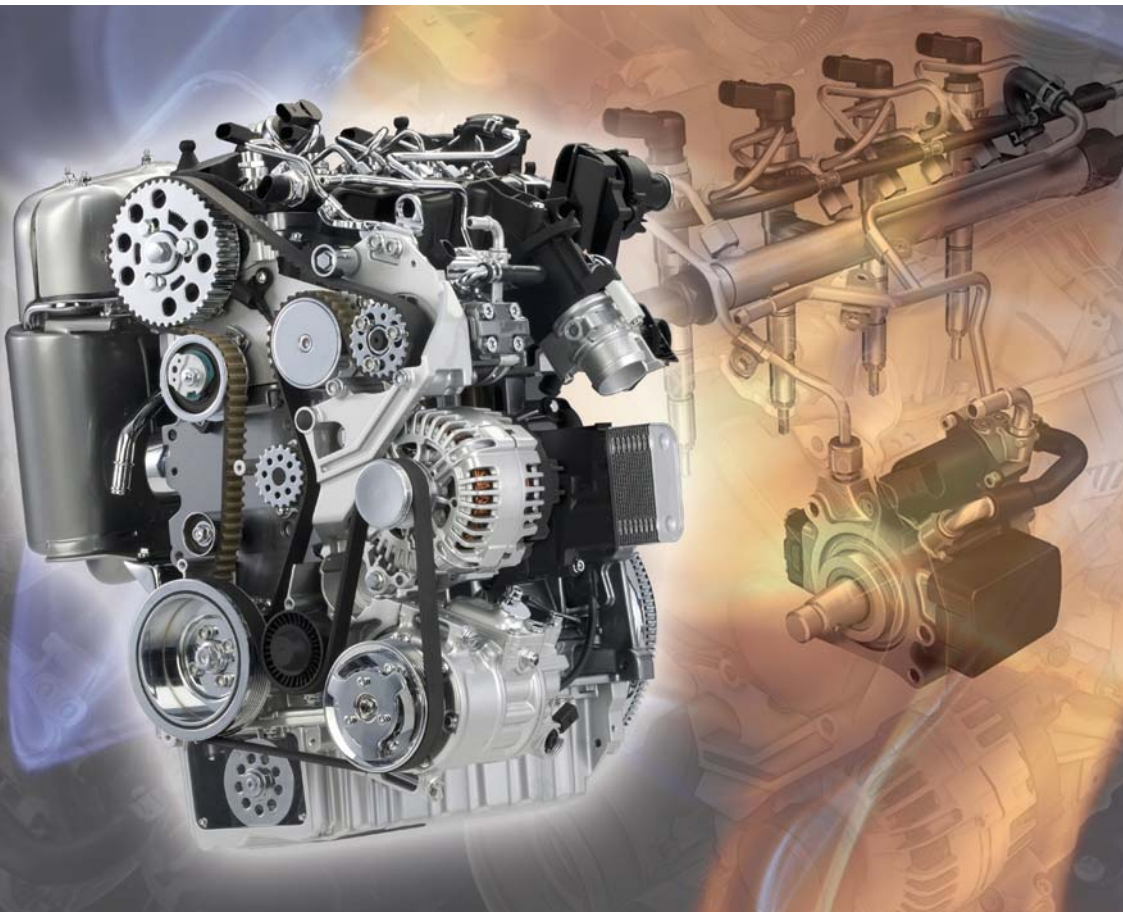




**Selbststudienprogramm 442**

**Der 1,6l-TDI-Motor  
mit Common-Rail-Einspritzsystem**

Konstruktion und Funktion



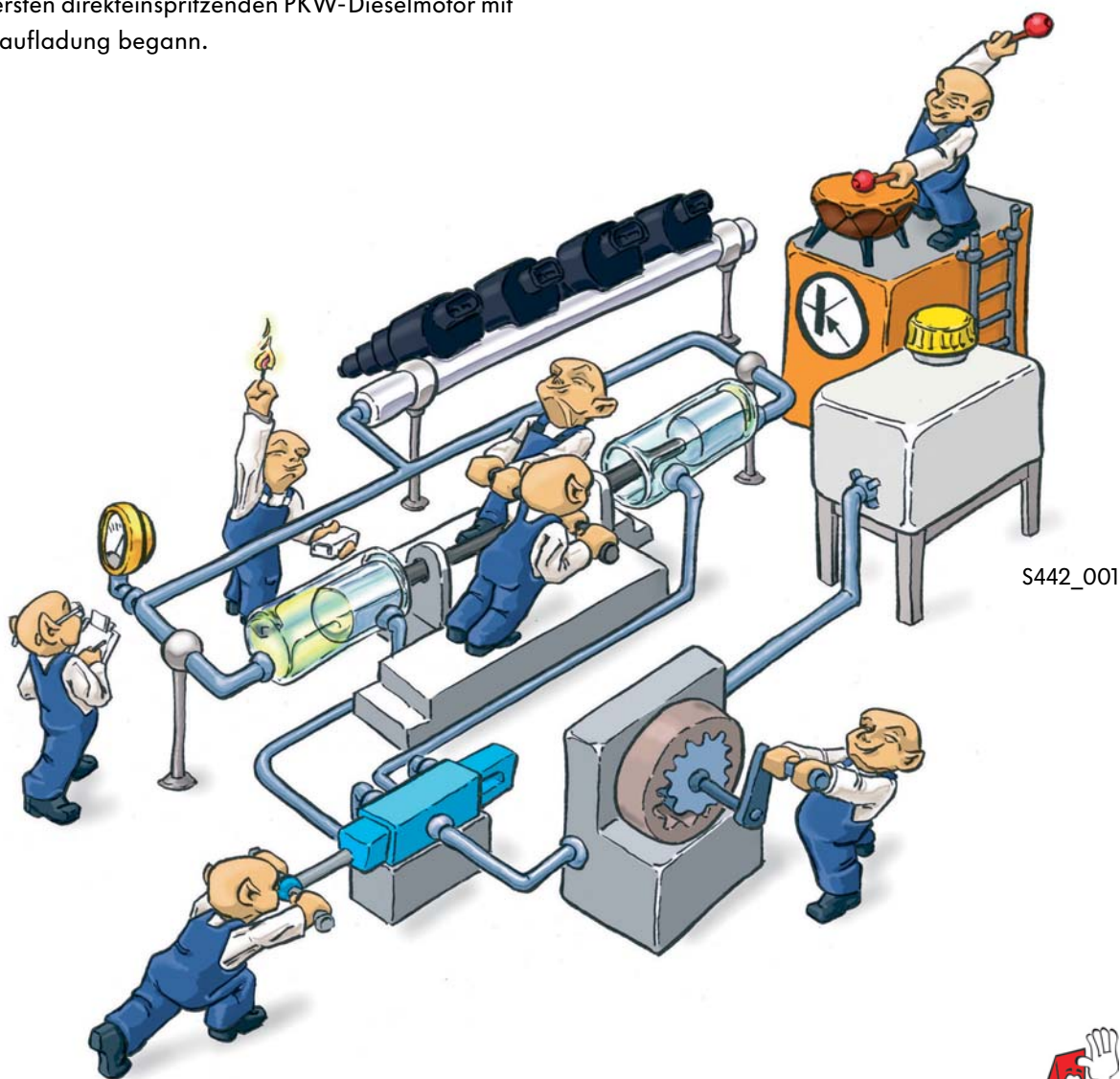
Der 1,6l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem ist die Basis für alle zukünftigen Vierzylinder-Dieselmotoren. Dieser Motor ist Vertreter einer neuen Generation von effizienten, sparsamen und dynamischen Dieselmotoren bei Volkswagen.

Nach dem 2,0l-103kW-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem kommt nun der 1,6l-TDI-Motor mit unterschiedlichen Leistungsvarianten auf den Markt.

Volkswagen setzt mit dem 1,6l-TDI-Motor seine Erfolgsgeschichte im Dieselsegment fort, die 1993 mit dem ersten direkteinspritzenden PKW-Dieselmotor mit Turboaufladung begann.

Der Motor setzt Maßstäbe in Bezug auf Dynamik, Fahrspaß, Verbrauch und Zuverlässigkeit. Zusätzlich ermöglicht der Einsatz der Common-Rail-Technik eine deutliche Verbesserung in Komfort und Akustik.

Mit diesem Motor ist Volkswagen im Hinblick auf zukünftige Abgasnormen sehr gut aufgestellt. Er erfüllt die Abgasnorm EU5.



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

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



**Achtung  
Hinweis**



<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>Motormechanik</b> .....	<b>8</b>
<b>Systemübersicht</b> .....	<b>38</b>
<b>Funktionsplan</b> .....	<b>40</b>
<b>Service</b> .....	<b>43</b>
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>44</b>

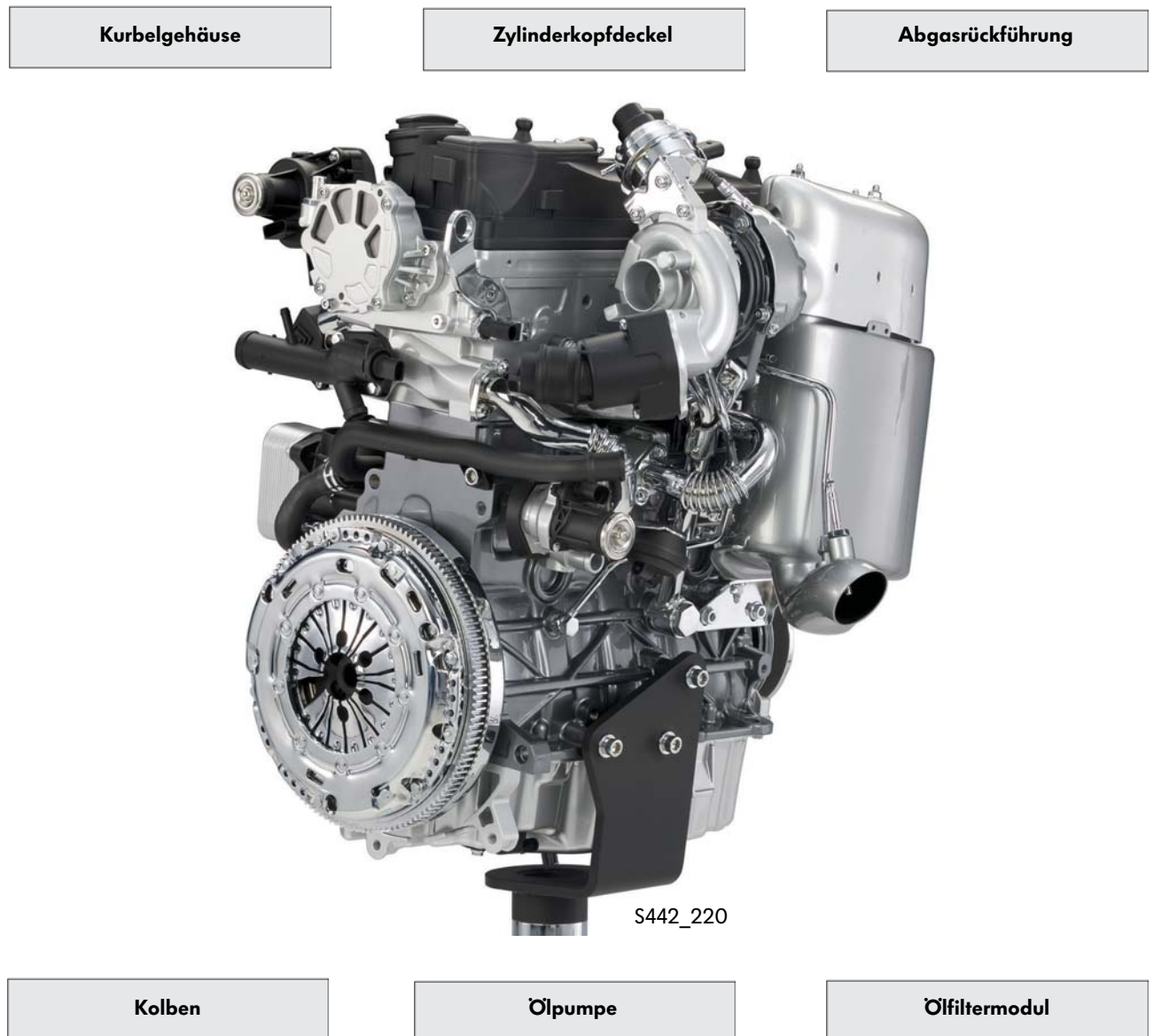


# Einleitung



## Der 1,6l-TDI-Motor mit 4-Ventiltechnik

Die Basis des 1,6l-TDI-Motor 4-Ventiltechnik ist der 2,0l-103kW-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem. Der Motor wird in drei Leistungsvarianten 55kW, 66kW und 77kW angeboten. Durch die konsequente Weiterentwicklung der bewährten Technik sowie das neue Common-Rail-Einspritzsystem der Firma Continental (PCR 2), erfüllen die Motoren die Abgasnorm EU5. Der Motor setzt im Polo, Golf und Passat ein.





In einigen Ländern wird der Motor mit der Abgasnorm EU3 angeboten.

Im nachfolgenden Selbststudienprogramm wird auf die Neuerungen gegenüber dem 2,0l-103kW-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem eingegangen.

**Common-Rail-Einspritzsystem**

**Zylinderkopf**

**Abgasrückführungsmodul**



S442\_218

**Motorlager**

**Antrieb Nebenaggregate**

**Zahnriemenantrieb**



Weitere Informationen zum 2,0l-103kW-TDI-Motor finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 403 „Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem“.

# Einleitung



## Technische Merkmale

- Common-Rail-Einspritzsystem mit Piezo-Einspritzventilen und einem Einspritzdruck von max. 1600bar
- Verstellbarer Abgasturbolader
- Abgasrückführungsmodul aus Abgasrückführung mit Abgasrückführungsventil und Kühler für Abgasrückführung
- Dieselpartikelfilter mit Oxidationskatalysator
- Saugrohr aus Kunststoff



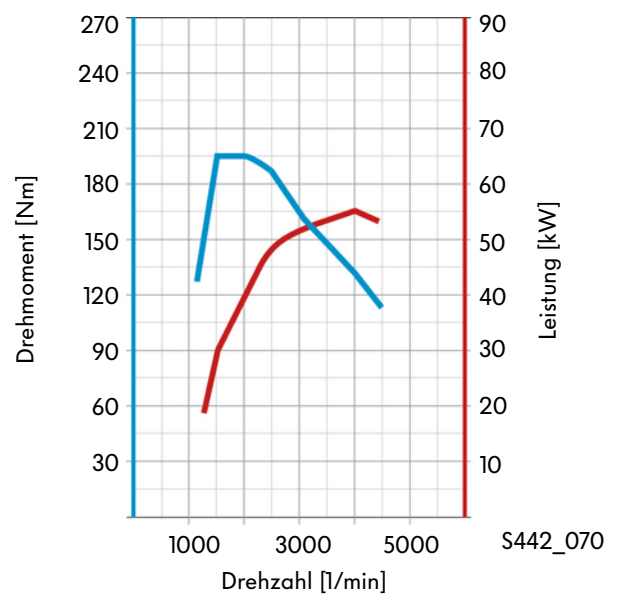
S442\_057

## Technische Daten

### Der 1,6l-55kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CAYA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm <sup>3</sup>
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,5:1
max. Leistung	55 kW bei 4000 1/min
max. Drehmoment	195 Nm bei 1500-2000 1/min
Motormanagement	Simos PCR2
Kraftstoff	Diesel nach DIN EN590
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung, Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU5
CO <sub>2</sub> -Emission	109 g/km (Polo 2010)

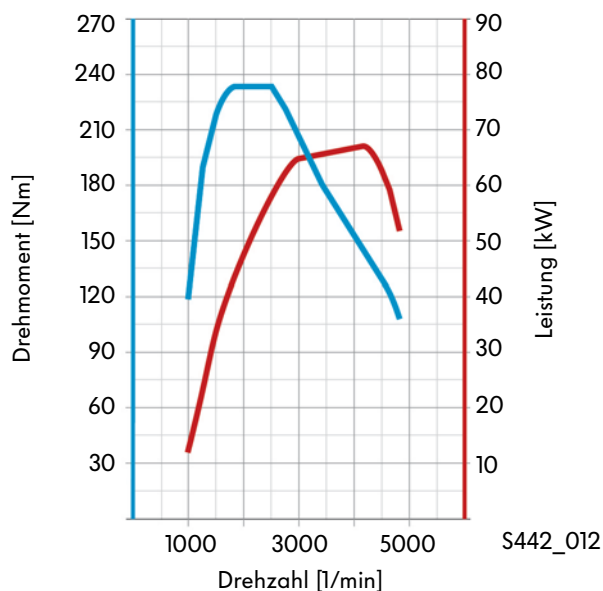
### Drehmoment- und Leistungsdiagramm



## Der 1,6l-66kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CAYB
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm <sup>3</sup>
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,5:1
max. Leistung	66 kW bei 4200 1/min
max. Drehmoment	230 Nm bei 1750-2500 1/min
Motormanagement	Simos PCR2
Kraftstoff	Diesel nach DIN EN590
Abgas-nachbehandlung	Abgasrückführung, Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU5
CO <sub>2</sub> -Emission	118 g/km (Golf 2009)

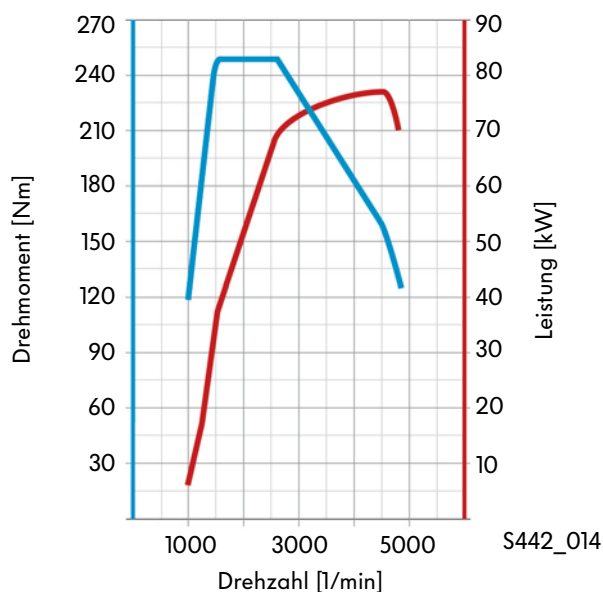
Drehmoment- und Leistungsdiagramm



## Der 1,6l-77kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CAYC
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm <sup>3</sup>
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,5:1
max. Leistung	77 kW bei 4400 1/min
max. Drehmoment	250 Nm bei 1900-2500 1/min
Motormanagement	Simos PCR2
Kraftstoff	Diesel nach DIN EN590
Abgas-nachbehandlung	Abgasrückführung, Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU5
CO <sub>2</sub> -Emission	118 g/km (Golf 2009)

Drehmoment- und Leistungsdiagramm



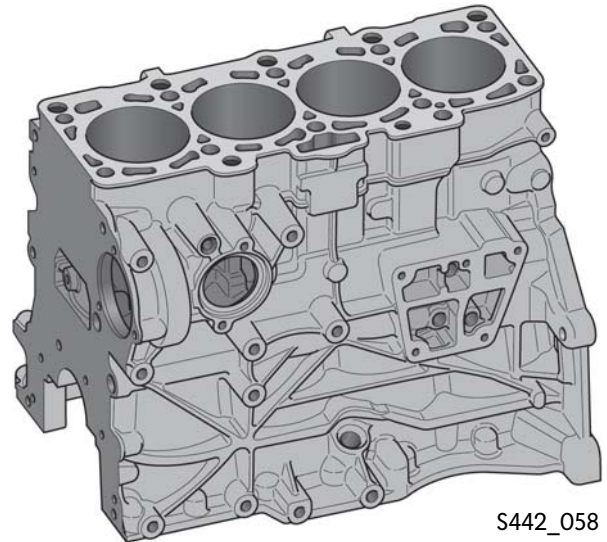
## Der Zylinderblock

Der Zylinderblock ist durch diverse Maßnahmen im Vergleich zum 2,0l-103kW-TDI-Motor um ca. 6kg gewichtsreduziert. Dazu zählt der Entfall von:

- Anschraubpunkten,
- Sicken und
- diversen nicht benötigten Haltern.

Der verringerte Hubraum wurde durch einen kleineren Zylinderdurchmesser und einen kürzeren Hub erreicht.

Der Zylinderdurchmesser beträgt 79,5mm. Der Hub von 80,5mm wird durch einen kleineren Durchmesser der Pleuellager an der Pleuellager erreicht.

