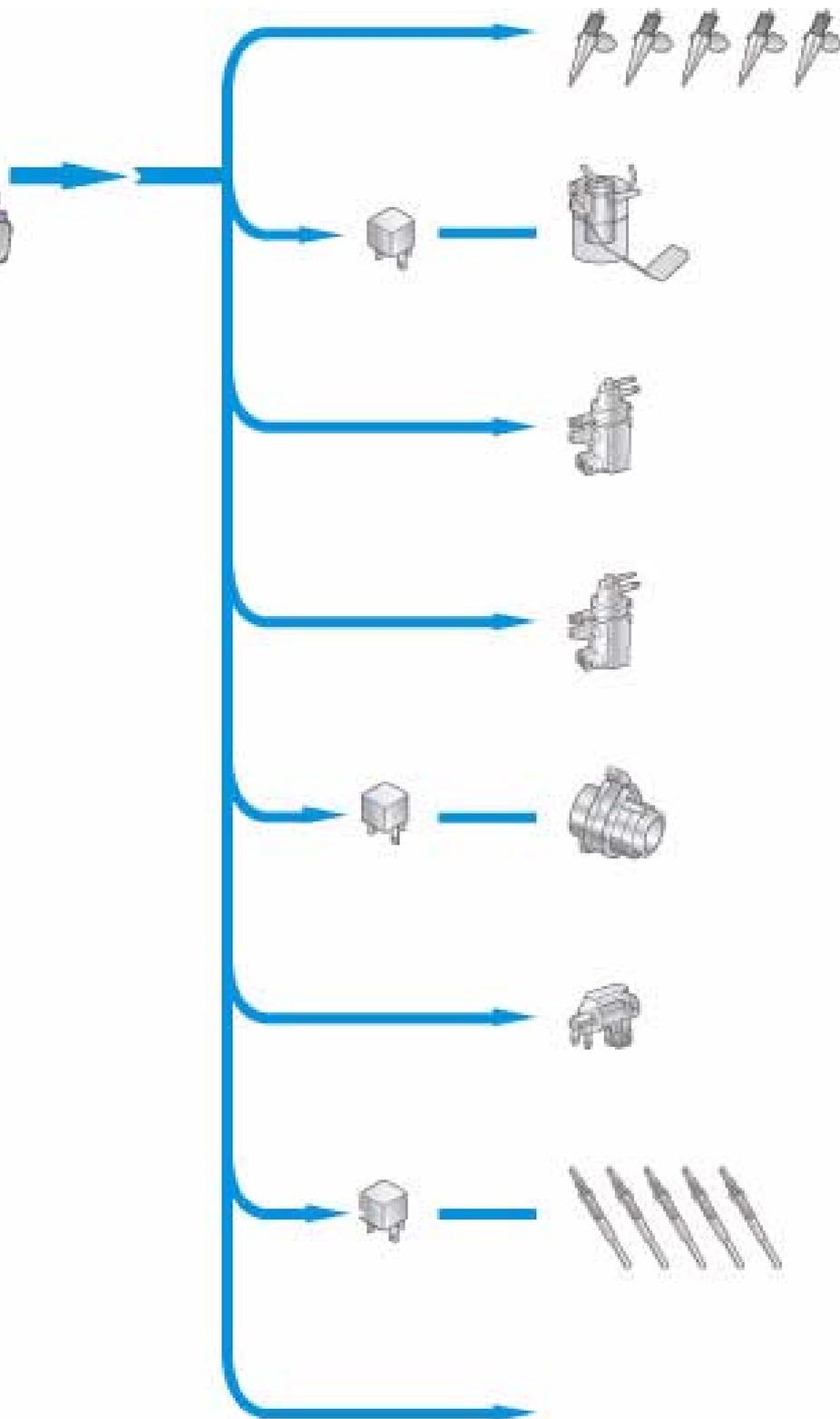


Systemübersicht

2,5 l R5-TDI-Motor im T5

Sensoren





Aktoren

Ventile für Pumpe-Düse N240 ... N244

Kraftstoffpumpenrelais J17
Kraftstoffpumpe (Vorförderpumpe) G6

Ventil für Abgasrückführung N18

Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75

Relais für Kühlmittelzusatzpumpe J496
Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51

