Service.

Selbststudienprogramm 252

Der 1,4 l-77 kW Motor mit Benzin-Direkteinspritzung im Lupo FSI

Konstruktion und Funktion



Beim Lupo FSI setzt Volkswagen erstmalig einen Benzin-Motor mit Direkteinspritzung ein.
Es ist ein 1,4l-Motor mit 77kW/ 105 PS.

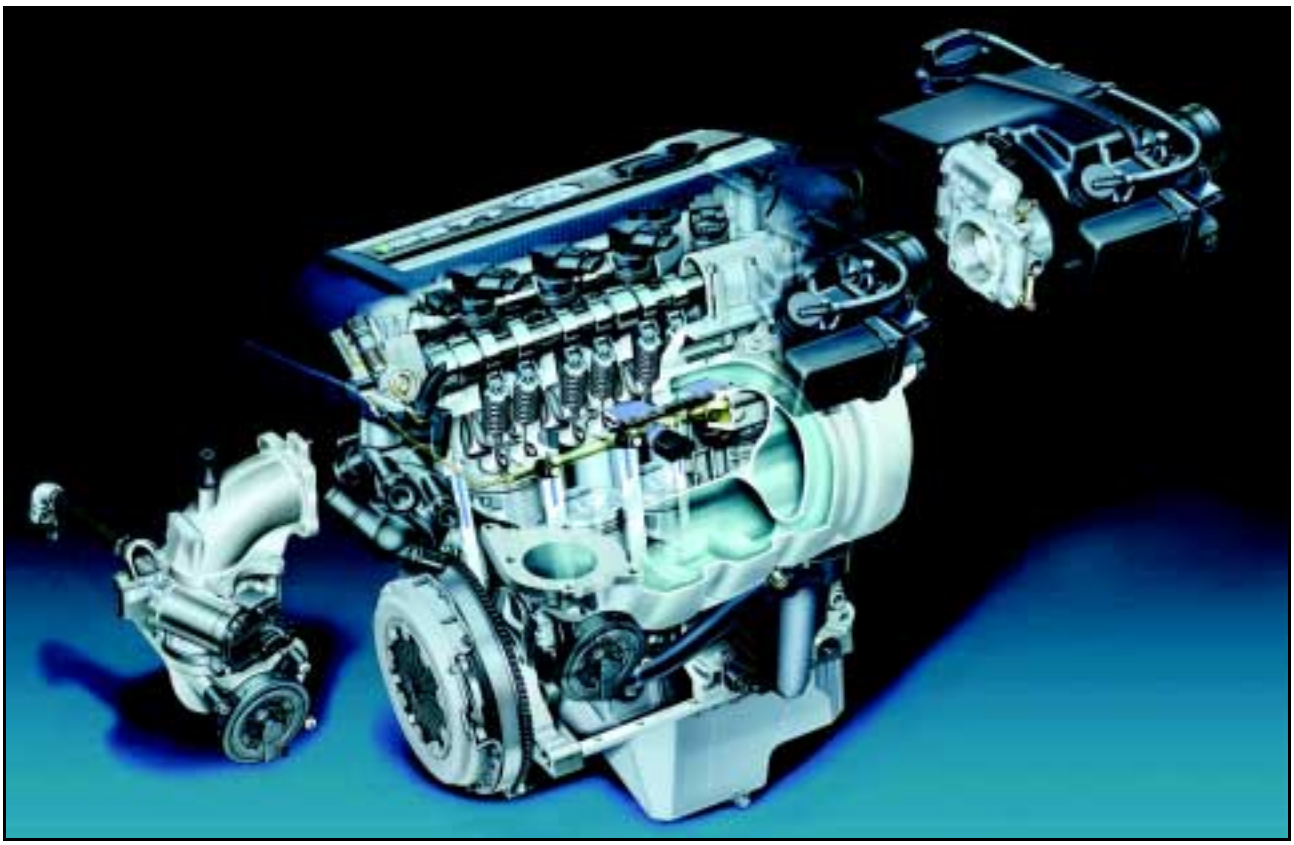
Die Abkürzung **FSI** steht für **F**uel **S**tratified **I**njection und bedeutet geschichtete Kraftstoff-Einspritzung. Damit wird die Art der Einspritzung in der kraftstoffsparenden Betriebsart bezeichnet.

Vor allem durch die Benzin-Direkteinspritzung wird der Kraftstoffverbrauch um bis zu 15% gegenüber einem vergleichbaren Motor mit Saugrohreinspritzung gesenkt.

Es wurden jedoch auch an der Motormechanik Änderungen vorgenommen, um den Kraftstoff-verbrauch weiter zu verringern.

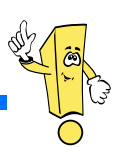


Beachten Sie zum Thema Benzin-Direkteinsprit-zung auch das Selbststudienprogramm 253, in dem das Motormanagement des 1,4l-77kW-Motors beschrieben ist.



252_110

NEU





Achtung
Hinweis

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

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

Inhaltsübersicht

Einleitung **4**

Technische Daten 5

Motormechanik **6**

Zahnriementrieb 6

Saugrohr mit Saugrohr-Unterteil 7

Zylinderkopf 8

Nockenwellen 9

Nockenwellenverstellung 10

Zylinderblock 14

Kurbelgehäuseentlüftung 16

Kolben 17

Motormanagement **18**

Systemübersicht 18

Motorsteuergerät 20

Betriebsarten 21

Ansaugsystem 26

Kraftstoffsystem 34

Abgassystem 39

Kühlsystem 49

Funktionsplan 50

Prüfen Sie Ihr Wissen **52**

Service **54**

Spezialwerkzeuge 54

Einleitung

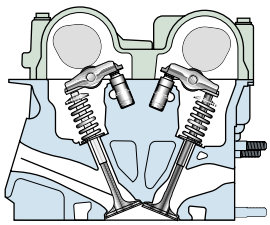
Der 1,4l–77kW Motor mit Benzin-Direkteinspritzung ist eine Weiterentwicklung vom 1,4l–74kW Motor des Polos Modelljahr 2000.



252_077

Unten sehen Sie Teile der Motormechanik, dievom 1,4l-74kW Motor des Polos übernommen wurden. Eine genauere Beschreibung finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 196.

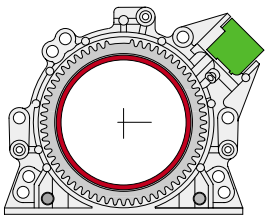
Ventiltrieb



Der Ventiltrieb besteht aus den Ventilen, den Rollenschlepphebeln und den Abstützelementen.

252_004

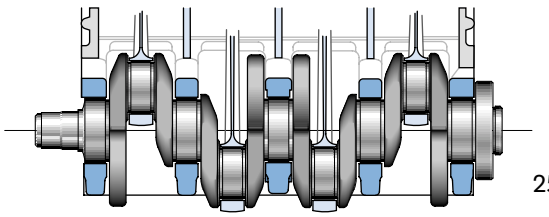
Dichtflansch mit integriertem Geberrad



Auf der Kupplungsseite wird ein Dichtflansch mit integriertem Geberrad für den Geber für Motordrehzahl G28 verwendet.

252_047

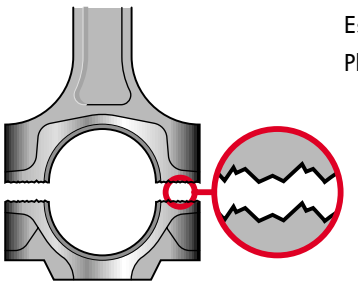
Kurbelwelle



252_010

Die Kurbelwelle ist fünffach gelagert. Die Lagerdeckel dürfen nicht gelöst werden.

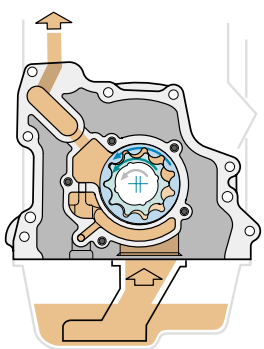
Pleuel



Es werden gecrackte Pleuel verwendet.

252_009

Ölpumpe



Als Ölpumpe wird die Duo-Centric Ölpumpe verwendet.

252_045

Ölkühler



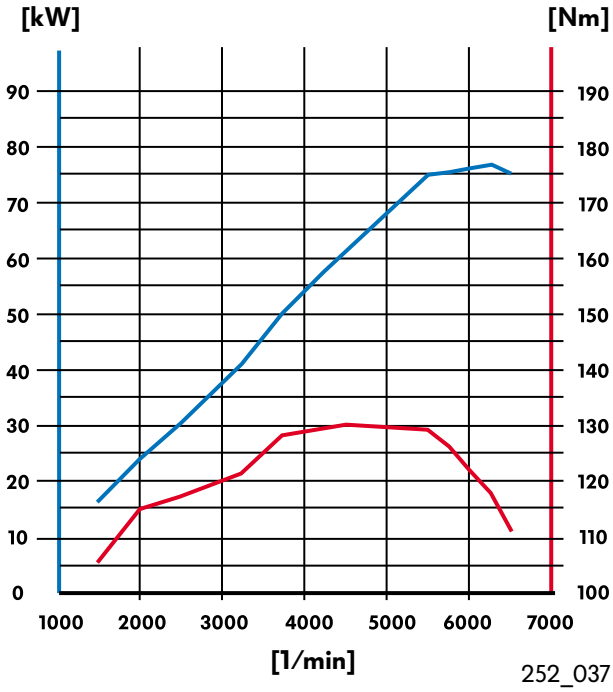
252_011

Wegen dem erhöhten Wärmeeintrag in das Motoröl kommt ein in das Kühlsystem integrierter Ölkühler zum Einsatz. Er wurde vom 1,6l-92 kW-Motor übernommen.

Der 1,4l-77kW Motor

Die maximale Leistung von 77kW steht bei 6200 1/min zur Verfügung.
Bei einer Drehzahl von 4500 1/min wird ein maximales Drehmoment von 130 Nm erreicht.

Der Lupo FSI verfügt wie der Lupo 3L über einen ECO-Modus. Dort wird ein durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch nach MVEG-Norm von 4,9 l/ 100 km erreicht. Die Drehzahl wird auf 4000 1/min begrenzt und die Vollast-Einspritzmenge verringert. Die maximale Leistung von 51 kW und das maximale Drehmoment von 125 Nm werden bei 4000 1/min erreicht.
Die Leistungs- und Drehmomentwerte liegen bis 4000 1/min cirka 3 % unter denen im nebenstehenden Diagramm.



Die Unterschiede zum Lupo 3L

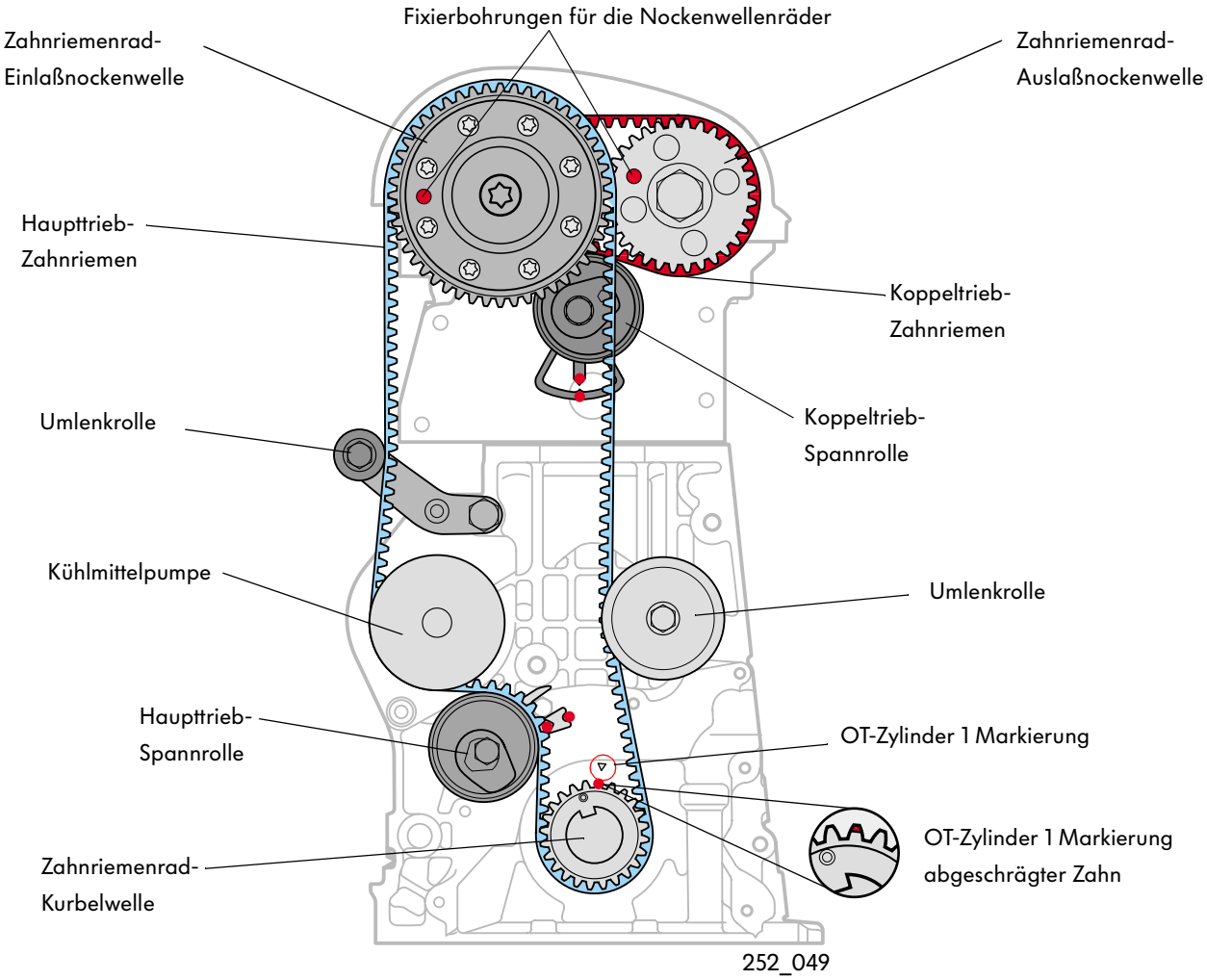
- Der Lupo FSI hat keine Stop-Start Funktion. Das heißt, in Standphasen läuft der Motor weiter. Dadurch wird ein Abkühlen der Katalysatoren unterhalb ihrer Arbeitstemperatur verhindert.
- In Schubphasen wird nicht ausgekuppelt. Dadurch bleibt die Schubabschaltung möglichst lange aktiv.

Motorkennbuchstabe	ARR
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor
Ventile pro Zylinder	4
Hubraum in cm³	1390
Bohrung / Hub in mm	76,5 / 75,6
Verdichtungsverhältnis	11,5 : 1
Motormanagement	Bosch Motronic MED 7.5.10
Kraftstoff	Super Plus bleifrei mit ROZ 98
Abgasnachbehandlung	Lambda-Regelung, drei Wege Katalysator, NOx-Speicherkatalysator
Abgasnorm	EU 4



Der Motor kann bei Leistungs- und Drehmomentverlusten sowie einem erhöhten Kraftstoffverbrauch mit Super bleifrei ROZ 95 betrieben werden. Der erhöhte Kraftstsoffverbrauch resultiert aus dem höheren Schwefelgehalt im Kraftstoff, der sich vor allem bei einem Benzin-Direkteinspritzer nachteilig auswirkt.

Zahnriementrieb



Der Zahnriementrieb wurde vom 1,6l-92kW Motor des Polo GTI übernommen.

Im Haupttrieb wird die Kühlmittelpumpe und die Einlaßnockenwelle von der Kurbelwelle angetrieben.
Eine halbautomatische Spannrolle und zwei Umlenkrollen stabilisieren den Lauf des Zahnriemens.

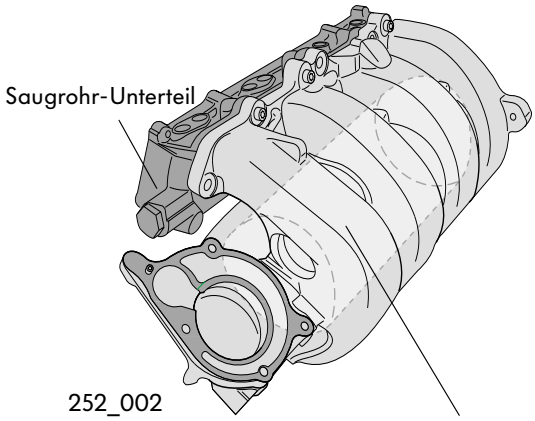
Im Koppeltrieb treibt die Einlaßnockenwelle die Auslaßnockenwelle über einen zweiten Zahnriemen an. Durch eine halbautomatische Spannrolle wird der Zahnriemen gespannt.

Das Saugrohr

Es besteht aus Aluminium-Druckguß.

In das Saugrohr ist eine Kammer eingegossen, die als Unterdruckspeicher dient. Dieser stellt sicher, daß der nötige Unterdruck zum Steuern der Saugrohrklappen im Saugrohr-Unterteil immer vohanden ist.

Weitere Informationen zur Saugrohrklappen-Schaltung finden Sie ab Seite 28.

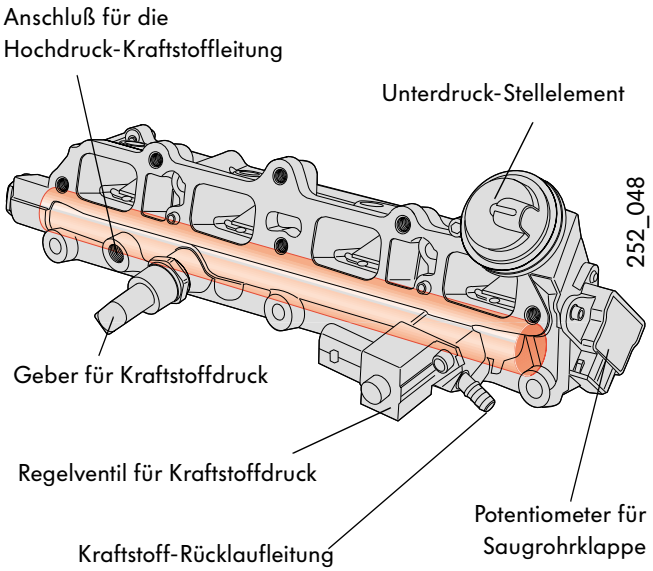


Saugrohr-Unterteil

Es besteht aus Aluminium-Druckguß und ist am Zylinderkopf angeschraubt.

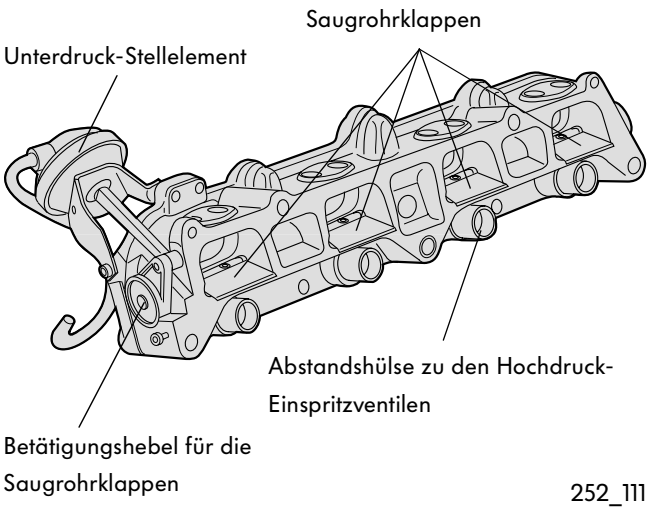
Im beziehungsweise am Saugrohr-Unterteil befinden sich folgende Bauteile:

- vier Saugrohrklappen die den Luftstrom im Zylinderkopf steuern
- ein integriertes Kraftstoffverteilerrohr
- Regelventil für Kraftstoffdruck
- Geber für Kraftstoffdruck
- Potentiometer für Saugrohrklappe
- Unterdruck-Stellelement

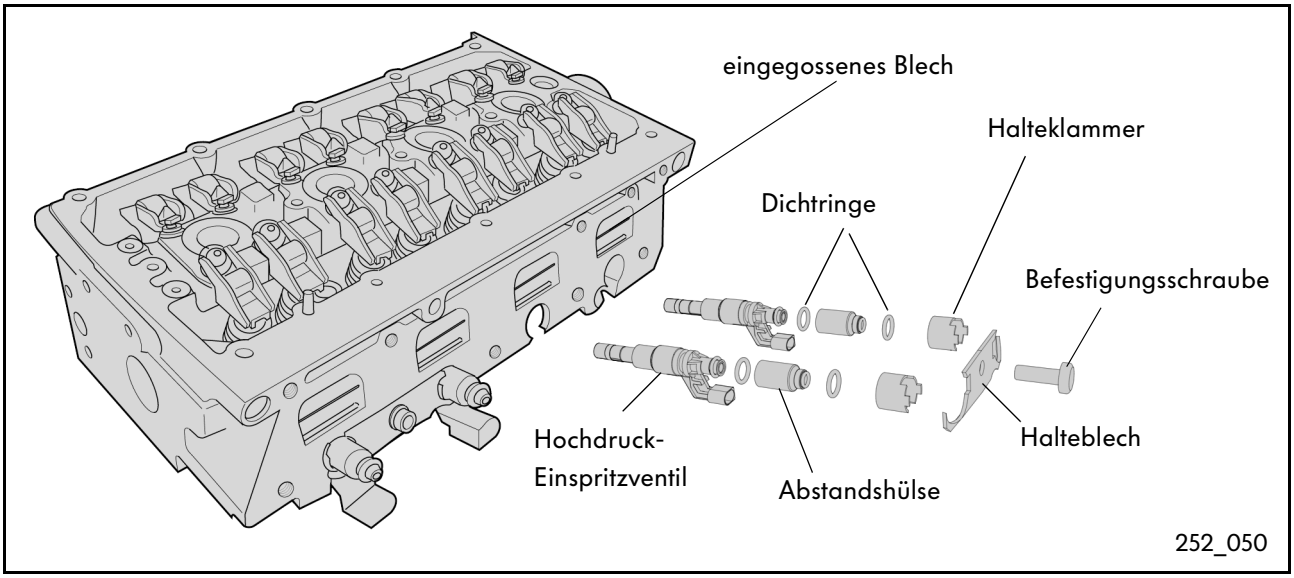




Beim Anbau des Saugrohr-Unterteils an den Zylinderkopf müssen die Saugrohrklappen etwas betätigt werden. Sie dürfen weder zwischen dem Zylinderkopf und dem Saugrohr-Unterteil eingeklemmt werden, noch auf den eingegossenen Blechen im Ansaugkanal des Zylinderkopfes aufliegen.



