



Selbststudienprogramm 526

**Die Dieselmotoren-Baureihe EA288  
mit Abgasnorm EU6**

Konstruktion und Funktion



Im Golf 2013 hat erstmalig bei Volkswagen die neue Dieselmotoren-Baureihe EA288 als Konzept eines modularen Dieselbaukastens eingesetzt.

Auf der Grundlage dieses modularen Dieselbaukastens (MDB) wurde die Dieselmotoren-Baureihe EA288 weiterentwickelt, um durch den Einsatz von neuen oder abgeänderten Bauteilen und Funktionseinheiten die Abgasnorm EU6 zu erfüllen.

In diesem Selbststudienprogramm können Sie sich über den Aufbau und die Funktionsweise der Maßnahmen informieren, die zur Erfüllung der Abgasnorm EU6 bei der Dieselmotoren-Baureihe EA288 eingesetzt haben.



S526\_047



Die Konstruktion und Funktion der Dieselmotoren-Baureihe EA288 mit der Abgasnorm EU5 ist im Selbststudienprogramm Nr. 514 „Die neue Dieselmotoren-Baureihe EA288“ beschrieben.

**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**

# Auf einen Blick

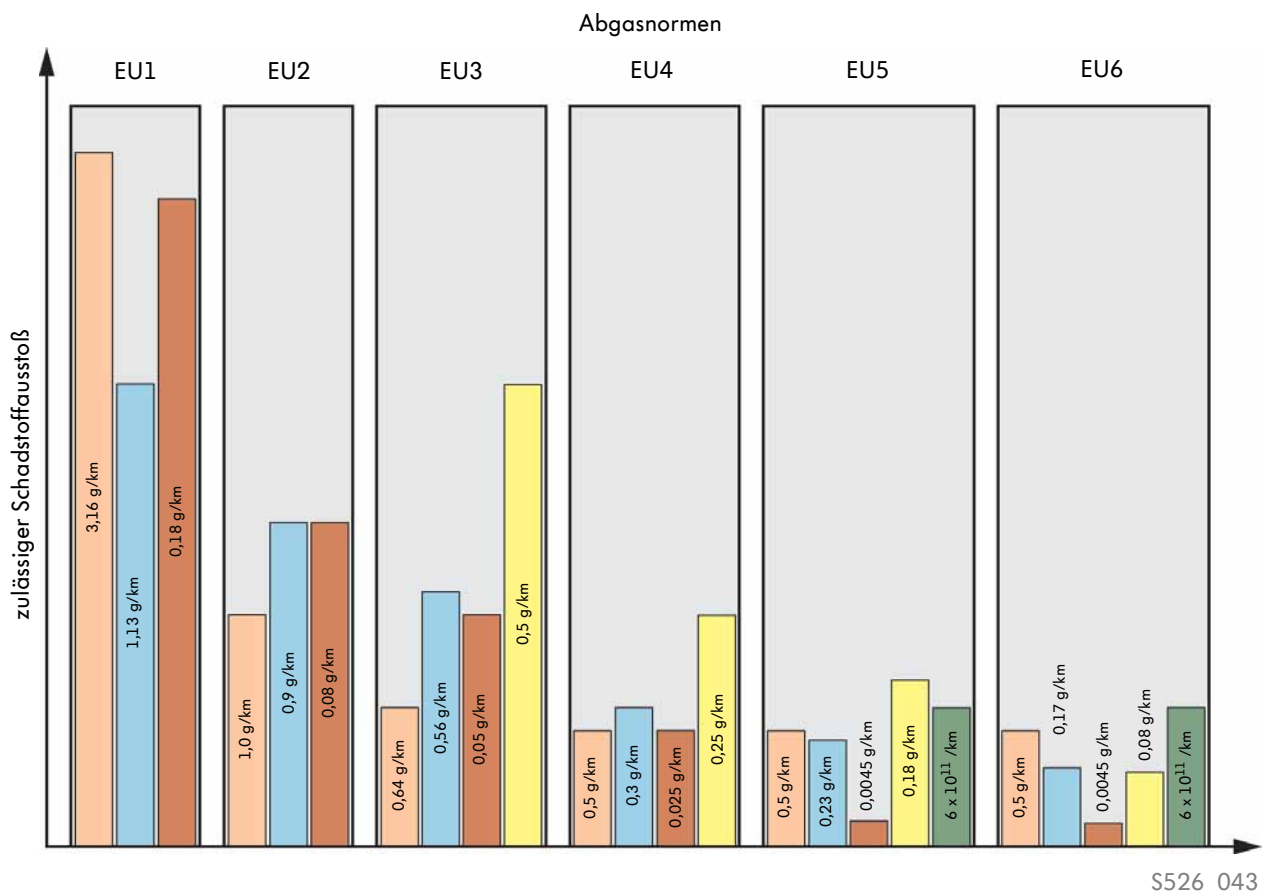
---

<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>Motormechanik</b> .....	<b>8</b>
<b>Motormanagement</b> .....	<b>24</b>
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>43</b>

## Abgasnorm EU6

Sowohl in Europa als auch weltweit wurden in den vergangenen Jahren Beschlüsse und Gesetze zu Abgasnormen für Kraftfahrzeuge verfasst, mit dem Ziel, den Ausstoß von Luftschadstoffen zu reduzieren, die durch den Straßenverkehr entstehen. Die Entwicklung der Abgasnormen zeigt, dass die zulässigen Grenzwerte für die einzelnen Abgasbestandteile seit der Abgasnorm EU1, welche 1992 in Kraft trat und der Abgasnorm EU6, die ab September 2014 Gültigkeit hat, deutlich verringert wurden. Bei der Umstellung von Abgasnorm EU4 auf Abgasnorm EU5 lag das

Hauptaugenmerk auf der Verringerung der Partikelemissionen. Dies konnte durch den Einsatz von innermotorischen Maßnahmen sowie Dieselpartikelfiltern erreicht werden. Im Zuge der Umstellung von Abgasnorm EU5 auf Abgasnorm EU6 ist die Verringerung von Stickoxiden im Abgas ein zentrales Thema. Als Resultat werden die zulässigen Stickoxid-Emissionen, im Vergleich zur Abgasnorm EU5, um mehr als 50 % reduziert. Dies wird durch mehrere technische Maßnahmen am Motor, der Motorsteuerung und der Abgasnachbehandlung erreicht.



### Legende

<span style="color: orange;">■</span> <b>CO</b>	Kohlenmonoxid	<span style="color: brown;">■</span> <b>PM</b>	Masse der Rußpartikel
<span style="color: lightblue;">■</span> <b>HC + NO<sub>x</sub></b>	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickoxide	<span style="color: green;">■</span> <b>PN</b>	Anzahl der Rußpartikel
<span style="color: yellow;">■</span> <b>NO<sub>x</sub></b>	Stickoxide		

## Technische Maßnahmen zum Erreichen der Abgasnorm EU6

Für die Reduzierung der Stickoxid-Emissionen und damit zum Erreichen der Abgasnorm EU6 ist die Dieselmotoren-Baureihe EA288 mit folgenden technischen Maßnahmen ausgestattet:

Hochdruck-Abgasrückführung



Variable Nockenwellenverstellung



Niederdruck-Abgasrückführung



Kraftstoffsystem mit einem Einspritzdruck von max. 2000 bar



Zylinderdruckgeführte Verbrennungsregelung



Abgasreinigungsmodul mit NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator

S526\_035



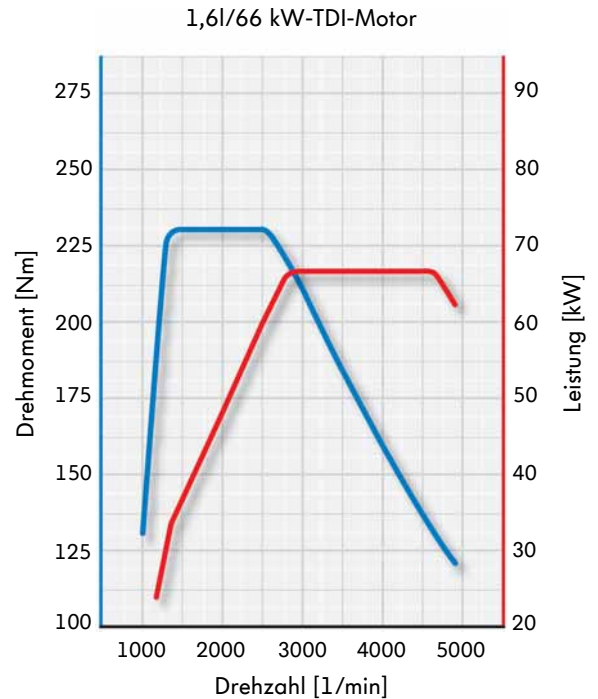
Eine detaillierte Beschreibung zur Konstruktion und Funktion der Dieselmotoren-Baureihe EA288 finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 514 „Die neue Dieselmotoren-Baureihe EA288“.

## Technische Daten

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

Motorkennbuchstabe	CRKA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm <sup>3</sup>
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,2 : 1
max. Leistung	66 kW bei 2750 bis 4600 1/min
max. Drehmoment	230 Nm bei 1400 bis 2600 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 17
Kraftstoff	Diesel nach EN 590
Abgasnachbehandlung	Zweikreis- Abgasrückführungssystem, Oxidationskatalysator, NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU6

### Drehmoment- und Leistungsdiagramm

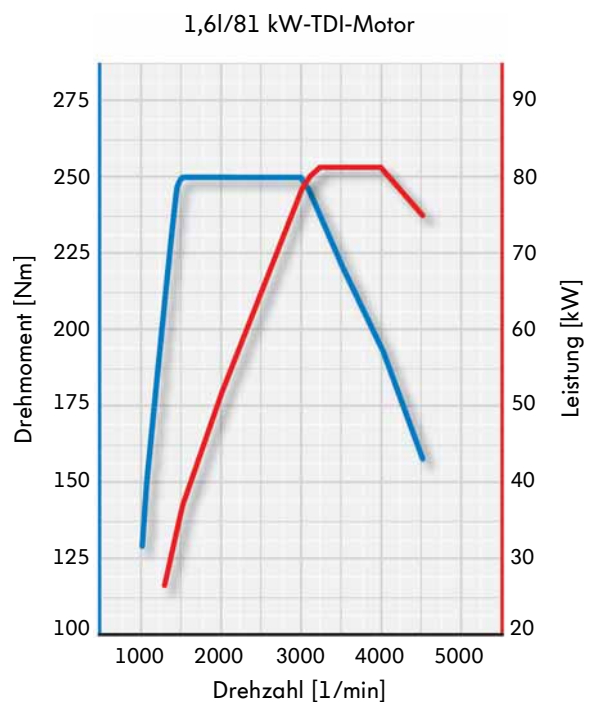


S526\_054

### 1,6l-81 kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CRKB
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm <sup>3</sup>
Bohrung	79,5 mm
Hub	80,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,2 : 1
max. Leistung	81 kW bei 3200 bis 4000 1/min
max. Drehmoment	250 Nm bei 1500 bis 3000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 17
Kraftstoff	Diesel nach EN 590
Abgasnachbehandlung	Zweikreis- Abgasrückführungssystem, Oxidationskatalysator, NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU6

### Drehmoment- und Leistungsdiagramm

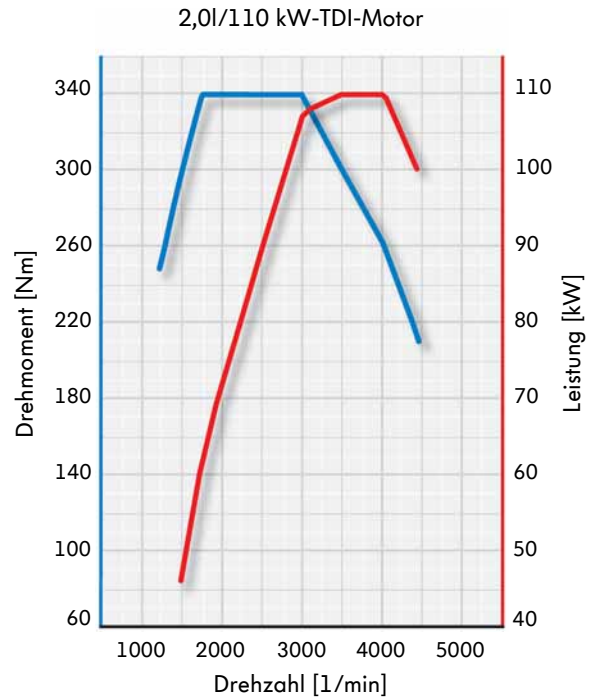


S526\_030

## 2,0l-110 kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CRLB
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1968 cm <sup>3</sup>
Bohrung	81,0 mm
Hub	95,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	16,2 : 1
max. Leistung	110 kW bei 3500 bis 4000 1/min
max. Drehmoment	340 Nm bei 1750 bis 3000 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 17
Kraftstoff	Diesel nach EN 590
Abgasnachbehandlung	Zweikreis- Abgasrückführungssystem, Oxidationskatalysator, NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU6

## Drehmoment- und Leistungsdiagramm

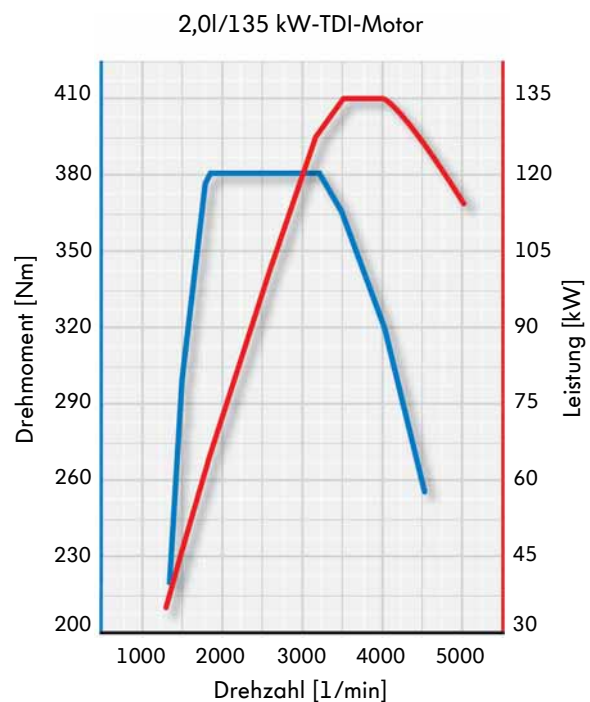


S526\_031

## 2,0l-135 kW-TDI-Motor

Motorkennbuchstabe	CUNA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1968 cm <sup>3</sup>
Bohrung	81,0 mm
Hub	95,5 mm
Ventile pro Zylinder	4
Verdichtungsverhältnis	15,8 : 1
max. Leistung	135 kW bei 3500 bis 4000 1/min
max. Drehmoment	380 Nm bei 1750 bis 3250 1/min
Motormanagement	Bosch EDC 17
Kraftstoff	Diesel nach EN 590
Abgasnachbehandlung	Zweikreis- Abgasrückführungssystem, Oxidationskatalysator, NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator, Dieselpartikelfilter
Abgasnorm	EU6

## Drehmoment- und Leistungsdiagramm



S526\_032

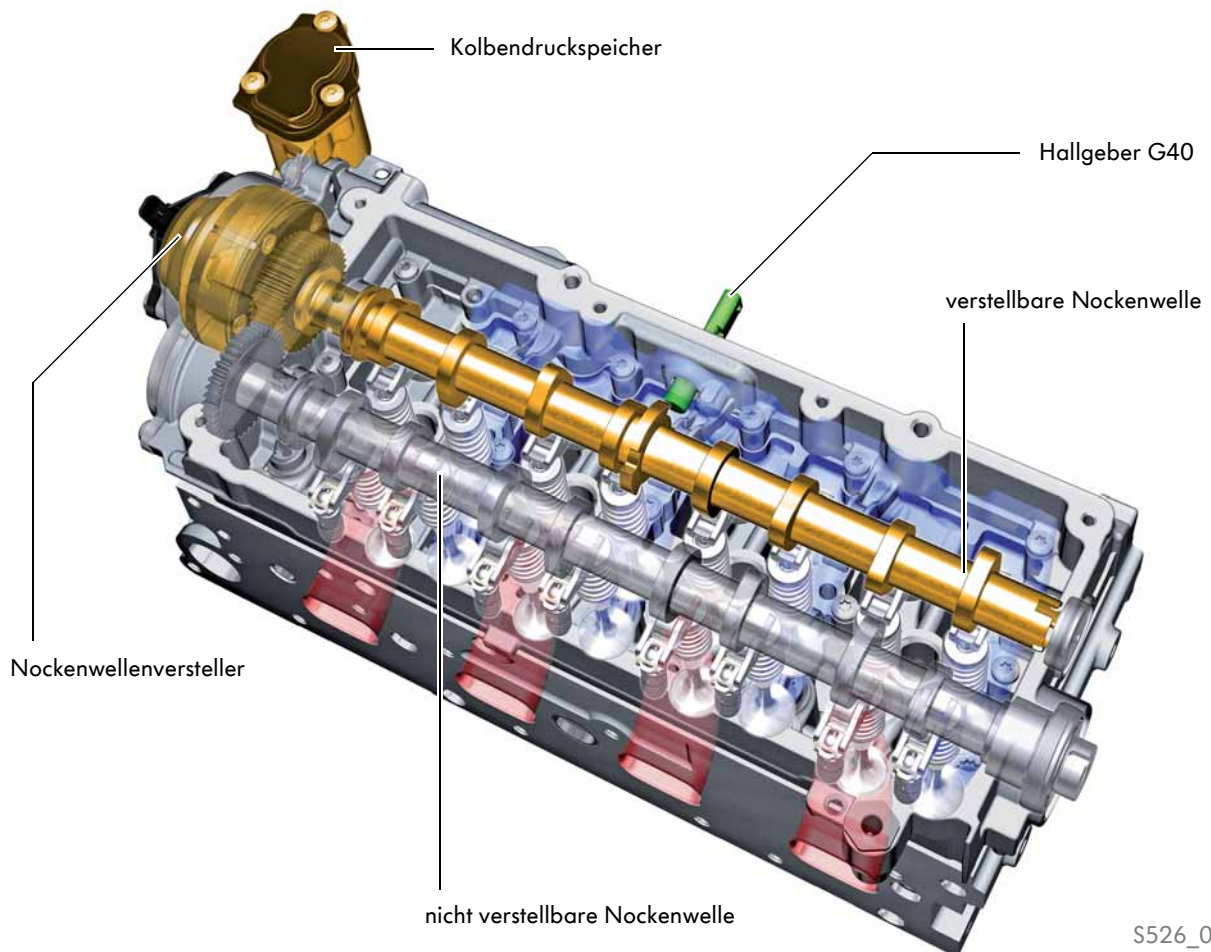
## Variable Nockenwellenverstellung

Im Nockenwellengehäuse des EA288-EU6-Motors ist eine variable Nockenwellenverstellung integriert. Sie ermöglicht eine stufenlose Anpassung der Ventilsteuerzeiten der verstellbaren Nockenwelle in einem Bereich von 0° bis 50° Kurbelwinkel nach „Spät“.

