

Mit der FSI-Technologie (**F**uel **S**tratifed **I**njection = Einspritzung mit geschichteter Ladung) erschließt sich den 2,0 l und 1,6 l Ottomotoren eine neue Dimension. Denn FSI-Motoren sind sparsamer, sauberer und agiler als Saugrohr-Einspritzer.

Diese neuen Motoren erfüllen optimal die aktuellen Forderungen nach niedrigerem Verbrauch, einer besseren Umweltbilanz und höherem Fahrspaß.

Bei Škoda-Fahrzeugen werden FSI-Motoren in dem neuen **Škoda**Octavia eingesetzt.

In diesem Selbststudienprogramm können Sie sich mit den technischen Neuerungen dieser Motoren vertraut machen.

Teil I - 2,0 I FSI-Motor

Motormechanik	4
Motormerkmale	4
Zylinderblock	6
Kurbelgehäuse-Entlüftung	6
Saugrohr-Unterteil	7
Kolben	7
Der Zylinderkopf	8
Nockenwellenverstellung	9
Motorschmierung	15
Ölkreislauf	15
Ölfiltermodul	15
Motormanagement	16
Saugrohr mit Schaltwalze	16
Ansaugluftführung und Betriebsarten	17
Doppeleinspritzung	22
Kraftstoffversorgung	25
Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538	25
Bedarfsgeregeltes Kraftstoffsystem	26
Kraftstoff-Hochdruckpumpe	28
Teile des Kraftstoffsystems	30
Abgasanlage	32
Abgasanlage	32
Abgassystem	34
Regeneration des Speicherkatalysators NO _x	36
Geber	38
Abgasrückführung	39

Teil II - 1,6 I FSI-Motor

Motormechanik	40
Kettentrieb	41
Nockenwellenverstellung	42
Abdichtung des Steuergehäuses	43
Ölpumpe	44
Motorabdeckung	46
Saugrohr-Oberteil	47
Kühlung	48
Zweikreis-Kühlsystem	48
Kühlsystemübersicht	50
Abgasrückführungsventil N18 AGR	51
Sensoren	52
Sensoren und Geber	52
Anhang	55
PCV-Regelventil bei 1,6 I FSI-Motor	55
Kolbenform 2,0 I FSI-Motor	55
Kolbenform 1,6 I FSI-Motor	55
Systemübersicht	56
Funktionsplan	58

Hinweise zu Inspektion und Wartung, Einstell- und Reparaturanweisungen finden Sie im Reparaturleitfaden.



Teil I – 2,0 l FSI-Motor



SP55_01

Motormerkmale

- Einkolben-Hochdruckpumpe
- Kunststoff-Schaltsaugrohr
- Saugrohr-Unterteil mit kontinuierlich verstellbaren Saugrohrklappen
- Gekühltes Abgasrückführungsventil
- Rollenschlepphebel mit hydraulischen Abstützelementen
- Zwei obenliegende Nockenwellen (DOHC) mit kontinuierlicher Einlassnockenwellenverstellung
- Ausgleichswellengetriebe in der Ölwanne
- Strahlgeführtes Brennverfahren



Hinweis:

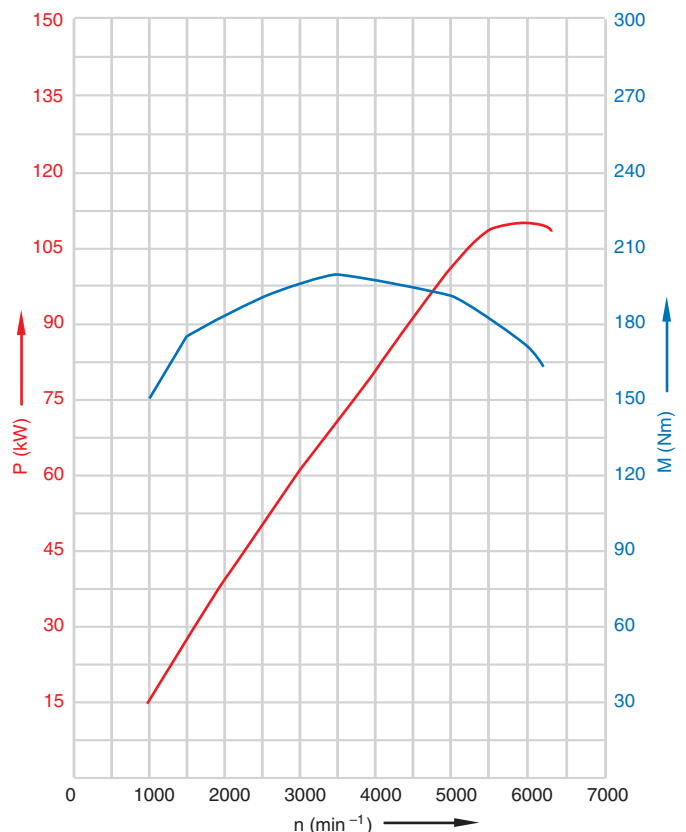
Wenn nicht anders gekennzeichnet, beziehen sich die Abbildungen und Beschreibungen im Teil I dieses Heftes auf den Motor 2,0 l/110 kW FSI mit den Kennbuchstaben BLX.

Technische Daten

FSI-Variante	geschichtet und homogen	homogen	homogen
Motorkennbuchstaben	BLX	BLR	BLY
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor		
Hubraum	1984 cm ³		
Bohrung	82,5 mm		
Hub	92,8 mm		
Verdichtungsverhältnis	11,5 : 1		10,5 : 1
Ventile pro Zylinder	4		
Zündreihenfolge	1 – 3 – 4 – 2		
max. Leistung	110 kW bei 6000 min ⁻¹		
max. Drehmoment	200 Nm bei 3500 min ⁻¹		
Motormanagement	Bosch Motronic MED 9.5.10		
Kraftstoff	Benzin 98 (95) ROZ		Benzin 95 (91) ROZ
Abgasnorm	EU4		EU2

Technische Merkmale

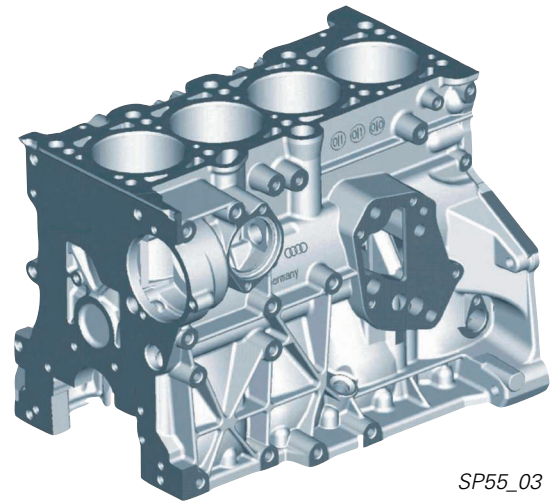
Motorkennbuchstabe:	BLX
Bauart:	Reihenmotor
Zylinderzahl:	4
Ventile pro Zylinder:	4
Verdichtungsverhältnis:	11,5 : 1
Hubraum:	1984 cm ³
Bohrung:	82,5 mm
Hub:	92,8 mm
Ventilsteuerung:	Rollenschlepphebel mit hydraulischen Abstützelementen
max. Leistung:	110 kW bei 6000 min ⁻¹
max. Drehmoment:	200 Nm bei 3500 min ⁻¹
Motormanagement:	Bosch Motronic MED 9.5.10
Kraftstoff:	Benzin Super Plus bleifrei 98 ROZ (Super bleifrei 95 ROZ möglich, bei geringer Leistungsminderung)
Abgasnachbehandlung:	NO _x -Speicherkatalysator und 2 Vorkatalysatoren
Abgasnorm:	EU4



SP55_02

Zylinderblock

Der Zylinderblock besteht aus einer Aluminiumlegierung und ist mit einem Zylinderabstand von 88 mm und einer Bau­länge von nur 460 mm auch das kompakteste Aggregat seiner Klasse.

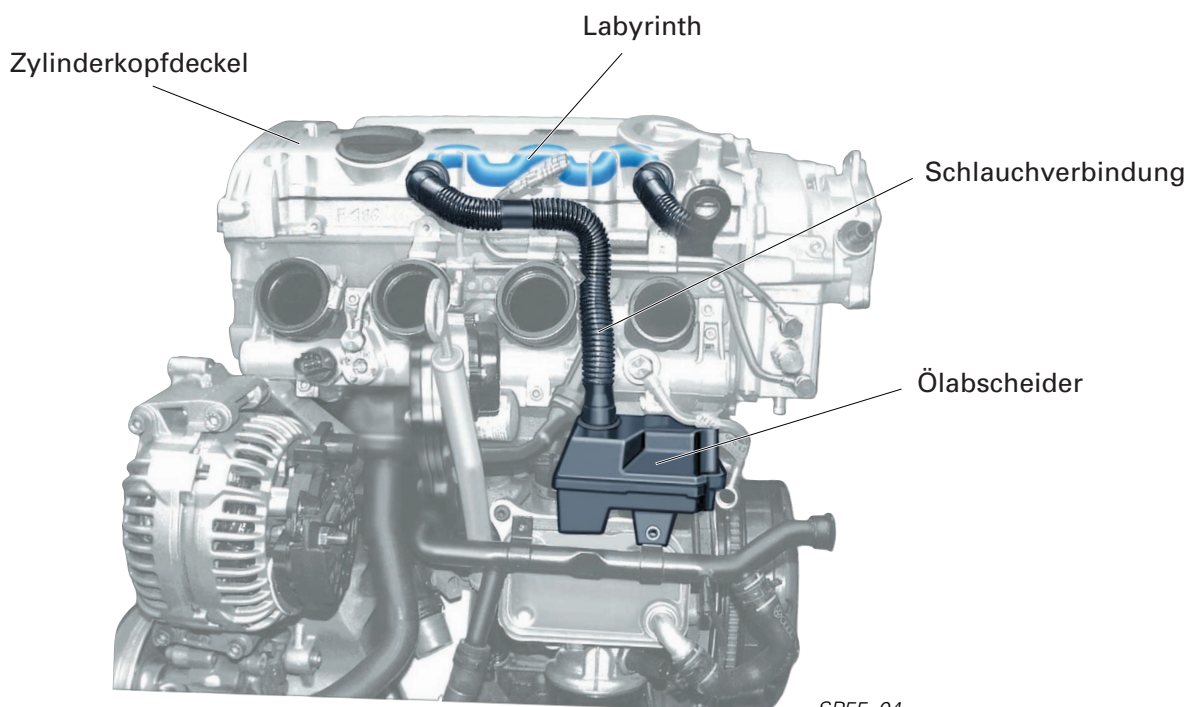


SP55_03

Kurbelgehäuse-Entlüftung

Die Gase aus dem Brennraum, die an den Kolben vorbei in das Kurbelgehäuse gedrückt werden, binden Ölpartikel an sich und gelangen in den Ölabscheider. Der Großteil der Ölpartikel wird im Ölabscheider von den Gasen getrennt.

Die Gase werden über die Schlauchverbindung in das integrierte Labyrinth des Zylinderkopfdeckels geleitet. Von dort aus gelangen sie als nahezu ölfreie Blow-by-Gase über das Druckregelventil in das Saugrohr.



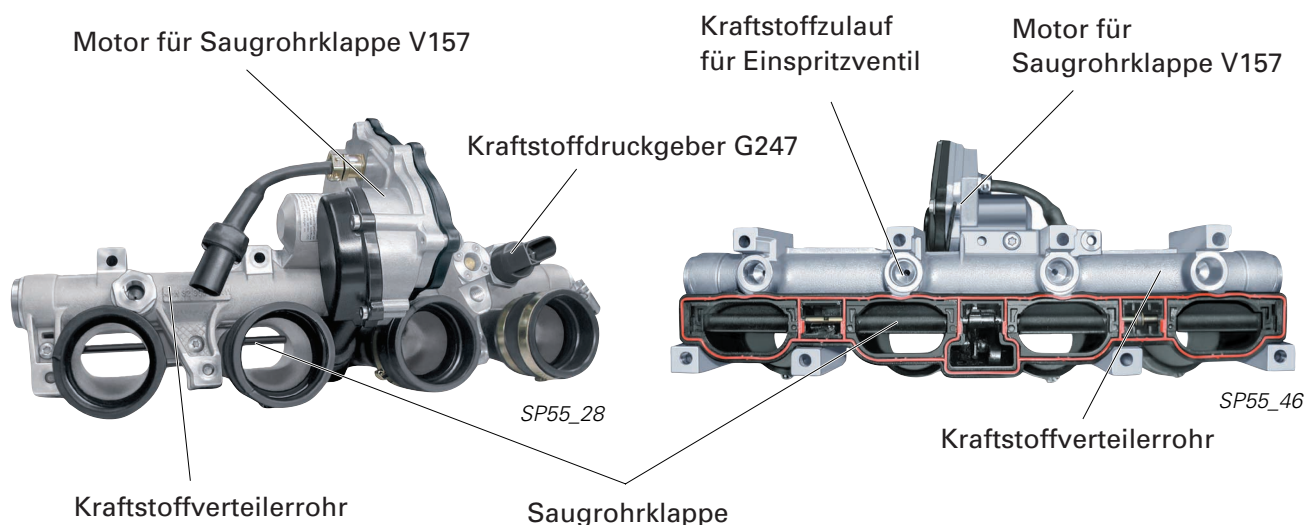
SP55_04

Saugrohr-Unterteil

Das Saugrohr-Unterteil ist mit dem Kraftstoffverteilerrohr verschraubt.

Im Saugrohr-Unterteil befinden sich vier Saugrohrklappen, die vom Motor für Saugrohrklappe V157 über eine gemeinsame Welle verstellt werden. Das in diesem Motor integrierte Potenziometer für Saugrohrklappe G336 dient zur Rückmeldung der Klappenstellung an das Steuergerät für Motronic J220

(Motorsteuergerät). Die Stellung der Saugrohrklappen beeinflusst die Gemischbildung und somit die Abgaswerte. Die Steuerung der Saugrohrklappen gehört zu den abgasrelevanten Systemen und wird von EOBD überwacht.

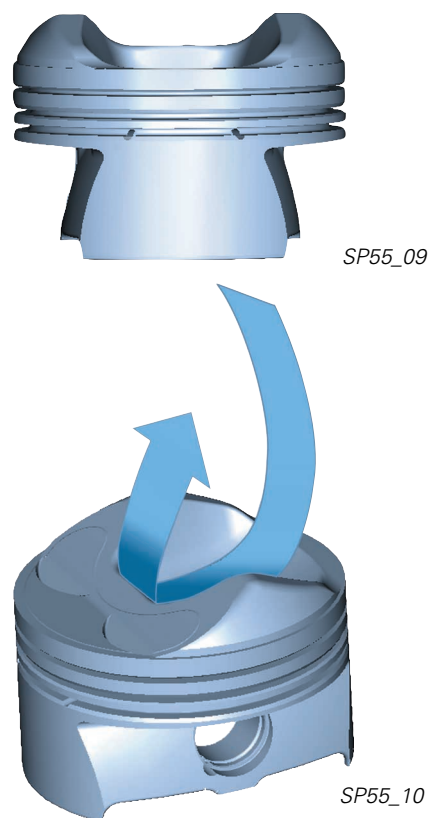


Kolben

Leichtbau-Glattschaftkolben aus einer Aluminium-Legierung mit eng zusammenstehenden Kolbenbolzenaugen.

Vorteil: kleinere oszillierende Massen und geringere Reibwerte, da der Kolbenschaft nur mit einem Teil des Umfangs im Zylinder läuft.

Im Kolbenboden ist eine Strömungsmulde eingearbeitet, die den Luftstrom im Schichtladungs-Betrieb gezielt in Richtung Zündkerze lenkt. Durch die geometrische Formgebung des Kolbens wird der Luftstrom in eine rollende Bewegung (Tumble-Effekt) versetzt.



Motormechanik

Der Zylinderkopf

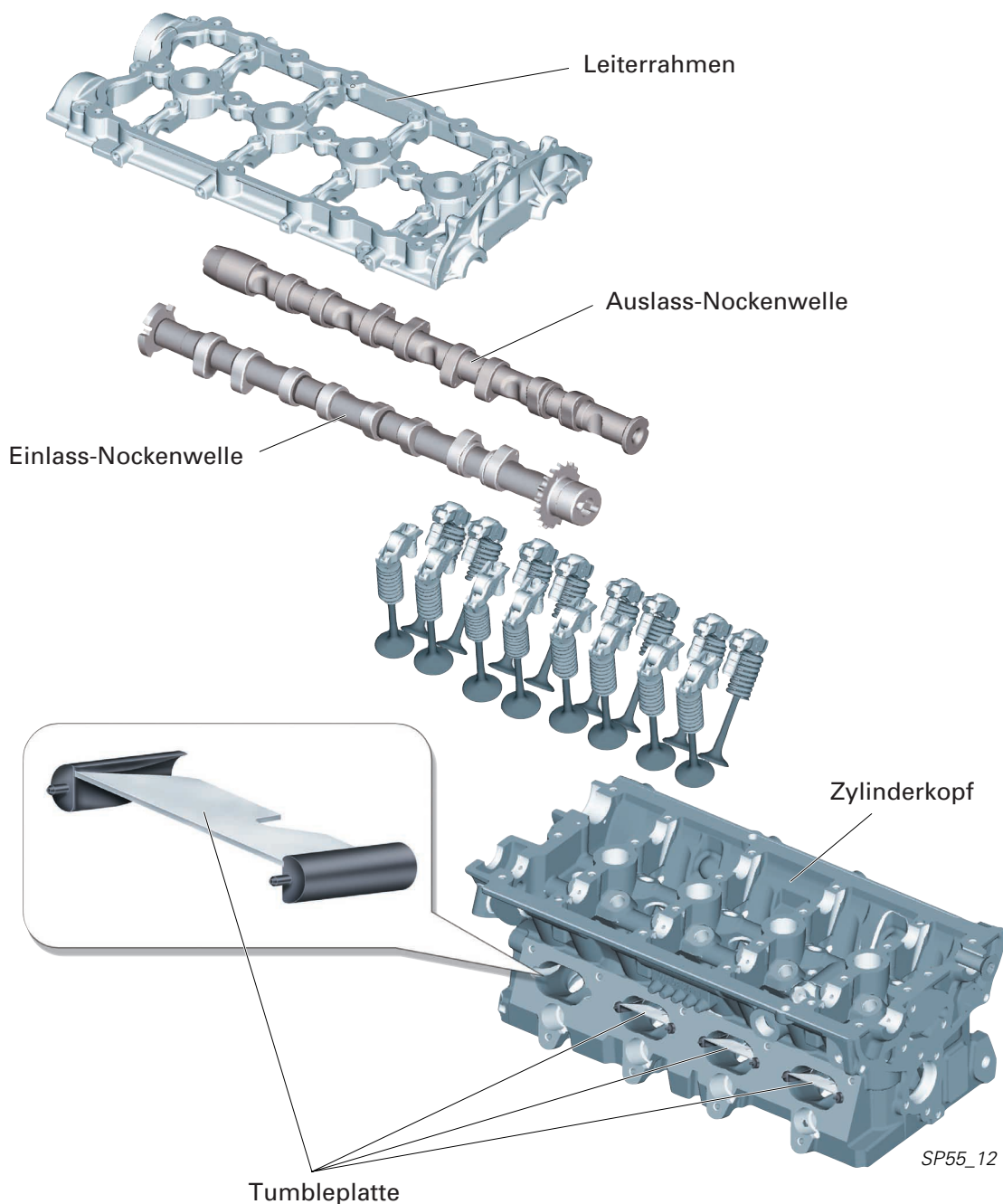
mit 4-Ventil-Technik und Rollenschlepphebel ist an das Direkteinspritz-Verfahren angepasst:

Die Ventilsteuerung erfolgt über zwei obenliegende Nockenwellen, die in einem Leiterrahmen verwindungssteif gelagert sind.

Der Antrieb der Auslass-Nockenwelle erfolgt mittels Zahnriemen, die wiederum die Einlass-Nockenwelle über eine Einfachkette antreibt.

Jeder Ansaugkanal ist durch eine Tumbleplatte in eine obere und untere Hälfte geteilt. Ihre Formgebung ermöglicht keine falsche Montage.

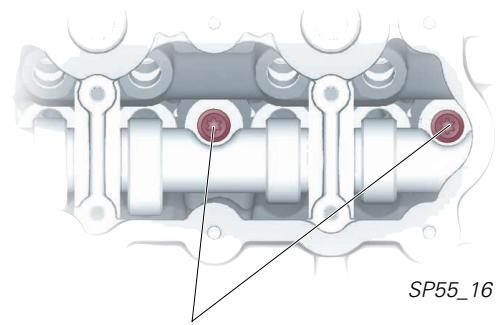
Die Aufnahmen der Hochdruck-Einspritzventile sind in den Zylinderkopf integriert, wobei die Hochdruck-Einspritzventile direkt in den Brennraum hineinragen.



Positionierung der Nockenwellen zueinander

Die Ein- und Auslassnockenwelle müssen so zueinander gedreht werden, dass die Eindrückungen sich genau gegenüber stehen.

In dieser Nockenwellenposition ist die Antriebskette aufzulegen, ohne die Rollenanzahl berücksichtigen zu müssen. Auch nur in dieser Position können die Zylinderkopfschrauben heraus- und hineingedreht werden.



Zylinderkopfschraube

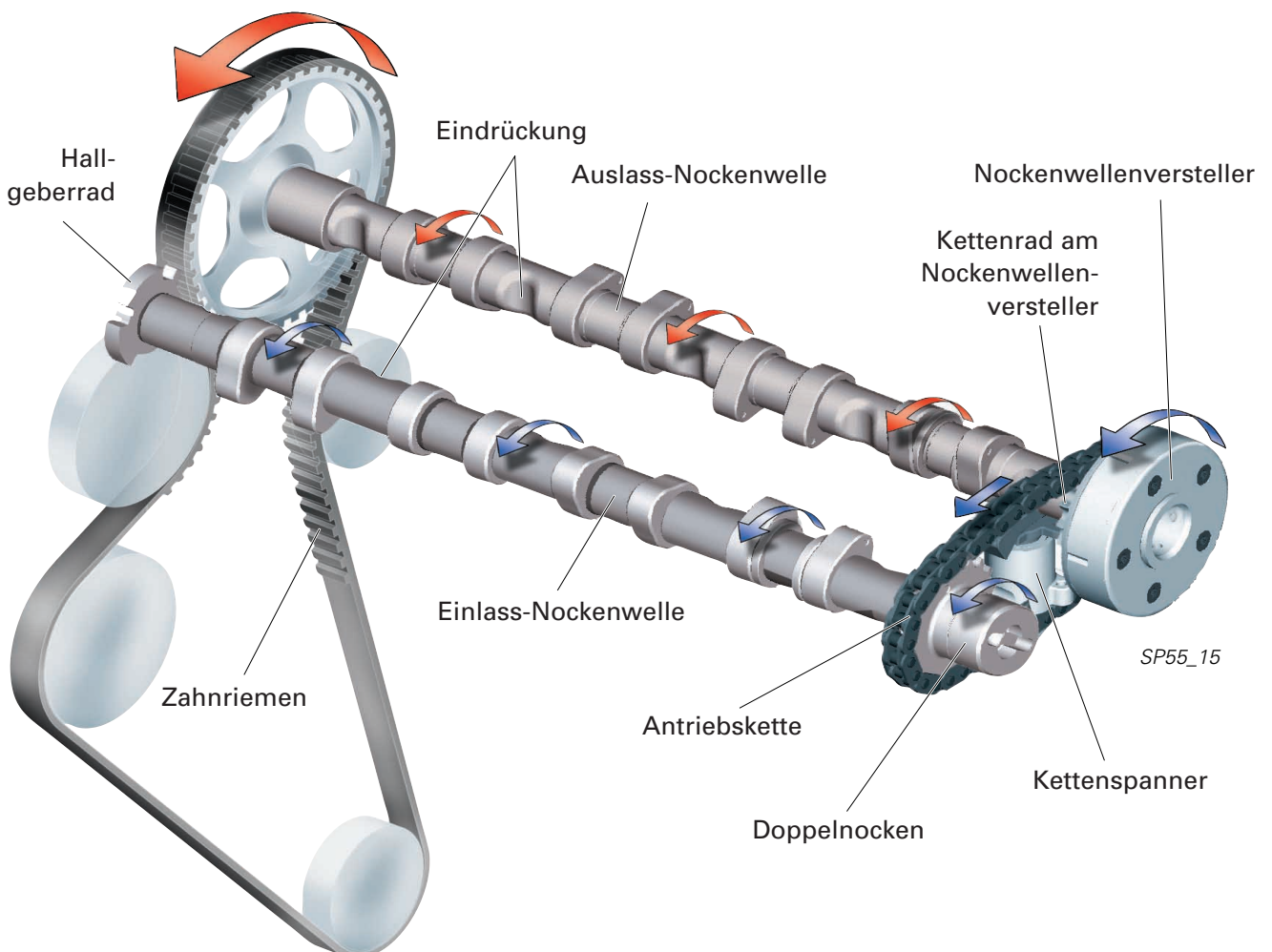


Hinweis:
Das Anzugsdrehmoment der Zylinderkopfschrauben entnehmen Sie dem aktuellen Reparaturleitfaden.

Nockenwellenverstellung

Es wird nur die Einlass-Nockenwelle verstellt. Der Nockenwellenversteller befindet sich allerdings an der Auslass-Nockenwelle.

Die Einlass-Nockenwelle nimmt an einem Ende das Halbgeberrad und am anderen Ende den Doppelnocken für den Antrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe auf.



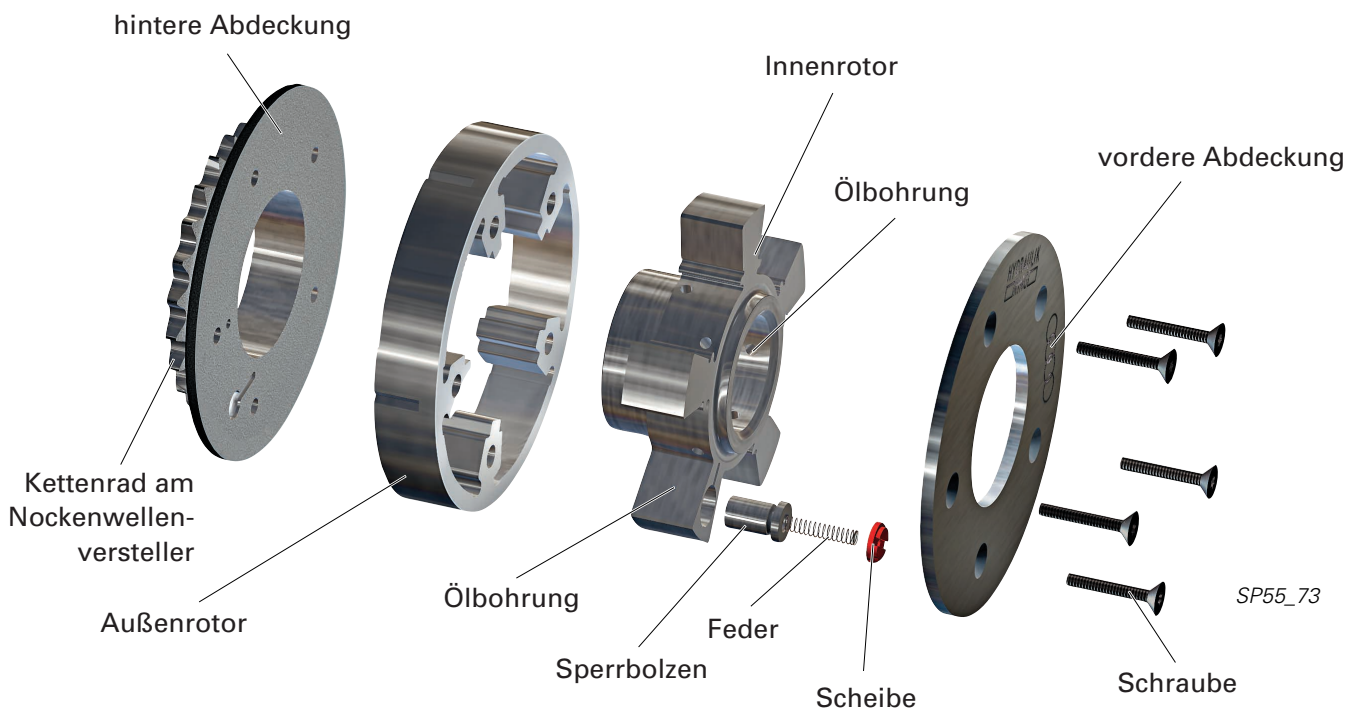
Aufbau des Nockenwellenverstellers

Die Einlass-Nockenwelle wird mit einem Nockenwellenversteller hydraulisch stufenlos um bis zu 42° Kurbelwellenwinkel (21° Nockenwellenwinkel) kennfeldgesteuert verstellt.

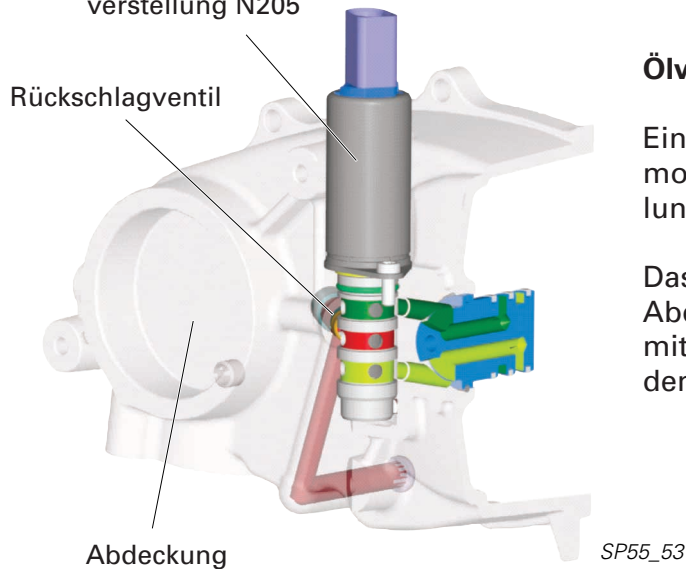
Der Zahnriemen treibt die Auslass-Nockenwelle an. Diese nimmt auf der gegenüberliegenden Seite den Innenrotor des Nockenwellenverstellers auf.