Der Zylinderkopf

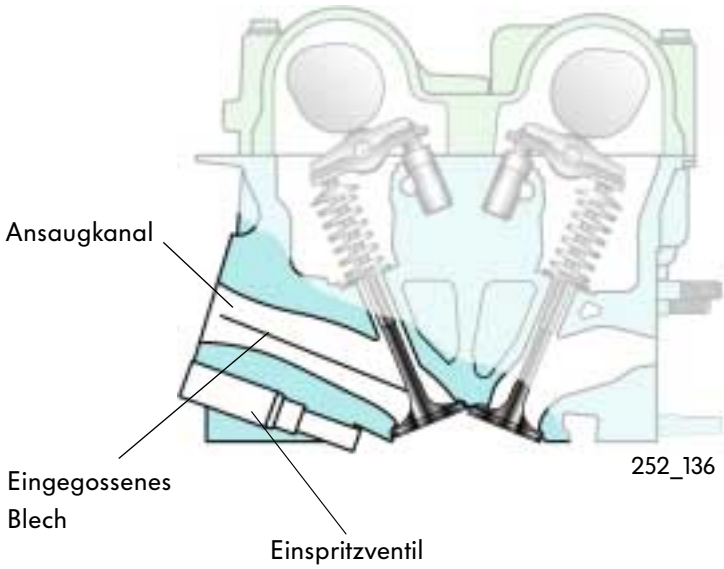


Der Zylinderkopf mit 4-Ventil Technik und Rollenschlepphebeln wurde an die Benzin-Direkteinspritzung angepaßt.

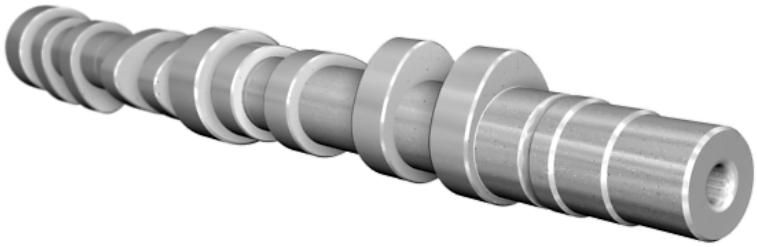
- In ihm sind die Hochdruck-Einspritzventile und der Ventiltrieb integriert.
- Das Saugrohr mit dem Saugrohr-Unterteil und das Nockenwellengehäuse sind angeschraubt.
- Der Ansaugkanal wird durch ein eingegossenes Blech in einen oberen und einen unteren Kanal geteilt.

Besonderheiten am Zylinderkopf

Der Ansaugkanal wird durch ein eingegossenes Blech in einen unteren und oberen Kanal aufgeteilt. Ist der untere Kanal durch die Saugrohrklappen geschlossen, strömt die Luft walzenförmig über den oberen Kanal in den Zylinder. Ist der untere Kanal offen, dann kann die maximale Luftmasse über beide Kanäle in den Zylinder einströmen.



Die Nockenwellen

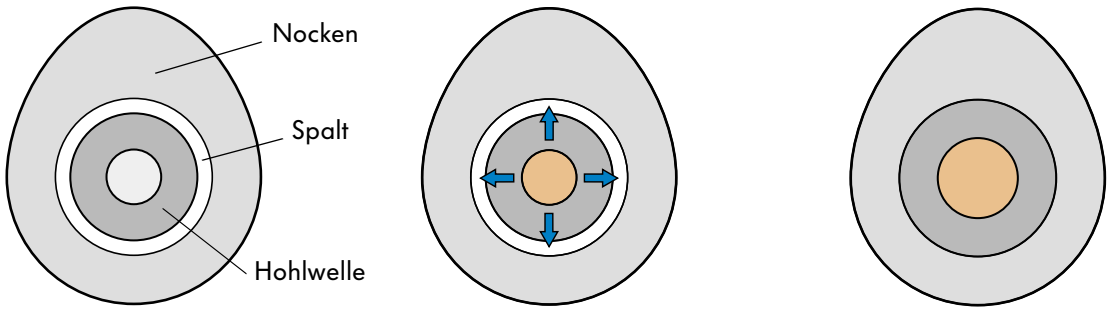


252_001

Es werden gebaute Nockenwellen verwendet. Dabei werden die Nocken auf eine Hohlwelle geschoben und paßgenau fixiert. Anschließend wird die Hohlwelle hydraulisch geweitet und die Nocken sitzen fest.

Die Vorteile der beiden gebauten Nockenwellen gegenüber Graugußwellen:

- Gewichtsersparnis von 1,4 kg
- doppelt so hohe Biegesteifigkeit



Die Nocken werden auf die Nockenwelle geschoben.

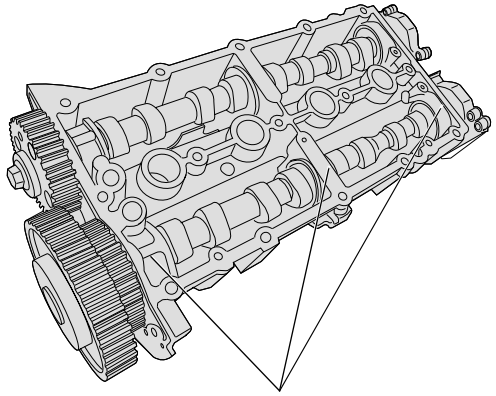
Die Hohlwelle wird hydraulisch im Durchmesser geweitet.

Die Nocken sitzen fest.

252_070

Das Nockenwellengehäuse

Im Nockenwellengehäuse sind die beiden Nockenwellen dreifach gelagert eingesteckt.



dreifache Lagerung

252_038

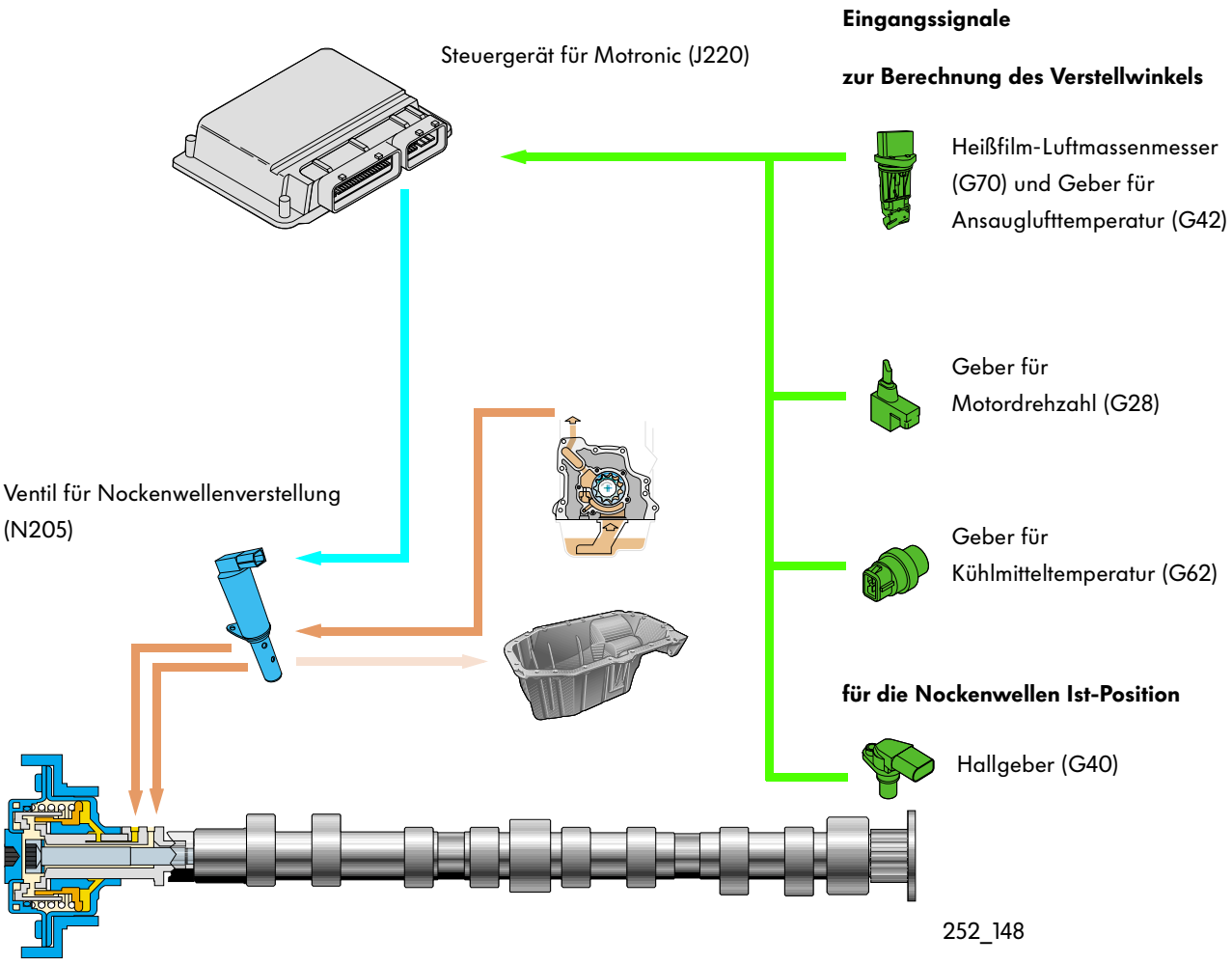
Die Nockenwellenverstellung

Der 1,4l-77kW Motor hat eine stufenlose Einlaß-Nockenwellenverstellung. Sie ist identisch mit der Nockenwellenverstellung vom 1,6l-92kW Motor des Polo GTI.

Sie führt zu:

- einem verbesserten Drehmomentverlauf
- besseren Emmisions- und Verbrauchswerten durch eine optimale innere Abgasrückführung.

Die Verstellung erfolgt oberhalb von 1000 1/min last- und drehzahlabhängig. Sie beträgt maximal 40° Kurbelwinkel von der Grundstellung aus in Richtung „Früh“.

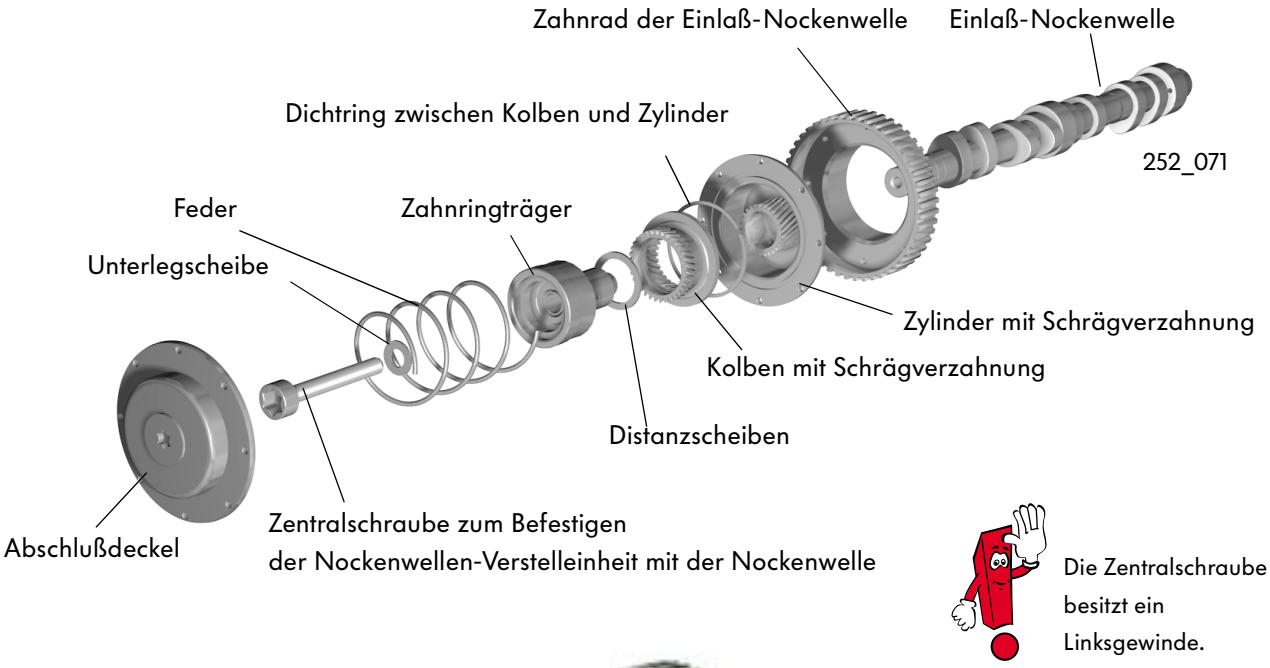


Anhand der Eingangsignale „Last“ und „Drehzahl“ erfolgt die kennfeldabhängige Verstellung der Nockenwelle.
Die Kühlmitteltemperatur dient als zusätzliche Information. Daraufhin wird das Ventil für Nockenwellenverstellung vom Motorsteuergerät angesteuert und gibt den Weg für die Früh- oder Spätverstellung frei.
Die Stellung der Nockenwelle wird vom Hallgeber (G40) erkannt.

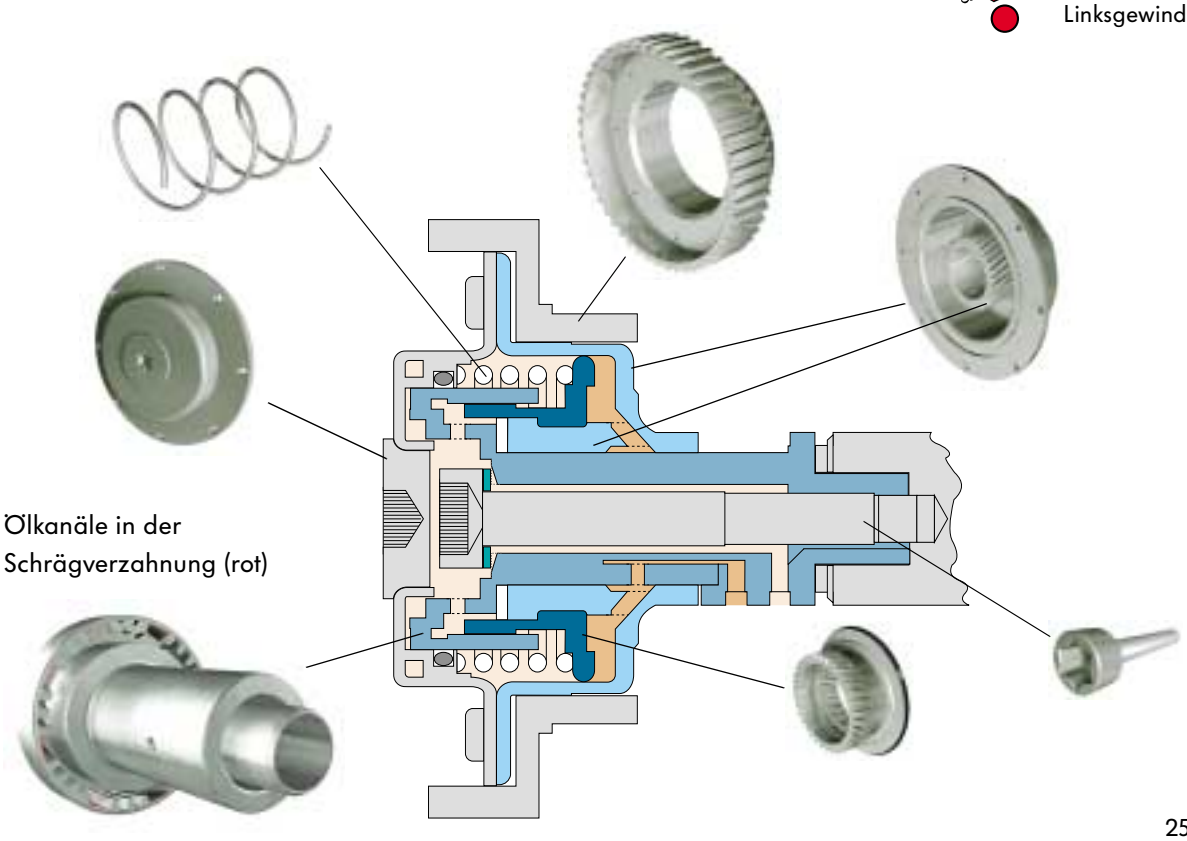
Der Aufbau der Nockenwellen-Verstelleinheit

Die Nockenwellen-Verstelleinheit bildet mit dem Zahnrad der Einlass-Nockenwelle eine Einheit und benötigt dadurch sehr wenig Platz.

Sie ist mit der Einlass-Nockenwelle verschraubt und in den Ölkreislauf des Motors eingebunden.



Die Zentralschraube besitzt ein Linksgewinde.



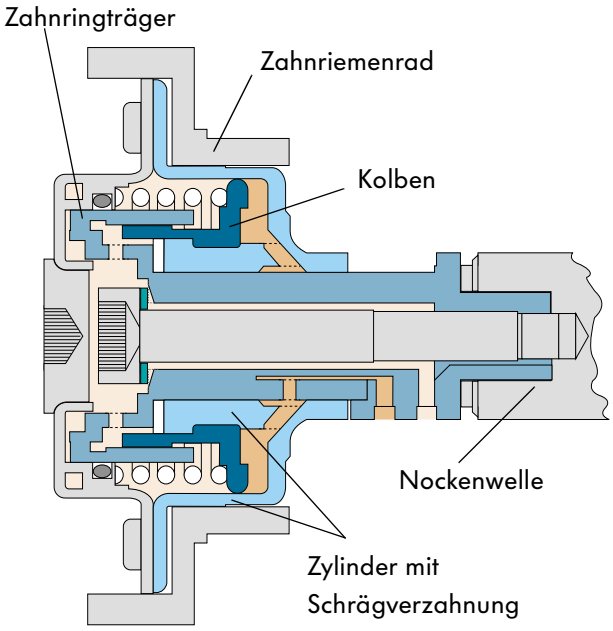
252_121-128

Die Funktion

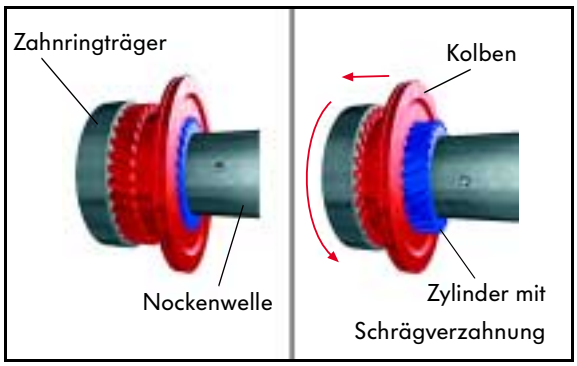
Die Nockenwellen-Verstelleinheit ist mit der Einlaß-Nockenwelle verschraubt. Die Verstellung der Einlaß-Nockenwelle erfolgt nach dem Schrägverzahnungsprinzip.

Das bedeutet:

Der Kolben in der Verstelleinheit kann - durch Öldruck - in der Längsrichtung verschoben werden. Dadurch, daß der Kolben auf einer Schrägverzahnung sitzt, wird er gleichzeitig verdreht.
Mit dem Kolben verdreht sich wiederum der Zahnringträger, der mit der Einlaß-Nockenwelle verschraubt ist. Die Stellung der Nockenwelle wird damit verändert. (Siehe Abb. 252_161)



252_128



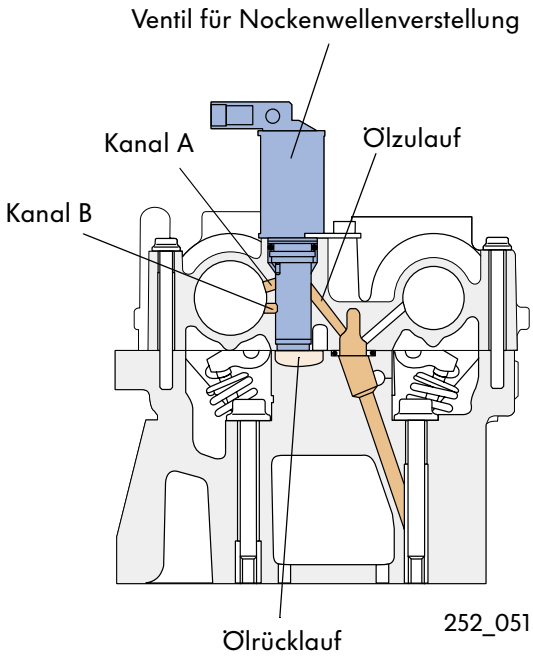
252_161

Das Ventil für Nockenwellenverstellung (N205)

Es befindet sich am Nockenwellengehäuse und ist in den Ölkreislauf des Motors eingebunden.

Je nach Ansteuerung des Ventils für Nockenwellenverstellung wird das Öl in verschiedene Kanäle geleitet. Die Kanäle sind mit den Kammern auf beiden Seiten des Kolbens verbunden.

Über Kanal B erfolgt die „Frühverstellung“, über Kanal A die „Spätverstellung“.