Die Anpassung der Ventilsteuerzeiten hat folgende Vorteile:

- Die Drallbewegung der angesaugten Luft im Zylinder wird erhöht, womit eine gute Gemischbildung erzielt wird.
- Der Verdichtungsdruck im Zylinder wird verringert. Die daraus resultierenden niedrigeren Verdichtungstemperaturen haben zur Folge, dass weniger Stickoxide bei der Verbrennung entstehen.

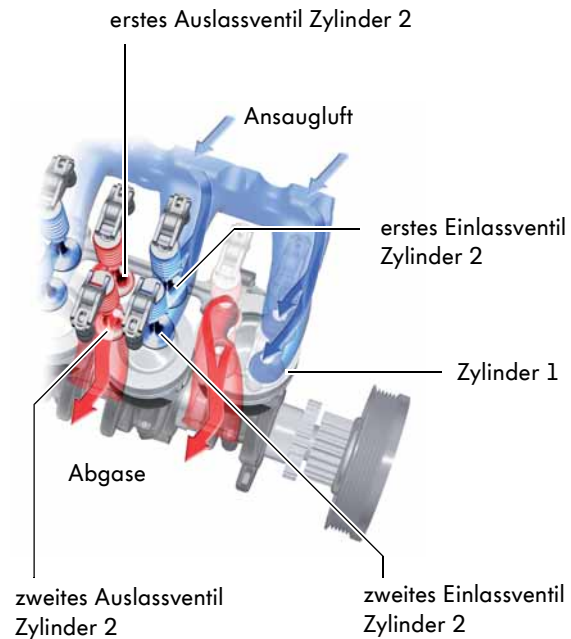
### Aufbau



S526\_044

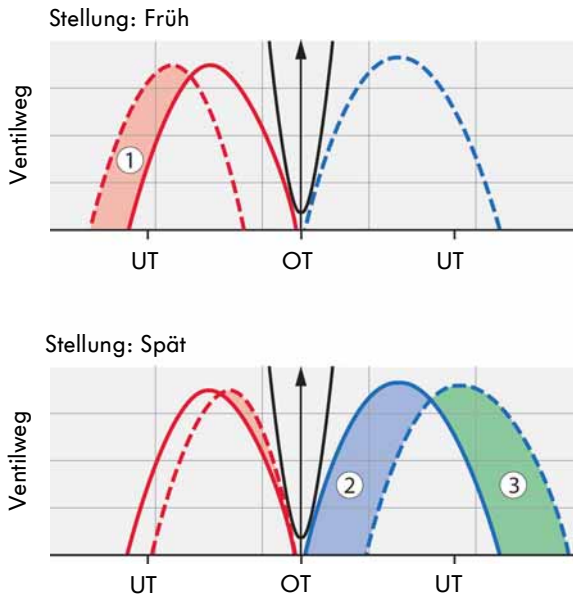
## Anordnung der Ventile

Wie bereits beim EA288-EU5-Motor ist der Ventiltrieb zur Motorlängsachse gedreht. Mit dem Nockenwellenversteller wird nur die Nockenwelle auf der Einlassseite des Motors verstellt. Aufgrund der Anordnung der Ventile im Zylinderkopf betätigt die Nockenwelle dabei ein Einlass- und ein Auslassventil je Zylinder.



## Variabilität der Steuerzeiten

S526\_055



S526\_014

### Legende

- variable Nockenwelle
- feste Nockenwelle
- ① Auslass: Öffnen variabel
- ② Einlass: Öffnen variabel
- ③ Einlass: Schließen variabel

- Die Nockenwelle kann stufenlos in einem Bereich von 0° bis 50° Kurbelwinkel nach „Spät“ verstellt werden.
- Bei der verstellbaren Nockenwelle sind die Form und die Anordnung der Auslassnocken dem Verstellbereich angepasst. Die Auslassnocken sind etwas versetzt angeordnet und steiler ausgeführt.

Somit wird bei einer Verstellung nach „Spät“ vermieden, dass der Kolbenboden im OT mit den Auslassventilen kollidiert.

## Nockenwellenversteller

Der Nockenwellenversteller entspricht vom Aufbau einem volumenstromgeregelten, hydraulischen Flügelzellenversteller. Die zweistufige Ölpumpe im Ölsumpf versorgt den Flügelzellenversteller über einen Ölkanal im Zylinderkopf mit Öl.

Die Verstellbewegung der Nockenwelle wird durch Regulierung des Öldrucks in den Arbeitskammern erreicht. Diese befinden sich zwischen Rotor und Stator.

### Der Nockenwellenversteller besteht aus:

#### 1 - Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205

Zur Verstellung der Nockenwelle werden über das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 die Ölkanäle im Stellventil geschaltet. Dazu wird das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert.

#### 2 - Kolbendruckspeicher

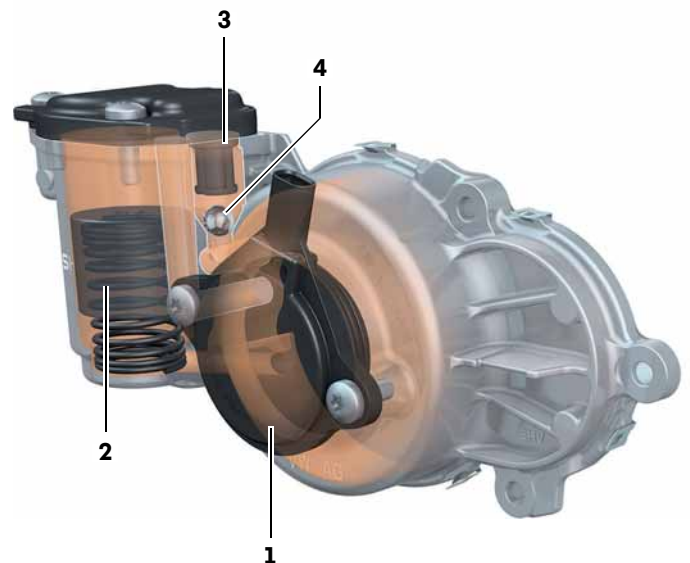
Der Kolbendruckspeicher sorgt dafür, dass auch beim Motorbetrieb in der niedrigen Öldruckstufe genügend Ölvolume für eine schnelle Verstellung des Flügelzellenverstellers vorhanden ist.

#### 3 - Ölsieb

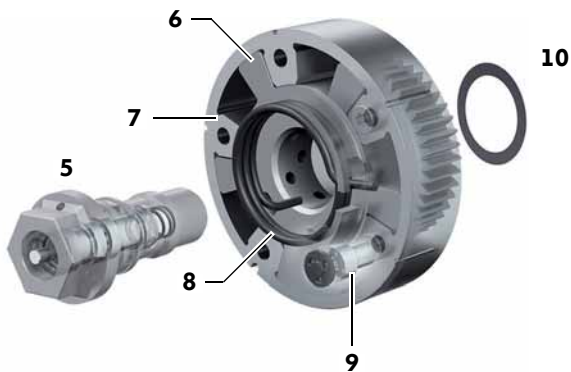
Das Ölsieb schützt die Bauteile des Nockenwellenverstellers vor Schmutzpartikeln im Öl.

#### 4 - Rückschlagventil

Das Rückschlagventil verhindert, dass bei niedrigem Öldruck das Speichervolumen des Kolbendruckspeichers, über die Ölkanäle des Motor-Ölkreislaufs, abgebaut wird.



Das Funktionsprinzip der Nockenwellenverstellung mit Flügelzellenversteller bei Ottomotoren ist im Selbststudienprogramm Nr. 246 „Nockenwellenverstellung“ erläutert.



S526\_056

## 5 - Stellventil

Im Stellventil befinden sich Kanäle zur Regelung des Ölvolumens in den Arbeitskammern, welche sich zwischen Rotor und Stator des Flügelzellenverstellers befinden.

## 6 - Rotor

Der Rotor ist über das Stellventil, welches gleichzeitig als Zentralschraube dient, mit der verstellbaren Nockenwelle verbunden.

## 7 - Stator

Der Stator ist fest mit einem Zahnrad verbunden, welches Teil des Stirnradtriebs der Nockenwellen ist.

## 8 - Rückstellfeder

Bei „Motor AUS“ wird der Flügelzellenversteller durch die Rückstellfeder in Position „Früh“ gestellt, damit der Arretierbolzen den Flügelzellenversteller arretieren kann.

## 9 - Sperrbolzen

Beim Motorstart wird der Flügelzellenversteller durch den federbelasteten Arretierbolzen solange mechanisch in der Position „Früh“ arretiert, bis ein Öldruck von etwa 0,5 bar erreicht ist. Dadurch wird eine Verstellung der Nockenwelle beim Motorstart verhindert und somit störende Geräusche vermieden.

## 10 - Diamantscheibe

Die Diamantscheibe sorgt für einen hohen Reibkontakt und damit für eine sichere Drehmomentübertragung zwischen Nockenwellenversteller und Nockenwelle.

## Funktion

### Motorstart

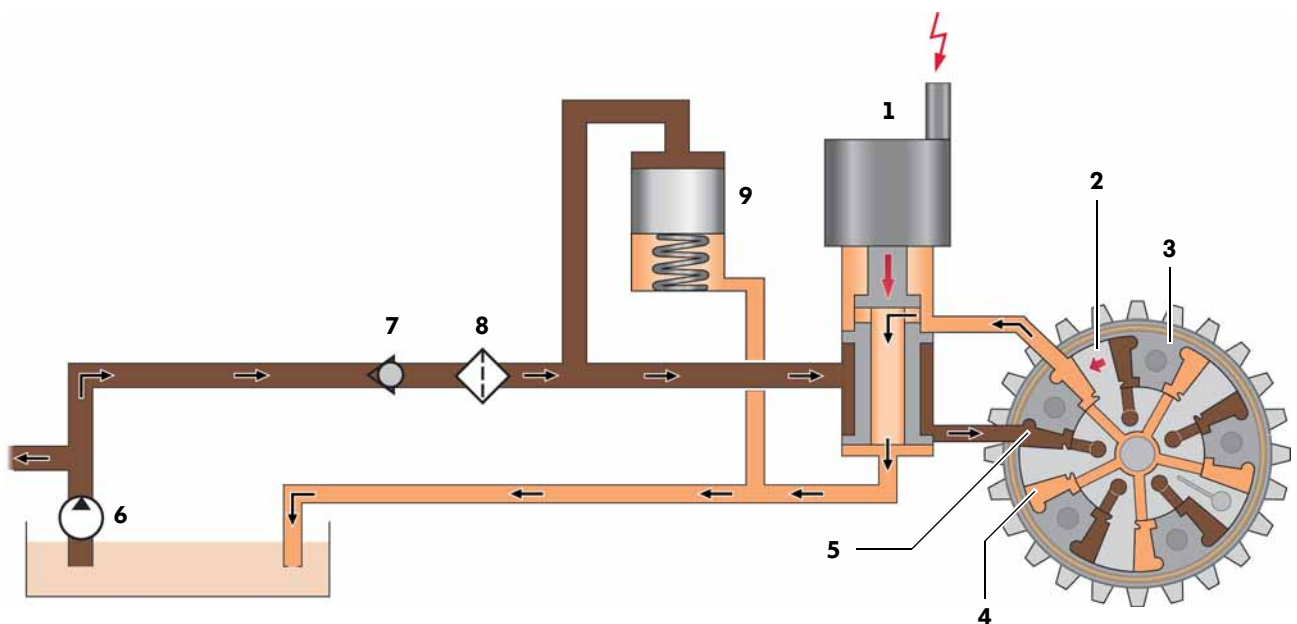
Beim Motorstart wird der Flügelzellenversteller solange durch den Arretierbolzen in der Position „Früh“ arretiert, bis der nötige Öldruck aufgebaut wurde. Sobald ausreichend Öldruck vorhanden ist, wird der federbelastete Arretierbolzen entriegelt und die Nockenwelle kann verstellt werden. Entsprechend der Öldruckverhältnisse in den Arbeitskammern zwischen Rotor und Stator kann die Nockenwelle stufenlos in einem Bereich von  $0^\circ$  bis  $50^\circ$  Kurbelwinkel verschoben werden.

### Verstellung nach „Spät“

Um die Nockenwelle in Richtung „Spät“ zu verstellen, wird das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert. Daraufhin nimmt das Stellventil eine Position ein, bei der das unter Druck stehende Motoröl, über einen Kanal, in die Arbeitskammern „B“ fließt. Gleichzeitig gibt das Stellventil einen Rücklaufkanal frei, über den das Öl aus den Arbeitskammern „A“ in die Ölwanne abfließen kann.

Zur Regelung der Nockenwellenverstellung wird das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert. Daraufhin wird das Stellventil in die mittlere Position gefahren und bleibt dort, bis die Betriebsbedingungen des Motors eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung „Früh“ oder „Spät“ erfordern.

Dadurch wirkt der Öldruck auf die Flügel in den Arbeitskammern „B“. Rotor und Nockenwelle verdrehen sich gegenüber dem Stator. Die Nockenwelle verdreht sich in Drehrichtung der Kurbelwelle. Dadurch öffnen und schließen die Ein- und Auslassventile der verstellbaren Nockenwelle später.

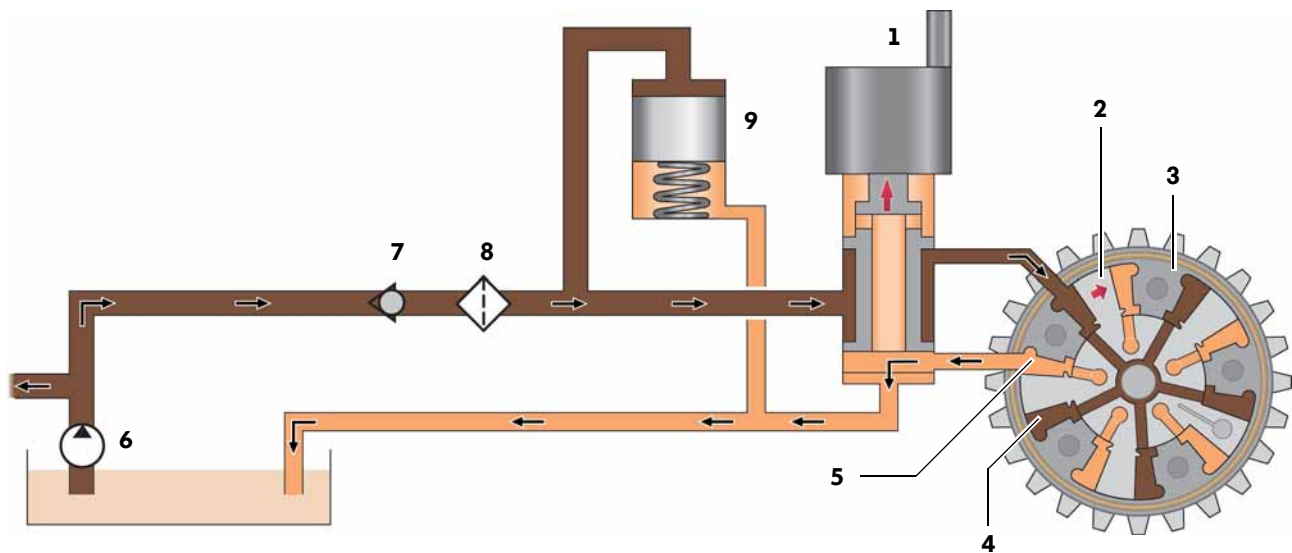


S526\_003

## Verstellung nach „Früh“

Um die Nockenwelle in Richtung „Früh“ zu verstellen, wird die Ansteuerung des Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 vom Motorsteuergerät entsprechend verändert. Dabei wird das Stellventil verschoben und lässt das unter Druck stehende Motoröl, über einen Steuerkanal, in die Arbeitskammern „A“ fließen.

Gleichzeitig öffnet das Ventil einen Rücklaufkanal und das Öl aus den Arbeitskammern „B“ kann zurück in die Ölwanne fließen. Der Öldruck wirkt jetzt gegen die Flügel der Arbeitskammern „A“ und verdreht somit Rotor und Nockenwelle in Richtung „Früh“.