Der Außenrotor ist mit der vorderen und hinteren Abdeckung des Nockenwellenverstellers verschraubt. Weil das Kettenrad ein Bestandteil der hinteren Abdeckung ist, ist auch der Außenrotor mit dem Kettenrad verbunden.

Die Verdrehung des Außenrotors zum Innenrotor wird über die Antriebskette auf die Einlass-Nockenwelle übertragen. Somit werden die Steuerzeiten der Einlassventile verändert.



Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205



Ölversorgungsmodul

Ein wichtiger Bestandteil des Ölversorgungsmoduls ist das Ventil für Nockenwellenverstellung N205.

Das Ölversorgungsmodul ist in der Abdeckung für den Nockenwellenversteller mit der Antriebskette, dem Kettenspanner und dem Doppelnocken integriert.

Arbeitsweise

Der Nockenwellenversteller wird von der Motorölpumpe über die Ölkanäle im Zylinderblock, Zylinderkopf und Ölversorgungsmodul mit Öl versorgt.

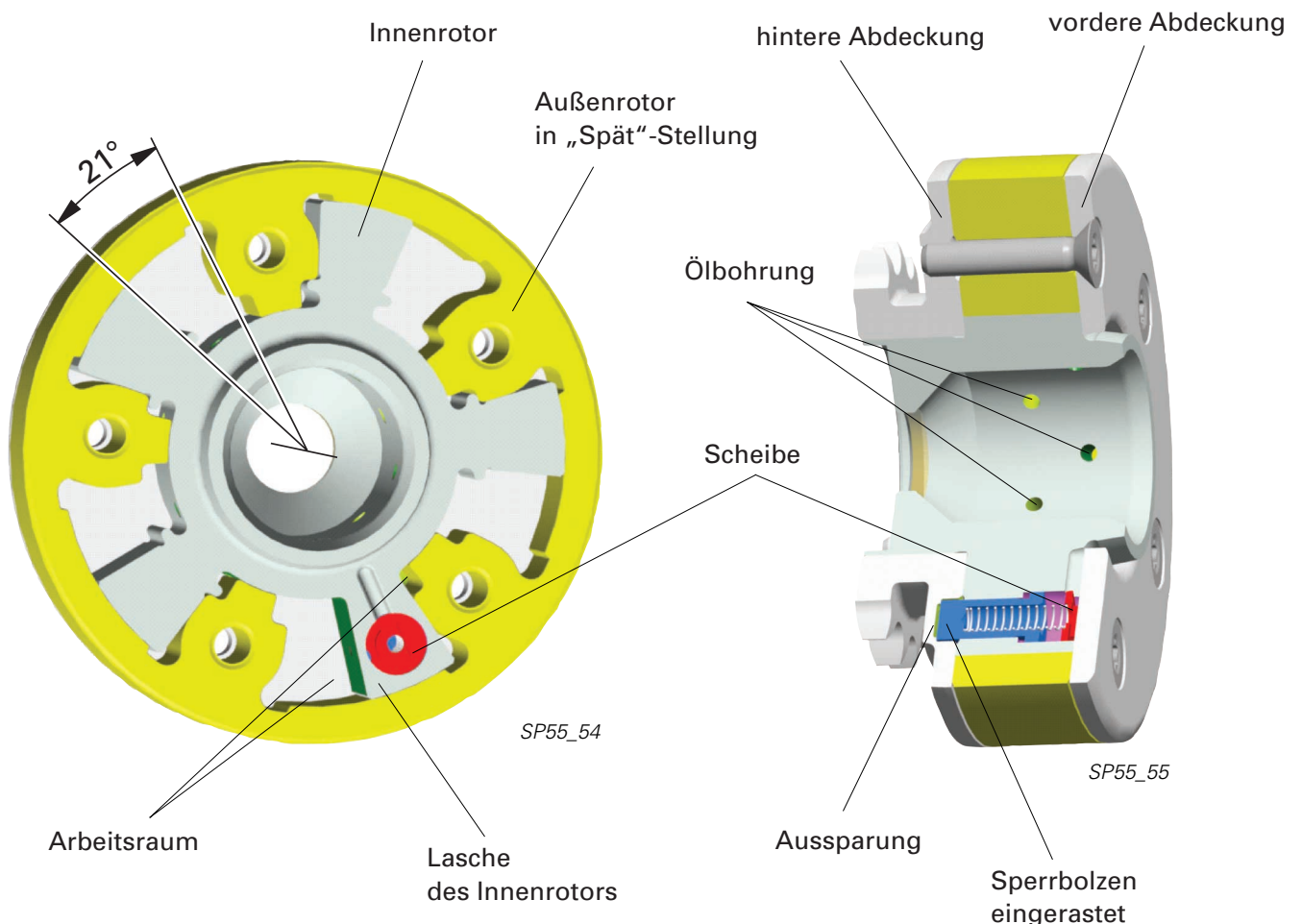
Die unterschiedliche Befüllung der Arbeitsräume neben den Laschen des Innenrotors mit Öl bewirkt eine Verdrehung des Außenrotors gegenüber dem Innenrotor.

Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 wird vom Motorsteuergerät angesteuert und regelt in Abhängigkeit von Motordrehzahl, Last und Kühlmitteltemperatur die Verstellung der Einlass-Nockenwelle um bis zu 21°.

Nockenwellenversteller drucklos

Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 ist stromlos. Der federbelastete Sperrbolzen ist in einer Aussparung in der hinteren Abdeckung des Nockenwellenverstellers eingerastet. Er verhindert eine Verdrehung des

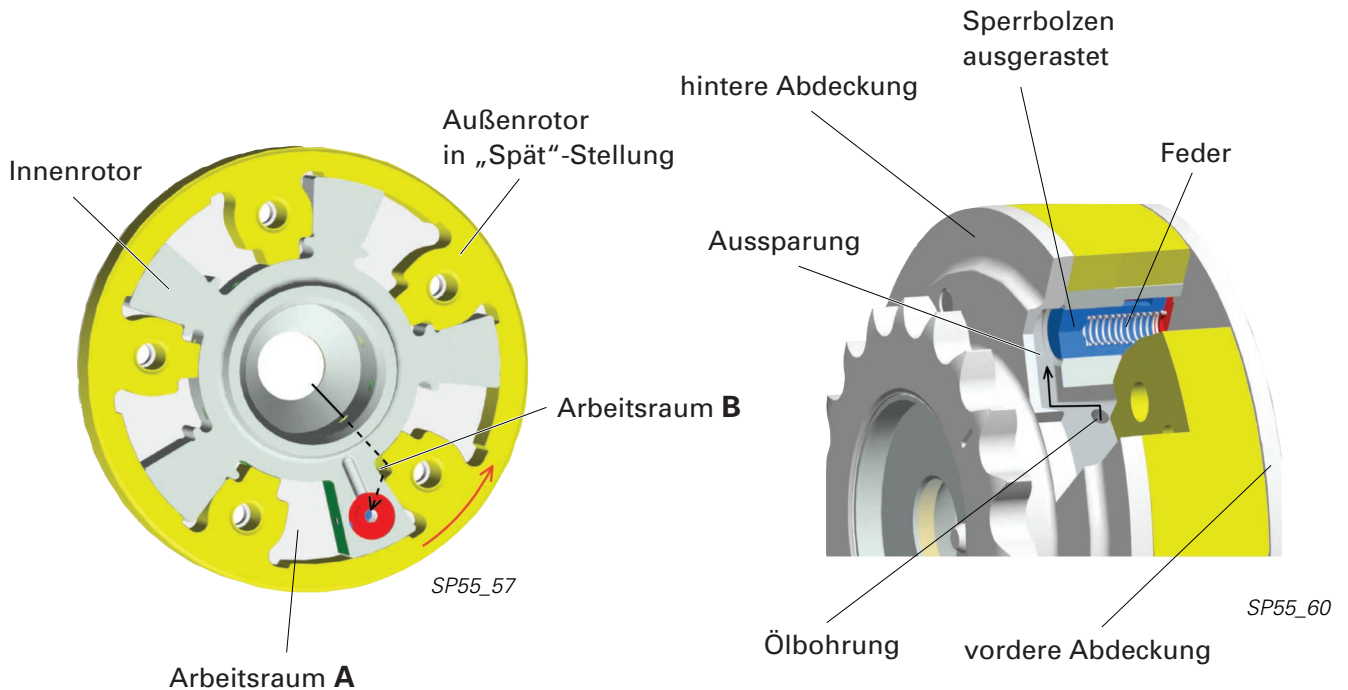
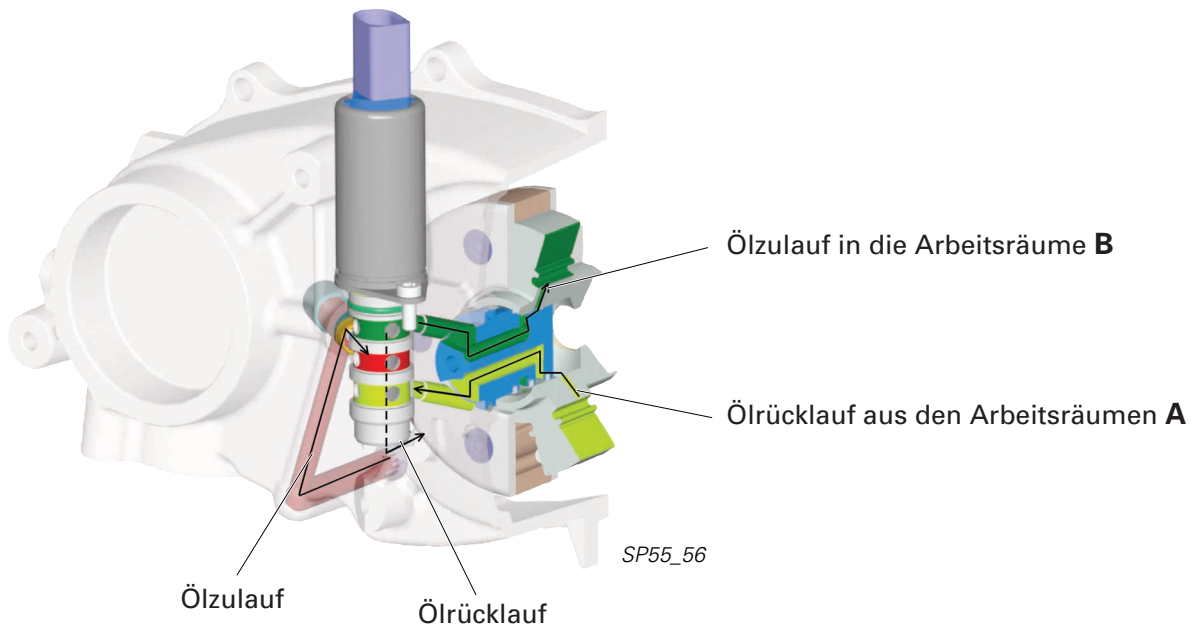
Außenrotors (und damit auch eine Verstellung der Einlass-Nockenwelle) während des Anlassvorgangs. Der Außenrotor und damit auch die Einlass-Nockenwelle befinden sich in der „Spät“-Stellung.



Motormechanik

Ausrasten des Sperrbolzens

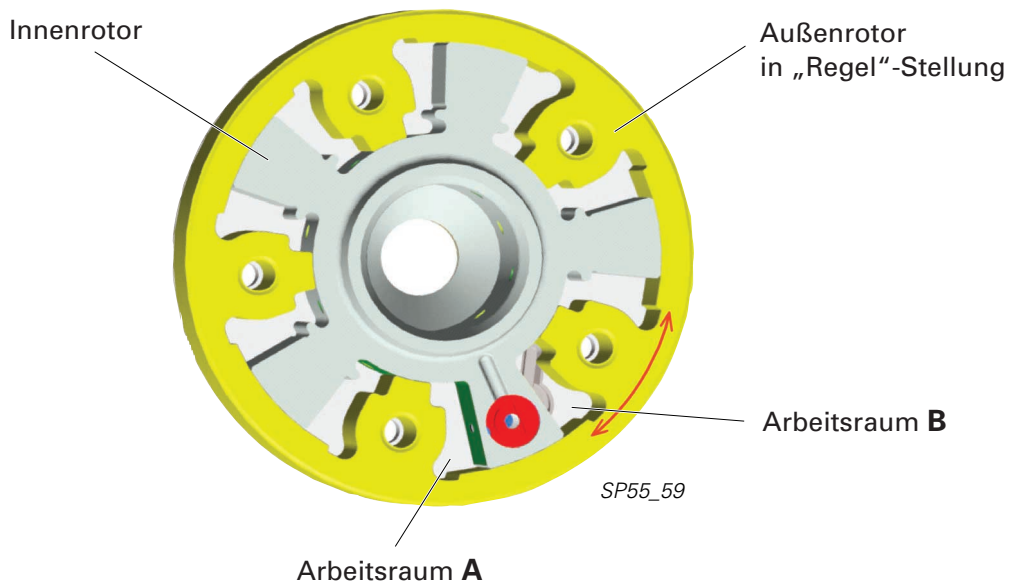
Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 öffnet den Zugang für den Arbeitsraum **B**. Das strömende Öl gelangt durch die Aussparung in der hinteren Abdeckung unter den Sperrbolzen und hebt ihn an. Der Sperrbolzen rastet aus und der Außenrotor kann sich in Richtung „Früh“-Stellung bewegen – roter Pfeil.



Hinweis:
Wenn der Motor abgestellt wird, sinkt der Öldruck in den Arbeitsräumen und der Sperrbolzen rastet durch die Feder wieder ein.

Außenrotor in „Regel“-Stellung

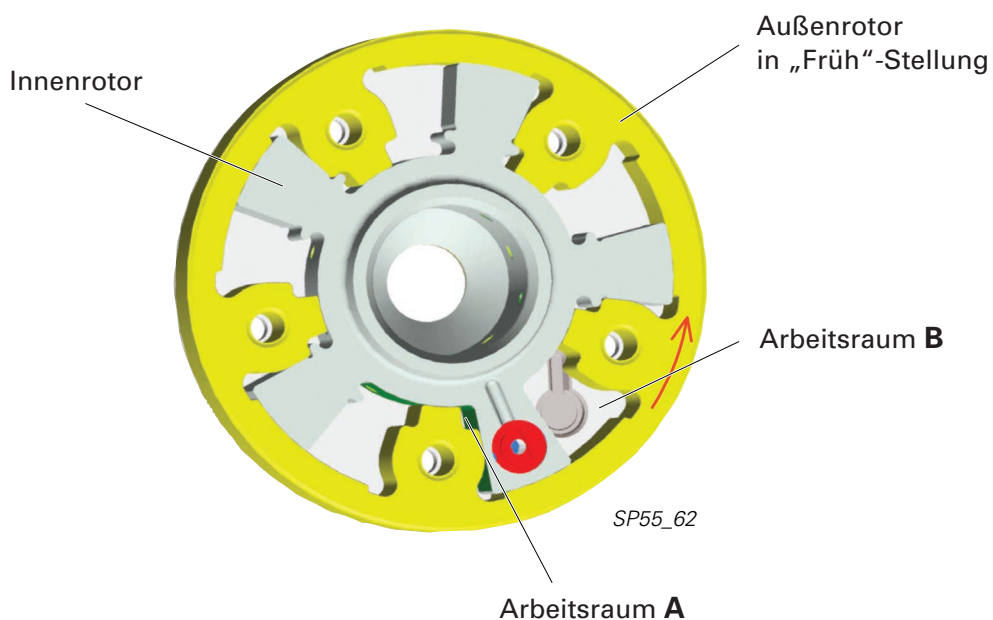
Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 wird so eingestellt, dass beide Arbeitsräume mit Öl beaufschlagt werden. Entsprechend den unterschiedlichen Öldrücken in den Arbeitsräumen **A** und **B** verstellt sich der Außenrotor (roter Doppelpfeil) und somit auch die Einlass-Nockenwelle in Richtung „früh“ oder „spät“. Die Ansteuerung ermöglicht eine stufenlos veränderte Nockenwellenverstellung.



Außenrotor in „Früh“-Stellung

Vergrößert sich der Öldruck in den Arbeitsräumen **B**, bewegt sich der Außenrotor weiter in Richtung „früh“ (roter Pfeil), bis er die „Früh“-Stellung erreicht.

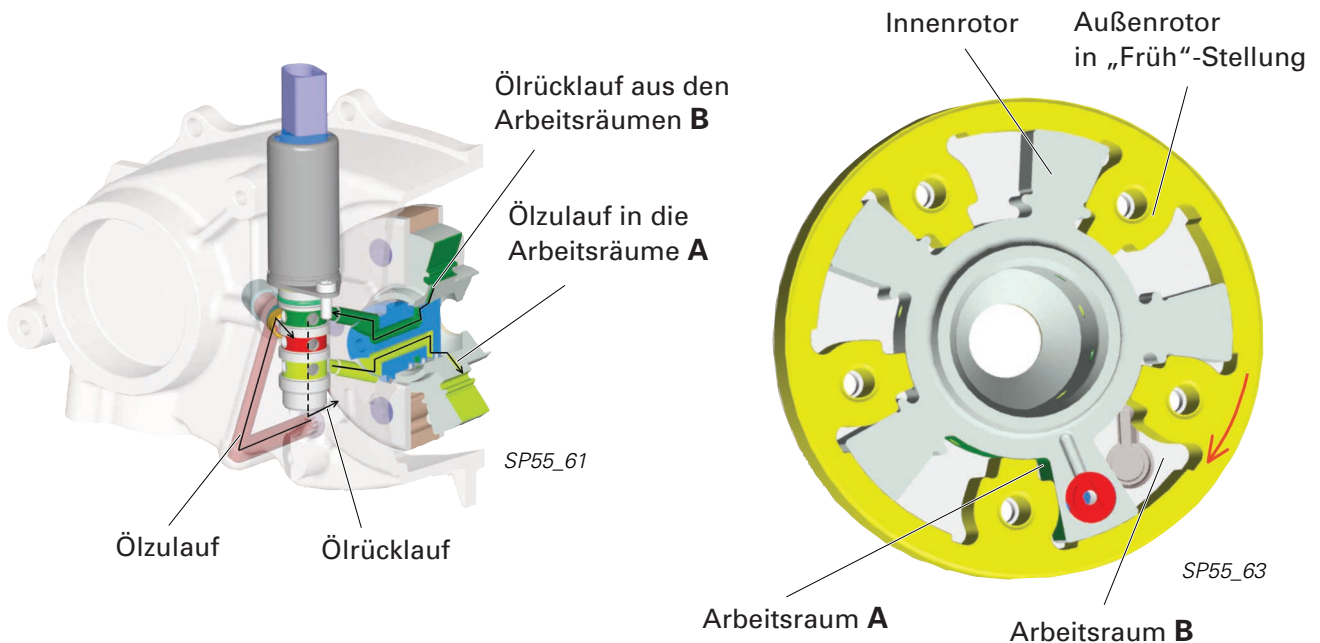
Der Außenrotor und damit auch die Einlass-Nockenwelle befinden sich in „Früh“-Stellung.



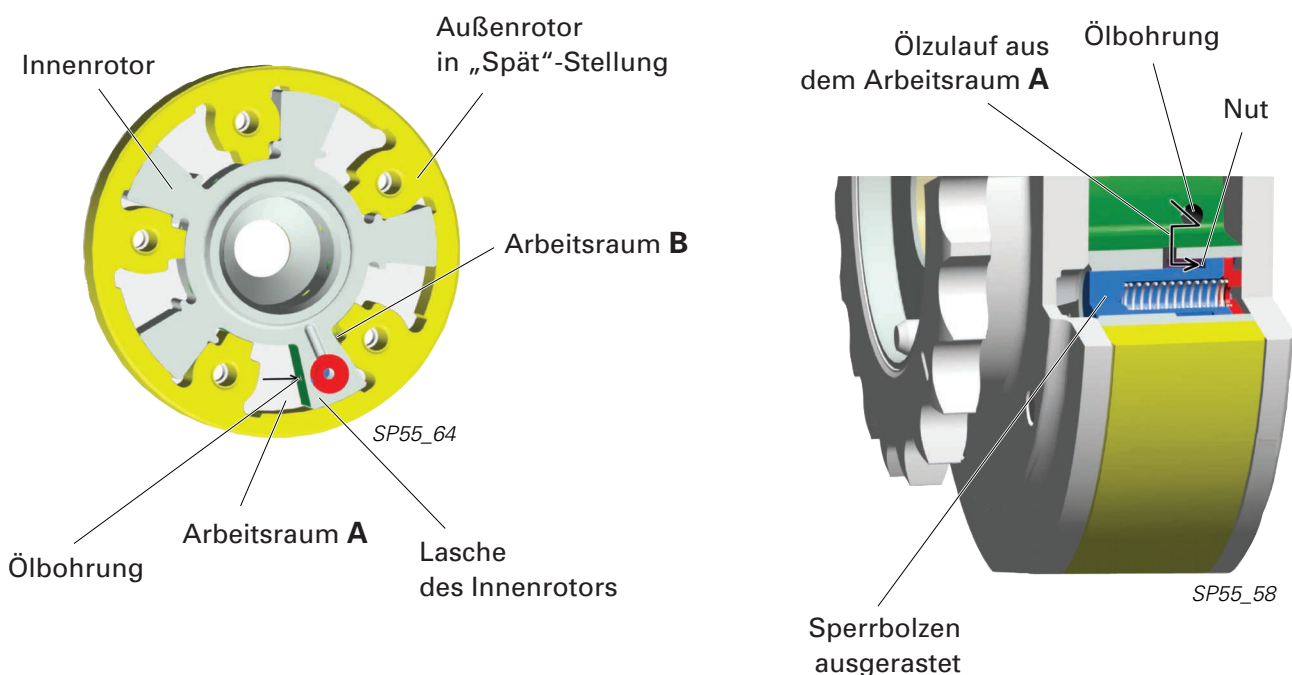
Motormechanik

Außenrotor in „Spät“-Stellung

Bei der Verstellung von „früh“ in „spät“ wird das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N205 so eingestellt, dass das Öl in die Arbeitsräume **A** strömt. Der Öldruck in den Arbeitsräumen **B** lässt nach. Der Außenrotor bewegt sich in die „Spät“-Stellung zurück – roter Pfeil.



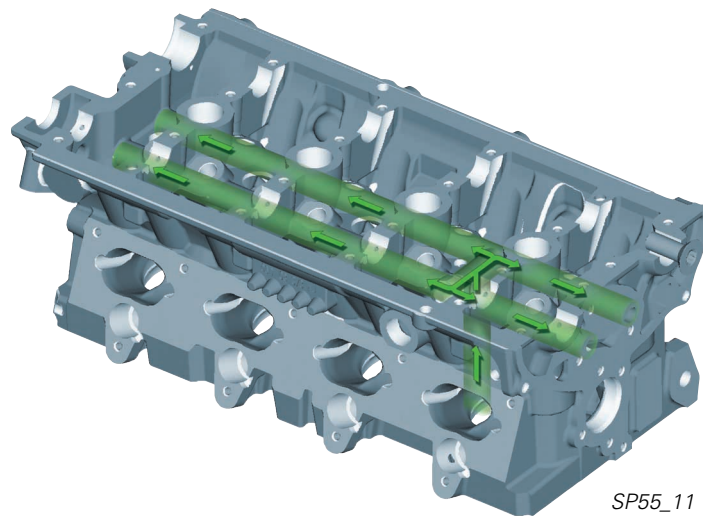
Damit in der „Spät“-Stellung der Sperrbolzen nicht einrastet, befindet sich in der Lasche des Innenrotors eine Ölbohrung. Durch diese Bohrung gelangt das Öl aus dem Arbeitsraum **A** in die Nut unter dem Sperrbolzenabsatz. Der Öldruck hält den federbelasteten Sperrbolzen in der ausgerasteten Stellung.



Ölkreislauf

Durch die Umstellung auf 4-Ventil-Zylinderkopf mit Rollenschlepphebel unterscheidet sich die Ölgalerie wesentlich zum 5-Ventil-Zylinderkopf mit Tassenstößel. Über den Hauptölkanal vom Zylinderblock gelangt das Öl zwischen dem 3. und 4. Zylinder in den Zylinderkopf.

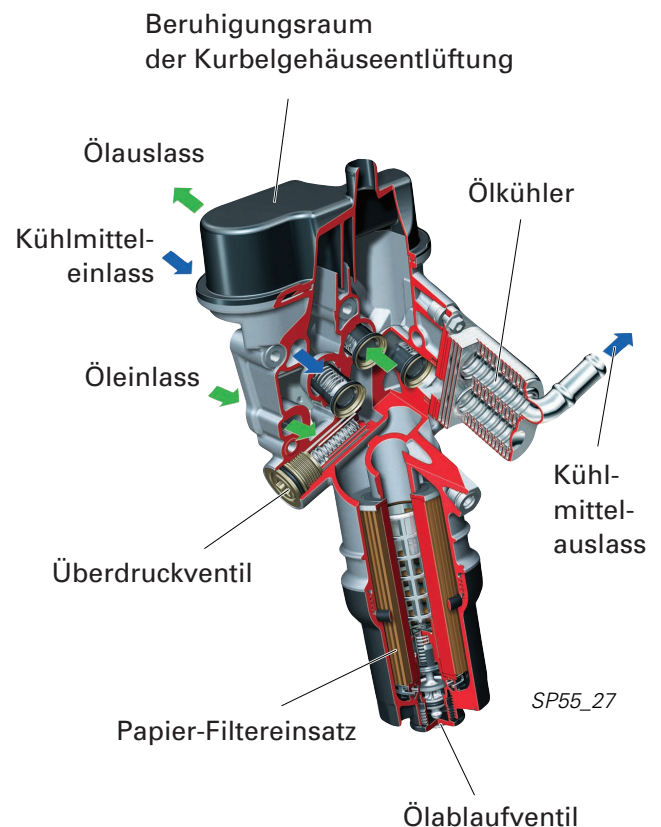
Die hydraulischen Abstützelemente und die Nockenwellenlager werden durch zwei Ölkanäle mit Öldruck versorgt. In den Abstützelementen befindet sich eine Spritzbohrung, diese dient zur Ölversorgung der Rollenschlepphebel. Im weiteren Verlauf der Ölkanäle wird der Nockenwellenversteller zur Nockenwellenverstellung mit Öldruck beaufschlagt.



Ölfiltermodul

Das neue Ölfiltermodul wurde als hochintegrierte Kunststoffeinheit entwickelt und enthält unter anderem folgende Einheiten:

- Überdruckventil
- Ölfilter mit Papier-Filtereinsatz
- kühlmittelumströmter Ölkühler
- Beruhigungsraum für die Ölgrobabscheidung der Kurbelgehäuseentlüftung

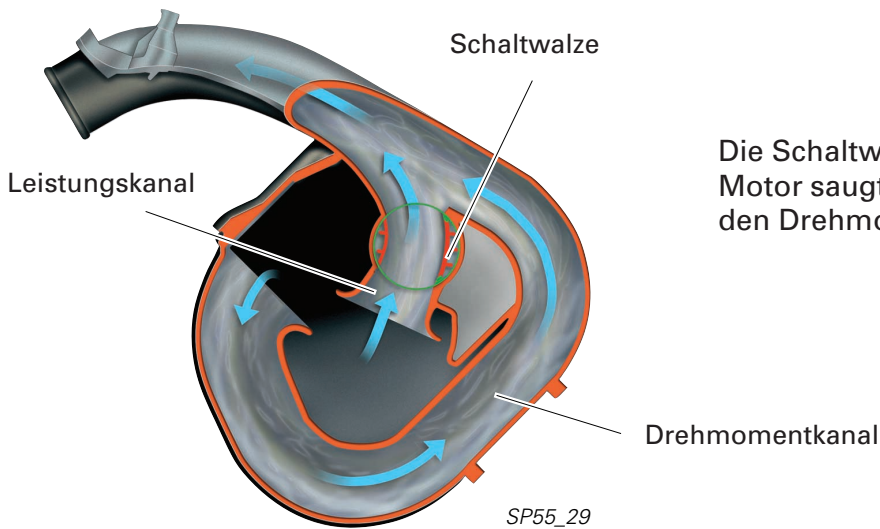


Motormanagement

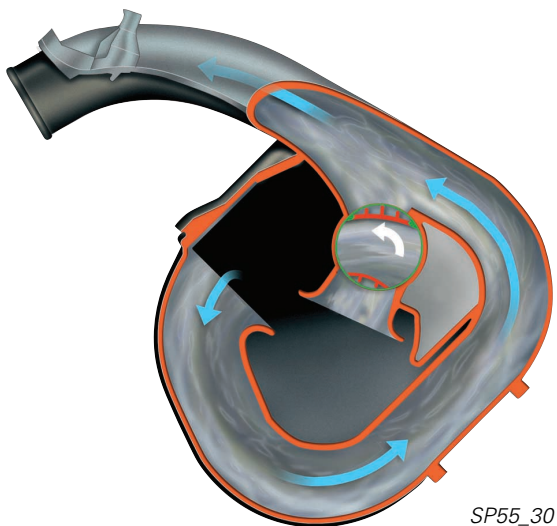
Saugrohr mit Schaltwalze

Das zweistufige Schaltsaugrohr begünstigt die gewünschte Leistungs- und Drehmomentcharakteristik. Die pneumatische Betätigung der Schaltwalze von der Drehmoment- auf die

Leistungsposition erfolgt kennfeldgesteuert. Last, Drehzahl und Kühlmitteltemperatur sind die dafür relevanten Größen.