Umschaltventil für Saugrohrklappe N239

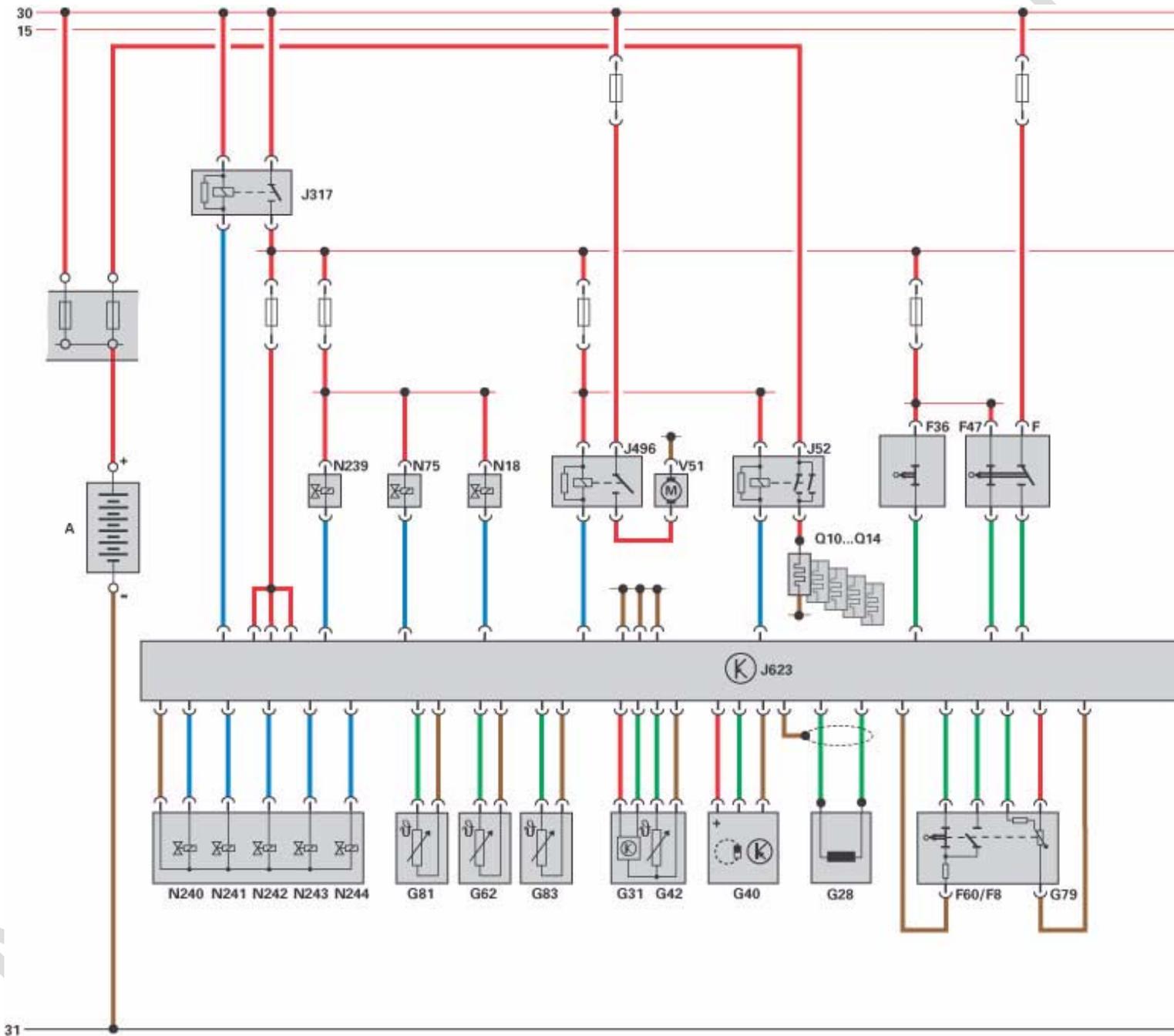
Relais für Glühkerzen J52
Glühkerzen Q10 ... Q14

Zusatz-Ausgangssignale

305_011

Funktionsplan

2,5 l R5-TDI-Motor im T5



Zusatzsignale

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 CAN-Datenbus Antrieb (High) 2 CAN-Datenbus Antrieb (Low) 3 K-Leitung (Diagnoseanschluss) 4 Fahrgeschwindigkeitssignal | <ul style="list-style-type: none"> 5 Drehstromgenerator Klemme DFM 6 Schalter für Geschwindigkeitsregelanlage (EIN/AUS) 7 Kühlerlüfter Stufe 1 8 Kühlerlüfter Stufe 2 |
|--|---|

