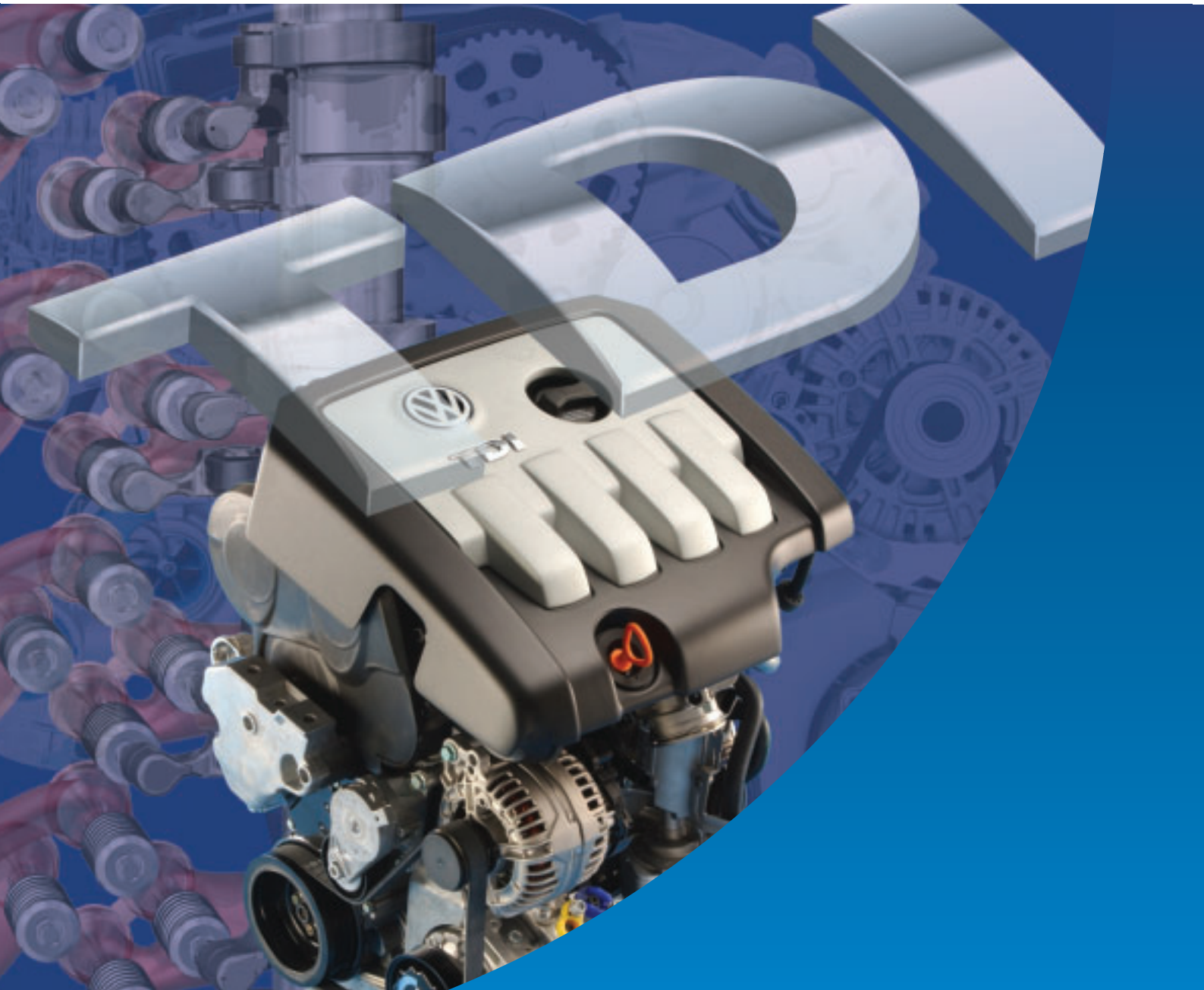
Service Training

Selbststudienprogramm 316

Der 2,0 l TDI-Motor

Konstruktion und Funktion



Die Zeit der Dieselmotoren, die träge waren, beim morgentlichen Start die gesamte Nachbarschaft aus den Betten trieben und bei Vollgas eine schwarze Fahne aus Abgasen hinter sich herzogen, ist lange vorbei.

Fahrleistung, Dynamik sowie Fahrkomfort, Wirtschaftlichkeit und Emissionen sind durch die konsequente Weiterentwicklung aller Motorkomponenten, des Verbrennungsverfahrens, der Werkstoffe und Bearbeitungsverfahren sowie der Einspritzdrücke deutlich verbessert worden.

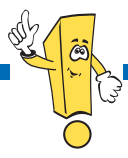
Um den schäferen Abgasgesetzen gerecht zu werden und bei höherer Leistung den Kraftstoffverbrauch weiter zu senken, setzt Volkswagen auf die TDI-Motorengeneration mit 4-Ventiltechnik.

Der 2,0 l TDI-Motor wurde als erster Vierzylinder-Dieselmotor mit Vierventiltechnik im Volkswagenkonzern für dem Einsatz im Touran, in dem Golf 2004 sowie später auch in anderen Fahrzeugen entwickelt.



S306_039

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

Einleitung 4

Motormechanik 6

Motormanagement 20

Funktionsplan 38

Service 40

Prüfen Sie Ihr Wissen 41

Einleitung

Der 2,0 l/103 kW TDI-Motor mit 4-Ventiltechnik



S316_011

Der 2,0 l/103 kW TDI-Motor ist der erste Vertreter der neuen TDI-Motorengeneration mit 4-Ventiltechnik von VOLKSWAGEN.
Eine 100 kW Variante des Motors hat bereits im Volkswagen Touran eingesetzt.

Er ist aus dem 1,9 l/96 kW TDI-Motor entwickelt worden. Die Hubraumvergrößerung gegenüber dem Basismotor wurde durch eine Vergrößerung der Zylinderbohrung erreicht.

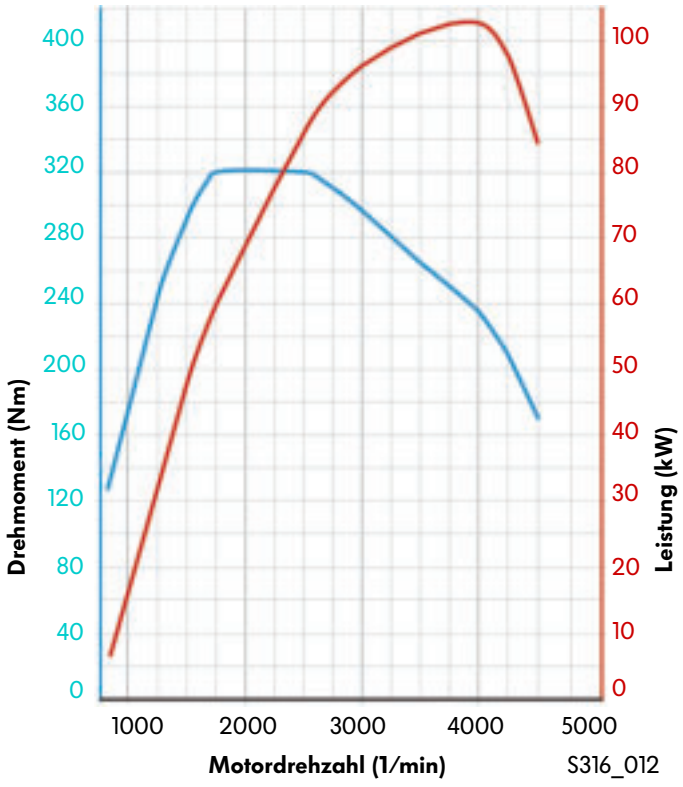
Der neue 2,0 l/103 kW TDI-Motor hat einen neu entwickelten Querstrom-Aluminium-Zylinderkopf mit zwei Einlass- und zwei Ausslassventilen je Zylinder.

Weitere Technische Merkmale sind ein schaltbarer Kühler für Abgasrückführung, ein Kurbelwellen-Dichtflansch mit integriertem Geberrad für Motordrehzahl sowie eine neue Vorglühanlage.

Technische Daten

Motorkennbuchstabe	BKD
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1968 cm^3
Bohrung	81 mm
Hub	95,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	18:1
max. Leistung	103 kW bei 4000 1/min
max. Drehmoment	320 Nm bei 1750 1/min bis 2500 1/min
Motormanagement	EDC 16 mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem
Kraftstoff	Diesel, min. 49 CZ
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung und Oxydationskatalysator
Abgasnorm	EU4

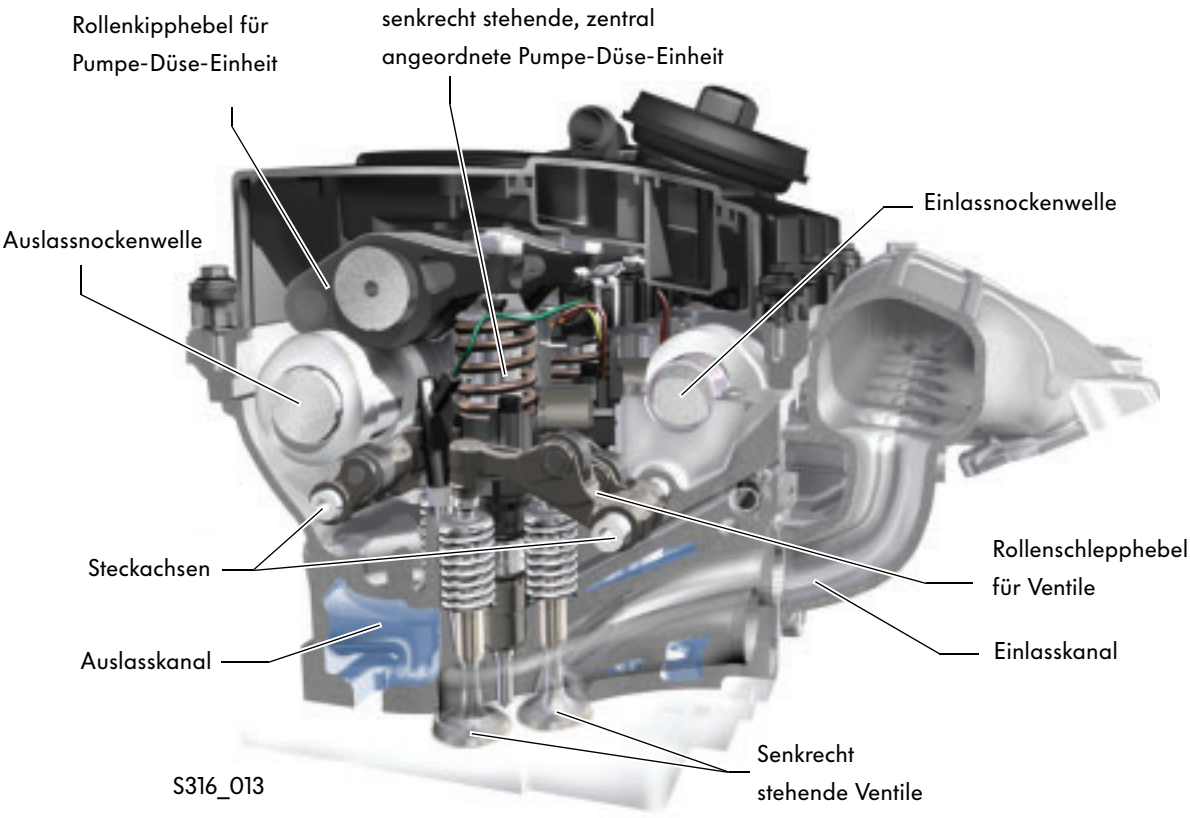
Drehmoment- und Leistungsdiagramm



Bei einer Drehzahl zwischen 1750 1/min und 2500 1/min entwickelt der 2,0 l/103 kW TDI-Motor ein Drehmoment von 320 Nm.

Seine maximale Leistung von 103 kW erreicht er bei einer Drehzahl von 4000 1/min.

Der Zylinderkopf



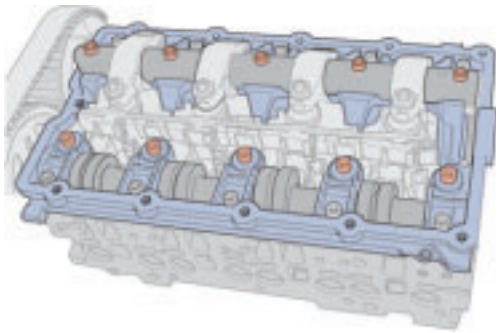
Der Zylinderkopf des 2,0 l TDI-Motors ist ein Querstrom-Aluminium-Zylinderkopf mit zwei Einlass- und zwei Ausslassventilen je Zylinder. Die Ventile sind senkrecht stehend angeordnet.

Die zwei oben liegenden Nockenwellen werden gemeinsam über einen Zahnriemen angetrieben.

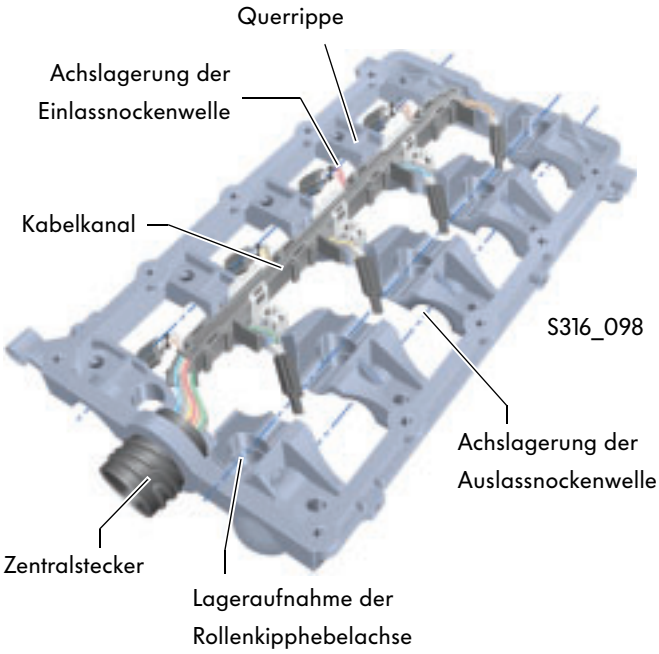
Die Auslassnockenwelle übernimmt neben der Aufgabe der Auslassventilsteuerung den Antrieb der Pumpe-Düse-Einheiten.
Die Einlassnockenwelle übernimmt neben der Steuerung der Einlassventile den Antrieb der Tandempumpe.

Die Ventilbetätigung erfolgt über Rollenschlepphebel, die auf Steckachsen gelagert sind.

Der Lagerrahmen



S316_014



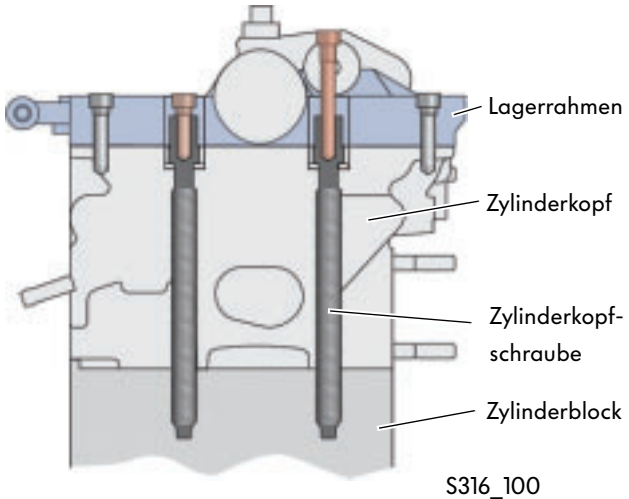
S316_098

Der Lagerrahmen ist ein kompaktes Druckgussteil aus Aluminium. Er übernimmt folgende Funktionen:

- Lagerung der Nockenwellen
- Achslagerung und Führung der Schwinghebel für den Antrieb der Pumpe-Düse-Einheiten
- Aufnahme des Zentralsteckers für die Stromversorgung
- Aufnahme des Kabelkanals der Pumpe-Düse-Einheiten und der Glühstiftkerzen.

Durch die gesamte Konstruktion des Lagerrahmens mit seinen fünf kräftigen Querrippen wird nicht nur eine Versteifung des Zylinderkopfs erreicht, sondern auch die Akustik des Motors deutlich verbessert.

Verschraubungskonzept „Schraube in Schraube“



S316_100

Der Lagerrahmen ist mit den beiden inneren Schraubenreihen durch eine sogenannte "Schraube in Schraube"-Verbindung direkt in die Schraubenköpfe der Zylinderkopfschrauben verschraubt. Dieses platzsparende Schraubenkonzept von Lagerrahmen und Zylinderkopf mit dem Zylinderblock ist eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung des geringen Zylinderabstandes.