Die Schaltwalze ist in Leistungsstellung. Der Motor saugt Luft über den Leistungskanal und den Drehmomentkanal an.



Die Schaltwalze befindet sich in der Drehmomentstellung. Der Motor saugt nur über den Drehmomentkanal an.

Ansaugluftführung und Betriebsarten

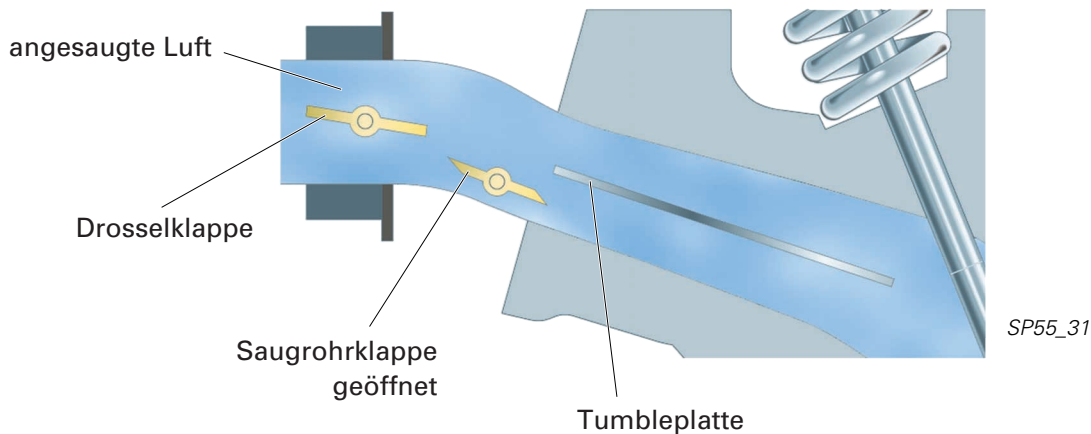
Während konventionelle Ottomotoren auf ein homogenes Luft-Kraftstoff-Gemisch angewiesen sind, können nach dem Magerkonzept arbeitende Motoren mit Benzin-Direkteinspritzung (FSI) im Teillastbereich durch gezielte Ladungsschichtung mit hohem Luftüberschuss betrieben werden.

Das FSI-Verfahren realisiert zwei wesentliche Betriebsarten, den Homogen-Betrieb im Volllastbereich und den Schichtladungs-Betrieb im Teillastbereich.

Homogen-Betrieb

Die angesaugte Luftmasse wird in beiden Teilen des Ansaugkanals (oberhalb und unterhalb der Tumbleplatte) in den Brennraum geführt, wenn die Saugrohrklappe offen ist.

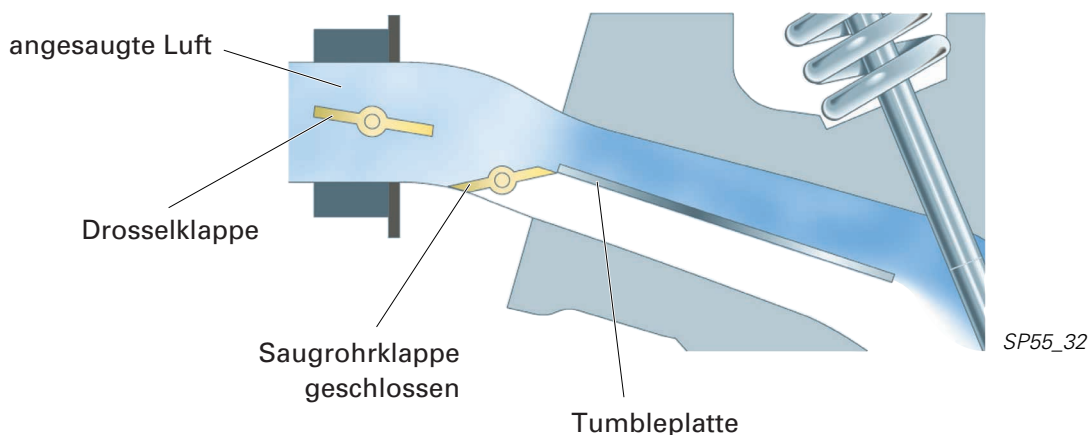
Diese Luftführung ermöglicht den Homogen-Betrieb.



Schichtladungs-Betrieb

Die angesaugte Luftmasse wird nur im Ansaugkanal oberhalb der Tumbleplatte in den Brennraum geführt, wenn die Saugrohrklappe geschlossen ist.

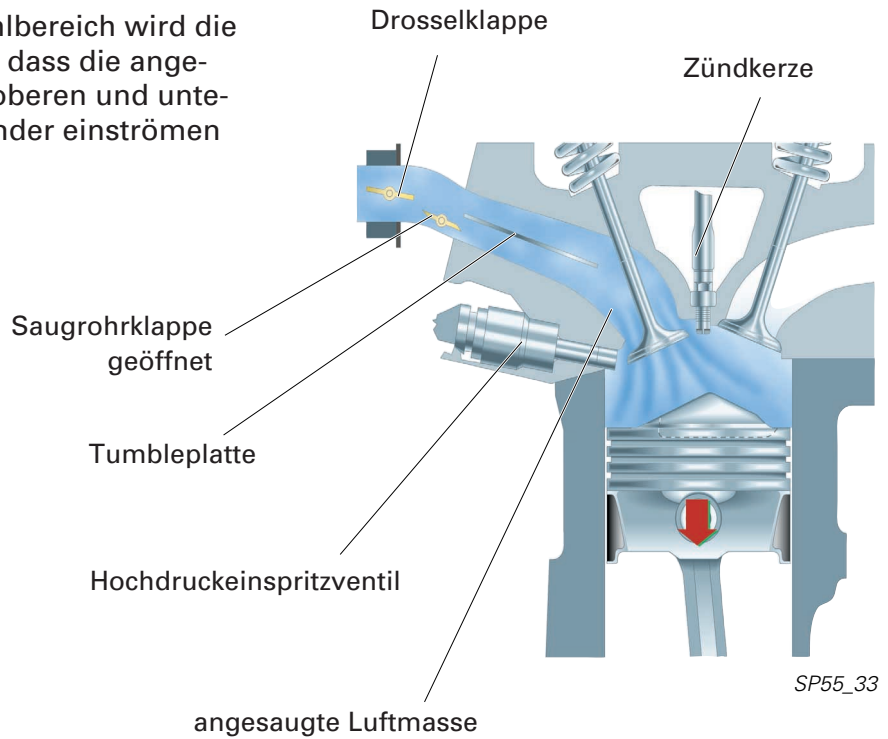
Diese Luftführung wird für den Schichtladungs-Betrieb genutzt.



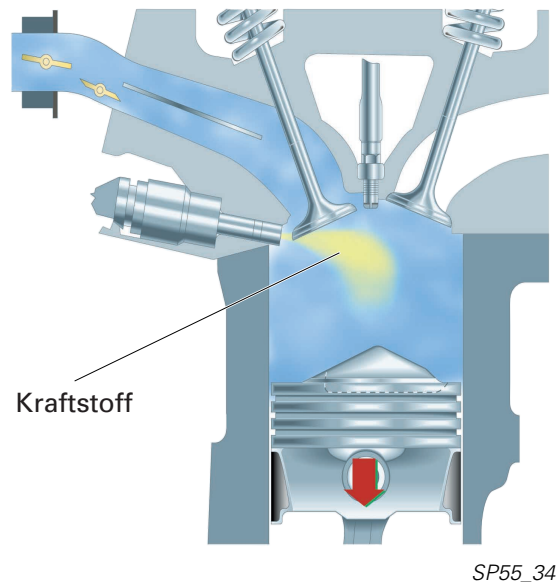
Motormanagement

Homogen-Betrieb

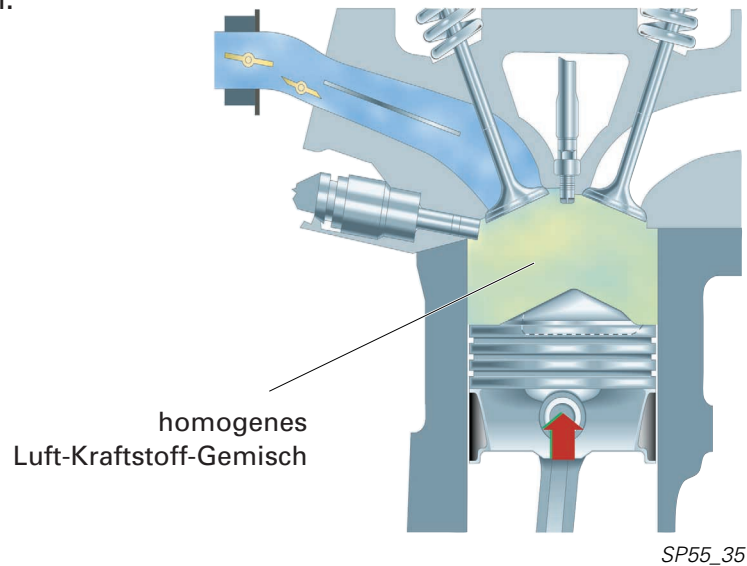
Im oberen Last- und Drehzahlbereich wird die Saugrohrklappe geöffnet, so dass die angesaugte Luftmasse über den oberen und unteren Ansaugkanal in den Zylinder einströmen kann.



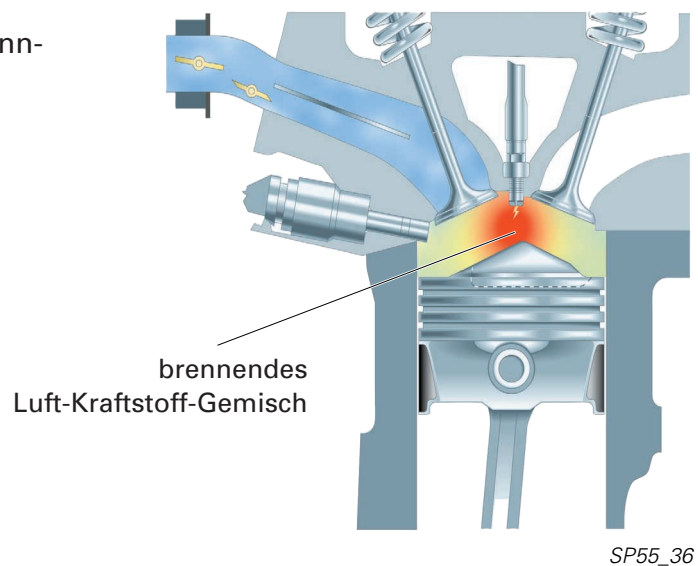
Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt in der Ansaugphase. Hierbei kommt es zu einer homogenen (14,7 : 1) Füllung im Zylinder.



Durch das Einspritzen während des Ansaugtaktes hat das Luft-Kraftstoff-Gemisch weitaus mehr Zeit, sich optimal zu vermischen.



Die Verbrennung findet im gesamten Brennraum statt.



Die Vorteile im Homogen-Betrieb entstehen durch direktes Einspritzen in den Ansaugtakt, wobei der angesaugten Luftmasse ein Teil der Wärme durch das Verdampfen des Kraftstoffes entzogen wird. Durch die Innenkühlung wird die Klopfneigung reduziert, somit kann die Verdichtung des Motors erhöht und der Wirkungsgrad verbessert werden.

Motormanagement

Schichtladungs-Betrieb

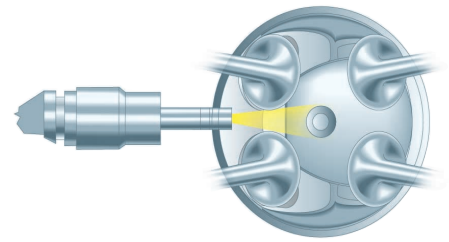
Damit es zur Schichtladung kommt, müssen Einspritzung, Brennraumgeometrie sowie die Innenströmung im Zylinder optimal abgestimmt sein. Zusätzlich müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein.

Diese sind:

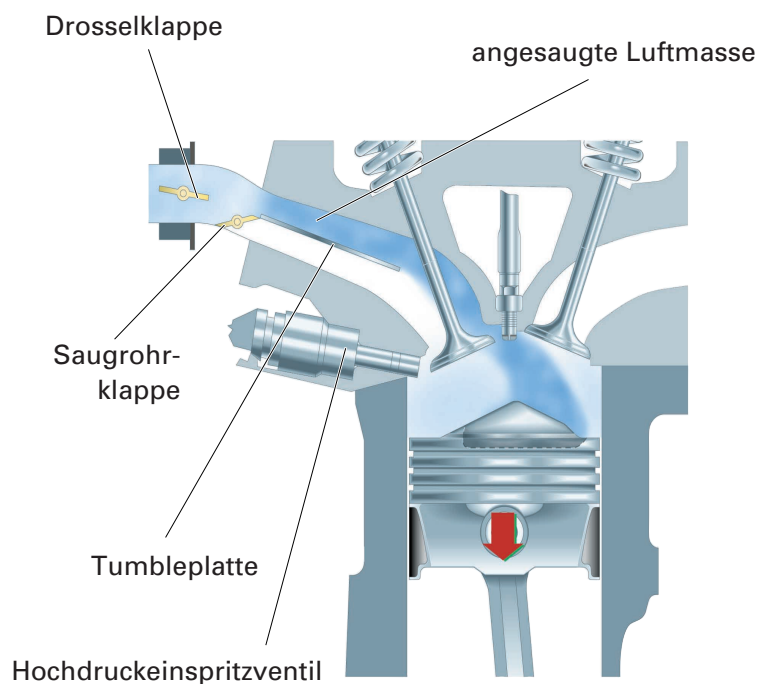
- Motor ist im entsprechenden Last- und Drehzahlbereich.
- Kein abgasrelevanter Fehler im System.
- Kühlmitteltemperatur über 50 °C.
- Die Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators muss zwischen 250 und 500 °C liegen.
- Die Saugrohrklappe muss geschlossen sein.

Im Schichtladungs-Betrieb schließt die Saugrohrklappe den unteren Ansaugkanal vollständig. Die angesaugte Luftmasse strömt nur über den oberen Ansaugkanal mit kleinerem Querschnitt und wird damit beschleunigt. Sie strömt danach walzenförmig in den Zylinder ein.

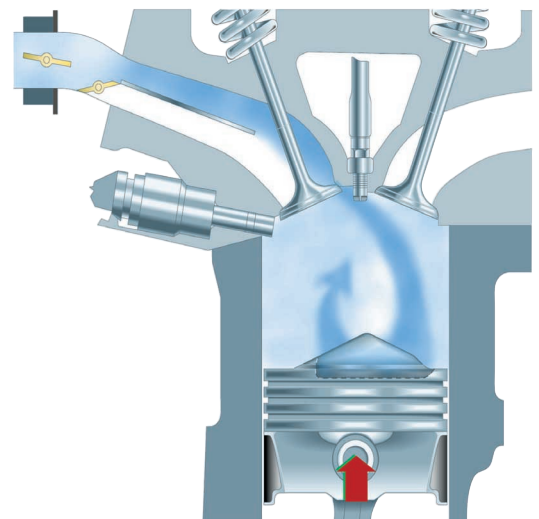
Durch die Strömungsmulde im Kolben wird der Tumble-Effekt noch verstärkt. Gleichzeitig wird die Drosselklappe weit geöffnet, um die Drosselverluste so gering wie möglich zu halten.



SP55_37

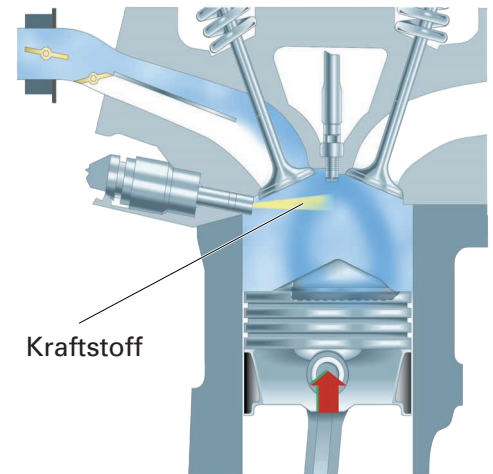


SP55_38



SP55_39

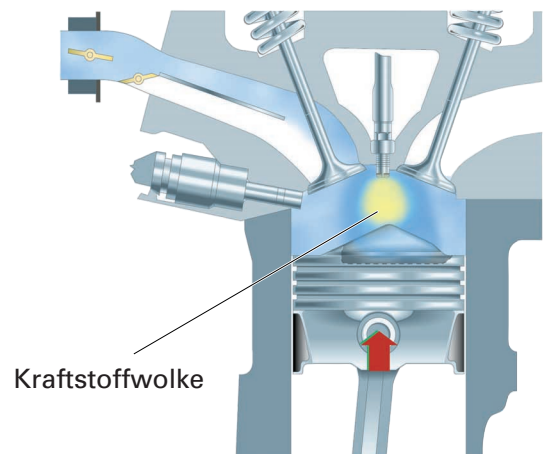
Im Verdichtungsstakt wird kurz vor dem Zündzeitpunkt Kraftstoff unter hohem Druck (5 bis 11 MPa) in den zündkerzennahen Bereich eingespritzt.



Kraftstoff

SP55_40

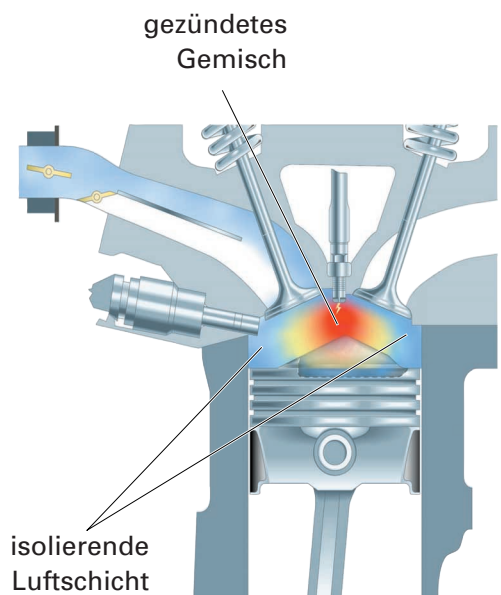
Da die Einspritzrichtung direkt in Richtung Zündkerze gerichtet ist, kommt die Kraftstoffwolke praktisch nicht mit dem Pleuellarm in Berührung. Wir sprechen von einem „strahlgeführten“ Brennverfahren.



Kraftstoffwolke

SP55_41

In dem zündkerzennahen Bereich bildet sich eine gut zündfähige Gemischwolke, die in der Kompressionsphase entzündet wird. Zusätzlich befindet sich nach der Verbrennung eine isolierende Luftschicht zwischen dem gezündeten Gemisch und der Zylinderwand. Dies führt zu einer Reduktion der Wärmeabfuhr über den Zylinderblock.



gezündetes Gemisch

isolierende Luftschicht

SP55_42

Motormanagement

Doppeleinspritzung

Zu den bisher beschriebenen Betriebsarten sind zwei weitere Betriebsarten hinzugekommen.

Es sind die Betriebsarten:

- Doppeleinspritzung-Kattheizen
- Doppeleinspritzung-Volllast

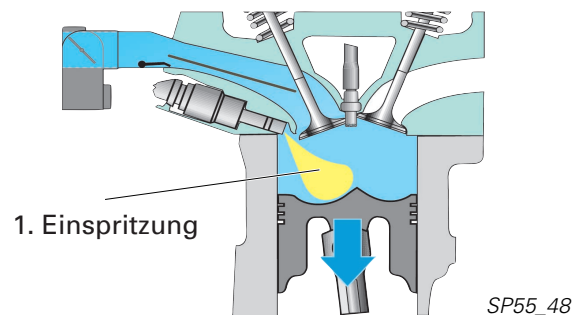
Dadurch wird zum einen der Katalysator schneller aufgeheizt und zum anderen das Drehmoment im unteren Drehzahlbereich erhöht.

Doppeleinspritzung-Kattheizen

Bei Doppeleinspritzung-Kattheizen wird der Katalysator schneller aufgeheizt und er erreicht früher seine Betriebstemperatur. Außerdem verbessert sich die Laufruhe und es entstehen weniger HC-Emissionen. Alles zusammen führt zur Abgasemissions- und Verbrauchsabsenkung.

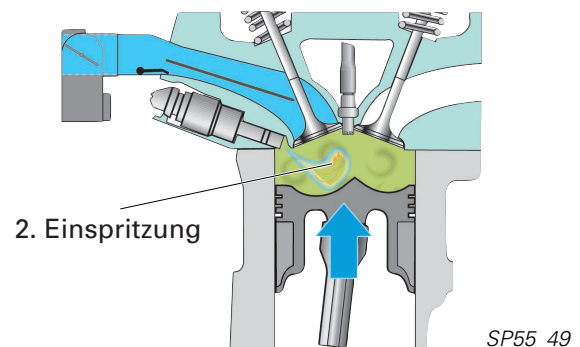
Erste Einspritzung

Die erste Einspritzung erfolgt ca. 300° KW vor Zünd-OT während des Ansaugtaktes. Dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Luft-Kraftstoffgemisches erzielt.

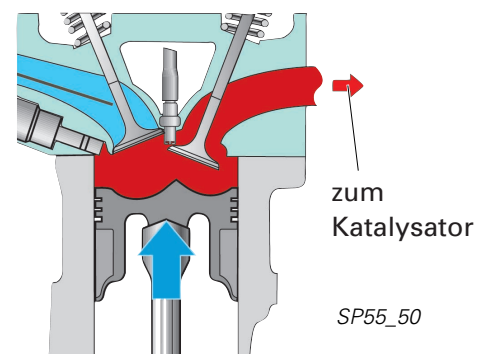


Zweite Einspritzung

Bei der zweiten Einspritzung wird eine geringe Kraftstoffmenge ca. 60° KW vor Zünd-OT zusätzlich eingespritzt. Dieses Gemisch verbrennt sehr spät und die Abgastemperatur steigt.



Das wärmere Abgas erwärmt den Katalysator und er erreicht schneller seine Betriebstemperatur.

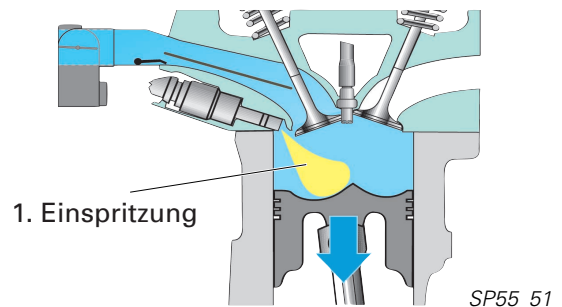


Doppeleinspritzung-Volllast

Bei Benzin-Direkteinspritzern kommt es bei Drehzahlen bis zu 3000 min^{-1} und Volllast teilweise zu einer unerwünschten ungleichmäßigen Gemischverteilung. Durch den Einsatz der Doppeleinspritzung wird das verhindert und eine Drehmomenterhöhung von 1–3 Nm erzielt.

Erste Einspritzung

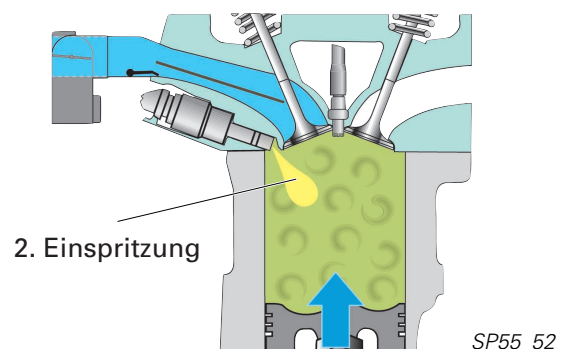
Die erste Einspritzung erfolgt wiederum ca. 300° KW vor Zünd-OT während des Ansaugtaktes. Dabei werden ungefähr zwei Drittel des insgesamt einzuspritzenden Kraftstoffes eingespritzt.



Zweite Einspritzung

Die restliche Kraftstoffmenge, ungefähr ein Drittel, wird etwa zum Beginn des Verdichtungstaktes eingespritzt. Dadurch lagert sich weniger Kraftstoff an der Zylinderwand ab. Der Kraftstoff verdampft fast vollständig und die Gemischverteilung wird verbessert.

Außerdem entsteht im Bereich der Zündkerze ein etwas fetteres Gemisch als im Rest des Brennraumes. Das verbessert den Verbrennungsablauf und verringert die Klopfneigung.



Motormanagement

Betriebsarten

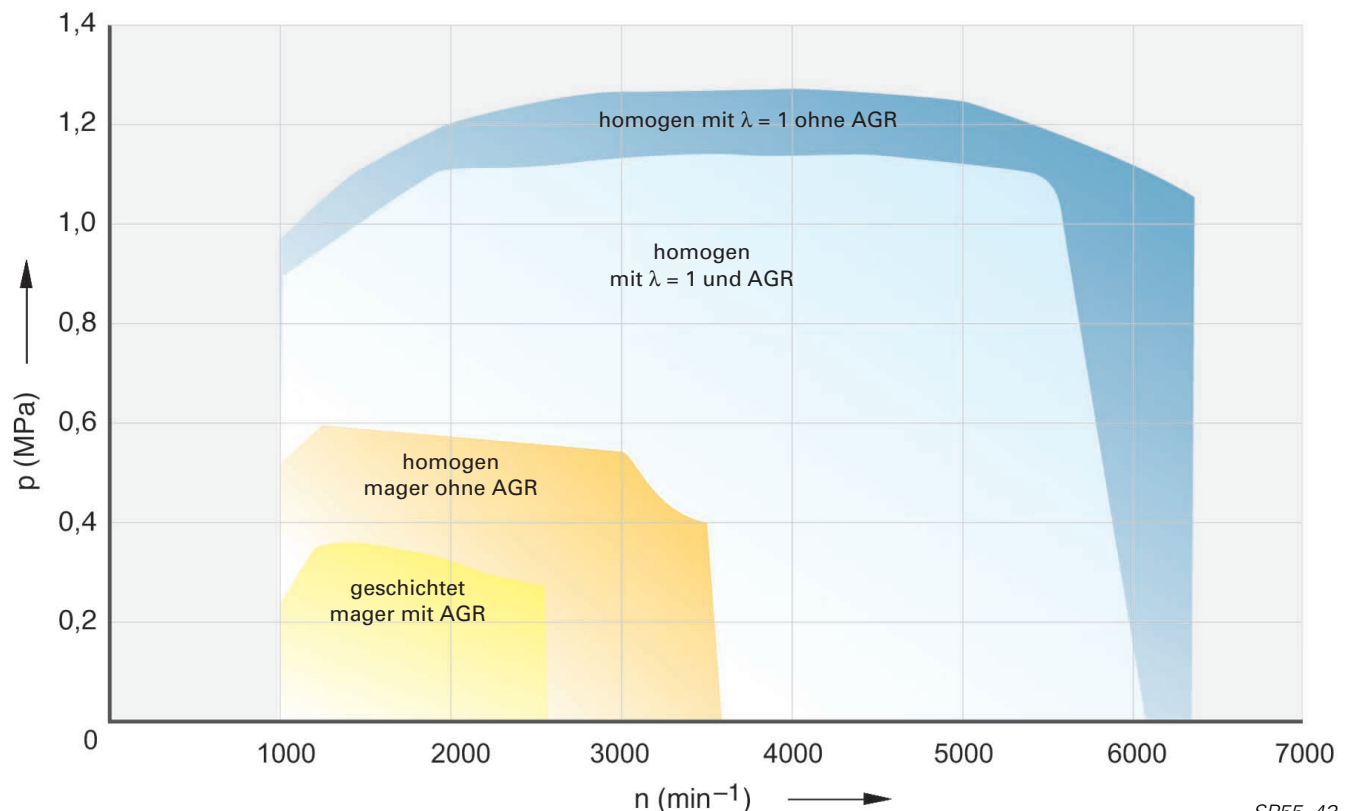
Das strahlgeführte Brennverfahren ermöglicht einen Homogen- und einen Schichtladungs-Betrieb. Je nach Lastzustand und Stellung des Gaspedals wählt das Motorsteuergerät die optimale Betriebsart. Im Schichtladungs-Betrieb liegt das Kraftstoff-Luftgemisch im Brennraum bei $\lambda = 1,60-4,00$ (Luftüberschuss).

Bei steigender Drehzahl verkürzt sich die Zeit zur Gemischbildung im Brennraum. Es kann kein ausreichend zündfähiges Gemisch entstehen.

Das Motorsteuergerät schaltet in den Homogen-Betrieb, um eine sichere Gemischbildung zu gewährleisten. Das Kraftstoff-Luftgemisch wird dazu angefettet und schrittweise auf $\lambda = 1$ reduziert.

Es werden 4 Hauptbetriebsarten gefahren:

- geschichtet mager mit $\lambda = 1,60-4,00$ und Abgasrückführung (= AGR)
- homogen mager mit $\lambda = 1,55$ ohne AGR
- homogen mit $\lambda = 1$ und AGR
- homogen mit $\lambda = 1$ ohne AGR



n = Motordrehzahl

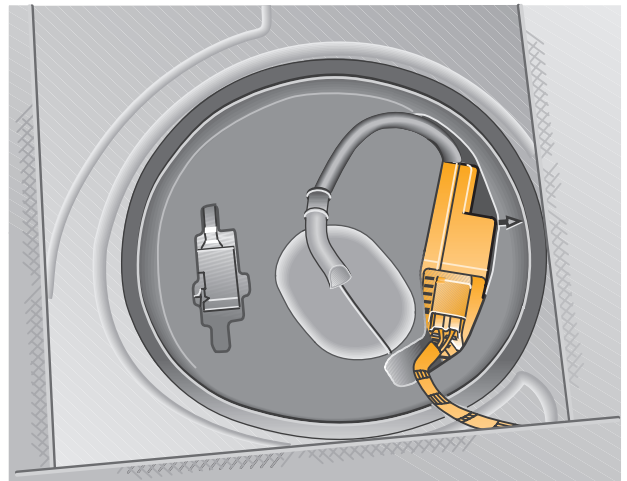
p = Mitteldruck

Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538

Das Steuergerät ist rechts unter der Rücksitzbank in der Abdeckung der elektrischen Kraftstoffpumpe für Vorförderung verbaut.