S526\_004

## Legende

- 1 Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205
- 2 Rotor
- 3 Stator
- 4 Arbeitskammer A
- 5 Arbeitskammer B
- 6 Ölpumpe
- 7 Rückschlagventil
- 8 Ölsieb
- 9 Kolbendruckspeicher

# Motormechanik

## Funktion des Kolbendruckspeichers

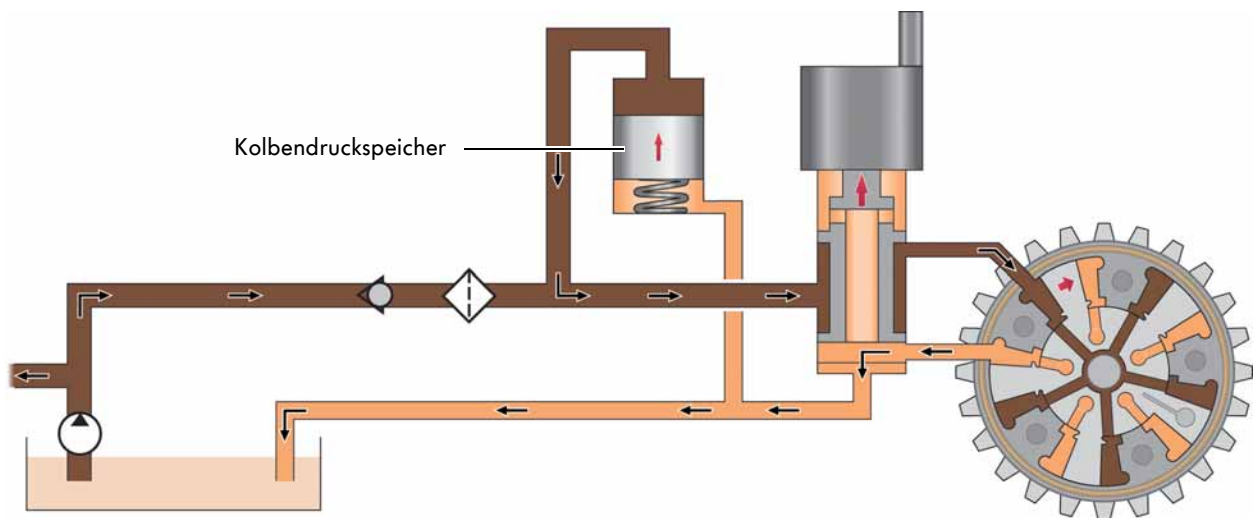
Um eine schnelle Regelung der Nockenwellenverstellung zu erreichen, müssen die Arbeitskammern des Flügelzellenverstellers mit einem hohen Ölvolumenstrom versorgt werden. Der EA288-Dieselmotor verfügt über eine zweistufige Ölpumpe, bei der das Fördervolumen in zwei Druckstufen an die Betriebsbedingungen des Motors angepasst werden kann.

Damit auch bei einem niedrigen Öldruckniveau ein ausreichend hoher Ölvolumenstrom für eine schnelle Anpassung der Ventilsteuerung sichergestellt ist, wurde ein Kolbendruckspeicher in den Nockenwellenversteller integriert.

## Verstellvorgang

Wenn beim Verstellen der Nockenwelle der Druck im Versorgungskanal für die Arbeitskammern kleiner ist als der Druck im Kolbendruckspeicher, wird der Verstellvorgang immer vom Druckspeicher unterstützt.

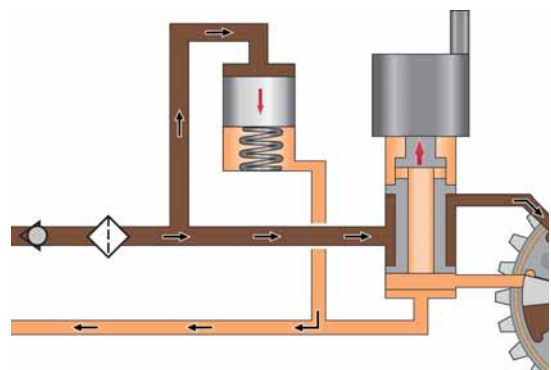
Somit werden auch bei niedrigen Öldrücken hohe Verstellgeschwindigkeiten ermöglicht.



S526\_040

## Druckaufbau

Der Öldruck im Kolbendruckspeicher wird wieder aufgebaut, wenn der Flügelzellenversteller seine Endstellung erreicht hat. Der Vorhaltedruck im Kolbendruckspeicher kann bis zu 1,8 bar betragen.





## Phase 2 - Ansaugtakt

Verstellung nach „Früh“



S526\_007

Beide Einlassventile sind voll geöffnet.

Verstellung nach „Spät“



S526\_008

Nur das Einlassventil der nicht verstellbaren Nockenwelle ist voll geöffnet, das Einlassventil der verstellbaren Nockenwelle folgt mit Vollhub. Dadurch wird die Drallbewegung der angesaugten Luftmasse erhöht.

### Phase 3 - Verdichtungstakt

Verstellung nach „Früh“



Der Kolben bewegt sich nach oben und beginnt die angesaugte Luft zu verdichten. Beide Einlassventile schließen gleichzeitig beziehungsweise sind vollständig geschlossen.

Verstellung nach „Spät“



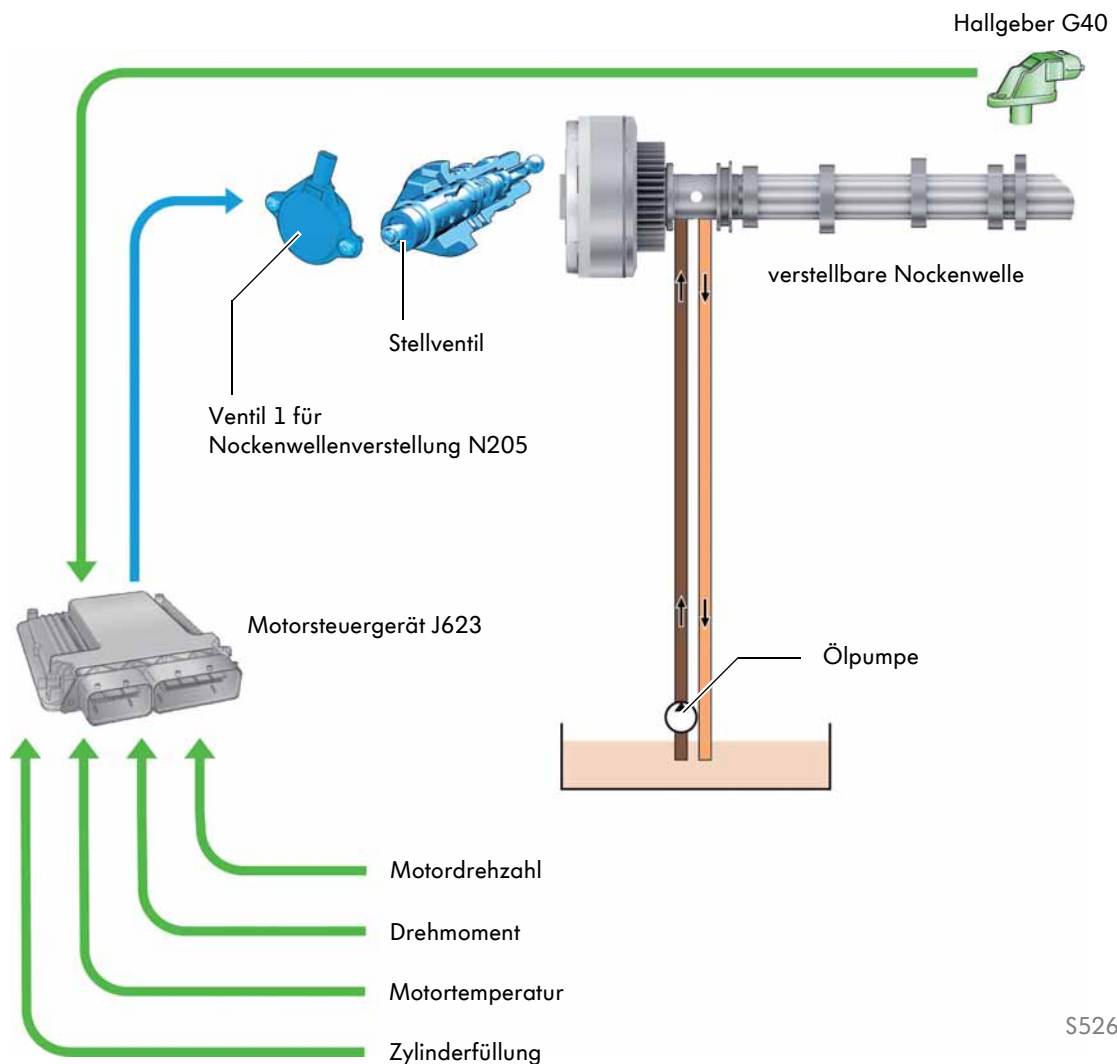
Nur das Einlassventil der nicht verstellbaren Nockenwelle ist geschlossen, das Einlassventil der verstellbaren Nockenwelle ist noch geöffnet. Dadurch wird ein Teil der Zylinderfüllung wieder ausgeschoben und somit die effektive Verdichtung im Zylinder verringert. Durch die niedrigere Verdichtungstemperatur entstehen weniger Stickoxide bei der Verbrennung.

## Regelung der Nockenwellenverstellung

Die Regelung der Nockenwellenverstellung erfolgt durch das Motorsteuergerät entsprechend den Kennfeldern und im Zusammenspiel mit der Luftsystemregelung. Als Bezugsgrößen für die Regelung der Nockenwellenverstellung dienen:

- die Motordrehzahl,
- das vom Motorsteuergerät berechnete Drehmoment,
- die Motortemperatur und
- die berechnete Zylinderfüllung.

Zur Verstellung der Nockenwelle steuert das Motorsteuergerät das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 an. Dieses elektromagnetische Ventil betätigt daraufhin das Stellventil. Das Motoröl gelangt über das Stellventil in den Flügelzellenversteller. Der Rotor des Flügelzellenverstellers verdreht sich und verstellt entsprechend den Vorgaben des Motorsteuergeräts die Nockenwelle. Eine Rückmeldung über den Drehwinkel der Nockenwelle erhält das Motorsteuergerät vom Hallgeber G40.



S526\_046

## Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205

Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung ist im Gehäuse des Nockenwellenverstellers integriert. Es hat die Aufgabe, den Öldruck über das Stellventil an den Flügelzellenversteller weiterzuleiten, um darüber die Richtung und den Weg der

Nockenwellenverstellung zu steuern. Dazu wird es vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert.

### Auswirkungen bei Ausfall

Liegt ein Defekt an den mechanischen Teilen oder ein elektrischer Fehler bei der Ansteuerung des Ventils vor, findet keine Nockenwellenverstellung statt.

## Hallgeber G40

Der Hallgeber G40 ist im Nockenwellengehäuse integriert. Für die Funktion der Nockenwellenverstellung hat er die Aufgabe, den Drehwinkel der verstellbaren Nockenwelle zu erfassen. Dafür befindet sich ein Geberrad auf der verstellbaren Nockenwelle, welches vom Hallgeber abgetastet wird.

Durch das Signal des Motordrehzahlgebers G28 erkennt das Motorsteuergerät die Position der Kurbelwelle. In Verbindung mit dem Signal des Hallgebers errechnet das Motorsteuergerät die aktuelle Stellung der verstellbaren Nockenwelle zur Kurbelwelle.

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt das Signal des Hallgebers G40 aus, findet keine Nockenwellenverstellung statt.

## Kühlmitteltemperaturgeber G62

Der Kühlmitteltemperaturgeber G62 befindet sich am Zylinderkopf. Er informiert das Motorsteuergerät J623 über die aktuelle Motortemperatur.

Das Signal wird verwendet, um den Zeitpunkt für den temperaturabhängigen Beginn der Nockenwellenverstellung zu ermitteln.

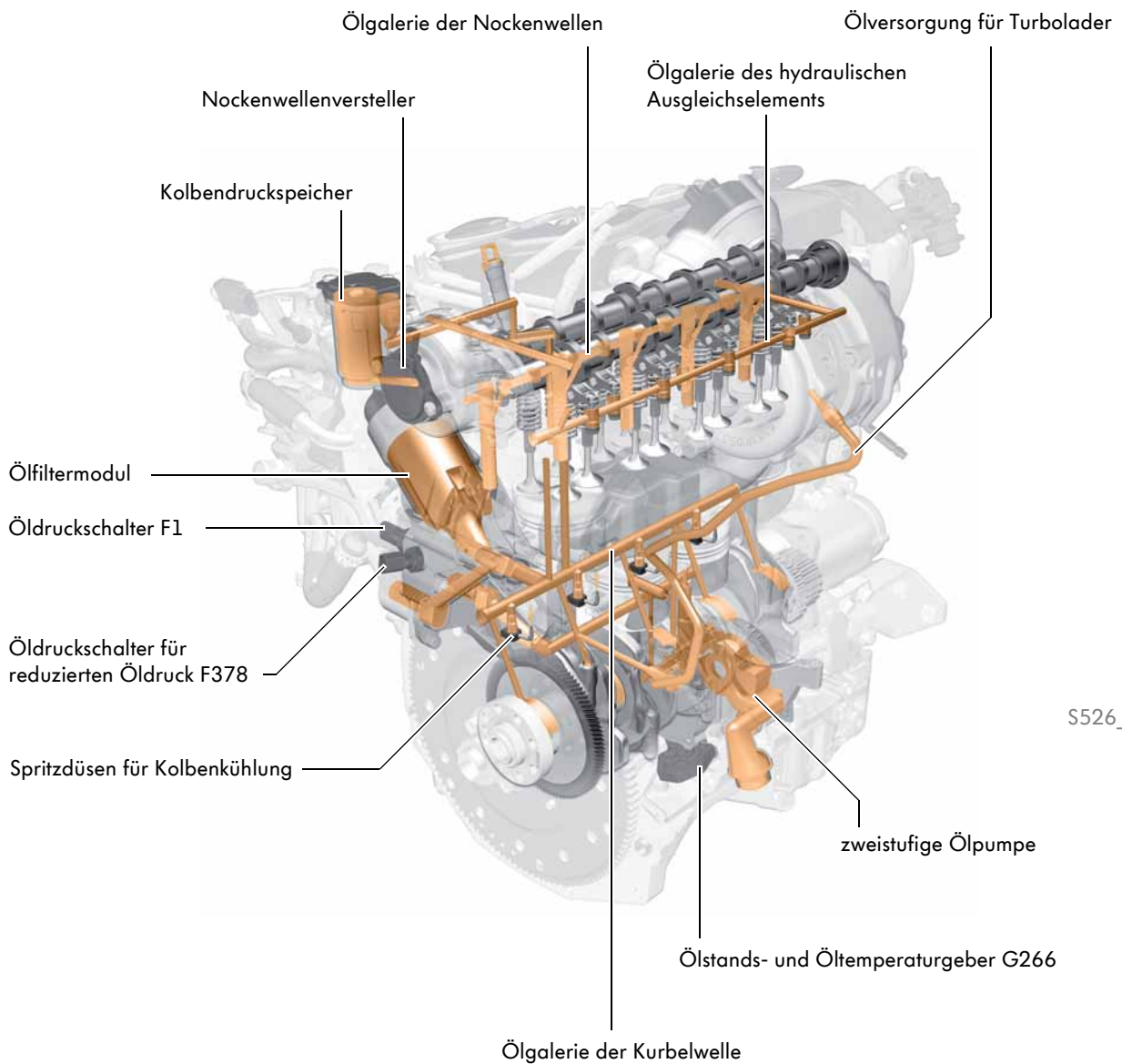
### Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Signals verwendet das Motorsteuergerät J623 eine festgelegte Ersatztemperatur. Es findet keine Nockenwellenverstellung statt.

## Ölkreislauf

Zur Verstellung der Nockenwelle wird der von der Motorölpumpe erzeugte Öldruck genutzt. Die Ölpumpe kann ihr Fördervolumen in zwei Druckstufen den Betriebsbedingungen des Motors anpassen. Der Kolbendruckspeicher sorgt dafür, dass auch beim Motorbetrieb in der niedrigen Öldruckstufe genügend Ölvolumen für eine schnelle Verstellung des Flügelzellenverstellers vorhanden ist.

Das System der Nockenwellenverstellung arbeitet ab einem Öldruck von etwa 0,5 bar. Die Ölversorgungskanäle für den Nockenwellenversteller sind im Nockenwellengehäuse eingegossen.



S526\_017

# Thermomanagement

Das Kühlsystem des EA288-Motors wird durch ein Thermomanagement gesteuert.

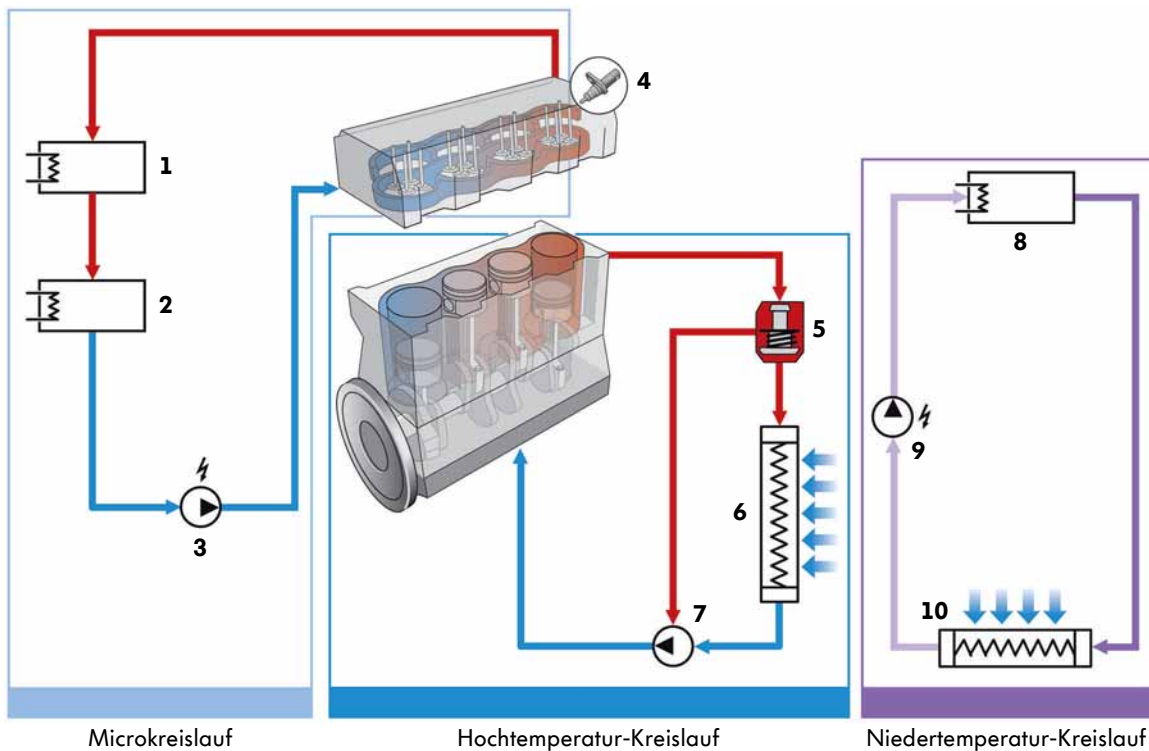
Das Thermomanagement dient der optimalen Verteilung der zur Verfügung stehenden Motorwärme unter Berücksichtigung der Wärme- bzw. Kühlanforderungen von Innenraum, Motor und Getriebe.