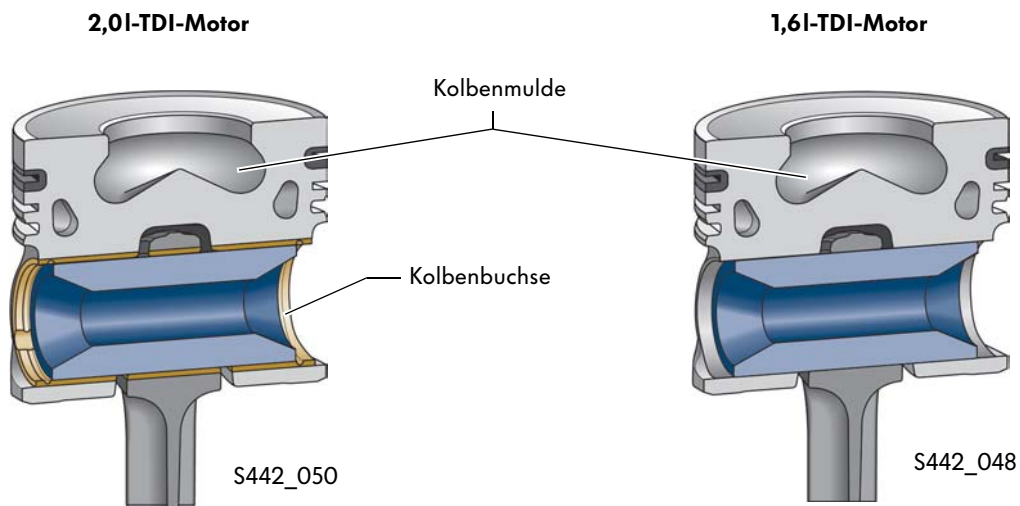


S442\_058

## Der Kolben

Der Kolben ist ein Druckgussteil aus Aluminium. Die Form der Pleuellager bewirkt eine gute Drallbildung des Kraftstoffs und verbessert die Gemischbildung.

Die Pleuellager konnte auf Grund der geringeren thermischen Belastung entfallen.

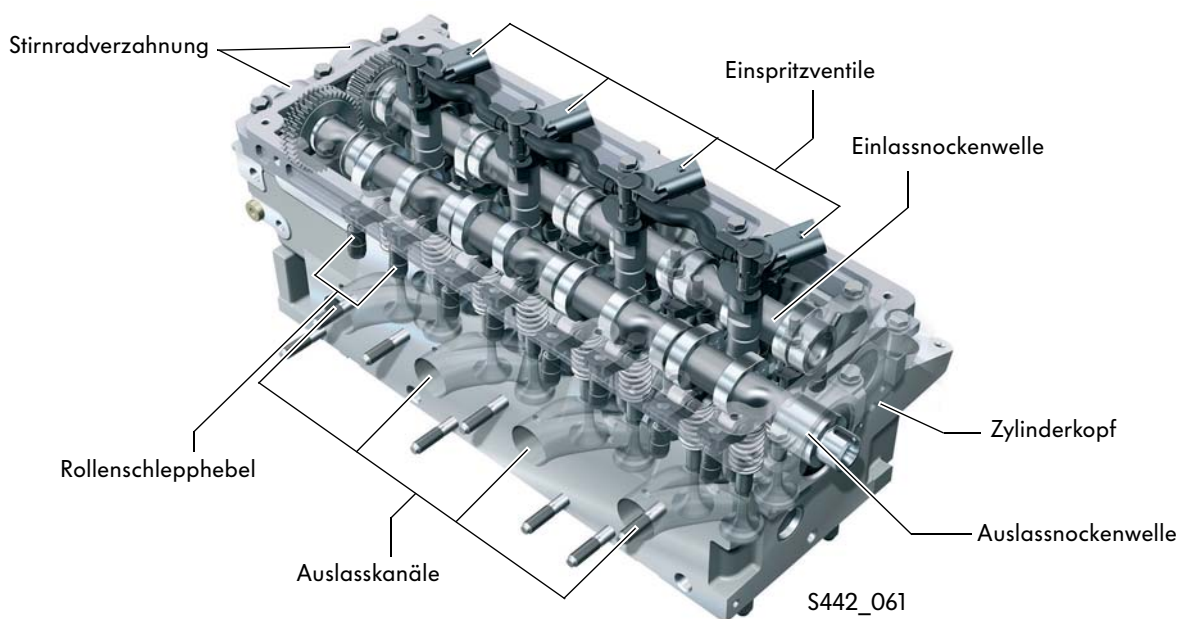


S442\_050

S442\_048

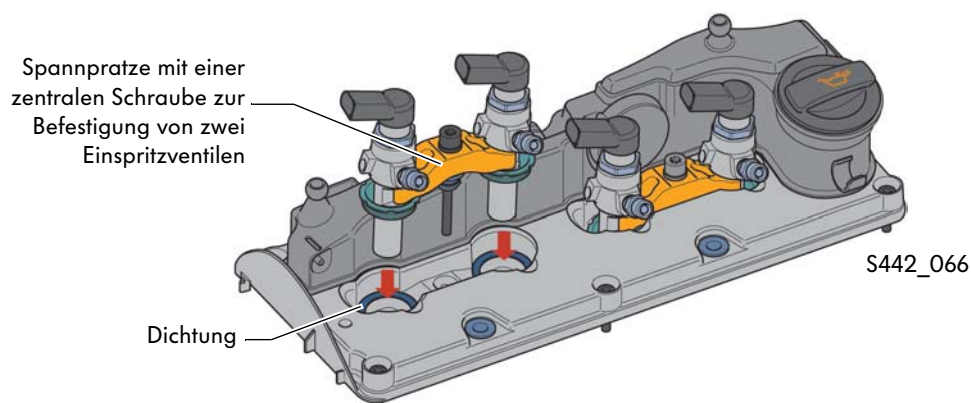
## Der Zylinderkopf

Der Zylinderkopf des 1,6l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem hat zwei Einlass- und Auslassventile je Zylinder. Die Nockenwellen werden von der Kurbelwelle über einen Zahnriemen und der Stirnradverzahnung angetrieben. Ein ovaler Abgaskanal und ein spiralförmiger Einlasskanal, ermöglichen einen schnellen Gasaustausch. Dies trägt zu einer besseren Gemischbildung bei. Die Ventile werden über Rollenschlepphebel mit hydraulischem Ventilspielausgleich betätigt.



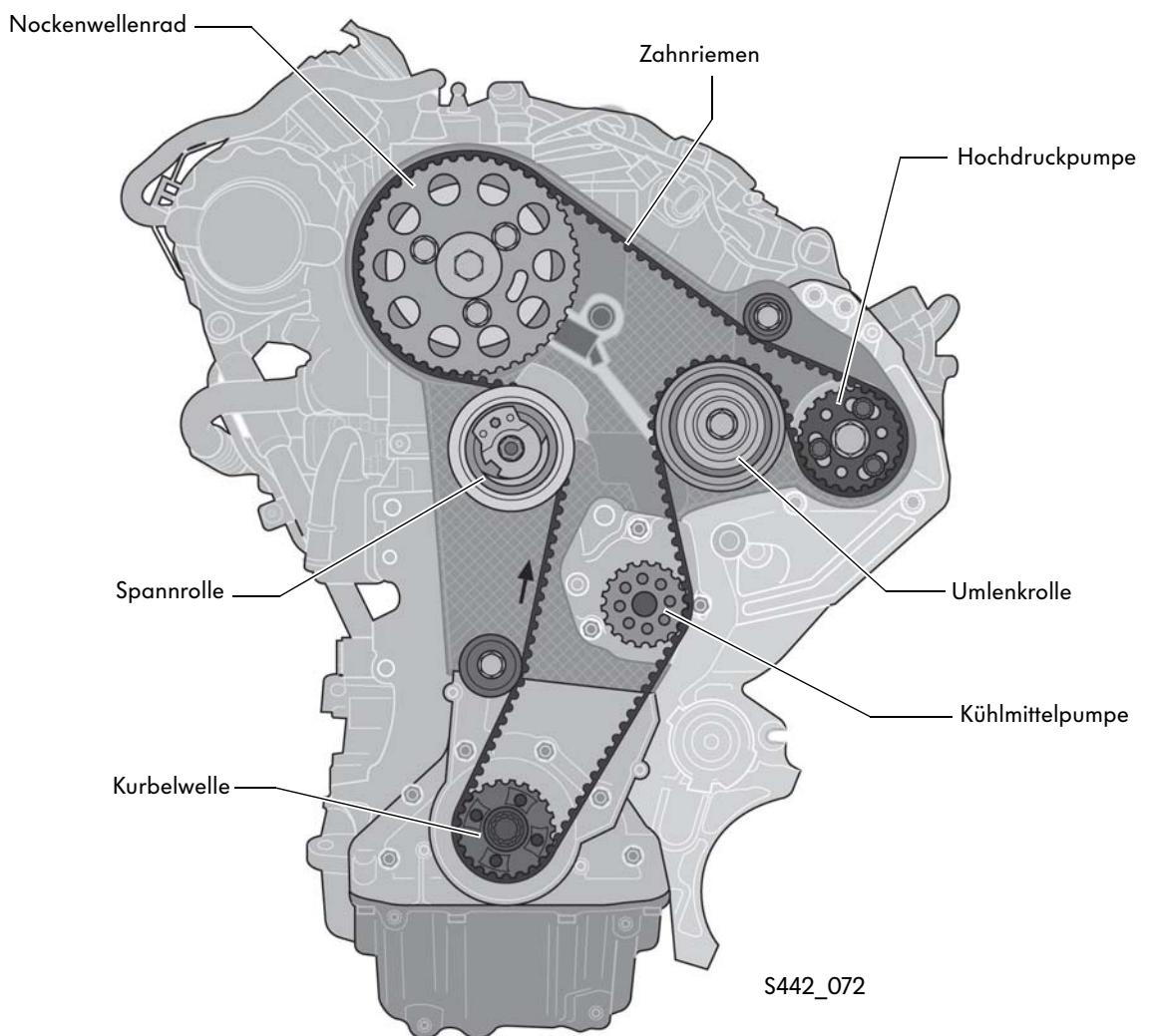
## Der Zylinderkopfdeckel

Der Zylinderkopfdeckel hat für die Befestigung der Einspritzventile zwei außen liegende Spannpratzen. Die Dichtungen der Einspritzventile sind im Zylinderkopfdeckel.



## Der Zahnriementrieb

Über den Zahnriemen werden die Nockenwelle, die Hochdruckpumpe des Common-Rail-Systems und die Kühlmittelpumpe angetrieben. Die Zahnriemenbreite ist um 5mm auf 25mm Breite reduziert, entsprechend sind alle Zahnräder, Spannrollen und Umlenkrollen angepasst.



# Der Antrieb der Nebenaggregate

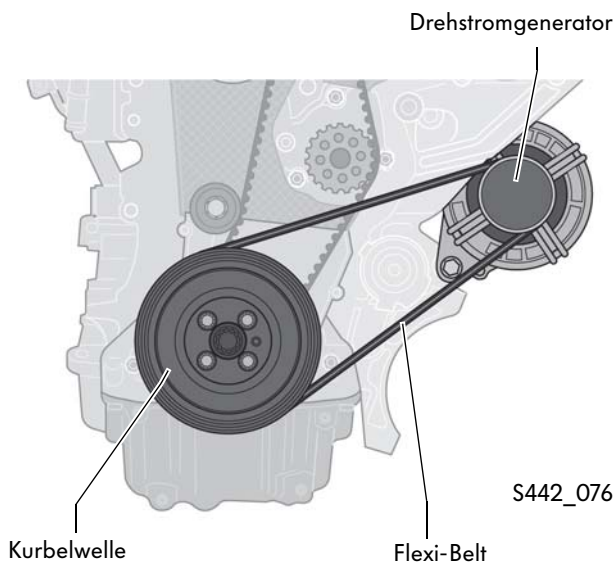
Der Antrieb der Nebenaggregate erfolgt über einen flexiblen, dehnbaren Keilrippenriemen, dem Flexi-Belt. (Flexi-Belt - englisch, flexibel=dehnbar, belt=Riemen).

Durch den Einsatz eines Flexi-Belt entfällt die Spannrolle. Es gibt zwei unterschiedliche Varianten:



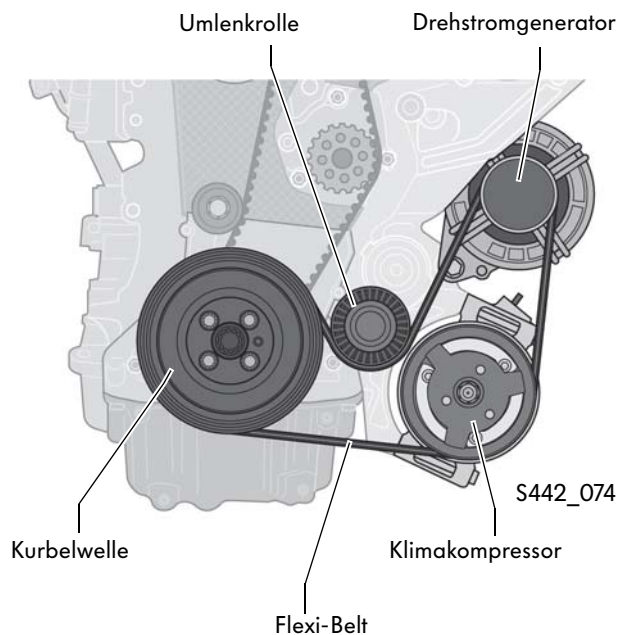
## 1. Keilrippenriemenantrieb für Fahrzeuge ohne Klimakompressor.

Hier wird nur der Drehstromgenerator über den Keilrippenriemen angetrieben.



## 2. Keilrippenriemenantrieb für Fahrzeuge mit Klimakompressor.

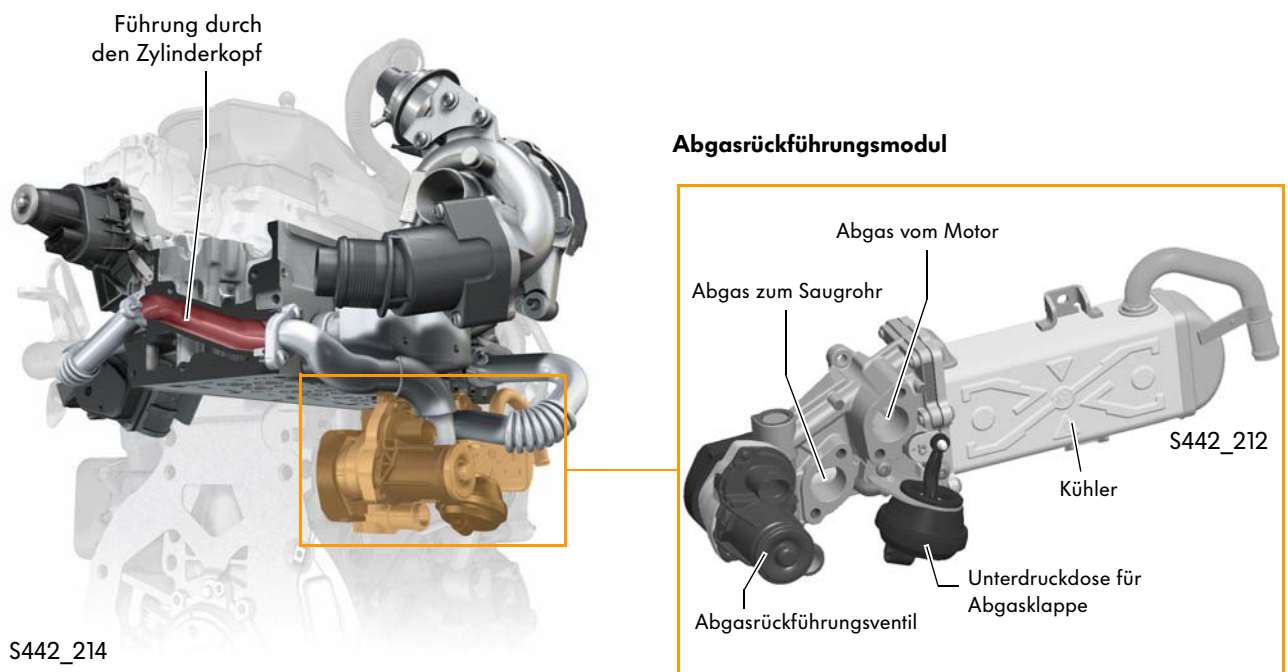
Der Antrieb aller Nebenaggregate erfolgt über einen Keilrippenriemen mit Umlenkrolle.



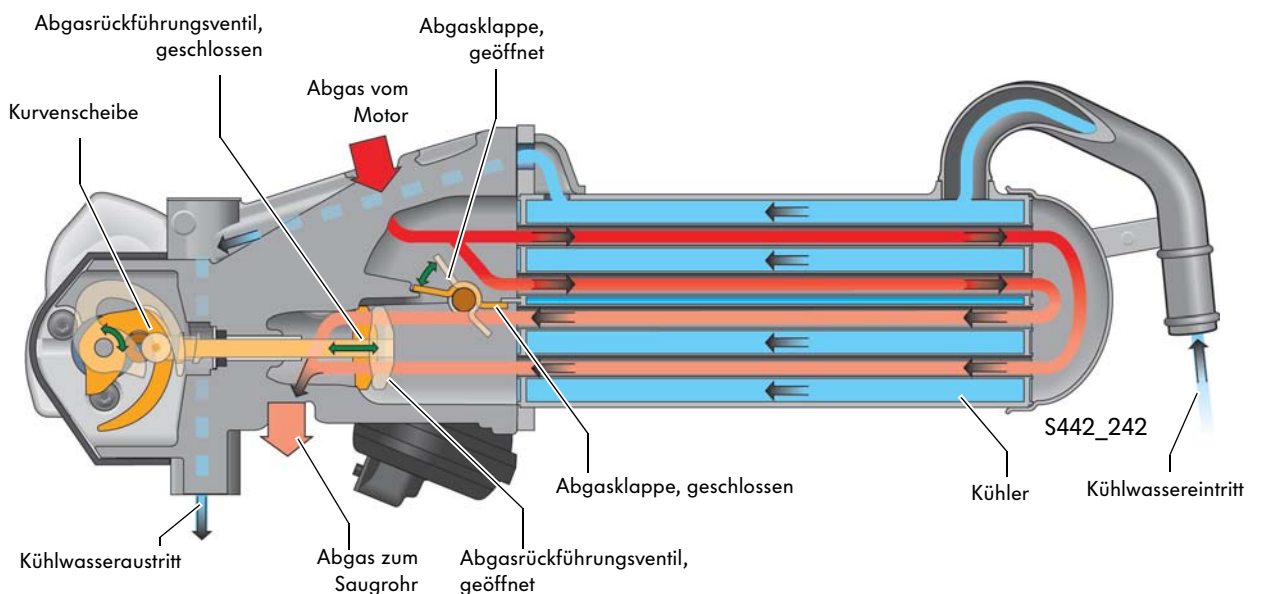
Die Umlenkrolle hat eine festgelegte Einbauposition und darf nicht mit einer Spannrolle verwechselt werden. Bitte beachten Sie die Einbauhinweise im Reparatur-Leitfaden!

## Die Abgasrückführung

Beim 1,6l-TDI-Motor sind das Abgasrückführungsventil und der Abgaskühler mit Abgasklappe in einem Modul zusammengefasst. Die Vorteile der Modulbauweise sind ein kompakter Bauraum und eine gleichzeitig kürzere Regelstrecke. Das Abgasrückführungsmodul wird auf der Abgasseite an Zylinderkopf und Abgaskrümmern verschraubt. Die Verbindung des Moduls mit dem Saugrohr wird direkt durch den Zylinderkopf geführt. Dadurch wird eine zusätzliche Kühlung der zurückgeführten Abgase erreicht.