Aufgabe

Das Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538 steuert die elektrische Kraftstoffpumpe für Vorförderung an und regelt den Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem im Bereich 0,05–0,5 MPa. Beim Heiß- und Kaltstart wird der Druck auf 0,6 MPa erhöht.



SP55_24

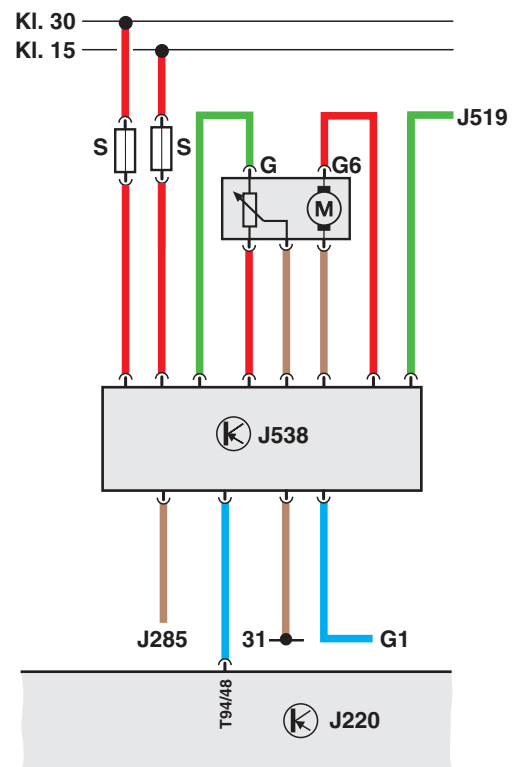
Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Steuergerätes für Kraftstoffpumpe aus, ist ein Motorbetrieb nicht möglich.

Elektrische Schaltung

- G Geber für Kraftstoffvorratsanzeige
- G1 Kraftstoffvorratsanzeige
- G6 Kraftstoffpumpe für Vorförderung
- J220 Steuergerät für Motronic (Motorsteuergerät)
- J285 Steuergerät im Schalttafeleinsatz
- J519 Bordnetzsteuergerät
- J538 Steuergerät für Kraftstoffpumpe

Der Geber für Kraftstoffvorratsanzeige G wird vom Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538 mit Signalmasse versorgt. Die Signalmasse wiederum stammt vom Steuergerät im Schalttafeleinsatz J285.



SP55_45

Kraftstoffversorgung

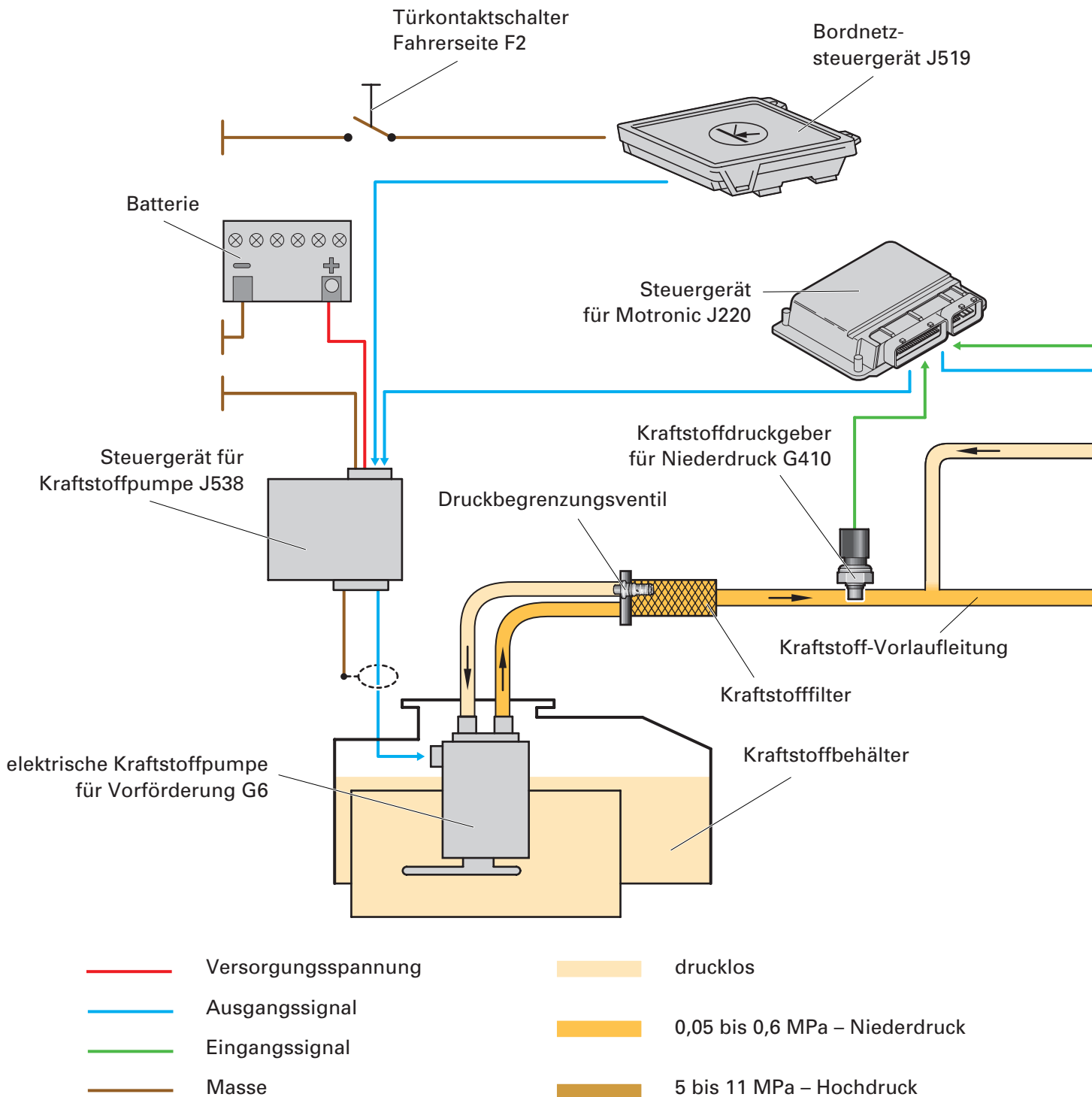
Bedarfsgeregeltes Kraftstoffsystem

Die elektrische Kraftstoffpumpe für Vorförderung fördert nur soviel Kraftstoff zur Kraftstoff-Hochdruckpumpe, wie diese benötigt. Dadurch wird die elektrische Leistungsaufnahme reduziert und der Kraftstoffverbrauch sinkt.



Hinweis:

Wird das Motorsteuergerät oder die elektrische Kraftstoffpumpe für Vorförderung ausgetauscht, muss eine Anpassung durchgeführt werden. Beachten Sie dazu die Hinweise in der Betriebsart „Geführte Fehlersuche“ des VAS 5051.



Niederdruck-Kraftstoffsystem

Im Niederdruck-Kraftstoffsystem liegt der Kraftstoffdruck im Normalbetrieb im Bereich 0,05–0,5 MPa. Beim Heiß- und Kaltstart wird der Druck bis auf 0,6 MPa erhöht.

Es besteht aus:

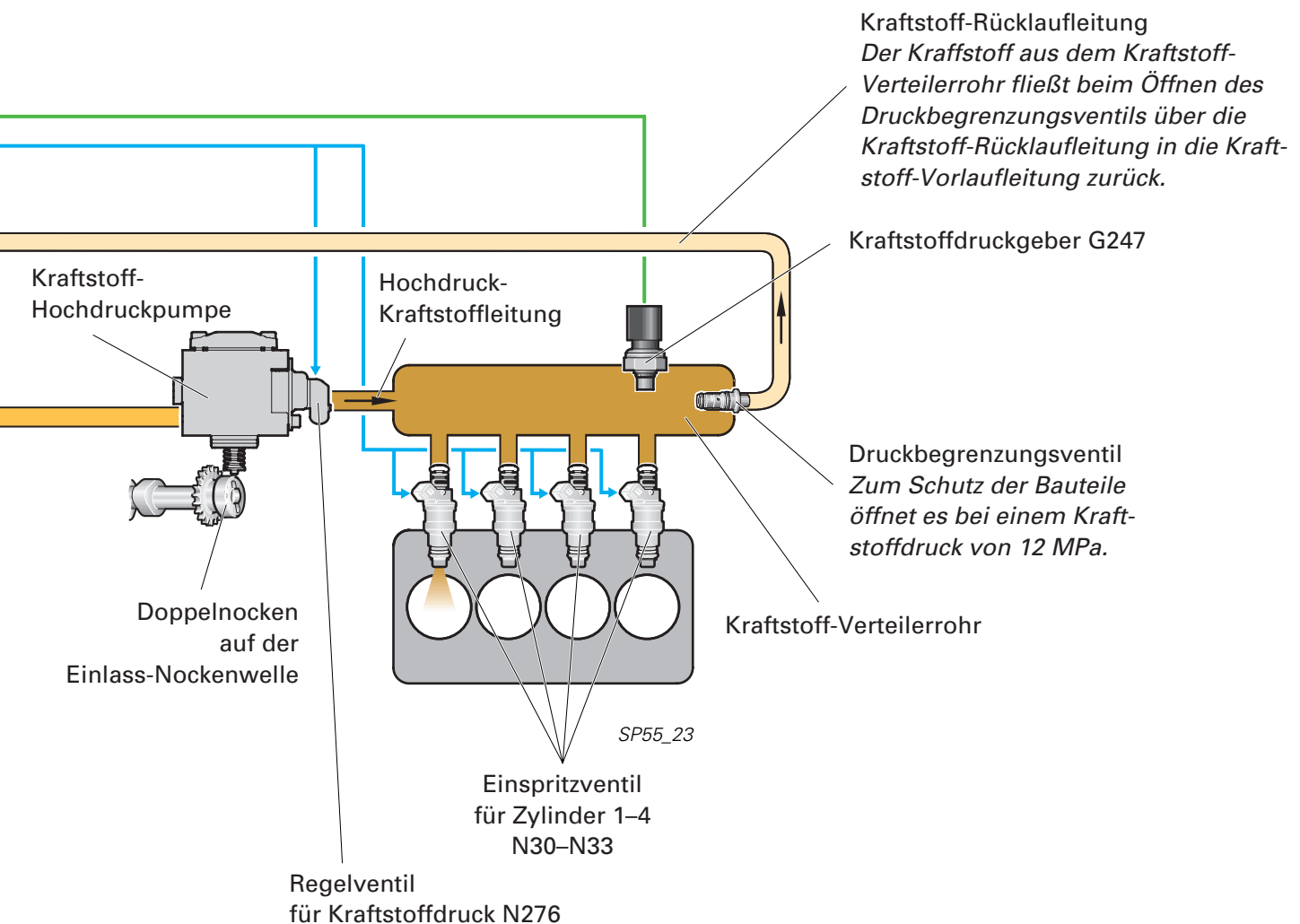
- der Kraftstoff-Vorlaufleitung
- dem Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
- dem Kraftstoffbehälter
- der elektrischen Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6
- dem Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410

Hochdruck-Kraftstoffsystem

Im Hochdruck-Kraftstoffsystem beträgt der Kraftstoffdruck zwischen 5 und 11 MPa.

Es besteht aus:

- der Kraftstoff-Hochdruckpumpe
- dem Regelventil für Kraftstoffdruck N276
- einer Hochdruck-Kraftstoffleitung
- dem Kraftstoff-Verteilerrohr
- dem Druckbegrenzungsventil
- dem Kraftstoffdruckgeber G247
- den Einspritzventilen für Zylinder 1–4 N30–N33



Kraftstoffversorgung

Kraftstoff-Hochdruckpumpe

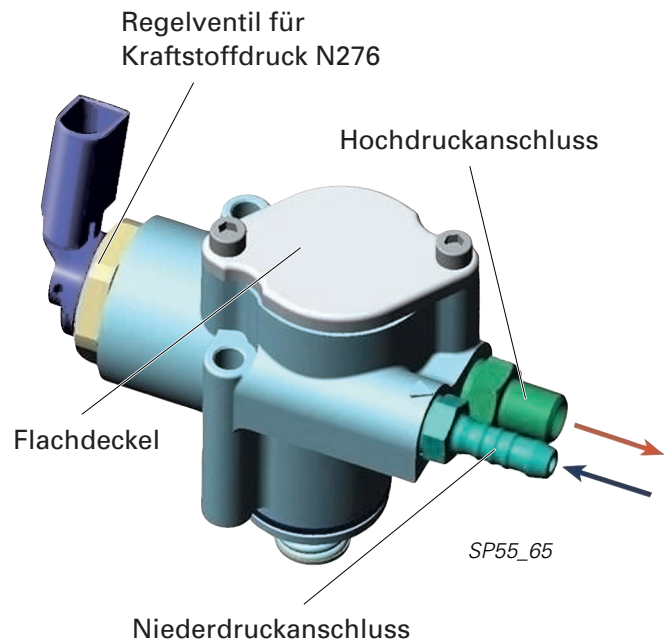
Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe für FSI-Motoren ist eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Kraftstoffpumpen.

Von einer elektrischen Kraftstoffpumpe für Vorförderung im Tank wird eine kontinuierliche Kraftstoffmenge mit einem Druck von bis zu 0,6 MPa für die Kraftstoff-Hochdruckpumpe zur Verfügung gestellt.

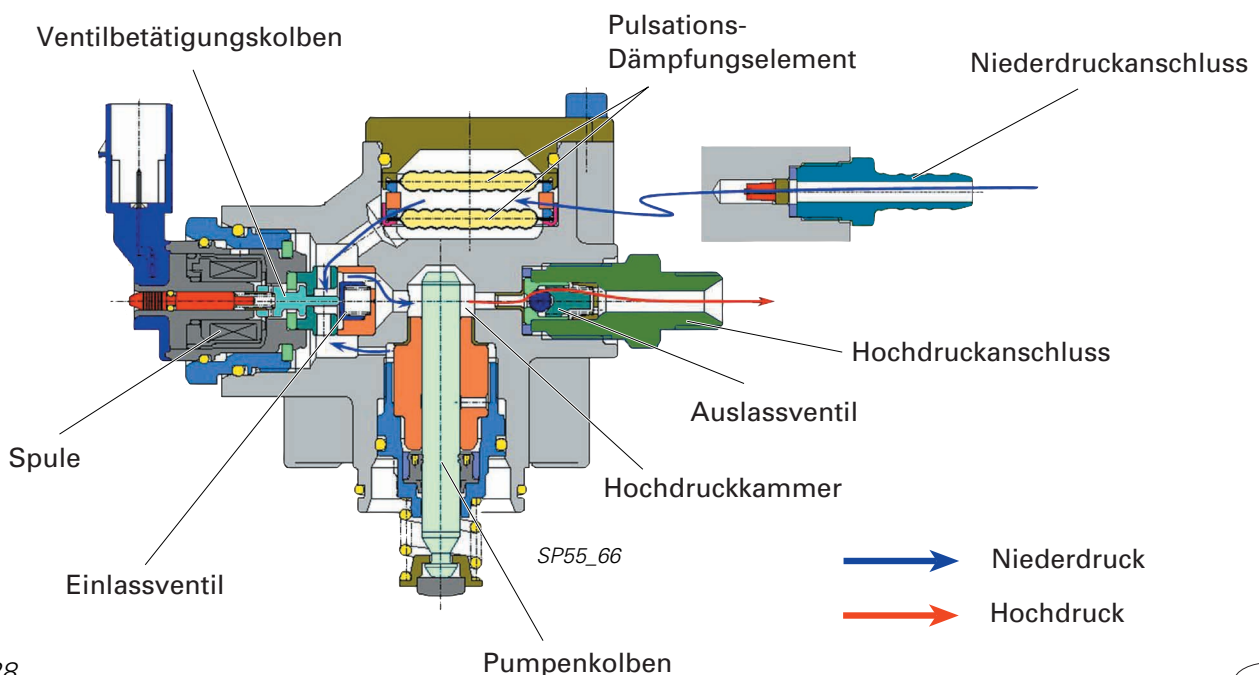
Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe erzeugt einen Druck von bis zu 12 MPa. Der hohe Druck wird durch die Bewegung des Pumpenkolbens der Hochdruckpumpe erreicht, der von einem Doppelnocken, der sich auf der Einlass-Nockenwelle befindet, angetrieben wird.

Das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 ist für eine bedarfsgerechte Kraftstoffförderung konzipiert. Das Regelventil besteht aus einer Spule, einem Ventilbetätigungskolben und einem federbelasteten Einlassventil.

Die Fördermengensteuerung erfolgt über eine zeitlich abgestimmte elektrische Ansteuerung des Regelventils in Abhängigkeit zur Winkelstellung des Doppelnockens. Wird die Spule elektrisch angesteuert, entsteht ein Magnetfeld und zieht den Ventilbetätigungskolben in die Spule. Das Einlassventil wird geschlossen und die Kraftstoff-Hochdruckpumpe fördert die angeforderte Kraftstoffmenge.



Bei der Konstruktion der Kraftstoff-Hochdruckpumpe wurde bewusst auf Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Optimierung der Festigkeit geachtet. Das entwickelte Aluminium-Druckguss-Gehäuse ist mit einer Schicht aus Nickel-Phosphor zum Schutz gegen Korrosion überzogen. Diese Schutzschicht macht die Pumpe im Inneren resistent gegen Kraftstoff. Auf der Außenhaut wird der Schutz gegen Korrosion erhöht. Bei Arbeiten an der Kraftstoff-Hochdruckpumpe ist deshalb darauf zu achten, dass die Beschichtung nicht beschädigt wird.

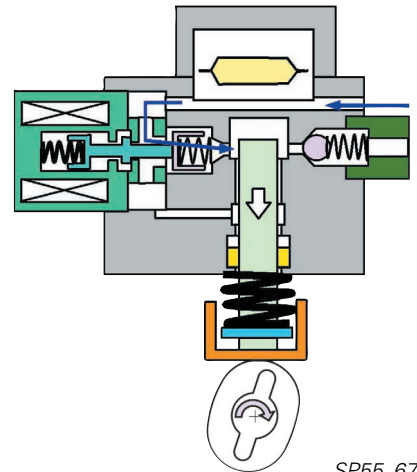


Arbeitsweise

Zur Erläuterung der Pumpenansteuerung wird eine Prinzipskizze der Pumpe verwendet. Blaue Pfeile werden für den Kraftstoff mit Niederdruck (Vorförderdruck) und rote Pfeile für den Kraftstoff mit Hochdruck verwendet.

Kraftstoff ansaugen

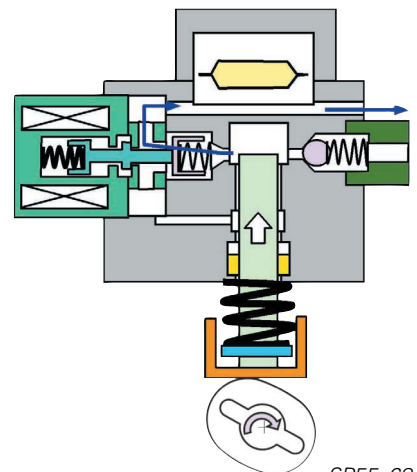
Der Kraftstoff tritt vom Niederdruckanschluss über das Einlassventil in die Hochdruckkammer ein. Durch die Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens während der Bewegung von OT- nach UT des Doppelnockens wird der Kraftstoff in die Hochdruckkammer angesaugt.



SP55_67

Rückförderung des Kraftstoffes

Um die Kraftstoffmenge dem tatsächlichen Verbrauch anzupassen, wird die Spule nach dem Erreichen des UT zunächst nicht ange-regt. Das heißt, es entsteht kein Magnetfeld und das Einlassventil bleibt geöffnet. Der Kraftstoff wird in den Niederdruckbereich zurückgefördert. Entstehende Pulsationen werden durch die im Gehäuse integrierten Pulsations-Dämpfungs-elemente abgefangen.



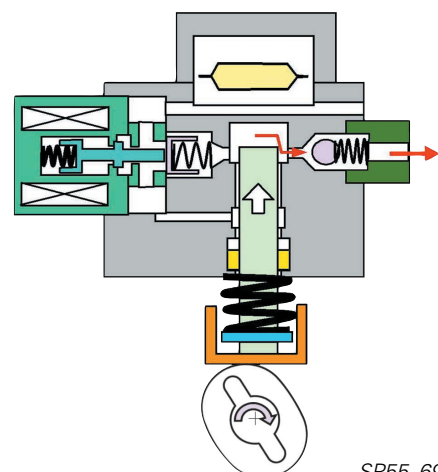
SP55_68

Hochdruckförderung

Die Spule wird mit Strom beaufschlagt und zieht den Ventilbetätigungskolben an. Das Einlassventil wird geschlossen. Es kann kein Kraftstoff mehr in den Niederdruckbereich zurückströmen. Durch die Bewegung des Pumpenkolbens nach oben wird ein Hochdruck aufgebaut.

Die Spule muss nicht dauerbestromt werden. Der Differenzdruck zwischen Hochdruckkammer und Niederdruckseite hält das Einlassventil geschlossen.

Die Verdichtung geschieht kontinuierlich, bis der Doppelnocken den OT erreicht.



SP55_69

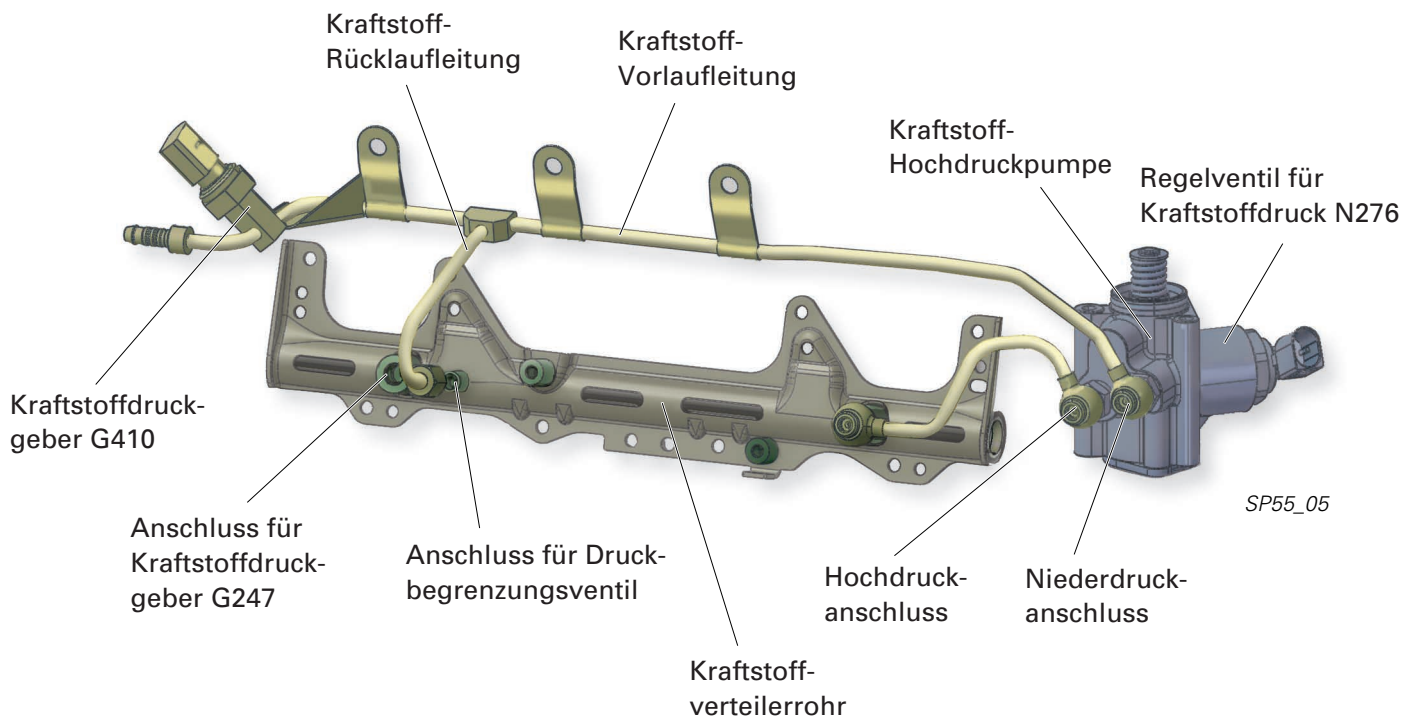
Kraftstoffversorgung

Teile des Kraftstoffsystems

Kraftstoffverteilerrohr

Die Aufgabe des Kraftstoffverteilerrohrs besteht darin, einen definierten Kraftstoffdruck zu den Druckeinspritzventilen zu ver-

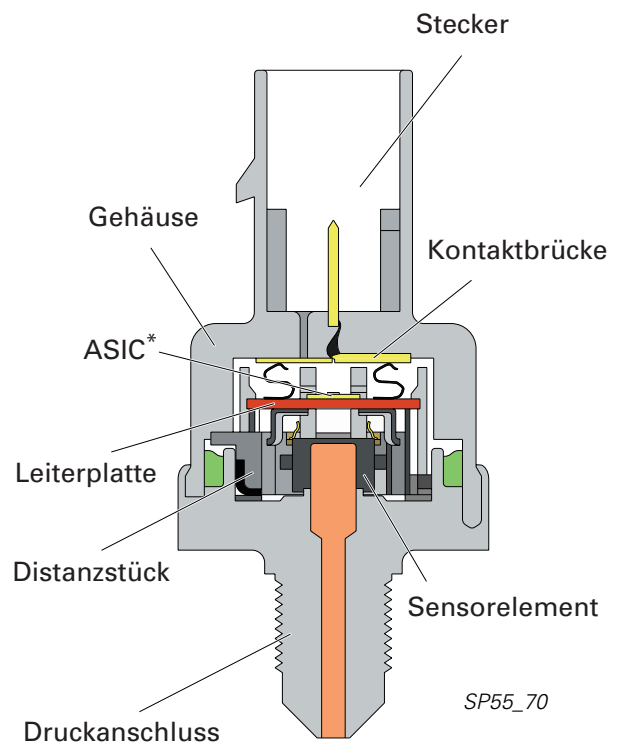
teilen und ein ausreichendes Volumen zum Ausgleich von Druckpulsationen bereitzustellen.



Kraftstoffdruckgeber G247

Der Kraftstoffdruckgeber hat innerhalb des Gesamtsystems die Aufgabe, den Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr (Rail) zu messen. Der gemessene Druck geht als elektrisches Signal für die Kraftstoffdruckregelung an das Motorsteuergerät.

Die im Sensor integrierte Auswerteelektronik wird mit 5 Volt versorgt. Bei steigendem Kraftstoffdruck sinkt der Widerstand und gleichzeitig steigt die Signalspannung.



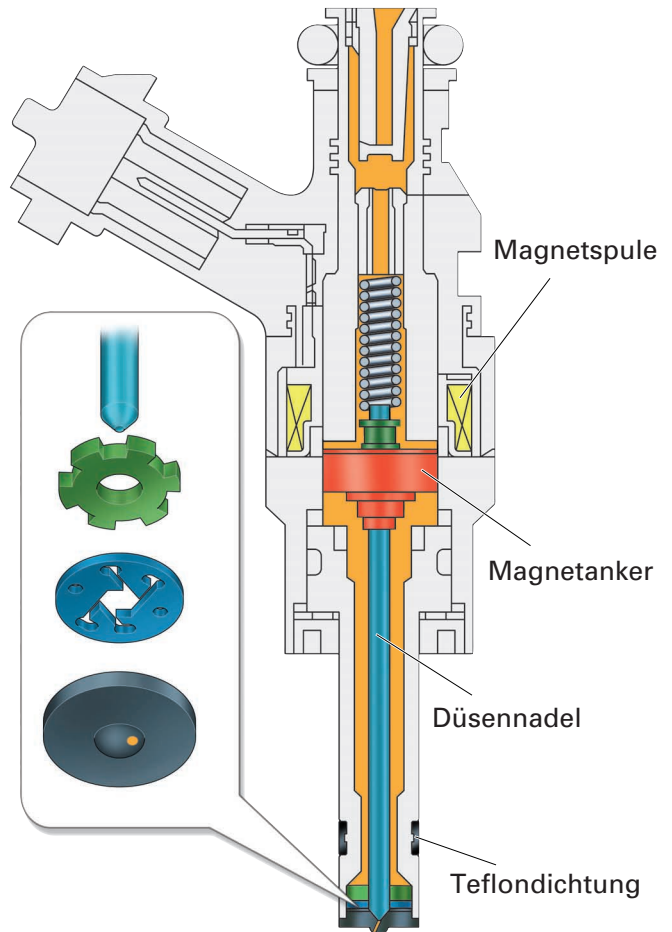
* **Application-Specific Integrated Circuit**
anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis

Einspritzventile N30–N33

Das Einspritzventil stellt die Schnittstelle zwischen dem Kraftstoffverteilerrohr und dem Brennraum dar.

Aufgabe des Einspritzventils ist es, den Kraftstoff zu dosieren und fein zu zerstäuben, um eine gezielte Durchmischung von Kraftstoff und Luft in einem bestimmten räumlichen Bereich des Brennraums zu erzielen.

Bei Ansteuerung des Einspritzventils wird der Kraftstoff auf Grund der Druckdifferenz zwischen Kraftstoffverteilerrohr und Brennraum direkt in den Brennraum eingespritzt.