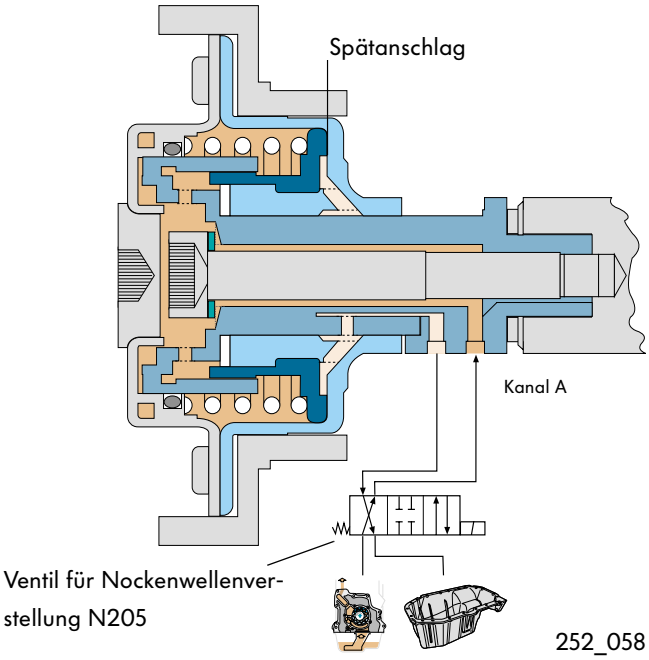
252_051

Die Ansteuerung des Ventils für Nockenwellen-Verstellung

Die Ansteuerung erfolgt vom Motorsteuergerät. Das Ventil für Nockenwellen-Verstellung ist als 4/3 Wege-Ventil ausgeführt. Das bedeutet, es hat vier Anschlüsse und drei Stellungen des Ventils sind möglich.

Die „Spätverstellung“

Bei der Spätverstellung strömt das Öl über Kanal A in die Verstelleinheit. Der Kolben wird in Richtung Spätanschlag gedrückt, bis die Einlaß-Nokkenwelle die berechnete Soll-Position erreicht hat.
Das Öl auf der anderen Seite des Kolbens fließt über den anderen Kanal zurück in den Zylinderkopf.



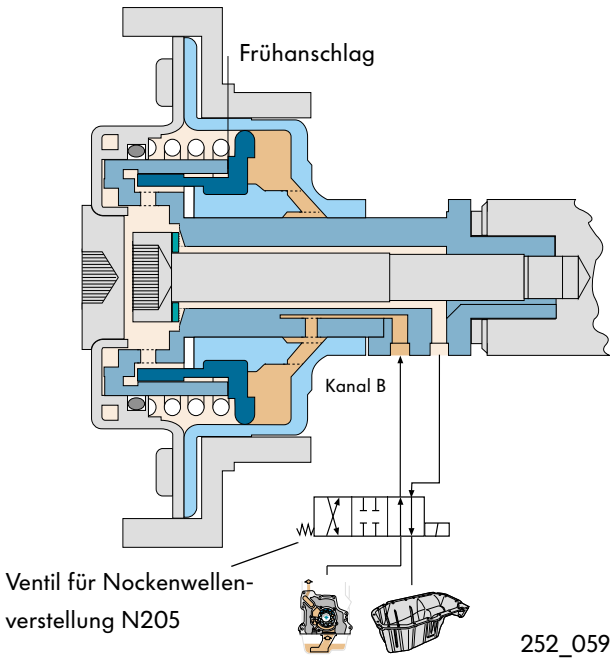
252_058

Die „Frühverstellung“

Für die Frühverstellung wird das Öl in Kanal B geleitet. Der Kolben wird in Richtung Frühanschlag gedrückt, bis die Einlaß-Nockenwelle die berechnete Soll-Position erreicht hat.

Die Haltestellung

In dieser Stellung verschließt das Ventil beide Kanäle (Mittelstellung) zur Nockenwellen-Verstelleinheit. Es kann weder Öl hinein, noch hinaus strömen. Da der Kolben in dieser Stellung bleibt, findet keine Verstellung in Richtung „Früh“ oder „Spät“ statt.

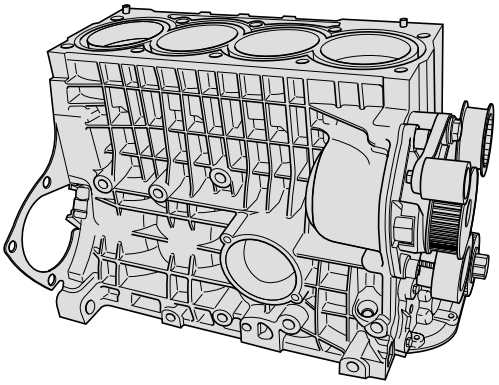


252_059



In der Startstellung beim Motorstart wird der Kolben durch die Feder an den Spätanschlag gedrückt. Dadurch werden Geräusche verhindert.

Der Zylinderblock



252_007

Er besteht aus einer Aluminium-Druckguß-Legierung. Erstmals werden bei einem Motor plasmabeschichtete Zylinderlaufflächen eingesetzt.

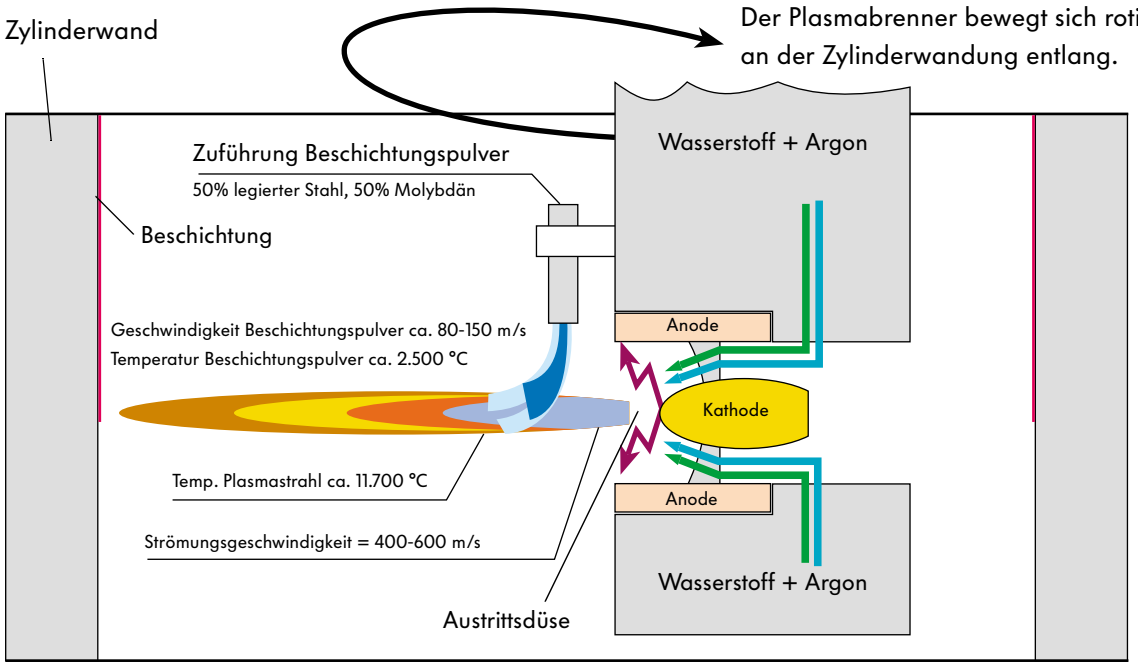
Die Vorteile dieser Beschichtung sind:

- Die geringe Schichtdicke von 0,085 mm verringert das Gewicht gegenüber einem Zylinderblock mit eingegossenen Grauguß-Zylinderlaufbuchsen um cirka 1 kg.
- Die Eigenschaften einer plasmabeschichteten Zylinderlauffläche reduzieren die Reibung und den Verschleiß.

Prinzip der Plasmabeschichtung

Das Plasmagas durchströmt die Austrittsdüse und wird durch einen elektrischen Lichtbogen entzündet. Dabei wird es auf ca. 11.700 °C erhitzt und in den Plasmazustand versetzt. Das Gas wird dabei auf maximal 600 m/s beschleunigt.

In diesen Plasmastrahl wird das Beschichtungspulver eingesprüht und dadurch an- bzw. aufgeschmolzen. Dabei wird es auf ca. 2.500 °C erhitzt und bis zu 150 m/s beschleunigt.



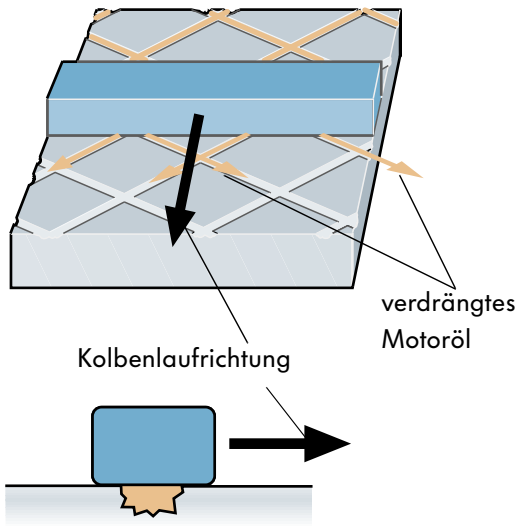
252_131

Beim Auftreffen dringen die Teilchen im flüssigen Zustand in die Unebenheiten der Zylinderwand. Die Bewegungsenergie wird dabei in eine plastische Verformung umgewandelt. Beim Erstarren entsteht eine formschlüssige Verbindung zwischen der Beschichtung und der Zylinderwand.
Zusätzlich bauen sich innerhalb der Beschichtung Schrumpfspannungen auf, die zu kraftschlüssigen Verbindungen zwischen ihr und der Zylinderwand führen.

Die Zylinderlaufflächen

Abschließend werden die Zylinderlaufflächen noch feinbearbeitet. Das geschieht durch das Honen.

Kommunizierendes System



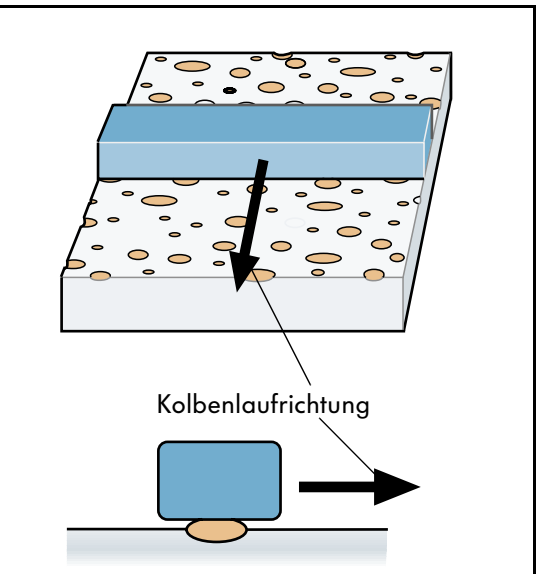
Kantenberührung möglich 252_041

Das Honen der Grauguß-Zylinderlaufflächen:

Beim Honen von Grauguß-Zylinderlaufflächen entstehen typische, miteinander verbundene Riefen (Kommunizierendes System).
In diesen Riefen wird das Öl gehalten und eine ausreichende Schmierung garantiert.

Der Nachteil ist jedoch, daß die Kolbenringe das Öl in den Riefen vor sich herschieben. Dadurch kann es zwischen den Kolbenringen und der Zylinderlauffläche zu Berührungen kommen. Das wird als Mischreibung bezeichnet und erhöht die Reibung und den Verschleiß.

Mikrokammersystem



Kolbenring schwimmt auf
(Hydrodynamische Schmierung) 252_041

Das Honen der plasmabeschichteten Zylinderlaufflächen:

Beim Honen der plasmabeschichteten Zylinderlauffläche sind die Honriefen nicht so tief ausgeprägt. Es entstehen ebene Oberflächen mit kleinen Vertiefungen (Mikrodruckkammern) in denen das Öl gehalten wird. Sie sind in der Plasmaschicht ohne weitere Bearbeitungsverfahren vorhanden und in sich geschlossen.

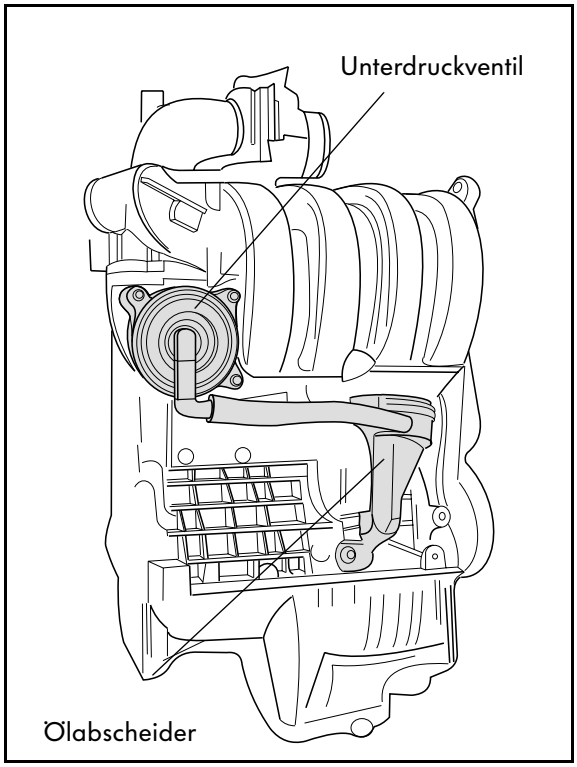
Wenn der Kolbenring über eine Mikrodruckkammer läuft, dann wird in ihr ein Druck erzeugt, der gegen den Kolbenring wirkt. Dieser Gegendruck bewirkt, daß der Kolbenring auf einem Ölpolster aufschwimmt und eine hydrodynamische Schmierung gewährleistet. Die Reibung und der Verschleiß werden dadurch verringert.

Die Kurbelgehäuseentlüftung

Die Kurbelgehäuseentlüftung besteht aus einem Ölabscheider am Zylinderblock und einem Unterdruckventil am Saugrohr. Sie verhindert, daß Öl und unverbrannte Kohlenwasserstoffe an die Außenluft gelangen.

Die Gase werden durch den Unterdruck im Saugrohr aus dem Kurbelgehäuse gesaugt.

Zuerst durchströmen sie den Ölabscheider wo das Öl aufgefangen und in das Kurbelgehäuse zurückgeführt wird. Die restlichen Dämpfe werden über ein Unterdruckventil in das Saugrohr geleitet und von dort der Verbrennung zugeführt.



252_135

Das Unterdruckventil

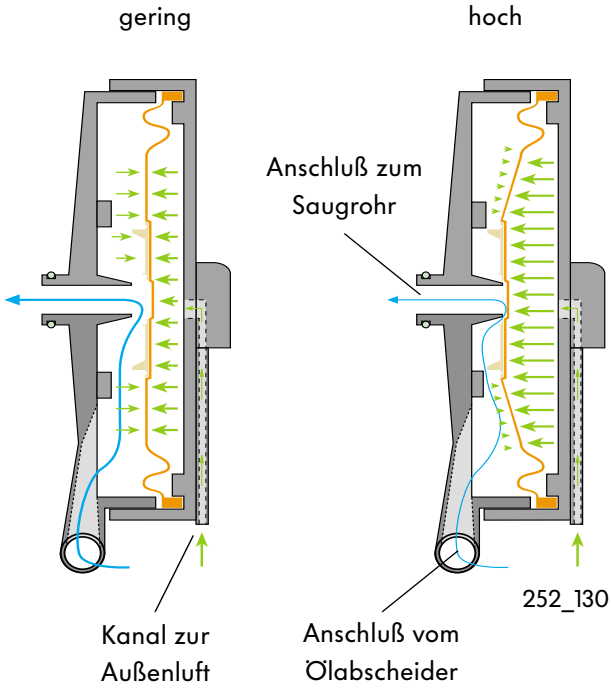
Es sorgt für einen gleichbleibenden Unterdruck und eine gute Durchlüftung des Kurbelgehäuses. Dadurch wird das Kondensat und im Öl eingetragener Kraftstoff abgeführt und die Ölqualität verbessert.
Der Unterdruck darf nicht zu groß sein, weil dann die Dichtringe nach innen öffnen und Schmutz in das Kurbelgehäuse gelangen kann.

Die Funktion

Das Unterdruckventil wird durch eine Membran in zwei Kammern geteilt. Die eine Kammer ist mit der Außenluft und die andere mit dem Saugrohr und dem Ölabscheider verbunden.

Mit steigendem Unterdruck im Saugrohr würde auch der Unterdruck im Kurbelgehäuse steigen. Um das zu verhindern, wird der Querschnitt zum Saugrohr druckabhängig verändert. Dadurch erreicht man einen gleichbleibenden Gasdurchsatz.

Der Druckunterschied zwischen beiden Kammern



252_130

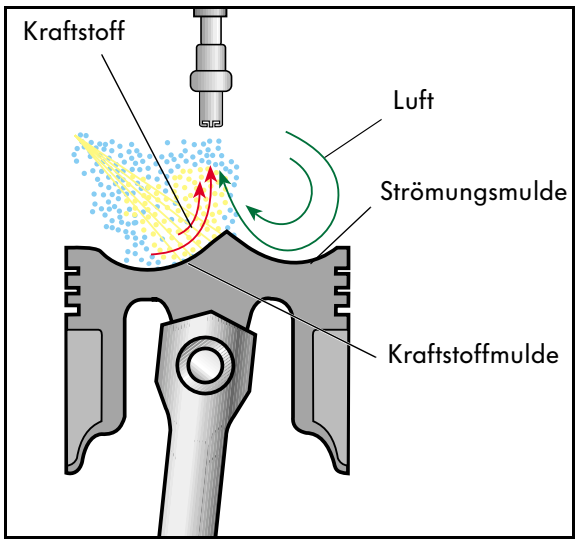


252_008

Der Kolben

Der Kolben besteht aus einer Aluminium-Druckguß-Legierung.
Im Kolbenboden ist eine Kraftstoff- und eine Strömungsmulde eingearbeitet.

Der Kolbenboden



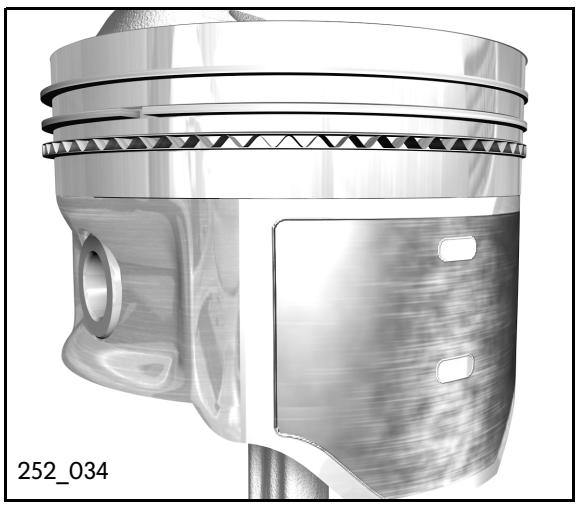
252_033

In bestimmten Last- und Drehzahlbereichen wird der Kraftstoff erst kurz vor der Zündung eingespritzt. Dabei wird der Kraftstoff direkt auf die Kraftstoffmulde gespritzt und in Richtung Zündkerze geleitet.
Durch die Strömungsmulde wird die Ansaugluft ebenfalls zur Zündkerze geleitet und vermischt sich dabei mit dem Kraftstoff.

Es entsteht ein gut zündfähiges Gemisch im Bereich der Zündkerze.



Weitere Informationen zur Gemischaufbereitung finden Sie ab Seite 21 im Abschnitt „Betriebsarten“.



252_034

Die Kompressionsringe

Sie sind an die plasmabeschichteten Zylinderlaufflächen angepaßt. Durch die guten Schmiereigenschaften einer plasmabeschichteten Zylinderlauffläche kann eine geringere Vorspannung als bei herkömmlichen Kolbenringen verwendet werden. Dadurch wird das Reibverhalten verbessert.

Der Ölabstreifring

Er besteht aus drei Einzelteilen.