Durch das Thermomanagement wird der Motor in der Warmlaufphase nach Kaltstart schnell erwärmt.

Die im Motor erzeugten Wärmeströme werden gezielt und bedarfsgerecht an die Komponenten des Kühlsystems geleitet. Durch die schnelle Erwärmung des Kühlmittels und die optimale Nutzung der zur Verfügung stehenden Wärme im Kühlsystem wird hauptsächlich die innermotorische Reibung verringert, was zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemission beiträgt. Zusätzlich wird eine komfortable Klimatisierung des Fahrzeuginnenraums erreicht.

## Kühlmittelkreislauf

Für eine bedarfsgerechte Wärmeverteilung setzt sich der Gesamtkühlkreislauf aus drei Teilkühlkreisläufen zusammen.

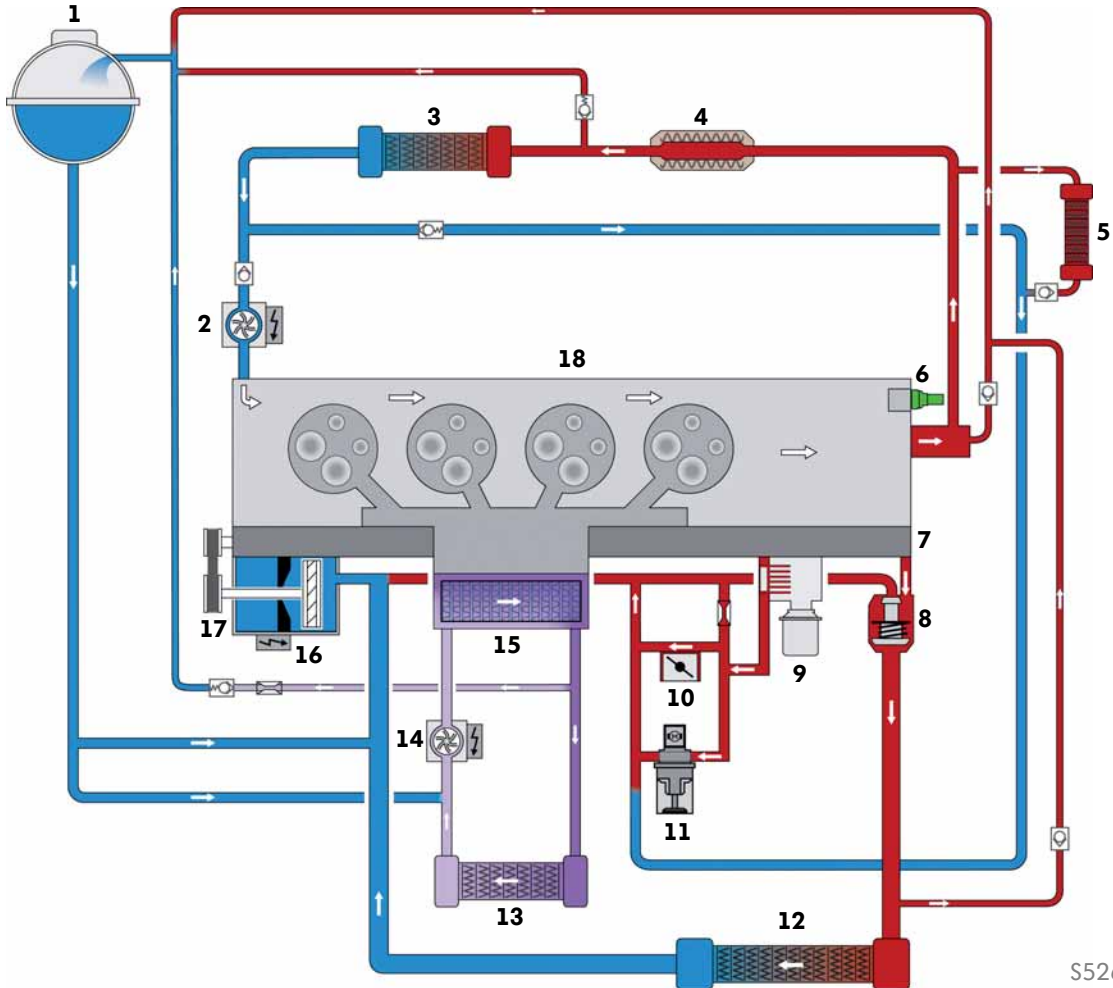


### Legende

S526\_018

- |          |                                  |           |                                |
|----------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| <b>1</b> | Kühler für Abgasrückführung      | <b>6</b>  | Kühler für Kühlmittel          |
| <b>2</b> | Wärmetauscher für Heizung        | <b>7</b>  | Kühlmittelpumpe                |
| <b>3</b> | Heizungsunterstützungspumpe V488 | <b>8</b>  | Ladeluftkühler                 |
| <b>4</b> | Kühlmitteltemperaturgeber G62    | <b>9</b>  | Pumpe für Ladeluftkühlung V188 |
| <b>5</b> | Kühlmittelregler                 | <b>10</b> | Kühler für Ladeluftkühler      |

## Kühlmittelkreislauf - Gesamtübersicht



S526\_019

### Legende

- |    |                                      |    |  |
|----|--------------------------------------|----|--|
| 1  | Kühlmittelausgleichsbehälter         | 16 | Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489 |
| 2  | Heizungsunterstützungspumpe V488     | 17 | Kühlmittelpumpe                        |
| 3  | Wärmetauscher für Heizung            | 18 | Zylinderkopf                           |
| 4  | Kühler für Abgasrückführung          |    |  |
| 5  | Getriebeölkühler                     |    |  |
| 6  | Kühlmitteltemperaturgeber G62        |    |  |
| 7  | Zylinderblock                        |    |  |
| 8  | Kühlmittelregler                     |    |  |
| 9  | Motorölkühler                        |    |  |
| 10 | Drosselklappensteuereinheit J338     |    |  |
| 11 | Stellmotor für Abgasrückführung V338 |    |  |
| 12 | Kühler für Kühlmittel                |    |  |
| 13 | Kühler für Ladeluftkühler            |    |  |
| 14 | Pumpe für Ladeluftkühlung V188       |    |  |
| 15 | Ladeluftkühler                       |    |  |

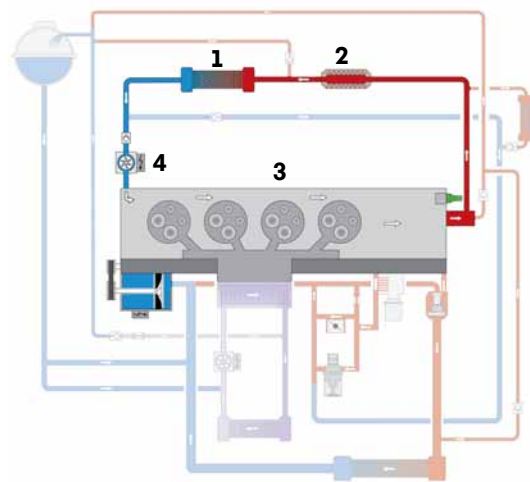


Bei Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten am Kühlsystem sind unbedingt die Anweisungen und Hinweise im Reparaturleitfaden zu beachten! Das Entlüften des Kühlsystems muss in jedem Fall mithilfe der „Geführten Funktionen“ im Fahrzeugdiagnosetester durchgeführt werden!

## Microkreislauf

Bei kaltem Motor ist die mechanische Kühlmittelpumpe abgeschaltet, im Zylinderblock herrscht „stehendes Kühlmittel“. Die Heizungsunterstützungspumpe V488 ist aktiv und das Kühlmittel zirkuliert durch folgende Bauteile:

- Wärmetauscher für Heizung (1)
- Kühler für Abgasrückführung (2)
- Zylinderkopf (3)
- Heizungsunterstützungspumpe V488 (4)

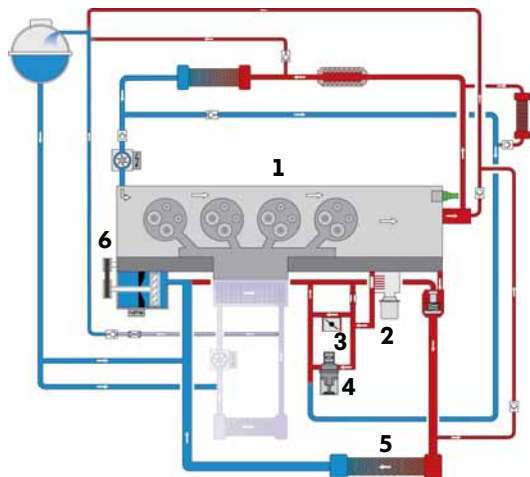


S526\_064

## Hochtemperatur-Kreislauf

Sobald die Kühlmitteltemperatur auf einen durchgewärmten Motor schließen lässt, bleibt die mechanische Kühlmittelpumpe dauerhaft zugeschaltet. Hat das Kühlmittel die Betriebstemperatur erreicht, öffnet der Kühlmittelregler und bindet den Kühler für Kühlmittel in den Kühlmittelkreislauf ein.

- Zylinderkopf (1)
- Motorölkühler (2)
- Drosselklappensteuereinheit J338 (3)
- Stellmotor für Abgasrückführung V338 (4)
- Kühler für Kühlmittel (5)
- Kühlmittelpumpe (6)

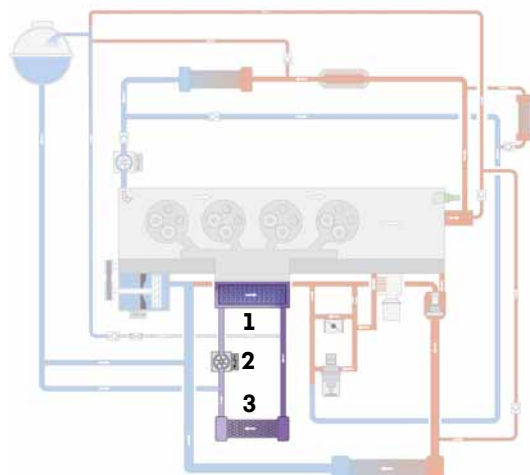


S526\_065

## Niedertemperatur-Kreislauf

Der Niedertemperatur-Kreislauf dient dazu, die Ladelufttemperatur auf einen Zielwert zu kühlen. Dazu wird die Pumpe für Ladeluftkühlung V188 in Abhängigkeit der Ladelufttemperatur bedarfsgerecht vom Motorsteuergerät angesteuert. Zum Niedertemperatur-Kreislauf gehören folgende Bauteile:

- Ladeluftkühler (1)
- Pumpe für Ladeluftkühlung V188 (2)
- Kühler für Ladeluftkühler (3)



S526\_066

## Systemübersicht

### Sensoren

Motordrehzahlgeber G28

Hallgeber G40

Fahrpedalgeber mit  
Gaspedalstellungsgeber G79 und G185

Bremslichtschalter F  
Bremspedalschalter F63

Kraftstoffdruckgeber G247

Kraftstofftemperaturgeber G81

Kühlmitteltemperaturgeber G62

Luftmassenmesser G70

Ansauglufttemperaturgeber G42

Ladelufttemperaturgeber nach Ladeluftkühler G811

Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Ladedruckgeber G31

Brennraumdruckgeber für Zylinder 3 G679

Potenzimeter für Abgasrückführung G212

Lambdasonde G39

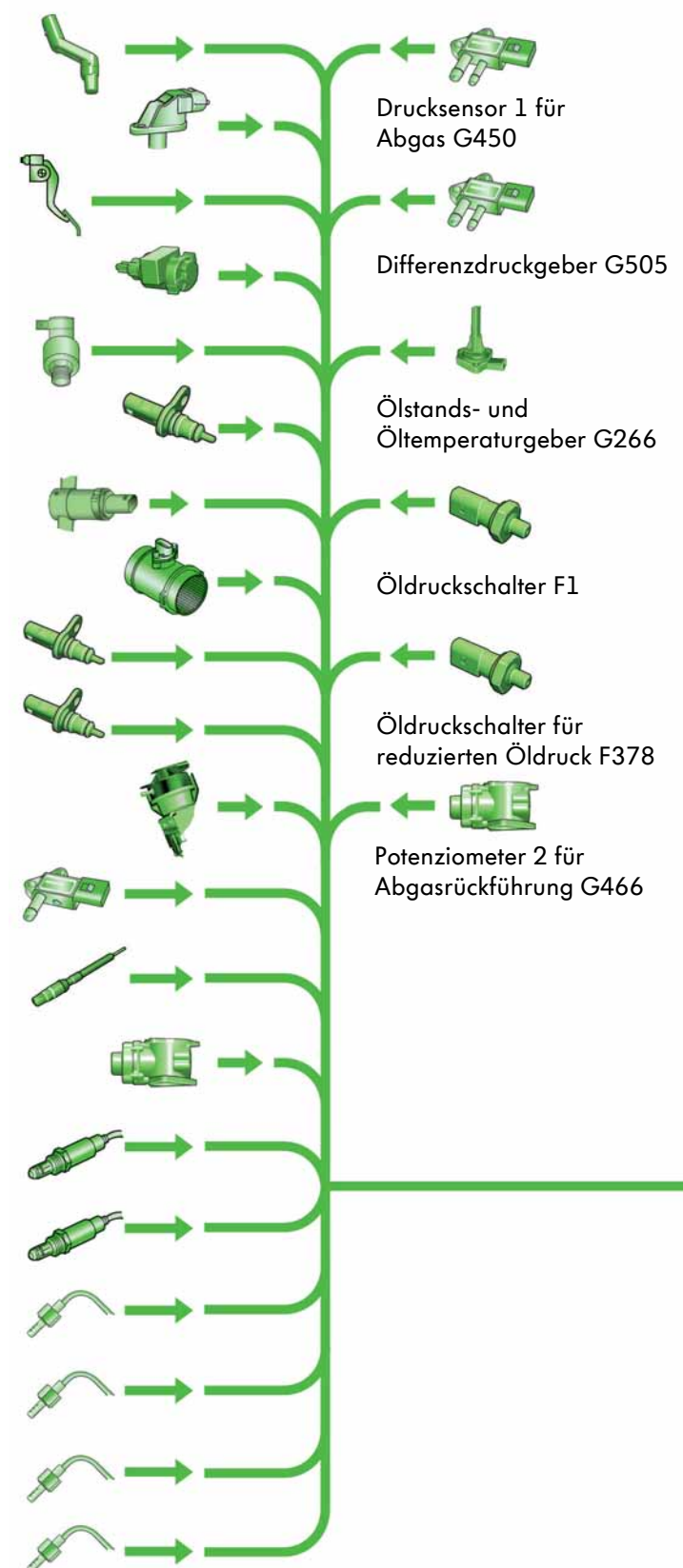
Lambdasonde nach Katalysator G130

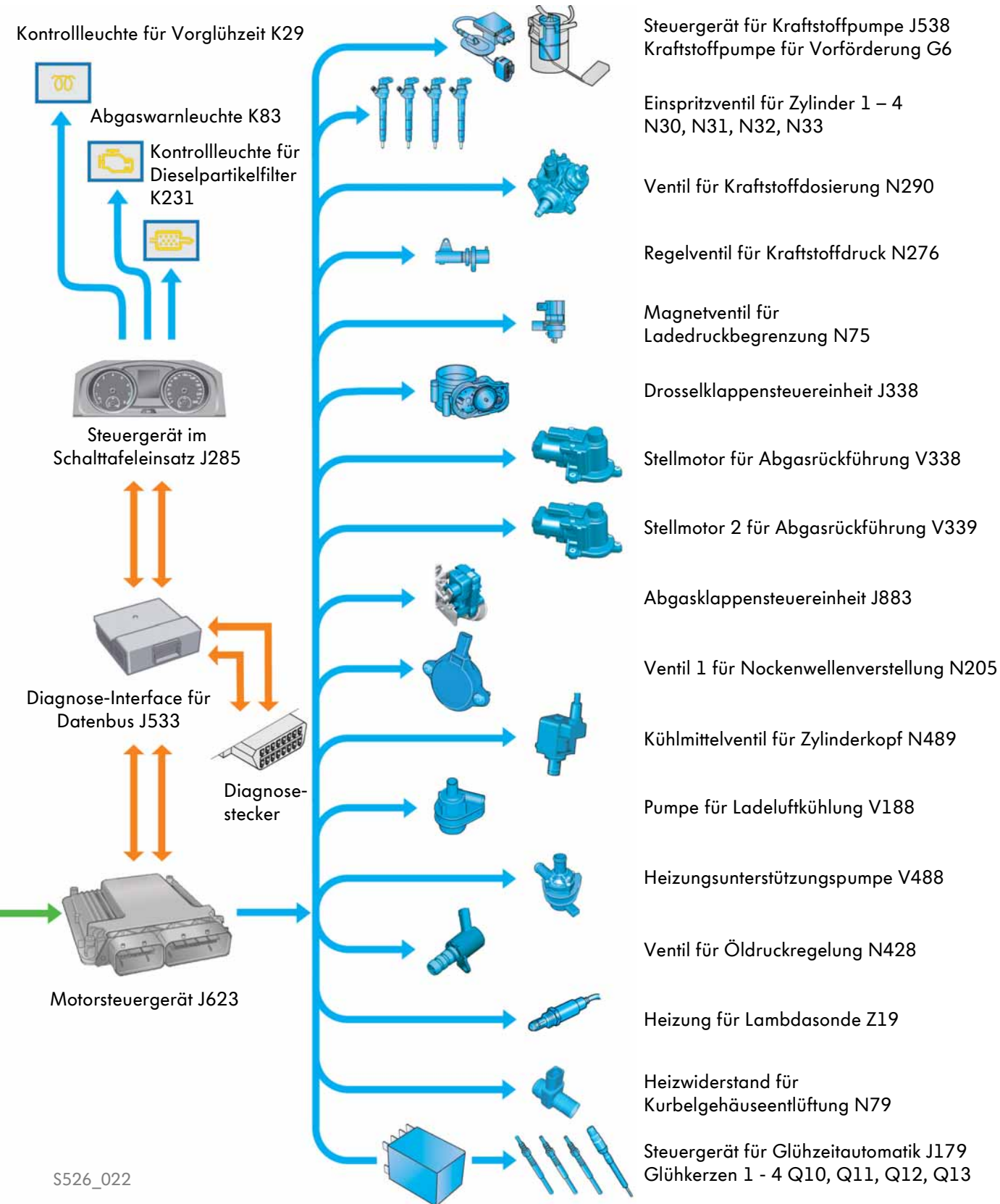
Abgastemperaturgeber 1 G235

Abgastemperaturgeber 2 G448

Abgastemperaturgeber 3 G495

Abgastemperaturgeber 4 G648





**Aktoren**

Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538  
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6