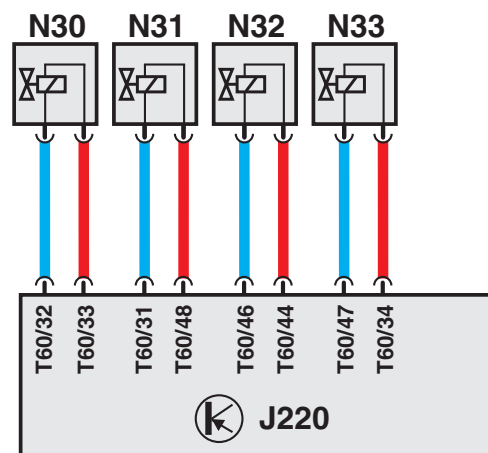


SP55_71



Hinweis:
Die Teflondichtung muss bei jeder Demontage der Einspritzdüse ersetzt werden – siehe Hinweise im Reparaturleitfaden.

Das Motorsteuergerät erzeugt für die Einspritzventile N30–N33 die notwendige Ansteuerspannung von 50–90 Volt. Dies ist notwendig, um eine deutlich kürzere Einspritzzeit, verglichen mit einer Saugrohreinspritzung, zu gewährleisten.



SP55_72

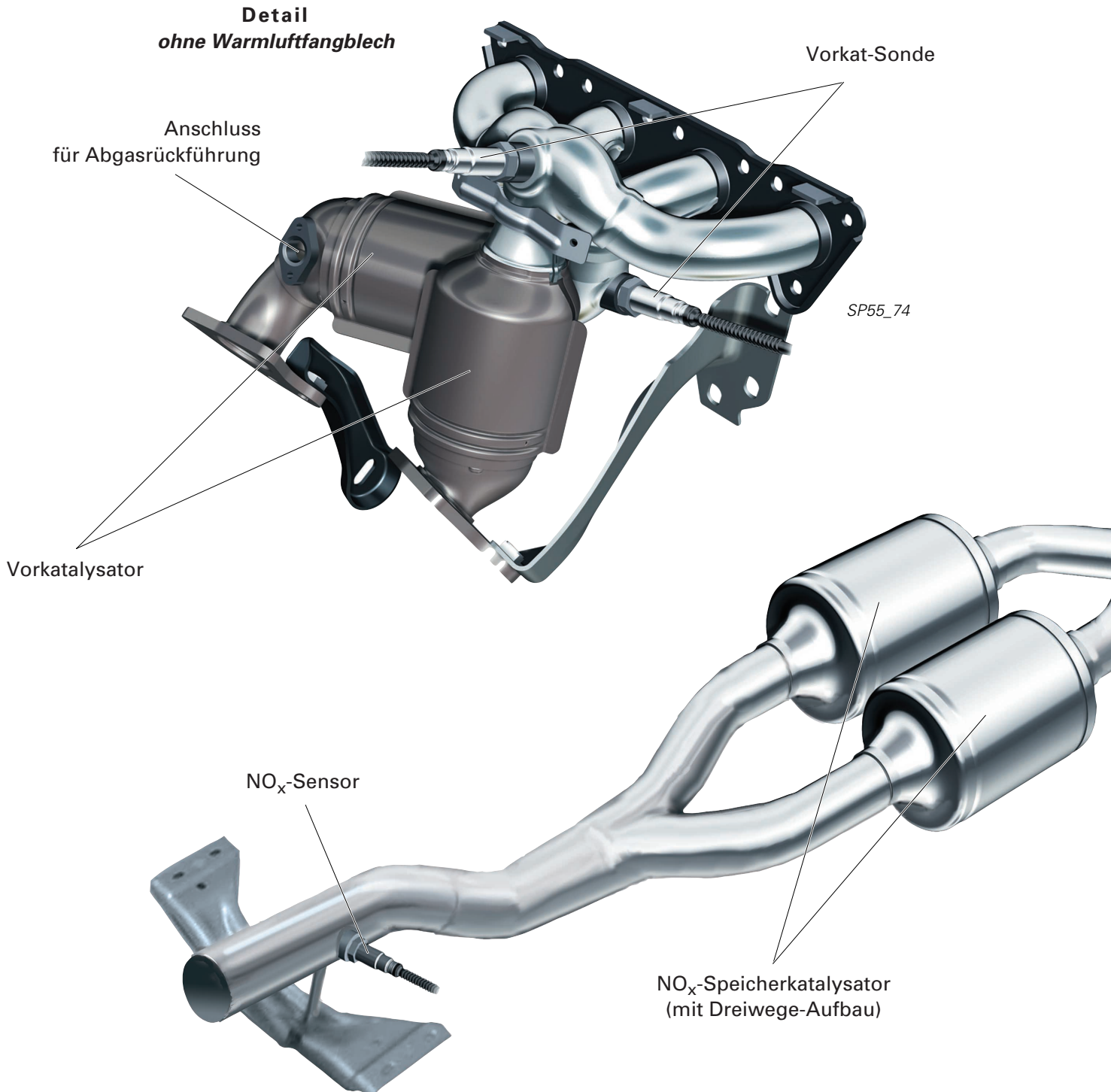
Abgasanlage

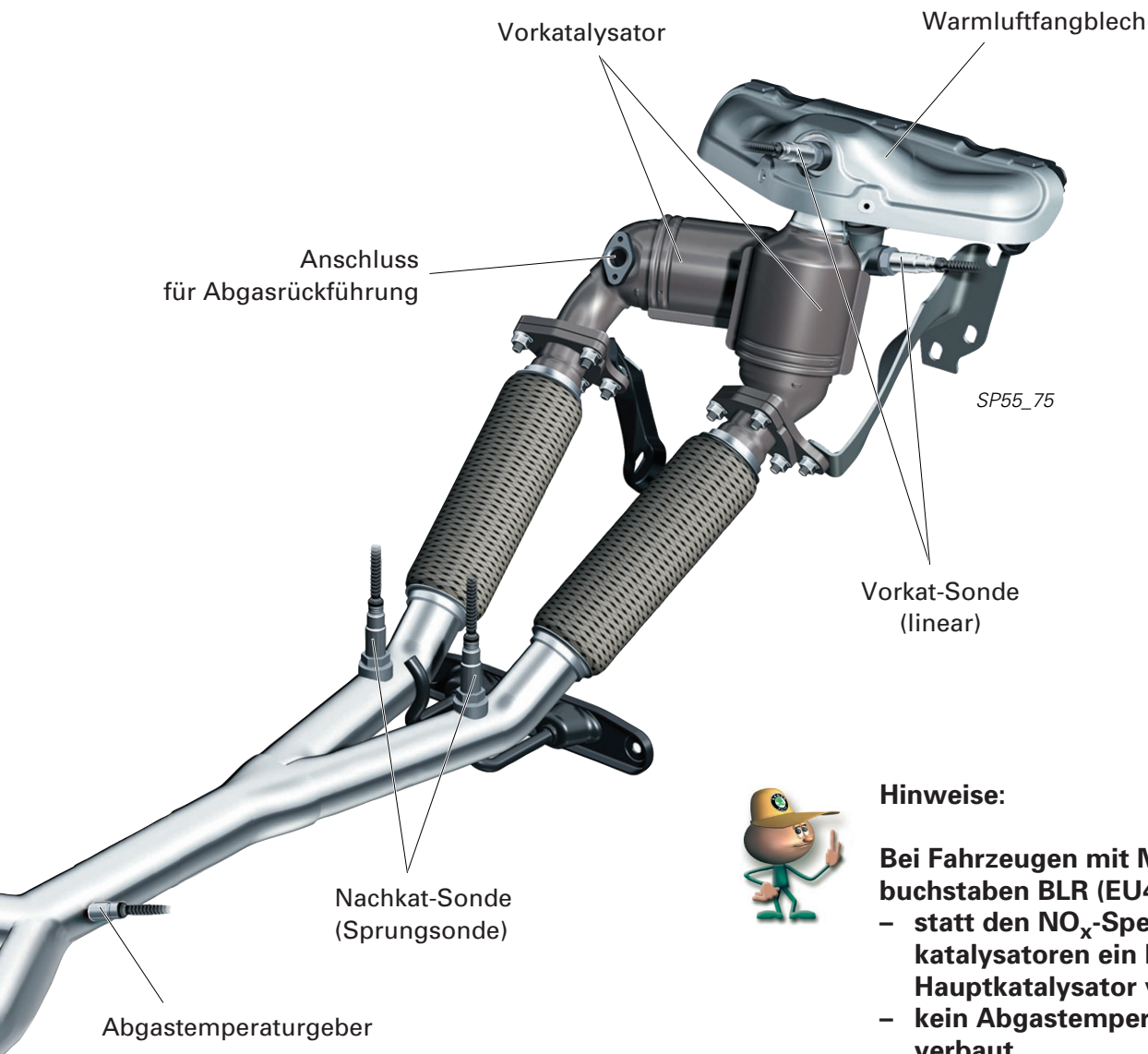
Abgasanlage

Die Abgasanlage ist im vorderen Bereich an zwei Stellen 2-flutig ausgeführt, um das Drehmoment im unteren Drehzahlbereich zu erhöhen. Jeder der beiden Abgasstränge ist mit einem Vorkatalysator und NO_x -Speicherkatalysator ausgestattet.

Die Vorkatalysatoren sind mit dem jeweiligen Abgaskrümmter unlösbar verbunden.

Zwei Vorkat-Sonden (Breitbandsonden) überwachen die Abgaszusammensetzung.





Hinweise:

Bei Fahrzeugen mit Motorkennbuchstaben BLR (EU4) ist

- statt den NO_x-Speicher-katalysatoren ein Dreiwege-Hauptkatalysator verbaut,
- kein Abgastemperaturgeber verbaut,
- statt dem NO_x-Sensor eine Nachkat-Sonde verbaut.

Bei Fahrzeugen mit Motorkennbuchstaben BLY (EU2)

- sind keine Vorkatalysatoren mit Vorkat-Sonden verbaut,
- ist statt den NO_x-Speicher-katalysatoren ein Dreiwege-Hauptkatalysator verbaut,
- ist statt dem Abgastemperaturgeber eine Vorkat-Sonde verbaut,
- ist statt dem NO_x-Sensor eine Nachkat-Sonde (Sprungsonde) verbaut.

Hinter den Vorkatalysatoren befinden sich zwei Nachkat-Sonden (Sprungsonden). Sie überwachen die Wirkung der Vorkatalysatoren.

Danach vereinigen sich die zwei Abgasstränge zu einem Abgasstrang. Dort ist ein Abgastemperaturgeber platziert. Nach dem Temperaturgeber verzweigt sich die Anlage in zwei Stränge. In jedem Strang sitzt ein NO_x-Speicher-katalysator.

Die Speicherkatalysatoren speichern im Magerbetrieb die Stickstoffoxide (NO_x) zwischen, wobei der NO_x-Sensor den Sättigungsgrad überwacht und die Regeneration der Speicherkatalysatoren auslöst.

Abgasanlage

Abgassystem

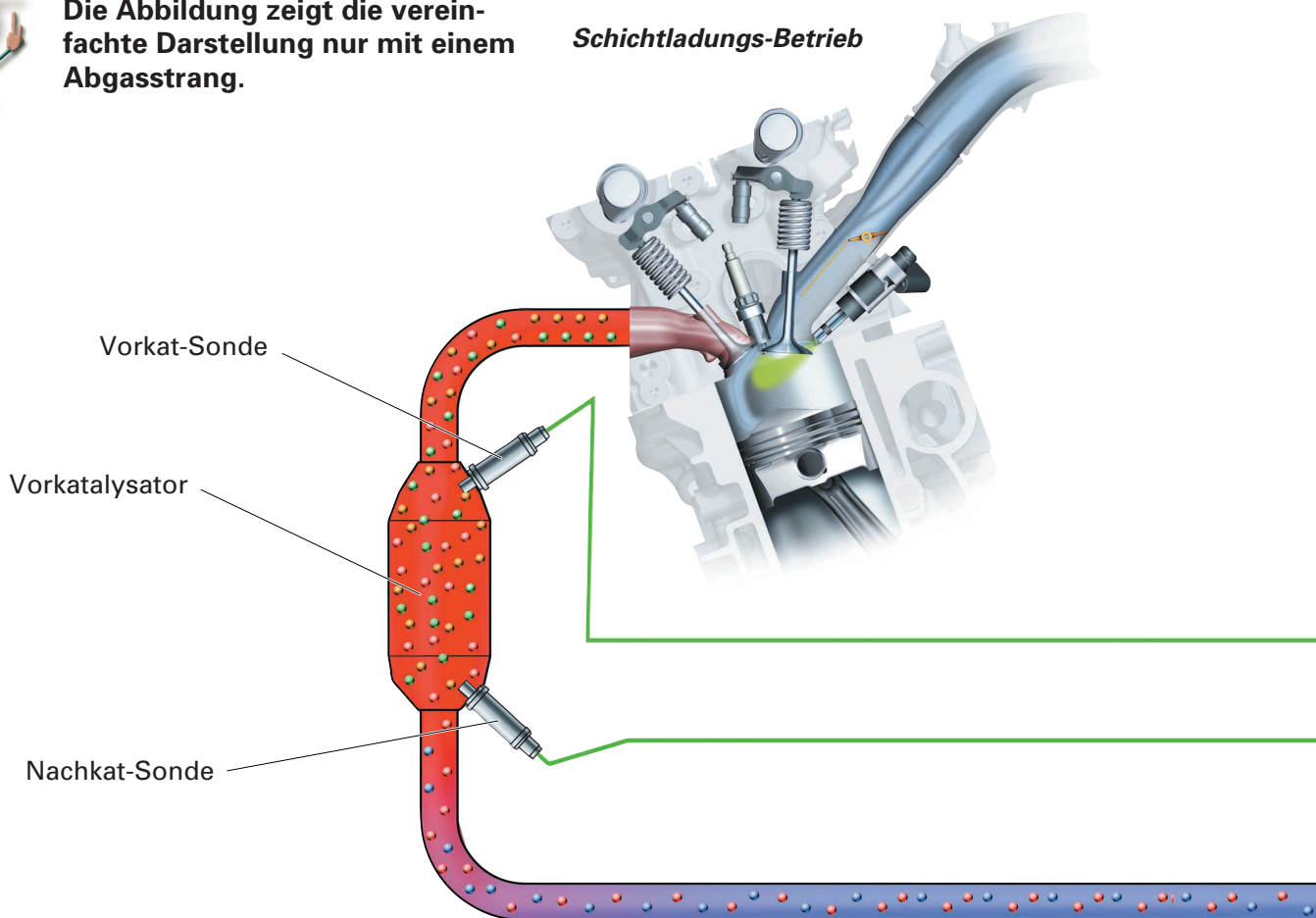
Die weiter steigenden Anforderungen an Abgassysteme, aufgrund der gesenkten Emissionsgrenzwerte, erfordern ein innovatives Konzept, das eigens auf das FSI-Verfahren angepasst ist.

Der 2,0 l/110 kW FSI-Motor (EU4) verfügt je Abgasstrang über einen Vorkatalysator mit einer Vor- und einer Nachkat-Sonde.



Hinweis:
Die Abbildung zeigt die vereinfachte Darstellung nur mit einem Abgasstrang.

Schichtladungs-Betrieb



Steuergerät für NO_x-Sensor J583

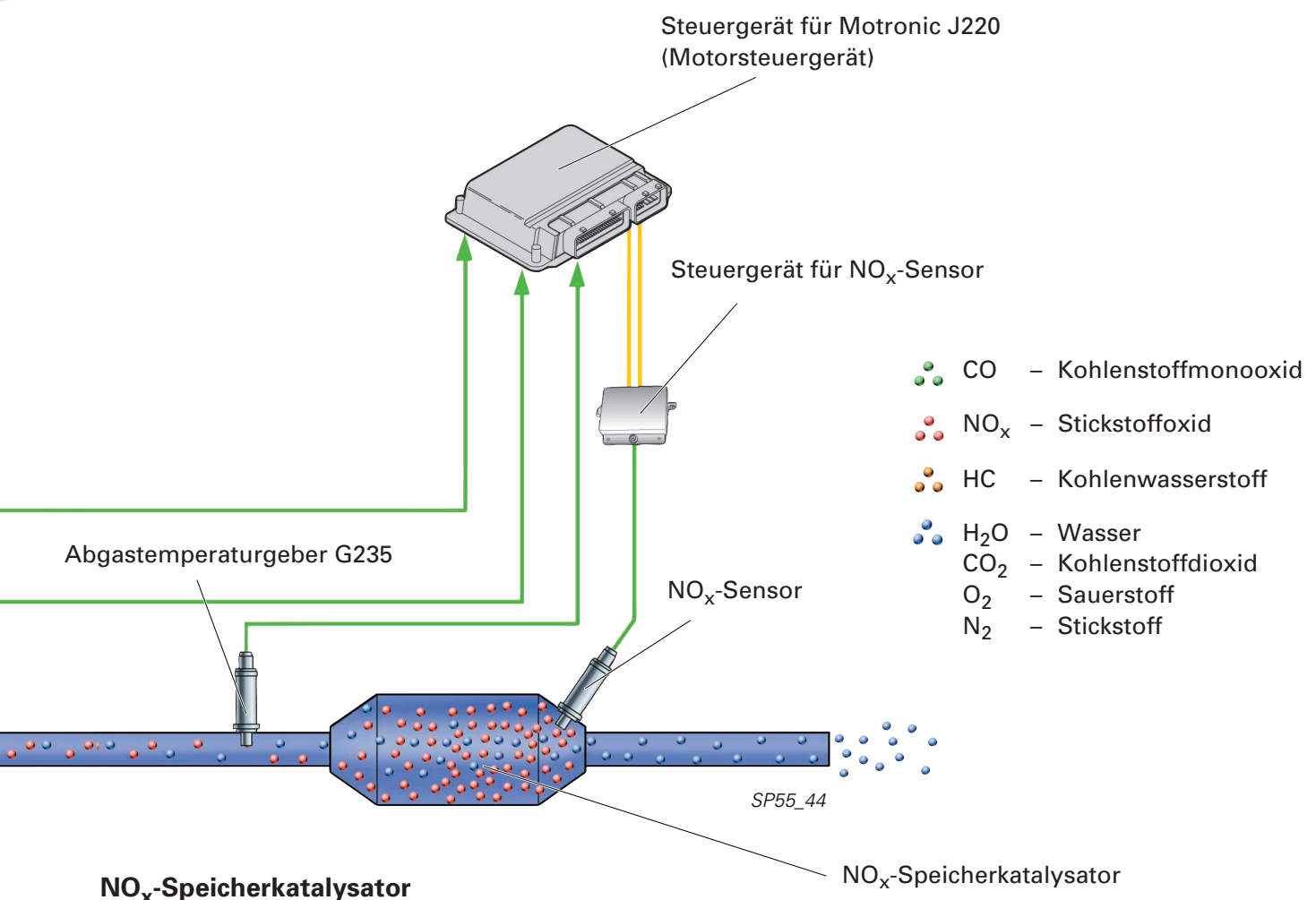
Das Steuergerät für NO_x-Sensor befindet sich am Fahrzeugunterboden in der Nähe des NO_x-Sensors. Es bereitet die Sensorsignale auf und übermittelt die Informationen über den CAN-BUS Antrieb an das Motorsteuergerät.

Die schnelle Datenübertragung ermöglicht dem Motorsteuergerät, effektiver die Stickstoffoxid-Sättigung des Speichers festzustellen und eine Regeneration einzuleiten.

Abgasnachbehandlungssystem

Bei magerer Gemischzusammensetzung ist viel Restsauerstoff im Abgas.

Bei zu niedrigen CO- und HC-Konzentrationen im Abgas sinkt aber die Umwandlungsrate von NO_x. Zur Reduzierung des erhöhten NO_x-Anteils im Magertrieb (Schichtladungs-Betrieb) kommt der NO_x-Speicherkatalysator zum Einsatz.



NO_x-Speicherkatalysator

Der NO_x-Speicherkatalysator entspricht vom Aufbau her dem Dreiwege-Katalysator. Die Zwischenschicht (washcoat) ist jedoch zusätzlich mit Bariumoxid BaO versehen. Dies ermöglicht, Stickstoffoxide bei Temperaturen zwischen 250 und 500 °C durch Nitratbildung zwischen zu speichern.

Neben der gewünschten Nitratbildung wird auch stets der im Kraftstoff enthaltene Schwefel mit eingelagert.

Die Speicherkapazität ist jedoch begrenzt. Die Sättigung wird mittels NO_x-Sensor dem Motorsteuergerät mitgeteilt. Das Motormanagement leitet entsprechende Maßnahmen zur Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators ein.

Abgasanlage

Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators

Die Regenerationsphasen werden vom Motorsteuergerät gesteuert. Sie bewirken ein Herauslösen der Stickstoffoxide und des Schwefels. Dabei werden Stickstoffoxide in ungiftigen Stickstoff N₂ und Schwefel in Schwefeldioxid umgewandelt.

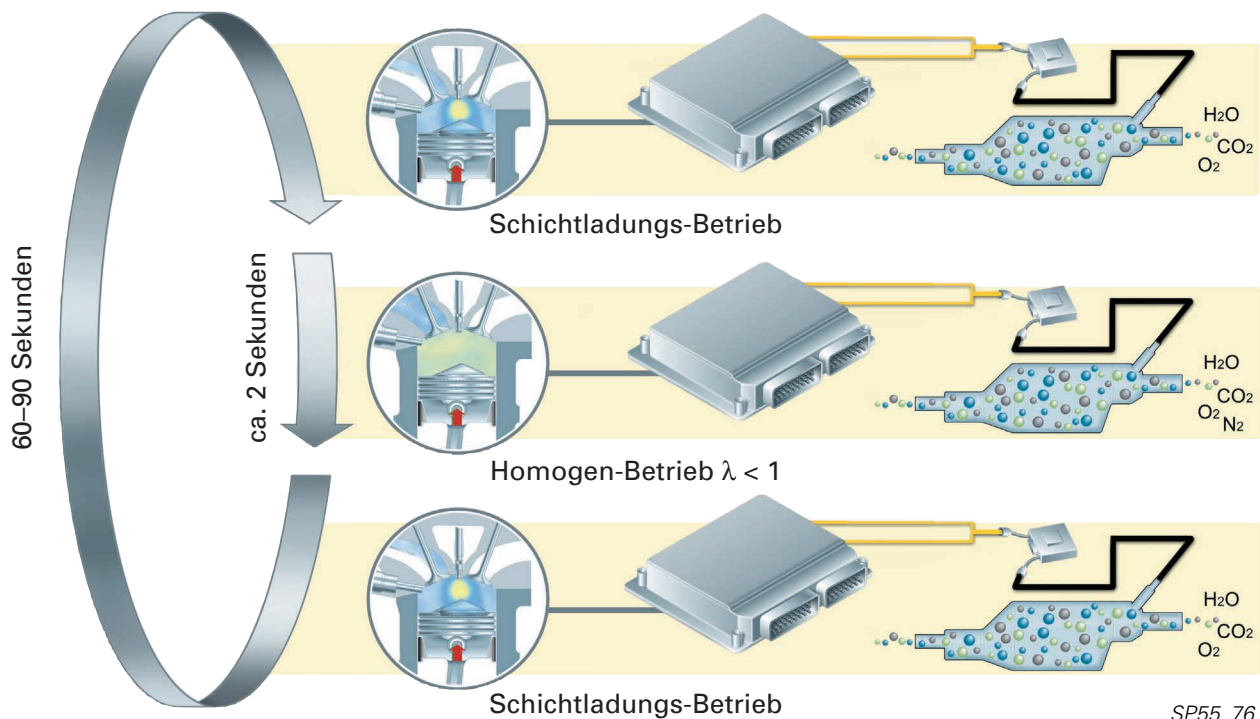
Bei Sättigung mit Stickstoffoxiden

Die Regeneration erfolgt, sobald die Stickstoffoxid-Konzentration im NO_x-Speicherkatalysator den im Motorsteuergerät festgelegten Wert überschreitet.

Das Motorsteuergerät veranlasst die Umschaltung vom Schichtladungs-Betrieb in den Homogen-Betrieb.

Dies bewirkt eine Temperaturerhöhung des NO_x-Speicherkatalysators, wodurch die Nitratbildungen instabil werden. Die zwischengespeicherten Nitrate zerfallen bei reduzierenden Umgebungsbedingungen.

Die Stickstoffoxide werden letztendlich in unschädlichen Stickstoff konvertiert. Dadurch wird der Speicher geleert und der Kreislauf beginnt erneut.



Bei Sättigung mit Schwefel

Die Regeneration erfolgt in separaten Phasen, da das aus dem Bariumoxid gebildete Bariumsulfat chemisch stabiler ist und bei der Umwandlung von Stickstoffoxiden nicht zerfällt. Das Bariumsulfat belegt ebenfalls Speicherplätze, wodurch die Sättigung des NO_x -Speicherkatalysators von Stickstoffoxiden in immer kürzeren Abständen erfolgt.

Sobald ein festgelegter Grenzwert zwischen zwei Abständen unterschritten wird, reagiert das Motormanagement mit folgenden Maßnahmen:

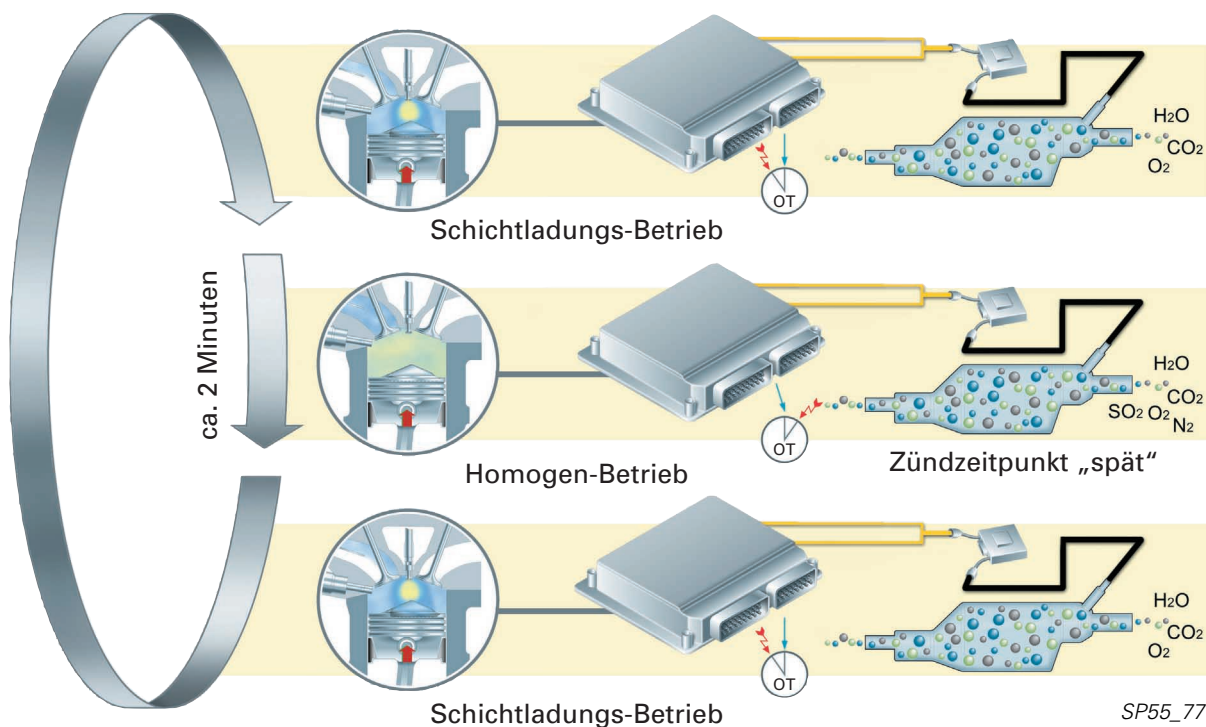
- Es schaltet vom Schichtladungs-Betrieb für ca. zwei Minuten in den Homogen-Betrieb
- und verstellt den Zündzeitpunkt in Richtung „spät“,

um die Betriebstemperatur des NO_x -Speicherkatalysators auf über 650 °C zu erhöhen. Dabei wird das Bariumsulfat wieder zu Bariumoxid reduziert und der dabei freigesetzte Schwefel reagiert zu Schwefeldioxid SO_2 .

Bei schwefelarmen Kraftstoffen wird das Entschwefelungsintervall entsprechend gestreckt, während hochschwefelhaltige Kraftstoffe häufigere Regenerationsphasen einleiten.



Hinweis:
Fahrten mit hoher Drehzahl und Last führen automatisch zur Entschwefelung.



Abgasanlage

Geber

Abgastemperaturgeber G235

Der Abgastemperaturgeber befindet sich unmittelbar vor dem NO_x-Speicherkatalysator.

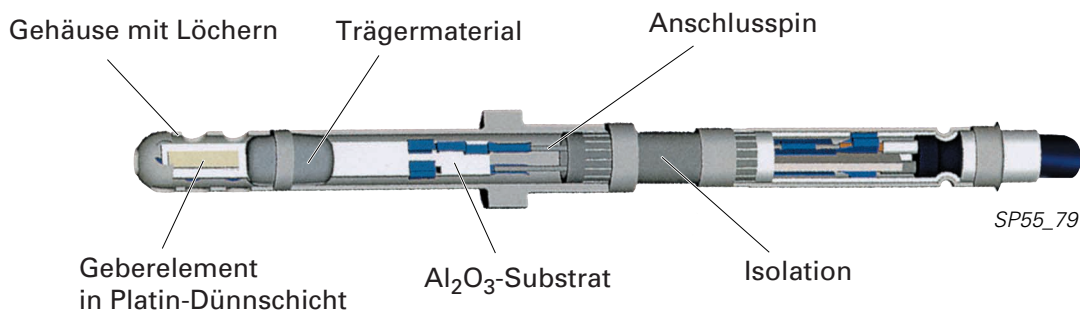
Mit Hilfe des Abgastemperaturgebers wird der Betriebsbereich des NO_x-Speicherkatalysators bezüglich Temperatur überwacht und gesteuert, um eine optimale NO_x-Konvertierung zu gewährleisten.

Darüber hinaus dient der Abgastemperaturgeber zur thermischen Diagnose der Vorkatalysatoren und damit zum Bauteileschutz der Komponenten im Abgasstrang.