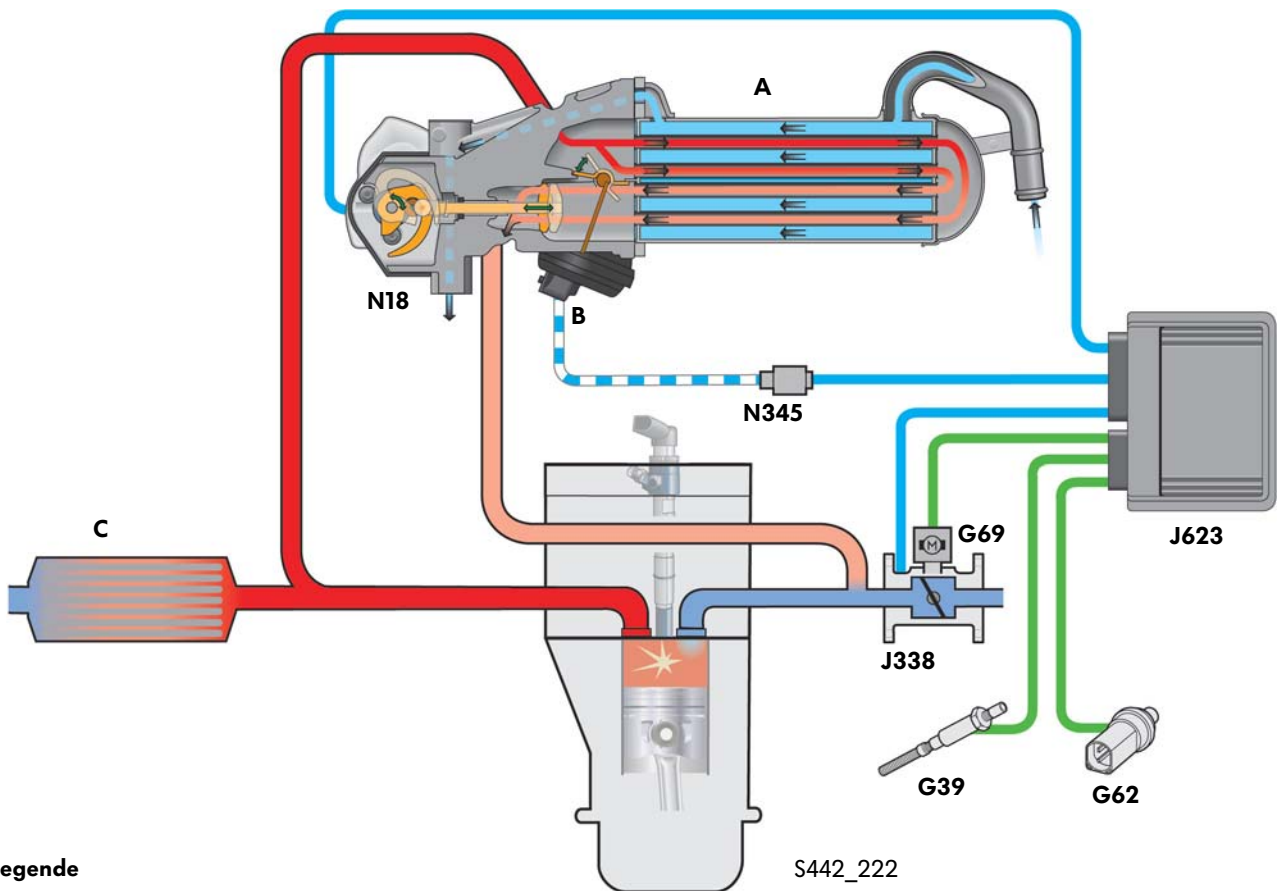


## Aufbau



## Funktion

Die Abgasrückführung dient zur Reduzierung der Stickoxidemissionen. Hierbei wird ein Teil der Abgase dem Verbrennungsprozess erneut zugeführt. Die Rückführungsmenge wird vom Motorsteuergerät unter Berücksichtigung von Motordrehzahl, Ansaugluftmenge, Ansauglufttemperatur, Einspritzmenge und Luftdruck geregelt.



### Legende

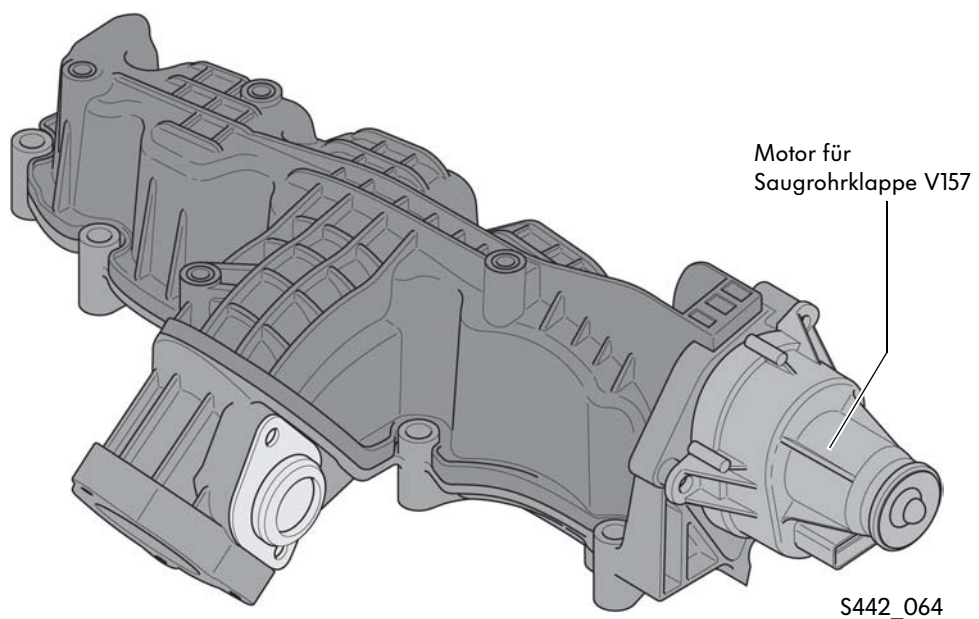
- G39 Lambdasonde
- G62 Kühlmitteltemperaturgeber
- G69 Drosselklappenpotenziometer
- J338 Drosselklappensteuereinheit
- J623 Motorsteuergerät
- N18 Abgasrückführungsventil
- N345 Umschaltventil für Kühler für Abgasrückführung
- A Abgasrückführungsmodul
- B Unterdruckdose
- C Katalysator



Weitere Informationen zum Funktionsprinzip der Abgasrückführung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 316 „Der 2,0l TDI-Motor“.

## Das Saugrohr

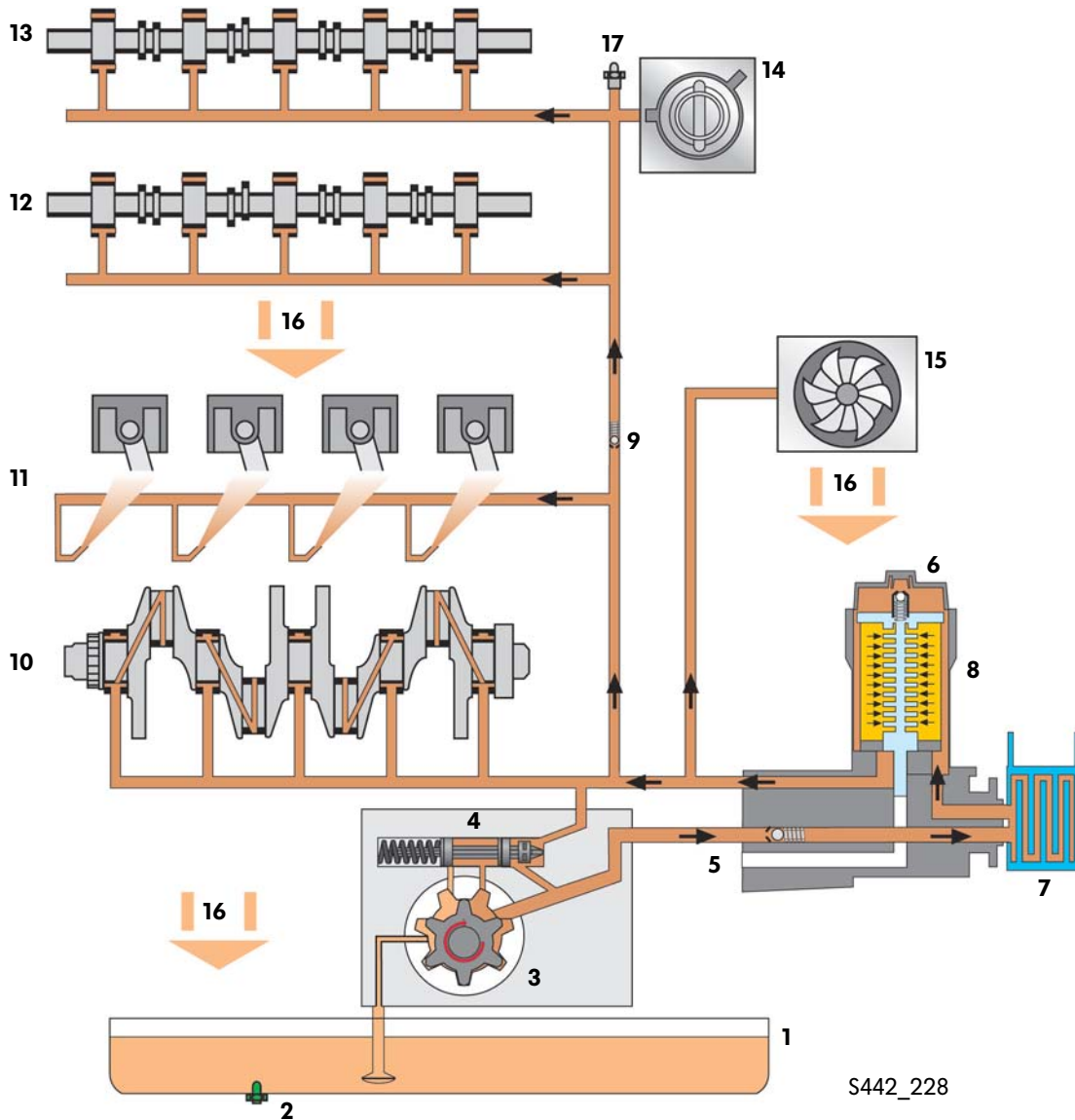
Das Saugrohr ist aus Kunststoff hergestellt. Durch das Zusammenführen aller Abgasrückführungskomponenten zum neuen Abgasrückführungsmodul auf der Abgasseite, entfällt auf der Ansaugseite das separate Abgasrückführungsventil am Saugrohr. So kann auf ein Saugrohr aus Aluminium verzichtet werden.



Der Motor für Saugrohrklappe V157 und die damit verbundene Drallklappenverstellung ist zur Zeit ohne Funktion. Der Motor für Saugrohrklappe V157 und das Potenziometer für Saugrohrklappe G336 sind zur Zeit in der Eigendiagnose nicht berücksichtigt.

# Der Ölkreislauf

Die Ölpumpe erzeugt den erforderlichen Öldruck für den Motor. Sie wird über einen separaten Zahnriemen von der Kurbelwelle angetrieben. Das Filterumgehungsventil öffnet bei verstopftem Filter und sichert die Schmierung des Motors.



S442\_228

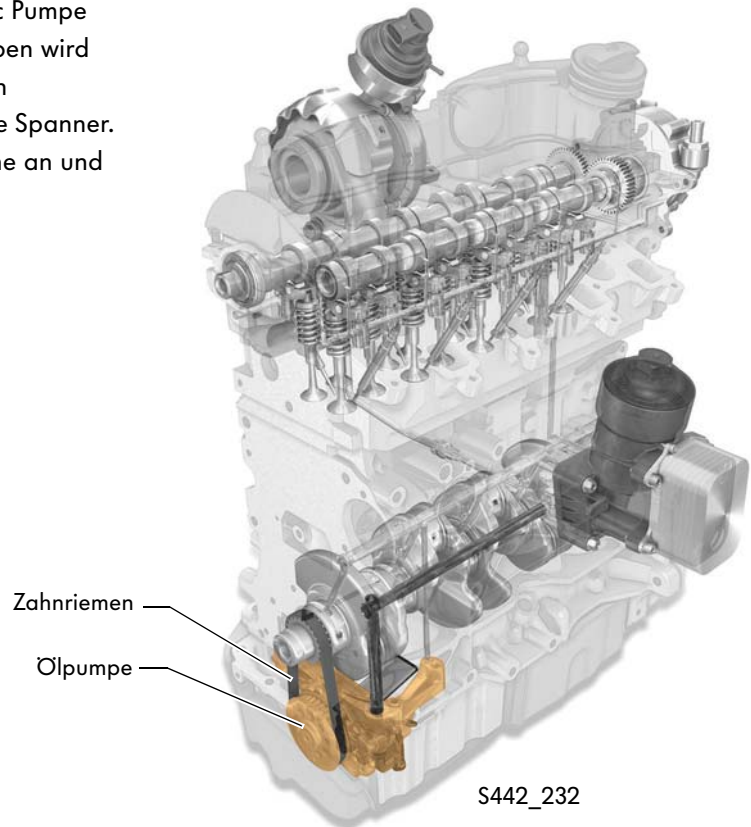
## Legende

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1 - Ölwanne                            | 10 - Kurbelwelle                   |
| 2 - Ölstands- und Temperaturgeber G266 | 11 - Spritzdüsen zur Kolbenkühlung |
| 3 - Ölpumpe                            | 12 - Lager Einlass-Nockenwelle     |
| 4 - Steuerkolben                       | 13 - Lager Auslass-Nockenwelle     |
| 5 - Ölrücklaufperre                    | 14 - Vakuumpumpe                   |
| 6 - Filterumgehungsventil              | 15 - Turbolader                    |
| 7 - Ölkühler                           | 16 - Ölrücklauf                    |
| 8 - Ölfilter                           | 17 - Öldruckschalter F1            |
| 9 - Öldruckhalteventil                 |                                    |

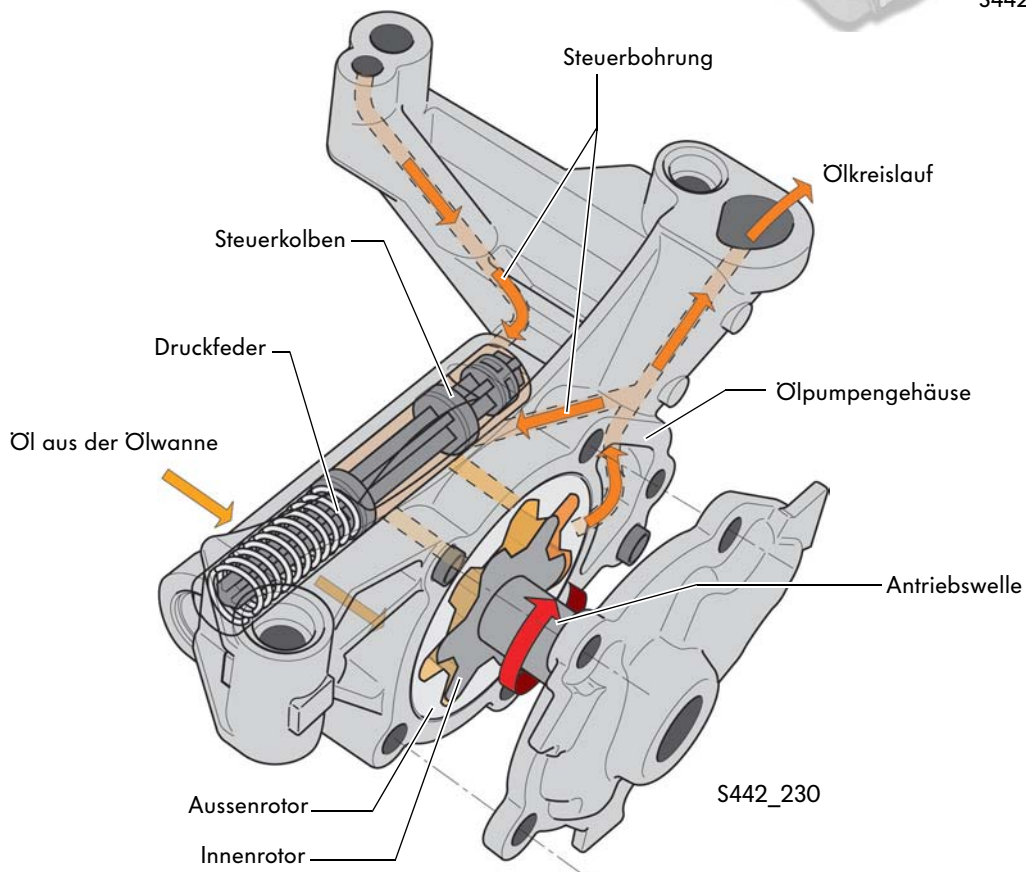


## Die Ölpumpe

Die Ölpumpe ist eine geregelte Duo-Centric Pumpe mit pumpeninterner Absteuerung. Angetrieben wird die Pumpe durch die Kurbelwelle über einen separaten, wartungsfreien Zahnriemen ohne Spanner. Die Ölpumpe saugt das Öl aus der Ölwanne an und pumpt es in den Ölkreislauf.

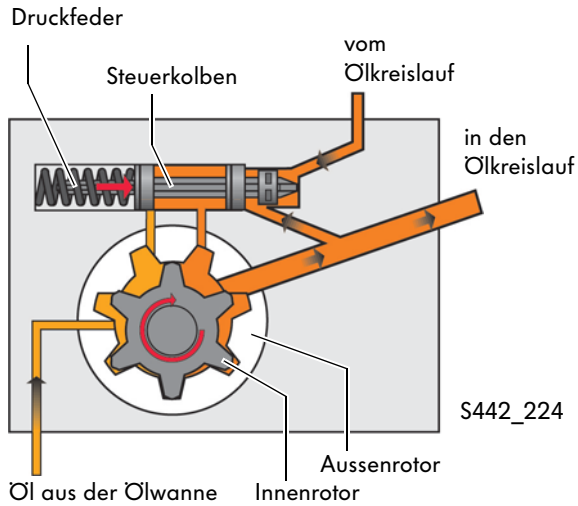


### Aufbau



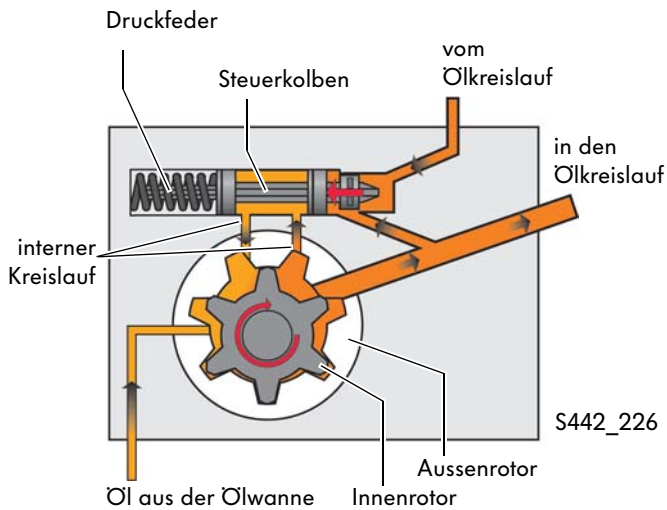
## Funktion

### Steuerkreis geschlossen:



In der Ölpumpe befindet sich ein Steuerkolben. Dieser federbelastete Steuerkolben verschließt den pumpeninternen Kreislauf. Auf den Steuerkolben wirkt die Federkraft und er wird nach vorn gedrückt. Das Öl wird in den Ölkreislauf gefördert.