Einspritzventil für Zylinder 1 – 4  
N30, N31, N32, N33

Ventil für Kraftstoffdosierung N290

Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Magnetventil für  
Ladedruckbegrenzung N75

Drosselklappensteuereinheit J338

Stellmotor für Abgasrückführung V338

Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339

Abgasklappensteuereinheit J883

Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205

Kühlmittelventil für Zylinderkopf N489

Pumpe für Ladeluftkühlung V188

Heizungsunterstützungspumpe V488

Ventil für Öldruckregelung N428

Heizung für Lambdasonde Z19

Heizwiderstand für  
Kurbelgehäuseentlüftung N79

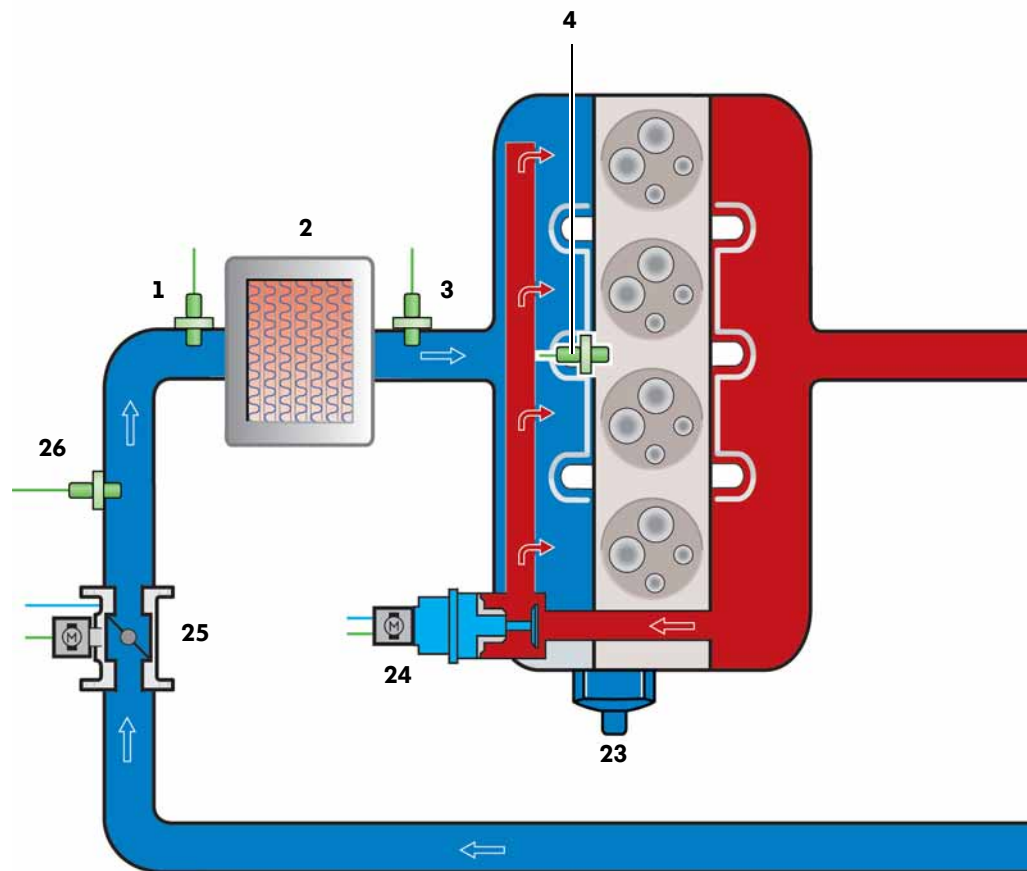
Steuergerät für Glühzeitautomatik J179  
Glühkerzen 1 - 4 Q10, Q11, Q12, Q13

# Motormanagement

## Luftregelsystem

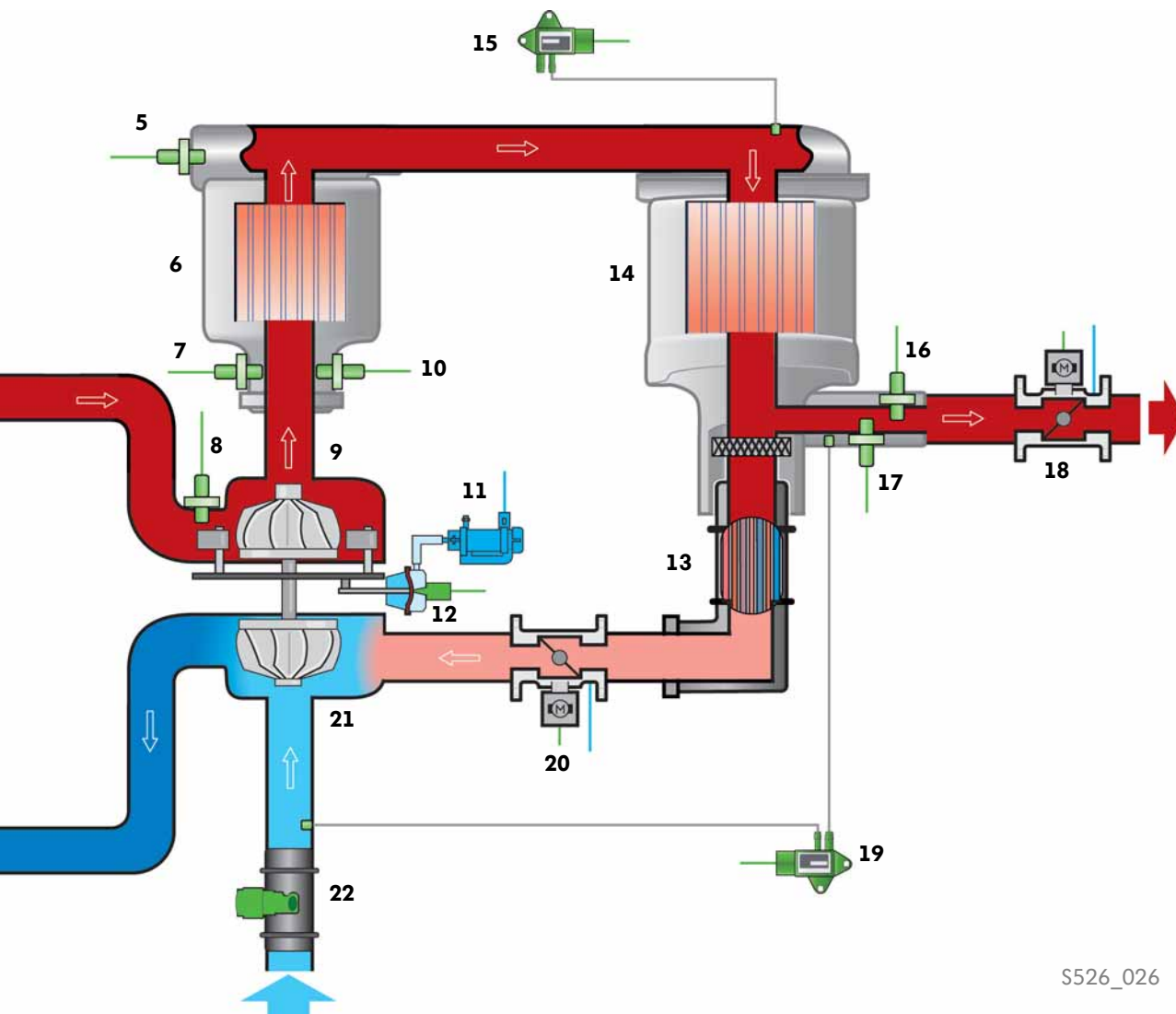
Die zukünftig höheren Anforderungen an die Abgasnachbehandlung erfordern eine erweiterte Steuerungs- und Regelstruktur für das Luftsystem des Motors. Das Motormanagementsystem des EA288-Dieselmotors wird durch das Luftregelsystem des Motors unterstützt. Das Luftregelsystem basiert auf einem Modell, mit dem die Zustände des Luftsystems in sämtlichen Betriebszuständen des Motors berechnet werden.

Dabei werden alle Druckwerte, Temperaturwerte und Massenströme in der Ansaugluft-, Ladeluft- und Abgasstrecke des Motors ermittelt. Diese Größen werden für die Regelungen des Ladedrucks, der Zylinderfüllung und der Abgasrückführrate verwendet. Vorteil dieses Modells ist es, dass das komplexe Luftregelsystem des Motors, trotz einer Vielzahl von Aktoren, mit einer begrenzten Anzahl von Sensoren auskommt.



## Legende

- |           |  |           |   |
|-----------|--|-----------|---|
| <b>1</b>  | Ansauglufttemperaturgeber G42                    | <b>16</b> | Abgastemperaturgeber 4 G648               |
| <b>2</b>  | Ladeluftkühler                                   | <b>17</b> | Lambdasonde nach Katalysator G130         |
| <b>3</b>  | Ladelufttemperaturgeber nach Ladeluftkühler G811 | <b>18</b> | Abgasklappensteuereinheit J883            |
| <b>4</b>  | Hallgeber G40                                    | <b>19</b> | Drucksensor 1 für Abgas G450              |
| <b>5</b>  | Abgastemperaturgeber 3 G495                      | <b>20</b> | Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339    |
| <b>6</b>  | Oxidationskatalysator                            | <b>21</b> | Verdichter des Turboladers                |
| <b>7</b>  | Lambdasonde G39                                  | <b>22</b> | Luftmassenmesser G70                      |
| <b>8</b>  | Abgastemperaturgeber 1 G235                      | <b>23</b> | Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 |
| <b>9</b>  | Abgasturbine mit Leitschaufelverstellung         | <b>24</b> | Stellmotor für Abgasrückführung V338      |
| <b>10</b> | Abgastemperaturgeber 2 G448                      | <b>25</b> | Drosselklappensteuereinheit J338          |
| <b>11</b> | Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75         | <b>26</b> | Ladedruckgeber G31                        |
| <b>12</b> | Positionsgeber für Ladedrucksteller G581         |           |   |
| <b>13</b> | Kühler für Abgasrückführung                      |           |   |



S526\_026

## Zweikreis-Abgasrückführungssystem

Im EA288-Motor mit der Abgasnorm EU6 ist ein Abgasrückführungssystem aus Hoch- und Niederdruck-Abgasrückführung verbaut.

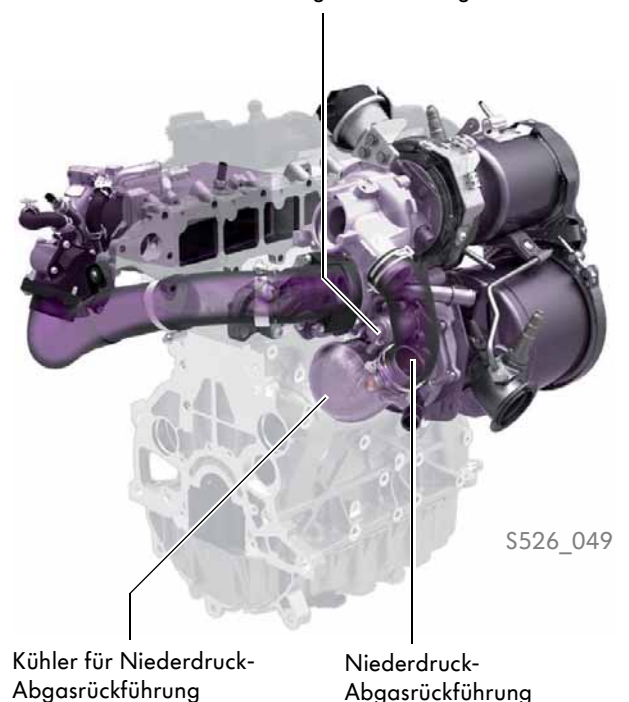
### Hochdruck-Abgasrückführung

Saugrohr mit integriertem Ladeluftkühler



### Niederdruck-Abgasrückführung

Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339

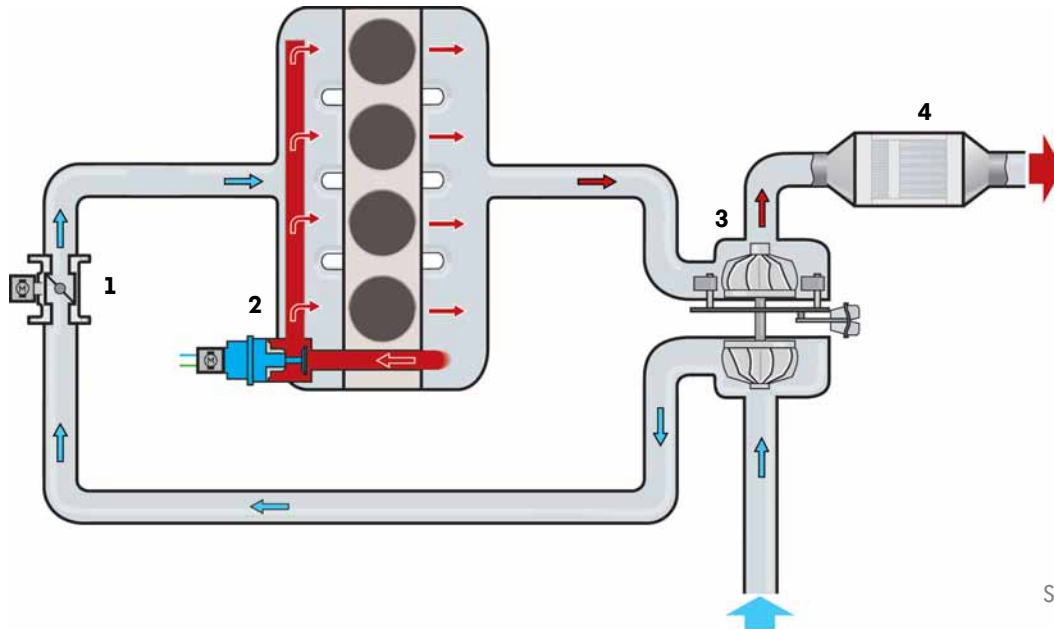


### Hochdruck-Abgasrückführung

Bei der Hochdruck-Abgasrückführung wird das zurückgeführte Abgas ungekühlt vom Abgaskrümmer, über einen im Zylinderkopf integrierten Kanal und den Stellmotor für Abgasrückführung V338, in einen Verteilerkanal im Ansaugrohr geleitet. Die Hochdruck-Abgasrückführung ist nur in der Warmlaufphase nach einem Kaltstart aktiv. Sie sorgt für eine höhere Ansauglufttemperatur und verbessert dadurch das Brennverhalten.

In der Folge erhöht sich die Abgastemperatur, wodurch Oxidationskatalysator und  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysator schneller ihre Betriebstemperatur erreichen. Bei Bedarf kann auch im niedrigen Schwachlastbetrieb Abgas über die Hochdruck-Abgasrückführung zugemischt werden. Damit wird verhindert, dass die Komponenten der Abgasnachbehandlung bei betriebswarmem Motor auskühlen.

## Funktionsprinzip



S526\_024

### Legende

- |   |                                      |   |                      |
|---|--------------------------------------|---|----------------------|
| 1 | Drosselklappensteuereinheit J338     | 3 | Turbolader           |
| 2 | Stellmotor für Abgasrückführung V338 | 4 | Dieselpartikelfilter |

## Abgasrückführungsventil 1 GX5

Das Abgasrückführungsventil 1 GX5 beinhaltet den Stellmotor für Abgasrückführung V338 und das Potenziometer für Abgasrückführung G212.

## Stellmotor für Abgasrückführung V338

Der Stellmotor für Abgasrückführung V338 wird vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert und betätigt über einen elektromotorischen Antrieb ein Hubventil. Durch die Position des Hubventils wird die Menge des zurückgeführten Abgases der Hochdruck-Abgasrückführung geregelt. Ein im Stellmotor integriertes Potenziometer übermittelt dem Motorsteuergerät die aktuelle Position des Hubventils. Der Stellmotor für Abgasrückführung V338 ist am Ansaugrohr angeschraubt.

Um das Bauteil vor zu hohen Temperaturen zu schützen, ist es in den Kühlmittelkreislauf des Motors eingebunden.

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt der Stellmotor für Abgasrückführung V338 aus, findet keine Hochdruck-Abgasrückführung statt.