Der Geber übermittelt die Abgastemperatur an das Motorsteuergerät, woraus die Temperatur im NO_x-Speicherkatalysator errechnet wird.

Das Motormanagement benötigt diese Information,

- um in den Schichtladungs-Betrieb schalten zu können, da im NO_x-Speicherkatalysator die Stickstoffoxide nur zwischen 250 und 500 °C eingelagert werden können und
- um den NO_x-Speicherkatalysator von Schwefelanlagerungen zu befreien. Das ist nur bei Katalysator-Temperaturen über 650 °C und fettem Gemisch möglich. Erreicht wird dies durch Umschalten in den Homogen-Betrieb und Zündwinkelrücknahme.

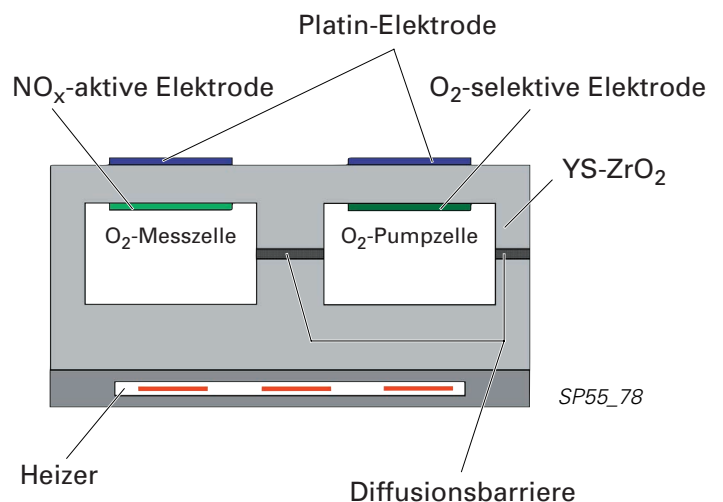


NO_x-Sensor G295

Der NO_x-Sensor befindet sich unmittelbar hinter dem NO_x-Speicherkatalysator. Das Funktionsprinzip des NO_x-Sensors ähnelt dem der Breitband-Lambdasonde.

In der O₂-Pumpzelle wird der Sauerstoffgehalt einem konstanten, etwa stöchiometrischen Wert (14,7 kg Luft : 1 kg Kraftstoff) angepasst und über den Pumpstrom der Lambdawert abgegriffen.

Anschließend gelangt der Gasstrom über eine Diffusionsbarriere in die O₂-Messzelle, die über reduzierende Elektroden die Stickstoffoxide in Sauerstoff (O₂) und in Stickstoff (N₂) aufspaltet. Über den Sauerstoff-Pumpstrom wird die NO_x-Konzentration ermittelt.



Abgasrückführung

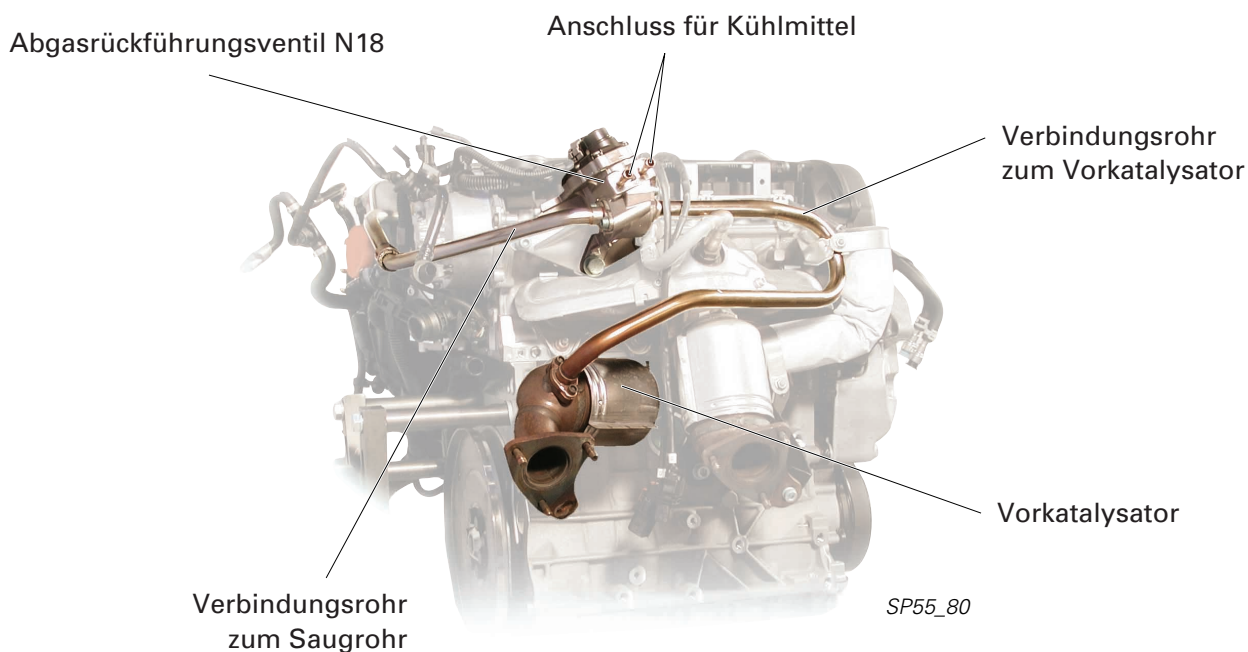
Die Abgasrückführung beschleunigt die Erwärmung des Motors auf die Betriebstemperatur.

Das dem Brennraum nochmals zugeführte Abgas dient zur Absenkung der Verbrennungs-Spitzen­temperatur und damit der Reduzierung der Stickstoffoxidbildung.

Der 2,0 l FSI-Motor verfügt über eine äußere Abgasrückführung. Die Entnahme des Abgases erfolgt über ein Verbindungsrohr am Vorkatalysator. Die Abgasmenge strömt dann

durch das Abgasrückführungsventil (AGR) mit der exakt vom Motorsteuergerät berechneten Menge. Die Stellung der Abgasdrosselklappe wird mit einem Gleichstrommotor eingestellt und mit einem Potenziometer überwacht. Es ermöglicht die Rückmeldung an das Motorsteuergerät. Das Abgasrückführungsventil ist eigendiagnosefähig.

Das Gehäuse des Abgasrückführungsventils wird gekühlt und ist deswegen in den Kühlmit­telkreislauf integriert.



Das Abgasrückführungsventil N18 AGR ist als Modul konzipiert und besteht aus folgenden Teilen:

- einer Abgasdrosselklappe
- einem Elektromotor mit Potenziometer für Abgasrückführung G212

Die Abgasrückführung erfolgt sowohl im Homogen- als auch Schichtladungs-Betrieb bei mittlerer Last bis ca. 4000 min^{-1} .

Im Leerlauf findet keine Abgasrückführung statt.



Hinweis:

Nach Erneuern des Ventils für Abgasrückführung AGR und/oder eines Motorsteuergerätes muss eine Anpassung über die Funktion „Grundeinstellung“ durchgeführt werden.

Teil II – 1,6 l FSI-Motor

Motormerkmale

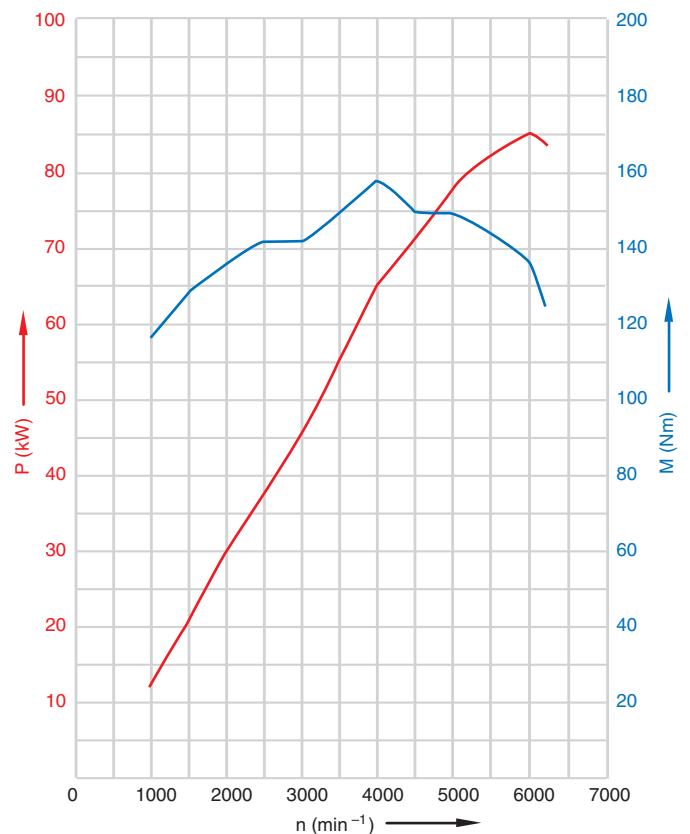
- Motorabdeckung mit Luftfilter und Warmluftregelung
- Saugrohr-Oberteil aus Kunststoff
- Nockenwellenantrieb über eine Steuerkette
- kontinuierliche Nockenwellenverstellung
- Ölkühler
- geregelte Duocentric-Ölpumpe
- Zweikreis-Kühlsystem
- Querstromkühlung im Zylinderkopf
- Kurbelgehäusebe- und entlüftung
- Benzin-Direkteinspritzung mit Doppelspritzung
- Motorsteuergerät mit integriertem Geber für Umgebungsdruck
- Geber für Ansauglufttemperatur in der Motorabdeckung
- bedarfsgeregeltes Kraftstoffsystem
- Einzelfunken-Zündspule
- integrierte Kühler- und Lüftersteuerung



SP55_18

Technische Merkmale

Motorkennbuchstaben	BLF
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1598 cm ³
Bohrung	76,5 mm
Hub	86,9 mm
Verdichtungsverhältnis	12,0 : 1
Ventile pro Zylinder	4
Zündreihenfolge	1 – 3 – 4 – 2
max. Leistung	85 kW bei 6000 min ⁻¹
max. Drehmoment	155 Nm bei 4000 min ⁻¹
Motormanagement	Motronic MED 9.5.10
Kraftstoff	Benzin 98 (95)
Abgasnorm	EU4



SP55_101

M = Drehmoment
n = Drehzahl
P = Leistung

Kettentrieb

Bei dem 1,6 l/85 kW FSI-Motor wird zum Antrieb der Nockenwellen eine geräuschoptimierte Steuerkette verwendet. Sie wird mit einer Spanschiene hydraulisch gespannt.

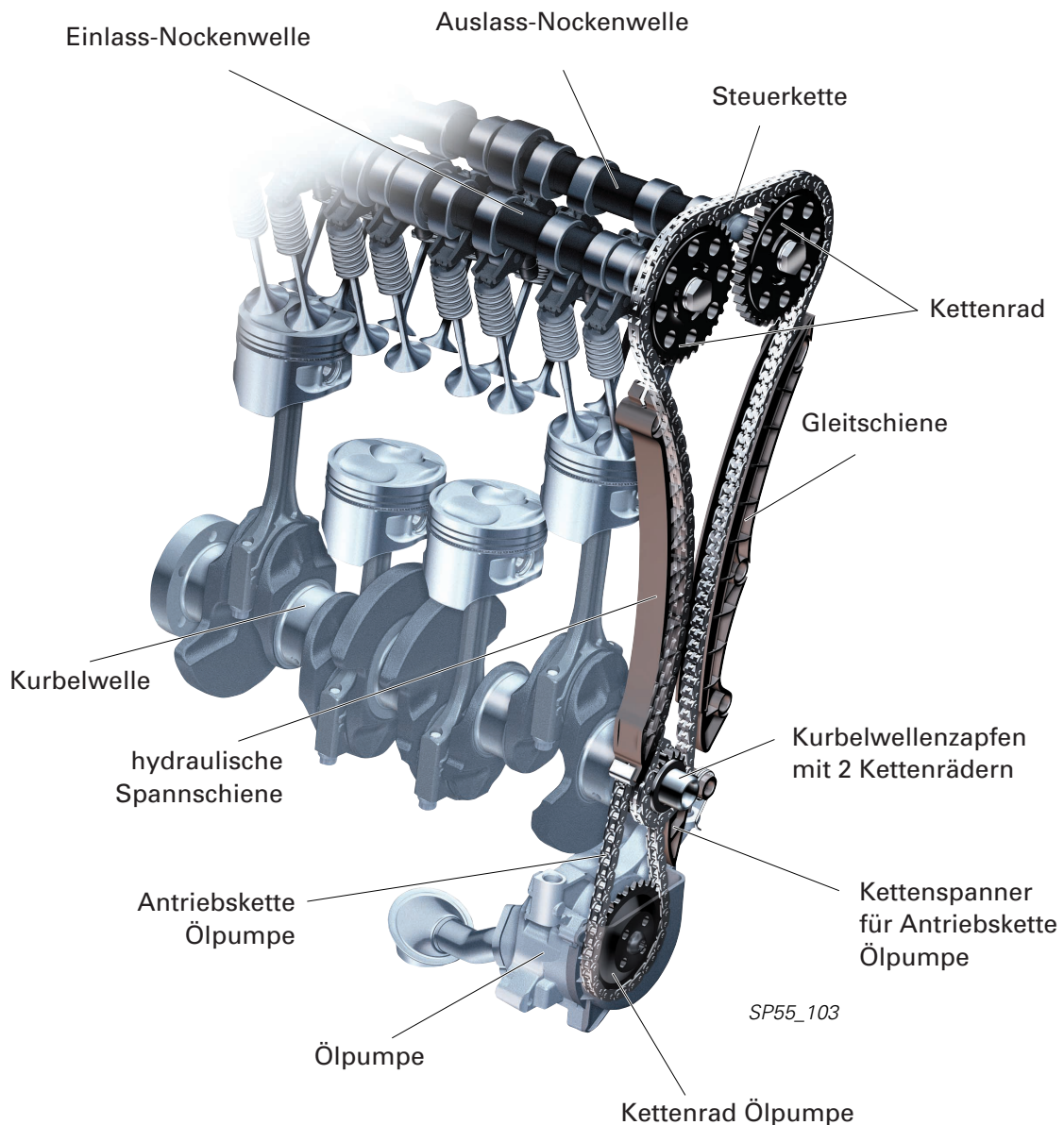
Bei der Entwicklung der Steuerkette wurden maßgeblich folgende Ziele verfolgt:

- Wartungsfreiheit
- Reduzierung des Geräuschpegels (im Vergleich zum bisher verwendeten Zahnriementrieb)
- geringe Systemkosten

Die Ziele wurden durch die Anwendung einer Zahnkette mit 8 mm-Teilung im Steuertrieb erreicht. Diese Kette bietet einen optimalen Kompromiss hinsichtlich

- Einbauraum,
- Belastbarkeit,
- Systemkomplexität und
- Geräuschverhalten.

Zum Antrieb der Ölpumpe kommt wegen der geringeren Anforderungen eine konventionelle Hülsekettenkette zum Einsatz.



Nockenwellenverstellung

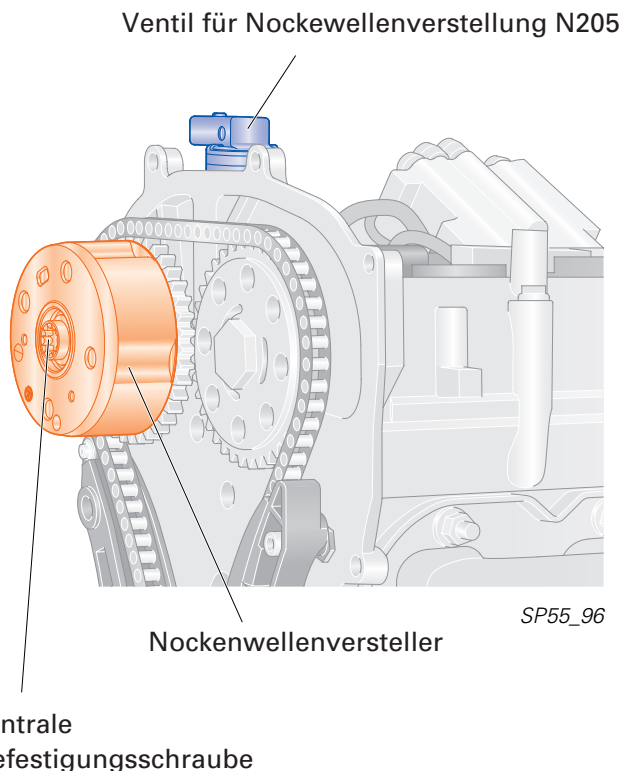
Beim 1,6 l/85 kW FSI-Motor setzt eine stufenlose Einlass-Nockenwellenverstellung ein. Die Verstellung erfolgt last- und drehzahlabhängig durch einen Nockenwellenversteller direkt an der Einlass-Nockenwelle.

Die Nockenwellenverstellung führt zu

- einer sehr guten inneren Abgasrückführung, bei der die Verbrennungstemperatur gesenkt und die Stickstoffoxidemissionen verringert werden und
- einem verbesserten Drehmomentverlauf.



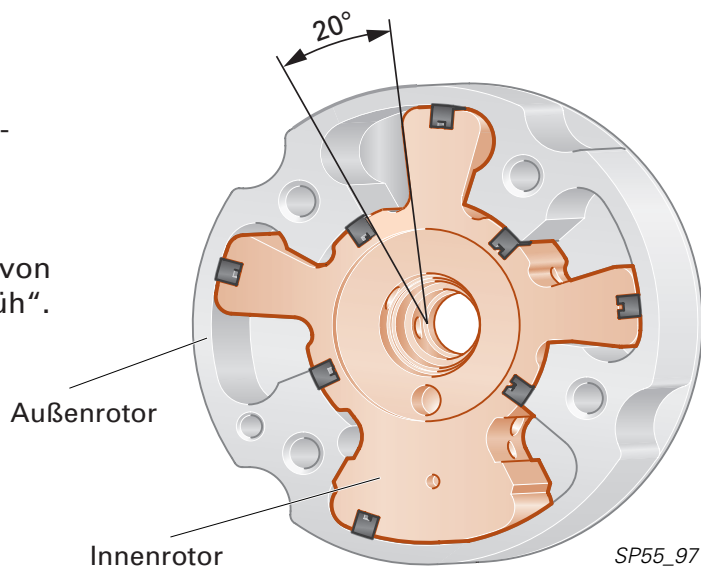
Hinweis:
Die zentrale Befestigungsschraube des Nockenwellenverstellers hat ein Linksgewinde.



Nockenwellenversteller

Der Nockenwellenversteller ist steuertriebseitig an die Einlass-Nockenwelle angeschraubt.

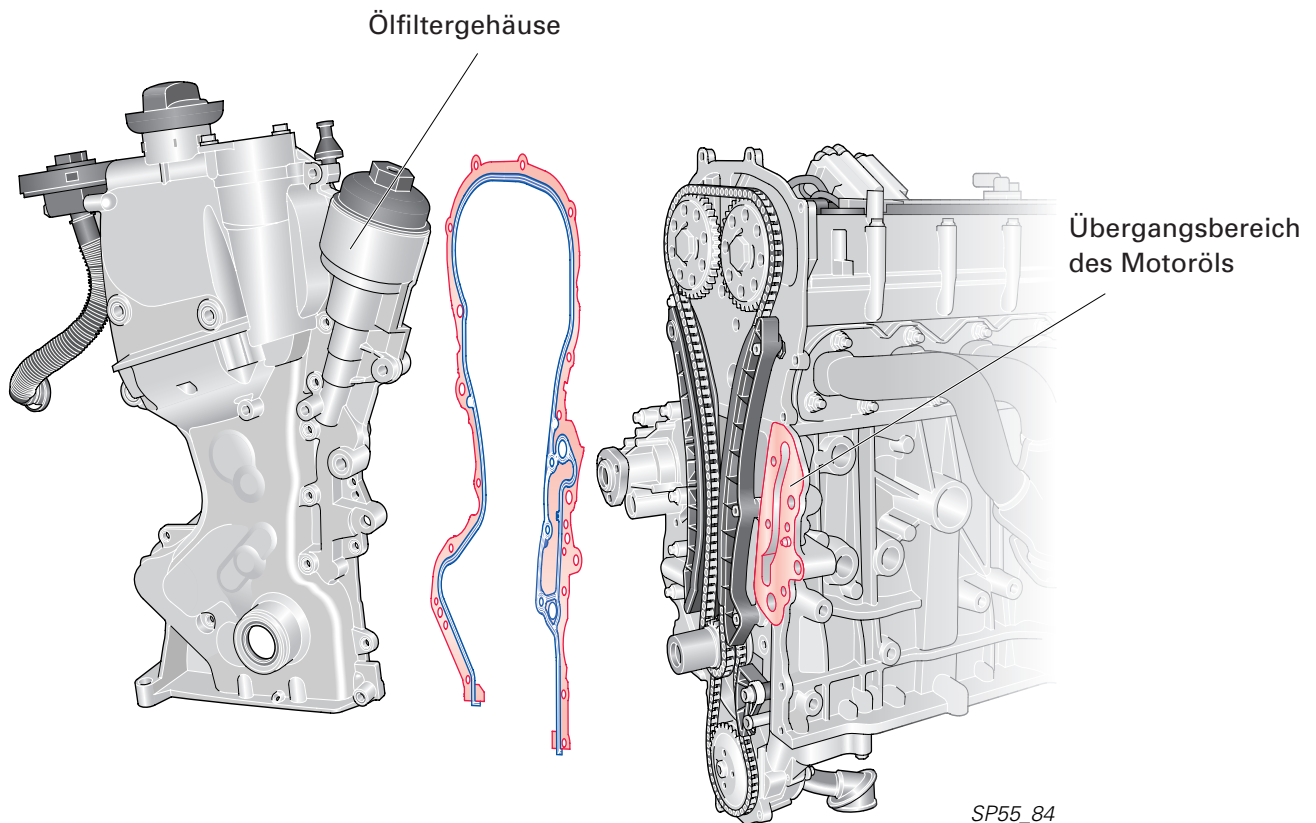
Der Verstellbereich beträgt maximal 40° Kurbel- bzw. 20° Nockenwellenwinkel von der Grundeinstellung aus in Richtung „Früh“.



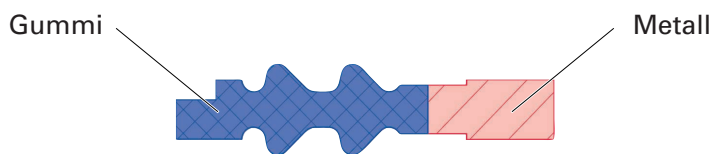
Hinweis:
Das Prinzip der Nockenwellenverstellung ist ähnlich der Nockenwellenverstellung dem 2,0 l FSI-Motor.
Im Unterschied zum 2,0 l FSI-Motor verstellt sich hier aber nicht der Außenrotor, sondern der Innenrotor.

Abdichtung des Steuergehäuses

Das Steuergehäuse wird gegenüber dem Zylinderkopf und dem Zylinderblock mit einer Gummi-Metall-Dichtung abgedichtet.
Zwischen dem Steuergehäuse und der Ölwanne wird eine Flüssigdichtung verwendet.



Gummi-Metall-Dichtung Querschnitt



Ölfiltergehäuse

Das Ölfiltergehäuse ist in das Steuergehäuse integriert. Dadurch ist die Dichtfläche zwischen Zylinderblock und Ölfiltergehäuse entfallen!

Übergangsbereich des Motoröls

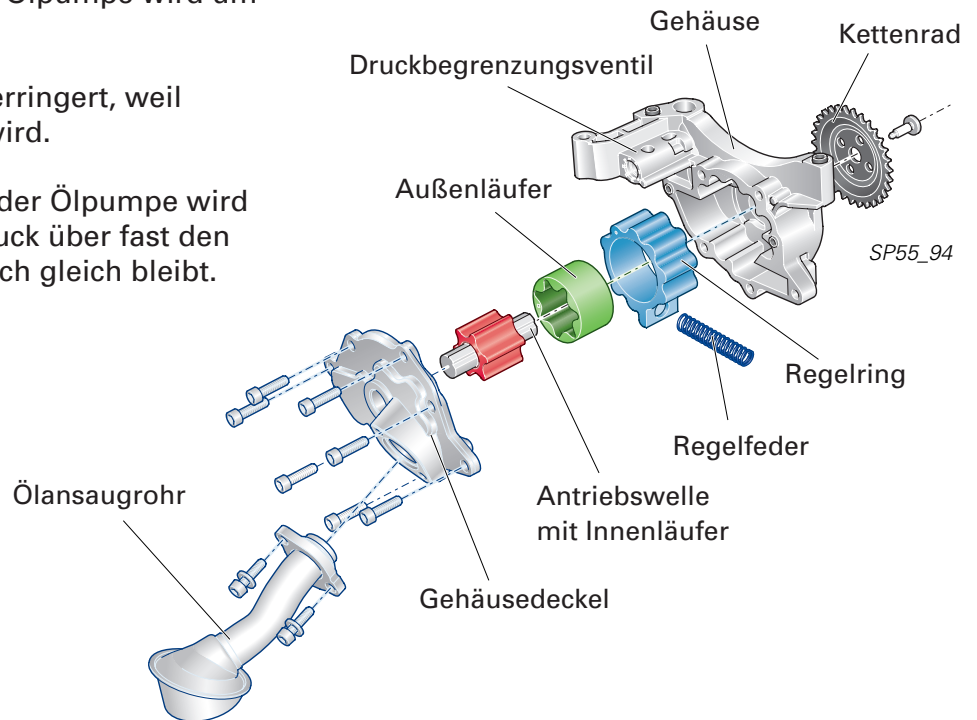
Zur Abdichtung des Ölkanals zwischen dem Zylinderblock und dem Steuergehäuse wird eine Gummi-Metall-Dichtung verwendet.

Ölpumpe

Als Ölpumpe setzt erstmalig eine geregelte Duocentric-Ölpumpe ein. Mit ihr wird der Öldruck über fast den gesamten Drehzahlbereich auf ca. 0,35 MPa geregelt. Die Regelung erfolgt über einen Regelring und eine Regelfeder.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

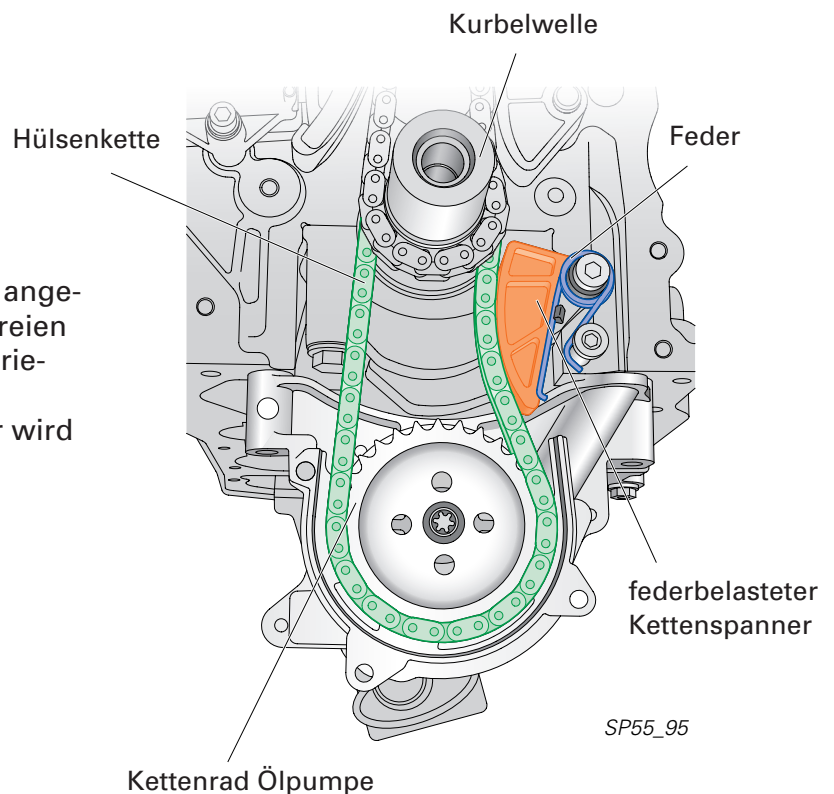
- Die Antriebsleistung der Ölpumpe wird um bis zu 30 % verringert.
- Der Ölverschleiß wird verringert, weil weniger Öl umgewälzt wird.
- Die Ölverschäumung in der Ölpumpe wird minimiert, weil der Öldruck über fast den gesamten Drehzahlbereich gleich bleibt.



Antrieb der Ölpumpe

Die Ölpumpe ist unten am Zylinderblock angeschraubt und wird über einen wartungsfreien Kettenantrieb von der Kurbelwelle angetrieben.

Durch eine Stahlfeder am Kettenspanner wird die Kette gespannt.



Prinzip der Ölförderung

Der Innenläufer sitzt auf der Antriebswelle und treibt den Außenläufer an. Durch die unterschiedlichen Drehachsen des Innen- und Außenläufers entsteht bei der Drehbewegung eine Raumvergrößerung auf der Saugseite. Das Öl wird angesaugt und zur Druckseite transportiert. Auf der Druckseite wird der Raum zwischen den Zähnen wieder kleiner und das Öl wird in den Ölkreislauf hineingedrückt.