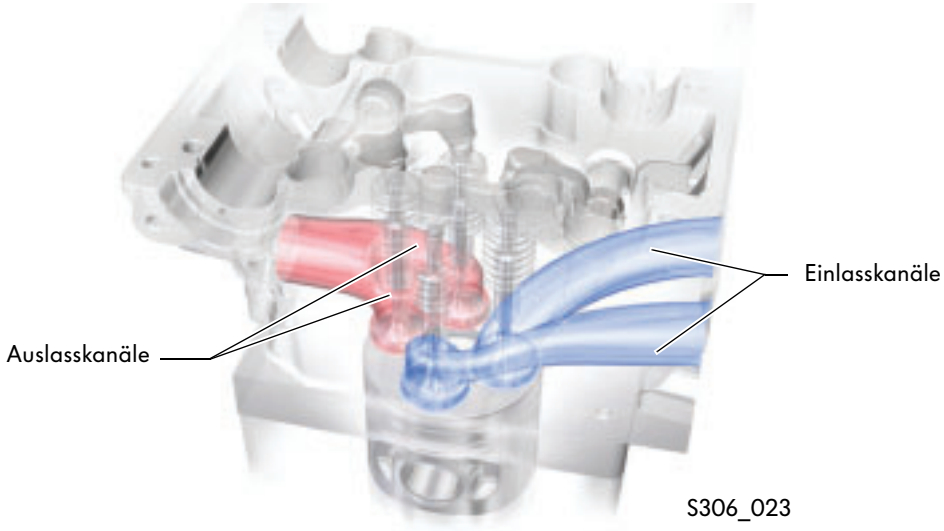
Motormechanik

Die 4-Ventiltechnik

Je Zylinder sind jeweils zwei Ein- und Auslassventile senkrecht stehend angeordnet.

Form, Größe und Anordnung der Ein- und Auslasskanäle sorgen für einen verbesserten Füllungsgrad und einen besseren Ladungswechsel.

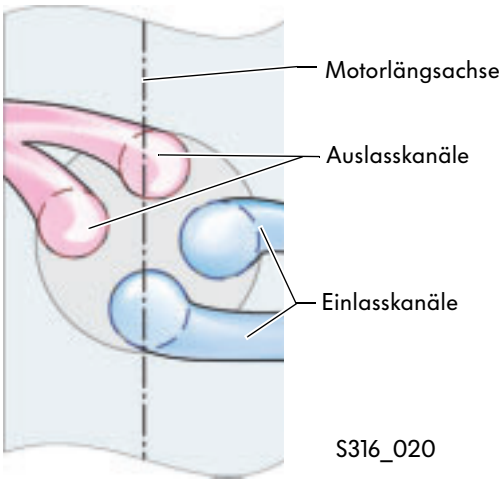
Die senkrecht stehenden, zentral angeordneten Pumpe-Düse-Einheiten sind direkt über den mittigen Kolbenmulden angeordnet.
Diese Konstruktion bewirkt eine gute Gemischbildung. Daraus resultiert ein geringerer Kraftstoffverbrauch und reduzierte Abgasemissionen.



S306_023

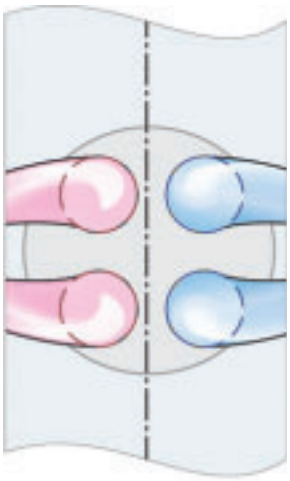
Für optimale Strömungsverhältnisse in den Ein- und Auslasskanälen ist der Ventilstern um 45° zur Motorlängsachse gedreht.

um 45° gedrehter Ventilstern



S316_020

herkömmliche Anordnung der Ventile

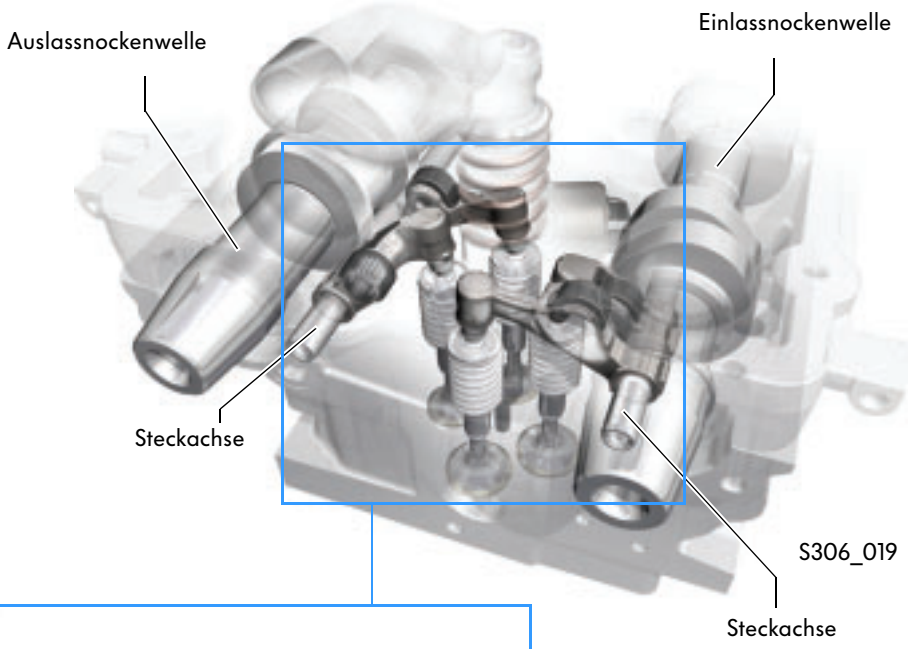


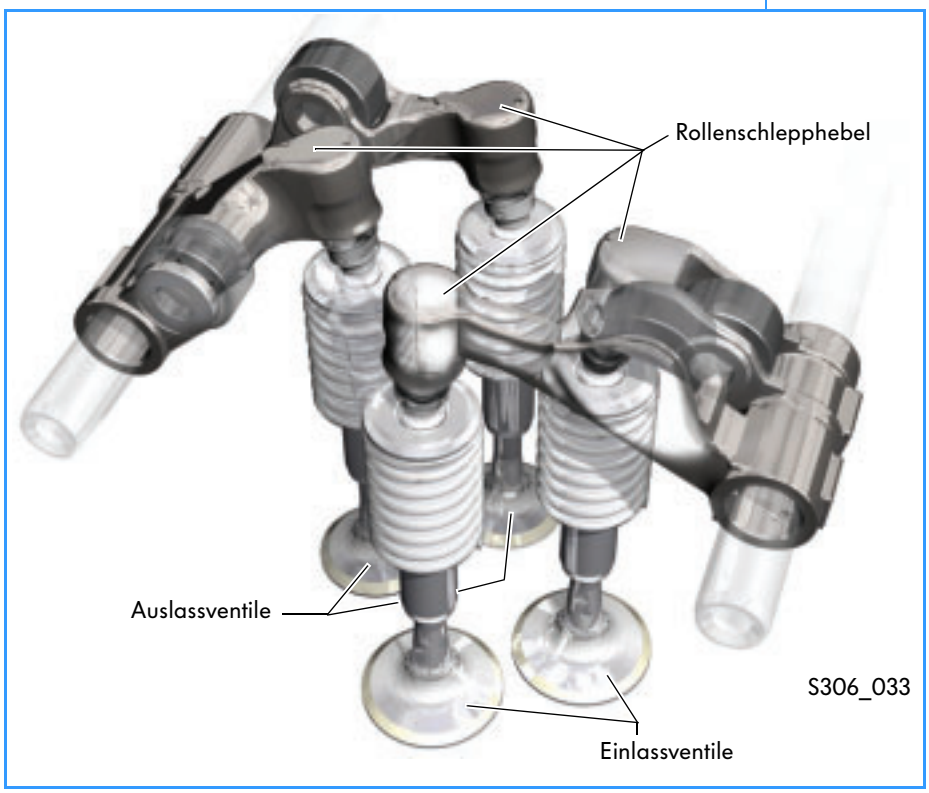
S316_156

Antrieb der Ein- und Auslassventile

Die beiden Nockenwellen zur Steuerung der Ein- und Auslassventile werden über einen Zahnriemen angetrieben. Die Ventilbetätigung erfolgt über Rollenschlepphebel, die auf einer Steckachse gelagert sind.

Aufgrund der Einbauverhältnisse unterscheiden sich die vier Rollenschlepphebel in Form und Größe.

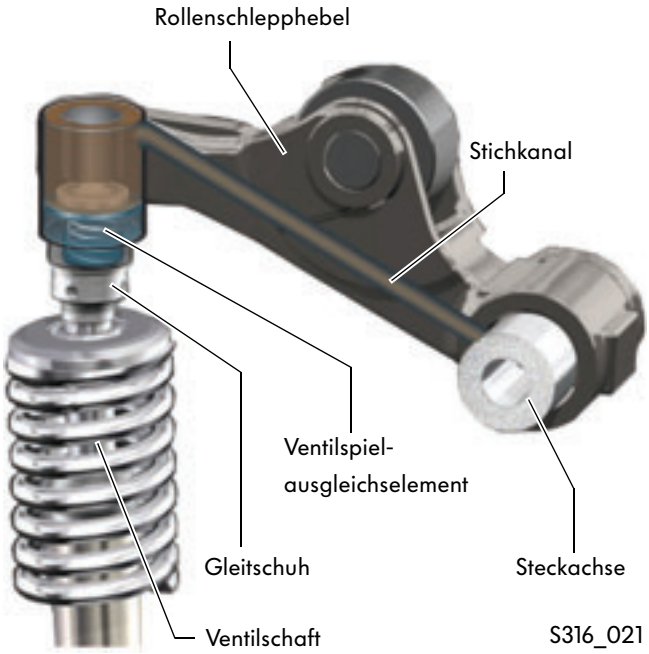




Die Rollenschlepphebel

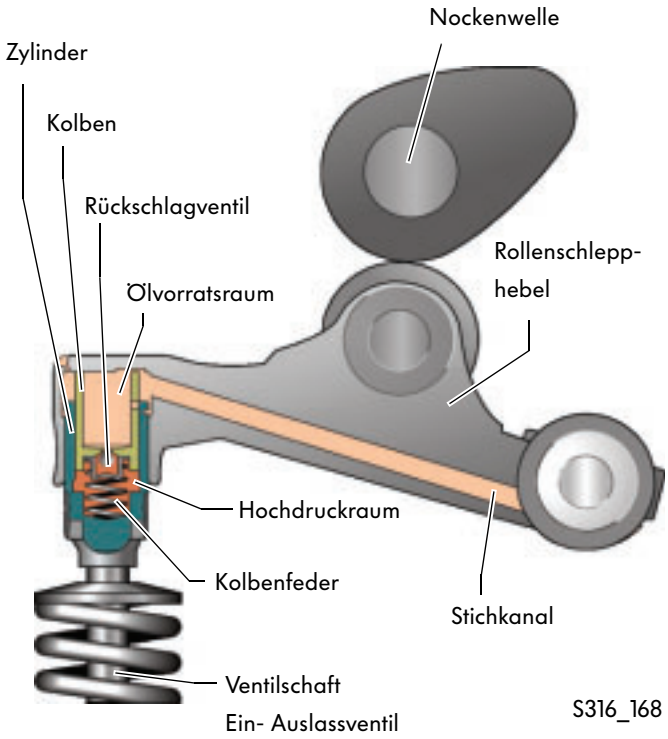
Sie sind beweglich auf der Steckachse gelagert. Das Ventilspielausgleichselement befindet sich direkt über dem Ventilschaft.

Die Ölversorgung des Ventilspielausgleichselementes erfolgt von der Steckachse über einen Stichkanal im Rollenschlepphebel. Ein Gleitschuh, der zwischen dem Ventilspielausgleichselement und dem Ventilschaft beweglich gelagert ist, sorgt für eine gleichmäßige Kraftverteilung.

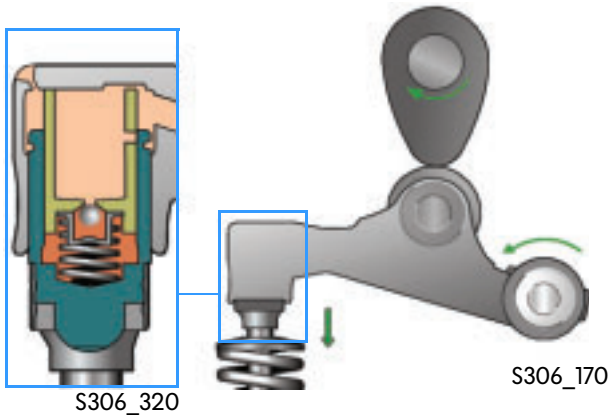


Aufbau und Funktion des Ventilspielausgleichselementes

Das Ventilspielausgleichselement besteht unter anderem aus zwei zueinander beweglichen Teilen: dem Kolben und dem Zylinder.
Durch die Kolbenfeder werden diese beiden Teile soweit auseinandergeschoben bis zwischen Rollenschlepphebel und Nockenwelle kein Spiel mehr vorhanden ist. Das Rückschlagventil dient zum Befüllen und Abdichten des Hochdruckraumes.

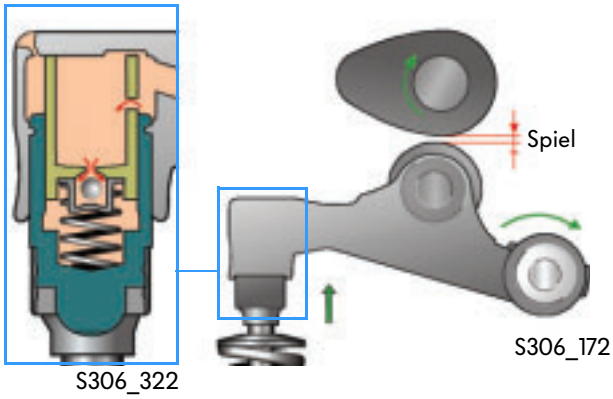


Ventilhub



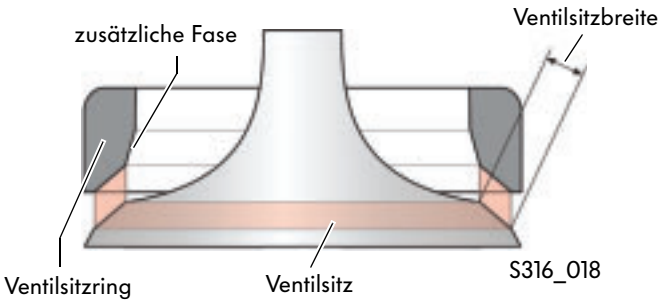
Wenn der Nocken auf den Rollenschlepphebel drückt, schließt das Rückschlagventil und es kommt zum Druckaufbau im Hochdruckraum. Das Ventilspielausgleichselement wirkt beim Öffnen des Ventils wie ein starres Element, da sich das Öl im Hochdruckraum nicht komprimieren lässt.

Ausgleichen des Ventilspiels



Der Nocken drückt nicht mehr auf den Rollenschlepphebel und das Ein- bzw. Auslassventil ist geschlossen. Der Druck im Hochdruckraum sinkt. Die Kolbenfeder drückt Zylinder und Kolben soweit auseinander bis kein Spiel zwischen Rollenschlepphebel und Nockenwelle vorhanden ist. Das Rückschlagventil öffnet, so dass Öl in den Hochdruckraum strömen kann.

Die Ventilsitzringe



Durch den Ventilsitz wird die Abdichtung zum Brennraum realisiert.
Um die Flächenpressung und damit die Dichtkraft im Kontaktbereich zwischen Ventilsitz und Ventilsitzring zu erhöhen, ist die Ventilsitzbreite durch eine zusätzliche Fase reduziert. Diese zusätzliche Fase sorgt außerdem für eine gute Drallerzeugung der angesaugten Luft.

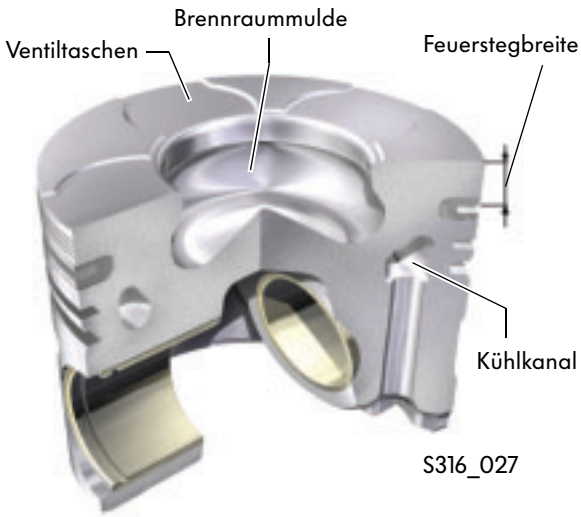


Die Ventilsitzringe dürfen nicht nachgearbeitet werden, da sich sonst der Drall der einströmenden Luft und somit die Gemischbildung maßgeblich verändert.
Nur das Nachschleifen ist zulässig.

Der Kolben

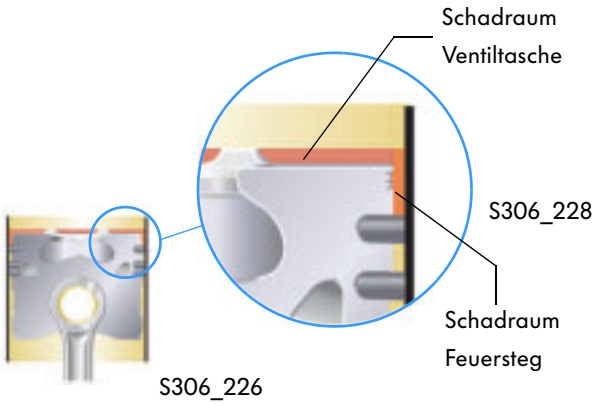
Die Kolben des 2,0 l TDI-Motors haben eine zentral angeordnete Brennraummulde. Durch diese Brennraummulde wird eine gute Drallausbildung und somit eine optimale Gemischbildung erreicht.