## Potenziometer für Abgasrückführung G212

### Signalverwendung

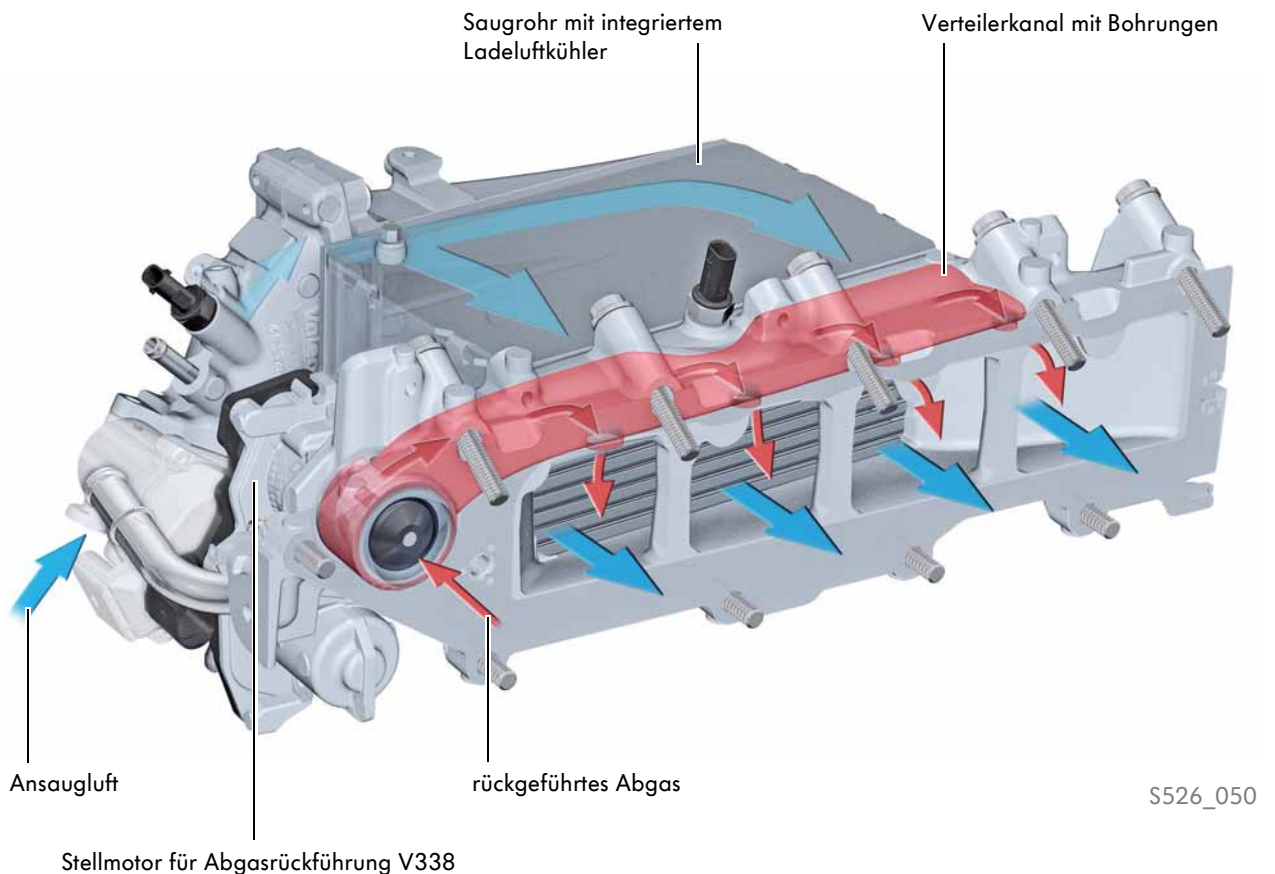
Das Potenziometer für Abgasrückführung G212 ist in das Abgasrückführungsventil 1 GX5 integriert. Durch das Signal des Potenziometers wird die Position des Stellmotors für Abgasrückführung V338 und damit auch die des Hubventils ermittelt. Diese Information dient dem Motorsteuergerät zur Berechnung und Regelung des zurückgeführten Abgasvolumens der Hochdruck-Abgasrückführung.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Potenziometers für Abgasrückführung G212 aus, wird die Hochdruck-Abgasrückführung deaktiviert.

## Verteilerkanal für Hochdruck-Abgasrückführung im Saugrohr

Im Saugrohr befindet sich ein Verteilerkanal für das Abgas der Hochdruck-Abgasrückführung. Dieser Kanal ist mit unterschiedlich großen Austrittsbohrungen versehen, um dadurch eine möglichst hohe Gleichverteilung des zurückgeführten Abgases in der Ansaugluft über alle Zylinder zu erreichen.



## Niederdruck-Abgasrückführung

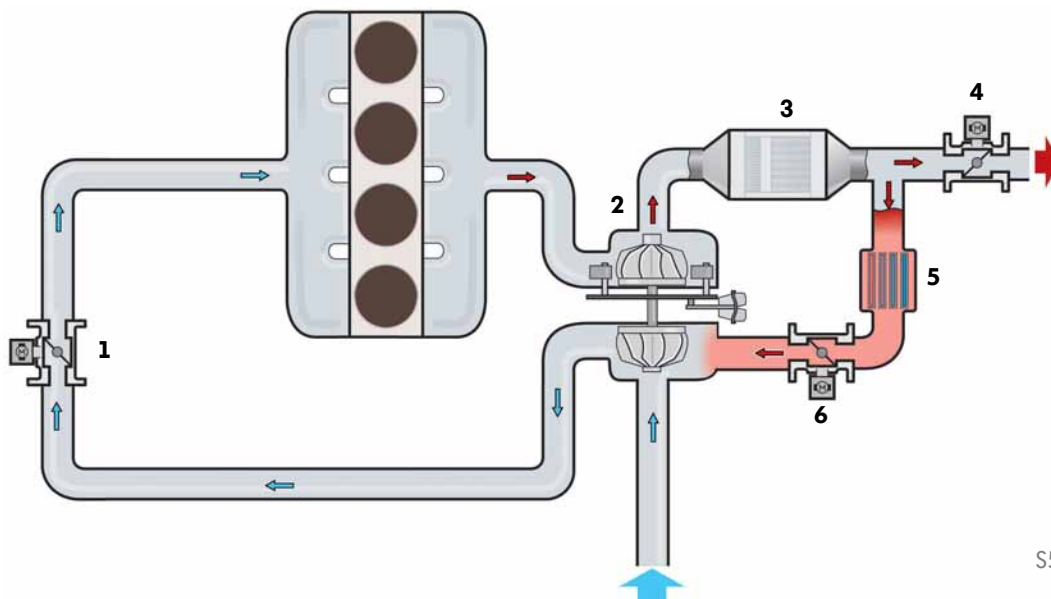
Zur Verringerung der Stickoxide beim Verbrennungsprozess dient die Niederdruck-Abgasrückführung. Das System ist vom EA288-EU5-Motor übernommen und in nahezu allen Betriebsbereichen aktiv. Bei der Niederdruck-Abgasrückführung wird das Abgas hinter dem

motornahen Dieselpartikelfilter entnommen und über den Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung sowie dem Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339, direkt vor dem Verdichter des Abgasturboladers, in den Ansaugluftstrom geleitet.

Vorteile im Vergleich zur Hochdruck-Abgasrückführung:

- Die Abgase sind kühler und frei von Partikeln.
- Der gesamte Abgasmassenstrom vor der Turbine des Turboladers wird beibehalten. Dadurch spricht der Turbolader besser an. Vor allem im Teillastbetrieb sind höhere Ladedrücke möglich.
- Keine Versottung des Kühlers für Abgasrückführung, da das Abgas von Rußpartikeln gereinigt wird.

### Funktionsprinzip



### Legende

- 1** Drosselklappensteuereinheit J338
- 2** Turbolader
- 3** Dieselpartikelfilter

- 4** Abgasklappensteuereinheit J883
- 5** Kühler für Abgasrückführung
- 6** Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339

### Regelung der Abgasrückführung

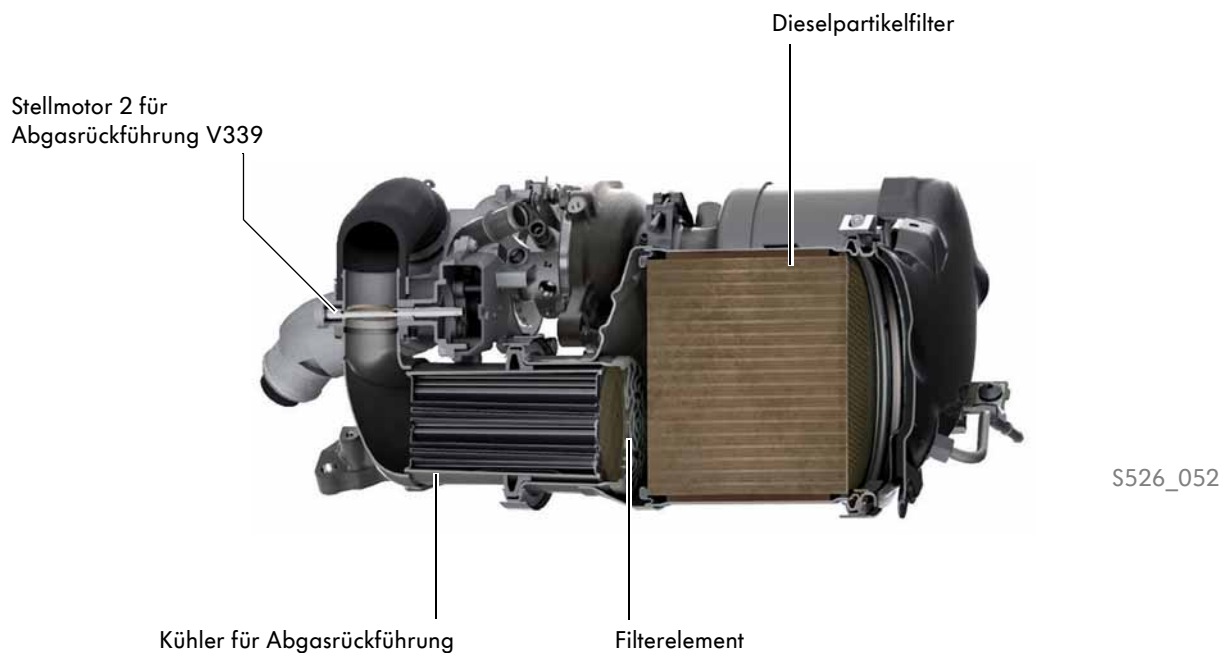
Die Abgasrückführungsmenge in der Niederdruck-Abgasrückführungsstrecke wird entsprechend der Betriebssituation über die Abgasklappensteuereinheit und den Stellmotor für Abgasrückführung eingeregelt.

Die erforderlichen Werte zur Ansteuerung der Regelklappen werden von der modellbasierten Luftsystemregelung aus den kennfeldbasierten Sollwerten der Zylinderfüllung, des Ladedrucks und der Abgasrückführungsrate berechnet.

# Motormanagement

## Abgasrückführungsmodul

Das Abgasrückführungsmodul der Niederdruck-Abgasrückführung besteht aus dem Kühler für Abgasrückführung und dem Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339. Es ist zwischen Dieselpartikelfilter und der Verdichterseite des Turboladers angeordnet. Durch die motornahe Anordnung und kompakte Bauweise werden die Strömungsverluste in der Abgasrückführungsstrecke gering gehalten.



### Kühler für Abgasrückführung

Sämtliche zurückgeführten Abgase werden durch den Kühler für Abgasrückführung geleitet. Aufgrund der kälteren Abgase kann eine größere Menge an Abgasen der Ansaugluft zugeführt werden. Zusätzlich werden die Bauteile in der Ladeluftstrecke vor zu hohen Abgastemperaturen geschützt.

### Filterelement

Im Gehäuse des Dieselpartikelfilters befindet sich zwischen dem Dieselpartikelfilter und dem Kühler für Abgasrückführung ein Filterelement aus einem Edelmetallgewebe. Das Filterelement verhindert, dass fertigungsbedingte Restschmutzpartikel aus dem Abgastrakt zum Turbolader gelangen.

## **Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339**

Der Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339 wird vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert und betätigt die Drosselklappe der Abgasrückführung. Durch die Position der Drosselklappe wird, in Verbindung mit der Position der Abgasklappe in der Abgasklappensteuereinheit, das Druckgefälle vom Abgastrakt zum Ansaugtrakt eingestellt.

Durch das Druckgefälle wird die Menge der zurückgeführten Abgase geregelt. Die Menge der zurückgeführten Abgase ist größer, je höher das Druckgefälle ist. Da bei hoher Motorlast ein hohes Druckgefälle entsteht, wird die Abgasrückführungsrate in diesem Betriebszustand durch den Stellmotor für Abgasrückführung geregelt. Die Abgasklappe bleibt dabei geöffnet.

### **Auswirkungen bei Ausfall**

Bei Ausfall des Stellmotors 2 für Abgasrückführung V339 wird die Drosselklappe der Abgasrückführung durch eine Feder geschlossen. Es findet keine Abgasrückführung statt.

## **Potenzimeter 2 für Abgasrückführung G466**

### **Signalverwendung**

Das Potenziometer 2 für Abgasrückführung G466 ist im Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339 integriert. Durch das Signal wird die Position des Stellmotors 2 für Abgasrückführung V339 ermittelt. Diese Information dient dem Motorsteuergerät zur Berechnung und Regelung des zurückgeführten Abgasvolumens.

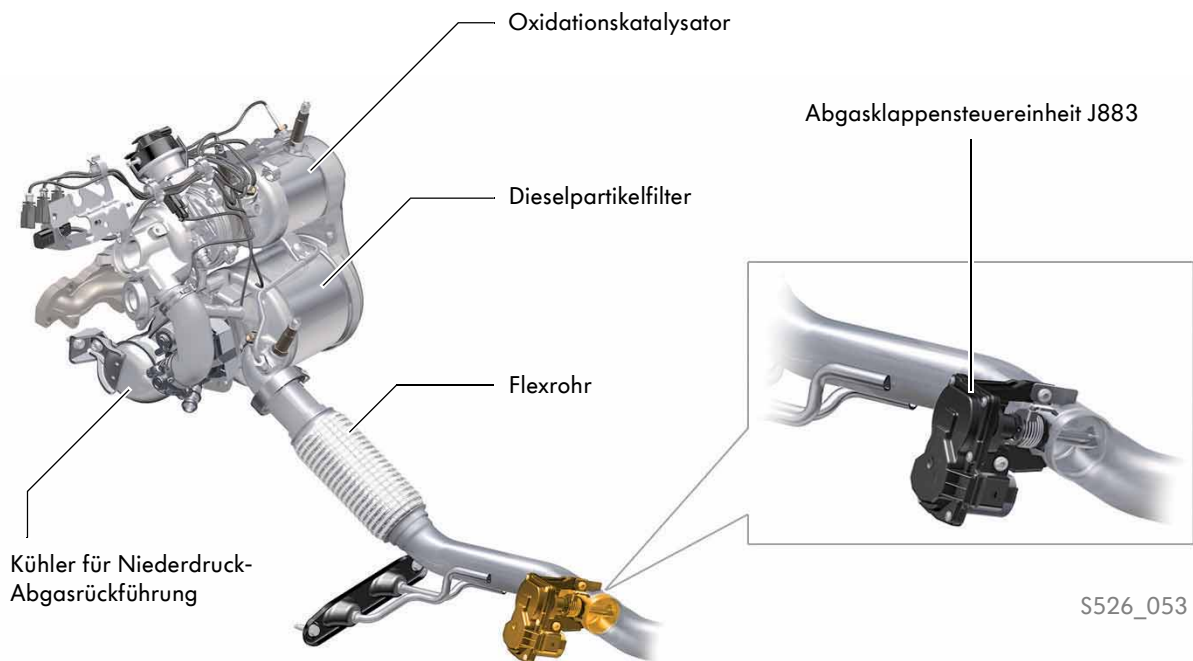
### **Auswirkungen bei Ausfall**

Fällt das Signal des Potenziometers 2 für Abgasrückführung G466 aus, wird die Abgasrückführung deaktiviert. Der Stellmotor 2 für Abgasrückführung V339 wird nicht mehr vom Motorsteuergerät angesteuert und die Drosselklappe der Abgasrückführung wird durch eine Feder geschlossen.

# Motormanagement

## Abgasklappensteuereinheit J883

Die Abgasklappensteuereinheit J883 besteht aus einer Drosselkappe mit einem elektromotorischen Antrieb. Sie befindet sich in der Abgasanlage in Strömungsrichtung hinter dem Dieselpartikelfilter. Durch die Abgasklappensteuereinheit J883 kann der Abgasstrom aufgestaut werden, was die Regelung der Abgasrückführung ermöglicht. Dazu wird die Abgasklappensteuereinheit vom Motorsteuergerät mit einem PWM-Signal angesteuert.



### Funktion

Bedingt durch die unterschiedlichen Drücke vor dem Verdichter des Turboladers und nach dem Partikelfilter, besteht bei der Niederdruck-Abgasrückführung in einem großen Kennfeldbereich ein ausreichendes Druckgefälle, um die erforderliche Abgasrückführungsrate einzustellen. In Bereichen, in denen das Druckgefälle nicht ausreichend ist, kann die Druckdifferenz durch Betätigen der Abgasklappe eingestellt werden. Dazu wird der gesamte Abgasstrom aus dem Dieselpartikelfilter aufgestaut. Dies hat zur Folge, dass der Abgasdruck im Bereich vor der Abgasklappe um etwa 10 mbar höher ist als nach der Abgasklappe.

Dieser Überdruck erzeugt ein Druckgefälle von der Abgasklappe über das nachfolgend angeordnete Abgasrückführungsmodul zur Verdichterseite des Turboladers. Somit wird eine ausreichend hohe Abgasrückführungsrate im gesamten Kennfeldbereich ermöglicht.

### Auswirkungen bei Ausfall

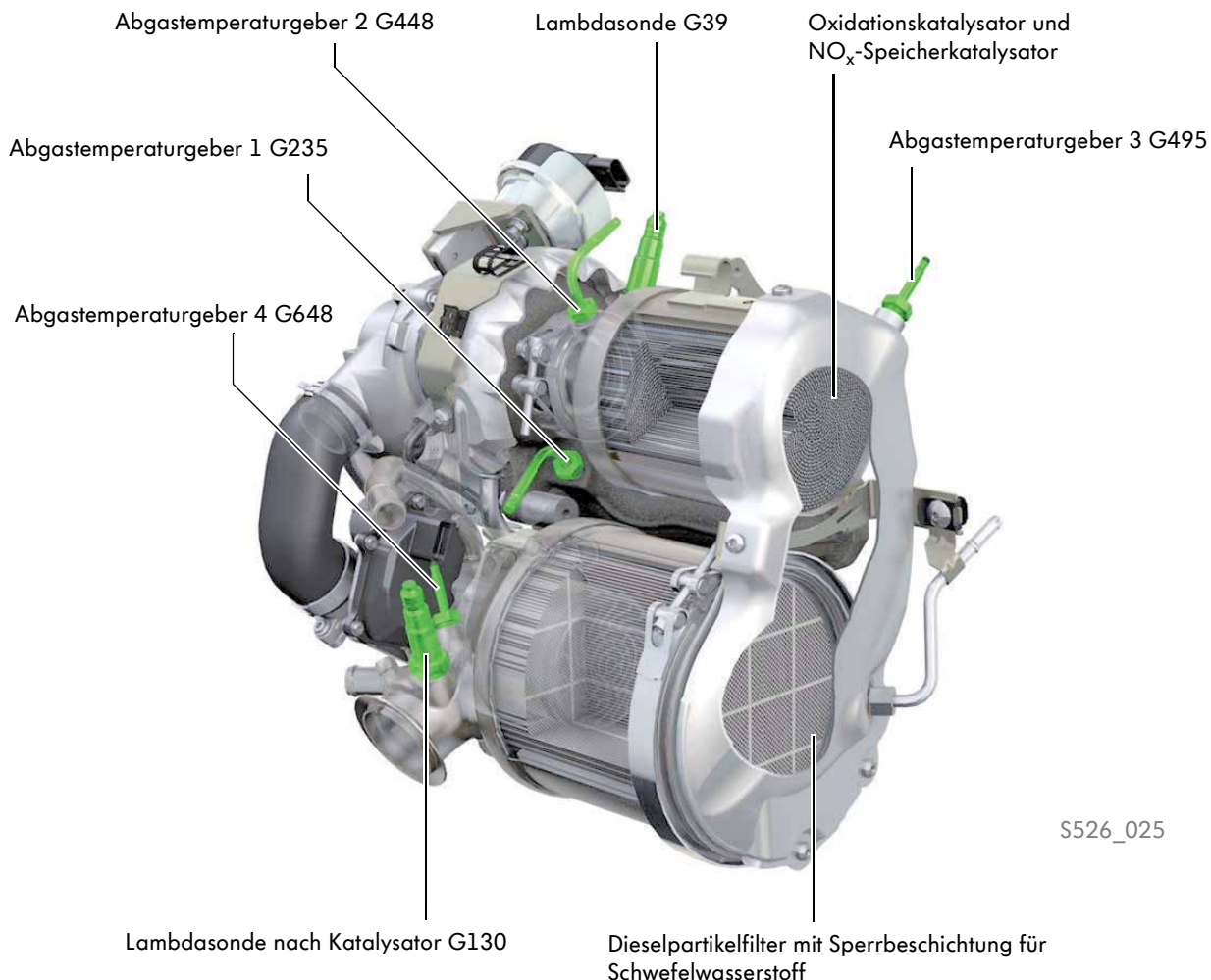
Bei einem Ausfall der Abgasklappensteuereinheit J883 wird die Abgasklappe durch eine Rückstellfeder in die Position „Offen“ gestellt. In diesem Fall findet keine Abgasrückführung statt.