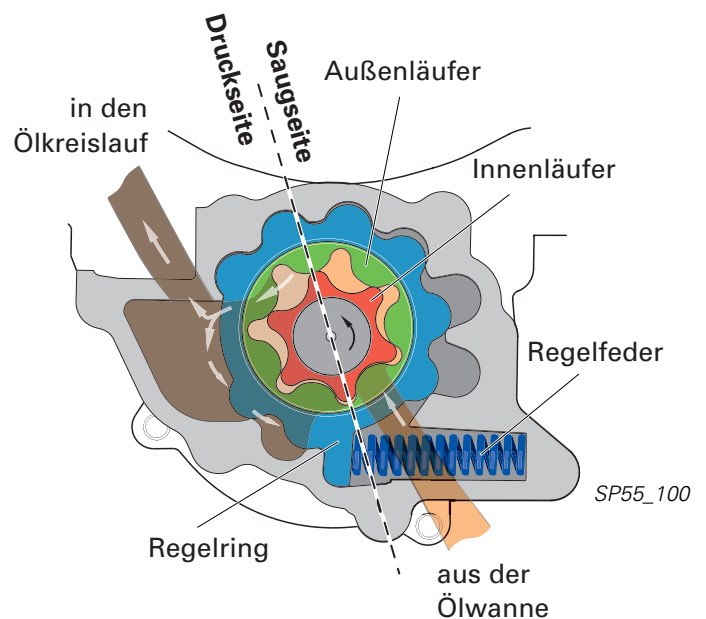
Regelung des Öldruckes

Bei der geregelten Duocentric-Ölpumpe wird der Öldruck von 0,35 MPa über die Ölfördermenge geregelt.

Öldruck unter 0,35 MPa

Die Regelfeder drückt den Regelring gegen den Öldruck (Pfeile). Mit der Verdrehung des Regelrings wird die Drehachse des Außenläufers versetzt und es entsteht eine Raumvergrößerung zwischen dem Innen- und Außenläufer.

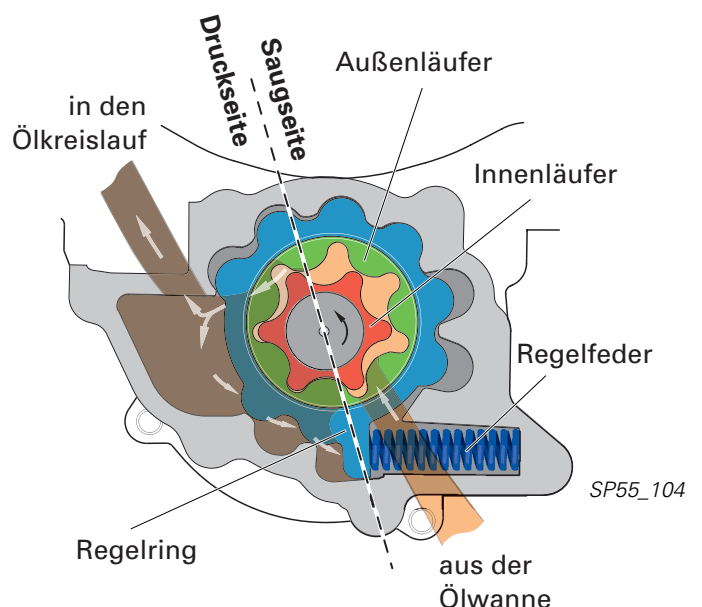
Dadurch wird mehr Öl von der Saug- zur Druckseite transportiert und in den Ölkreislauf gedrückt. Mit der Ölmenge steigt auch der Öldruck.



Öldruck über 0,35 MPa

Der Öldruck (Pfeile) drückt den Regelring gegen die Regelfeder. Die Drehachse des Außenläufers geht wieder in die Richtung Ausgangsposition zurück. Es entsteht eine Raumverkleinerung zwischen dem Innen- und Außenläufer.

Dadurch wird weniger Öl von der Saug- zur Druckseite transportiert und in den Ölkreislauf gedrückt. Mit der Ölmenge sinkt auch der Öldruck.



Motormechanik

Motorabdeckung

In die Motorabdeckung ist integriert:

- Luftführung bis zur Drosselklappensteuereinheit
- Warmluftregelung
- Dämpfung der Ansauggeräusche
- Luftfilter
- Ansauglufttemperaturregeber 2 G299



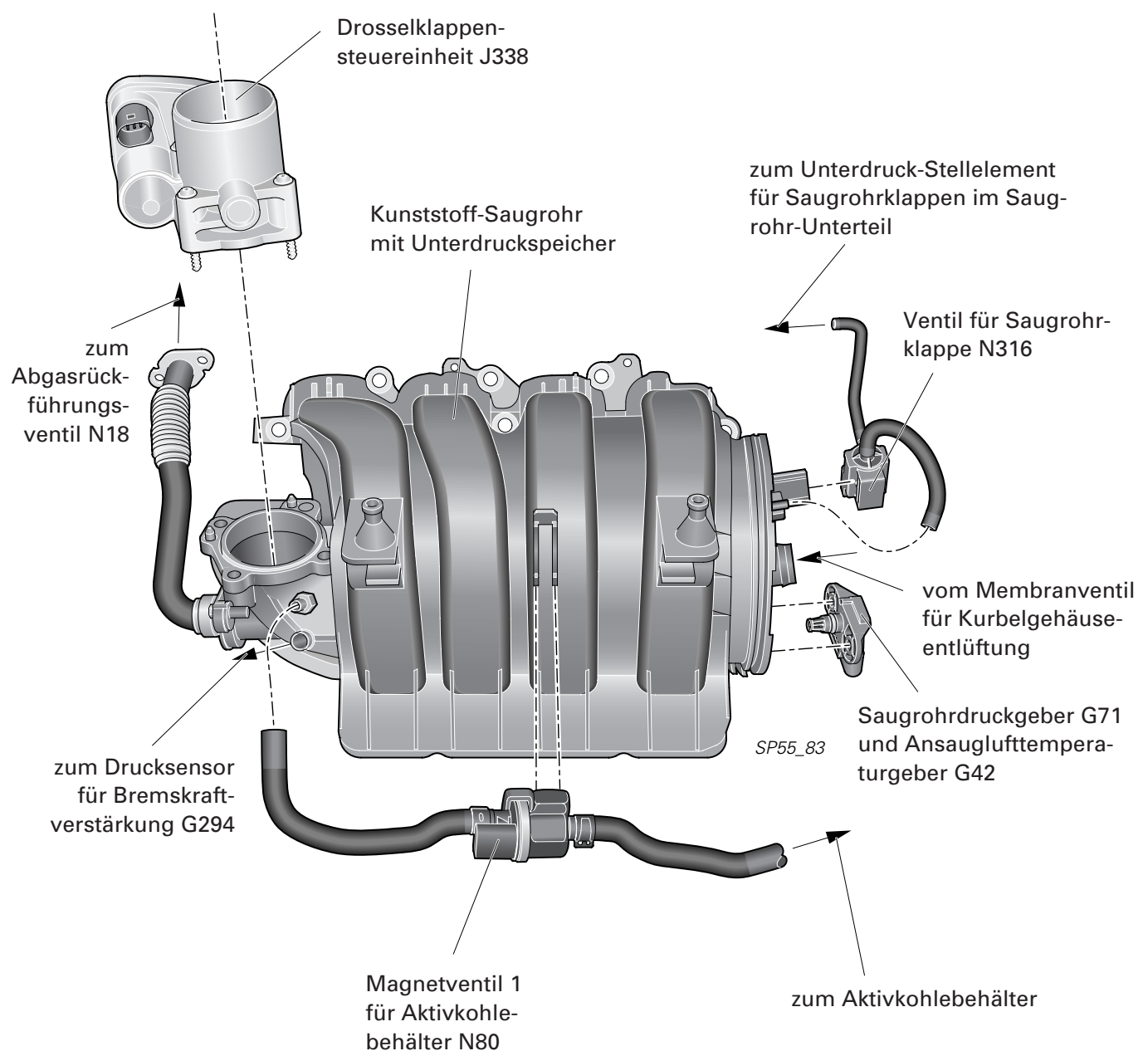
Saugrohr-Oberteil

Das Saugrohr-Oberteil ist aus Kunststoff gefertigt.

Das hat folgende Vorteile:

- Gewichtsreduzierung
- Strömungsverbesserung durch glatte Ansaugwände

Im Saugrohr-Oberteil ist ein Unterdruckspeicher, der sicherstellt, dass die Saugrohrklappen auch bei geringem Unterdruck im Saugrohr-Unterteil betätigt werden.



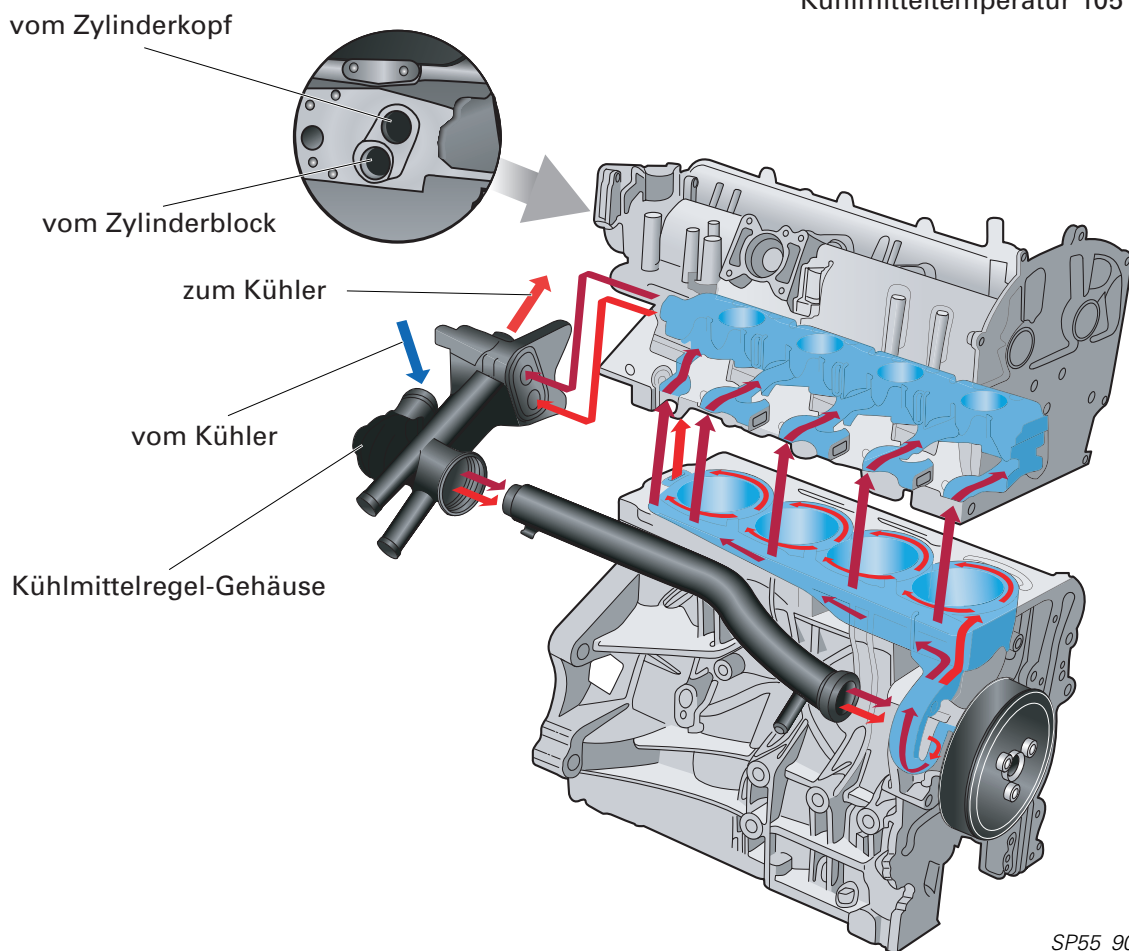
Kühlung

Zweikreis-Kühlsystem

Das Kühlsystem ist im Motor in zwei Kreisläufe aufgeteilt. Ein Drittel des Kühlmittels im Motor strömt zu den Zylindern und zwei Drittel zu den Brennräumen im Zylinderkopf.

— Querstromkühlung
im Zylinderkopf,
Kühlmitteltemperatur 87 °C

— Längskühlung
im Zylinderblock,
Kühlmitteltemperatur 105 °C

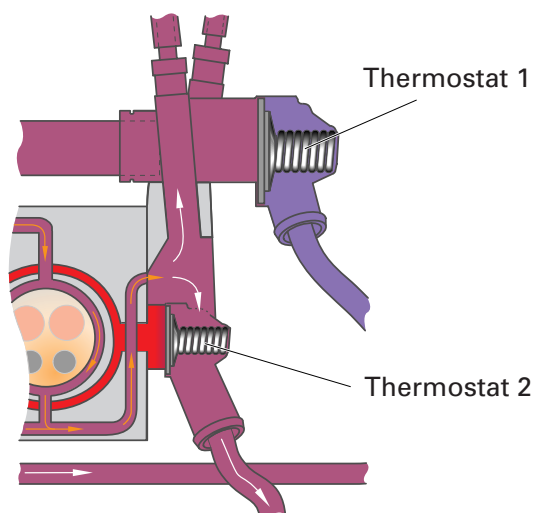


Stellung der Thermostate bis 87 °C

Beide Thermostate sind geschlossen, dadurch wird der Motor schneller erwärmt.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungs-Wärmetauscher
- Ölkühler
- Abgasrückführungsventil
- Ausgleichsbehälter

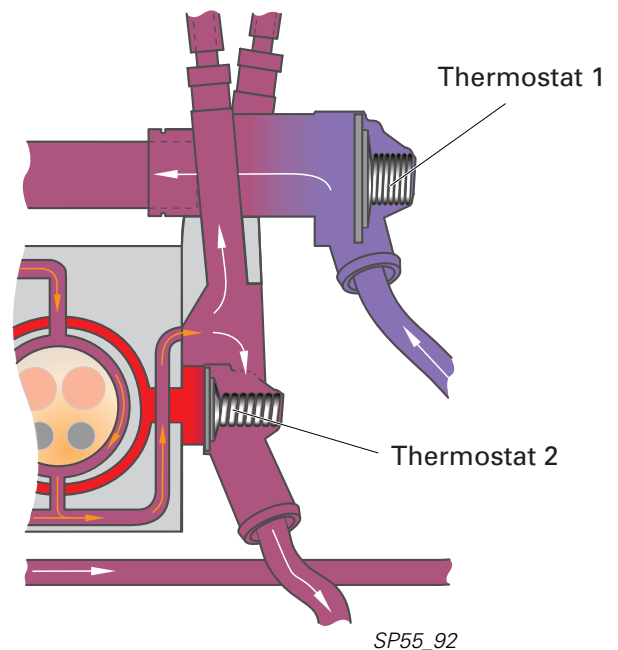


Stellung der Thermostate von 87 °C bis 105 °C

Das Thermostat 1 ist geöffnet und das Thermostat 2 geschlossen. Dadurch wird die Temperatur im Zylinderkopf auf 87 °C geregelt und im Zylinderblock weiter erhöht.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungs-Wärmetauscher
- Ölkühler
- Abgasrückführungsventil
- Ausgleichsbehälter
- **Kühler**

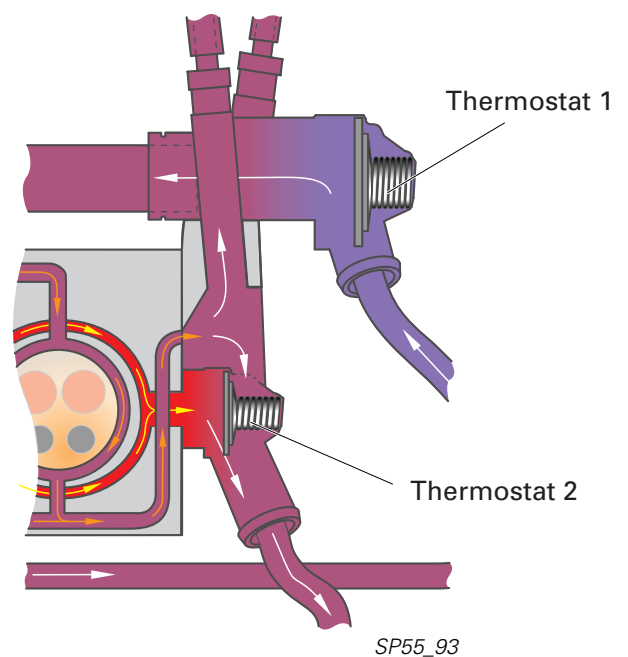


Stellung der Thermostate über 105 °C

Beide Thermostate sind geöffnet. Dadurch wird die Temperatur im Zylinderkopf auf 87 °C und im Zylinderblock auf 105 °C geregelt.

Das Kühlmittel strömt durch folgende Bauteile:

- Kühlmittelpumpe
- Zylinderkopf
- Kühlmittelregler-Gehäuse
- Heizungs-Wärmetauscher
- Ölkühler
- Abgasrückführungsventil
- Ausgleichsbehälter
- Kühler
- **Zylinderblock**



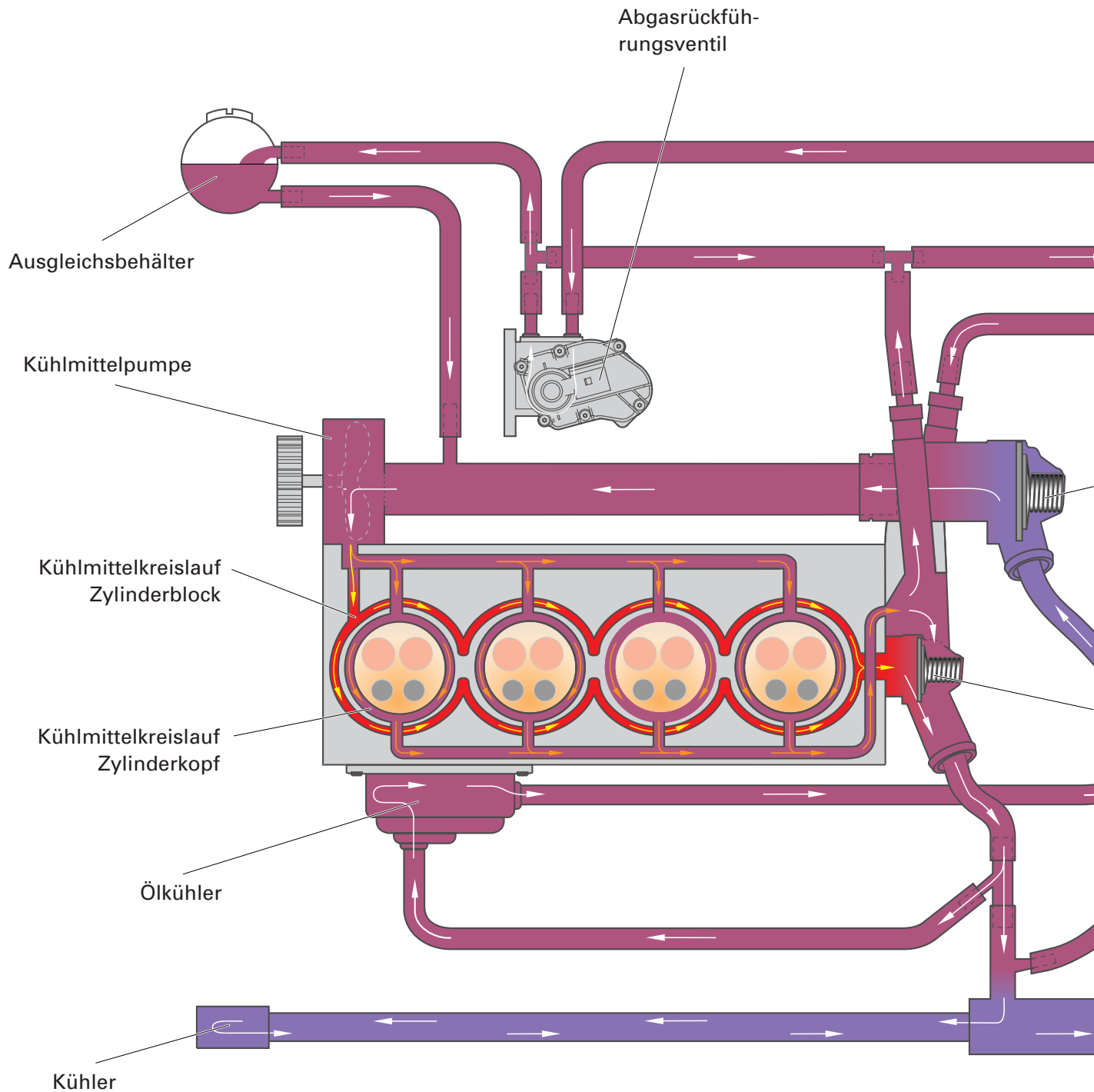
Kühlung

Kühlsystemübersicht

Das Kühlsystem ist als Zweikreis-Kühlsystem ausgeführt. Dabei erfolgt eine getrennte Kühlmittelführung mit unterschiedlichen Temperaturen durch den Zylinderblock und den Zylinderkopf. Gesteuert wird die

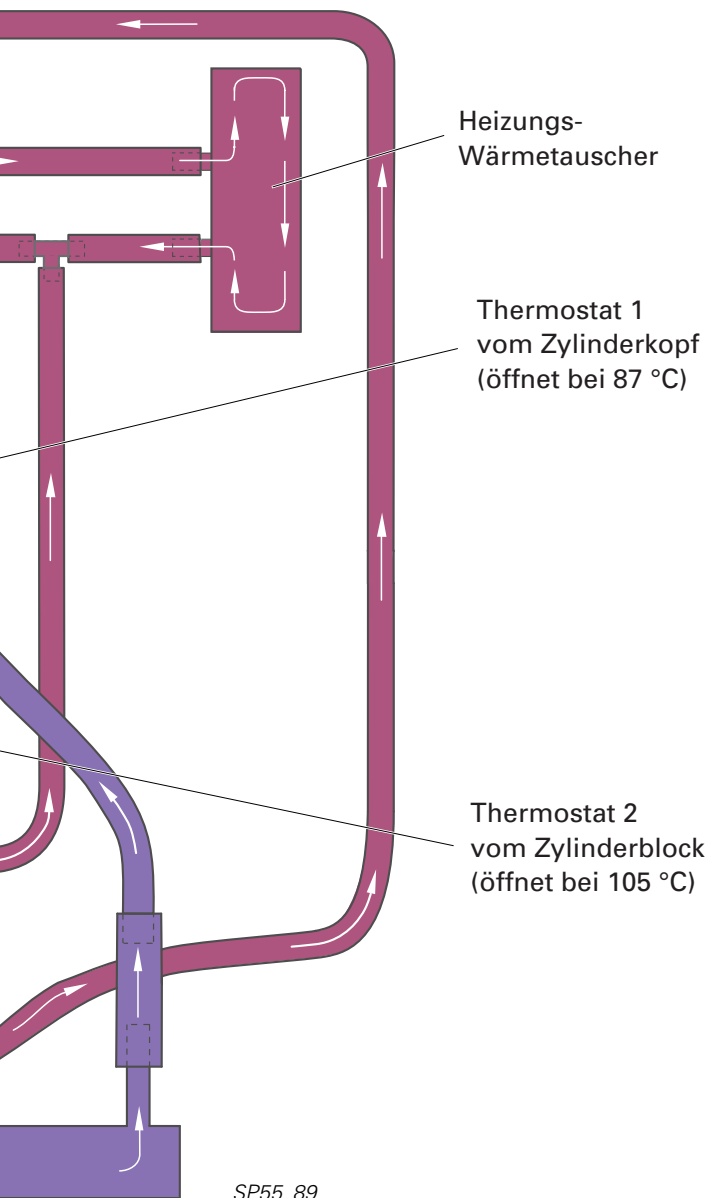
Kühlmittelführung durch zwei Thermostate im Kühlmittelregler-Gehäuse. Das eine für den Zylinderblock und das andere für den Zylinderkopf.

Um eine gleichmäßige Kühlung aller Brennräume zu erreichen, kommt eine Querstromkühlung des Zylinderkopfes zum Einsatz.



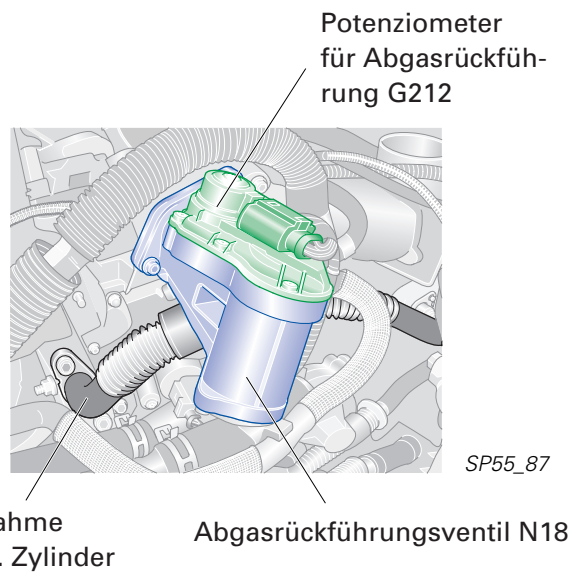
Das Zweikreis-Kühlsystem hat folgende Vorteile:

- Der Zylinderblock wird schneller aufgeheizt, weil das Kühlmittel bis zum Erreichen von 105 °C im Zylinderblock verbleibt.
- Eine geringere Reibung im Kurbeltrieb durch das höhere Temperaturniveau im Zylinderblock.
- Eine bessere Kühlung der Brennräume durch das geringere Temperaturniveau im Zylinderkopf. Dadurch wird eine bessere Füllung bei geringerer Klopfgefahr erreicht.



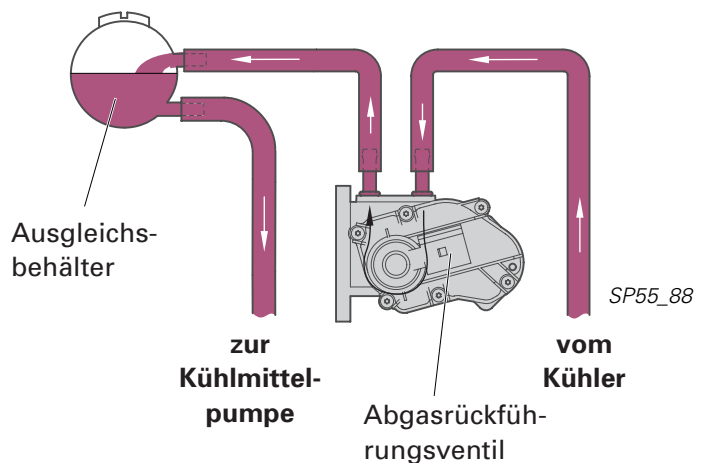
Abgasrückführungsventil N18 AGR

Das Abgasrückführungsventil N18 mit dem Potenziometer für Abgasrückführung G212 ist am Zylinderkopf angeschraubt. Das Ventil ist für hohe Abgasrückführungsmengen ausgelegt. Das Abgas wird direkt am 4. Zylinder des Zylinderkopfes entnommen.



Kühlung des Abgasrückführungsventils

Durch die nahe Anordnung zur Abgasentnahmestelle muss das Abgasrückführungsventil gekühlt werden. Es ist in den Kühlmittelkreislauf des Motors integriert. Dadurch wird das Abgasrückführungsventil vor zu hohen Temperaturen geschützt.



Sensoren und Geber

Motorlasterfassung

Die Motorlast wird aus Signalen von folgenden Gebern vom Steuergerät für Motronic J220 (Motorsteuergerät) berechnet:

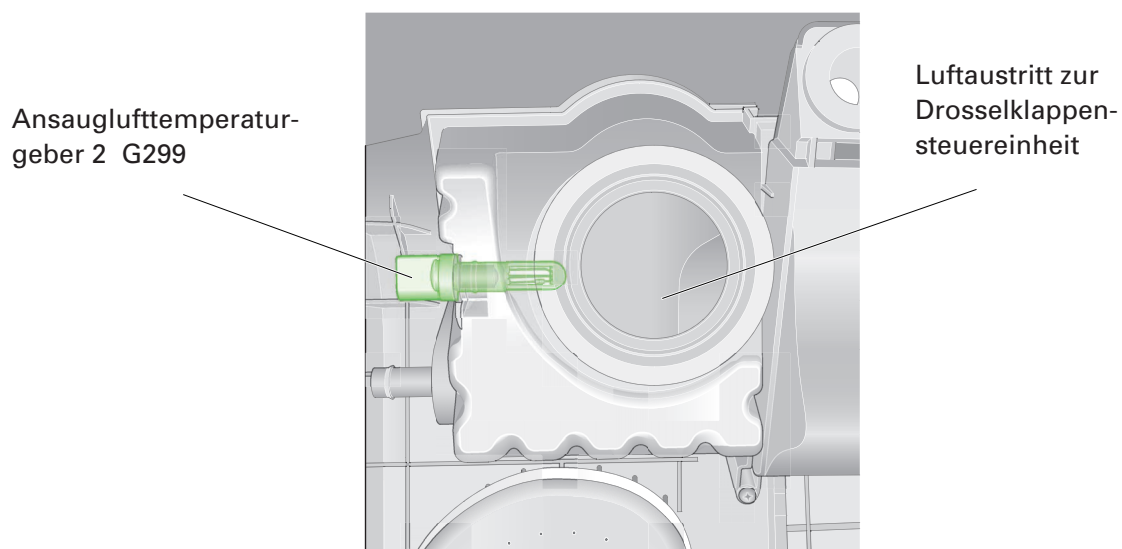
- Ansauglufttemperaturgeber 2 G299
- Höhengeber im Steuergerät für Motronic J220 (Motorsteuergerät)
- Saugrohrdruckgeber G71
- Ansauglufttemperaturgeber G42
- Motordrehzahlgeber G28
- Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb G187 bei Gasbetätigung
- Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb G188 bei Gasbetätigung
- Potenziometer für Saugrohrklappe G336
- Hallgeber G40

Ansauglufttemperaturgeber 2 G299

Der Geber ist in der Motorabdeckung vor der Drosselklappensteuereinheit verbaut.

Signalverwendung

Der Geber erfasst die Temperatur der angesaugten Frischluft und gibt das Temperatursignal an das Motorsteuergerät weiter. Das Motorsteuergerät berechnet aus diesem Signal und aus dem Signal vom Saugrohrdruckgeber G71 die Masse der angesaugten Luft.