Durch eine Verkleinerung der Ventiltaschentiefe und eine Feuerstegbreite von nur 9 mm konnte der Schadraum und somit auch die Schadstoffemissionen verringert werden.



Schadraum

Der Schadraum ist der Raum, der bei dem Verbrennungsablauf von der Flammenfront schlecht erreicht wird. In diesem Bereich wird der Kraftstoff nur unvollständig verbrannt.



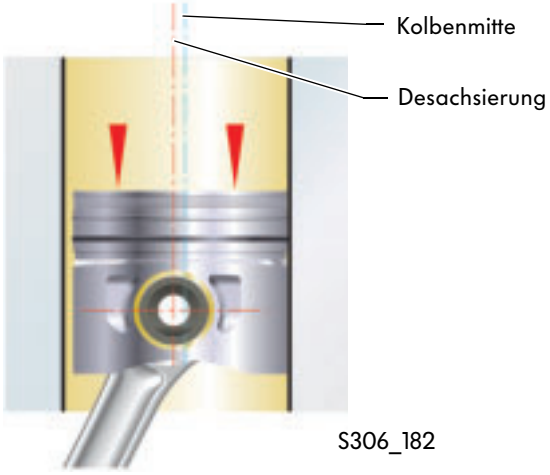
Kühlkanal

Der Kolben hat einen wellenförmigen Kühlkanal. Durch diesen Kühlkanal wird die Temperatur im Bereich der Kolbenringe und des Kolbenbodens gesenkt.

Die wellige Form ermöglicht eine größere Oberfläche des Kühlkanals und somit einen besseren Wärmeübertrag vom Kolben an das Öl. Dadurch wird die Kühlwirkung verbessert.



Kolbenbolzendesachsierung



S306_182

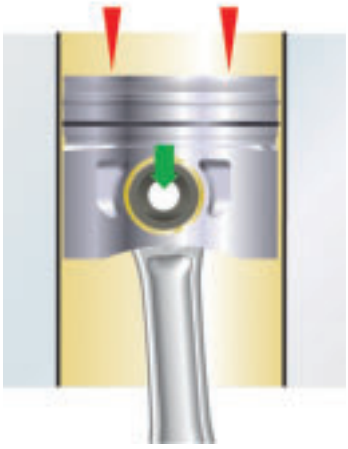
Kolbenbolzendesachsierung bedeutet, dass der Kolben außermittig gelagert ist. Diese Maßnahme dient zur Geräuschreduzierung, da das Kolbenkippen im oberen Totpunkt vermindert wird.

Bei jeder Schräglage der Pleuelstange treten Kolbenseitenkräfte auf, die den Kolben wechselseitig gegen die Zylinderwand drücken.



S306_230

Im Bereich des oberen Totpunktes wechselt die Kolbenseitenkraft die Richtung. Dort wird der Kolben auf die gegenüberliegende Zylinderwand gekippt und verursacht dadurch Geräusche. Um dies zu verringern, ist die Kolbenbolzenachse außermittig angeordnet.



S306_232

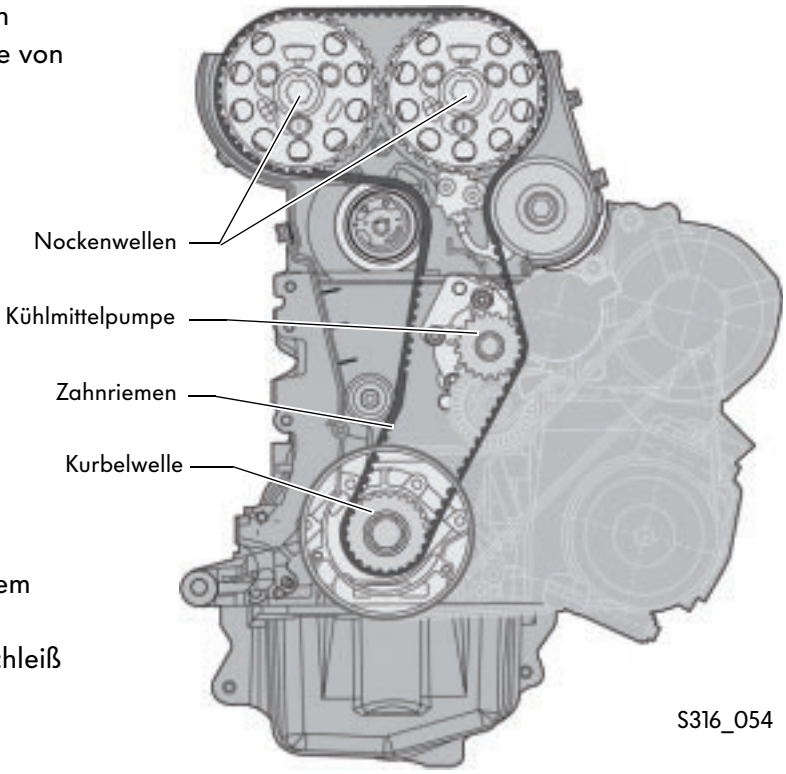
Durch die Desachsierung der Kolbenbolzenachse wechselt der Kolben bereits vor dem oberen Totpunkt und damit vor dem Druckanstieg die Seite und stützt sich auf der gegenüberliegenden Zylinderwand ab.



S306_234

Der Zahnriementrieb

Über den Zahnriemen werden die beiden Nockenwellen sowie die Kühlmittelpumpe von der Kurbelwelle angetrieben.



S316_054

Zahnriemen

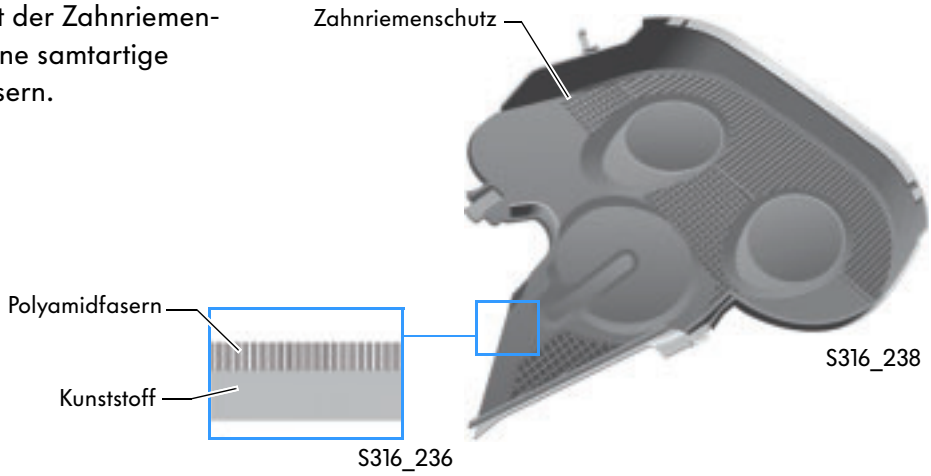
Der 30 mm breite Zahnriemen ist mit einem Rückengewebe aus Polyamid versehen. Durch das Rückengewebe wird der Verschleiß der Zahnriemenkanten verringert.



S316_162

Zahnriemenschutz

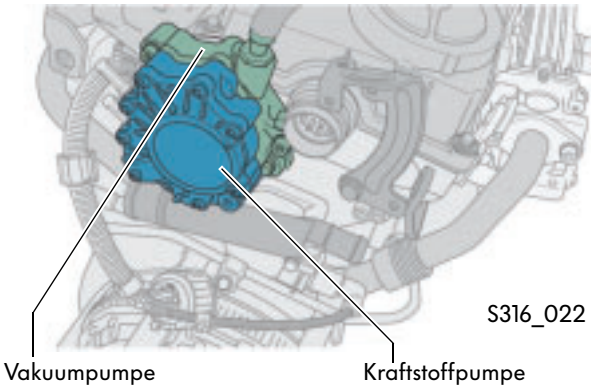
Zur Geräuschdämmung hat der Zahnriemenschutz auf der Innenseite eine samtartige Beflockung aus Polyamidfasern.



S316_238

S316_236

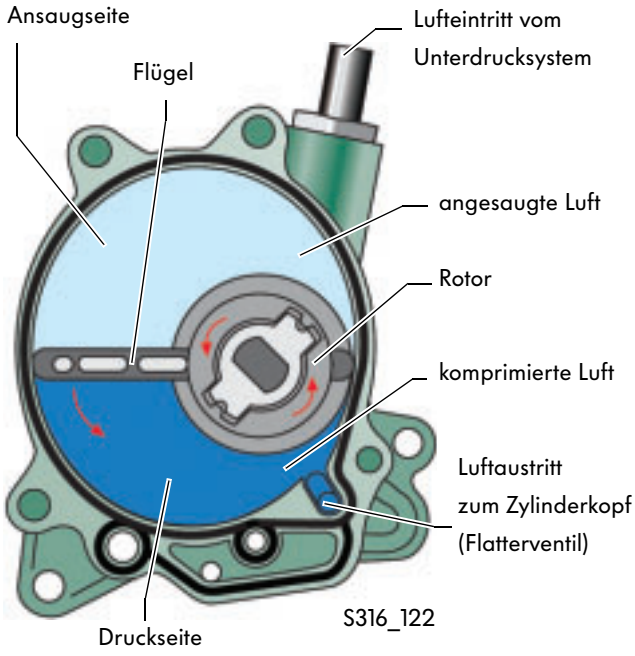
Die Tandempumpe

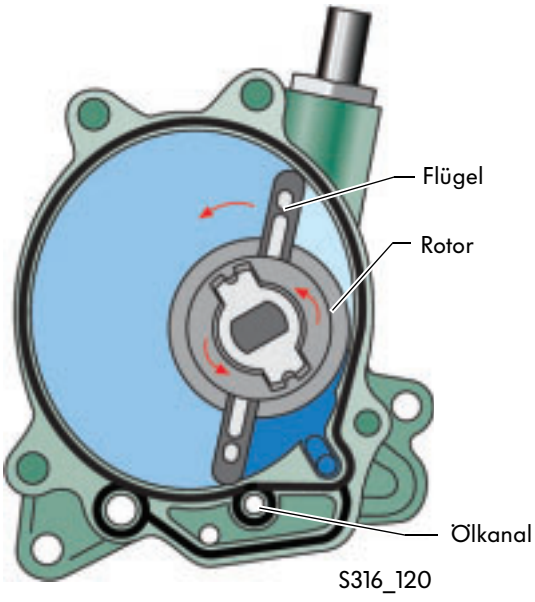


Aufgrund des neuen Zylinderkopfes gibt es eine Neukonstruktion der Tandempumpe.

Die Tandempumpe beinhaltet die Vakuumpumpe und die Kraftstoffpumpe. Sie wird von der Einlassnockenwelle angetrieben.

Vakuumpumpe

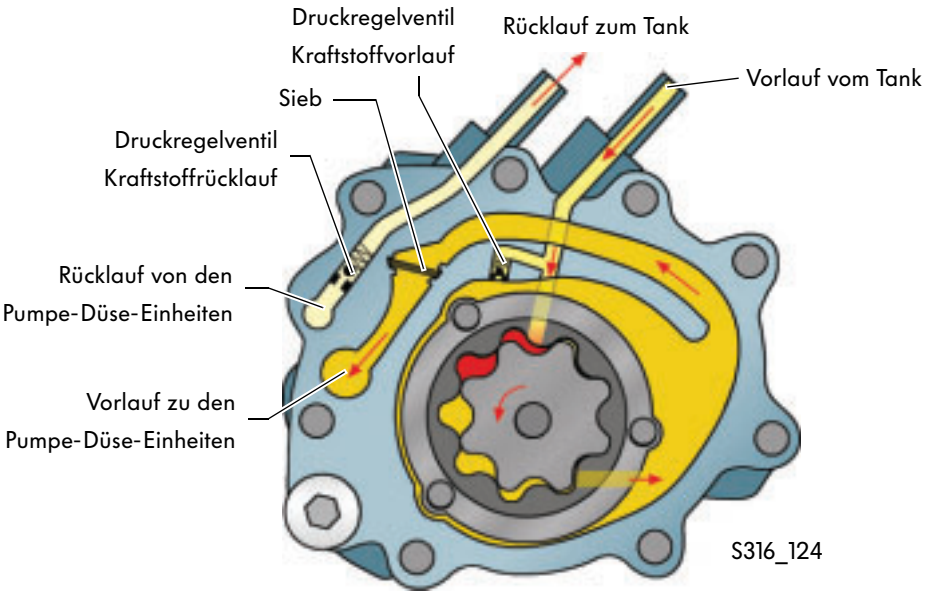




Die Vakuumpumpe besteht aus einem außermittig gelagertem Rotor und einem beweglichen Flügel aus Kunststoff, der die Vakuumpumpe in zwei Raumteile trennt. Durch die Drehbewegung des Rotors verändert der Flügel ständig seine Position. Dadurch wird der eine Raumteil größer und der andere Raumteil kleiner.

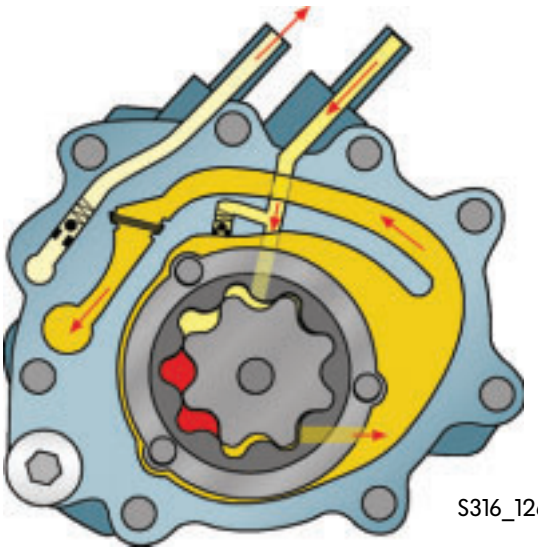
Auf der Ansaugseite wird die Luft aus dem Unterdrucksystem gesaugt, welche auf der Druckseite über ein Flatterventil in den Zylinderkopf gepumpt wird. Über einen Kanal zum Zylinderkopf wird die Vakuumpumpe mit Öl versorgt. Das Öl dient zur Schmierung des Rotors und zur Feinabdichtung des Flügels zum Pumpengehäuse.

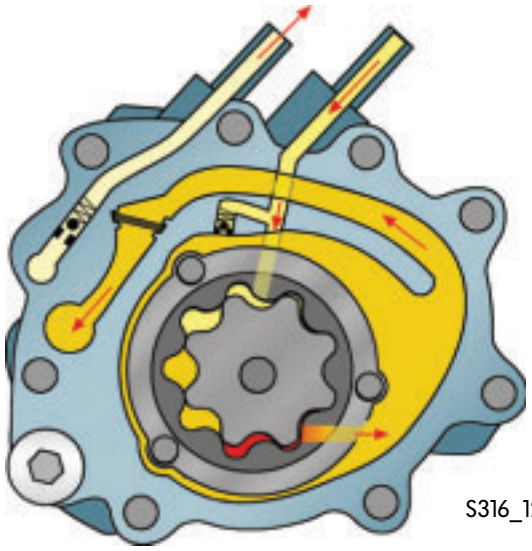
Kraftstoffpumpe



Die Kraftstoffpumpe arbeitet nach dem Prinzip einer Innenzahnradpumpe. Das Prinzip des Ansaugens und des Förderns des Kraftstoffes wird an der Bewegung der rot markierten Teilmenge innerhalb der Pumpe in den einzelnen Grafiken dargestellt.
Der Kraftstoffdruck wird vom Druckregelventil im Kraftstoffvorlauf geregelt.

Er beträgt maximal 11,5 bar bei einer Motordrehzahl von 4000 1/min.
Das Druckregelventil im Kraftstoffrücklauf hält den Kraftstoffdruck im Rücklauf auf ca. 1 bar. Dadurch wird für gleichmäßige Kräfteverhältnisse in den Magnetventilen der Pumpe-Düse-Einheiten gesorgt.



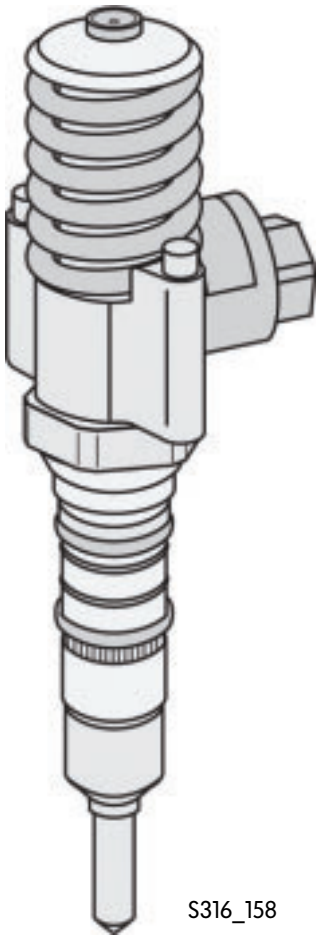


Die Pumpe-Düse-Einheit

Für den 2,0 l TDI Motor mit 4-Ventiltechnik wurde die Pumpe-Düse-Einheit weiterentwickelt.