Motormanagement

Systemübersicht

Luftmassenmesser **G70,**
Geber für Ansauglufttemperatur **G42**

Geber für Saugrohrdruck **G71**

Geber für Motordrehzahl **G28**

Hallgeber **G40**

Drosselklappen-Steuereinheit **J338,**
Winkelgeber1 + 2 **G187**, **G188**

Geber Gaspedalstellung **G79,**
Geber 2 für Gaspedalstellung **G185**

Bremslichtschalter **F,**
Bremspedalschalter für GRA **F47**

Geber für Kraftstoffdruck **G247**

Potentiometer für Saugrohrklappe **G336**

Klopfsensor **G61**

Geber für Kühlmitteltemperatur **G62**

Geber für Kühlmitteltemperatur-Kühlerausgang **G83**

Potentiometer, Drehknopf Temperaturwahl **G267**

Potentiometer für AGR **G212**

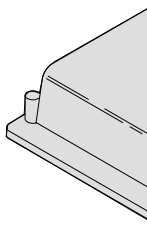
Lambdasonde **G39, Z19**

Geber für Abgastemperatur **G235**

Geber für NOx **G295,**
Steuergerät für NOx-Sensor **J583**

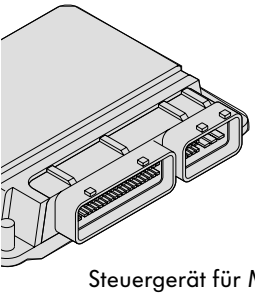
Drucksensor für Bremskraftverstärkung **G294**

Zusatz-Eingangssignale

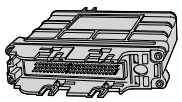


252_069

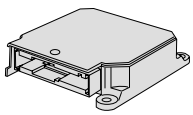
252_067



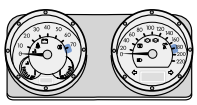
Steuergerät für Motronic **J220**



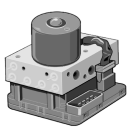
Steuergerät für elektronisches Schaltgetriebe J514



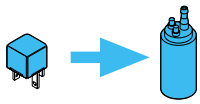
Steuergerät für Airbag J234



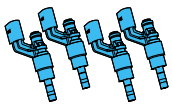
Steuergerät mit Anzeigeeinheit im Schaltafeleinsatz **J285**



Steuergerät für **ABS J104**



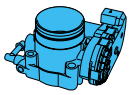
Kraftstoffpumpenrelais **J17**
Kraftstoffpumpe **G6**



Einspritzventile Zylinder 1-4 **N30-33**



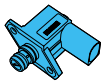
Zündspulen 1 - 4 **N70, N127, N291, N292**



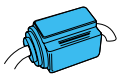
Drosselklappen-Steuereinheit **J338**
Drosselklappenantrieb **G186**



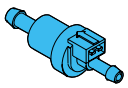
Stromversorgungsrelais für Motronic **J271**



Regelventil für Kraftstoffdruck **N276**



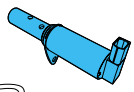
Ventil für Kraftstoffdosierung **N290**



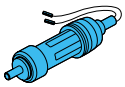
Magnetventil für Aktivkohlebehälter-Anlage **N80**



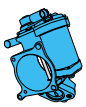
Ventil für Saugrohrklappe Luftsteuerung **N316**



Ventil für Nockenwellenverstellung **N205**



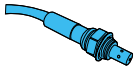
Thermostat für kennfeldgesteuerte Motorkühlung **F265**



Ventil für AGR **N18**



Heizung für Lambdasonde **Z19**



Heizung für Geber für NOx **Z44**

Zusatzausgangssignale

Diagnoseanschluß

252_068

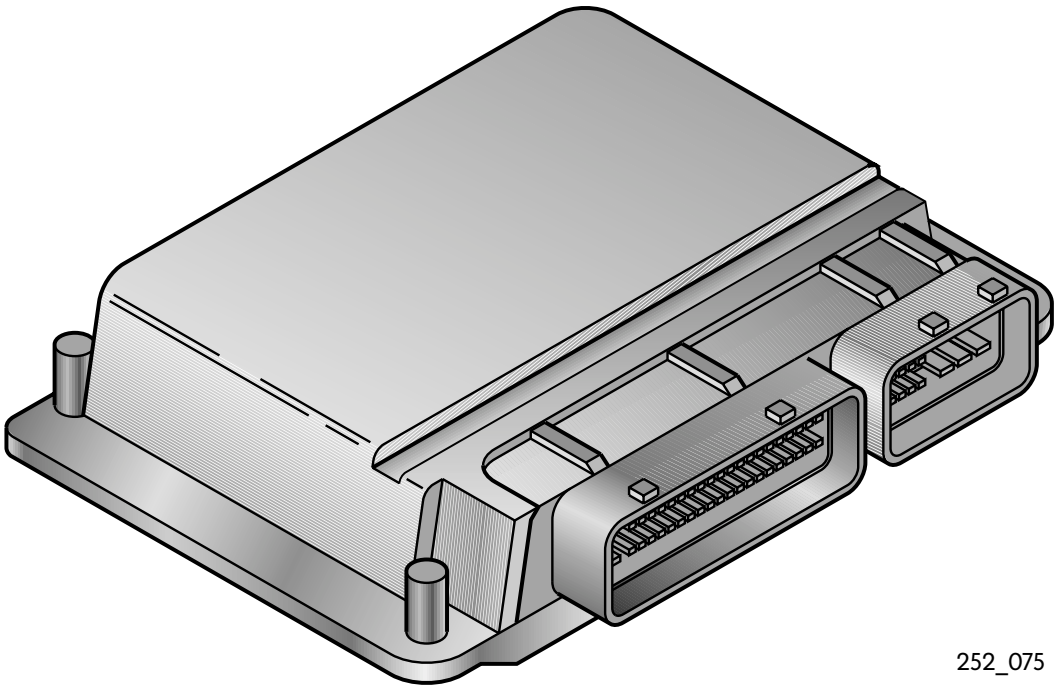
Motorsteuergerät

Das Motorsteuergerät ist im Wasserkasten verbaut und hat 121 Pins.

Es ist das Motormanagement Bosch Motronic MED 7.5.10 und ist eine Weiterentwicklung der Bosch Motronic ME 7.5.10 mit "Elektrischer Gasbetätigung".

Die Bosch Motronic MED 7.5.10 beinhaltet als zusätzliche Funktion die Benzin-Direkteinspritzung.

Bei ihr wird der Kraftstoff direkt in den Zylinder eingespritzt und nicht mehr in das Saugrohr.



252_075

Die Bezeichnung MED 7.5.10 steht für:

M = Motronic

E = Elektrische Gasbetätigung

D = Direkteinspritzung

7. = Ausführung

5.10 = Entwicklungsstufe

Die Betriebsarten

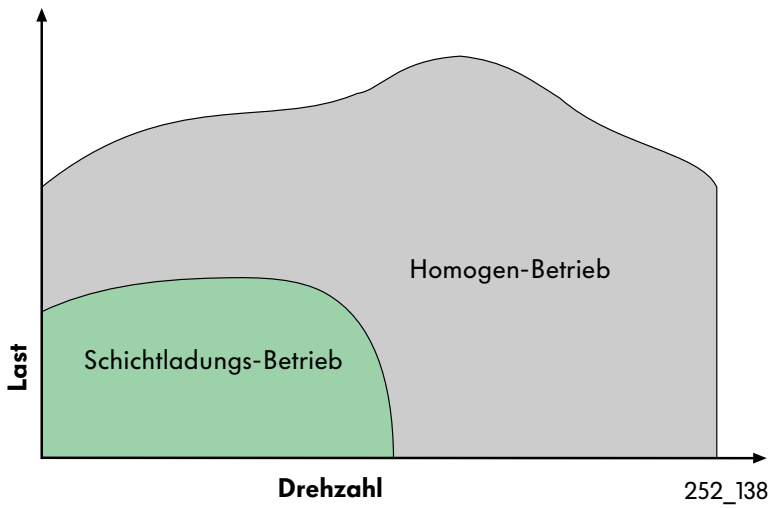
Bei der Benzin-Direkteinspritzung gibt es zwei Betriebsarten. Bei beiden wird die Kraftstoffmenge optimal an die Drehmoment- und Leistungsanforderungen des Motors angepasst.

Der Schichtladungs-Betrieb

Bis in den mittleren Last- und Drehzahlbereich läuft der Motor im mageren Schichtladungs-Betrieb. Das ist möglich, weil der Kraftstoff erst zum Ende des Verdichtungstaktes eingespritzt wird. Dadurch bildet sich zum Zeitpunkt der Zündung eine geschichtete Aufteilung des Kraftstoffes im Brennraum.
Die innere Schicht befindet sich im Bereich der Zündkerze und besteht aus einem zündfähigen Gemisch.
Die äußere Schicht umgibt die innere und besteht im Idealfall aus angesaugter Luft und zugeführten Abgasen.
Bezogen auf den gesamten Brennraum ergeben sich Lambdawerte zwischen 1,6 und 3.

Der Homogen-Betrieb

Im oberen Last- und Drehzahlbereich wird in den Homogen-Betrieb umgeschaltet.
Jetzt wird der Kraftstoff während des Ansaugtaktes direkt in den Zylinder eingespritzt. Dort vermischt er sich wie bei einem Motor mit Saugrohreinspritzung gleichmäßig (homogen) mit der Ansaugluft im gesamten Zylinder.
Im Homogen-Betrieb wird mit Lambda 1 gefahren.



Der Schichtladungs-Betrieb ist im gesamten Kennfeldbereich nicht möglich. Der Bereich ist begrenzt, weil mit steigender Last ein fetteres Gemisch benötigt wird und dadurch der Verbrauchsvorteil zunehmend sinkt. Außerdem verschlechtert sich die Verbrennungsstabilität bei Lambdawerten unter 1,4.
Da bei steigenden Drehzahlen die Zeit zur Gemischaufbereitung nicht mehr ausreicht und die zunehmenden Turbulenzen der Luftströmung die Verbrennungsstabilität verschlechtern.

Der Schichtladungs-Betrieb

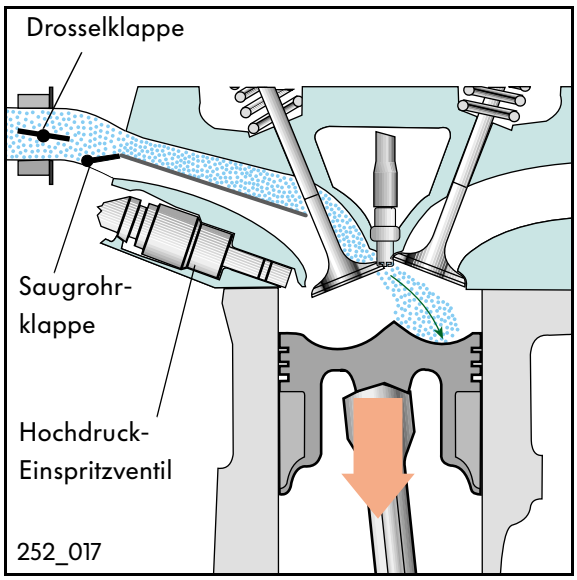
Damit das Motormanagement in den Schichtladungs-Betrieb schaltet, müssen einige Vorraussetzungen erfüllt sein:

- der Motor befindet sich im entsprechenden Last- und Drehzahlbereich,
- es darf kein abgasrelevanter Fehler im System vorliegen,
- die Kühlmitteltemperatur muss über 50 °C betragen,
- die Temperatur des NOx-Speicherkatalysators muss zwischen 250 °C und 500 °C liegen und
- die Saugrohrklappe muß geschlosen sein.

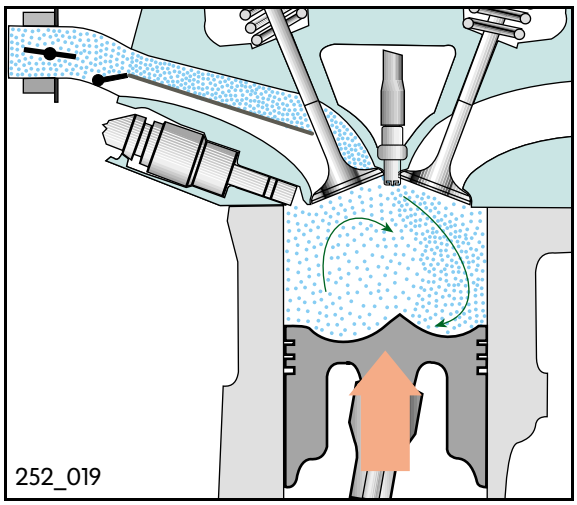
Sind die Vorraussetzungen erfüllt, kann in den Schichtladungs-Betrieb geschaltet werden.

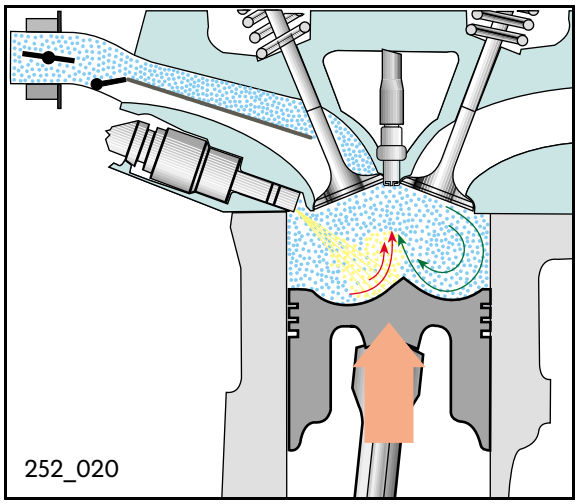
Dabei wird die Drosselklappe möglichst weit geöffnet um die Drosselverluste so gering wie möglich zu halten.

Die Saugrohrklappe verschließt den unteren Kanal im Zylinderkopf. Dadurch wird die Ansaugluft beschleunigt und strömt walzenförmig (tumble) in den Zylinder.



Die walzenförmige Luftströmung wird im Zylinder durch die besondere Form des Kolbenbodens verstärkt.

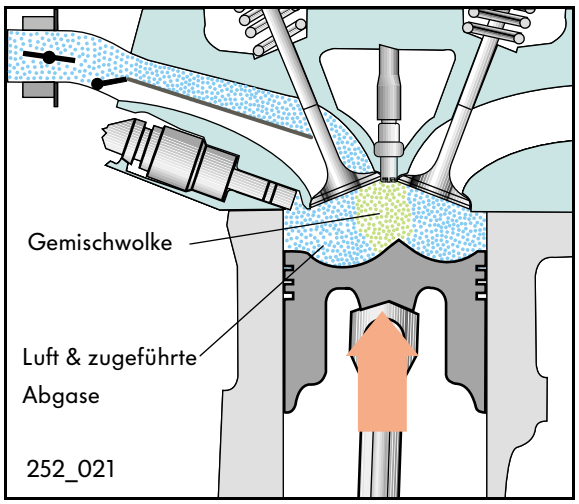




Im letzten Drittel des Verdichtungstaktes erfolgt die Einspritzung.

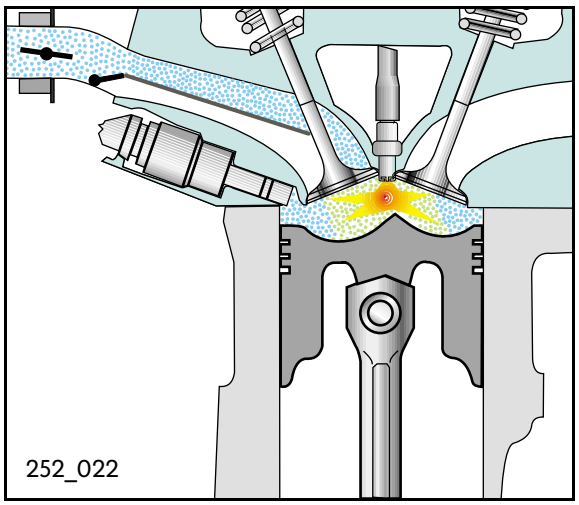
Der Kraftstoff wird auf die Kraftstoffmulde gespritzt und von dort in Richtung Zündkerze geleitet. Zusammen mit der walzenförmigen Luftströmung wird der Kraftstoff zur Zündkerze transportiert.

Auf dem Weg dorthin vermischt sich der Kraftstoff mit der angesaugten Luft.



Im Bereich der Zündkerze entsteht eine gut zündfähige Gemischwolke. Sie ist im Idealfall von reiner Luft und zugeführten Abgasen aus der Abgasrückführung umgeben.
Die Leistung die der Motor erzeugen soll wird in dieser Betriebsart nur über die eingespritzte Kraftstoffmenge bestimmt.

Die angesaugte Luftmasse hat hier nur eine geringe Bedeutung.

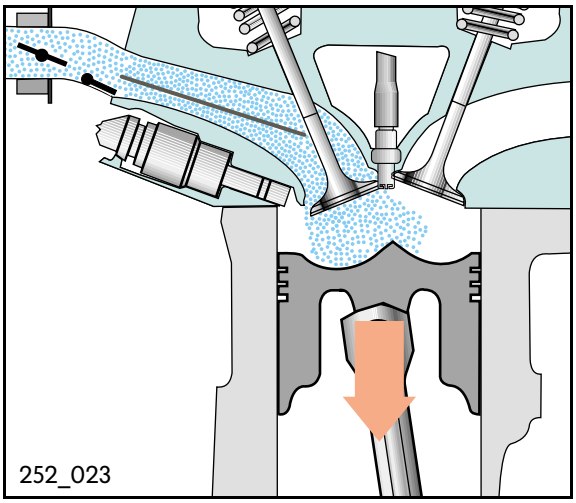


Nach der genauen Positionierung des Kraftstoff-Luftgemisches im Bereich der Zündkerze erfolgt die Zündung.

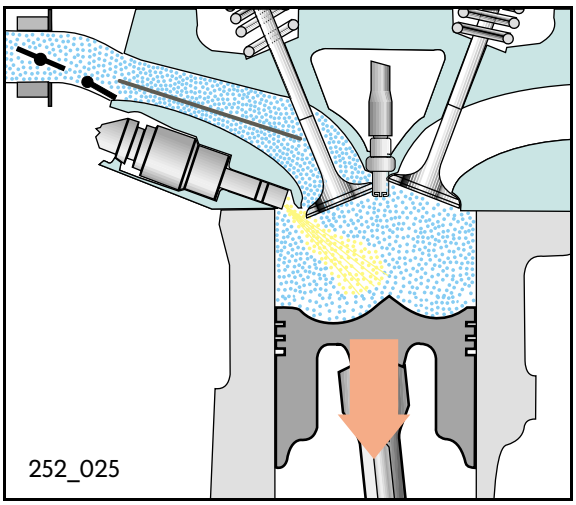
Dabei wird nur die Gemischwolke entzündet, während der Rest nicht an der Verbrennung teilnimmt und als isolierende Hülle wirkt.

Der Homogen-Betrieb

Der Homogen-Betrieb ist mit dem Betrieb eines Motors mit Saugrohreinspritzung vergleichbar. Der wesentliche Unterschied liegt darin, daß der Kraftstoff beim Benzin-Direkteinspritzer direkt in den Zylinder eingespritzt wird.



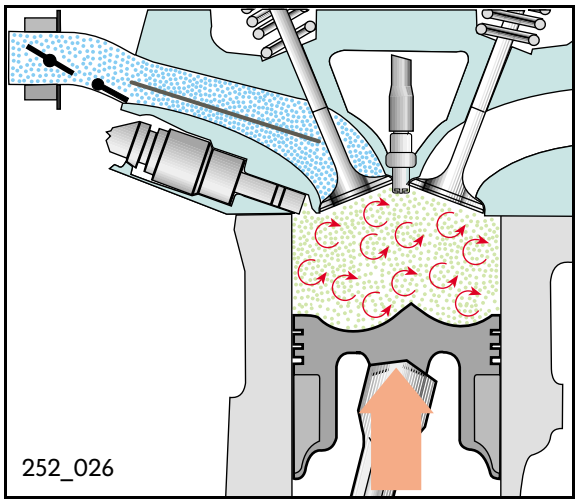
Die Drosselklappe wird entsprechend der Gaspedalstellung geöffnet.
Nach dem Umschalten vom Schichtladungs-Betrieb in den Homogen-Betrieb bleibt der untere Kanal im Zylinderkopf weiterhin verschlossen. Dadurch strömt die Ansaugluft weiterhin walzenförmig in den Zylinder was sich positiv auf die Gemischbildung auswirkt.
Mit weiter steigender Last- und Drehzahl würde die Luftmasse die nur über den oberen Kanal angesaugt werden kann, nicht mehr ausreichen. Dann wird auch der untere Kanal von der Saugrohrklappe freigegeben. (Siehe Bild links.)



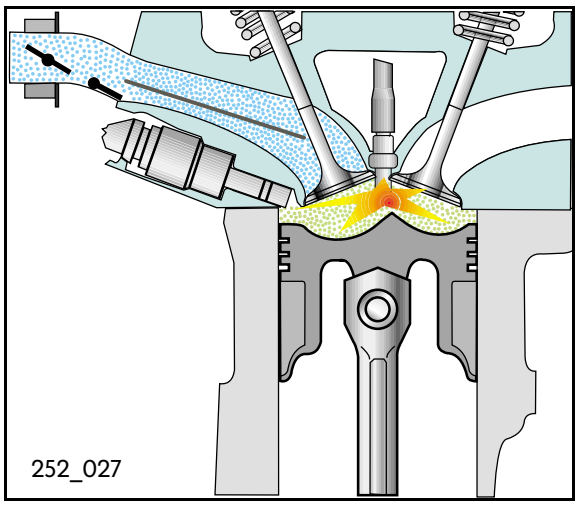
Der Kraftstoff wird während des Ansaugtaktes direkt in den Zylinder eingespritzt.



Der direkt eingespritzte Kraftstoff verdampft im Zylinder und entzieht dabei der Ansaugluft einen Teil der Wärme. Dadurch kann das Verdichtungsverhältnis auf 11,5:1 erhöht werden, ohne zu einer klopfenden Verbrennung zu führen.



Durch das Einspritzen des Kraftstoffes in den Ansaugtakt verbleibt relativ viel Zeit für die Gemischbildung. Dadurch entsteht im Zylinder ein homogenes (gleichmäßig verteiltes) Gemisch aus eingespritztem Kraftstoff und angesaugter Luft.
Im Brennraum beträgt der Lambdawert = 1.



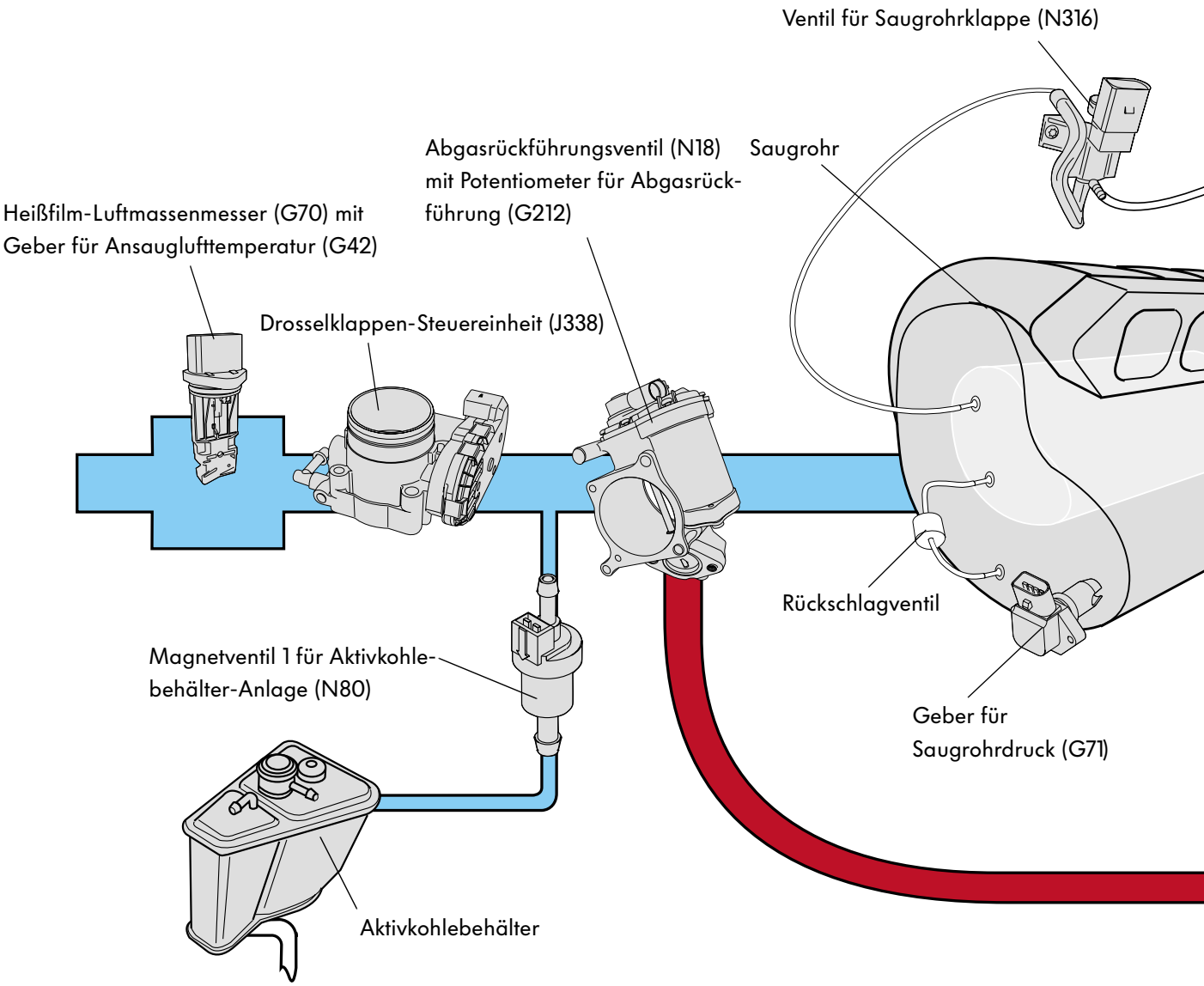
Die Verbrennung findet im gesamten Brennraum statt.