SP55_106

Abgasrückführungsmenge

Bei FSI-Motoren ist eine möglichst hohe Abgasrückführungsmenge erforderlich, um damit die Stickstoffoxid-Emissionen zu verringern. Damit die Abgasmenge dicht an die Laufgrenze herangeführt werden kann, muss sie genau berechnet werden.

Zur Berechnung der Abgasrückführungsmenge werden die berechnete Motorlast sowie Signale von folgenden Gebern benötigt:

- Saugrohrdruckgeber G71
- Ansauglufttemperaturgeber G42
- Höhenggeber im Steuergerät für Motronic J220 (Motorsteuergerät) – dient zur Berechnung des Abgasdruckes
- Abgastemperaturgeber 1 G235

Arbeitsweise

Wird über die Abgasrückführung Abgas zugeführt, dann erhöht sich die Saugrohrfüllung um die zugeführte Abgasmenge und der Saugrohrdruck steigt. Der Saugrohrdruckgeber misst diesen Druck und sendet ein entsprechendes Spannungssignal an das Motorsteuergerät. Aus diesem Signal wird die Gesamtmenge (Frischlufte und Abgas) bestimmt. Von dieser Gesamtmenge zieht das Motorsteuergerät die Frischluftmasse aus der berechneten Motorlast ab und erhält so die Abgasmenge.

Saugrohrdruckgeber G71 und Ansauglufttemperaturgeber G42

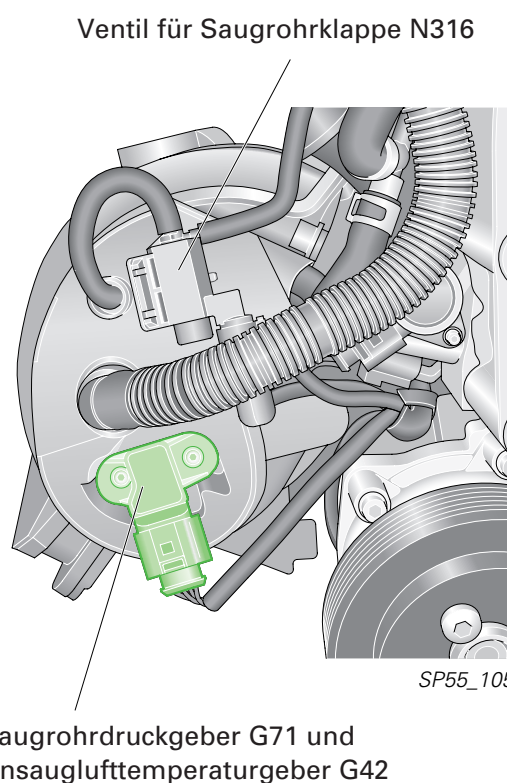
Dieses Kombigerät ist am Kunststoffsaugrohr, in Fahrtrichtung rechts, befestigt.

Signalverwendung

Die Geber messen den Druck und die Temperatur im Saugrohr und geben ein entsprechendes Signal an das Motorsteuergerät weiter. Es berechnet daraus die Masse der angesaugten Luft und bei aktivierter Abgasrückführung auch die Masse der Abgase im Saugrohr.

Auswirkung bei Signalausfall

Fällt ein Signal von diesen Gebern aus, wird die Abgasmenge vom Motorsteuergerät nach im Kennfeld gespeicherten Werten festgelegt. Die Abgasrückführungsmenge wird jedoch reduziert.



Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410

Der Geber ist in der Kraftstoff-Vorlaufleitung zur Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbaut. Er misst den Kraftstoffdruck im Niederdruck-Kraftstoffsystem und sendet ein Signal an das Motorsteuergerät.

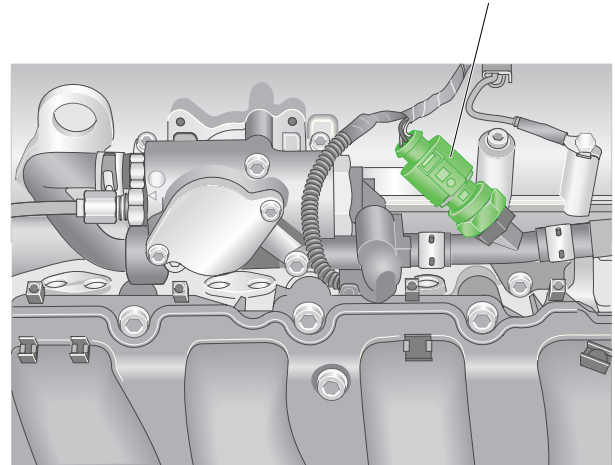
Signalverwendung

Mit dem Signal wird der Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem geregelt. Im Normalbetrieb im Bereich 0,05–0,5 MPa und beim Kalt- und Heißstart auf 0,6 MPa.

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Gebers für Kraftstoffdruck aus, wird die elektrische Kraftstoffpumpe für Vorförderung auf einen festen Wert geregelt.

Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410



SP55_86

Kraftstoffdruckgeber G247

Der Geber befindet sich am Saugrohr-Unterteil und ist in das Kraftstoff-Verteilerrohr eingeschraubt. Er misst den Kraftstoffdruck im Hochdruck-Kraftstoffsystem und sendet das Signal an das Motorsteuergerät.

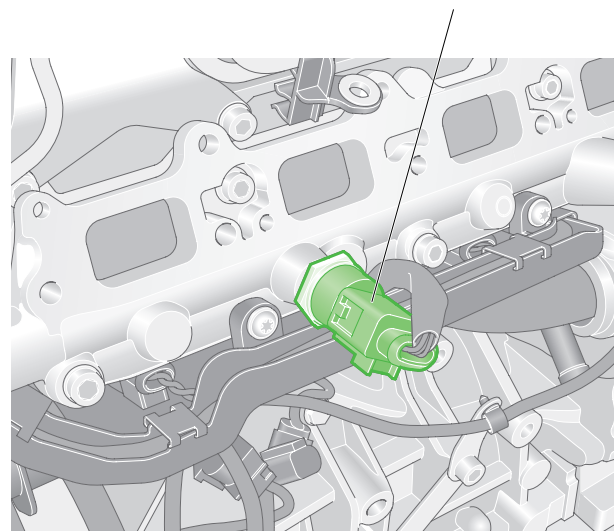
Signalverwendung

Das Motorsteuergerät wertet die Signale aus und regelt über das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe den Druck im Kraftstoff-Verteilerrohr.

Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Gebers für Kraftstoffdruck aus, wird das Regelventil für Kraftstoffdruck mit einem festen Wert vom Motorsteuergerät angesteuert.

Kraftstoffdruckgeber G247



SP55_47

PCV-Regelventil bei 1,6 l FSI-Motor

Das PCV-Regelventil ist am Steuergehäuse angeschraubt.

Es sorgt für konstanten Unterdruck im Kurbelgehäuse und eine gute Durchlüftung des Kurbelgehäuses.



Hinweis:
Nähere Informationen zur Kurbelgehäuseentlüftung und zum PCV-Regelventil finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 45.

PCV-Regelventil



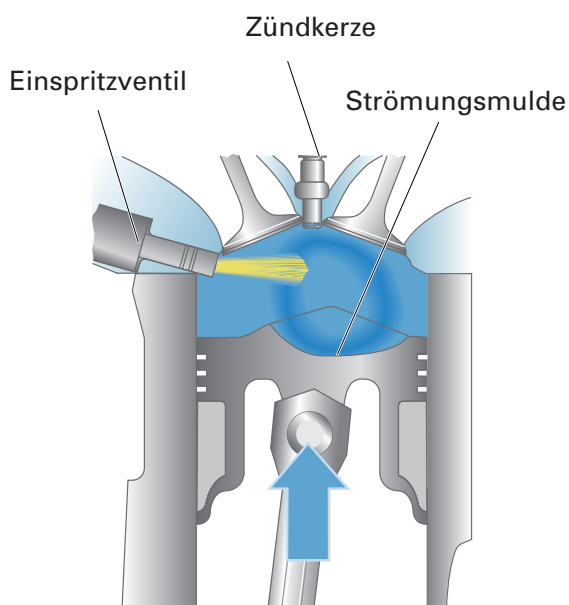
SP55_82

Entlüftungsschlauch

Kolbenform 2,0 l FSI-Motor

Die Strömungsmulde im Kolben verstärkt den Tumble-Effekt der eingeströmten Luft.

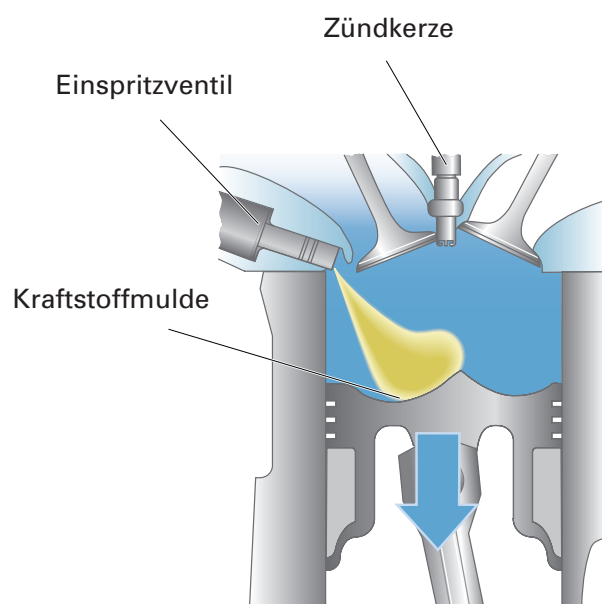
Beim Schichtladungs-Betrieb wird der Kraftstoff in den zündkerzennahen Bereich eingespritzt. Die Kraftstoffwolke kommt praktisch nicht mit dem Kolbenboden in Berührung („strahlgeführtes“ Verfahren).



SP55_99

Kolbenform 1,6 l FSI-Motor

Beim 1,6 l FSI-Motor wird der Kraftstoff in Richtung Kraftstoffmulde, in Nähe des Einspritzventils, während des Ansaugens gespritzt. Der Kraftstoff hat damit genug Zeit zur Zerstäubung.



SP55_98

Anhang

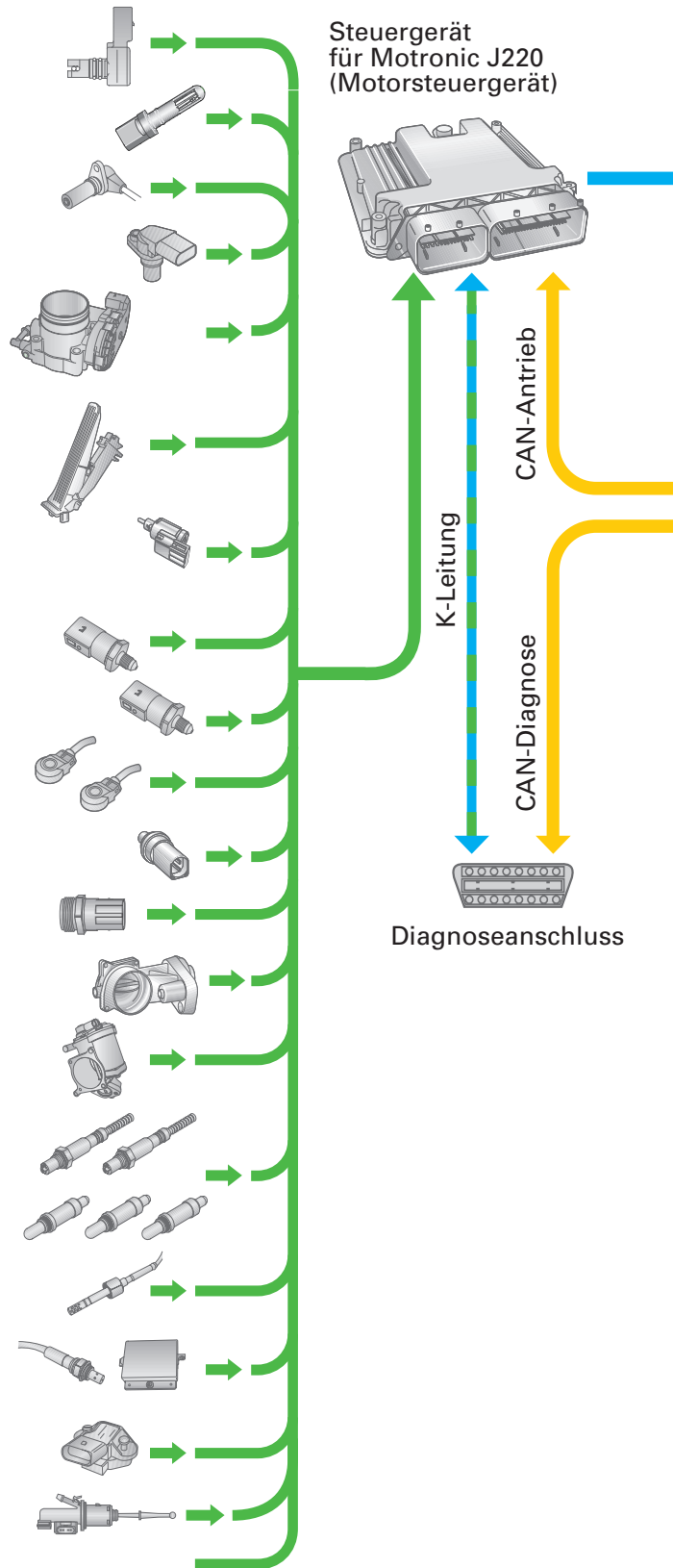
Systemübersicht

Für die Motoren 2,0 l/110 kW (BLX, BLR, BLY)
und den Motor 1,6 l/85 kW (BLF)

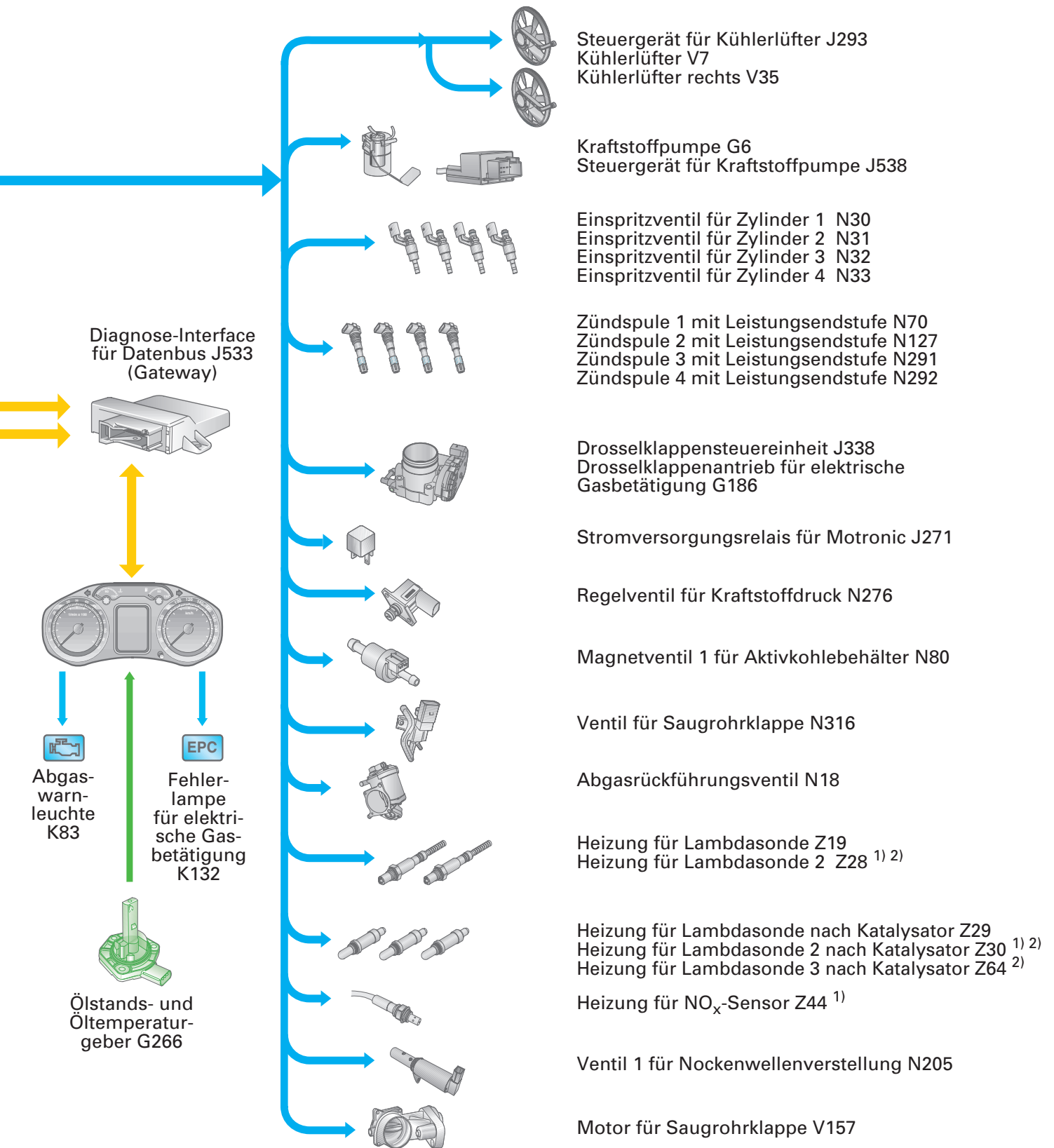
- Saugrohrdruckgeber G71
- Ansauglufttemperaturgeber G42
- Ansauglufttemperaturgeber 2 G299
- Motordrehzahlgeber G28
- Hallgeber G40
- Drosselklappensteuereinheit J338
- Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb G187
- Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb G188
- Gaspedalstellungsgeber G79
- Geber 2 für Gaspedalstellung G185
- Bremslichtschalter F
- Bremspedalschalter F47
- Kraftstoffdruckgeber G247
- Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410
- Klopfsensor 1 G61
- Klopfsensor 2 G66³⁾
- Kühlmitteltemperaturgeber G62
- Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83
- Potenziometer für Saugrohrklappe G336
- Potenziometer für Abgasrückführung G212
- Lambdasonde G39
- Lambdasonde 2 G108^{1) 2)}
- Lambdasonde nach Katalysator G130
- Lambdasonde 2 nach Katalysator G131^{1) 2)}
- Lambdasonde 3 nach Katalysator G287²⁾
- Abgastemperaturgeber 1 G235¹⁾
- NO_x-Sensor G295¹⁾
- Steuergerät für NO_x-Sensor J583¹⁾
- Drucksensor für Bremskraftverstärkung G294
- Kupplungspositionsgeber G476

- Zusatzsignale:**
- Schalter für GRA
 - Drehstromgenerator Klemme DFM
 - Klemme 50 Anlasssignal
 - Klimakompressor EIN

Sensoren



Aktoren



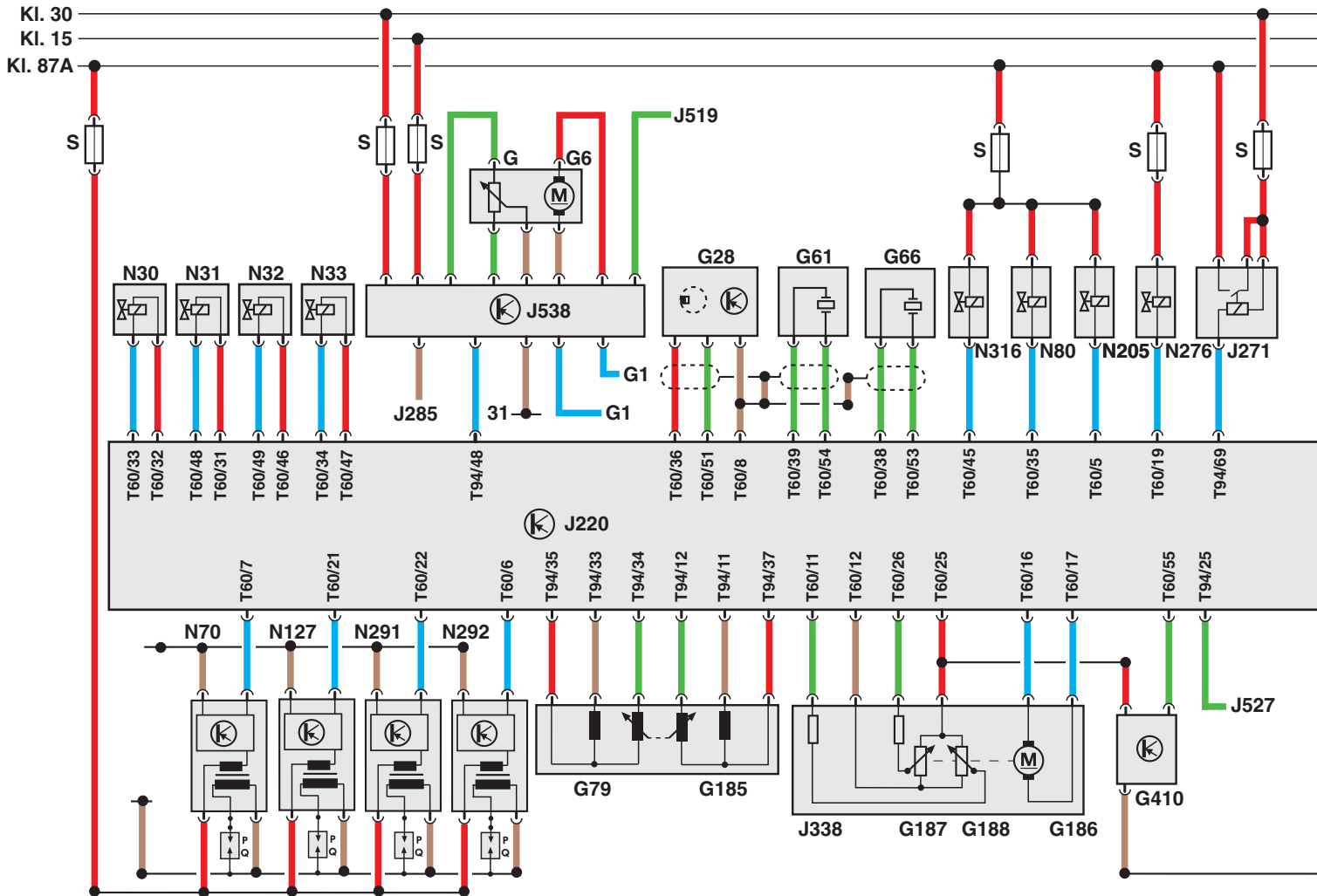
SP55_25

- 1) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLX
- 2) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLR
- 3) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLX, BLX und BLY

Anhang

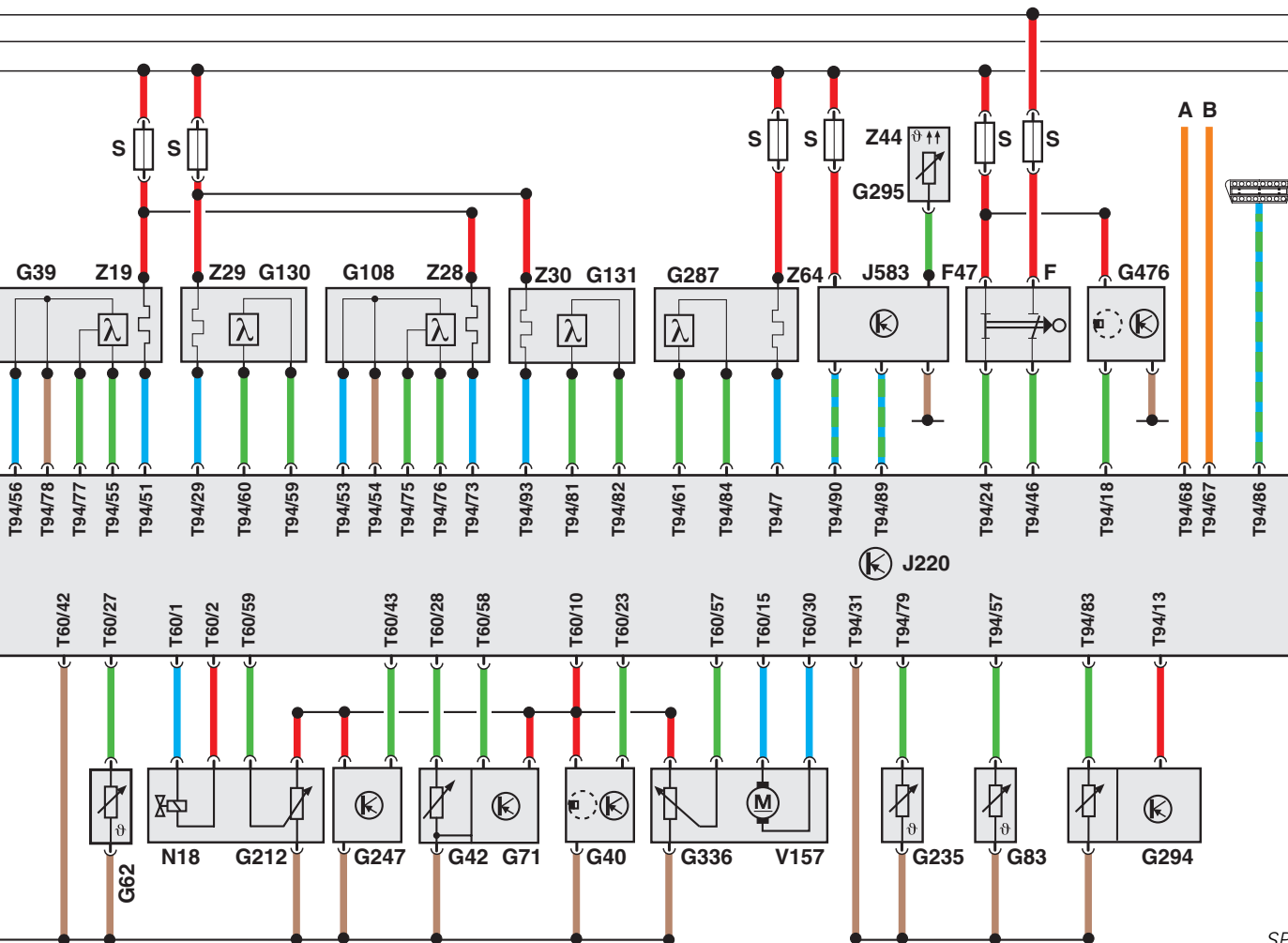
Funktionsplan

Für Motoren 2,0 l/110 kW (BLX, BLR, BLY) und 1,6 l/85 kW (BLF)



- A Can-Datenbus – Low
- B Can-Datenbus – High
- F Bremslichtschalter
- F47 Bremspedalschalter
- G Geber für Kraftstoffvorratsanzeige
- G1 Kraftstoffvorratsanzeige
- G6 Kraftstoffpumpe für Vorförderung
- G28 Motordrehzahlgeber
- G39 Lambdasonde
- G40 Hallgeber
- G42 Ansauglufttemperaturgeber
- G61 Klopfsensor 1
- G62 Kühlmitteltemperaturgeber
- G66 Klopfsensor 2 ³⁾
- G71 Saugrohrdruckgeber
- G79 Gaspedalstellungsgeber
- G83 Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang
- G108 Lambdasonde 2 ^{1) 2)}
- G130 Lambdasonde nach Katalysator
- G131 Lambdasonde 2 nach Katalysator ^{1) 2)}
- G185 Geber 2 für Gaspedalstellung
- G186 Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung


- G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
- G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
- G212 Potenziometer für Abgasrückführung
- G235 Abgastemperaturgeber 1 ¹⁾
- G247 Kraftstoffdruckgeber
- G287 Lambdasonde 3 nach Katalysator ²⁾
- G294 Drucksensor für Bremskraftverstärkung
- G295 NO_x-Sensor ¹⁾
- G336 Potenziometer für Saugrohrklappe
- G410 Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck
- G476 Kupplungspositionsgeber
- G519 Bremsdruckgeber vorn rechts
- J220 Steuergerät für Motronic
- J271 Stromversorgungsrelais für Motronic
- J285 Steuergerät im Schalttafeleinsatz
- J338 Drosselklappensteuereinheit
- J527 Steuergerät für Lenksäulenelektronik
- J538 Steuergerät für Kraftstoffpumpe
- J583 Steuergerät für NO_x-Sensor ¹⁾
- N18 Abgasrückführungsventil
- N30 Einspritzventil für Zylinder 1
- N31 Einspritzventil für Zylinder 2

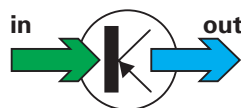


SP55_26

- N32 Einspritzventil für Zylinder 3
- N33 Einspritzventil für Zylinder 4
- N70 Zündspule 1 mit Leistungsendstufe
- N80 Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter
- N127 Zündspule 2 mit Leistungsendstufe
- N205 Ventil 1 für Nockenwellenverstellung
- N276 Regelventil für Kraftstoffdruck
- N291 Zündspule 3 mit Leistungsendstufe
- N292 Zündspule 4 mit Leistungsendstufe
- N316 Ventil für Saugrohrklappe
- P Zündkerzenstecker
- Q Zündkerze
- S Sicherung
- V157 Motor für Saugrohrklappe
- Z19 Heizung für Lambdasonde
- Z28 Heizung für Lambdasonde 2 ^{1) 2)}
- Z29 Heizung für Lambdasonde nach Katalysator
- Z30 Heizung für Lambdasonde 2 nach Katalysator ^{1) 2)}
- Z44 Heizung für NO_x-Sensor ¹⁾
- Z64 Heizung für Lambdasonde 3 nach Katalysator ²⁾

Farbcodierung

- █ Eingangssignal
- █ Ausgangssignal
- █ █ Bidirektional
- █ Versorgungsspannung
- █ Masse
- █ CAN-Datenbus
-  Diagnoseanschluss



- 1) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLX
- 2) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLR
- 3) Motor 2,0 l/110 kW mit Kennbuchstaben BLX, BLR und BLY