Merkmale der Pumpe-Düse-Einheit:

- schlanke und kompakte Bauform,
- Befestigung im Zylinderkopf mit zwei Schrauben,
- Steigerung des Einspritzdruckes im Teillastbereich
- Ausweichkolben-Bremse zur Verringerung des Einspritzgeräusches,
- neu gestaltete, kegelige Auflage der Pumpe-Düse-Einheit im Zylinderkopf.



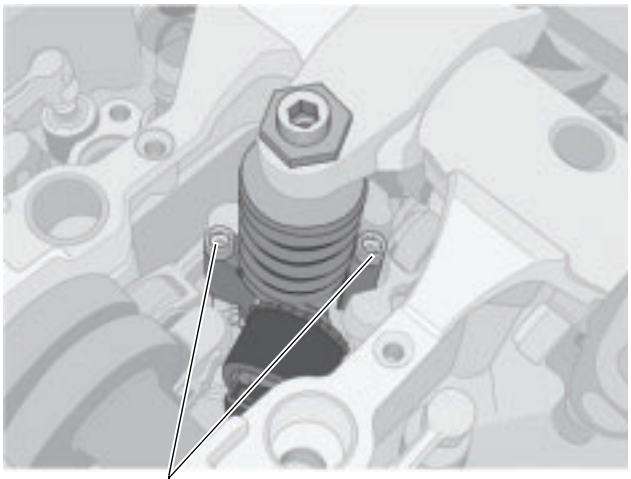
S316_158

Einbauort

Die Pumpe-Düse-Einheit befindet sich im Zylinderkopf. Sie steht senkrecht und ist zentral direkt über der Kolbenmulde angeordnet.

Befestigung

Die Befestigung der Pumpe-Düse-Einheit erfolgt mit zwei Schrauben. Durch diese nahezu querkraftfreie Verschraubung wird die Körperschallübertragung von der Pumpe-Düse-Einheit auf den Zylinderkopf vermindert.

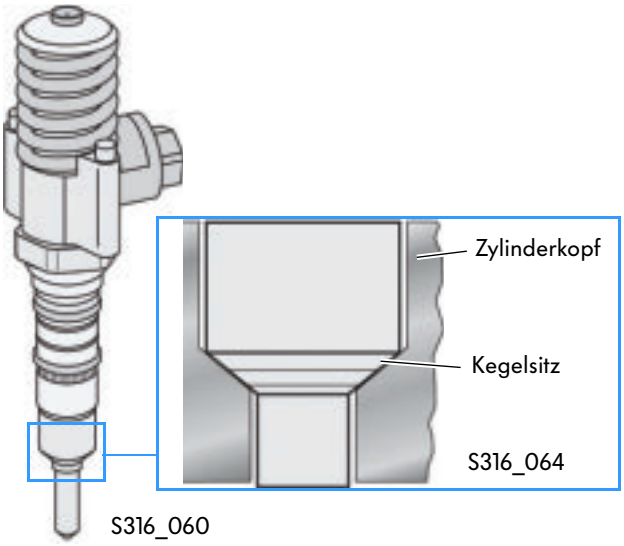


S316_144

Kegelsitz

Die neu gestaltete, kegelige Auflage der Pumpe-Düse-Einheit im Zylinderkopf ermöglicht eine optimale Zentrierung der Düse. Das neue Dichtkonzept zwischen Einspritzdüse und Zylinderkopf ist von einer planen Auflage mit Dichtscheibe zu einem Kegelsitz geändert worden.

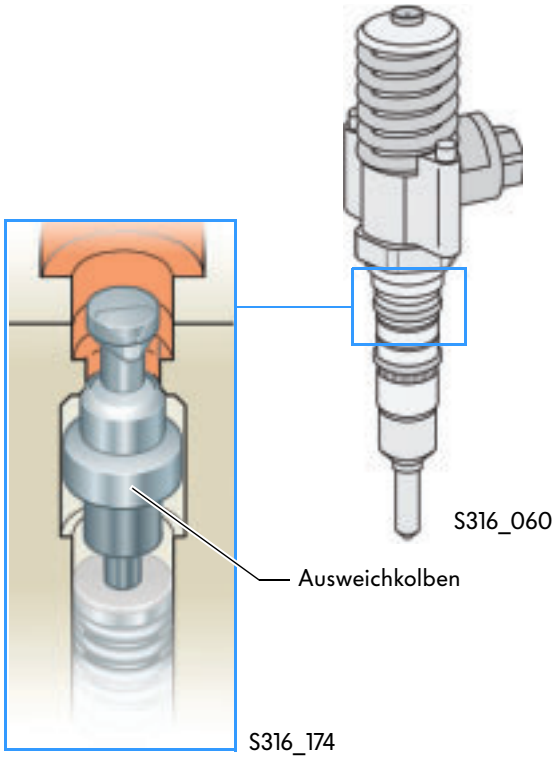
Dadurch entfallen die bisherige Wärmeschutzdichtung und der untere O-Dichtring.



Ausweichkolbenbremse

Der Ausweichkolben befindet sich zwischen Pumpe und Düse und steuert die Menge und Dauer der Voreinspritzung.
Um die Einspritzgeräusche zu verringern, ist die Pumpe-Düse-Einheit mit einer Ausweichkolbenbremse ausgestattet. Beim Pumpe-Düse-Einspritzsystem entstehen Einspritzgeräusche durch:

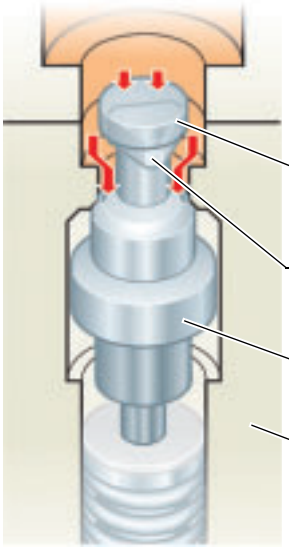
- den steilen Druckaufbau und Druckabbau im Hochdruckraum,
- der Hohlraumbildung (Kavitation) nach dem Druckabbau,
- den mechanischen Anschlag von:
  -Ausweichkolben,
  -Ventilnadel,
  -Düsennadel.



Eine wirksame und umsetzbare Abhilfe zur Geräuschminderung ist das Abbremsen des Ausweichkolbens vor seinem mechanischen Anschlag, die "Ausweichkolben-Bremse".

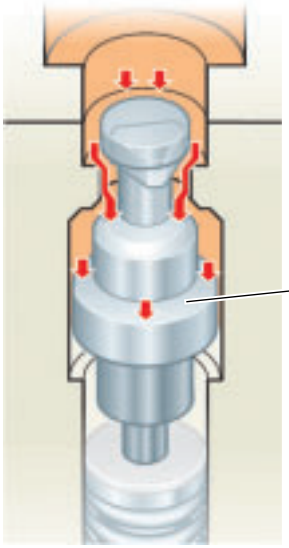
Bei der Ausweichkolben-Bremse wird der hydraulische Druck über dem Ausweichkolben verringert, bevor der Ausweichkolben seinen mechanischen Anschlag erreicht.

Funktion



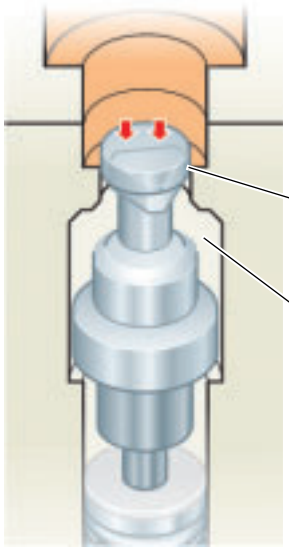
S316_090

Bei der Ausweichkolben-Bremse ist der Führungszylinder des Ausweichkolbens mit drei ebenen Flächen (Dreiflach) und einer Steuerkante versehen.
Vor der Ausweichbewegung befindet sich der Ausweichkolben im geschlossenen Zustand.



S316_092

Sofort nach Beginn der Abwärtsbewegung liegt der Hochdruck am großen Ausweichkolbendurchmesser an und ermöglicht somit ein schnelles Ende der Voreinspritzung.



S316_094

Sobald der Führungszylinder über den drei ebenen Flächen die Steuerkante erreicht, wird der Zulauf zum Ausweichkolben-Druckraum abgesperrt. Dies reduziert schlagartig den Druck am großen Ausweichkolbendurchmesser. Der Ausweichkolben setzt dadurch langsamer auf und reduziert das Anschlaggeräusch.

Motormanagement

Systemübersicht

Sensoren

G28 Geber für Motordrehzahl

G40 Hallgeber

G79 Geber 1 für Gaspedalstellung
G185 Geber 2 für Gaspedalstellung

G70 Luftmassenmesser

G62 Geber für Kühlmitteltemperatur

G83 Geber für Kühlmitteltemperatur Kühlerausgang

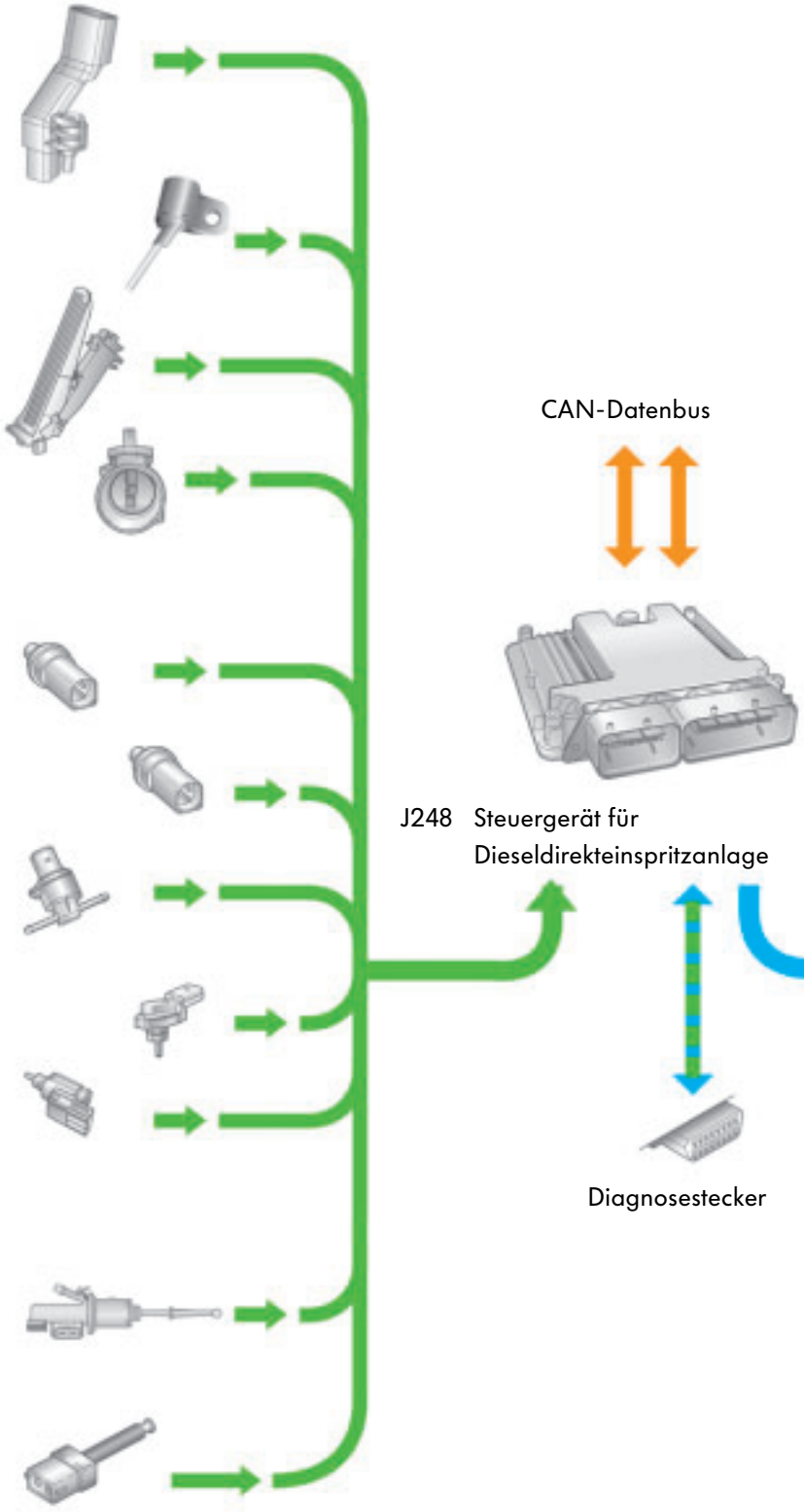
G81 Geber für Kraftstofftemperatur

G42 Geber für Ansaugluftemperatur

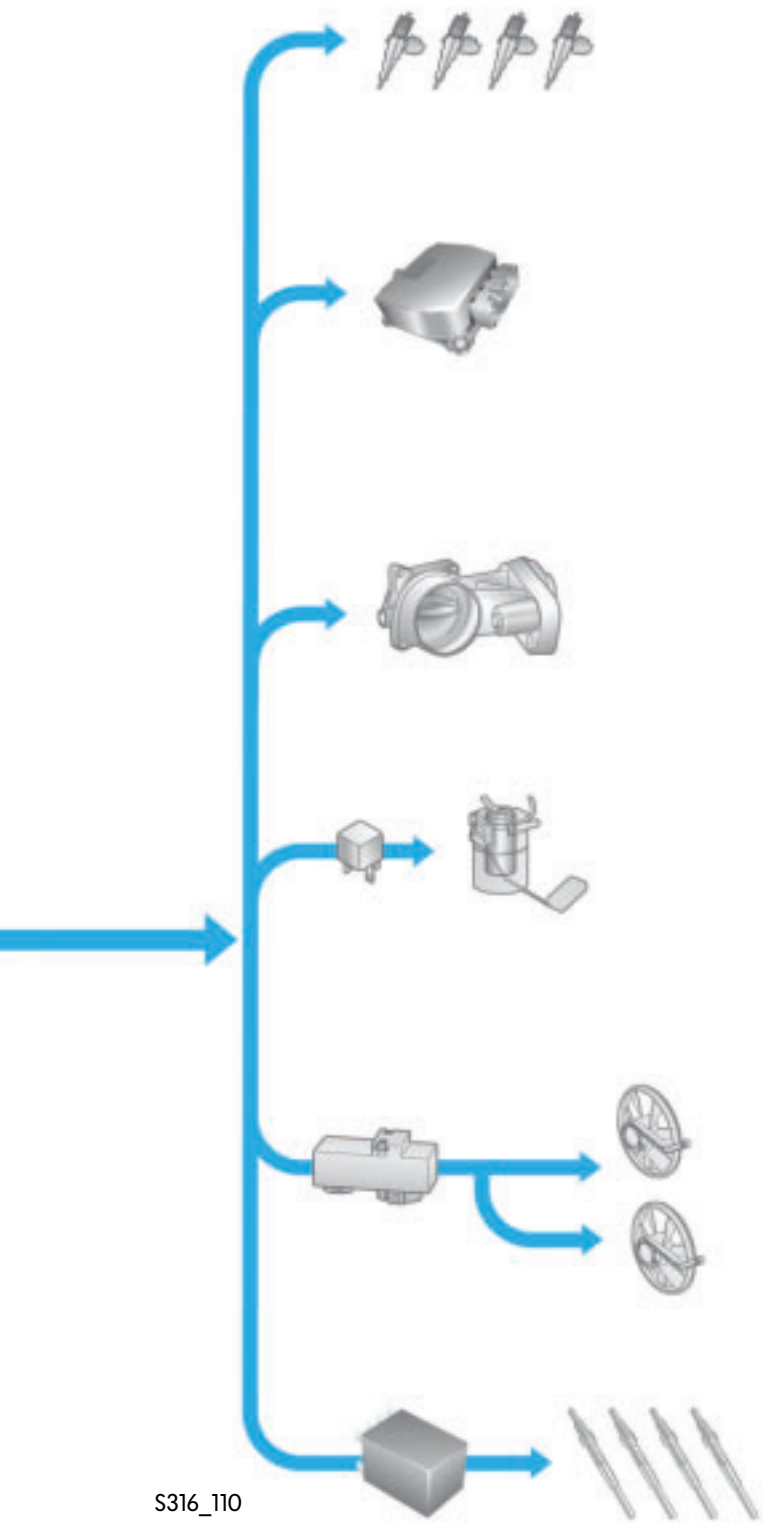
F Bremslichtschalter,
F47 Bremspedalschalter für GRA

G476 Geber für Kupplungsposition

G31 Geber für Ladedruck



Aktoren



S316_110

N240 Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 1,
N241 Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 2,
N242 Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 3,
N243 Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 4

Magnetventilblock mit:
N18 Ventil für Abgasrückführung
N345 Umschaltventil für Kühler, Abgasrückführung
N75 Magnetventil für Ladedruckbegrenzung