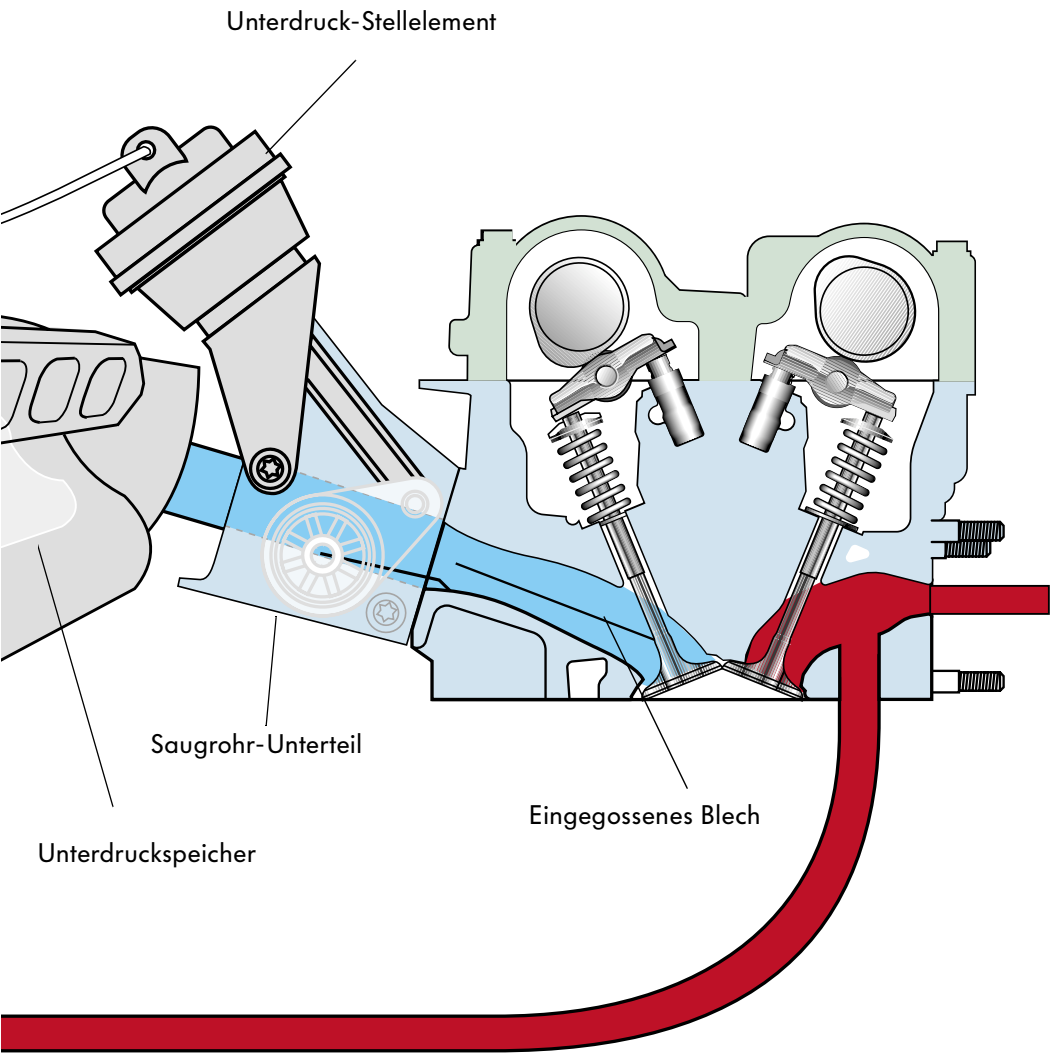
Das Ansaugsystem

wurde neu entwickelt und an die Anforderungen eines Benzin-Direkteinspritzers angepasst. Dadurch konnte die Abgasrückführungsrate auf maximal 35 % erhöht und die Luftströmung in den Zylinder gezielt beeinflußt werden.

Zu den Neuerungen gehören:

- ein Heißfilmluftmassenmesser (G70) mit dem Geber für Ansauglufttemperatur (G42),
- ein elektrisches Ventil für Abgasrückführung (N18) mit dem Potentiometer für Abgasrückführung (G212),
- ein Geber für Saugrohrdruck (G71),
- ein Saugrohr mit einem Unterdruck-reservoir für die Saugrohrklappen-Schaltung
- eine Saugrohrklappen-Schaltung mit dem Ventil für Saugrohrklappe Luftstromsteuerung (N316) und dem Potentiometer für Saugrohrklappe (G336).




Unterdruck-Stellelement
Saugrohr-Unterteil
Eingegossenes Blech
Unterdruckspeicher

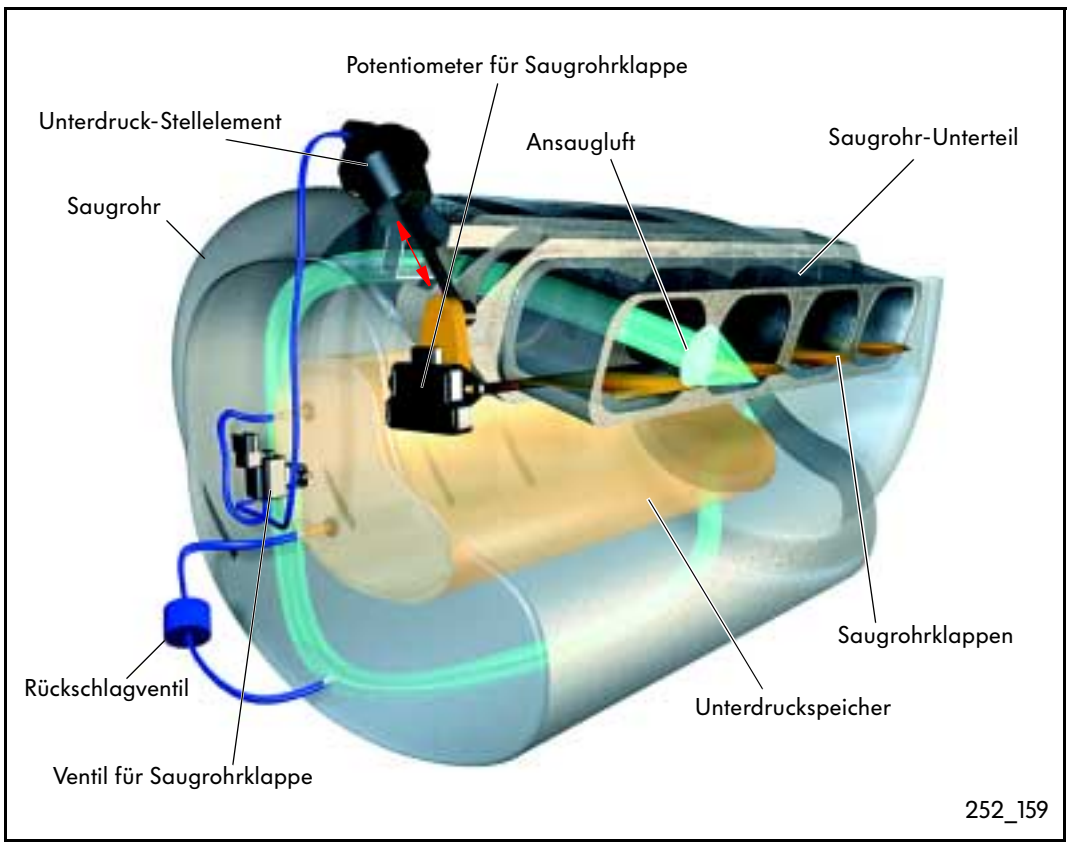
252_139

Die Saugrohrklappen-Schaltung

Durch sie kann die Luftströmung in den Zylinder betriebspunktabhängig gesteuert werden.

Sie besteht aus:

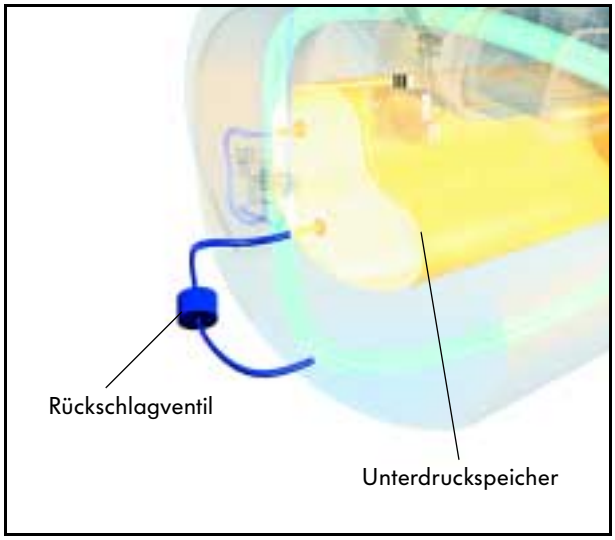
- einem Rückschlagventil
- einem Unterdruckspeicher im Saugrohr
- einem Ventil für Saugrohrklappe
- einem Unterdruck-Stellelement
- vier Saugrohrklappen im Saugrohrunterteil
- einem Potentiometer für Saugrohrklappe
- den eingegossenen Blechen im Zylinderkopf



Die Funktion

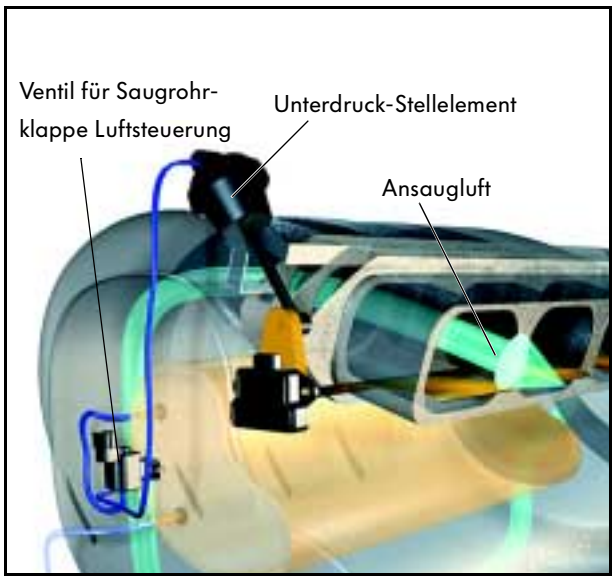
Beim Ansaugen der Frischluft entsteht im Saugrohr ein Unterdruck. Durch die direkte Verbindung des Unterdruckspeichers mit dem Ansaugweg entsteht auch dort ein Unterdruck.

Das Rückschlagventil sorgt dafür, daß auch nach "Motor aus" der Unterdruck im Unterdruckspeicher erhalten bleibt.



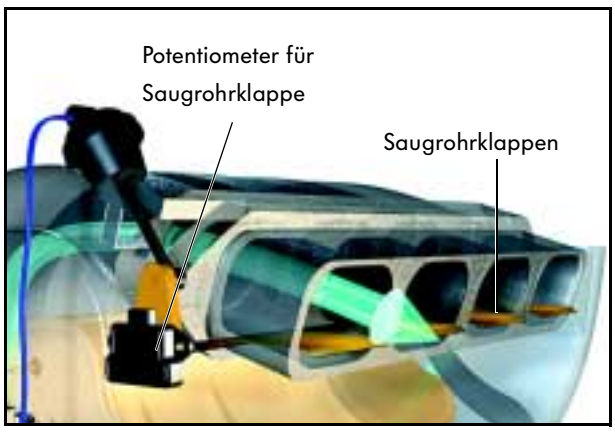
252_157

Am Unterdruckspeicher befindet sich das Ventil für Saugrohrklappe. Es wird vom Motorsteuergerät angesteuert und schaltet den Unterdruck vom Unterdruckspeicher zum Unterdruck-Stellelement der Saugrohrklappen durch. Dieses betätigt daraufhin die Saugrohrklappen.



252_158

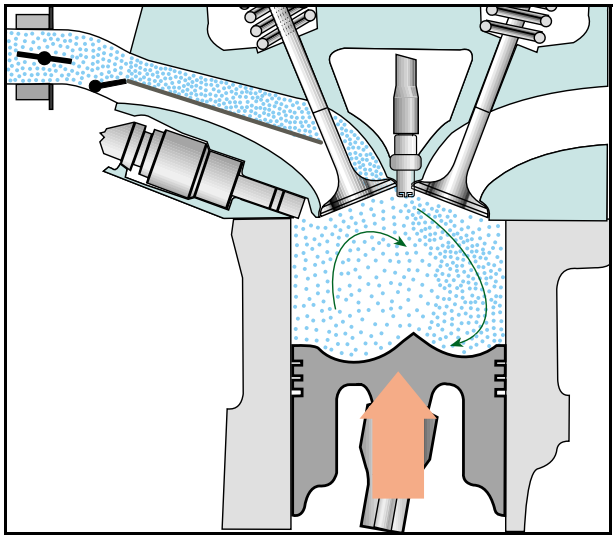
Weil die Stellung der Saugrohrklappen Auswirkungen auf die Gemischbildung und damit auf die Abgaswerte hat, muß eine Diagnose der Saugrohrklappen erfolgen. Das erfolgt durch das Potentiometer für Saugrohrklappe.



252_158

Saugrohrklappe betätigt

Im Schichtladungs-Betrieb und in Teilen des Homogen-Betriebes wird die Saugrohrklappe betätigt und der untere Kanal im Zylinderkopf geschlossen. Dadurch strömt die Ansaugluft nur über den engen oberen Kanal und die Strömungsgeschwindigkeit steigt. Außerdem ist der obere Kanal so gestaltet, dass die Ansaugluft walzenförmig (Tumble) in den Zylinder einströmt.



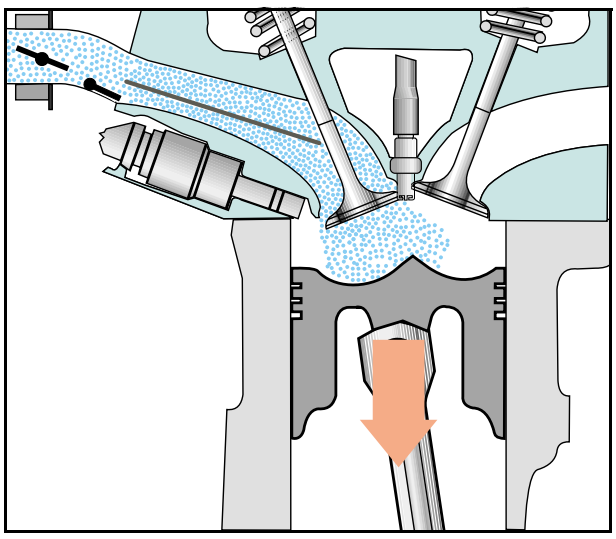
252_019

Durch die walzenförmige Luftströmung wird:

- Im Schichtladungs-Betrieb der Kraftstoff zur Zündkerze geleitet. Auf dem Weg dorthin erfolgt auch die Gemischbildung.
- In einigen Bereichen des Homogen-Betriebes die Gemischbildung unterstützt. Durch die Ladungsbewegung wird eine hohe Zündwilligkeit und eine stabile Verbrennung erreicht.

Saugrohrklappe nicht betätigt

Im Homogen-Betrieb bei höheren Lasten wird die Saugrohrklappe nicht betätigt und beide Kanäle sind offen.



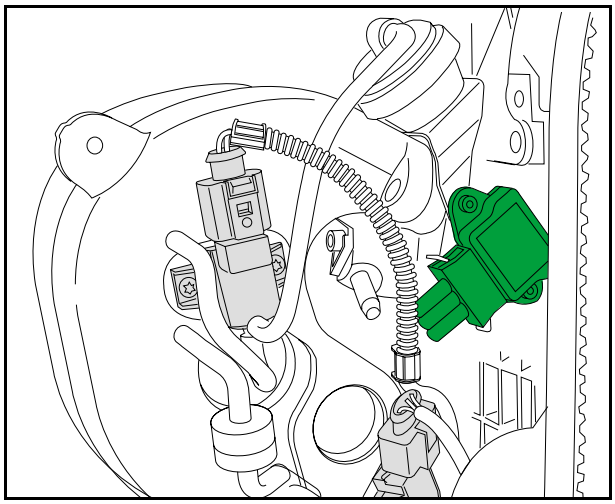
252_023

Durch den größeren Querschnitt des Ansaugkanals kann der Motor die erforderliche Luftmasse für ein hohes Motordrehmoment ansaugen.

Potentiometer für Saugrohrklappe G336

Einbauort

Es ist am Saugrohr-Unterteil befestigt und mit der Welle für die Saugrohrklappen verbunden.



252_166

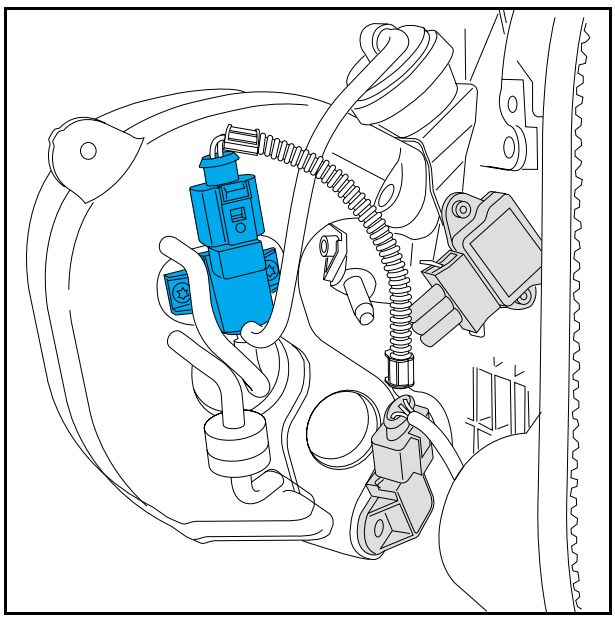
Aufgabe

Es erkennt die Stellung der Saugrohrklappen und sendet diese Information an das Motorsteuergerät. Das ist notwendig, weil sich die Saugrohrklappen-Schaltung auf die Zündung, den Restgasanteil und die Pulsationen im Saugrohr auswirkt. Dadurch ist die Stellung der Saugrohrklappen abgasrelevant und muss durch die Eigendiagnose überprüft werden.

Ventil für Saugrohrklappe Luftsteuerung N316

Einbauort

Es ist am Saugrohr befestigt.

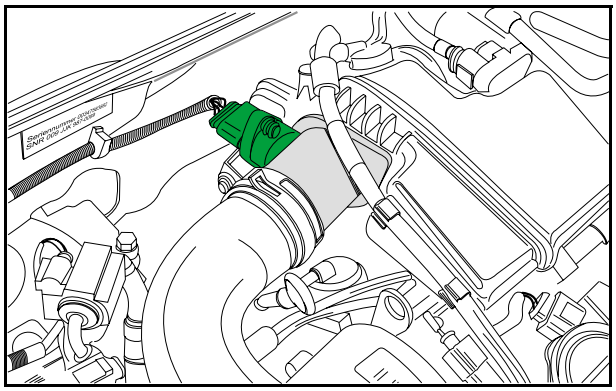


252_165

Aufgabe

Es wird vom Motorsteuergerät angesteuert und gibt den Weg vom Unterdruckreservoir zum Unterdruck-Stellelement frei. Daraufhin werden die Saugrohrklappen vom Unterdruck-Stellelement betätigt.

Luftmassenmesser G70 mit dem Geber für Ansauglufttemperatur G42



252_164

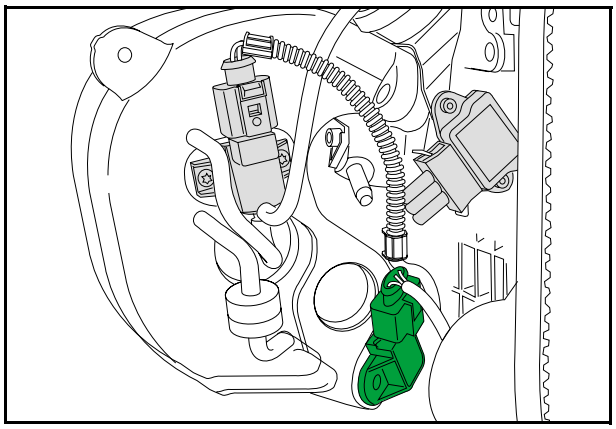
Einbauort

Beide Sensoren sind ein Bauteil und befinden sich im Ansaugweg vor der Drosselklappen-Steuereinheit.