### Steuerkreis geöffnet:

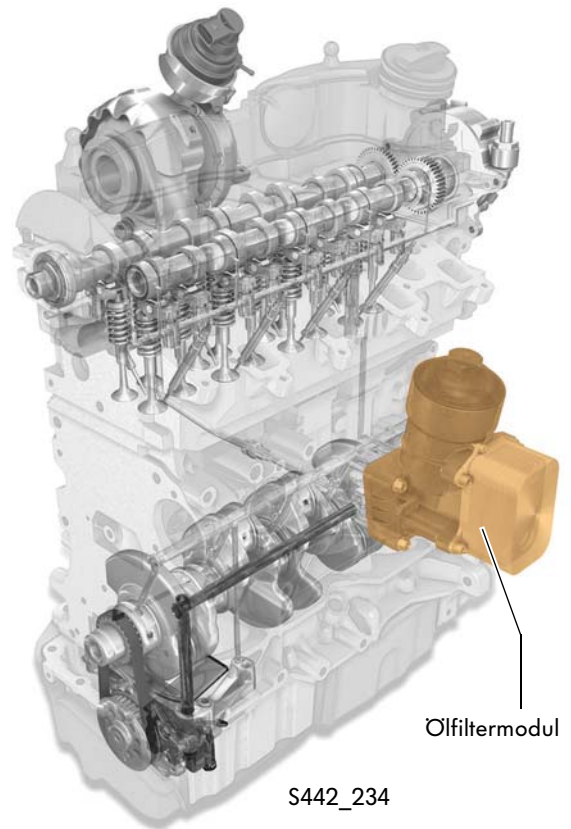
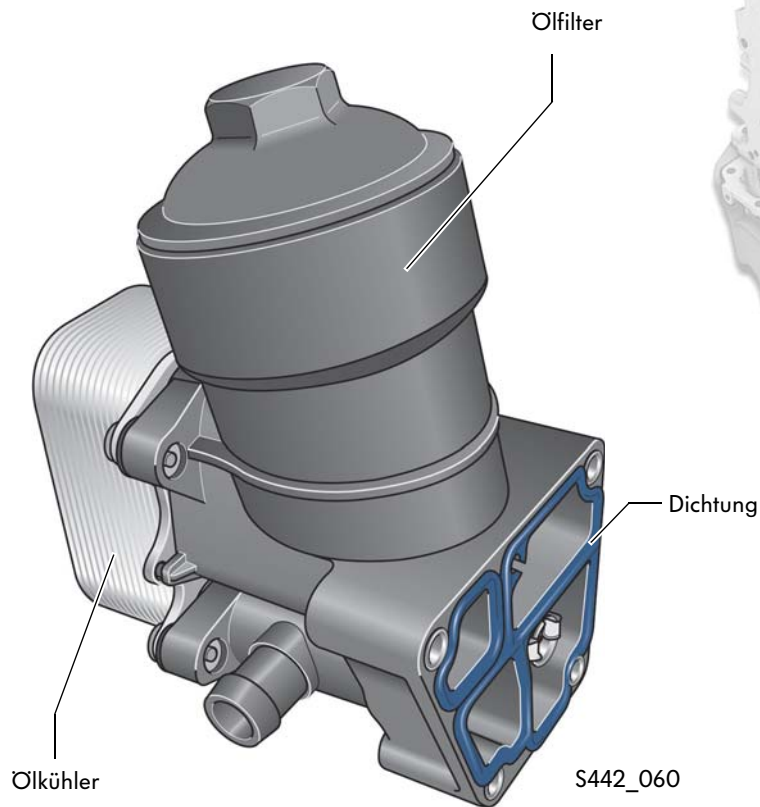


Der Steuerkolben ist über Steuerbohrungen mit dem Ölkreislauf verbunden. Steigt der Öldruck im Ölkreislauf an, wird der Steuerkolben gegen die Federkraft zurück gedrückt. Dadurch wird der pumpeninterne Kreislauf geöffnet. Das Öl wird in den Pumpenraum geleitet und die Pumpe fördert das Öl innerhalb des Pumpengehäuses. Sobald der Druck im Ölkreislauf absinkt, schließt der Steuerkolben den internen Kreislauf und das Öl kann wieder in den Ölkreislauf gepumpt werden. Durch die Funktion des Steuerkolbens ist kein zusätzliches Sicherheitsventil zur Absteuerung erforderlich.



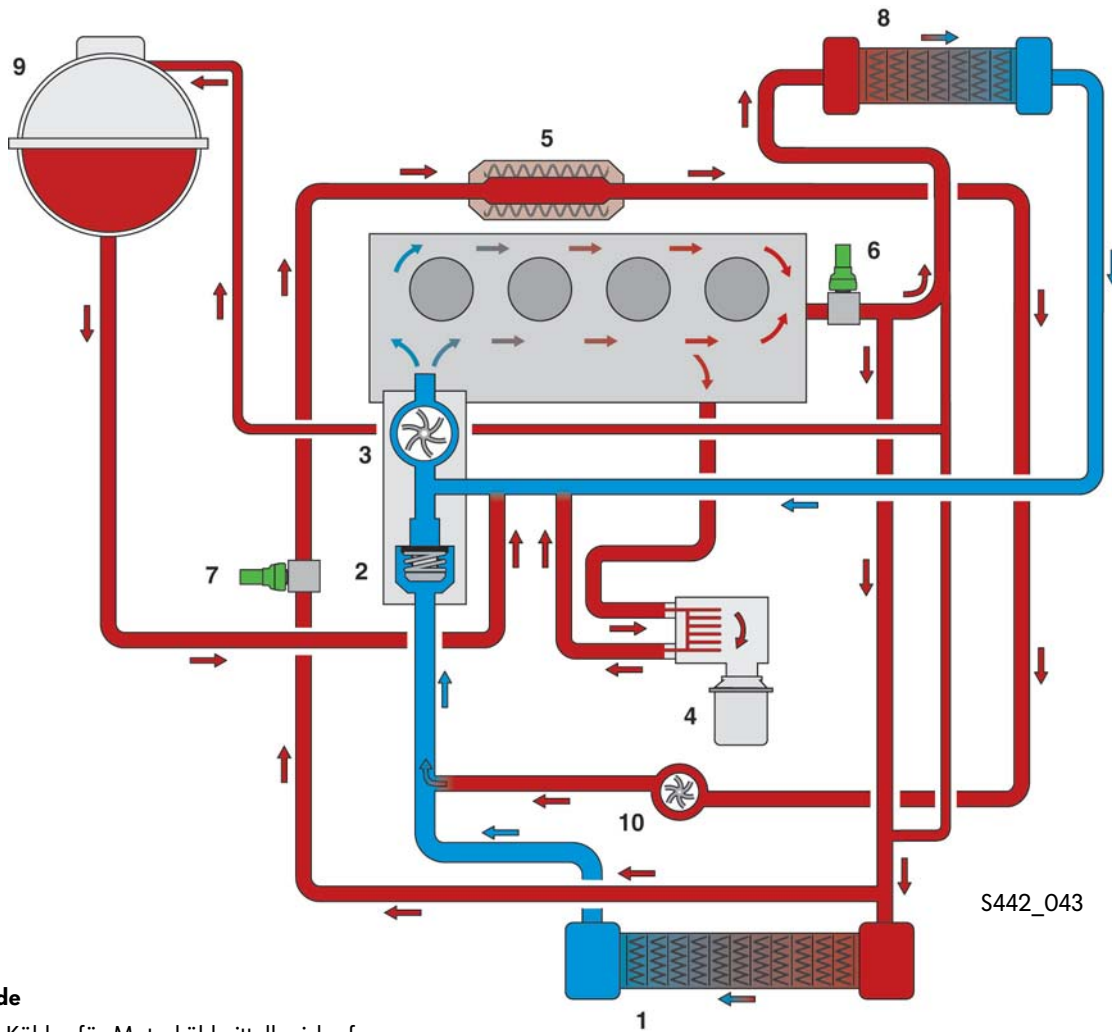
## Das Ölfiltermodul

Das Kunststoffgehäuse des Ölfilters und der Ölkühler aus Aluminium sind zum Ölfiltermodul zusammengefügt. Das Modul wird direkt an das Kurbelgehäuse verschraubt. Der Kühlmittelzulauf erfolgt direkt über das Kurbelgehäuse.



# Der Kühlmittelkreislauf

Im Kühlmittelkreislauf wird das Kühlmittel von einer mechanischen Kühlmittelpumpe umgewälzt. Sie wird über den Zahnriemen angetrieben. Der Kreislauf wird durch ein Dehnstoff-Thermostat, den Kühlmittelregler, gesteuert. Für die Reduzierung der Stickstoff-Emissionen ist der Motor mit einer Niedertemperatur-Abgasrückführung ausgestattet.



S442\_043

## Legende

- 1 - Kühler für Motorkühlmittelkreislauf
- 2 - Kühlmittelregler
- 3 - Kühlmittelpumpe
- 4 - Ölkühler
- 5 - Kühler für Abgasrückführung
- 6 - Kühlmitteltemperaturgeber G62
- 7 - Kühlmitteltemperaturgeber nach Kühlerausgang G83
- 8 - Wärmetauscher für Heizung
- 9 - Ausgleichsbehälter
- 10 - Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf V178



Weitere Informationen zur Niedertemperatur-Abgasrückführung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 403 „Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem“.

## Das optimierte Motorlager

Der 1,6l-TDI-Motor hat keine Ausgleichswelle. Das neue Motorlager übernimmt die Reduzierung der für die Insassen spürbaren Schwingungen.

Aufgaben eines Motorlagers:

- Fixieren des Motors im Motorraum; statisch (im Stand) und dynamisch (im Fahrbetrieb)
- Tragen der statischen Motorlast
- Reduzieren der Schwingungen durch Fahrbahnunebenheiten (Stuckern)
- Reduzieren der vom Motor abgegebenen Schwingungen an die Karosserie

Motorlager werden in Kraftfahrzeugen eingesetzt, um die Übertragung von Vibrationen vom Motor an die Karosserie zu vermeiden und um Resonanzschwingungen des Motors zu dämpfen.

Für das Tragen der Motorlast und das Fixieren des Motors im Motorraum sind möglichst harte Lager mit hoher Steifigkeit erforderlich.

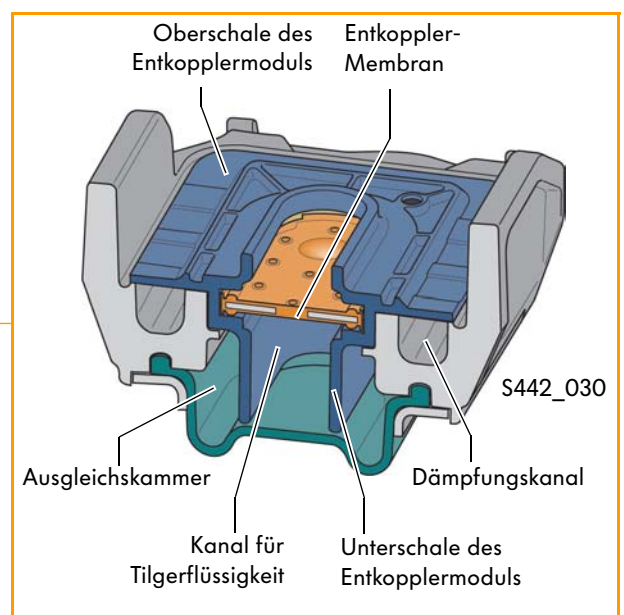
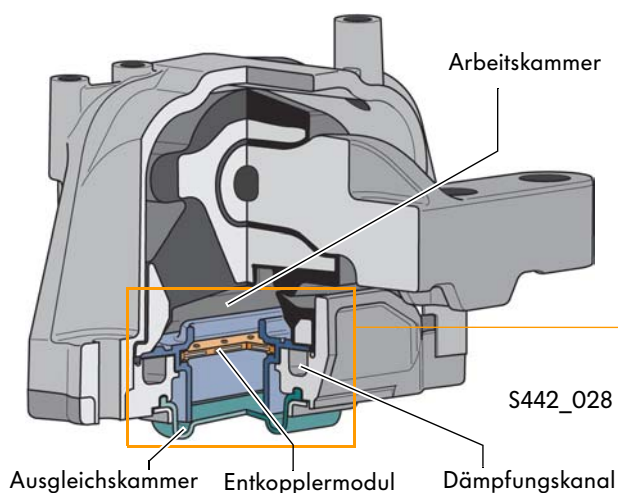
Für eine gute Akustik im Fahrzeuginnenraum werden weiche Lager benötigt. Diese gewähren über einen großen Frequenzbereich eine geringe dynamische Steifigkeit.

Um einen Kompromiss für alle Aufgaben zu finden, werden hydraulisch befüllte Motorlager, so genannte Hydrolager, verbaut.

## Das neue Motorlager

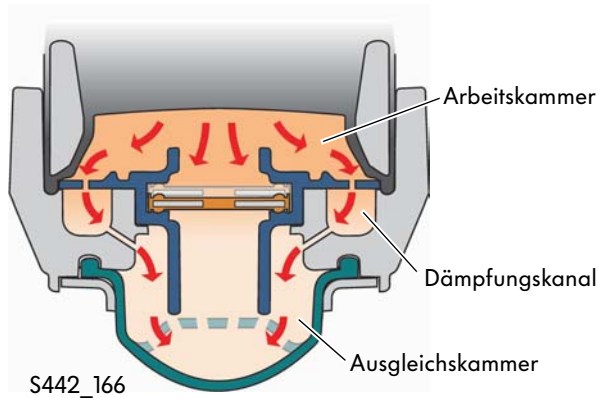
Das neue Motorlager wird durch die Gestaltung des Hydrauliksystems in seiner Wirkungsweise verbessert.

Durch geschickte Geometrieauslegung besteht bei hydraulisch befüllten Lagern die Möglichkeit, die Flüssigkeit als „inneren Tilger“ zu nutzen.



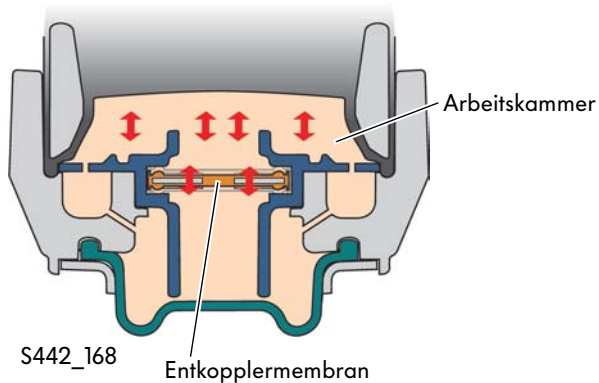
## Funktion

### Große Schwingungswege



Wirken auf das Lager große Schwingungswege, die z.B. durch Fahrbahnunebenheiten entstehen, wird die Schwingungsenergie durch die Dämpfung im Hydrolager abgebaut. Dies geschieht dadurch, dass bei großen Schwingungswegen die Hydraulikflüssigkeit aus der Arbeitskammer über den Dämpfungskanal in die Ausgleichskammer gedrückt wird. Die Dämpfung reduziert das Stuckern auf ein komfortables Maß.

### Kleine Schwingungswege



Wirken auf das Lager kleine Schwingungswege, die z.B. durch Motorvibrationen entstehen, wird die Dämpfung durch die schwimmend gelagerte Entkopplermembran außer Kraft gesetzt. Beim neuen Motorlager schwingt in einem bestimmten Drehzahl- / Frequenzbereich die Entkopplermembran zusammen mit der Hydraulikflüssigkeit gegen die vom Motor abgegebenen Schwingungen. Die schwimmend gelagerte Entkopplermembran verhindert eine vorzeitige Verhärtung des Lagers. Dadurch sind die an die Karosserie eingeleiteten Schwingungen gering. Die Brumm-/Dröhngeräusche werden dadurch auf ein komfortables Maß reduziert und es kann auf eine Ausgleichswelle verzichtet werden.



Die Flüssigkeit des Motorlagers besteht aus zweiwertigen Alkohol (Propylenglykol); umgangssprachlich Frostschutzmittel.



Beschädigungen im Bereich der Motorlagermembran führen zu Hydraulikflüssigkeitsverlust des Lagers und zur Funktionsbeeinträchtigung.

## Das Kraftstoffsystem (Golf 2009)

### 1 - Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Die Kraftstoffpumpe fördert kontinuierlich Kraftstoff in den Vorlauf.

### 2 - Kraftstofffilter mit Vorwärmventil

Das Vorwärmventil verhindert bei niedrigen Außentemperaturen, dass der Filter durch auskristallisierende Parafinkristalle zugesetzt wird. (Im Polo 2010 ist das Vorwärmventil separat verbaut.)

### 3 - Vorförderpumpe

Die Vorförderpumpe ist Bestandteil der Hochdruckpumpe und fördert den Kraftstoff aus dem Vorlauf zur Hochdruckpumpeinheit.

### 4 - Kraftstofftemperaturgeber G81

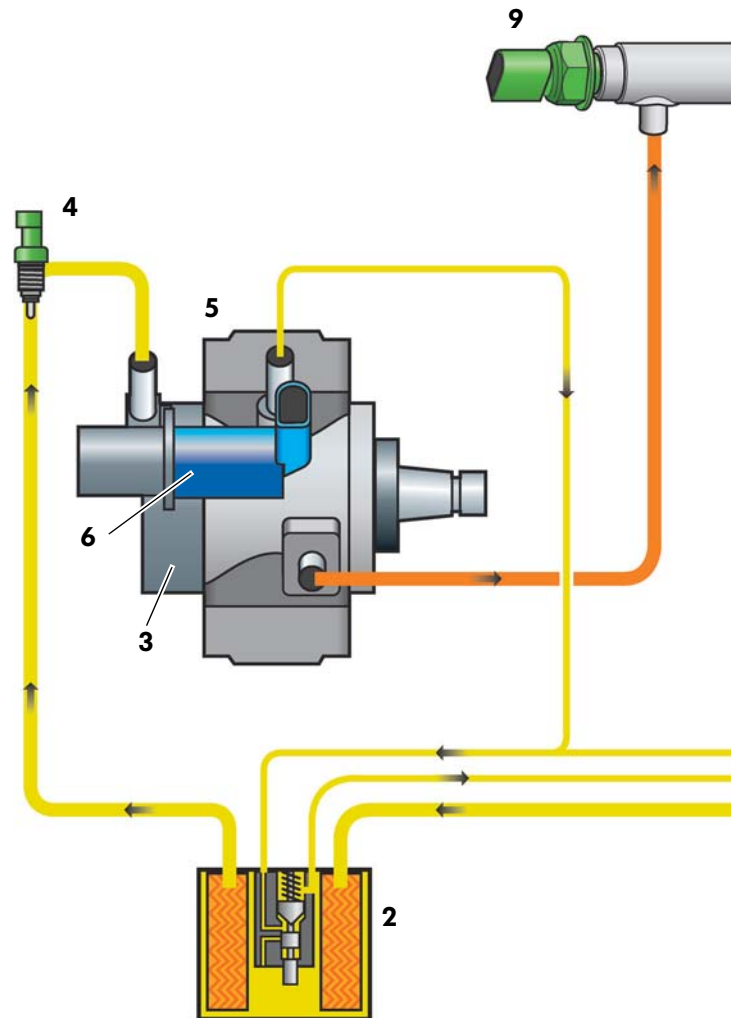
Der Kraftstofftemperaturgeber ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur.

### 5 - Hochdruckpumpe




Die Hochdruckpumpe erzeugt den zur Einspritzung erforderlichen Kraftstoffhochdruck.

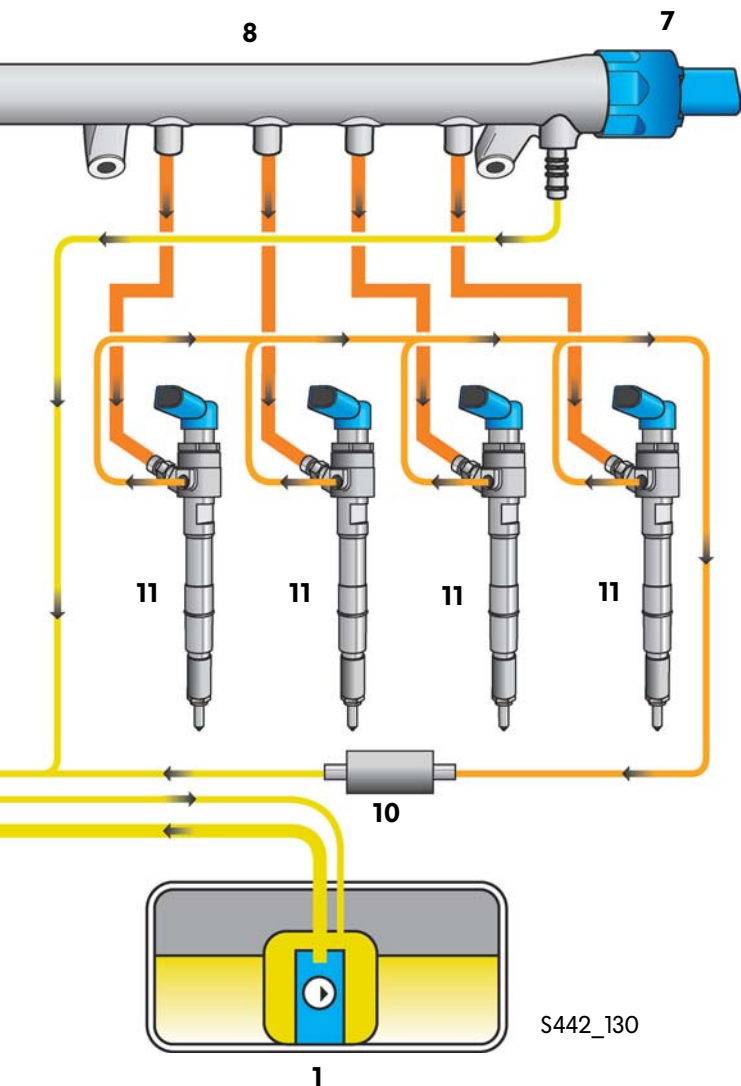
### 6 - Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Das Ventil für Kraftstoffdosierung regelt die Menge des zu verdichtenden Kraftstoffes bedarfsgerecht.



#### Farbcodierung/Legende

	Hochdruck 230 – 1600bar
	Rücklaufdruck von den Einspritzventilen 1bar
	Vorlaufdruck / Rücklaufdruck



S442\_130

### 7 - Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Das Regelventil für Kraftstoffdruck stellt den Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich ein.

### 8 - Hochdruckspeicher (Rail)

Der Hochdruckspeicher speichert für alle Zylinder den zur Einspritzung benötigten Kraftstoff unter hohem Druck.