V157 Motor für Saugrohrklappe

J17 Kraftstoffpumpenrelais
G6 Kraftstoffpumpe,

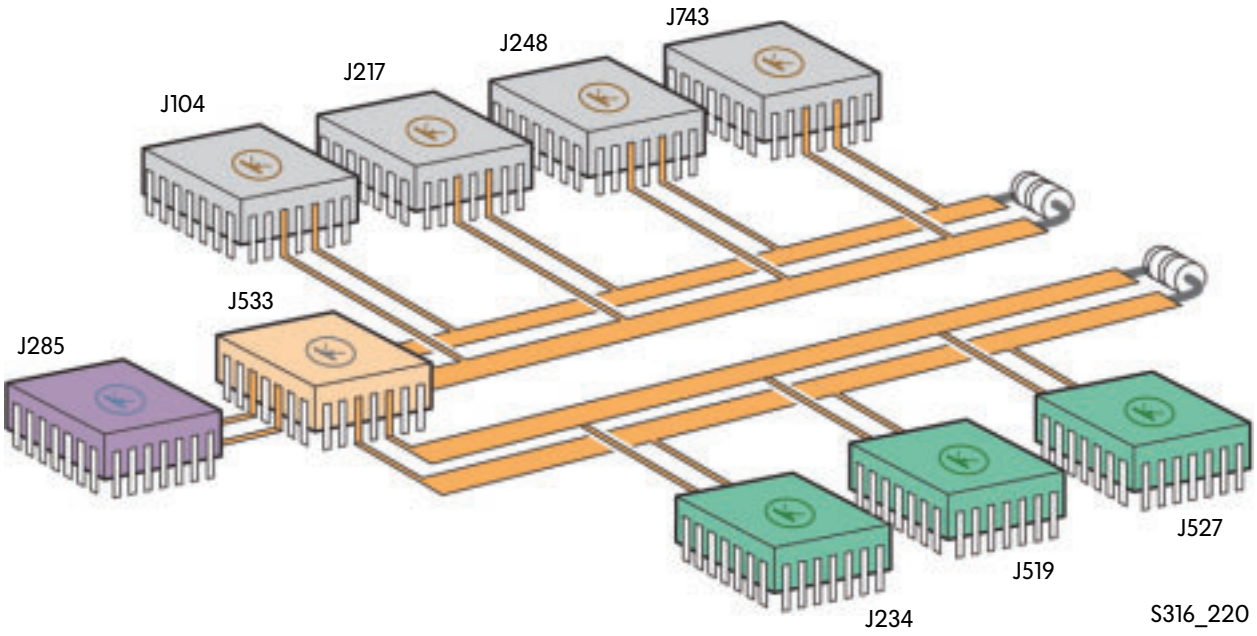
J293 Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel
V7 Lüfter für Kühlmittel
V35 Lüfter rechts für Kühlmittel

J370 Steuergerät für Glühkerzenansteuerung
Q10 Glühkerze 1,
Q11 Glühkerze 2,
Q12 Glühkerze 3,
Q13 Glühkerze 4,

Die Steuergeräte im CAN-Datenbus

Das unten dargestellte Schema zeigt die Einbindung des Steuergerätes für Dieseldirekteinspritzanlage J248 in die CAN-Datenbus-Struktur des Fahrzeuges.

Über den CAN-Datenbus werden Informationen zwischen den Steuergeräten übermittelt. Beispielsweise erhält das Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage das Geschwindigkeitssignal von dem Drehzahlfühler über das Steuergerät für ABS.



J104 Steuergerät für ABS mit ESP
J217 Steuergerät für automatisches Getriebe
J234 Steuergerät für Airbag
J248 Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
J285 Steuergerät mit Anzeigeeinheit im Schalttafeleinsatz
J519 Steuergerät für Bordnetz
J527 Steuergerät für Lenksäulenelektronik
J533 Diagnose-Interface für Datenbus
J743 Mechatronic für Direkt-Schalt-Getriebe

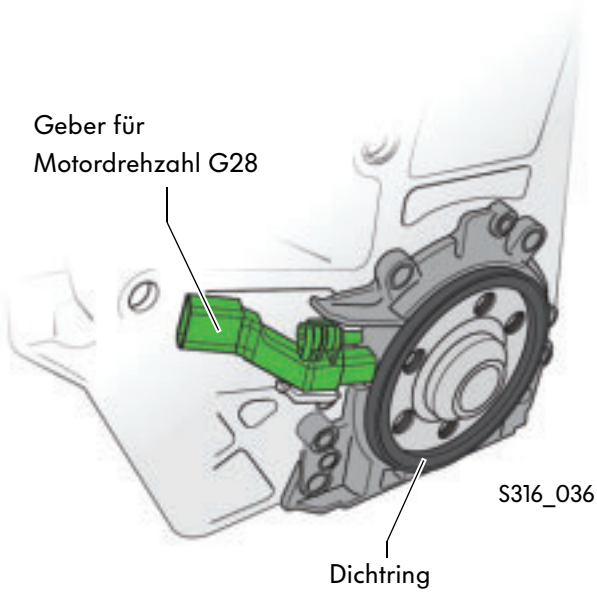
Farbcodierung/Legende

= CAN-Datenbus „Antrieb“

= CAN-Datenbus „Komfort“

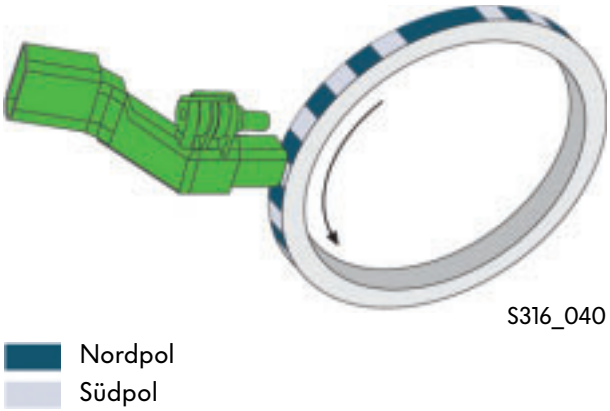
= CAN-Datenbus „Infotainment“

Der Geber für Motordrehzahl G28



Der Kurbelwellen-Dichtflansch auf der Schwungradseite ist mit dem Geberrad für Motordrehzahl kombiniert. Der Dichtring im Dichtflansch besteht aus Polytetrafluorethylen (PTFE).

Der Geber für Motordrehzahl ist ein Hallgeber. Er ist in dem Gehäuse des Kurbelwellendichtflansches festgeschraubt. Das Geberrad ist auf den Kurbelwellenflansch genau positioniert aufgepresst.



Das Geberrad besteht aus einem Stahlring, auf den eine Gummimischung aufgespritzt ist.
In dieser Gummimischung ist eine große Anzahl von Metallspänen enthalten, die abwechselnd zu Nord- und Südpolen magnetisiert sind.
Als Bezugsmarken für den Geber für Motordrehzahl befinden sich zwei breitere auf Nordpol magnetisierte Bereiche auf dem Geberrad.
Es ergibt sich somit ein 60-2-2 Geberrad.

Signalverwendung

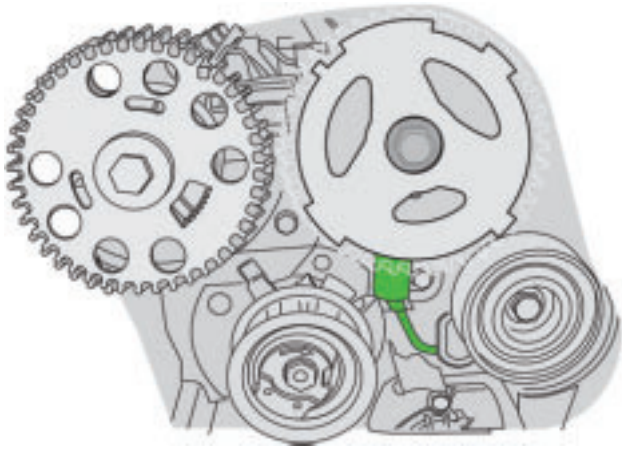
Durch das Signal des Gebers für Motordrehzahl wird die Drehzahl des Motors und die genaue Stellung der Kurbelwelle vom Motorsteuergerät erfasst. Mit diesen Informationen wird die Einspritzmenge und der Einspritzbeginn berechnet.

Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Gebers für Motordrehzahl läuft der Motor im Notlauf weiter. Die Drehzahl des Motors ist dabei auf 3200 1/min bis 3500 1/min begrenzt.

Der Hallgeber G40

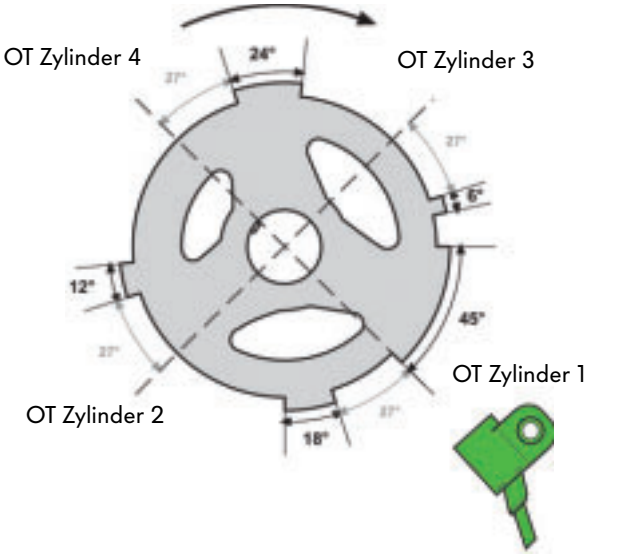
Der Hallgeber ist am Zylinderkopf unterhalb der Einlassnockenwelle angebracht. Er tastet ein Schnellstartgeberrad ab, mit dem die Stellung der Nockenwelle erkannt wird.



S316_044

Das Geberrad an der Nockenwelle ist neu gestaltet. In Verbindung mit dem Hallgeber G 40 (Nockenwelle) ergibt sich eine Notlauffunktion, die dem Motor auch bei Ausfall des Gebers für Motordrehzahl das Weiterlaufen ermöglicht.

Auf dem Umfang des Geberrades befinden sich 4 Segmente mit den Segmentbreiten 6°, 12°, 18° und 24° Nockenwellenwinkel für die Zylinderzuordnung. Ein weiteres Segment mit einer Länge von 45° Nockenwellenwinkel dient zur Zylinderzuordnung im Notlauf.



S316_046

Signalverwendung

Mit dem Signal des Hallgebers wird beim Motorstart die genaue Stellung der Nockenwelle zur Kurbelwelle erkannt. Zusammen mit dem Signal des Gebers für Motordrehzahl G28 wird bestimmt, welcher Zylinder sich im Zünd-OT befindet.

Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Signalausfall wird das Signal des Gebers für Motordrehzahl verwendet. Der Motorstart kann dabei etwas länger dauern, weil die Nockenwellenstellung und somit die Zylinder nicht sofort erkannt werden.

Die Notlauffunktion

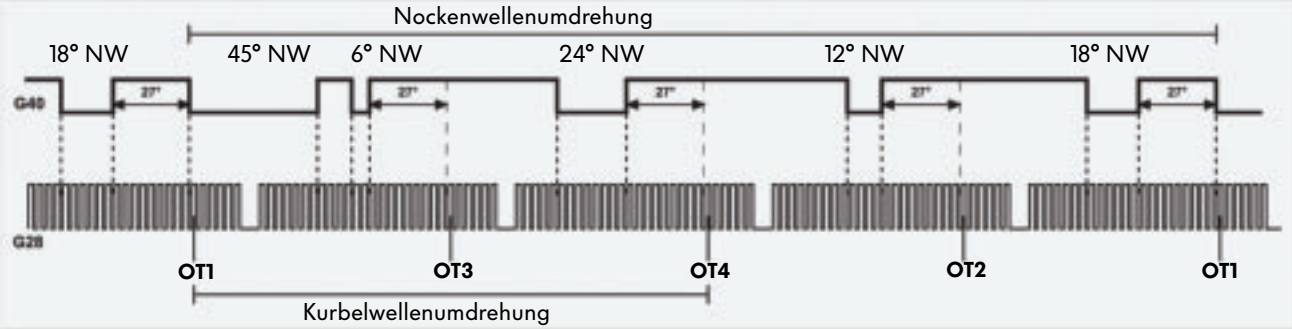
Im Gegensatz zu den bisherigen TDI-Motoren läuft dieser Motor bei Ausfall oder unplausiblen Signalen des Gebers für Motordrehzahl weiter.

Für die Notlauffunktion wertet das Motorsteuergerät nur die steigenden Flanken der Segmente des Hallgebersignals aus, da durch die beim Startvorgang verursachten Schwingungen zu viele Segmentflanken vom Motorsteuergerät erkannt werden und diese dabei nur schwer zuzuordnen sind. Zur Erkennung des OT Zylinder 3 dient das 45°-Segment als Bezugsmarke.

Im Notlauf:

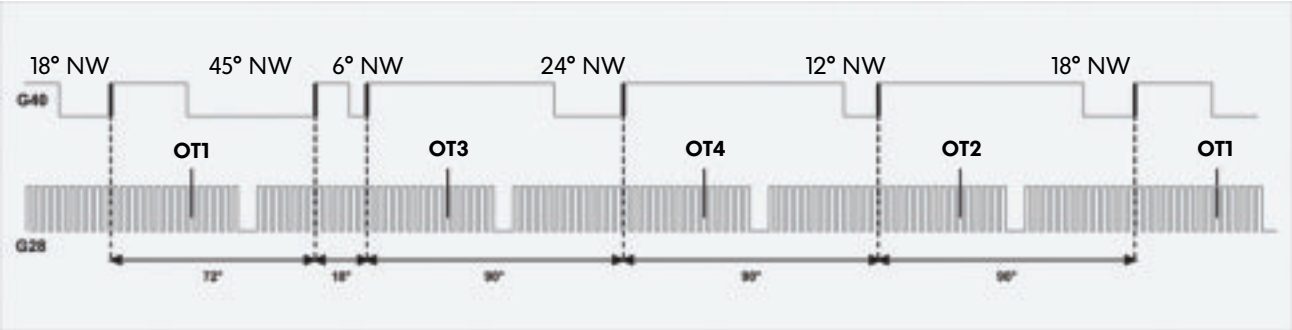
- wird die Drehzahl des Motors auf 3200 1/min bis 3500 1/min begrenzt,
- wird die Einspritzmenge begrenzt,
- wird mehr Zeit beim Startvorgang benötigt.

Signalbild des Hallgebers G40 (Nockenwelle) und des Gebers für Motordrehzahl G28 im Normalbetrieb



S316_048

Signalbild des Hallgebers G40 (Nockenwelle) und des Gebers für Motordrehzahl G28 im Notlauf



S316_050

Der Geber für Kupplungsposition G476

Der Geber für Kupplungsposition ist an den Geberzylinder angeclipst. Mit ihm wird erkannt, dass das Kupplungspedal betätigt ist.



S316_191

Kupplungspedal mit Geber für Kupplungsposition

Signalverwendung

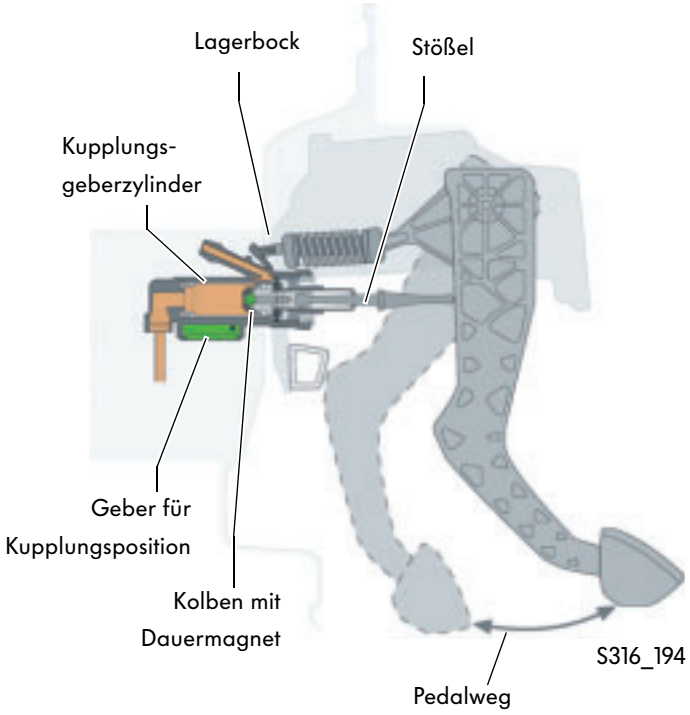
Bei betätigter Kupplung wird

- die Geschwindigkeits-Regelanlage abgeschaltet und
- die Einspritzmenge kurzzeitig reduziert und somit ein Motorruckeln beim Schaltvorgang verhindert.

Aufbau

Der Geberzylinder ist über eine Bajonettverbindung am Lagerbock befestigt.

Beim Betätigen des Kupplungspedals verschiebt der Stößel den Kolben im Geberzylinder.