Aufgabe

Um ein möglichst genaues Motorlastsignal zu erhalten, wird bei diesem Motor ein Luftmassenmesser mit Rückströmerkennung verwendet. Er misst nicht nur die Luft die angesaugt wird, sondern erkennt auch wieviel Luft vom Öffnen und Schließen der Ventile zurückströmt. Dadurch erkennt das Motorsteuergerät sehr genau die angesaugte Luftmasse und damit die Motorlast. Die Ansauglufttemperatur dient zur genaueren Bestimmung der Luftmasse. (Weitere Informationen siehe SSP 195.)

Geber für Saugrohrdruck G71



252_167

Einbauort

Er ist am Saugrohr befestigt.

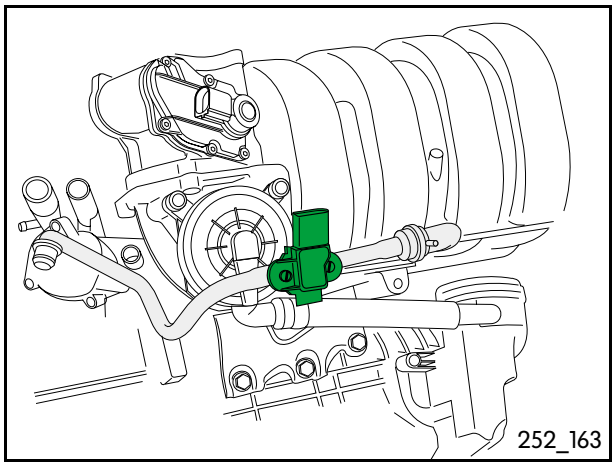
Aufgabe

Er misst den Druck im Saugrohr und gibt ein entsprechendes Signal an das Motorsteuergerät. Mit diesem Signal berechnet das Motorsteuergerät die Abgasrückführungsmenge. Durch den Heißfilmluftmassenmesser weiß das Motorsteuergerät wieviel Frischluft angesaugt wurde und wie hoch dementsprechend der Saugrohrdruck sein müsste. Wenn jedoch Abgase zugeführt werden, steigt der tatsächliche Saugrohrdruck an. Aus dieser Differenz zwischen Saugrohrdruck (Frischluft) und Saugrohrdruck (Frischluft + Abgas) berechnet das Motorsteuergerät die Abgasrückführungsmenge. Dadurch kann die Abgasrückführungsmenge erhöht werden, weil der Sicherheitsabstand zur Laufgrenze nicht so groß sein muss.

Drucksensor für Bremskraftverstärkung G294

Einbauort

Er befindet sich in der Leitung zwischen dem Saugrohr und dem Bremskraftverstärker.



Aufgabe

Er misst den Druck in der Leitung und damit den Druck im Bremskraftverstärker. Ein entsprechendes Spannungssignal wird an das Motorsteuergerät gesendet. Dieses erkennt, ob genügend Unterdruck für den Bremskraftverstärker zur Verfügung steht. Das ist erforderlich, weil im Schichtladungs-Betrieb die Drosselklappe sehr weit geöffnet und dadurch der Unterdruck im Saugrohr sehr gering ist. Betätigt der Fahrer jetzt die Bremse mehrmals hintereinander, reicht der gespeicherte Unterdruck im Bremskraftverstärker nicht mehr aus. Der Fahrer müsste die Bremse mit einem größeren Kraftaufwand betätigen. Um das zu verhindern, wird die Drosselklappe soweit geschlossen, bis der Unterdruck für die Funktion des Bremskraftverstärkers wieder ausreicht, notfalls wird in den Homogen-Betrieb geschaltet.

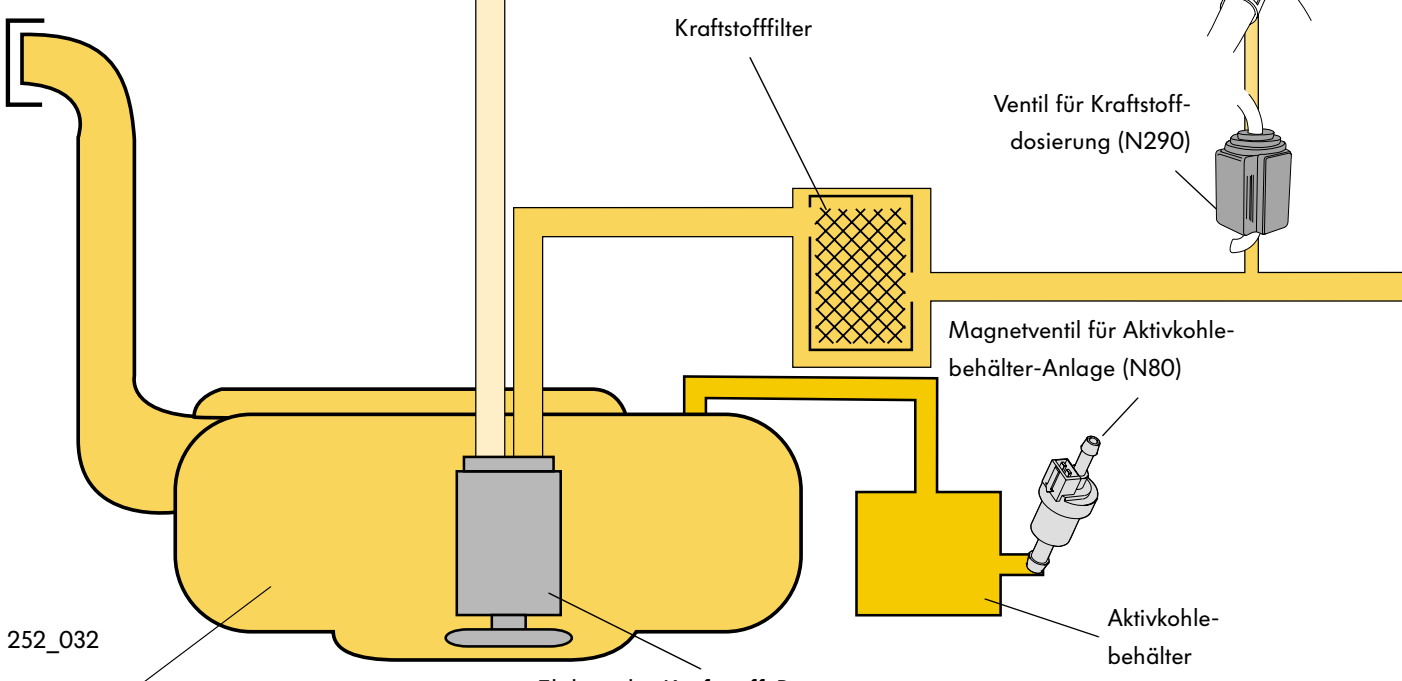
Das Kraftstoffsystem

Es wird in ein Niederdruck- und ein Hochdruck-Kraftstoffsystem unterteilt.

Im Niederdruck-Krafstoffsystem
beträgt der Kraftstoffdruck im Normalbetrieb 3 bar und beim Heißstart maximal 6,8 bar.

Es besteht aus:

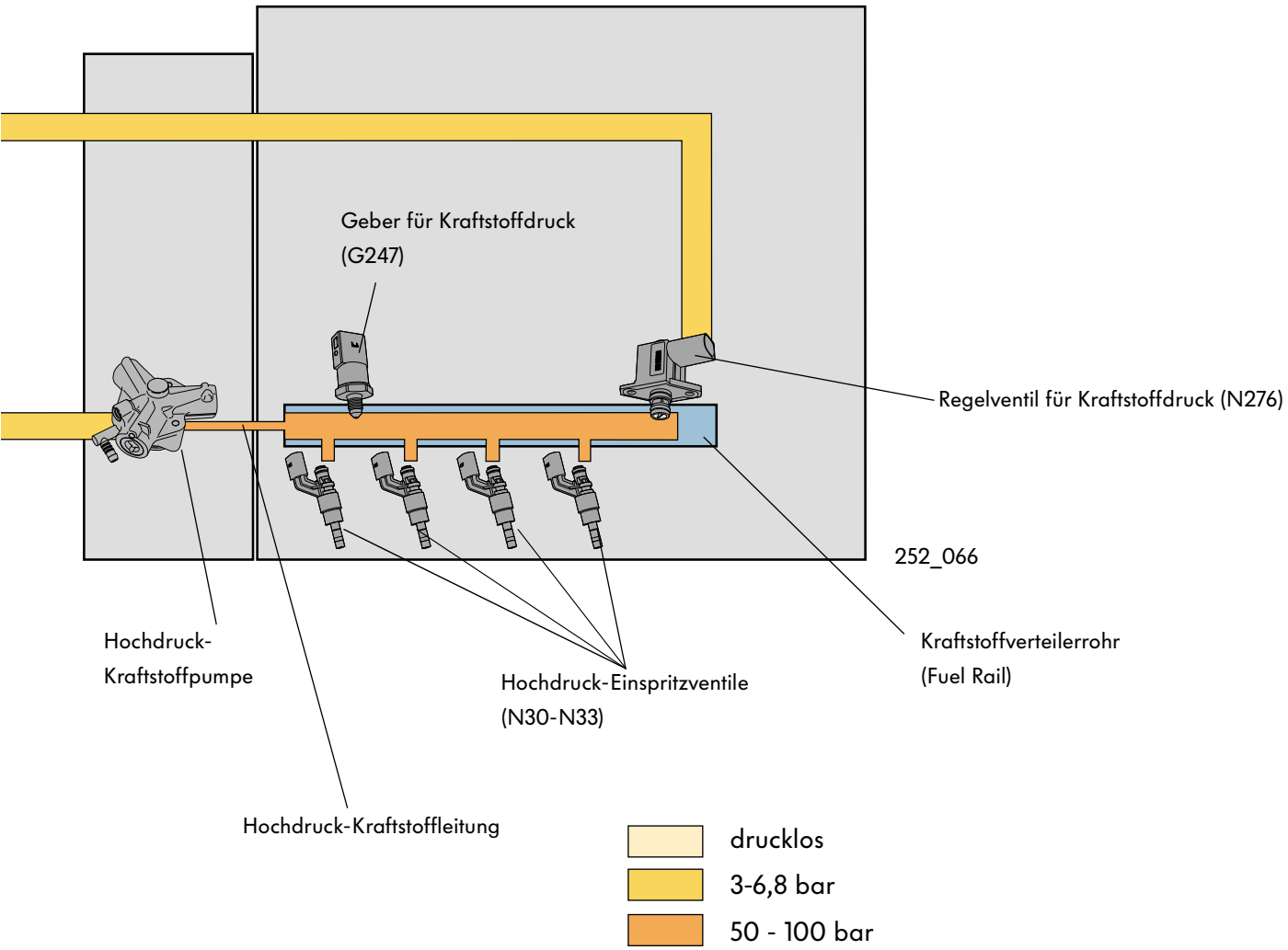
- dem Kraftstoffbehälter
- der elektrischen Krafstoffpumpe (G6)
- dem Kraftstofffilter
- dem Ventil für Kraftstoffdosierung (N290)
- dem Kraftstoff-Druckregler
- der Aktivkohlebehälter-Anlage



Im Hochdruck-Kraftsstoffsystem
beträgt der Kraftstoffdruck kennfeldabhängig zwischen 50 und 100 bar.

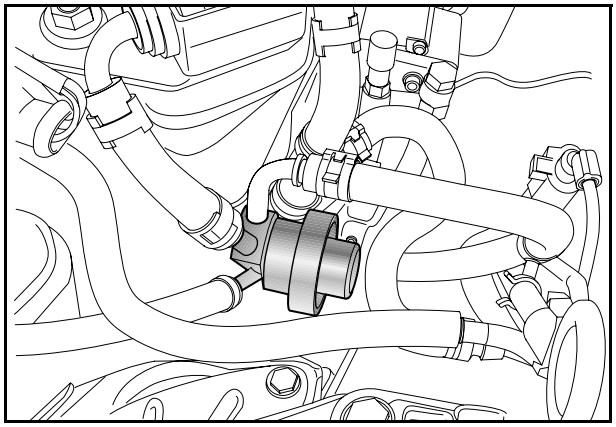
Es besteht aus folgenden Komponenten:

- der Hochdruck-Kraftstoffpumpe
- einer Hochdruck-Kraftstoffleitung
- dem Kraftstoffverteilerrohr
- dem Geber für Kraftstoffdruck (G247)
- dem Regelventil für Kraftstoffdruck (N276)
- den Hochdruck-Einspritzventilen (N30-N33)



Der Kraftstoff-Druckregler

befindet sich am Federbeindom. Durch ein federbelastetes Membranventil regelt er den Kraftstoffdruck im Niederdruck-Kraftstoffsystem auf 3 bar. Dabei wird der Querschnitt zum Kraftstoffrücklauf druckabhängig vergrößert oder verkleinert.



252_060

Das Ventil für Kraftstoffdosierung (N290)

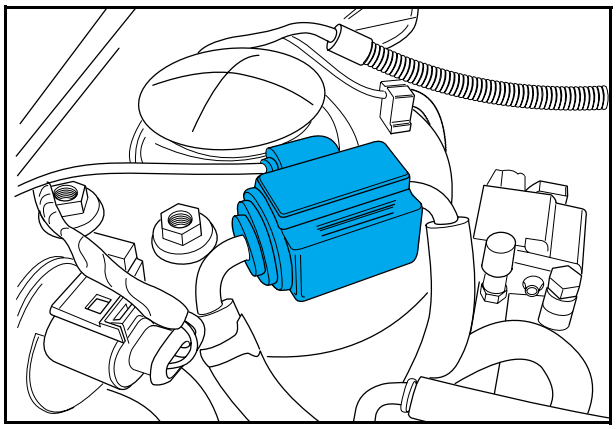
ist auf dem Federbeindom befestigt.

Im Normalbetrieb ist das Ventil immer offen und gibt den Rücklauf zum Kraftstoff-Druckregler frei.

Beträgt bei Motorstart

- die Kühlmitteltemperatur mehr als 115° C und
- die Ansauglufttemperatur mehr als 50° C,

wird das Ventil vom Motorsteuergerät für ca. 50 Sekunden geschlossen. Dadurch ist der Weg zum Kraftstoffrücklauf auf der Saugseite der Hochdruck-Kraftstoffpumpe versperrt. Der Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem steigt nun auf den maximalen Förderdruck der elektrischen Kraftstoffpumpe. Er wird durch ein Druckbegrenzungsventil in der Kraftstoffpumpe bestimmt und kann maximal 6,8 bar betragen.
Mit dieser Druckerhöhung wird eine Dampfblasenbildung auf der Saugseite der Hochdruck-Kraftstoffpumpe verhindert und ein sauberer Hochdruckaufbau garantiert.

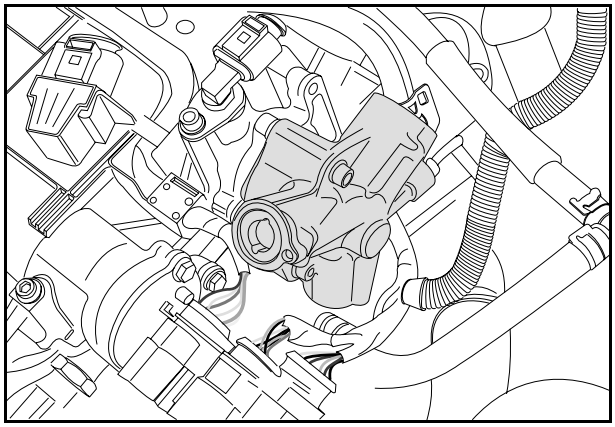


252_061

Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe

ist am Nockenwellengehäuse befestigt.

Es ist eine 3-Zylinder-Radialkolbenpumpe und wird von der Einlaßnockenwelle angetrieben. Sie pumpt den Kraftstoff über eine Hochdruck-Kraftstoffleitung zum Kraftstoffverteilerrohr. Durch sie wird der Druck von 3 bar aus dem Niederdruck-Kraftstoffsystem auf circa 100 bar erhöht. Der Druck im Kraftstoffverteilerrohr wird über das Regelventil für Kraftstoffdruck eingestellt.

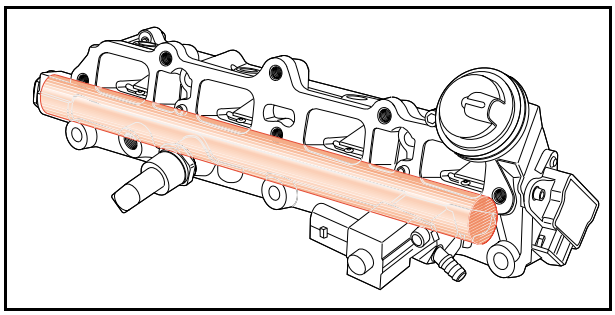


252_162

Das Kraftstoffverteilerrohr

ist im Saugrohr-Unterteil integriert.

Das Kraftstoffverteilerrohr hat die Aufgabe den Kraftstoff unter hohem Druck zu speichern und über die Hochdruck-Einspritzventile auf die einzelnen Zylinder zu verteilen.

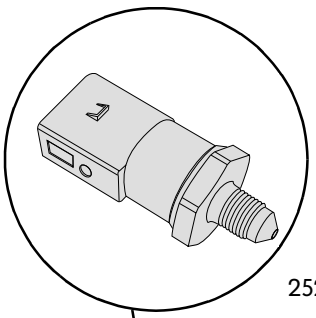


252_064

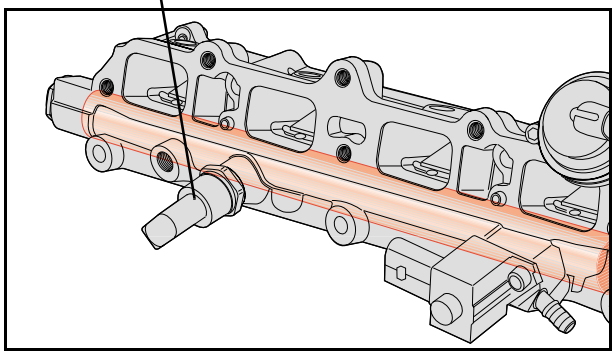
Der Geber für Kraftstoffdruck (G247)

befindet sich am Saugrohr-Unterteil und ist in das Kraftstoffverteilerrohr eingeschraubt.

Er misst den momentanen Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr und sendet diese Information als Spannungssignal zum Motorsteuergerät. Daraufhin beginnt die Regelung des Kraftstoffdruckes im Kraftstoffverteilerrohr.



252_052

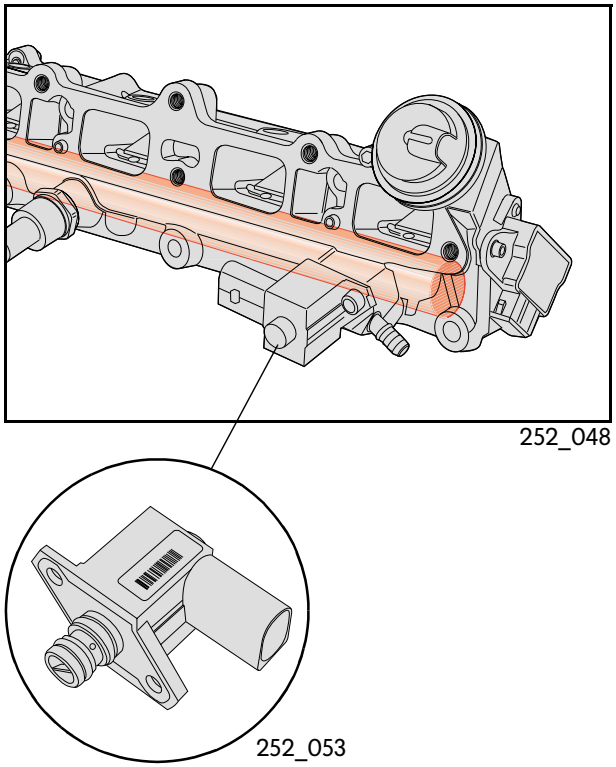


252_048

Das Regelventil für Kraftstoffdruck (N276)

ist am Saugrohr-Unterteil in das Kraftstoffverteilerrohr eingeschraubt.

Durch das Regelventil wird der Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr zwischen 50 und 100 bar geregelt. Es wird vom Motorsteuergerät getaktet angesteuert und stellt über die Abflussmenge den Druck im Kraftstoffverteilerrohr ein.



252_048

252_053

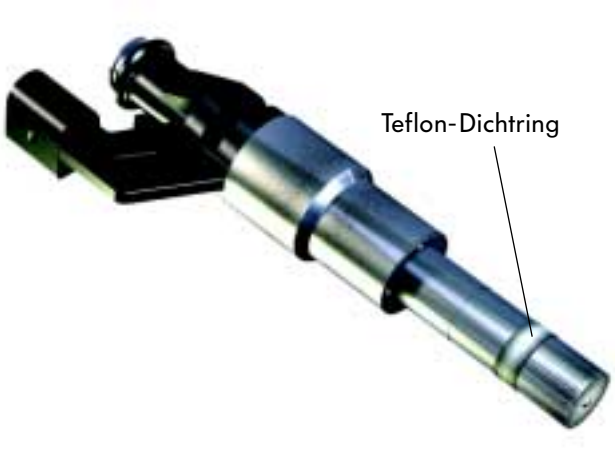
Die Hochdruck-Einspritzventile (N30-33)

sind im Zylinderkopf positioniert und spritzen direkt in den Brennraum ein.

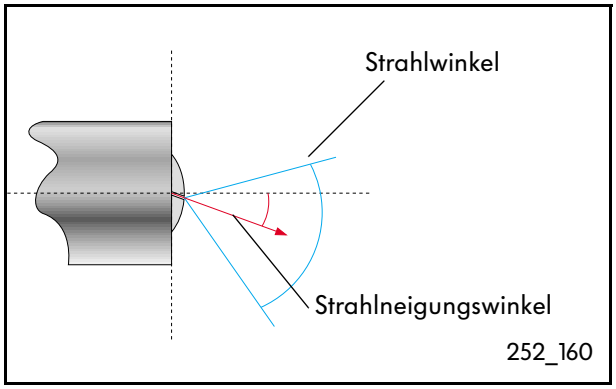
Es sind Einloch-Einspritzventile bei denen der Strahlwinkel 70° und der Strahlneigungswinkel 20° beträgt.