### 9 - Kraftstoffdruckgeber G247

Der Kraftstoffdruckgeber ermittelt den aktuellen Kraftstoffdruck im Hochdruckbereich.

### 10 - Druckhalteventil

Das Druckhalteventil dient zur Stabilisierung des Druckes im Rücklauf um Schwankungen an den Einspritzdüsen zu vermeiden und die Funktion der Piezo-Einspritzventile zu gewährleisten. Es hält den Druck im Rücklauf nahezu konstant.

### 11 - Einspritzventile N30, N31, N32, N33

Die Einspritzventile spritzen den Kraftstoff in die Brennräume.



Auf den nachfolgenden Seiten werden die Bauteile des Kraftstoffsystems erklärt.

## Das Common-Rail-Einspritzsystem

Das Common-Rail-Einspritzsystem ist von Volkswagen und der Firma Continental entwickelt worden.

Es besteht aus:

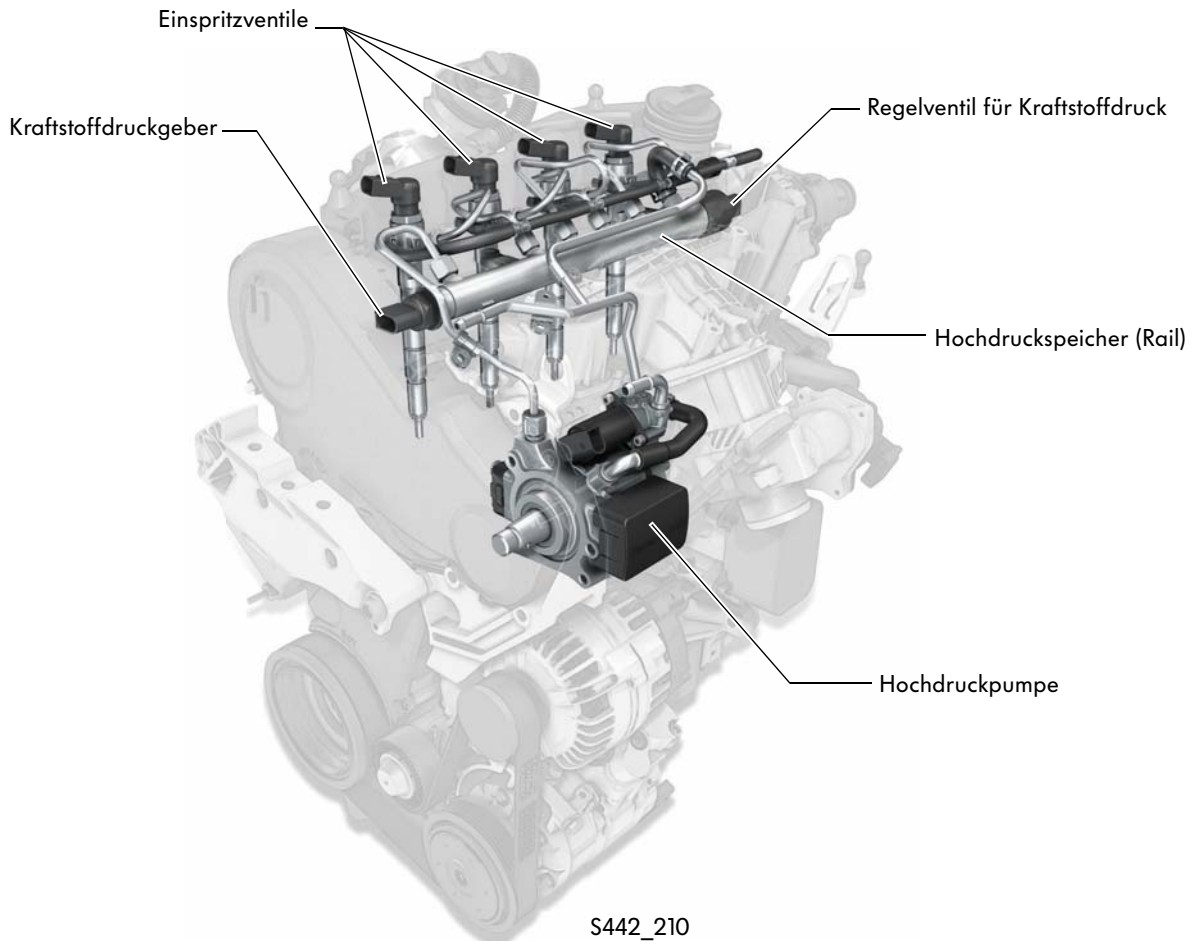
- dem Motorsteuergerät,
- den Einspritzventilen,
- dem Hochdruckspeicher (Rail),
- dem Kraftstoffdruckgeber,
- dem Regelventil für Kraftstoffdruck,
- den Hochdruckleitungen und
- der Hochdruckpumpe.

Das Common-Rail-Einspritzsystem ermöglicht eine optimale und effiziente Gemischbildung und Verbrennung. Grundsätzlich gilt: je höher der Einspritzdruck, desto kleiner die Kraftstofftröpfchen und umso besser die Gemischbildung.

Das wesentliche Merkmal des Common-Rail-Systems ist, dass der Einspritzdruck (max. 1600bar) unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt werden kann.

Die Hochdruckpumpe beinhaltet:

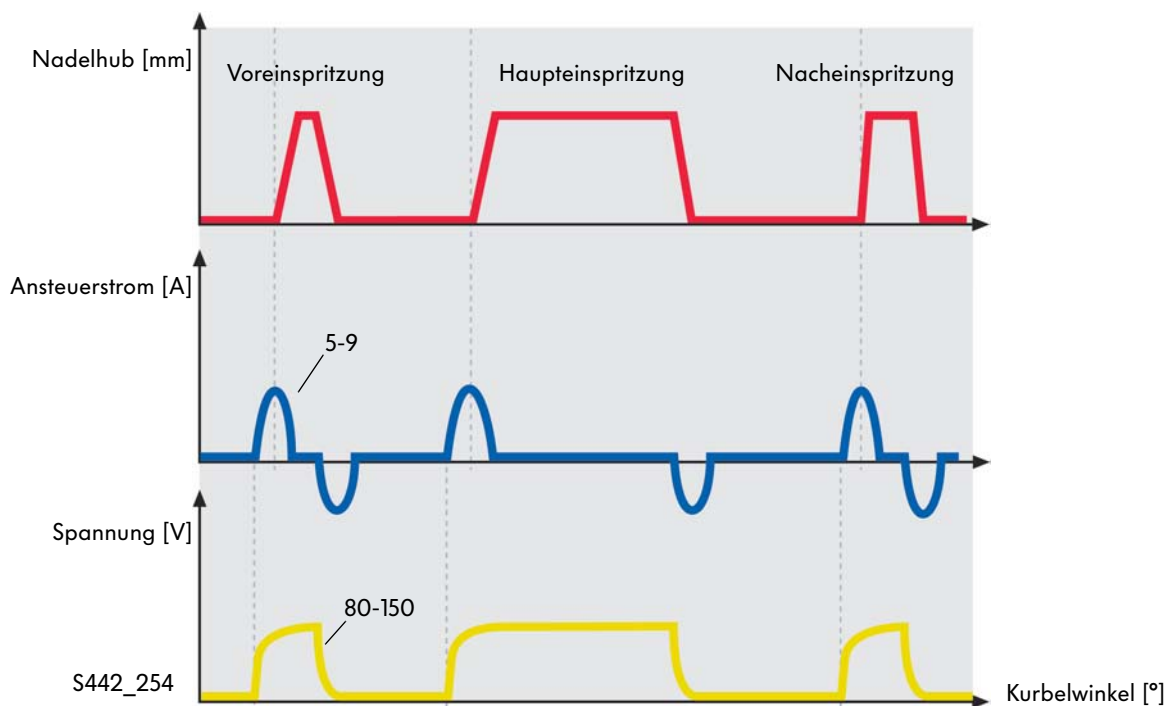
- die mechanische Vorförderpumpe,
- das Ventil für Kraftstoffdosierung und
- die Hochdruckpumpeneinheit.



S442\_210

Die Trennung von Druckerzeugung und Einspritzung geschieht mit Hilfe eines Speichervolumens, dem Hochdruckspeicher (Rail). Die Druckerzeugung erfolgt über eine Hochdruckpumpe in Radialkolben-Bauweise, die den Kraftstoff in den Hochdruckspeicher (Rail) fördert.

Die Einspritzventile sind über kurze Hochdruckleitungen an den Hochdruckspeicher angeschlossen. Die Einspritzventile als Kernstück des Systems haben die Aufgabe, den Kraftstoff in den Brennraum einzuspritzen.



Ein zum richtigen Zeitpunkt abgegebener Impuls des Motorsteuergeräts an das Einspritzventil leitet den Einspritzvorgang ein. Öffnungsdauer und Systemdruck bestimmen die eingebrachte Einspritzmenge. Zusätzlich kann der Kraftstoff je Verbrennungszyklus auf mehrere Einzeleinspritzungen aufgeteilt werden:

Auf die Voreinspritzungen sehr kleiner Kraftstoffmengen folgen die Haupteinspritzung sowie zur aktiven Regeneration wiederum mehrere Nacheinspritzungen.

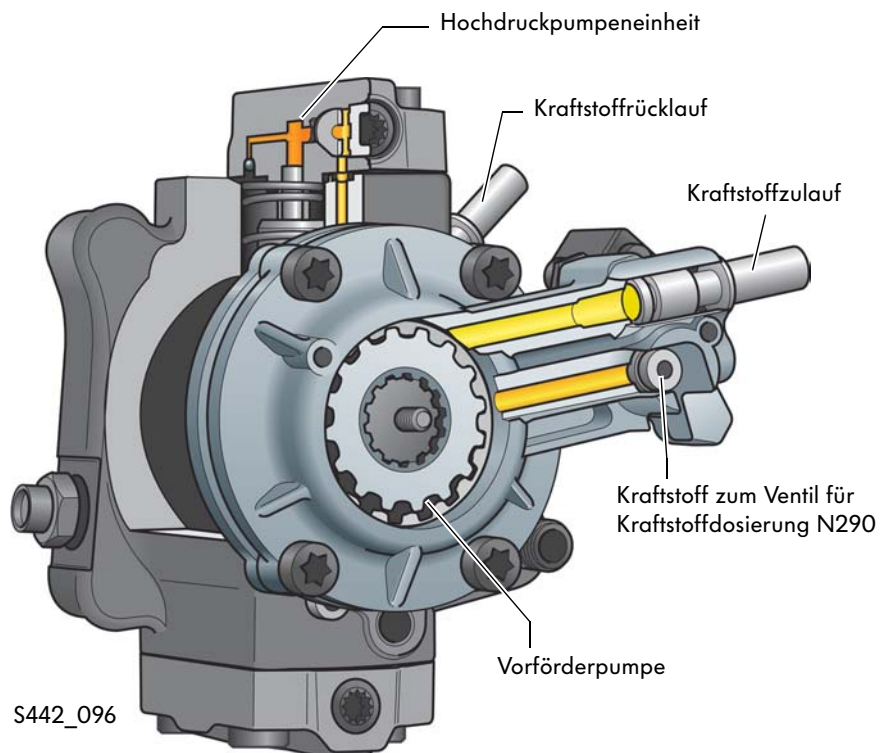
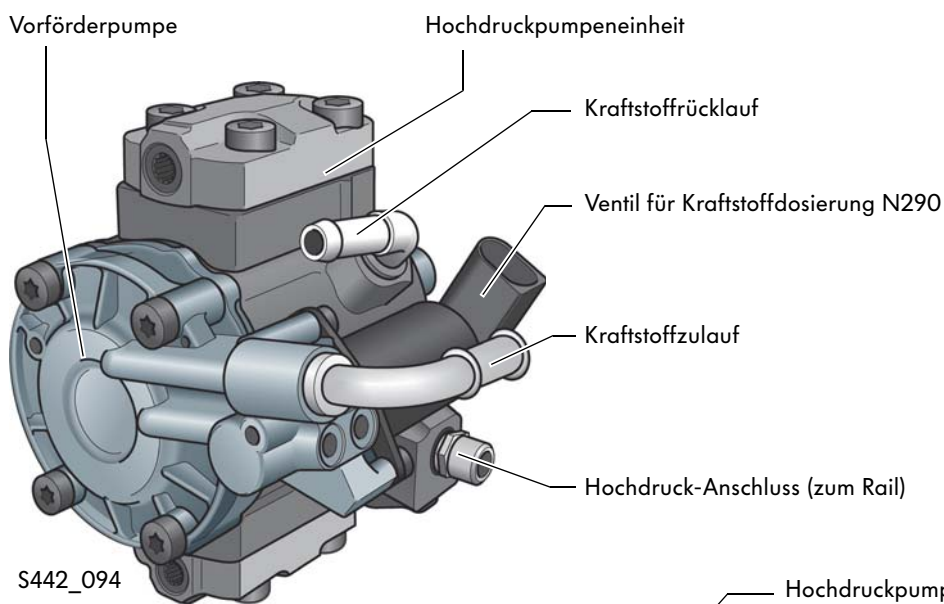
Während die Voreinspritzungen den Druckanstieg im Brennraum gleichmäßiger gestalten und damit das Verbrennungsgeräusch vermindern, sind die Nacheinspritzungen für die Abgasnachbehandlung vorgesehen. Zusammen mit einem leistungsfähigen Steuergerät und Einspritzventilen mit engen Toleranzen werden mit dem Common-Rail-Einspritzsystem Verbrauch und Emissionen deutlich gesenkt und zugleich Motorleistung und Laufruhe erhöht.

## Die Hochdruckpumpe

Die Hochdruckpumpe besteht aus den Komponenten:

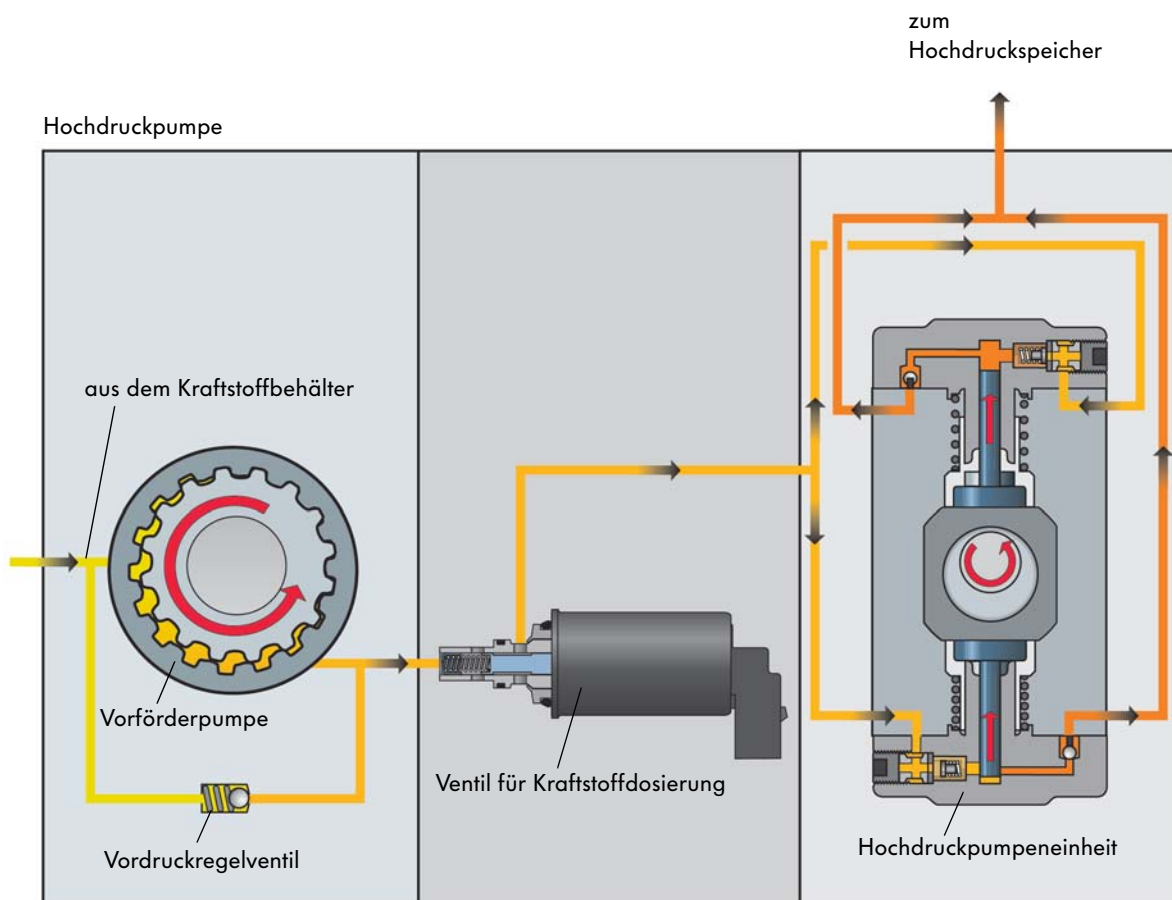
- Vorförderpumpe,
- Ventil für Kraftstoffdosierung sowie
- der Hochdruckpumpeinheit.

Alle Bauteile sind in einem Gehäuse zusammengefügt.



## Der pumpeninterne Kraftstoffverlauf der Hochdruckpumpe

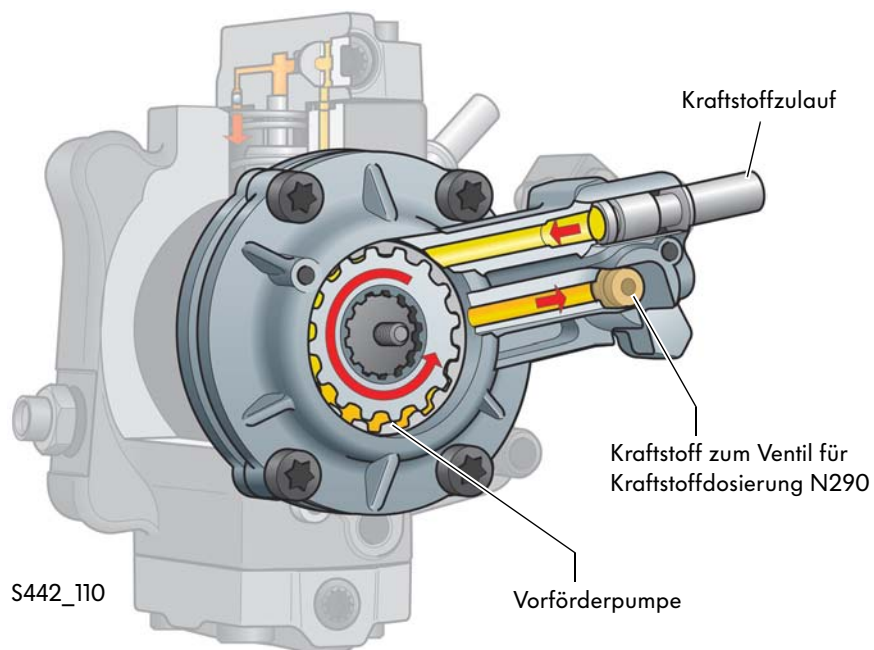
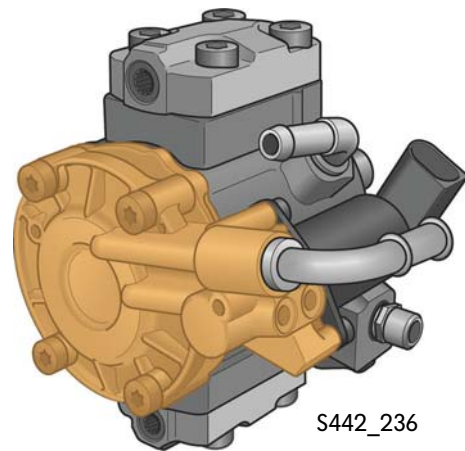
Der Dieselkraftstoff wird von der elektrischen Kraftstoffpumpe aus dem Kraftstoffbehälter über den Kraftstofffilter zur Vorförderpumpe gepumpt. Das Vordruckregelventil steuert den Kraftstoffdruck in der Vorförderpumpe. Es öffnet bei 5 bar und leitet den Kraftstoff wieder zur Saugseite der Vorförderpumpe. Die Vorförderpumpe fördert den Kraftstoff über das angesteuerte Ventil für Kraftstoffdosierung zur Hochdruckpumpe. Von der Hochdruckpumpe gelangt der Kraftstoff über das Regelventil für Kraftstoffdruck zum Hochdruckspeicher (Rail) und dann über Hochdruckleitungen zu den Einspritzventilen.