# Stickoxid-Speichersystem

## Abgasreinigungsmodul

Um die Stickoxid-Emissionen zu senken und somit die EU6-Abgasgrenzwerte zu erreichen, ist der EA288-EU6-Motor mit einem Stickoxid-Speicherkatalysator (NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator) ausgestattet. Zur Speicherung der Stickoxide im Abgas ist der Oxidationskatalysator, neben Platin, Palladium und Rhodium, zusätzlich mit Bariumoxid beschichtet und dient somit gleichzeitig als NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator. Im Motorsteuergerät ist ein Rechenmodell hinterlegt, welches die Speicherung der Stickoxide und die Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators regelt.

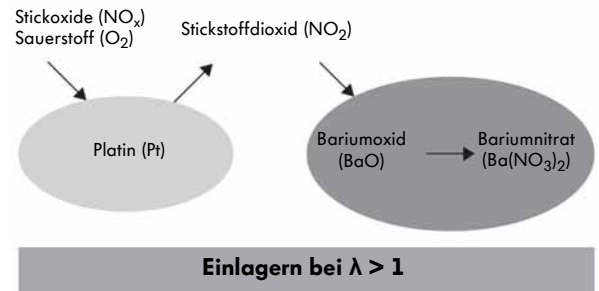
Das Rechenmodell verwendet dazu die Informationen der Abgastemperaturgeber und der Lambdasonden. Der Dieselpartikelfilter dient zusätzlich als Sperrkatalysator für Schwefelwasserstoff, der beim Betrieb der Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators entsteht. Zu diesem Zweck ist der Dieselpartikelfilter mit einem Metalloxid beschichtet.



## Funktionsweise

### Die Einlagerung der Stickoxide

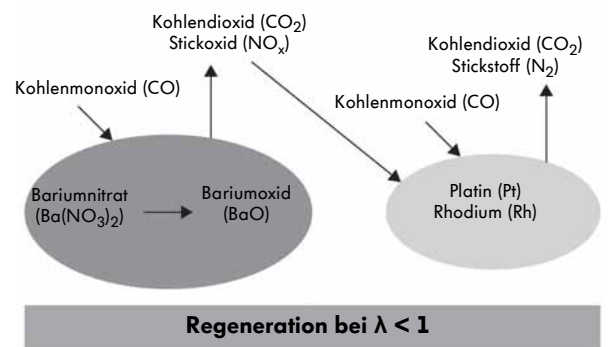
Der  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator verfügt über eine Bariumoxidbeschichtung, welche die im Abgas enthaltenen Stickoxide zwischenspeichert. Dies geschieht vorwiegend im Magerbetrieb ( $\lambda > 1$ ) bei Abgastemperaturen in einem Bereich von 220 bis 450 °C. Da das Bariumoxid ausschließlich Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) speichern kann, werden die Stickoxide zunächst an der Platinbeschichtung zu Stickstoffdioxid oxidiert und reagieren anschließend mit dem Bariumoxid zu Bariumnitrat.



S526\_028

### Die Auslagerung der Stickoxide (Regeneration)

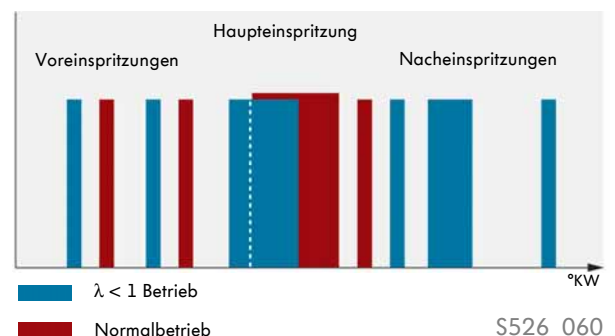
Ist die Speicherfähigkeit des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators erschöpft, wird vom Motormanagement ein Regenerationsvorgang eingeleitet. Für die Regeneration des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators ist ein Motorbetrieb mit fettem Gemisch ( $\lambda < 1$ ) Voraussetzung. Im gezeigten Beispiel werden die Stickoxide durch die im fetten Abgas reichlich vorhandenen Kohlenmonoxidmoleküle ausgelagert. Dabei wird zunächst das Bariumnitrat durch das Kohlenmonoxid zu Bariumoxid reduziert, was dazu führt, dass Kohlendioxid und Stickstoffmonoxid freigesetzt werden. Durch die Beschichtung des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators mit Rhodium und Platin werden die Stickoxide zu Stickstoff reduziert. Das Kohlenmonoxid oxidiert zu Kohlendioxid. Der Stickoxid-Regenerationsvorgang dauert weniger als 7 Sekunden.



S526\_029

### Anpassung der Einspritzung für den Betrieb mit fettem Gemisch

Für den Betrieb des Motors mit fettem Gemisch werden bis zu 6 Einspritzungen vorgenommen. Der Einspritzzeitpunkt von Haupt- und Voreinspritzungen wird in Richtung „Früh“ verschoben. Gleichzeitig wird die erste Nacheinspritzung in Richtung „Spät“ verlegt und die Frischluftzufuhr reduziert.

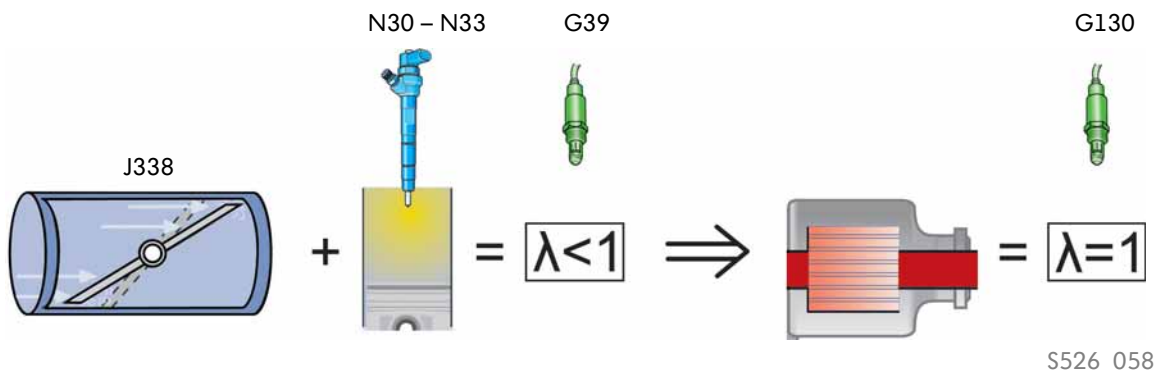


## Regelung der Stickoxid-Regeneration

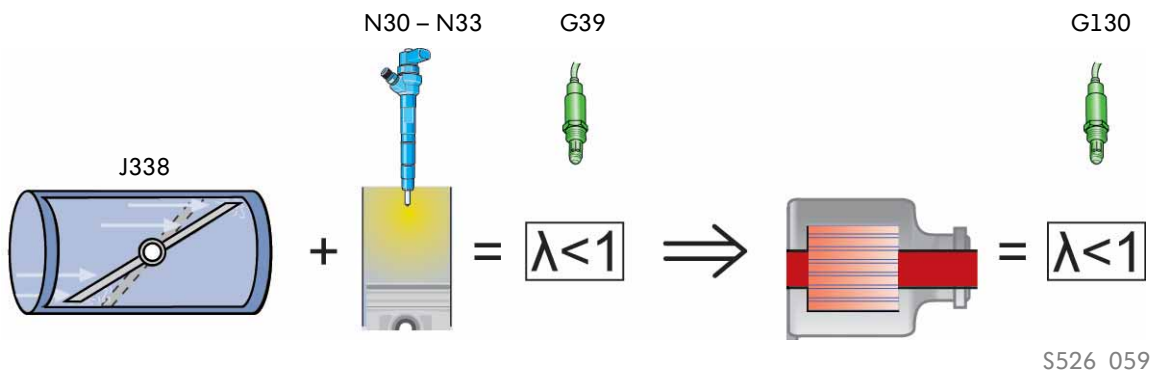
Die Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird von einem Be- und Entladungsmodell gesteuert, welches vom Motorsteuergerät berechnet wird. Als Einflussgrößen für die Rechenmodelle werden die Informationen der Abgastemperaturgeber und der Lambdasonden berücksichtigt. Das Signal der Lambdasonde vor dem Katalysator G39 wird zur Berechnung der Stickoxid- und Rußemissionen im Abgas verwendet. Außerdem dient es während der

Regenerationsphasen des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators als Eingangsgröße für die Lambda-Regelung. Mithilfe der Lambdasonde nach Katalysator G130 erkennt das Motormanagement den Zeitpunkt, zu dem der Regenerationsvorgang für die Auslagerung der Stickoxide beendet ist. In der Regenerationsphase werden die Sauerstoffanteile im Abgas durch die Lambdasonden vor und nach dem Katalysator gemessen und miteinander verglichen.

Bei Beginn der Regeneration wird nach dem Katalysator ein höherer Sauerstoffanteil gemessen als vor dem Katalysator. Der überschüssige Kraftstoff reagiert mit den gespeicherten Stickoxiden im NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator, dabei stellt sich der Lambdawert 1 ein.



Zum Ende der Regeneration verringert sich der Sauerstoffanteil im Abgas nach dem Katalysator. Der Lambdawert ändert sich von Lambda 1 nach fett. Da nur noch wenig gespeicherte Stickoxide im NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator vorhanden sind, kann der Kraftstoff nicht mehr mit den Stickoxiden reagieren. Der überschüssige Kraftstoff bricht durch den Katalysator und der Lambdawert sinkt unter 1.



# Motormanagement

## Entschwefelung

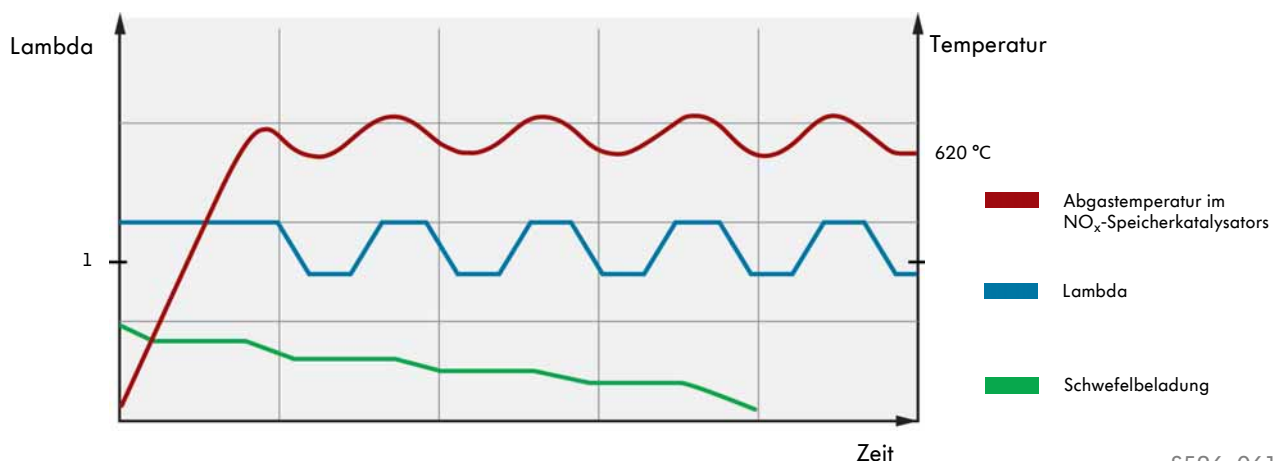
Das Bariumoxid im Katalysator speichert neben den Stickoxiden auch den im Kraftstoff enthaltenen Schwefel. Mit steigender Betriebsdauer werden die freien Speicherplätze des Katalysators zunehmend mit Schwefel belegt. Dadurch verkürzen sich die Zeitabstände zwischen den Stickoxid-Regenerationen. Weil Schwefel eine hohe thermische Stabilität hat, verbleibt er bei einer Stickoxid-Regeneration im Katalysator. Daher muss der Katalysator regelmäßig entschwefelt werden. Der Zeitpunkt für eine Entschwefelung wird vom Motorsteuergerät berechnet.

## Funktion

Die Entschwefelung des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators setzt Abgastemperaturen von mehr als  $620^\circ\text{C}$  voraus. Wenn eine Entschwefelung durchgeführt wird, findet sie in den meisten Fällen im Anschluss an eine Regeneration des Dieselpartikelfilters statt. Hierbei wird die bei der Partikelfilter-Regeneration entstandene hohe Abgastemperatur genutzt, um die Aufheizzeit des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators zu verkürzen. Sobald die Abgastemperatur für die Entschwefelung erreicht ist, wird der Motor abwechselnd mit einem fetten und einem mageren Gemisch betrieben. Während des Betriebs mit Kraftstoffüberschuss wird der Schwefel ( $\text{SO}$ ) zu Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Dafür werden ermittelte Größen wie Kraftstoffverbrauch und Schwefelgehalt im Kraftstoff herangezogen und innerhalb eines „Schwefelbelastungsmodells“ ausgewertet. Bei dem in Europa vorgeschriebenen Schwefelgehalt von maximal 10 ppm im Dieseldieselfkraftstoff, wird der Katalysator durchschnittlich alle 1000 km entschwefelt.

ausgelagert. In den Magerbetriebsphasen wird die Abgastemperatur im  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator eingeregelt, um eine Bauteilbelastung durch zu hohe Abgastemperaturen zu vermeiden. Die bei der Entschwefelung entstehenden geringen Mengen an Schwefelwasserstoff werden durch die Sperrbeschichtung im Dieselpartikelfilter zu Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) umgesetzt. Je nach Fahr situation und der Schwefelbeladung des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators dauert der Entschwefelungsvorgang 10 bis 20 Minuten.

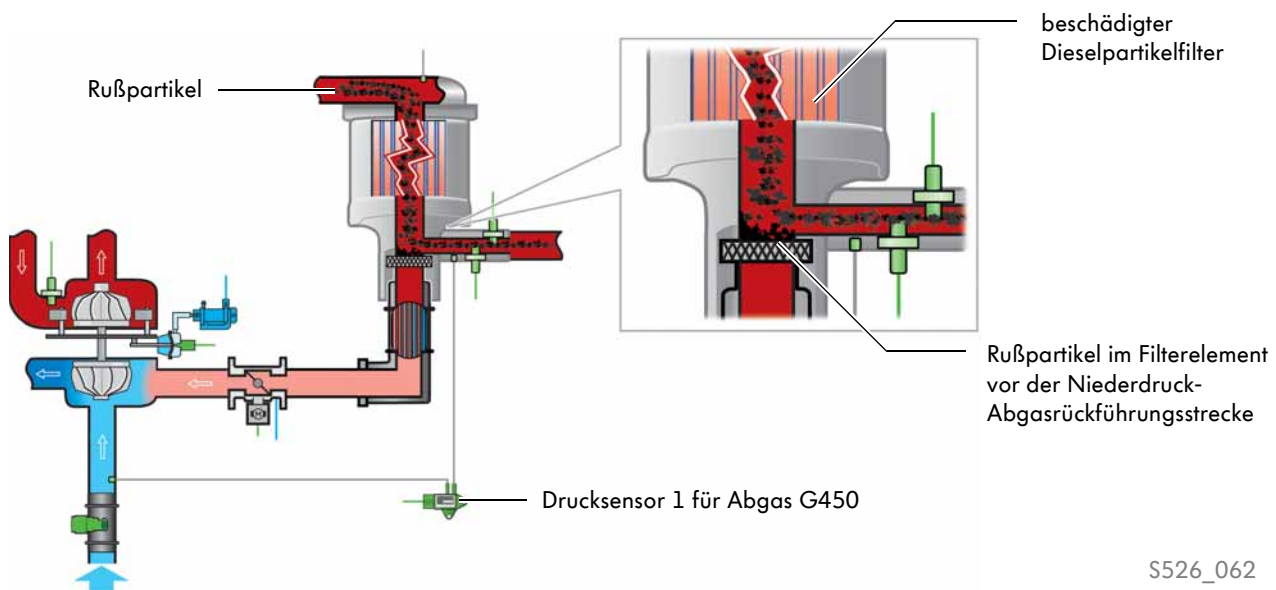


S526\_061

## Drucksensor 1 für Abgas G450

Die Abgasgesetzgebung der Abgasnorm EU6 erfordert eine verschärfte Überwachung der Funktion des Dieselpartikelfilters. Diese Überwachungsfunktion wird beim EA288 EU6-Motor mithilfe des Drucksensors 1 für Abgas G450 erreicht. Der Sensor befindet sich an einem Halter auf der Zylinderkopfhaube, neben dem Differenzdruckgeber G505. Die Druckanschlüsse des Sensors befinden sich hinter dem Dieselpartikel und im Ansaugrohr, zwischen Luftfilter und Turbolader.