Außerdem sind sie an die Anforderungen eines Benzin-Direkteinspritzers angepasst. Das ist zum einen der höhere Kraftstoffdruck und zum anderen die kürzere Zeit die für den Einspritzvorgang im Schichtladungs-Betrieb zur Verfügung steht.

Die Abdichtung zum Brennraum erfolgt durch einen Teflon-Dichtring.



252_100

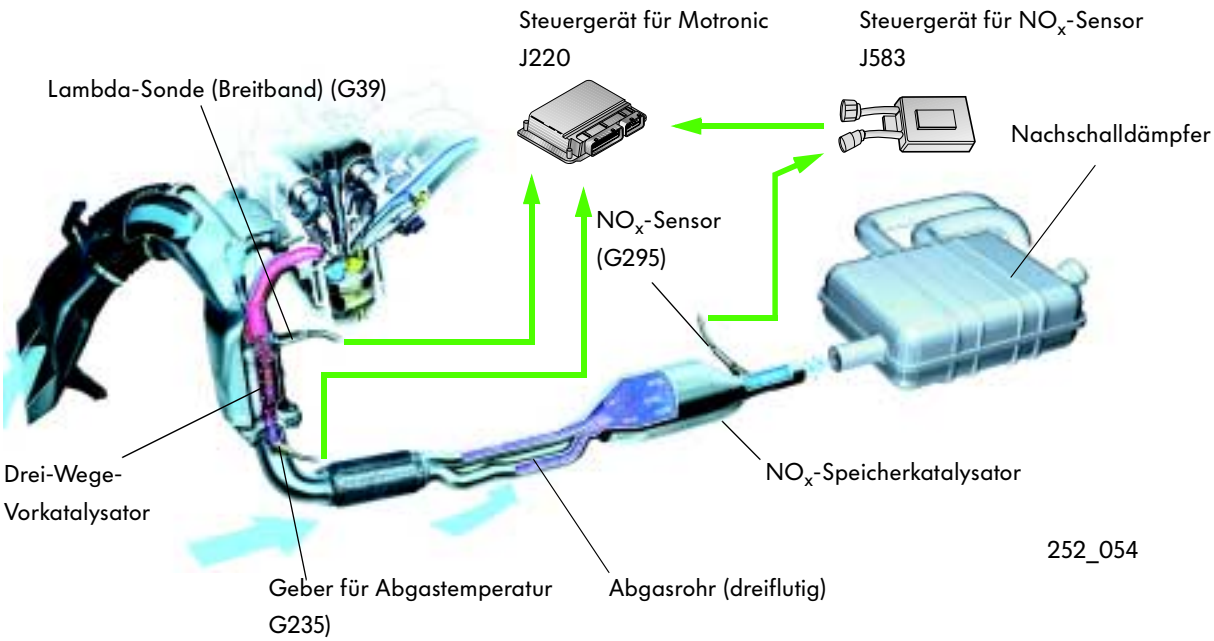


252_160

Das Abgassystem

wurde an die Anforderungen eines Benzin-Direkteinspritzers angepasst.

Bisher war die Abgasnachbehandlung bei Motoren mit Benzin-Direkteinspritzung ein großes Problem. Das liegt daran, daß mit einem Drei-Wege-Katalysator die gesetzlichen Stickoxid-Grenzwerte im mageren Schichtladungs-Betrieb nicht erreicht werden. Deshalb wird bei diesem Motor ein NOx-Speicherkatalysator verbaut, der die Stickoxide im Schichtladungs-Betrieb speichert. Sind alle Speicherplätze belegt, schaltet das Motorsteuergerät in den Homogen-Betrieb um. Dabei werden die Stickoxide aus dem Katalysator herausgelöst und in Stickstoff umgewandelt. Im Homogen-Betrieb mit Lambda 1 arbeitet der NOx-Speicherkatalysator wie ein herkömmlicher Drei-Wege-Katalysator.



Das Abgassystem besteht aus folgenden Komponenten:

- einem Abgaskrümmer mit Drei-Wege-Vorkatalysator
- einer Luftführung auf den Abgaskrümmer
- einem dreiflutigen Abgasrohr
- einem NOx-Speicherkatalysator
- einer Breitband-Lambda-Sonde (G39)
- einem Geber für Abgastemperatur (G235)
- einem NOx-Sensor (G295)
- einem Steuergerät für NOx-Sensor (J583)
- einem Nachschalldämpfer

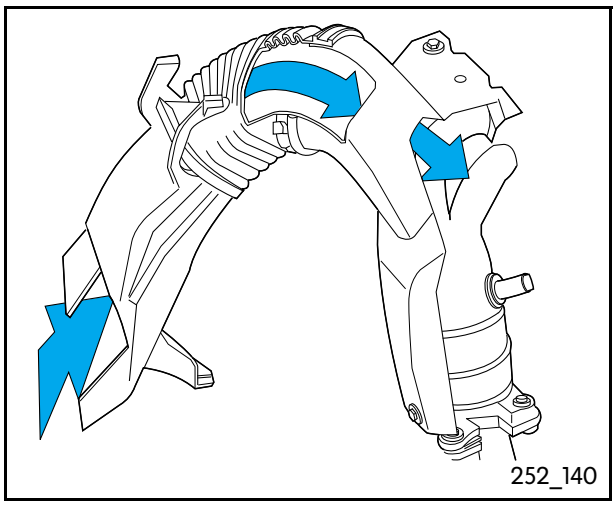
Die Abgaskühlung

Der NOx-Speicherkatalysator kann Stickoxide (NOx) nur in einem Temperaturbereich von 250°C bis 500°C speichern. Damit er sich möglichst oft und lange in diesem Temperaturbereich befindet, wird das Abgas abgekühlt. Das geschieht zum einen durch eine Abgaskrümmer-Kühlung und zum anderen durch ein dreiflutiges Abgasrohr.

Die Abgaskrümmer-Kühlung

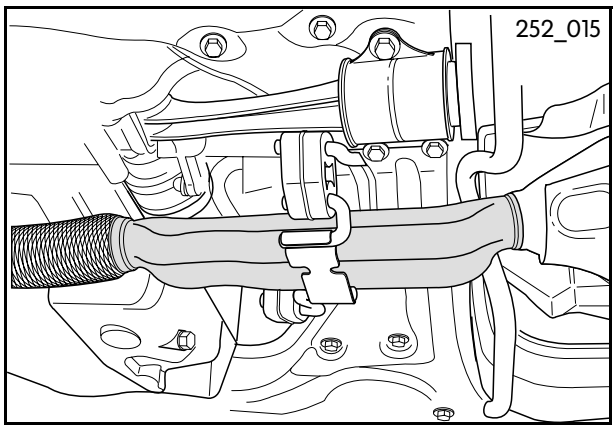
Im Vorderwagen wird Frischluft gezielt auf den Abgaskrümmer gelenkt und damit das Abgas abgekühlt.

Dadurch kann nach Fahrten mit hohen Abgastemperaturen möglichst schnell in den verbrauchsgünstigen Schichtladungs-Betrieb umgeschaltet werden.



Das dreiflutige Abgasrohr

befindet sich vor dem NOx-Speicherkatalysator. Es ist die zweite Maßnahme, um die Temperatur der Abgase und damit des NOx-Speicherkatalysators zu senken. Durch die größere Oberfläche wird die Wärmeabfuhr an die Umgebungsluft erhöht und die Abgastemperatur gesenkt.



Der Temperatursensor

Einbauort

Der Temperatursensor befindet sich hinter dem Vorkatalysator.

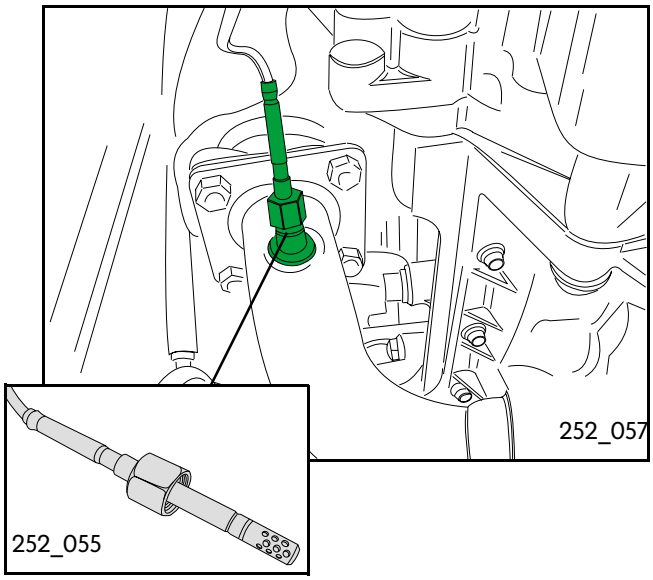
Aufgabe

Er misst die Abgastemperatur und gibt diese Information an das Motorsteuergerät weiter. Das Motorsteuergerät errechnet daraus die Temperatur im NOx-Speicherkatalysator.

Das ist erforderlich, weil:

- der NOx-Speicherkatalysator nur zwischen 250 °C und 500 °C Stickoxide abspeichern kann. Deshalb darf auch nur in diesem Temperaturbereich in den Schichtladungs-Betrieb geschaltet werden.

- auch der Schwefel aus dem Kraftstoff im NOx-Speicherkatalysator ungewollt eingelagert wird. Um den Schwefel wieder heraus zu bekommen, muss die Temperatur im Speicherkatalysator auf über 650 °C steigen.



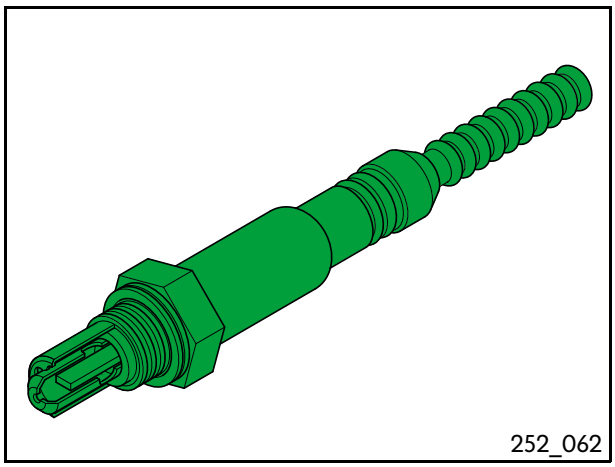
Die Breitband-Lambda-Sonde (Vorkatalysator)

Einbauort

Sie befindet sich am Abgaskrümmer.

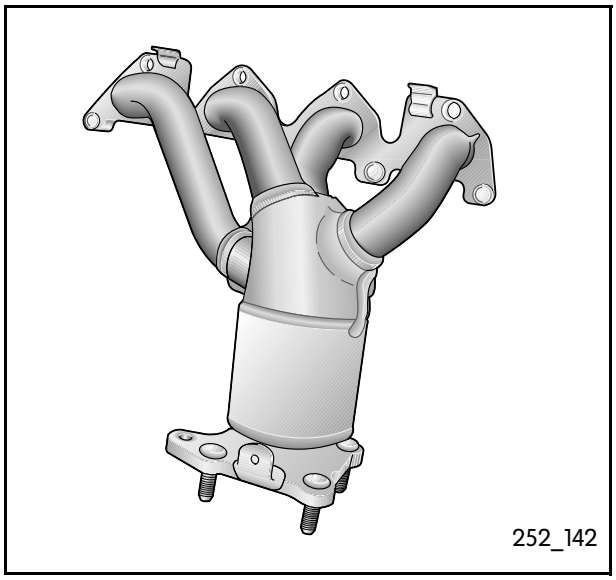
Aufgabe

Mit ihr kann der Sauerstoffanteil im Abgas über einen großen Meßbereich bestimmt werden. Bei Abweichungen vom Sollwert wird die Einspritzzeit korrigiert.



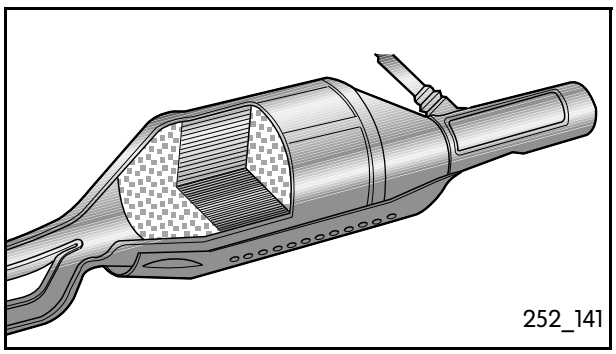
Der Vorkatalysator

ist ein Drei-Wege-Katalysator und befindet sich im Abgaskrümmer.
Diese motornahe Anordnung ist notwendig, damit der Katalysator möglichst schnell seine Betriebstemperatur erreicht und die Abgasreinigung beginnt. Nur so werden die strengen Abgasgrenzwerte eingehalten.


252_142

Der NOx-Speicherkatalysator

entspricht in seinem Aufbau einem herkömmlichen Drei-Wege-Katalysator.
Ihm wurde jedoch Bariumoxid beigemischt, das bei Temperaturen zwischen 250 und 500 °C Stickoxide durch Nitratbildung speichert.
Das ist erforderlich, weil ein Drei-Wege-Katalysator im mageren Schichtladungs-Betrieb nur einen geringen Teil der Stickoxide in Stickstoff umwandeln kann.


252_141

Sind die Speicherplätze belegt, wird das vom Motorsteuergerät erkannt und es schaltet in den Regenerationsmodus.
Nur so können die Abgasgrenzwerte eingehalten werden.

Weitere Informationen zum Regenerationsmodus finden Sie auf den Seiten 44 und 45.



Wegen der chemischen Ähnlichkeit zu den Stickoxiden wird auch der im Kraftstoff enthaltene Schwefel als Sulfat gespeichert. Dadurch belegt er die Speicherplätze von den Stickoxiden und es muss häufiger regeneriert werden.

Der NOx-Sensor

Einbauort

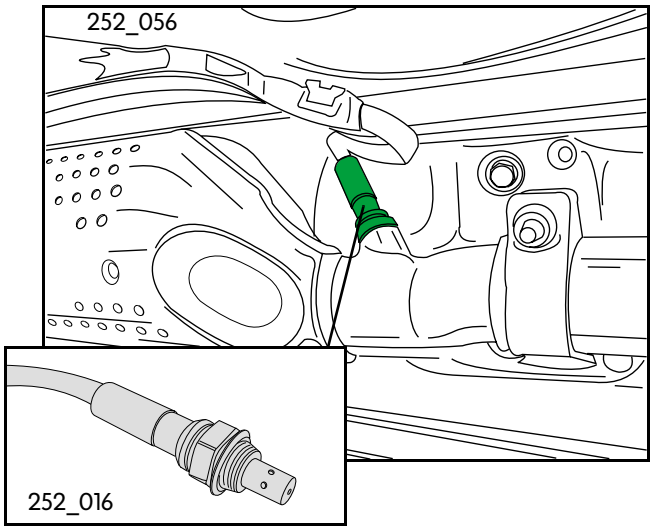
Er befindet sich hinter dem NOx-Speicherkatalysator.

Aufgabe

Mit ihm wird nach dem Funktionsprinzip einer Breitband-Lambda-Sonde der Stickoxid- (NOx) und der Sauerstoffanteil im Abgas bestimmt.

- Anhand des Stickoxidanteils wird die noch vorhandene Speicherfähigkeit des NOx-Speicherkatalysators erkannt.
- Anhand des Sauerstoffanteils wird wie bisher die Funktion des Katalysators überwacht und die Einspritzmenge eventuell angepasst.

Die Signale werden vom NOx-Sensor an das Steuergerät für NOx-Sensor gesendet.



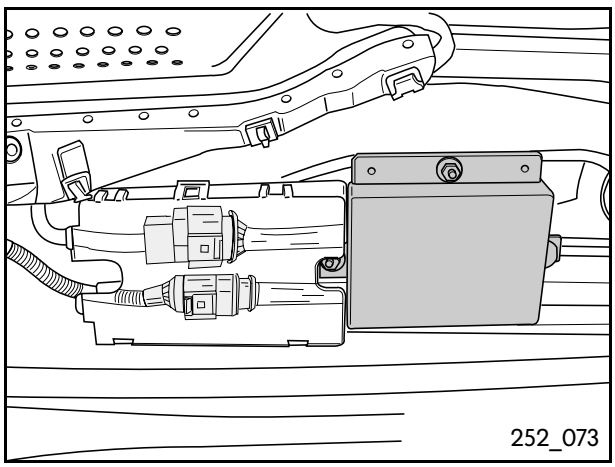
Das Steuergerät für NOx-Sensor

Einbauort

Er befindet sich am Unterboden in der Nähe des NOx-Sensors. Die nahe Anordnung verhindert, daß äußere Störeinflüsse die Signale des NOx-Sensors verfälschen.

Aufgabe

Im Steuergerät für NOx-Sensor werden die Signale aufbereitet und an das Motorsteuergerät weitergesendet.
Erkennt das Motorsteuergerät, daß die Speicherfähigkeit des NOx-Speicherkatalysators erschöpft ist, schaltet es in den Regenerationsmodus.



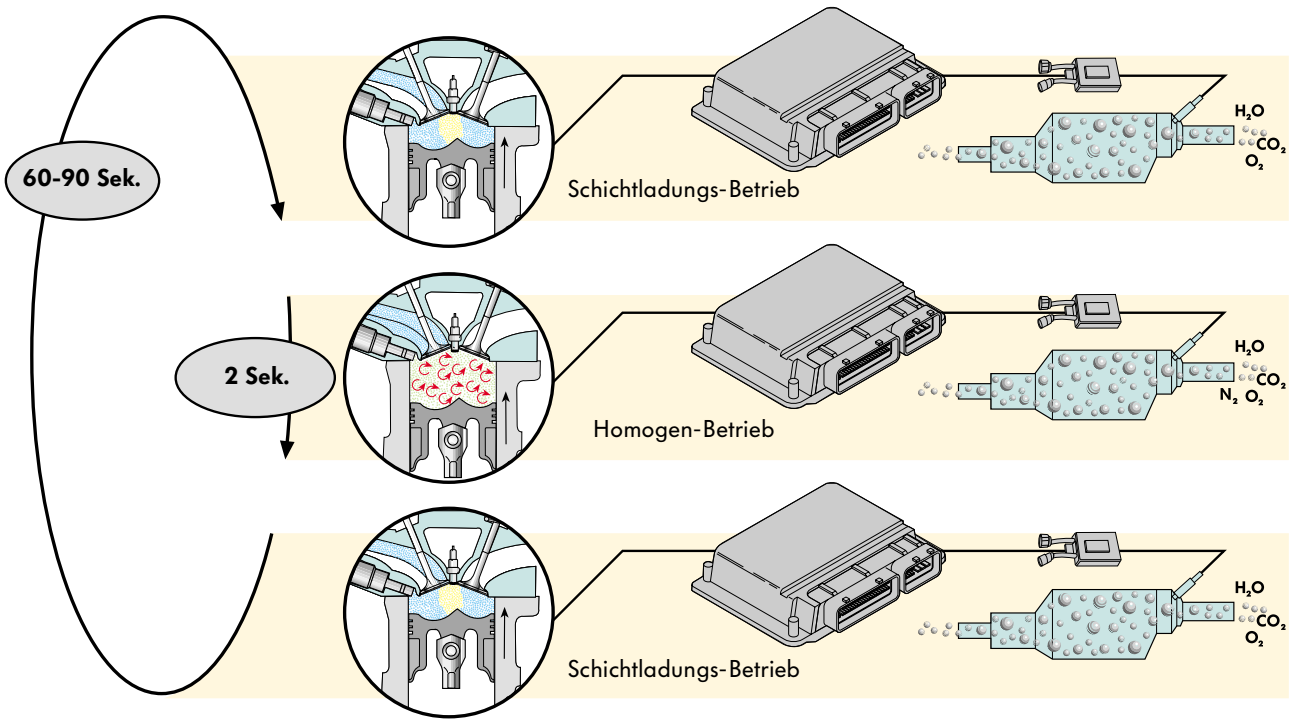
Der Regenerationsmodus

In diesem Modus werden die eingespeicherten Stickoxide und der Schwefel aus dem NOx-Speicherkatalysator herausgelöst und in ungiftigen Stickstoff, bzw. in Schwefeldioxid umgewandelt.

Die Regeneration von den Stickoxiden

erfolgt, wenn hinter dem Speicherkatalysator die Stickoxidkonzentration einen festgelegten Wert überschreitet. Daran erkennt das Motorsteuergerät, daß der Katalysator keine Stickoxide mehr speichern kann und die Speicherfähigkeit erschöpft ist. Der Regenerationsmodus wird eingeschaltet.

Dabei wird vom mageren Schichtladungs-Betrieb in den Homogen-Betrieb umgeschaltet, wodurch der Anteil an Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid im Abgas steigt. Im Speicherkatalysator verbinden sich beide mit dem Sauerstoff der Stickoxide und aus den Stickoxiden entsteht Stickstoff.



252_151

Der NOx-Speicherkatalysator kann im Schichtladungs-Betrieb 60 bis 90 Sekunden Stickoxide speichern. Danach erfolgt eine 2 sekündige Regeneration.