S442\_156

## Die Vorförderpumpe

Die Vorförderpumpe ist eine mechanisch betriebene Zahnradpumpe und Bestandteil der Hochdruckpumpe. Sie hat die Aufgabe, den geförderten Kraftstoff aus dem Kraftstofftank, über das Ventil für Kraftstoffdosierung, zur Hochdruckpumpe zu fördern. Der Kraftstoffdruck wird auf ca. 5bar erhöht. So wird eine gleichbleibende Kraftstoffversorgung der Hochdruckpumpe in allen Betriebszuständen des Motors gewährleistet.

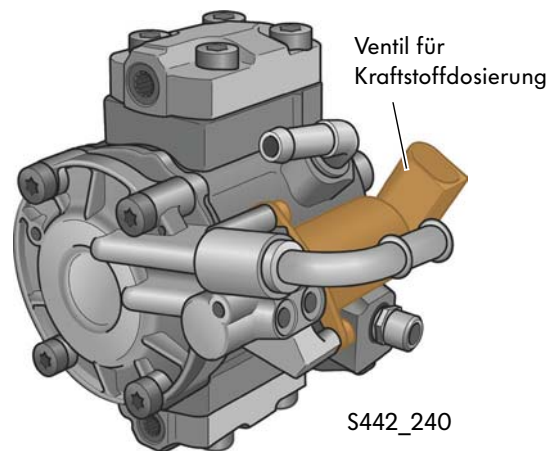


## Auswirkungen bei Ausfall

Es findet keine Versorgung der Hochdruckpumpeneinheit mit Kraftstoff statt. Der Motor lässt sich nicht starten.

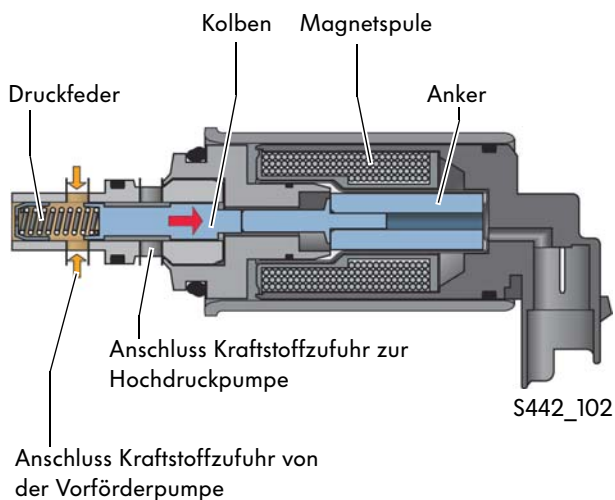
## Das Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Das Ventil für Kraftstoffdosierung steuert die Kraftstoffzufuhr zur Hochdruckpumpeinheit und stellt die Kraftstoffversorgung der Hochdruckpumpe sicher. Damit kann bereits von der Niederdruckseite aus die Fördermenge der Hochdruckpumpe dem Motorbedarf angepasst werden. Das hat den Vorteil, dass die Hochdruckpumpe nur den Druck erzeugen muss, der für die momentane Betriebsituation erforderlich ist.



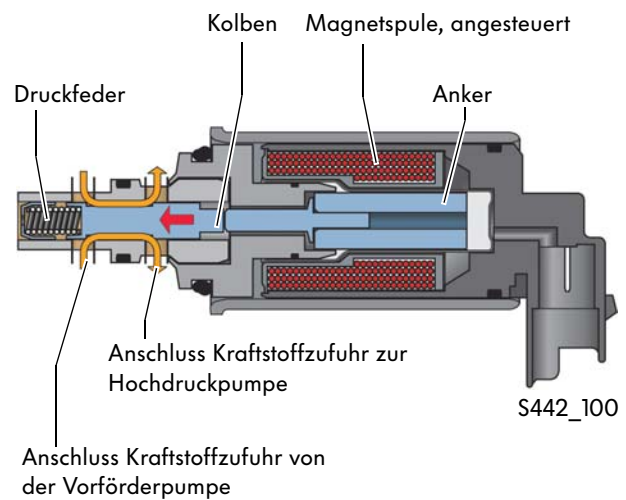
### Funktion

#### Ventil nicht angesteuert



Das Ventil für Kraftstoffdosierung ist stromlos. Der Kolben schließt durch die Federkraft den Zulauf zur Hochdruckpumpe. Die Kraftstoffzufuhr zur Hochdruckpumpe ist unterbrochen.

#### Ventil angesteuert



Das Ventil für Kraftstoffdosierung wird angesteuert und die Magnetspule erzeugt ein Magnetfeld. Der Kolben wird über den Ventilanker gegen die Federkraft gedrückt. Die Kraftstoffzufuhr zur Hochdruckpumpe wird geöffnet und Kraftstoff gelangt zur Hochdruckpumpe.

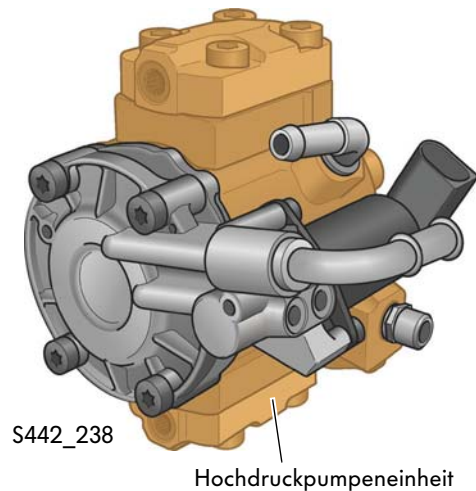
### Auswirkungen bei Ausfall

Das Ventil ist bei Spannungsausfall geschlossen. Es wird kein Kraftstoff zur Hochdruckpumpe geführt. Der Motor lässt sich nicht mehr starten.



## Die Hochdruckpumpeneinheit

Die Hochdruckpumpeneinheit hat die Aufgabe, den zur Einspritzung notwendigen Kraftstoffhochdruck von bis zu 1600 bar zu erzeugen. Sie ist eine bedarfsgeregelte Radialkolbenpumpe mit zwei um 180 ° versetzten Hochdruckeinheiten, die über einen Exzenter betrieben werden.

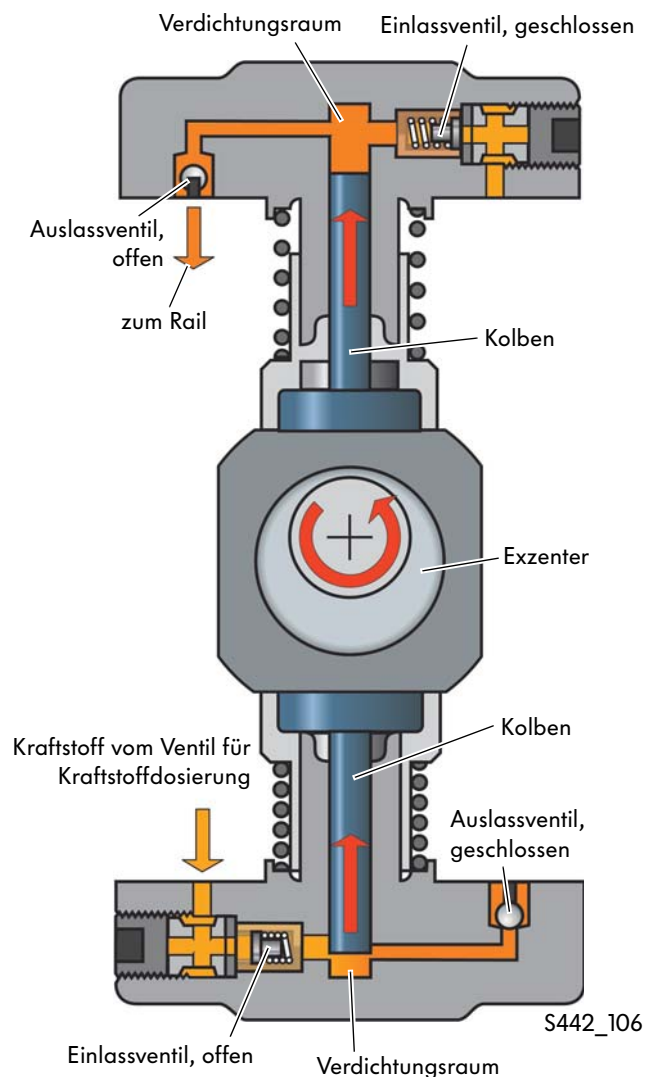


### Förderhub

Der Exzenter drückt den Kolben nach oben. Das Einlassventil wird durch die Federkraft und den sich aufbauenden Druck im Verdichtungsraum geschlossen. Das Auslassventil öffnet, wenn der Druck innen im Verdichtungsraum größer ist als der Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher.

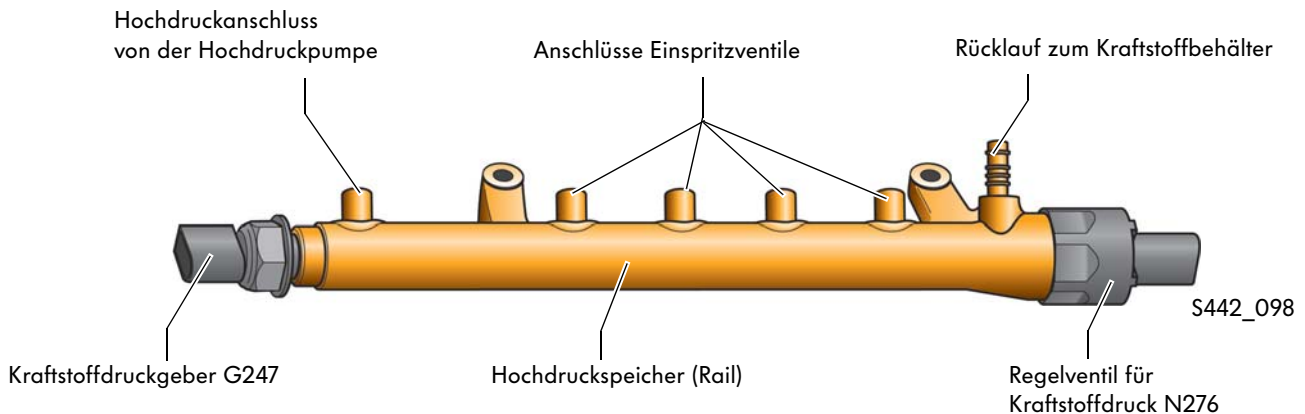
### Saughub

Bei der Abwärtsbewegung des Kolbens wird ein Unterdruck im Verdichtungsraum erzeugt, der das Einlassventil gegen die Federkraft öffnet. Der vom Ventil für Kraftstoffdosierung kommende Kraftstoff wird angesaugt. Gleichzeitig wird das Auslassventil durch die Druckdifferenz zwischen Verdichtungsraum und dem Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher geschlossen.

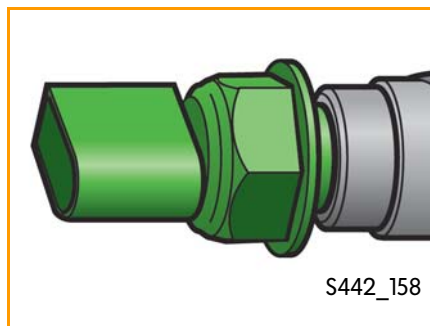


## Der Hochdruckspeicher (Rail)

Das Rail dient als Hochdruckspeicher für den Kraftstoff, der von der Hochdruckpumpe geliefert wird. Es versorgt die Einspritzventile mit der für jeden Betriebszustand benötigten Kraftstoffmenge.



## Der Kraftstoffdruckgeber G247



Der Kraftstoffdruckgeber G247 misst den Kraftstoffdruck im Rail. Der anstehende Druck wird in ein Spannungssignal umgewandelt, das vom Motorsteuergerät ausgewertet wird.

Entsprechend den abgelegten Kennfeldern im Motorsteuergerät wird das Drucksignal zur Berechnung der Ansteuerdauer der Einspritzventile und der Hochdruckregelung durch das Kraftstoffdosierventil benutzt.

Der Kraftstoffdruckgeber ist direkt in den Hochdruckspeicher geschraubt.

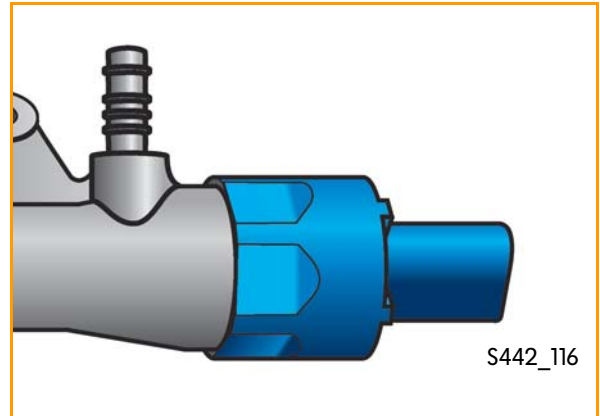
## Auswirkungen bei Ausfall

Bei Signalausfall oder unplausiblen Signal des Gebers schaltet das Motorsteuergerät in eine Notlauffunktion. Dabei ist die Motorleistung reduziert und die maximale Motordrehzahl auf 3000 1/min begrenzt.

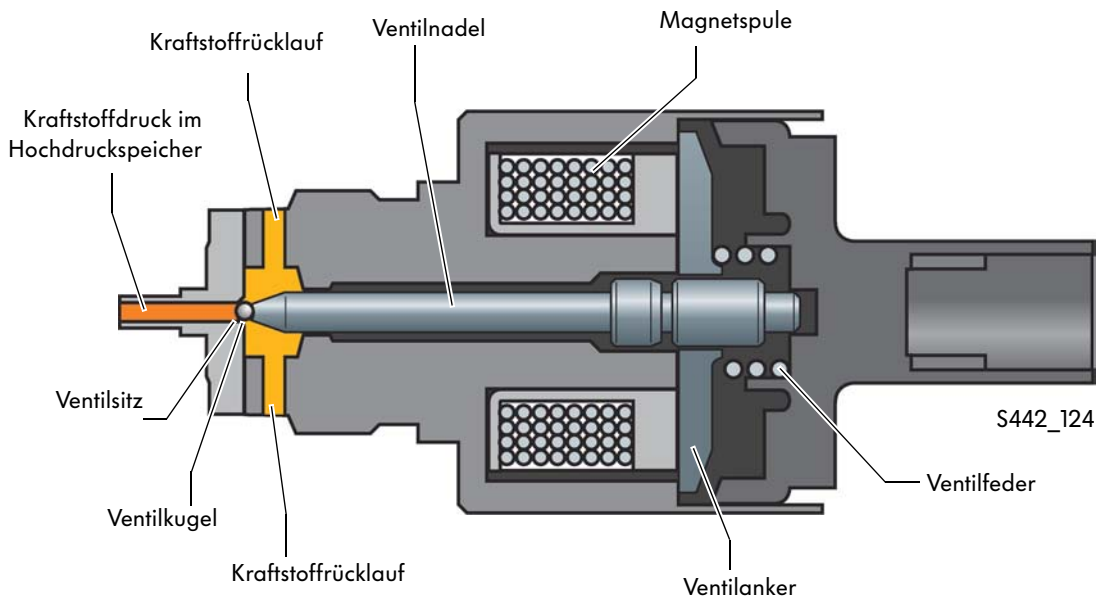


## Das Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Das Regelventil für Kraftstoffdruck befindet sich im Hochdruckspeicher (Rail). Es regelt den Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher. Dazu wird es vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten Signal angesteuert.

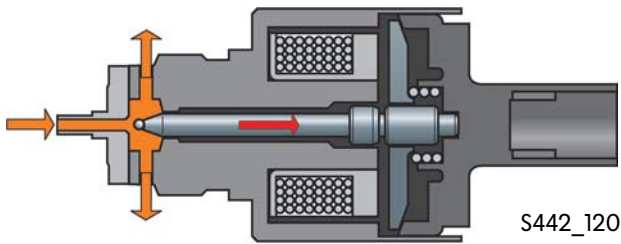


## Aufbau



## Funktion

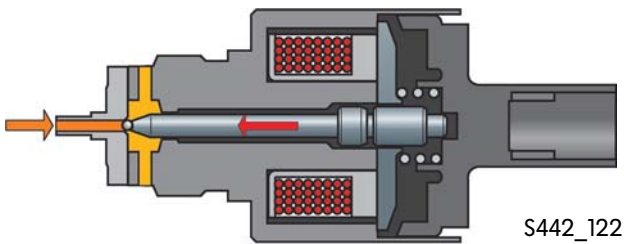
### Regelventil nicht angesteuert



Bei „Motor AUS“ wird die Ventilkugel nur durch die Federkraft in den Ventilsitz gedrückt. Dadurch wird ein geringer Kraftstoffdruck vorgehalten.

Ist der Kraftstoffdruck im Hochdruckspeicher größer als die Federkraft, öffnet das Ventil und Kraftstoff fließt über den Kraftstoffrücklauf in den Kraftstoffbehälter.

### Regelventil angesteuert



Um den Betriebsdruck im Hochdruckspeicher einzustellen, wird die Magnetspule mit einem pulsweitenmoduliertem Signal vom Motorsteuergerät angesteuert. Der Ventilanker wird angezogen und drückt die Ventilkugel in ihren Sitz.

Je nach Tastverhältnis der Ansteuerung, wird die Ablaufmenge in den Kraftstoffrücklauf verändert.

## Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Regelventils für Kraftstoffdruck ist kein Motorlauf möglich. Der für die Einspritzung erforderliche Kraftstoffdruck kann nicht aufgebracht werden.



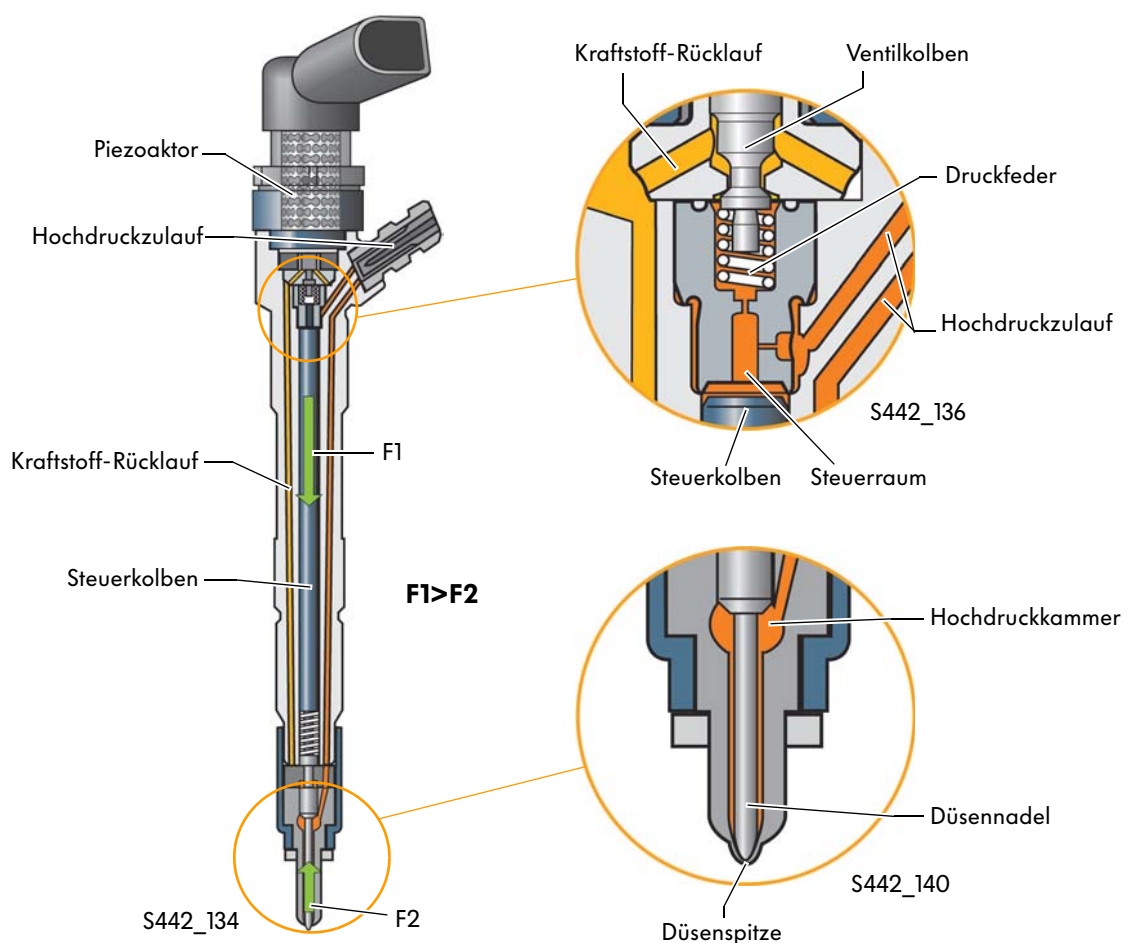
## Die Einspritzventile (Injektoren)

Die über eine Hochdruckleitung am Rail angeschlossenen Einspritzventile (Piezo-Injektoren) spritzen die für alle Betriebszustände des Motors notwendige Kraftstoffmenge in die Verbrennungsräume. Die jeweilige Einspritzmenge setzt sich lastabhängig aus einer Voreinspritzmenge, einer Haupteinspritzmenge und einer Nacheinspritzmenge zusammen. Die Einspritzventile werden über einen Piezoaktor gesteuert. Dadurch ergeben sich sehr kurze Schaltzeiten, kennfeldgesteuerte Einspritzmengen und ein „weicher“ Verbrennungsverlauf.