Für die schnelle Diagnose eines schadhafte Dieselpartikelfilters wird mit dem Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 der Volumenstrom in der Niederdruck-Abgasrückführungsstrecke ermittelt. Ist der Dieselpartikelfilter beschädigt, setzen sich Ruß- und Feststoffpartikel am Filterelement zwischen Dieselpartikelfilter und dem Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung ab. Dies führt dazu, dass der Volumenstrom in der Niederdruck-Abgasrückführungsstrecke geringer wird und nicht mehr dem Sollwert im Motorsteuergerät entspricht.



### Signalverwendung

Das Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 wird vom Motorsteuergerät zur Überwachung des Volumenstroms in der Niederdruck-Abgasrückführungsstrecke und damit zur Überwachung der Funktion des Dieselpartikelfilters verwendet.

Wird ein defekter Dieselpartikelfilter erkannt, erfolgt eine entsprechende Fehlermeldung im Ereignisspeicher des Motorsteuergeräts.

## Zylinderdruckgeführte Verbrennungsregelung

Für eine präzise Regelung der Kraftstoffeinspritzung berücksichtigt das Motormanagement den Druckverlauf im Zylinder während der Verbrennung. Die Informationen über den tatsächlichen Druckverlauf im Zylinder erhält das Motorsteuergerät vom Brennraumdruckgeber für Zylinder 3 G679. Dieser Sensor ist in das Gehäuse der Glühkerze am Zylinder 3 integriert. Die zylinderdruckgeführte Verbrennungsregelung ist in der Lage, den Einspritzzeitpunkt und damit den Druckverlauf bei der Verbrennung den unterschiedlichen Abgasrückführungsraten, Kraftstoffqualitäten und

Bauteiltoleranzen über die Laufzeit des Motors anzupassen. Aus dem Signal des Brennraumdruckgebers für Zylinder 3 G679 und dem Signal des Motordrehzahlgebers G28 errechnet ein Softwaremodell im Motorsteuergerät den Druckverlauf für jeden Zylinder. Entsprechend der Abweichungen aus dem Soll-Ist-Vergleich werden Korrekturwerte für den Einspritzzeitpunkt und die Ansteuerdauer des Einspritzventils ermittelt.

### Vorteile der zylinderdruckgeführten Verbrennungsregelung:

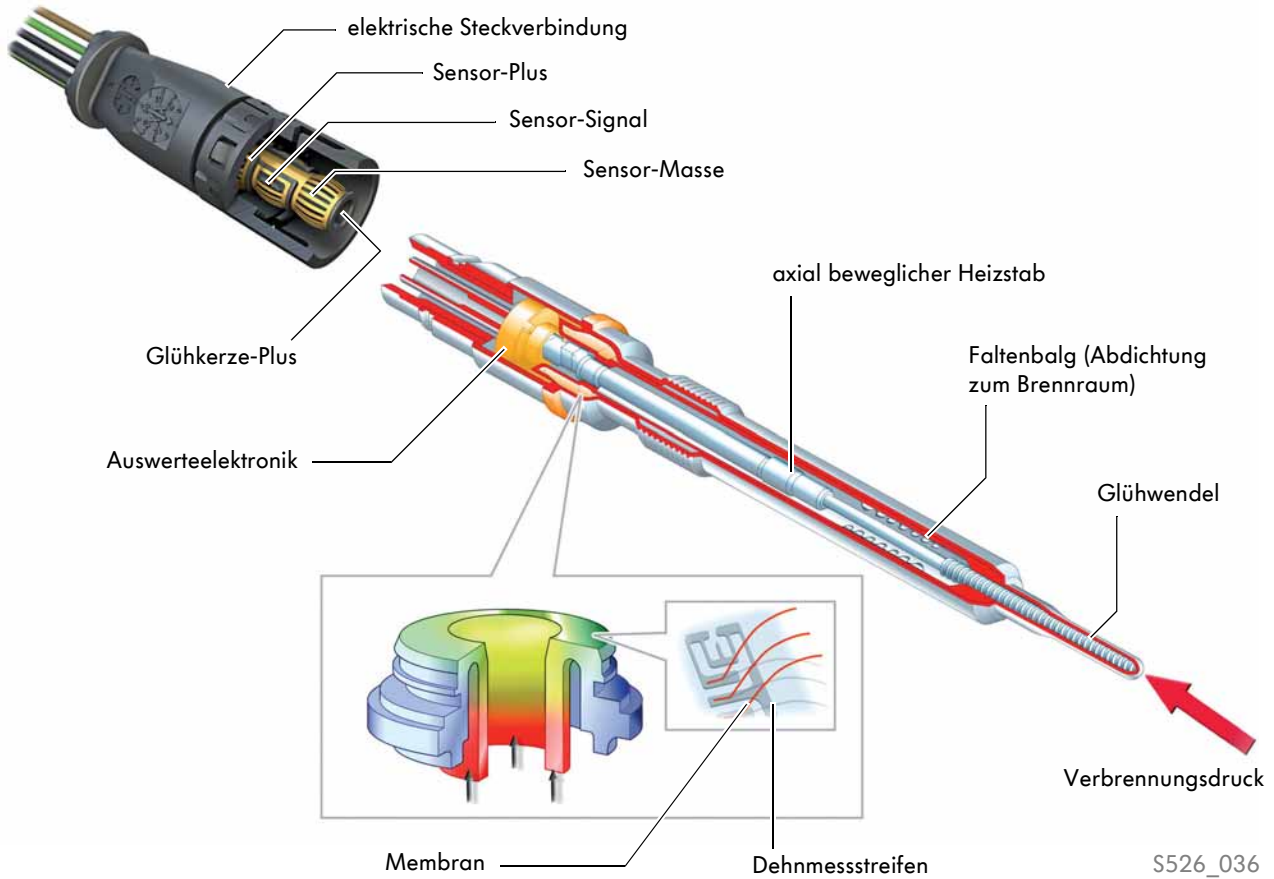
- Präzise Regelung von Einspritzzeitpunkt und Einspritzmengen
- Anpassung der Einspritzmengentoleranzen der Einspritzventile über Laufzeit
- Stabiler und ruhiger Motorlauf über alle Zylinder
- Anpassung der Einspritzung bei Zündverzug durch hohe Abgasrückführungsraten und unterschiedliche Kraftstoffqualitäten
- Regelung von herausfordernden Motorbetriebsarten und Betriebsartenwechsel, zum Beispiel Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators oder Regeneration des Dieselpartikelfilters, ohne Einfluss auf die Fahreigenschaften

### Funktion

Das Messprinzip des Brennraumdruckgebers für Zylinder 3 G679 basiert auf einen in axialer Richtung beweglichen Heizstab, der den Verbrennungsdruck im Zylinder auf eine Messmembran überträgt. Auf dieser Messmembran befinden sich Dehnmessstreifen, die bei einer Verformung ihren elektrischen Widerstand verändern.

Eine integrierte Auswerteelektronik errechnet aus dem Widerstandswert ein, im Verhältnis zum gemessenen Zylinderdruck, analoges Spannungssignal und übermittelt dieses an das Motorsteuergerät.

## Aufbau Glühkerze 3 Q12 mit Brennraumdruckgeber für Zylinder 3 G679



### Signalverwendung

Das Signal des Brennraumdruckgebers für Zylinder 3 G679 wird vom Motorsteuergerät zur Berechnung des Korrekturwerts für die Regelung der Kraftstoffeinspritzung verwendet.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Signals findet keine zylinderdruckgeführte Verbrennungsregelung statt. Es kann zu unruhigem Motorlauf kommen.

## Einspritzsystem

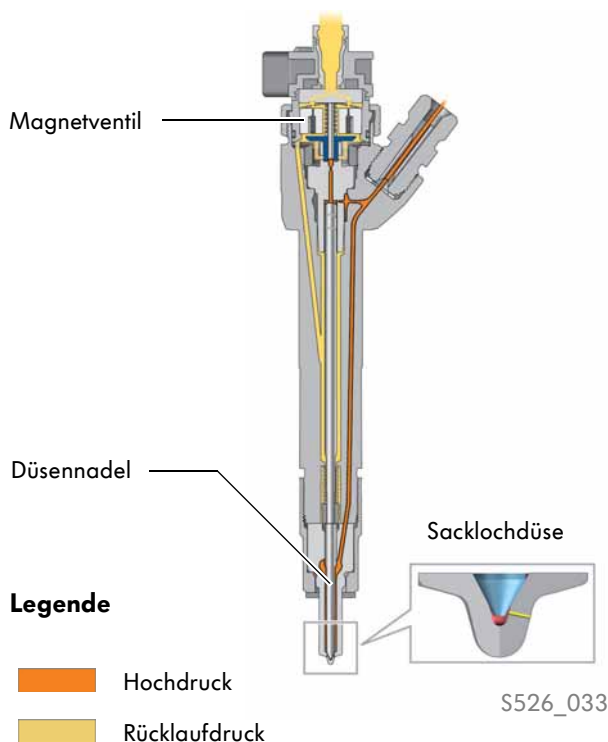
In den EA288-Motoren mit der Abgasnorm EU6 ist ein Common-Rail-Einspritzsystem der Firma Bosch verbaut, welches den Kraftstoff mit bis zu 2000 bar in den Brennraum einspritzen kann. Da der maximale Einspritzdruck, im Vergleich zum EA288-Motor mit EU5-Abgasnorm, um 200 bar erhöht wurde, mussten die Hochdruckpumpe und die Einspritzventile des EA288-EU6-Motors an die neuen Anforderungen angepasst werden. Der gesteigerte Systemdruck hat zur Folge, dass die Einspritzdauer und der Düsendurchfluss reduziert werden konnten. Somit kann der Brennverlauf flexibler gestaltet und die Gemischbildung optimiert werden.

## Einspritzventile

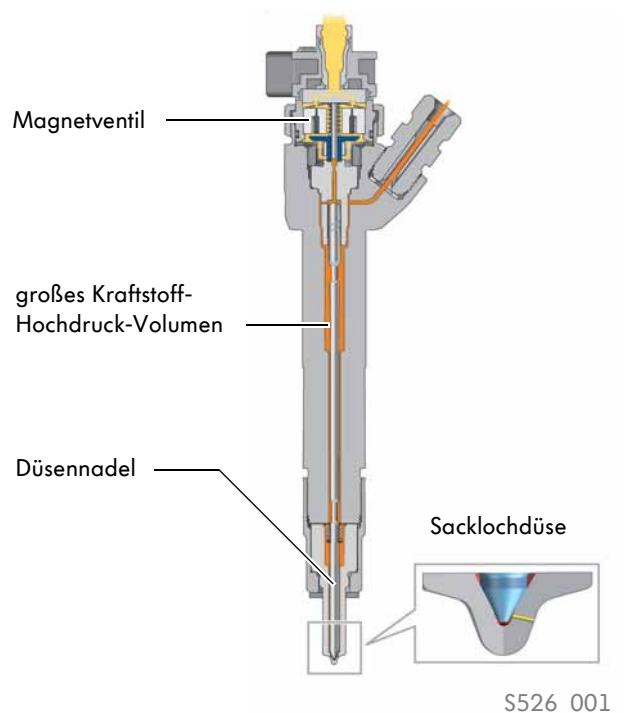
Die unten stehenden Grafiken zeigen die Hauptunterschiede der Einspritzventile des EA288-EU5-Motors mit einem maximalen Einspritzdruck von 1800 bar und des EA288-EU6-Motors mit einem maximalen Einspritzdruck von 2000 bar. Während der Bereich um das Magnetventil nahezu unverändert geblieben ist, wurde der Bereich unterhalb des Magnetventils beim Einspritzventil des EA288-EU6-Motors durch folgende Maßnahmen verändert:

- Durch den Wegfall des Kraftstoff-Niederdruckbereichs im Düsenkörper verringert sich die Rücklaufmenge im Kraftstoffrücklauf des Einspritzventils.
- Ein größeres Kraftstoff-Hochdruckvolumen im Düsenkörper reduziert Druckschwankungen an der Düsenadel während des Einspritzvorgangs. Daraus erhöht sich die Genauigkeit der eingespritzten Kraftstoffmenge.
- Unter dem Düsenadelsitz wurde das Volumen der Sacklochdüse verkleinert. Dadurch verringert sich die Kraftstoffmenge, die unaufbereitet in den Brennraum gelangen und somit zu höheren HC-Emissionen führen kann.

### Einspritzventil EA288-EU5-Motor



### Einspritzventil EA288-EU6-Motor



## Welche Antwort ist richtig?

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

### 1. Welche Aussage zur Nockenwellenverstellung beim EA288-EU6-Dieselmotor ist richtig?

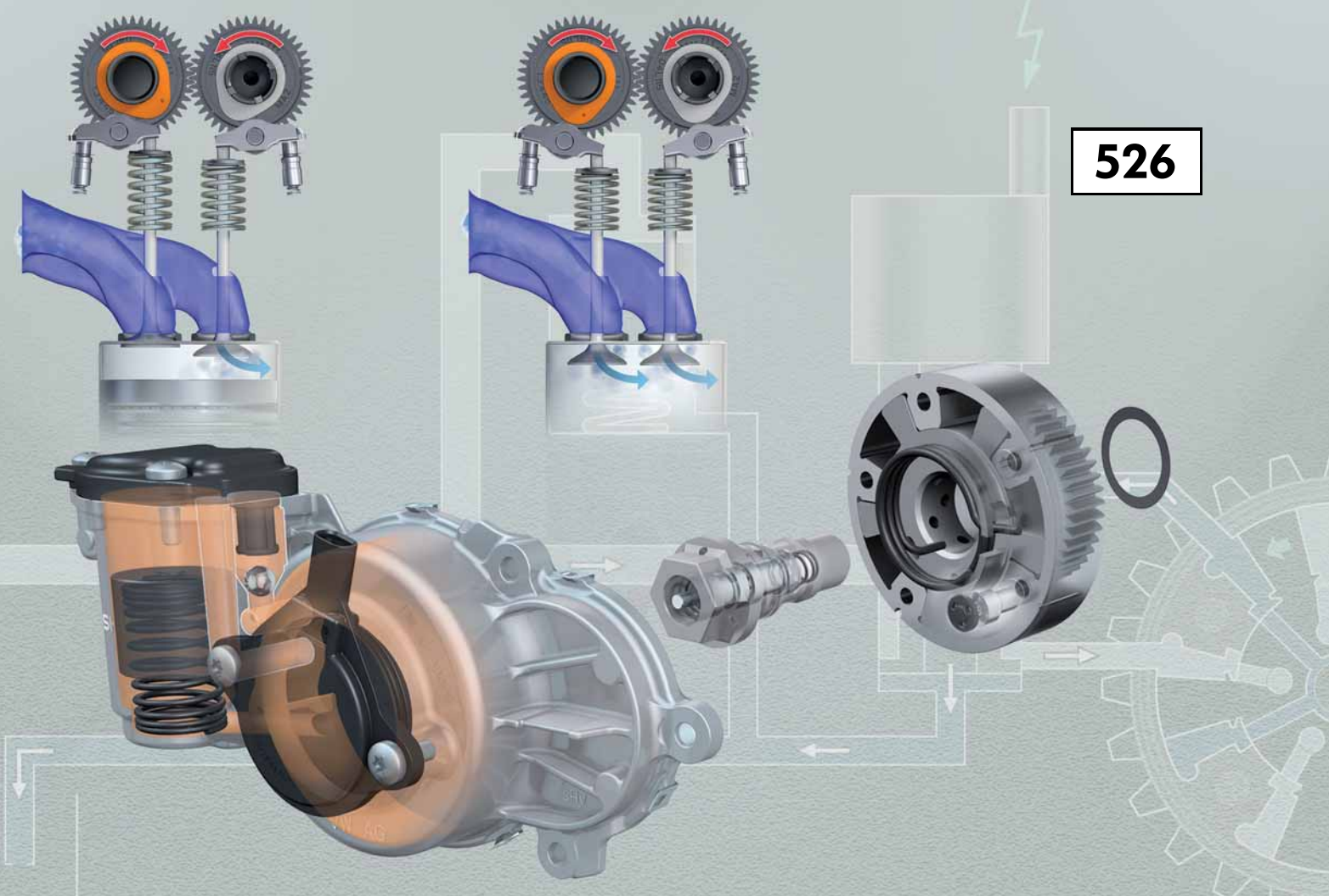
- a) Durch die Verstellung der Nockenwelle in Richtung „Spät“ wird der Verdichtungsdruck im Zylinder verringert, damit weniger Stickoxide bei der Verbrennung entstehen.
- b) Durch die Verstellung der Nockenwelle in Richtung „Spät“ wird der dynamische Nachladeeffekt der einströmenden Luft zur Leistungssteigerung genutzt.
- c) Durch die Verstellung von Einlass- und Auslassnockenwelle wird eine interne Abgasrückführung erreicht.

### 2. Bei welchen Betriebszuständen ist die Hochdruck-Abgasrückführung aktiv?

- a) Nur bei hohem Ladedruck.
- b) In der Warmlaufphase nach einem Kaltstart.
- c) Bei Bedarf, falls über die Niederdruck-Abgasrückführung keine ausreichende Menge Abgas zurückgeführt werden kann.
- d) Bei der Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators.

### 3. Welche Aussage zum Entschwefelungsvorgang des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators ist richtig?

- a) Für die Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird der Motor für etwa 10-20 Minuten mit einem mageren Gemisch betrieben.
- b) Für die Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird der Motor für weniger als 7 Sekunden mit einem fetten Gemisch betrieben.
- c) Für die Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird der Motor für etwa 10-20 Minuten mit einem abwechselnd fetten und mageren Gemisch betrieben.
- d) Für die Entschwefelung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird der Motor für weniger als 7 Sekunden abwechselnd mit einem fetten und mageren Gemisch betrieben.



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.  
000.2812.83.00 Technischer Stand 11/2014

Volkswagen AG  
After Sales Qualifizierung  
Service Training VSQ-2  
Brieffach 1995  
D-38436 Wolfsburg

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.