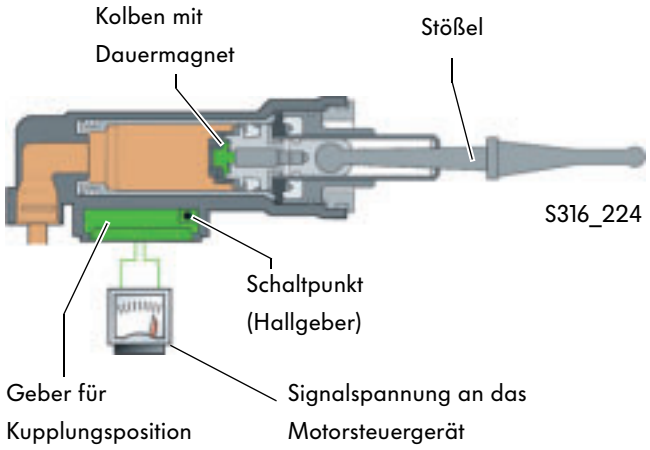


S316_194

So funktioniert es

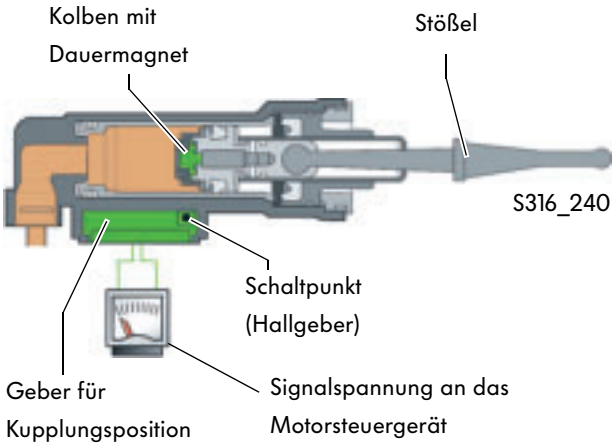
Kupplungspedal nicht betätigt

Bei unbetätigtem Kupplungspedal sind der Stößel und der Kolben in der Ruhestellung. Die Auswerteelektronik im Geber für Kupplungsposition sendet eine Signalspannung an das Motorsteuergerät, die 2 Volt unter der Versorgungsspannung (Batteriespannung) liegt. Das Motorsteuergerät erkennt daran, dass das Kupplungspedal nicht betätigt ist.



Kupplungspedal betätigt

Bei betätigtem Kupplungspedal wird der Stößel zusammen mit dem Kolben in Richtung Geber für Kupplungsposition verschoben. Am vorderen Ende des Kolbens ist ein Dauermagnet. Sowie der Dauermagnet den Schaltpunkt des Hallgebers überfährt, sendet die Auswerteelektronik nur noch eine Signalspannung von 0 bis 2 Volt an das Motorsteuergerät. Daran erkennt es, dass das Kupplungspedal betätigt ist.



Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Gebers für Kupplungsposition hat die Geschwindigkeits-Regelanlage keine Funktion und beim Schaltvorgang kann es zum Motorruckeln kommen.

Die Geber für Gaspedalstellung G79 und G185

Die beiden Geber für Gaspedalstellung sind Bestandteil des Gaspedalmoduls und funktionieren berührungslos als Induktivgeber.

Vorteile

- kein Verschleiß, weil die Geber berührungslos funktionieren
- keine Grundeinstellung für den Kick-Down erforderlich, weil er Bestandteil des Gaspedalmoduls ist und dadurch keine Toleranzen zwischen dem Gaspedal und der Karosserie entstehen



S316_193

Gaspedal mit den Gebern für Gaspedalstellung

Signalverwendung

Das Motorsteuergerät verwendet die Signale der Geber für Gaspedalstellung zur Berechnung der Einspritzmenge.

Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall eines oder beider Geber erfolgt ein Eintrag in den Fehlerspeicher und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung wird eingeschaltet.
Die Komfortfunktionen, zum Beispiel die Geschwindigkeits-Regelanlage oder die Motor-Schlepp-momenten-Regelung werden abgeschaltet.

Bei Ausfall eines Gebers

steuert das System zunächst in den Leerlauf. Wenn der zweite Geber innerhalb einer bestimmten Prüffrist in der Leerlaufstellung erkannt wird, wird der Fahrbetrieb wieder ermöglicht.

Bei gewünschter Volllast wird die Drehzahl nur langsam erhöht.

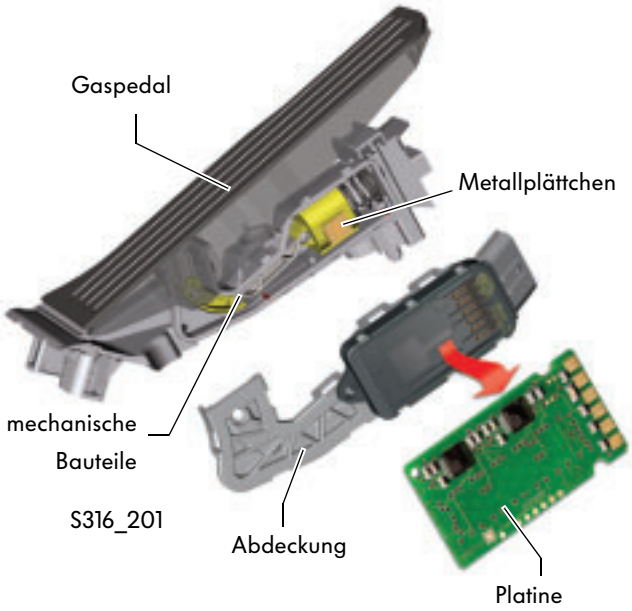
Bei Ausfall beider Geber

läuft der Motor nur noch mit erhöhter Leerlauf-drehzahl (maximal 1500 1/min) und reagiert nicht mehr auf das Gaspedal.

Aufbau

Das Gaspedalmodul besteht aus dem Gaspedal, dem Pedalanschlag, den mechanischen Bauteilen zur Umwandlung der Bewegungsrichtung und den beiden Gebern für Gaspedalstellung G79 und G185.

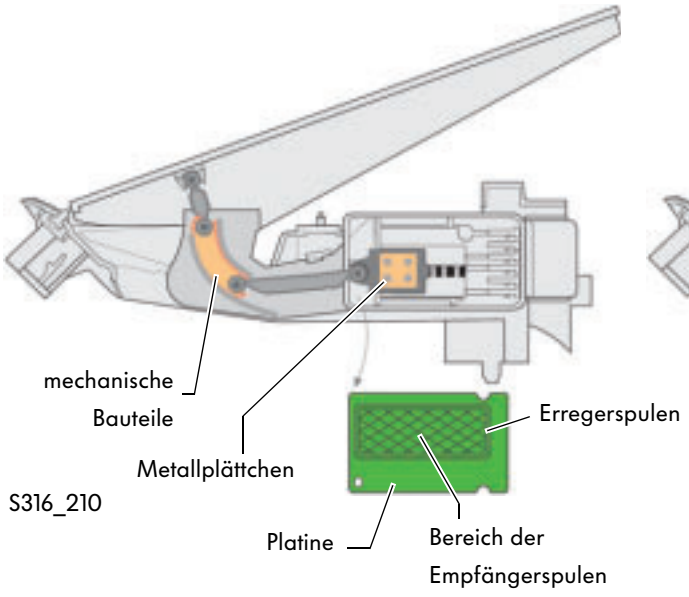
Die Geber sind Bestandteil einer Platine und bestehen jeweils aus einer Erregerspule, drei Empfängerspulen sowie einer Steuer- und einer Auswerteelektronik. Aus Sicherheitsgründen funktionieren beide Geber unabhängig voneinander.



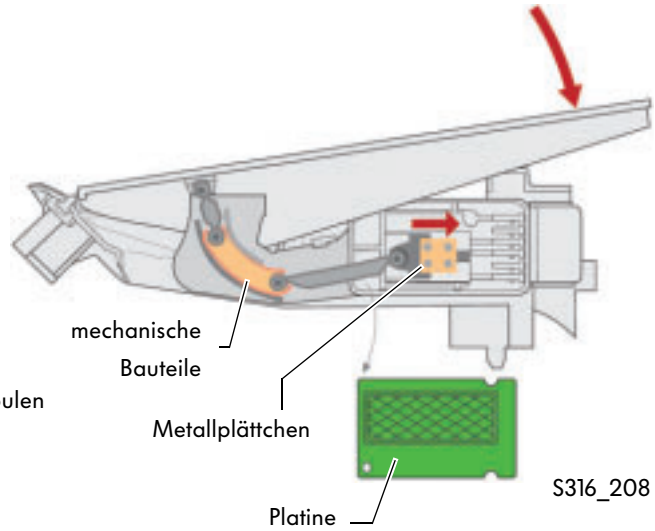
Die mechanischen Bauteile des Gaspedalmoduls wandeln die Winkelbewegung des Gaspedals in eine geradlinige Bewegung um.

Ein Metallplättchen ist so angebracht, dass es beim Betätigen des Gaspedals mit geringem Abstand zur Platine geradlinig entlang fährt.

Gaspedal nicht betätigt



Gaspedal betätigt

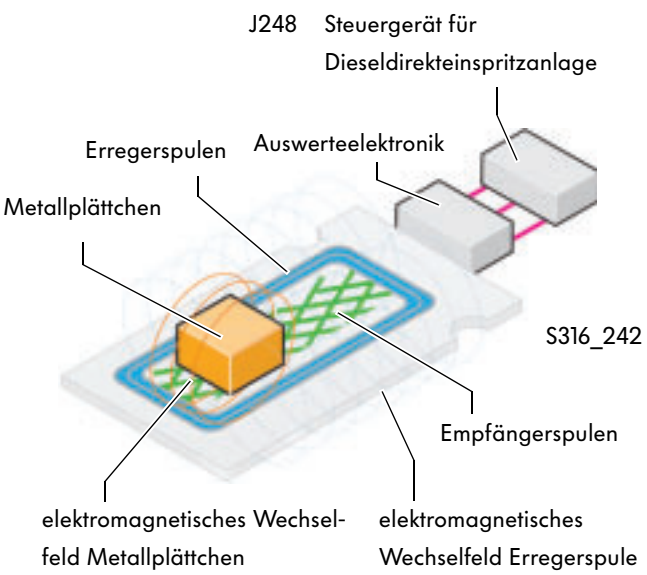


Motormanagement

So funktioniert es

Die mit 5Volt versorgte Pedalelektronik erzeugt eine hochfrequente Wechselspannung, wodurch um die Erregerspule ein elektromagnetisches Wechselfeld entsteht. Dieses elektromagnetische Wechselfeld wirkt auf ein bewegliches Metallplättchen. Dabei entsteht ein weiteres elektromagnetisches Wechselfeld um das Plättchen herum.

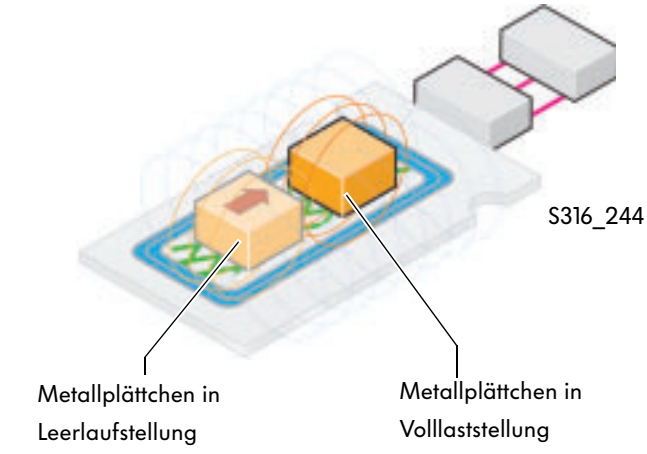
Dieses ortsabhängige Wechselfeld wirkt auf die Empfängerspulen und induziert dort ein entsprechendes Wechselsignal.



Wie groß die induzierte Wechselspannung ist, hängt maßgeblich von der Stellung des Metallplättchens ab. Je nach Stellung kommt es zu einer unterschiedlichen Überdeckung des Metallplättchens zu den Empfängerspulen.

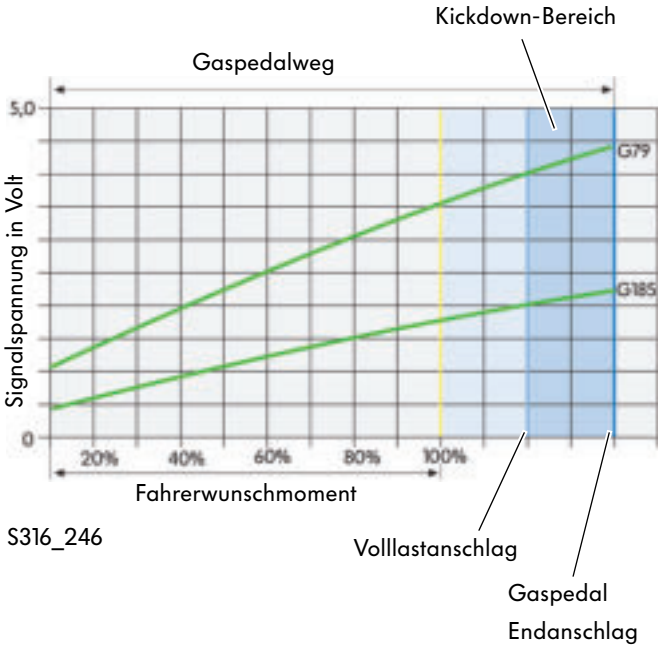
In der Stellung Leerlauf ist die Überdeckung am geringsten und damit auch die induzierte Wechselspannung.

In der Stellung Volllast beziehungsweise Kick-Down beim Automatikgetriebe ist die Überdeckung am größten und somit auch die induzierte Wechselspannung.



Auswertung

Die Auswerteelektronik richtet die Wechselspannungen der drei Empfängerspulen gleich, verstärkt sie und setzt die Ausgangsspannungen der drei Empfängerspulen zueinander ins Verhältnis. Nach der Spannungsauswertung wird das Ergebnis in ein lineares Spannungssignal umgewandelt und an das Motorsteuergerät gesendet.

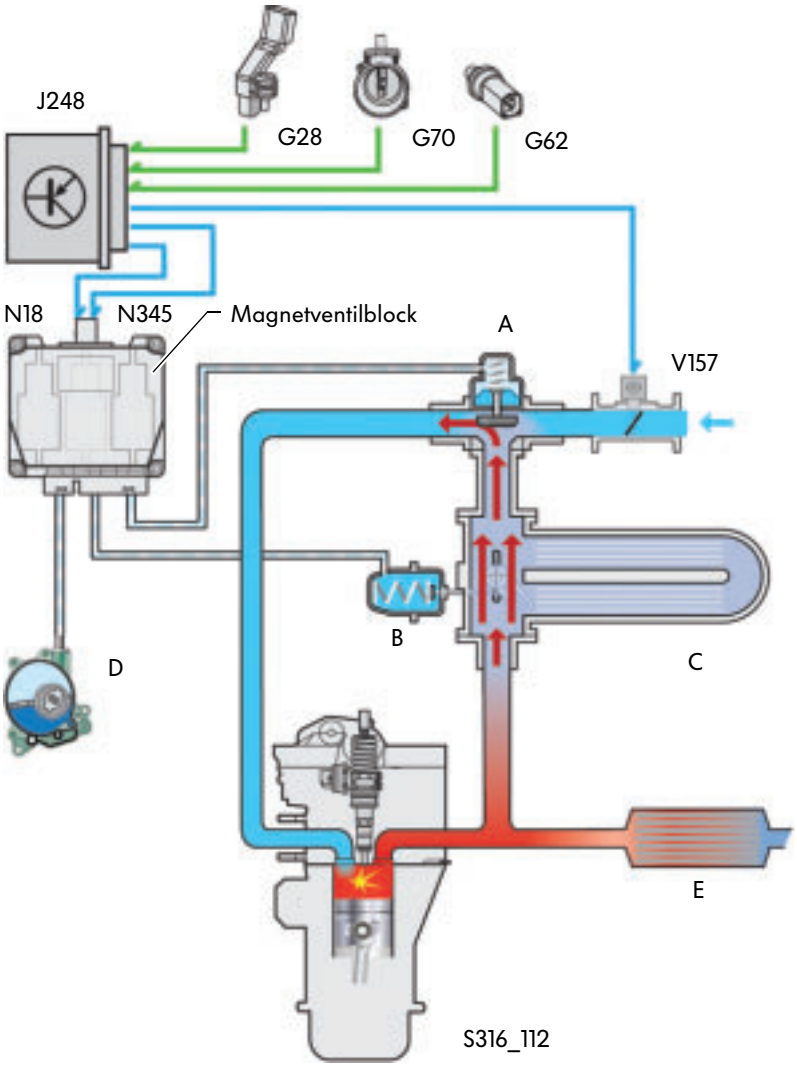


Das Abgasrückführungssystem

Bei der Abgasrückführung wird ein Teil der Abgase zur Ansaugseite zurückgeführt und erneut in den Brennraum eingeleitet. Da die Abgase sehr wenig Sauerstoff enthalten, wird die Verbrennungs-Spitzentemperatur und damit auch der Verbrennungshöchstdruck gesenkt. Dies hat eine Verringerung der Emission an Stickoxiden zur Folge.

Die Menge der dem Brennraum zugeführten Abgasmenge ist abhängig von:

- der Motordrehzahl,
- der Einspritzmenge,
- der angesaugten Luftmasse,
- der Ansaugluftttemperatur und
- dem Luftdruck.