### Einspritzventil (Piezoaktor) nicht angesteuert

Der Kraftstoff gelangt über den Hochdruckzulauf in den Steuerraum und die Hochdruckkammer des Einspritzventils. Die Kraft ( $F_1$ ), die auf den Steuerkolben wirkt, ist größer als die Kraft ( $F_2$ ), die an der Düsenadel wirkt.

Die Düse ist geschlossen. Die Druckfeder verschließt über den Ventilkolben den Rücklauf, um ein Abfließen des Kraftstoffs bei nicht drehenden Motor zu verhindern.





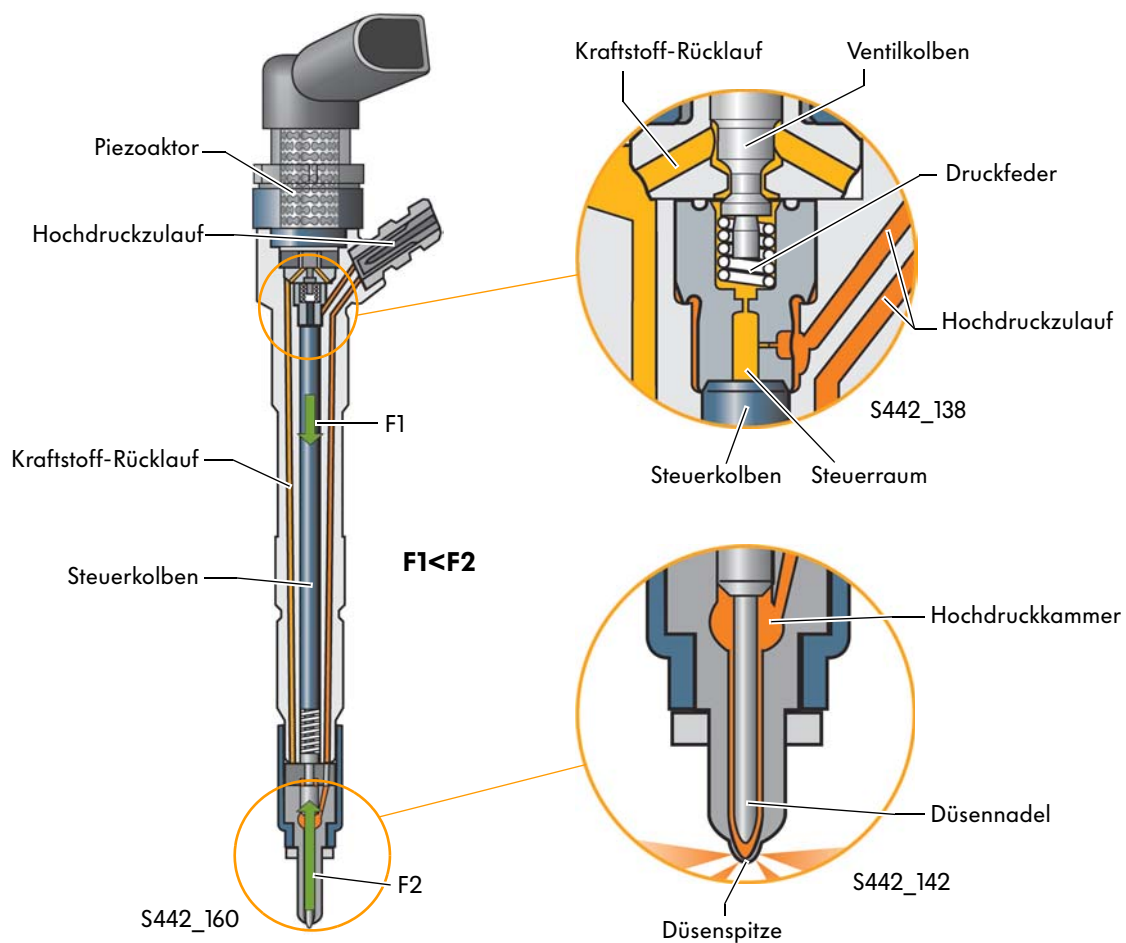
Der Aufbau und die Funktion des Piezoaktors ist im Selbststudienprogramm Nr. 351 „Das Common-Rail-Einspritzsystem des 3,0l V6 TDI-Motors“ beschrieben.



## Einspritzventil (Piezoaktor) angesteuert

Der Piezoaktor des Einspritzventils wird angesteuert und dehnt sich aus. Der Ventilkolben wird gegen die Federkraft gedrückt und verbindet den Steuerraum mit dem Kraftstoffrücklauf. Dadurch kommt es im Steuerraum zu einem Druckabfall.

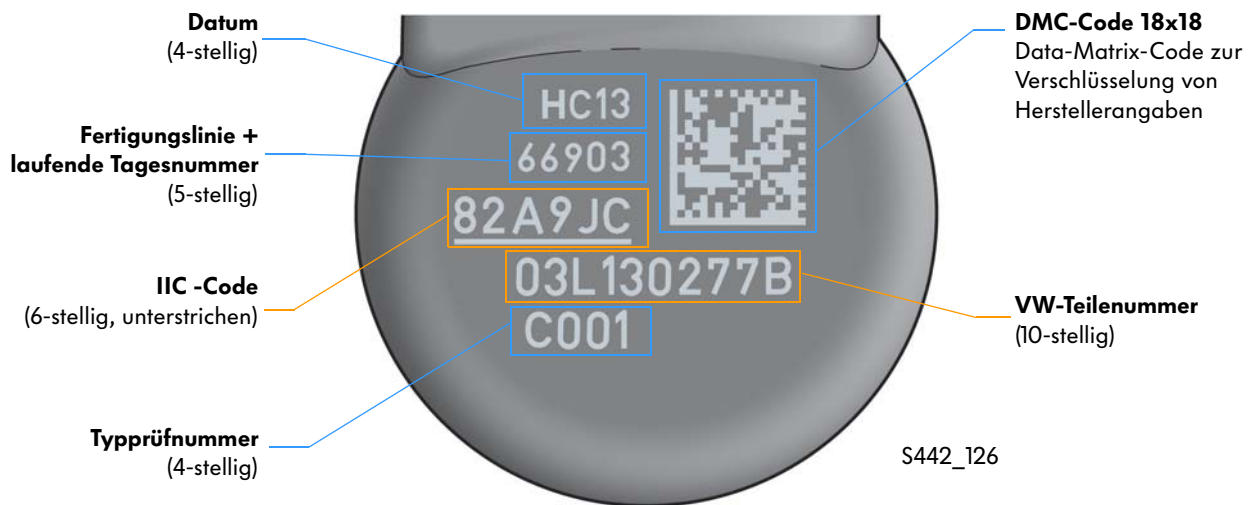
Die hydraulische Kraft ( $F_2$ ) an der Düsenadel ist nun größer als die Kraft ( $F_1$ ), die vom Steuerkolben wirkt. Die Düsenadel bewegt sich nach oben und der Kraftstoff wird in den Brennraum gespritzt.



## Kennzeichnung der Einspritzventile

Das Einspritzventil ist auf der Kopfseite mit einem Datenträger versehen. Neben VW-Teilenummer, Datum und Typprüfnummer ist der 6-stellige IIC-Code aufgedruckt (Injector Individual Correction- Injektorindividueller Korrekturwert).

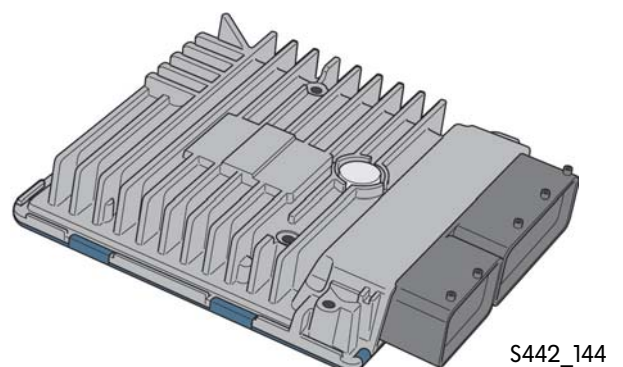
Der IIC-Code muss bei Ersatz der Einspritzventile unter Geführte Funktionen „Korrekturwerte Einspritzventile lesen/anpassen“ eingegeben werden.



## Das Motorsteuergerät

Das Motorsteuergerät prüft alle Prozesse, die zur Regelung des Motorsystems notwendig sind.

Das Motorsteuergerät regelt anhand der übermittelten Fahrzeugdaten (Motordrehzahl, Kühlmitteltemperatur, Gaspedalstellung etc.) die Motorausgangsdaten, wie Kraftstoffeinspritzmenge, Kraftstoffeinspritzzeit etc.

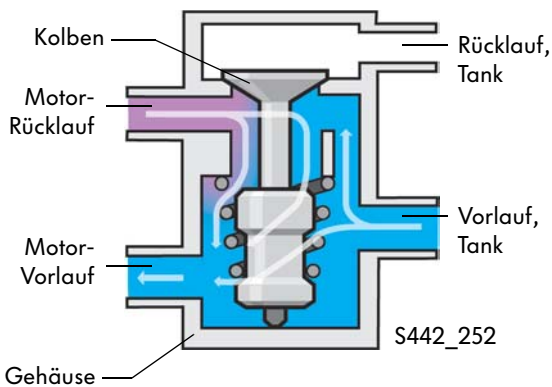


# Das Kombiventil

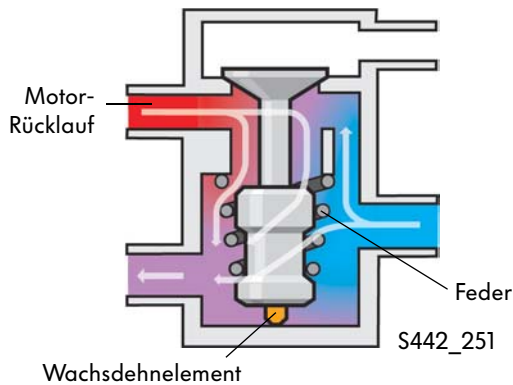
Das Kombiventil ist im Polo 2010 nahe dem Kraftstofffilter montiert. Das Kombiventil hat die Aufgabe der Kraftstoffvorwärmung.

## Funktion

### Kombiventil geschlossen

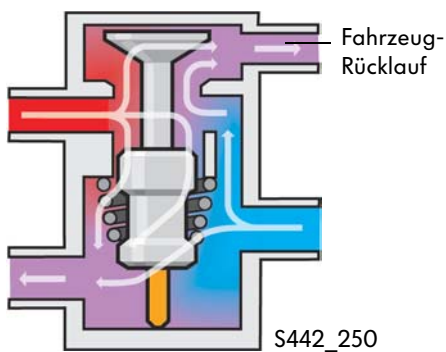


Beim Kaltstart ist der Rücklauf zum Tank durch den Kolben im Kombiventil verschlossen. Warmer Kraftstoff aus dem Motorrücklauf mischt sich im Kombiventil mit kaltem Kraftstoff aus dem Tank und wird dem Motor wieder zugeführt. Der so vorgewärmte Kraftstoff verhindert die Abscheidung der Paraffine und damit das Verstopfen des Kraftstofffilters.



Mit zunehmender Motortemperatur steigt auch die Kraftstofftemperatur des Motorrücklaufes. Dadurch erwärmt sich der Kolben mit dem Wachsdehnelement im Kombiventil. Das Wachsdehnelement dehnt sich aus und drückt den Kolben gegen die Federkraft nach oben.

### Kombiventil geöffnet



Ist die Betriebstemperatur erreicht, öffnet das Kombiventil den Rücklauf zum Tank. Kalter Kraftstoff vom Tank vermischt sich mit warmen Kraftstoff aus dem Motorrücklauf und strömt zum Kraftstofftank zurück. Dadurch wird verhindert, dass sich der Kraftstoff im Kraftstofftank über eine Grenztemperatur erwärmt.

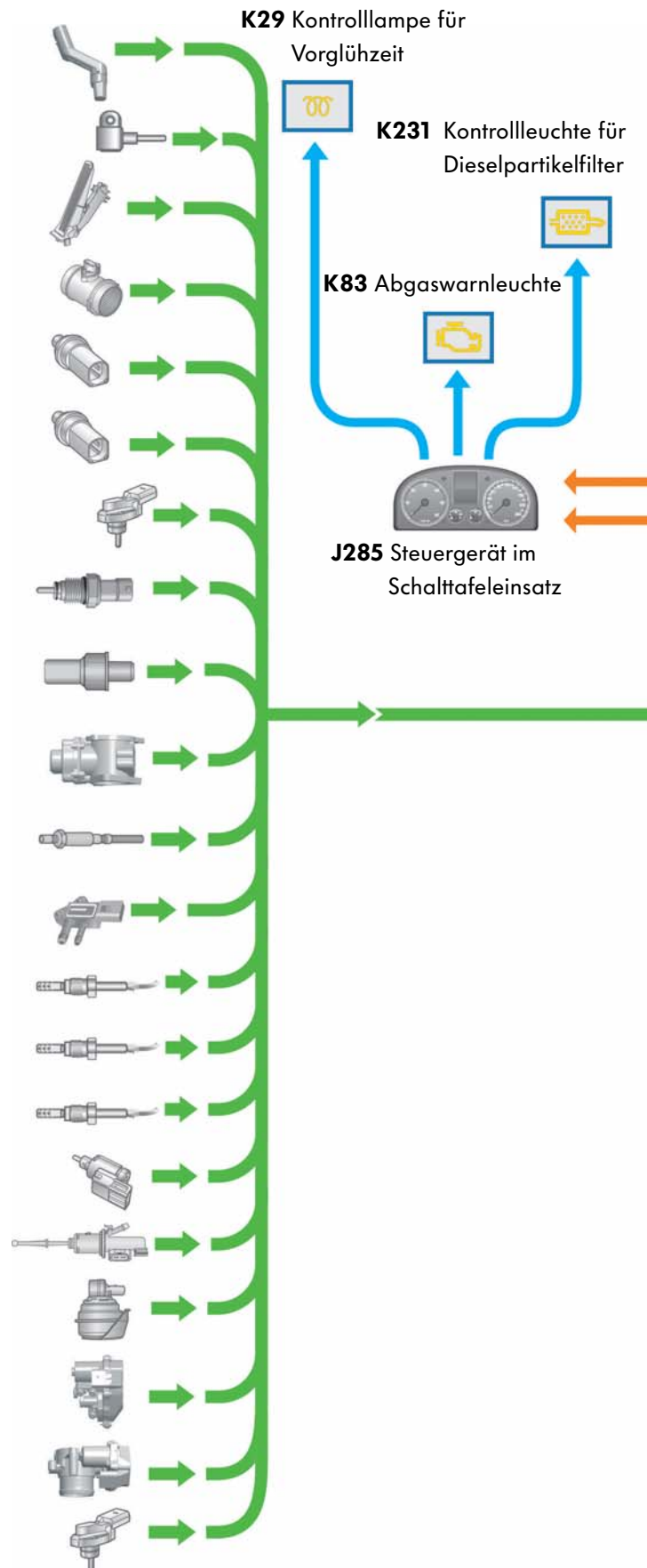
- warmer Kraftstoff
- kalter Kraftstoff



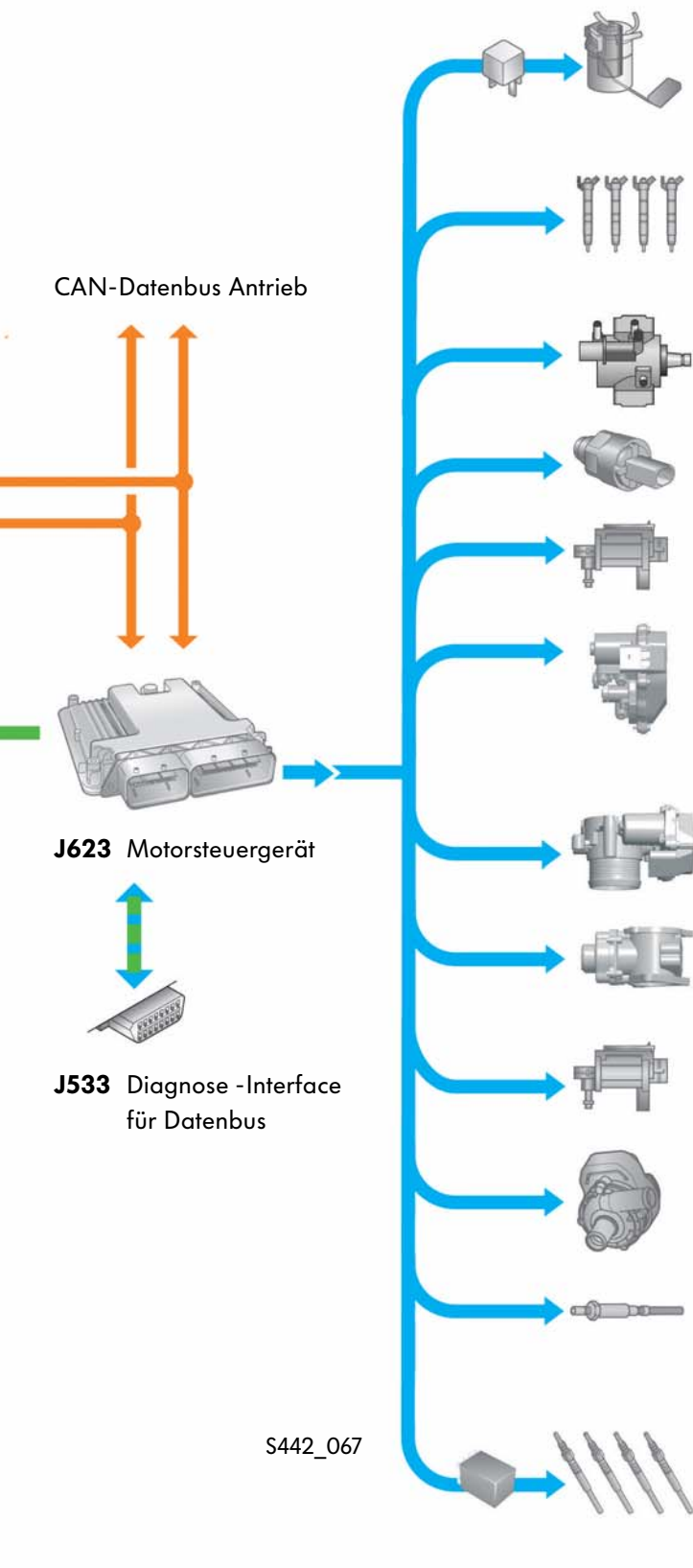
# Systemübersicht

## Sensoren

- G28** Motordrehzahlgeber
- G40** Hallgeber
- G79** Gaspedalstellungsgeber
- G185** Gaspedalstellungsgeber 2
- G70** Luftmassenmesser
- G62** Kühlmitteltemperaturgeber
- G83** Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang
- G31** Ladedruckgeber
- G42** Ansauglufttemperaturgeber
- G81** Kraftstofftemperaturgeber
- G247** Kraftstoffdruckgeber
- G212** Potentiometer für Abgasrückführung
- G39** Lambdasonde
- G450** Drucksensor 1 für Abgas
- G235** Abgastemperaturgeber 1
- G495** Abgastemperaturgeber 3
- G648** Abgastemperaturgeber 4
- F** Bremslichtschalter
- G476** Kupplungspositionsgeber
- G581** Positionsgeber für Ladedrucksteller
- G336** Potenziometer für Saugrohrklappe\*
- G69** Drosselklappenpotenziometer
- G266** Ölstands- und Öltemperaturgeber



# Aktoren



**J17** Kraftstoffpumpenrelais  
**G6** Kraftstoffpumpe für Vorförderung

**N30** Einspritzventil für Zylinder 1  
**N31** Einspritzventil für Zylinder 2  
**N32** Einspritzventil für Zylinder 3  
**N33** Einspritzventil für Zylinder 4