Legende

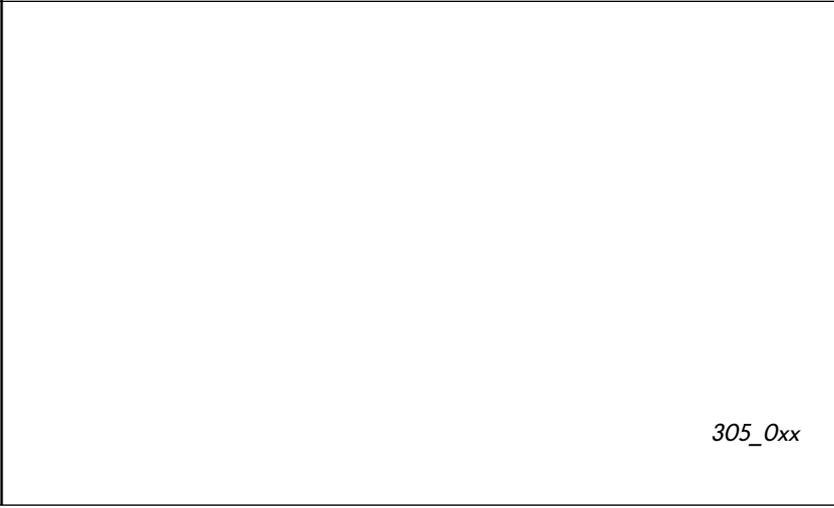
A	Batterie
F	Bremslichtschalter
F8	Kick-down-Schalter
F36	Kupplungspedalschalter
F47	Bremspedalschalter
F60	Leerlaufschalter
G6	Kraftstoffpumpe (Vorförderpumpe)
G28	Geber für Motordrehzahl
G31	Geber für Ladedruck
G40	Hallgeber
G42	Geber für Ansauglufttemperatur
G62	Geber für Kühlmitteltemperatur
G70	Luftmassenmesser
G79	Geber für Gaspedalstellung
G81	Geber für Kraftstofftemperatur
G83	Geber für Kühlmitteltemperatur, Kühlerausgang
J17	Kraftstoffpumpenrelais
J52	Relais für Glühkerzen
J317	Relais für Spannungsversorgung - Kl. 30
J496	Relais für Kühlmittelzusatzpumpe
J623	Motorsteuergerät
N18	Ventil für Abgasrückführung
N75	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
N239	Umschaltventil für Saugrohrklappe
N240	Ventile für Pumpe-Düse Zylinder 1
N241	Ventile für Pumpe-Düse Zylinder 2
N242	Ventile für Pumpe-Düse Zylinder 3
N243	Ventile für Pumpe-Düse Zylinder 4
N244	Ventile für Pumpe-Düse Zylinder 5
Q10	Glühkerze -1-
Q11	Glühkerze -2-
Q12	Glühkerze -3-
Q13	Glühkerze -4-
Q14	Glühkerze -5-
V51	Pumpe für Kühlmittelnachlauf

305_012

Ⓐ Anschluss innerhalb des Funktionsplanes

Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug
Motorhalter für Montagebock T10220	 <p>305_042</p>
Abzieher für Stirnrad der Wasserpumpe T10221	 <p>305_039</p>
Abzieher für Wasserpumpe T10222	 <p>305_041</p>
Kupplungszentrierdorn T10223	<p>305_0xx</p>

Bezeichnung	Werkzeug
Motorhalter für Motor- und Getriebeheber (Aus- und Einbau) T10224	 A large, rectangular metal plate with a central threaded hole and a smaller hole on the right side. The plate is shown in a perspective view. <p data-bbox="1353 920 1445 949">305_0xx</p>
Schlüssel zum Durchdrehen des Motors T10225	 A metal key with a hexagonal base and a threaded rod with a knurled top. The key is shown in a perspective view. <p data-bbox="1305 1402 1398 1431">305_043</p>
Fixiervorrichtung für Fahrschemel T10226	 A metal plate with a central threaded hole and a smaller hole on the right side. The plate is shown in a perspective view. <p data-bbox="1353 1912 1445 1942">305_0xx</p>

05.02.2003

Prüfen Sie Ihr Wissen

MANUSKRIFT

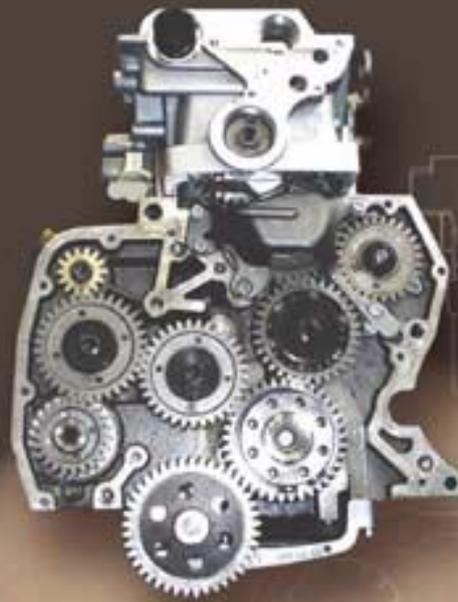
MANUSKRIFT

05.02.2003

Notizen

MANUSKRIFT

MANUSKRIFT



R5 TDI

Nur für den internen Gebrauch © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten

000.2811.25.00 Technischer Stand 01/03