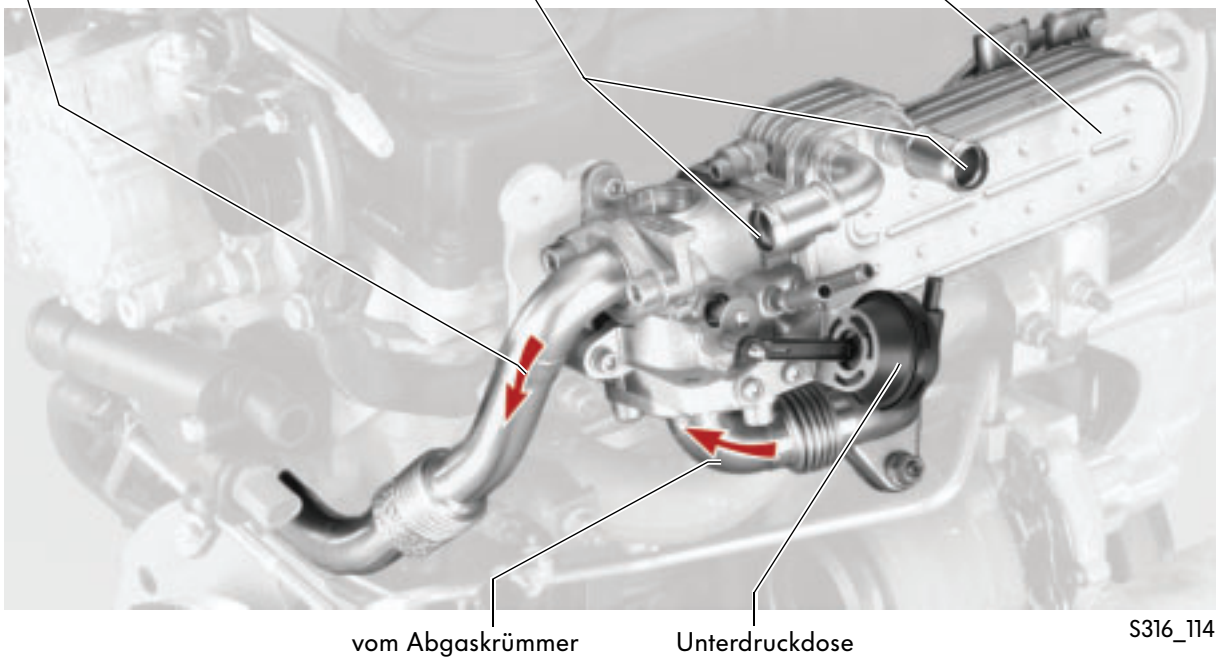


G28	Geber für Motordrehzahl
G62	Geber für Kühlmitteltemperatur
G70	Luftmassenmesser
J248	Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
N18	Ventil für Abgasrückführung
N345	Umschaltventil für Kühler, Abgasrückführung
V157	Motor für Saugrohrklappe
A	Abgasrückführungsventil
B	Unterdruckdose
C	Kühler für Abgasrückführung
D	Vakuumpumpe
E	Katalysator

Die Abgasrückführung wird durch ein Kennfeld im Motorsteuergerät beeinflusst.

Schaltbarer Kühler für Abgasrückführung

Der 2,0 l/103 kW TDI-Motor hat einen schaltbaren Kühler für Abgasrückführung.



Funktionsprinzip der Abgaskühlung

Durch die Kühlung der zurückgeführten Abgase wird die Verbrennungstemperatur gesenkt und es kann eine größere Masse von Abgasen rückgeführt werden. Dadurch entstehen weniger Stickoxide.

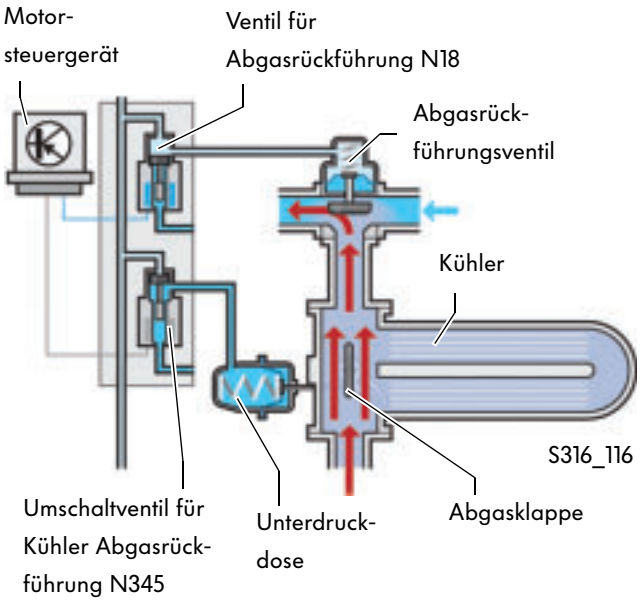
Es wird ein schaltbarer Kühler für Abgasrückführung eingesetzt, damit der Motor und der Katalysator schnell ihre Betriebstemperatur erreichen. Erst nach Erreichen der Betriebstemperatur wird das zurückgeführte Abgas gekühlt.

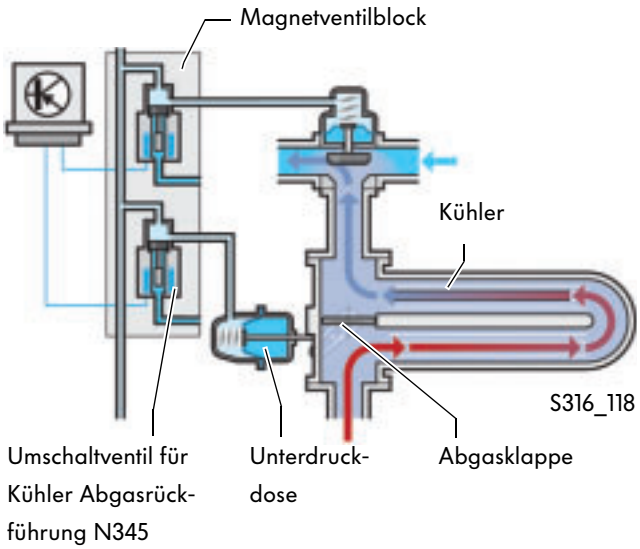
Abgaskühlung ausgeschaltet

Bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 50°C bleibt die Abgasklappe geöffnet und das Abgas wird am Kühler vorbei geleitet.
Dadurch erreichen der Katalysator und der Motor innerhalb kurzer Zeit ihre jeweilige Betriebstemperatur. Die Kohlenwasserstoff-, Kohlenmonoxid- und Partikel-Emissionen werden reduziert.

Abgaskühlung eingeschaltet

Ab einer Kühlmitteltemperatur von 50°C wird die Abgasklappe vom Umschaltventil geschlossen. Jetzt strömt das rückgeführte Abgas durch den Kühler. Dabei werden die Stickoxide weiter reduziert.





Motormanagement

Die Vorglühanlage

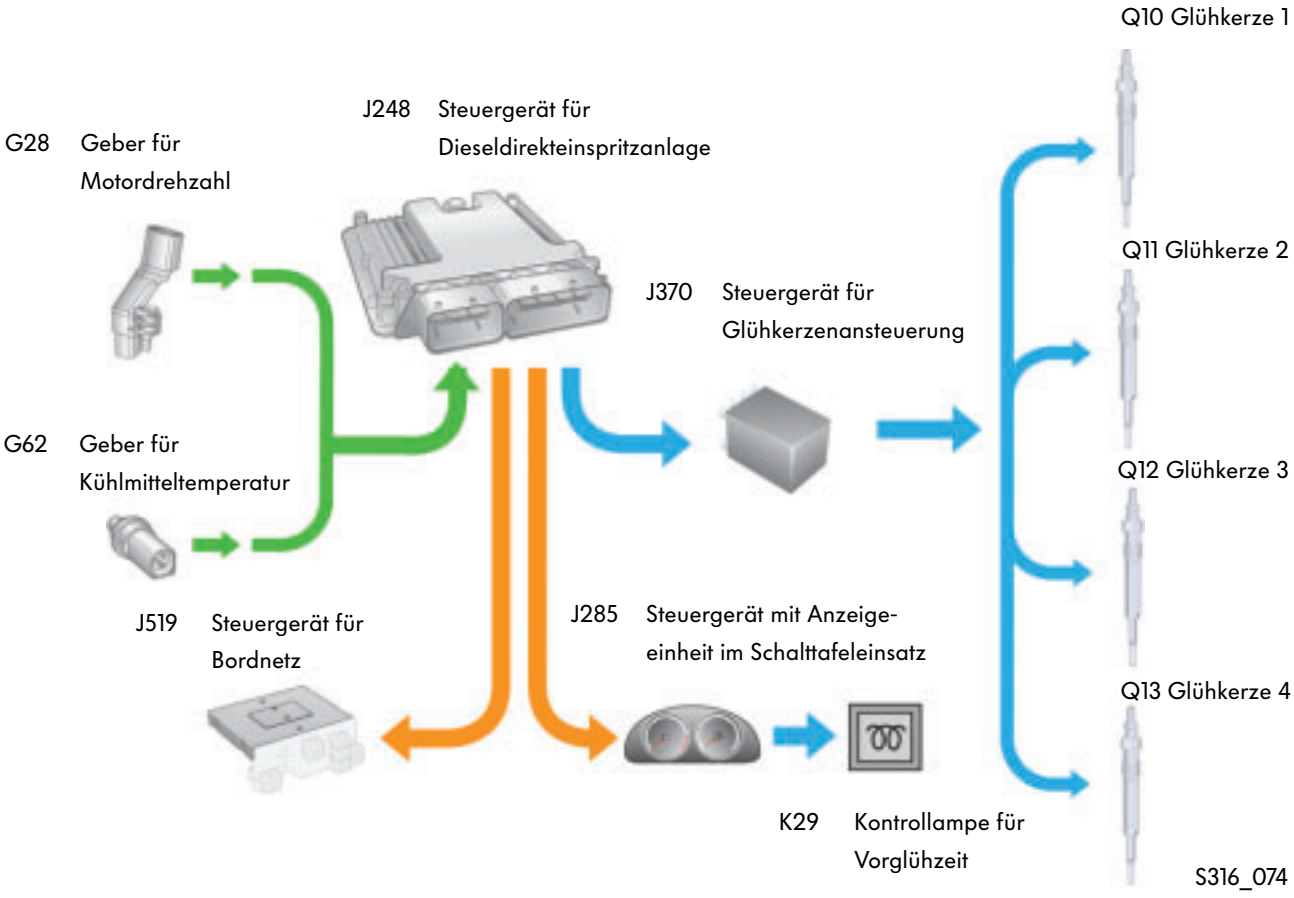
Bei dem 2,0l/103kW TDI Motor setzt ein neues Glühsystem ein.

Das neue Glühsystem ist ein Dieselschnellstart-system. Es ermöglicht praktisch unter allen klimatischen Bedingungen einen "ottomotorischen" Sofortstart ohne langes Vorglühen.
In Verbindung mit der 6-Loch-Einspritzdüse, die einen speziellen als „Zündstrahl“ ausgeführten Einspritzstrahl hat, bietet das neue Glühsystem hervorragende Kaltstart- und Kaltlaufeigenschaften.

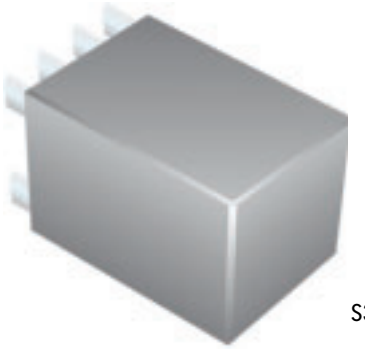
Die Vorteile des neuen Glühsystems sind:

- Sicherer Start bei Temperaturen bis minus 24°C.
- Extrem schnelle Aufheizzeit. Innerhalb von 2 Sekunden werden 1000°C an der Glühkerze erreicht.
- Steuerbare Temperatur für Vor- und Nachglühen.
- Eigendiagnosefähig.
- Euro-On-Board-Diagnosefähig

Systemübersicht



Steuergerät für Glühkerzenansteuerung J370



S316_218

Das Steuergerät für Glühkerzenansteuerung erhält die Information zur Glühfunktion von dem Motorsteuergerät. Der Glühzeitpunkt, die Glühdauer, die Ansteuerfrequenz und das Tastverhältnis für die Glühkerzen werden somit vom Motorsteuergerät bestimmt.

Die Funktionen des Steuergerätes für Glühzeitautomatik sind:

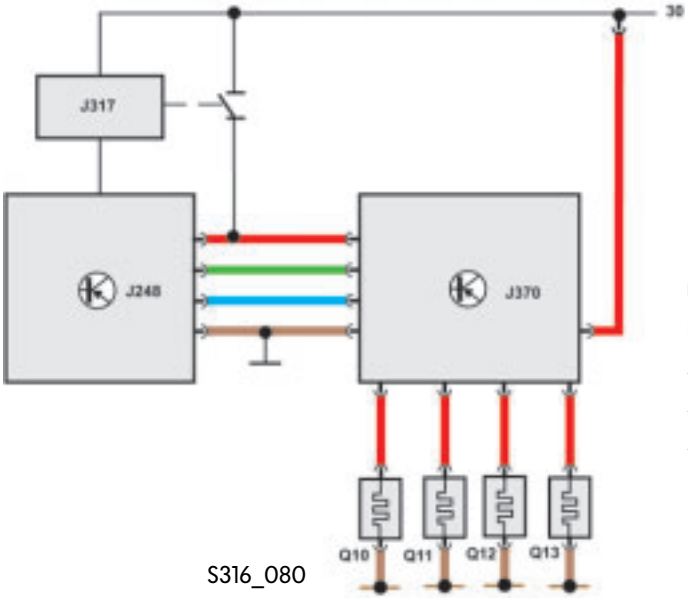
1. Schalten der Glühkerzen mit einem PWM-Signal (PWM=pulsweitenmoduliert),

   - PWM-Low-Pegel = Glühkerze bestromt
   - PWM-High-Pegel = Glühkerze stromlos

2. Integrierte Überspannungs- und Übertemperaturabschaltung,

3. Einzelkerzenüberwachung

   - Erkennung von Überstrom und Kurzschluss im Glühkreis
   - Überstromabschaltung des Glühkreises
   - Diagnose der Glühelektronik
   - Erkennung eines offenen Glühkreises bei Ausfall einer Glühkerze



S316_080

= Steuersignal vom Motorsteuergerät
= Diagnosesignal zum Motorsteuergerät
J317 = Relais für Spannungsversorgung
J248 = Motorsteuergerät
J370 = Steuergerät für Glühkerzenansteuerung
Q10-Q13 = Glühstiftkerze

Motormanagement

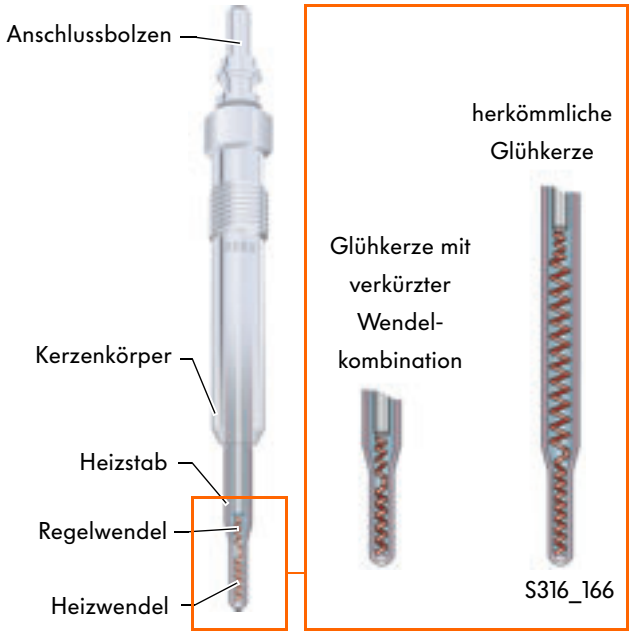
Glühkerzen

Die Glühkerze ist eine Komponente zur Kaltstartunterstützung. Durch elektrische erzeugte und in den Brennraum eingebrachte Wärmeenergie schafft sie ideale Zündbedingungen für den eingespritzten Kraftstoff.

Aufgrund der 4-Ventiltechnik sind die Platzverhältnisse für die Glühkerze sehr begrenzt. Deshalb haben die Glühkerzen eine schlanke Bauform.

Die Glühkerze besteht aus Kerzenkörper, Heizstab mit Heiz- und Regelwendel sowie Anschlussbolzen.

Die Glühkerzen haben eine Nennspannung von 4,4 Volt. Im Vergleich zu den herkömmlichen selbstregelnden Metallglühkerzen ist die Wendelkombination aus Regelwendel und Heizwendel auf etwa ein Drittel verkürzt. Dadurch ist es gelungen, die Glühzeit auf 2 Sekunden zu verkürzen.