**N290** Ventil für Kraftstoffdosierung

**N276** Regelventil für Kraftstoffdruck

**N75** Magnetventil für Ladedruckbegrenzung

**V157** Motor für Saugrohrklappe\*

**J338** Drosselklappensteuereinheit

**N18** Abgasrückführungsventil

**N345** Umschaltventil für Kühler für Abgasrückführung

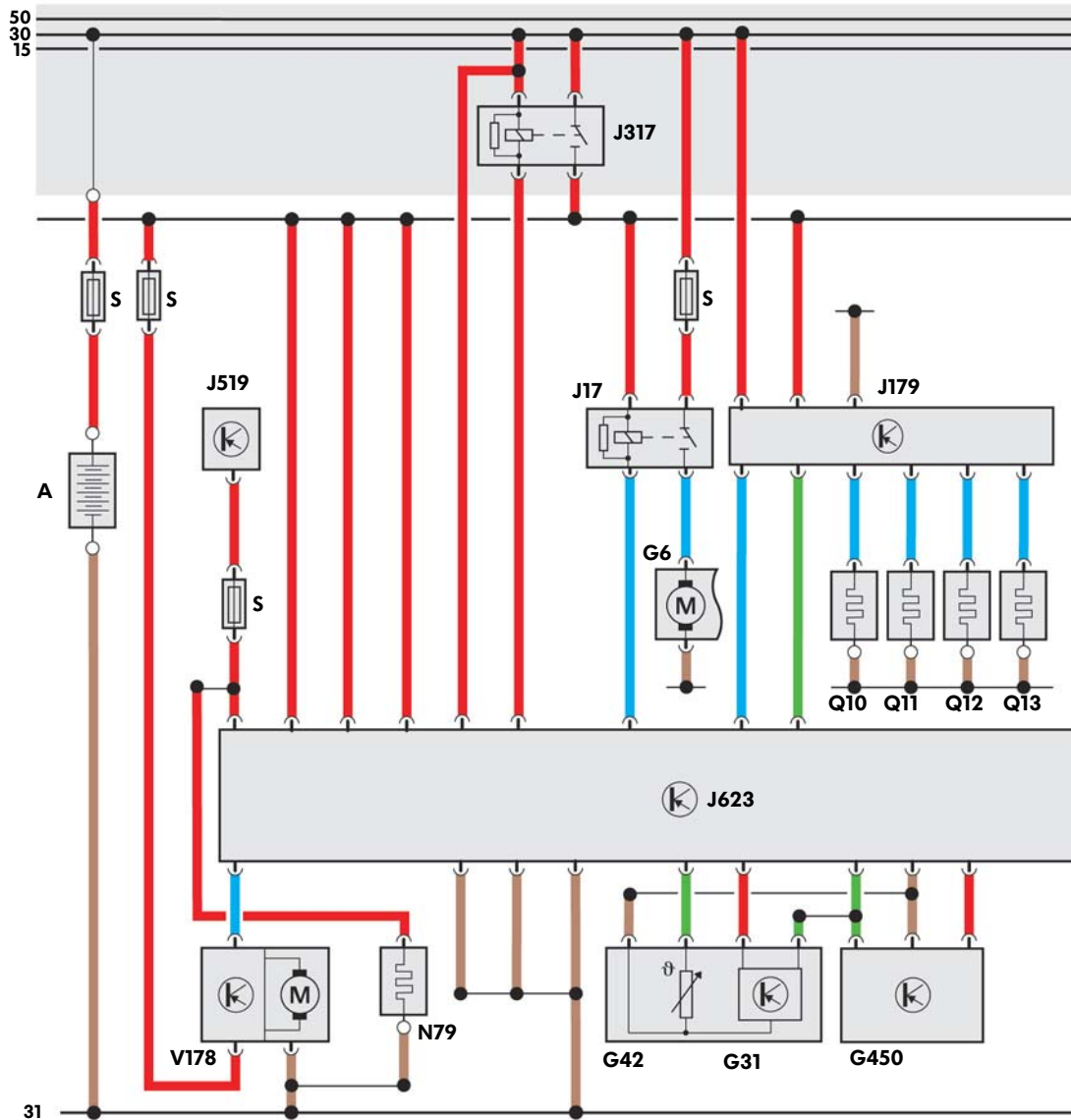
**V178** Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf

**Z19** Heizung für Lambdasonde

**J179** Steuergerät für Glühzeitautomatik  
**Q10** Glühkerze 1  
**Q11** Glühkerze 2  
**Q12** Glühkerze 3  
**Q13** Glühkerze 4

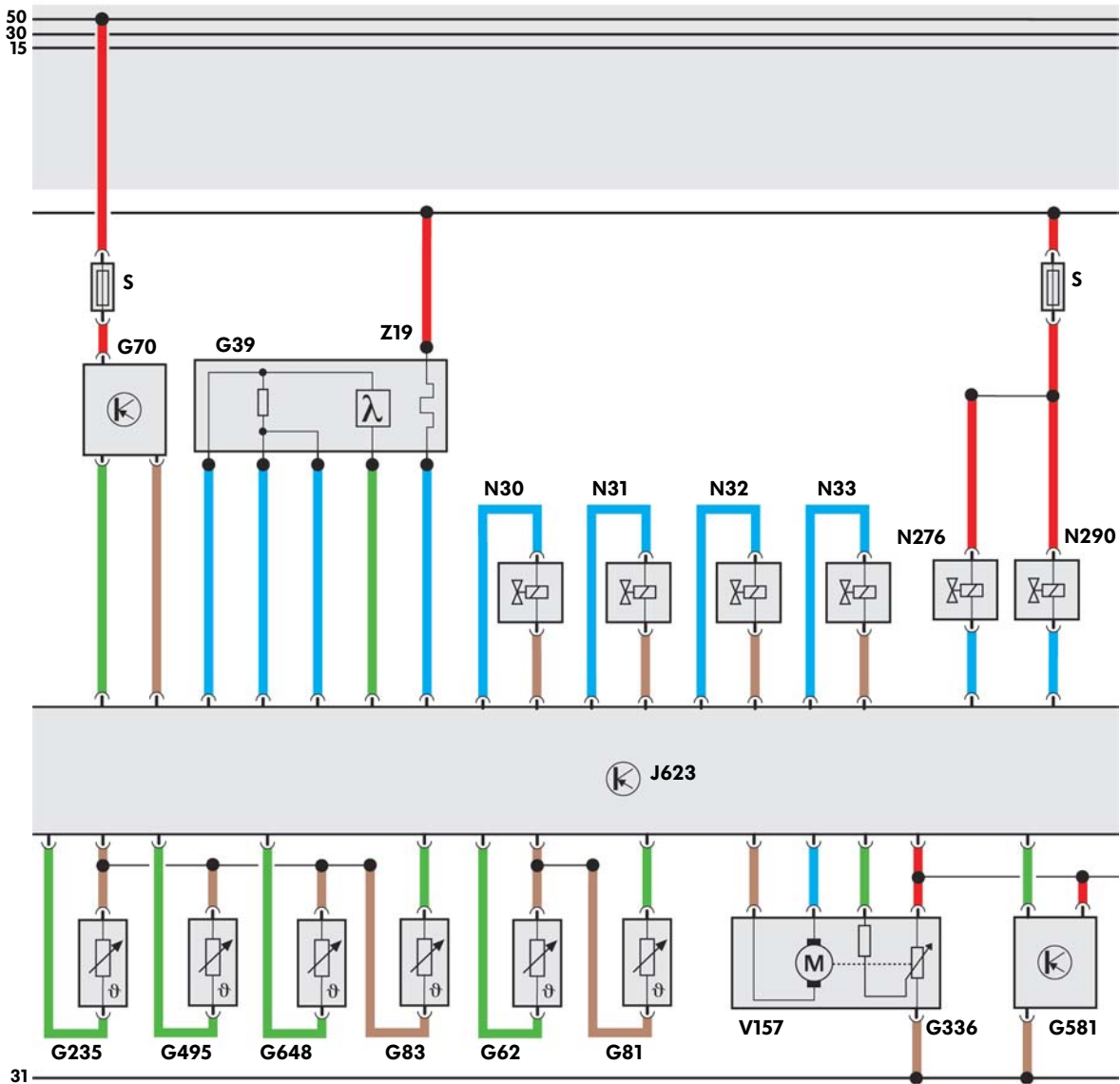
\* zur Zeit ohne Funktion

# Funktionsplan



S442\_200

- |      |  |      |                                     |
|------|--|------|-------------------------------------|
| A    | Batterie                                   | G581 | Positionsgeber für Ladedrucksteller |
| G6   | Kraftstoffpumpe für Vorförderung           | G648 | Abgastemperaturgeber 4              |
| G31  | Ladedruckgeber                             | J17  | Kraftstoffpumpenrelais              |
| G39  | Lambdasonde                                | J179 | Steuergerät für Glühzeitautomatik   |
| G42  | Ansauglufttemperaturgeber                  | J317 | Relais für Spannungsversorgung      |
| G62  | Kühlmitteltemperaturgeber                  | J519 | Bordnetzsteuergerät                 |
| G70  | Luftmassenmesser                           | J623 | Motorsteuergerät                    |
| G81  | Kraftstofftemperaturgeber                  | N30  | Einspritzventil für Zylinder 1      |
| G83  | Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang | N31  | Einspritzventil für Zylinder 2      |
| G235 | Abgastemperaturgeber 1                     | N32  | Einspritzventil für Zylinder 3      |
| G336 | Potenzio­meter für Saugrohrklappe*         | N33  | Einspritzventil für Zylinder 4      |
| G450 | Drucksensor 1 für Abgas                    | N276 | Regelventil für Kraftstoffdruck     |
| G495 | Abgastemperaturgeber 3                     | N290 | Ventil für Kraftstoffdosierung      |



S442\_202

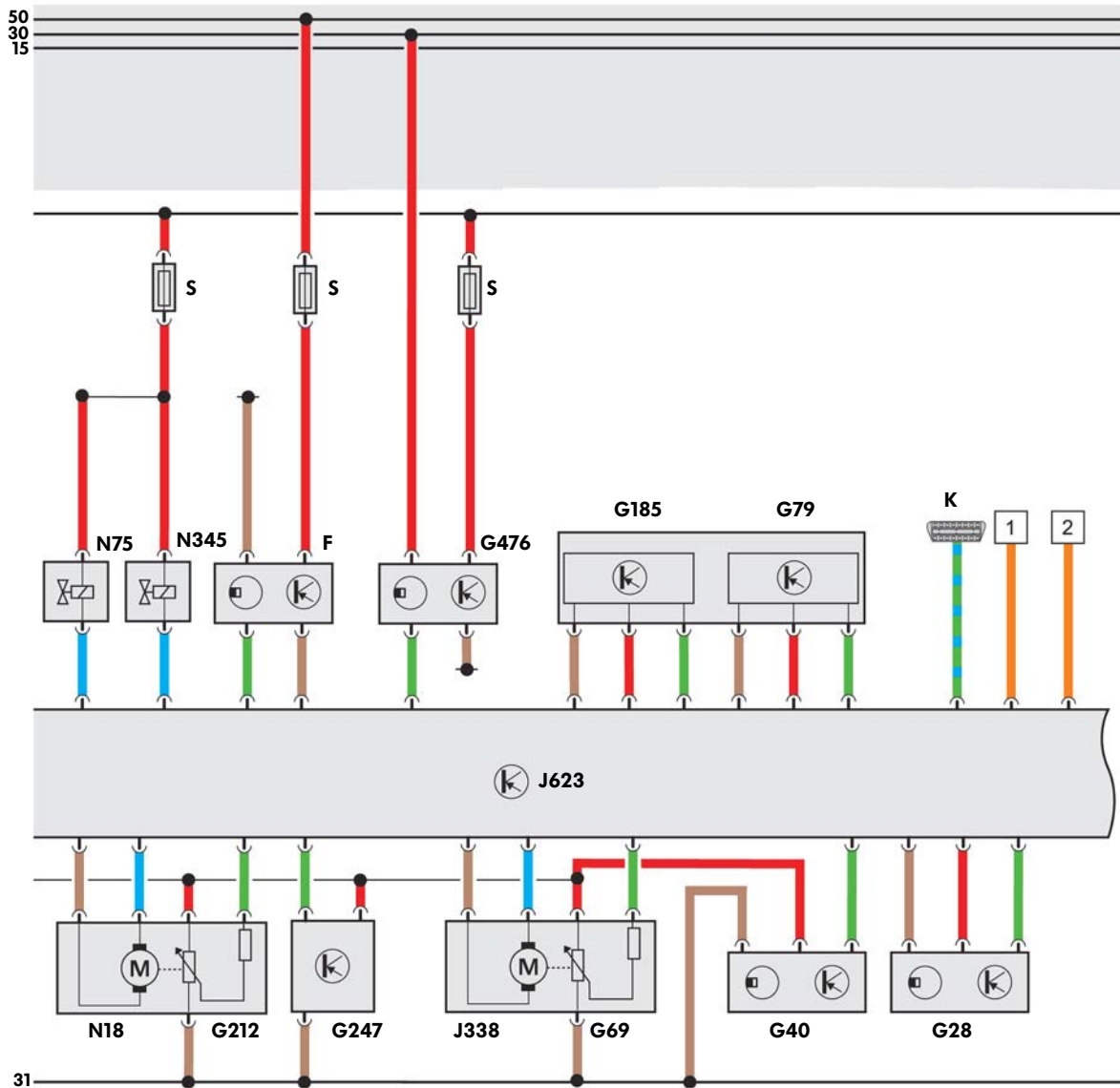
- Q10 Glühkerze 1
- Q11 Glühkerze 2
- Q12 Glühkerze 3
- Q13 Glühkerze 4
- S Sicherung
- V157 Motor für Saugrohrklappe\*
- V178 Pumpe 2 für Kühlmittelumlauf
- Z19 Heizung für Lambdasonde

\* zur Zeit ohne Funktion

**Farbcodierung/Legende**

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

# Funktionsplan



S442\_204

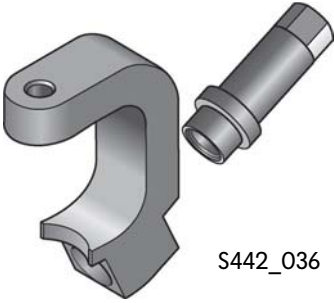

- F Bremslichtschalter
- G28 Motordrehzahlgeber
- G40 Hallgeber
- G69 Drosselklappenpotenziometer
- G79 Gaspedalstellungsgeber
- G185 Gaspedalstellungsgeber 2
- G212 Potenziometer für Abgasrückführung
- G247 Kraftstoffdruckgeber
- G476 Kupplungspositionsgeber
- J338 Drosselklappensteuereinheit
- J623 Motorsteuergerät
- N18 Abgasrückführungsventil
- N75 Magnetventil für Ladedruckbegrenzung
- N345 Umschaltventil für Kühler für Abgasrückführung

- K Diagnoseanschluss
- S Sicherung
- 1 CAN-Datenbus
- 2 CAN-Datenbus

### Farbcodierung/Legende

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

## Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10402 Abzieher	 <p style="text-align: right;">S442_036</p>	zur Demontage der Einspritzeinheiten (Piezo Injektoren)
T10403 Transportsicherung	 <p style="text-align: right;">S442_038</p>	zum Fixieren des Entkopplungselements der Abgasanlage



# Prüfen Sie Ihr Wissen

---

## Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

### 1. In welchen Leistungsvarianten wird der 1,6l-TDI-Motor angeboten?

- a) 44kW, 55kW, 81kW
- b) 50kW, 70kW, 90kW
- c) 55kW, 66kW, 77kW

### 2. Was versteht man unter Flexi-Belt?

- a) ein flexibler, dehnbarer Keilrippenriemen
- b) ein gespannter Keilrippenriemen
- c) ein mit Spannrolle gedehnter Keilrippenriemen

### 3. Wo ist das Abgasrückführungsmodul verbaut ?

- a) auf der Ansaugseite, am Saugrohr
- b) auf der Abgasseite, am Zylinderkopf
- c) am Unterboden, in der Nähe des Kraftstofftanks



---

**4. Welche Bauteile gehören zur Hochdruckpumpe?**

- a) Vorförderpumpe, Hochdruckpumpeneinheit, Rail
- b) Vorförderpumpe, Ventil für Kraftstoffdosierung, Hochdruckpumpeneinheit
- c) Hochdruckpumpeneinheit, Rail, Einspritzventil

**5. Welche Aufgabe hat der Kraftstoffdruckgeber G247?**

- a) Der Kraftstoffdruckgeber misst den Kraftstoffdruck im Rail.
- b) Der Kraftstoffdruckgeber misst den Kraftstoffdruck in der Vorförderpumpe.
- c) Der Kraftstoffdruckgeber misst den Kraftstoffdruck im Kraftstoffrücklauf.

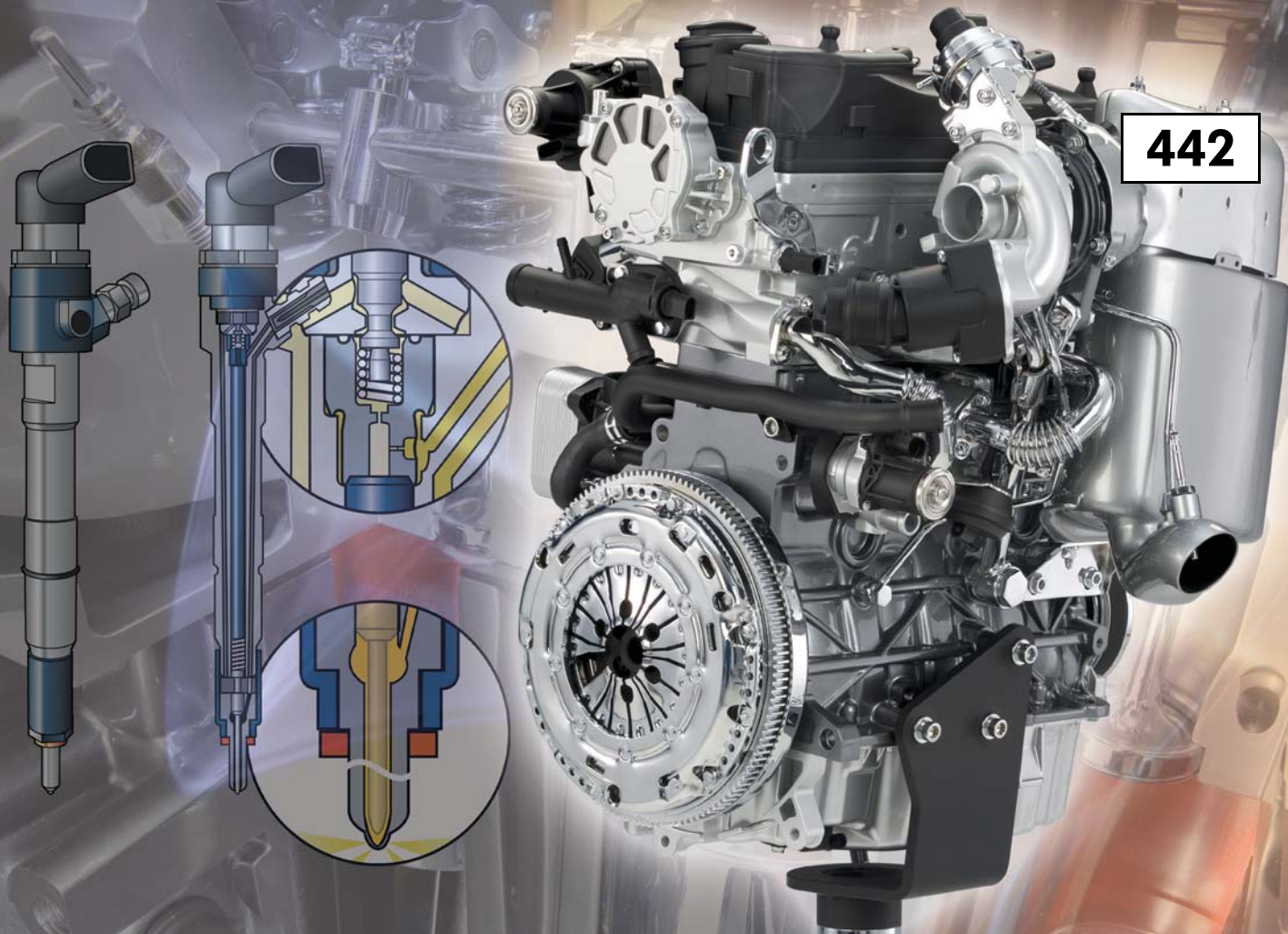


# Notizen

---



442



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.  
000.2812.22.00 Technischer Stand 06.2009

Volkswagen AG  
After Sales Qualifizierung  
Service Training VSQ-1  
Brieffach 1995  
D-38436 Wolfsburg

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.