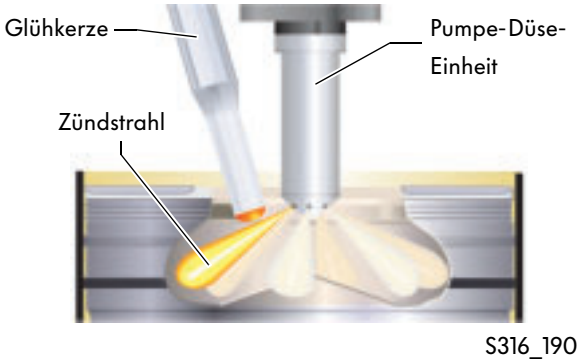


S316_037


Die Glühkerzen niemals mit 12 Volt auf Funktion überprüfen, da sonst die Glühkerze schmilzt!

Funktionsprinzip des „Zündstrahls“

Der 2,0 l TDI-Motor hat eine 6-Loch-Einspritzdüse. Eines der Spritzlöcher ist so ausgeführt, dass sich ein „Zündstrahl“ mit optimalem Abstand zur Glühkerze ergibt. Durch diesen „Zündstrahl“ werden die Kaltstart- und Kaltlaufeigenschaften des Motors verbessert.



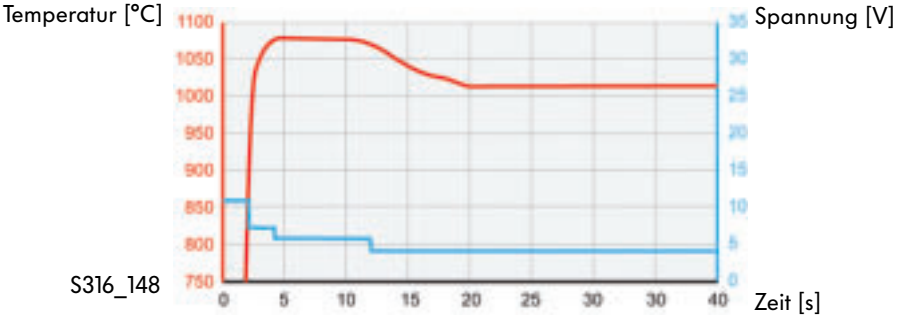
S316_190

Vorglühen

Nach Einschalten der Zündung wird bei einer Temperatur unter 14°C die Vorglühanlage eingeschaltet.

Dazu sendet das Motorsteuergerät ein PWM-Signal an das Steuergerät für Glühkerzenansteuerung. Die Glühkerzen werden daraufhin vom Steuergerät für Glühkerzenansteuerung ebenfalls mit einem PWM-Signal angesteuert.

In der ersten Phase des Vorglühens werden die Glühkerzen für maximal 2 Sekunden mit einer Spannung von ca. 11 Volt betrieben. Danach werden die Glühkerzen vom Steuergerät für Glühkerzenansteuerung mit der für den jeweiligen Betriebszustand notwendigen Spannung versorgt.



S316_148

Nachglühen

Nach jedem Motorstart wird nachgeglüht, um die Verbrennungsgeräusche zu vermindern und die Kohlenwasserstoff-Emissionen zu reduzieren.

Die Ansteuerung der Glühkerzen wird last- und drehzahlabhängig vom Motorsteuergerät korrigiert.

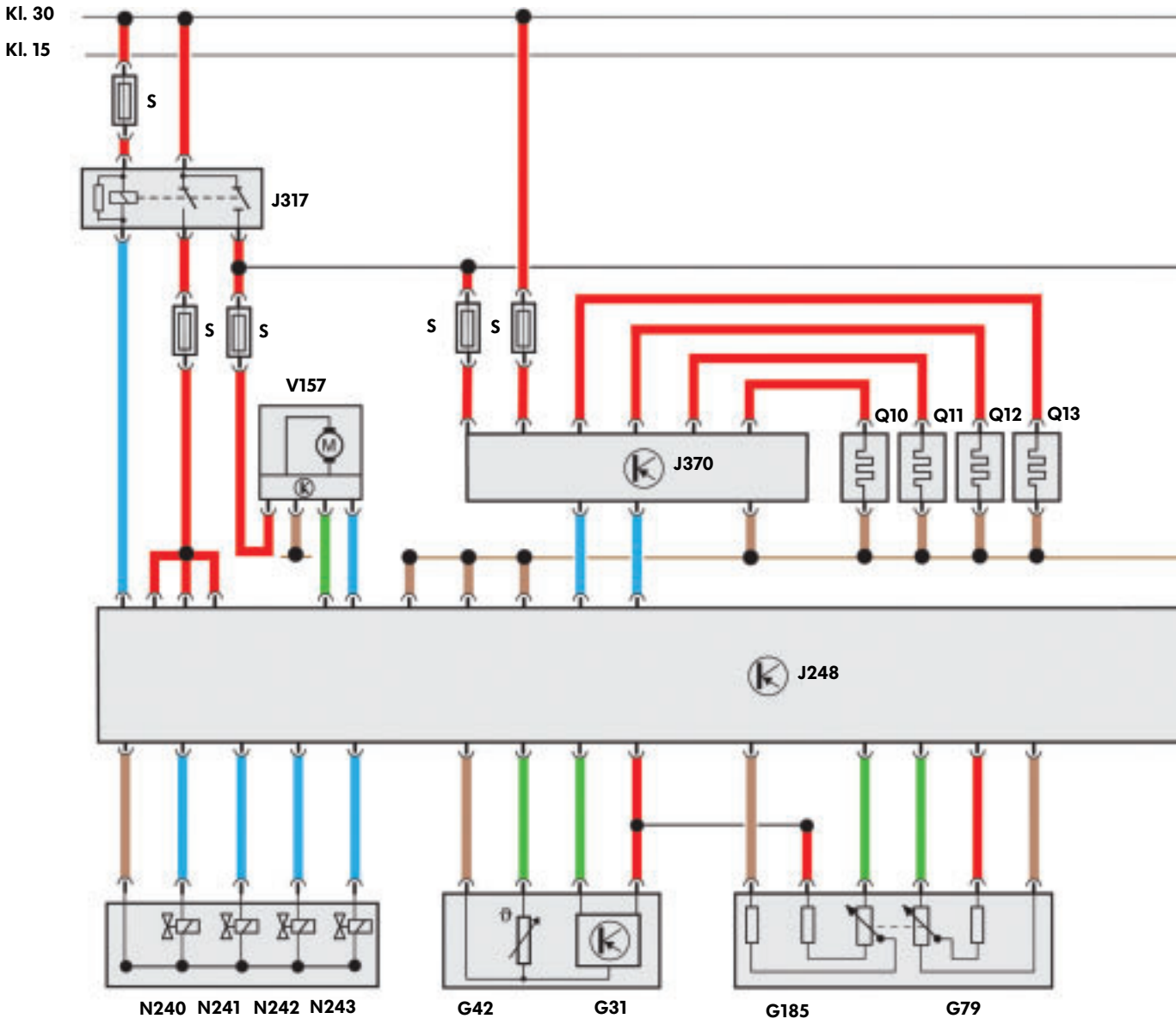
Bei laufendem Motor kühlt die Glühkerze durch die Luftbewegung beim Ladungswechsel ab. Außerdem nimmt die Temperatur der Glühkerze mit zunehmender Drehzahl bei konstanter Glühkerzenspannung ab.

Um diese Abkühleffekte auszugleichen, wird die Spannung nach einem Kennfeld aus Last- und Drehzahl vom Motorsteuergerät erhöht.



Ab einer Kühlmitteltemperatur von 20° C wird nicht mehr nachgeglüht. Nach max. 3 Minuten wird das Nachglühen abgebrochen.

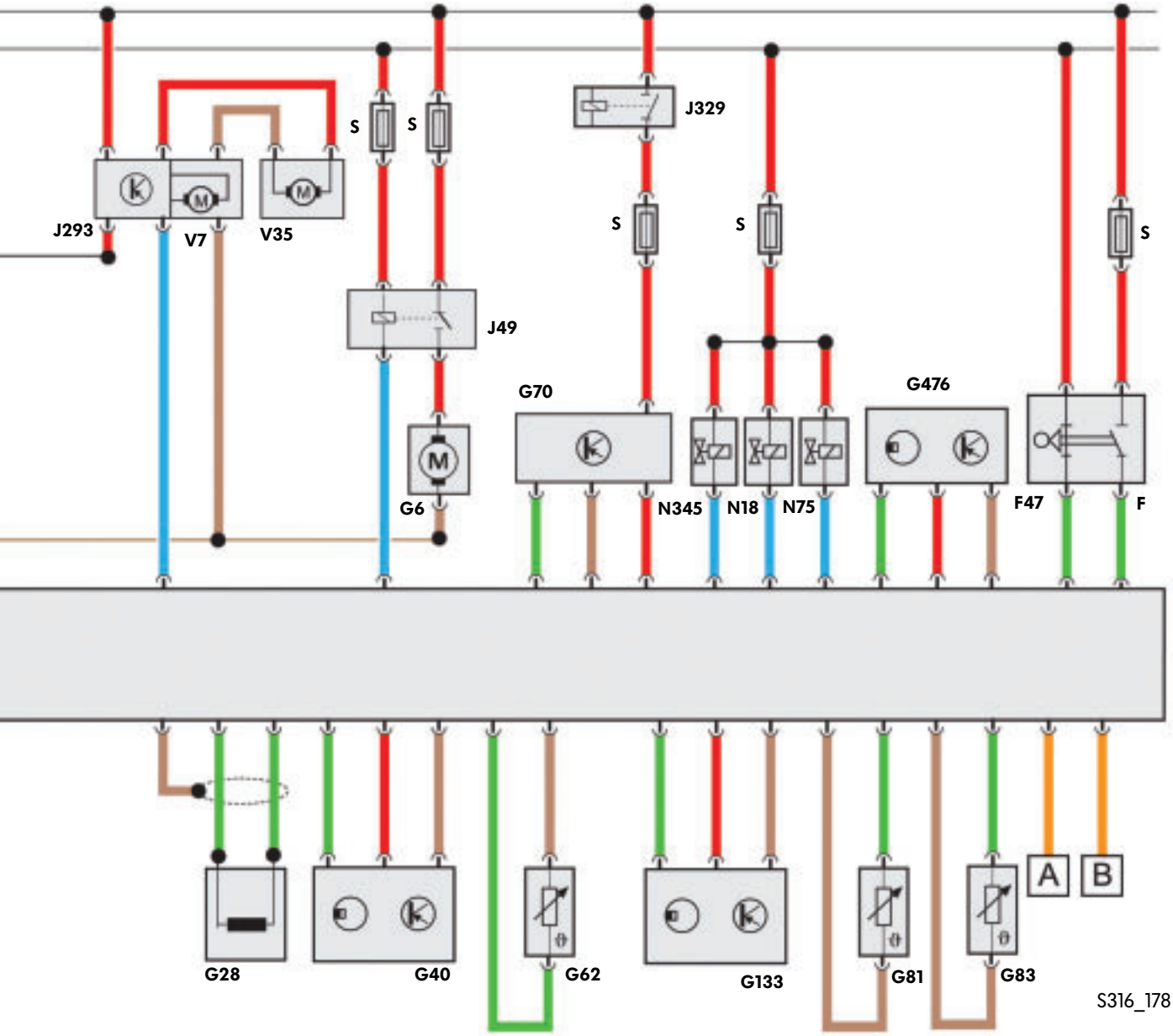
Funktionsplan



G31	Geber für Ladedruck
G42	Geber für Ansauglufttemperatur
G79	Geber für Gaspedalstellung
G185	Geber -2- für Gaspedalstellung
J370	Steuergerät für Glühkerzenansteuerung
J248	Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
J317	Relais für Spannungsversorgung Kl.30
N240	Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 1
N241	Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 2
N242	Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 3
N243	Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 4
Q10	Glühkerze 1
Q11	Glühkerze 2
Q12	Glühkerze 3
Q13	Glühkerze 4
S	Sicherung
V157	Motor für Saugrohrklappe

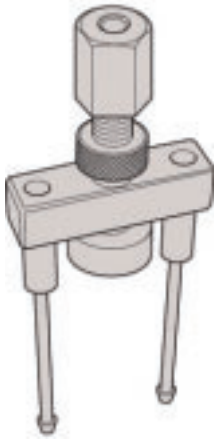
Farbcodierung/Legende

- = Eingangssignal
- = Ausgangssignal
- = Plus
- = Masse
- = CAN-Datenbus



A	- CAN-Datenbus-Low
B	- CAN-Datenbus-High
F	Bremslichtschalter
F47	Bremspedalschalter für GRA
G6	Kraftstoffpumpe
G28	Geber für Motordrehzahl
G70	Luftmassenmesser
G40	Hallgeber
G62	Geber für Kühlmitteltemperatur
G81	Geber für Kraftstofftempertur
G83	Geber für Kühlmitteltemperatur, Kühlerausgang
G133	Geber für Kraftstoffzusammensetzung
G476	Geber für Kupplungsposition
J49	Relais für elektrische Kraftstoffpumpe II
J293	Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel
J329	Relais für Spannungsversorgung Kl.15
N18	Ventil für Abgasrückführung
N75	Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
N345	Umschaltventil für Kühler, Abgasrückführung
V7	Lüfter für Kühlmittel
V35	Lüfter rechts für Kühlmittel

Neue Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10163 Auszieher	 S316_066	Zum Ausbau der Pumpe-Düse-Elemente in Verbindung mit dem Schlaghammer T10133/3
T10164/1 Montagehülse	 S316_068	Zum Aus- und Einbau der O-Ringe
T10164/2 Montagehülse	 S316_070	Zum Aus- und Einbau der O-Ringe
T10134 Montage-vorrichtung	 S316_102	Zum Einbau des Dichtflansches mit Geberrad

Prüfen Sie Ihr Wissen

1. Der Lagerrahmen des 2,0 l TDI-Motors

☐ a) besteht aus zwei Bauteilen: dem Lagerrahmen-Oberteil und dem -Unterteil. Beide bestehen aus einer übereutektischen Aluminium- Silizium-Legierung.

☐ b) ist ein kompaktes Druckgussteil aus Aluminium.

☐ c) wird aus Vergütungsstahl im Gesenkschmiedeverfahren hergestellt.

2. Welche konstruktiven Merkmale im Zylinderkopf bewirken eine optimale Gemischbildung im Zylinder?

☐ a) Die symmetrische Anordnung zweier Ein- und zweier Auslassventile, die senkrecht stehende, zentral angeordnete Pumpe-Düse-Einheit direkt über der mittig angeordneten Brennraummulde bewirken eine gute Gemischbildung.

☐ b) Der Ventilstern der Gaswechselkanäle wurde um 45° zur Motorlängsachse gedreht. Dadurch werden optimale Strömungsverhältnisse und eine gute Gemischbildung erreicht.

☐ c) Das Zusammenwirken der schräg in den Verbrennungsraum ragenden Einspritzdüse und der Dreiventiltechnik (mit zwei Einlassventilen und einem Auslassventil, wobei die Einlasskanäle als Drallkanal geformt sind) fördert das intensive Vermischen von Luft und eingespritztem Kraftstoff.

3. Die Befestigung der Pumpe-Düse-Einheit erfolgt:

☐ a) mit zwei Schrauben.

☐ b) mit Spannklötzen.

☐ c) mit dem Verschraubungskonzept „Schraube in Schraube“.

☐ d) mit einem Spannklotz und einer Schraube.

Prüfen Sie Ihr Wissen

4. Der 2,0 l/103 kW TDI-Motor hat einen schaltbaren Kühler für Abgasrückführung. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

☐ a) Ab einer Kühlmitteltemperatur von 50°C strömt das rückgeführte Abgas durch den schaltbaren Kühler für Abgasrückführung. Die Verbrennungstemperatur wird gesenkt und es kann eine größere Masse von Abgasen rückgeführt werden. Dabei werden die Stickoxide reduziert.

☐ b) Der Abgasstrom wird zu zwei Drittel zur Außenseite und zu einem Drittel zur Innenseite des Abgaskühlers geführt. Dieses Prinzip ermöglicht eine besonders gleichmäßige Kühlung des Abgases.

☐ c) Bis zu einer Kühlmitteltemperatur von 50°C wird das Abgas am Kühler vorbei geleitet. Dadurch erreichen der Katalysator und der Motor innerhalb kurzer Zeit ihre jeweilige Betriebstemperatur.
Die Kohlenwasserstoff-, Kohlenmonoxid- und Partikel-Emissionen werden reduziert.

5. Welche Einspritzdüsen kommen beim 2,0 l/103 kW TDI-Motor zum Einsatz?

☐ a) 7-Loch-Einspritzdüsen.

☐ b) 5-Loch-Einspritzdüsen.

☐ c) 6-Loch-Einspritzdüsen.

6. Welche Eigenschaften hat die Vorglühanlage des 2,0 l / 100kW TDI-Motors?

☐ a) Extrem schnelle Aufheizzeit. Innerhalb von 2 Sekunden werden 1000°C an der Glühkerze erreicht.

☐ b) Es wird bei jedem Motorstart vorgeglüht.

☐ c) Die Glühkerzen arbeiten gleichzeitig als Zündkerzen.

Lösungen

1.) b

2.) a, b

3.) a

4.) a, c

5.) c

6.) a

316



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg, VK-36 Service Training
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten
000.2811.37.00 Technischer Stand 08/03

❀ Dieses Papier wurde aus chlorfrei
gebleichtem Zellstoff hergestellt.