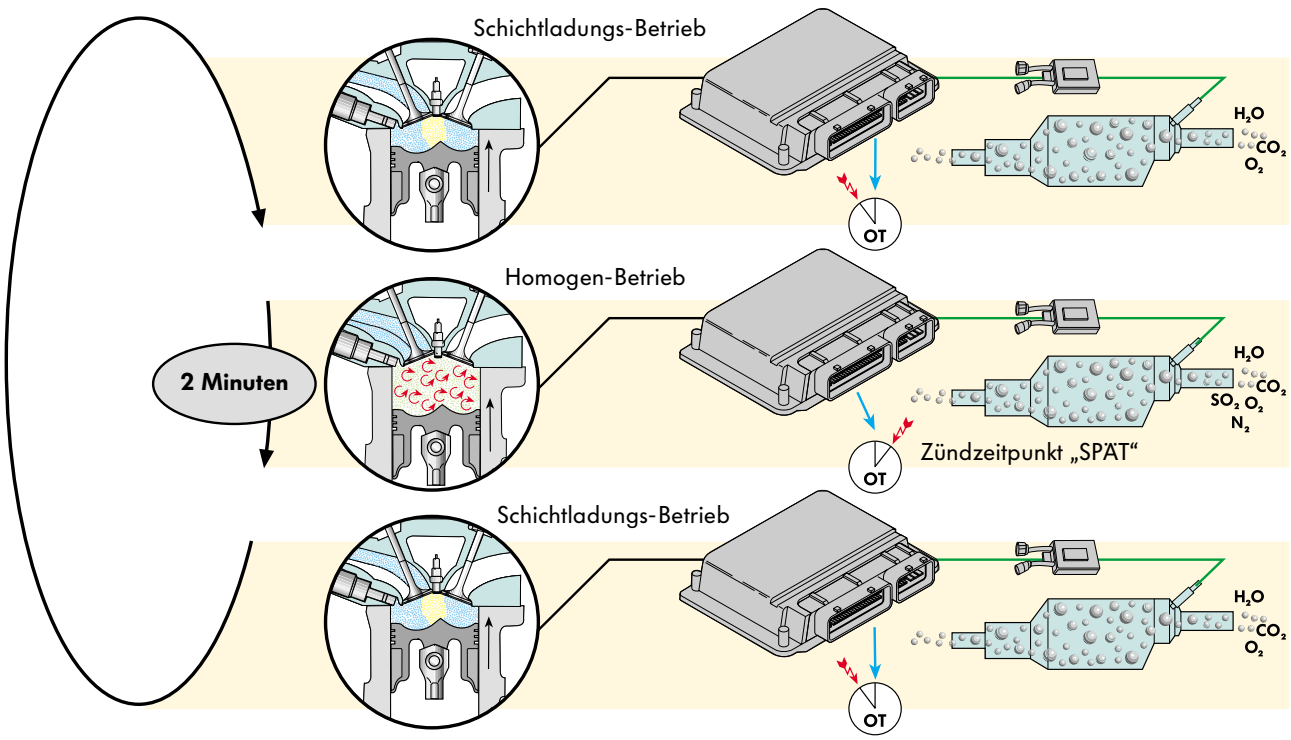
Die Regeneration vom Schwefel

ist etwas aufwendiger, weil der Schwefel temperaturbeständiger ist und bei der Stickoxid-Regeneration im Katalysator gespeichert bleibt.
Eine Entschwefelung wird vorgenommen, wenn die Stickoxidkonzentration nach dem NOx-Speicherkatalysator in immer kürzeren Zeitabständen einen festgelegten Wert erreicht. Daraus schließt das Motorsteuergerät, daß die Speicherplätze des Katalysators vom Schwefel belegt sind und die Stickoxide nicht mehr gespeichert werden können.

Um ihn zu entschwefeln wird für ca. 2 Minuten:

- vom Schichtladungs-Betrieb in den Homogen-Betrieb geschaltet und
- durch Zündzeitpunktverstellung in Richtung "spät" die Temperatur des Speicherkatalysators auf über 650 °C erhöht.

Erst dann reagiert der eingespeicherte Schwefel zu Schwefeldioxid SO_2.



252_152

Fahrten mit hoher Last- und Drehzahl führen automatisch zur Entschwefelung, weil dabei die notwendige Entschwefelungstemperatur im NOx-Speicherkatalysator erreicht wird.



Um den Kraftstoffverbrauch durch die Schwefel-Regeneration so gering wie möglich zu halten, wurde von der Firma Shell in Zusammenarbeit mit Volkswagen ein schwefelfreier Kraftstoff entwickelt. Es ist der "Shell Optimax" mit ROZ 99 und bietet folgende Vorteile:

- ein geringerer Kraftstoffverbrauch durch seltenere Schwefel-Regenerationen,
- weniger Schadstoffe durch spezielle Verarbeitungsverfahren und Entzug von Schwefel,
- eine verbesserte Beschleunigung durch ROZ 99 und
- weniger Ablagerungen im Motor durch besondere Kraftstoffzusätze.

Die Abgasrückführung

macht den Einsatz eines NOx-Speicherkatalysators überhaupt erst sinnvoll. Denn durch die zugeführten Abgase wird die Verbrennungstemperatur gesenkt und es entstehen weniger Stickoxide.

Die Abgasrückführung erfolgt

- im Schichtladungs-Betrieb immer und
- im Homogen-Betrieb bis 4000 1/min und mittlerer Last, jedoch nicht im Leerlauf.

Die rückgeführte Abgasmenge beträgt maximal 35 % der gesamten angesaugten Gasmenge.

Dadurch kann der Katalysator über einen längeren Zeitraum Stickoxide einspeichern und muss nicht so oft regeneriert werden.

Es kann länger im kraftstoffsparenden Schichtladungs-Betrieb gefahren werden.

Das Ventil für Abgasrückführung (N18)

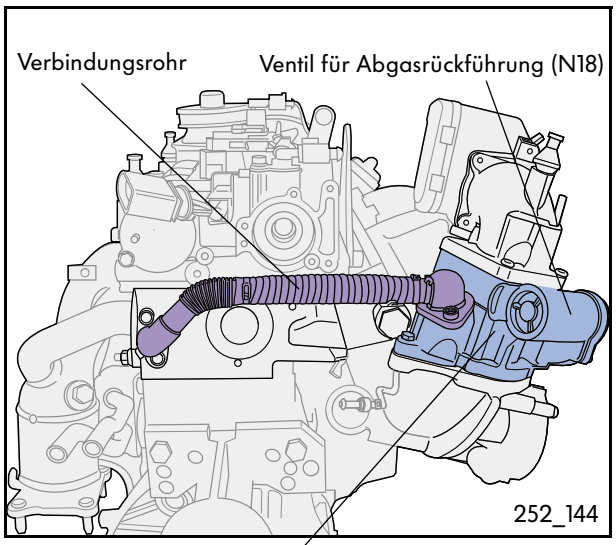
ist an das Saugrohr angeschraubt. Es wurde neu konstruiert um hohe Abgasrückführraten zu ermöglichen.

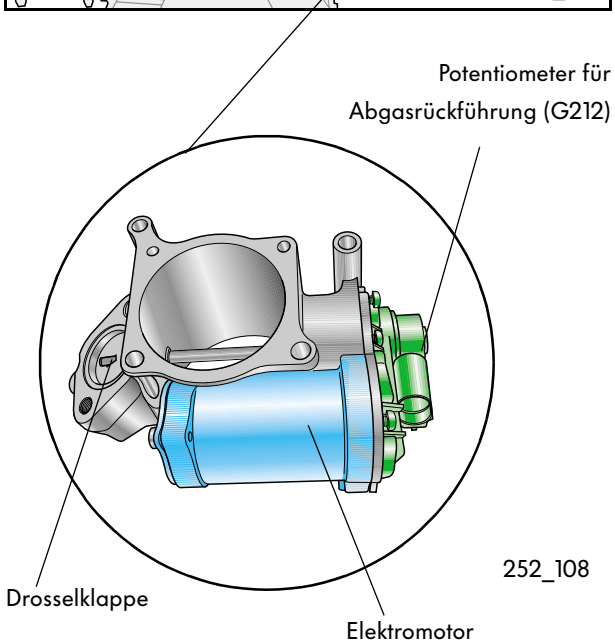
Es besteht aus einem Gehäuse mit:

- einer Drosselklappe,
- einem Elektromotor und
- dem Potentiometer für Abgasrückführung (G212).

Die Entnahme des Abgases erfolgt über ein Verbindungsrohr am Zylinderkopf des vierten Zylinders.
Das Motorsteuergerät steuert den Elektromotor kennfeldabhängig an und betätigt eine Drosselklappe.
Je nach Drosselklappenstellung strömt jetzt eine bestimmte Menge Abgas in das Saugrohr und vermischt sich mit der angesaugten Frischluft.

Das Potentiometer für Abgasrückführung im Gehäusedeckel erkennt die Stellung der Drosselklappe. Dadurch ist eine Diagnose des Ventils für Abgasrückführung möglich.





Der Nachschalldämpfer

hat ein Ventil, das den Querschnitt durch den das Abgas strömt nach der Höhe des Abgas-Gegendrucks verändert. Der Gegendruck ist wiederum von der Drehzahl und der Last abhängig.

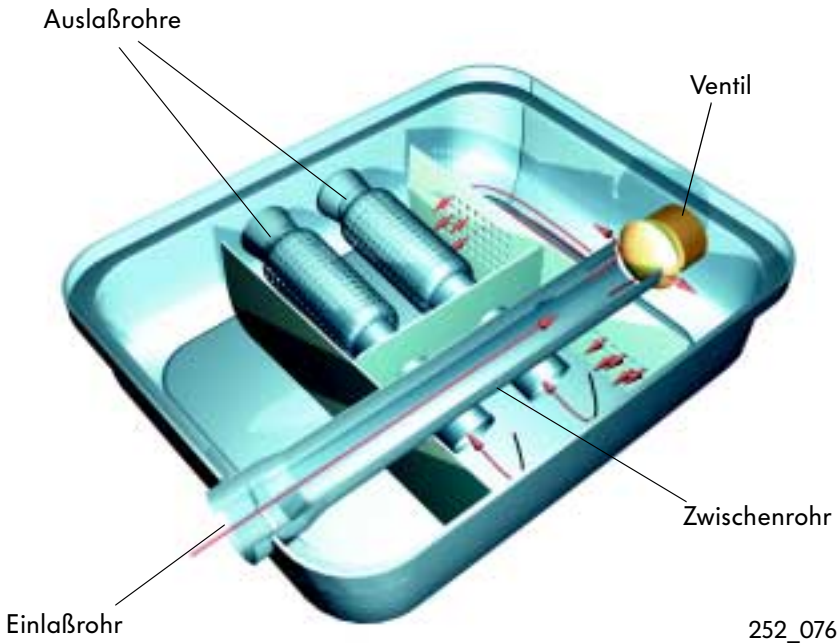
Durch dieses Ventil erreicht man:

- bei niedriger Drehzahl und Last, niedrige Geräuschemmisionen

- bei hoher Drehzahl und Volllast die maximale Leistung des Motors



252_156

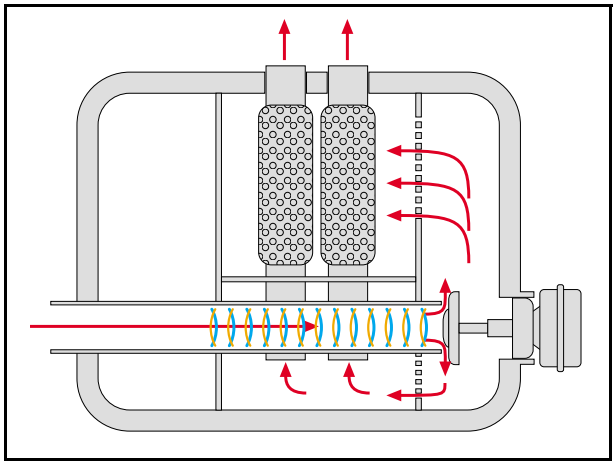


252_076

Die Funktionsweise

Bei niedrigen Drehzahlen und niedriger Last bzw. im Schubbetrieb

ist der Abgas-Gegendruck gering und das Ventil fast geschlossen. Dadurch strömt das Abgas nur durch einen kleinen Querschnitt und am Ventilteller entsteht ein Abgasstau. Der bewirkt, daß die Schallwellen des Abgases dichter zusammen geschoben werden und ein gleichmäßigeres Geräusch entsteht. Zusätzlich werden die Schallwellen am Ventilteller reflektiert und überlagern sich mit den herankommenden Schallwellen. Das vermindert ebenfalls die Geräuschemissionen.



252_099

(= herankommende Schallwellen

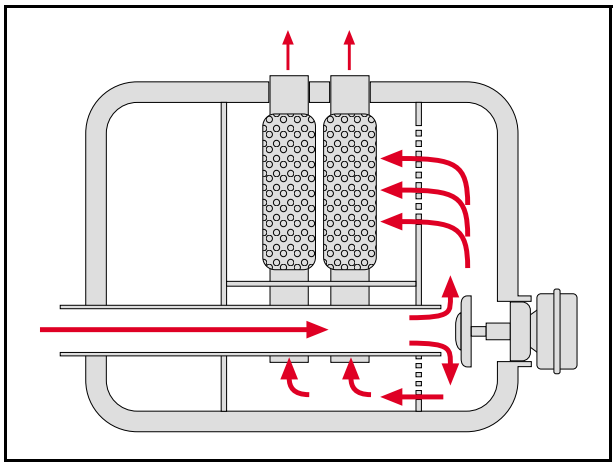
) = reflektierte Schallwellen

Bei steigender Drehzahl und Last

steigt auch der Gegendruck am Ventilteller. Dadurch wird das Ventil weiter geöffnet und der Querschnitt vergrößert.

Bei höheren Drehzahlen und Vollast

Ab Drehzahlen von ca. 3000 1/min und Vollast ist das Ventil voll geöffnet und der ganze Querschnitt wird freigegeben. Dadurch wird der Gegendruck so gering wie möglich gehalten und die Abgase strömen fast ungehindert am Ventilteller vorbei. Der Motor erzeugt die volle Leistung.



252_103

Das Kühlsystem

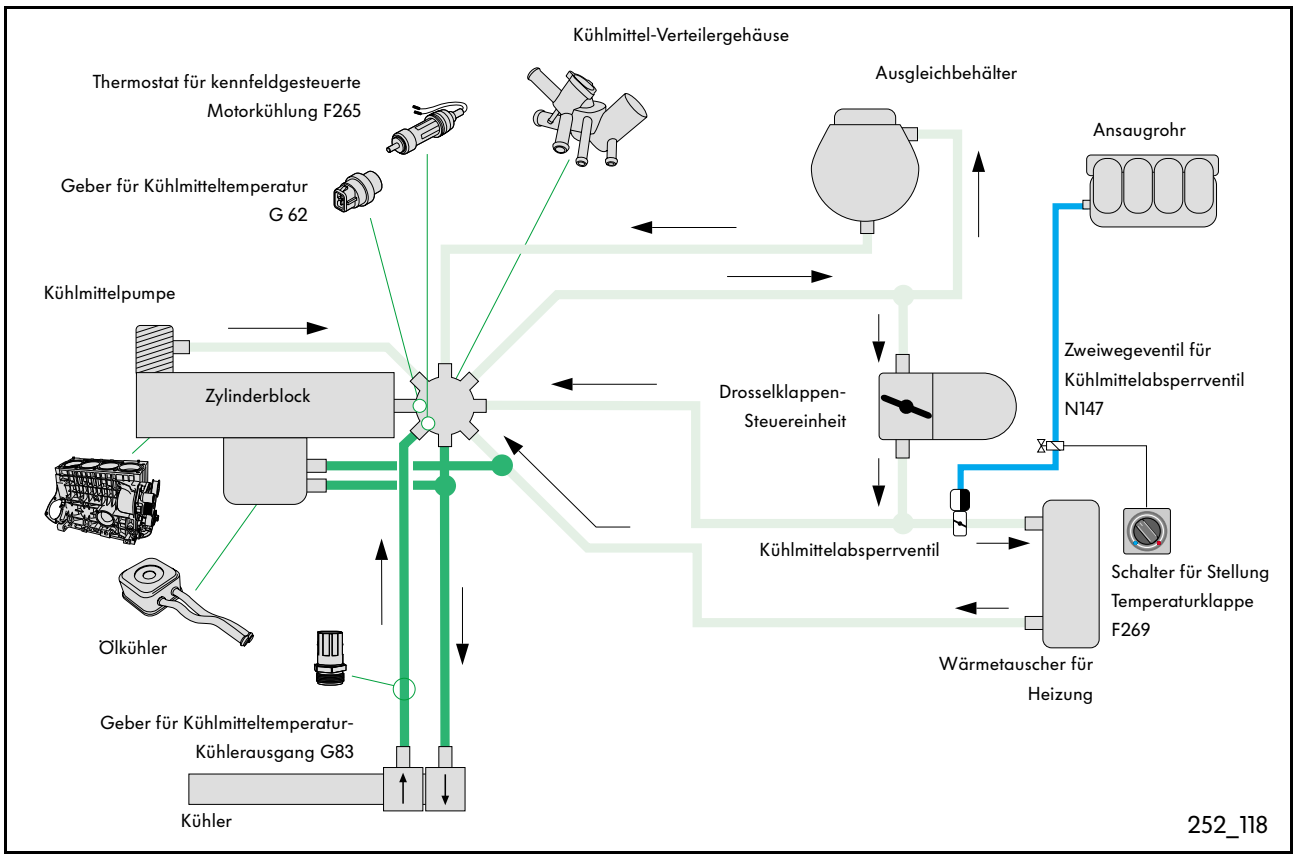
Der 1,4l-77kW Motor hat das elektronisch geregelte Kühlsystem. Mit ihm wird die Kühlmitteltemperatur kennfeldabhängig zwischen 85 °C und 110 °C geregelt.

Im Teillastbereich

liegt die Kühlmitteltemperatur zwischen 95 °C und 110 °C. Dadurch steigt die Temperatur des Motoröls und es wird dünnflüssiger. Das führt zu einer geringeren Reibung und der Kraftstoffverbrauch sinkt.

Im Vollastbereich

wird die Kühlmitteltemperatur auf 85 °C bis 95 °C heruntergeregelt. Durch das geringere Temperaturniveau erwärmt sich die angesaugte Luft nicht so stark und der Motor erreicht eine höhere Leistung und ein höheres Drehmoment.



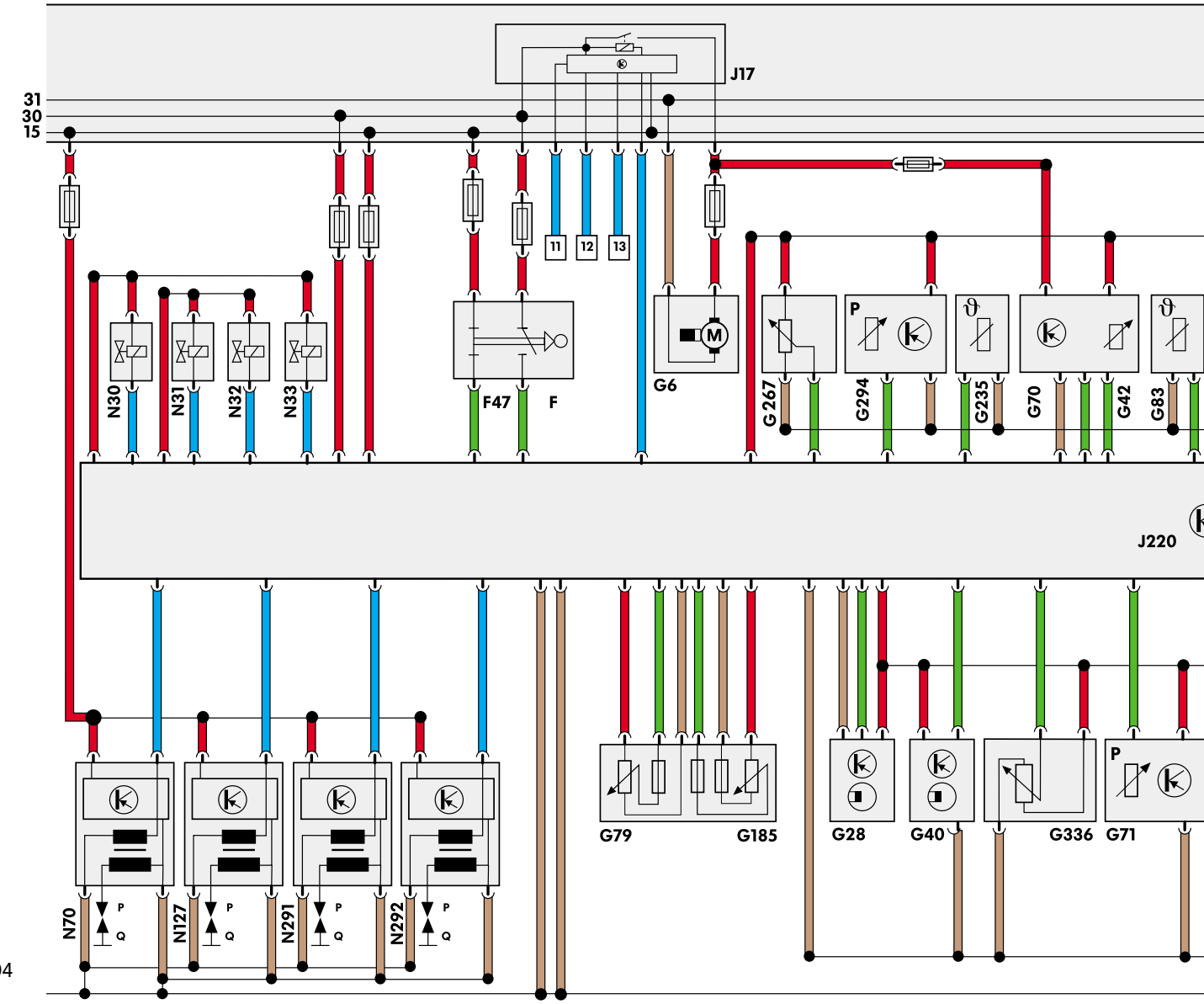
Die Temperatur im Kühlsystem hängt von der Kühlmittelmenge ab, die durch den Kühler strömt und dort gekühlt wird. Bestimmt wird die Menge durch das Thermostat für kennfeldgesteuerte Motorkühlung. Je nach Temperatur vergrößert oder verkleinert es den Querschnitt vom Kühler zum Kühlmittel-Verteilergehäuse.



Weitere Informationen finden Sie im Selbststudienprogramm „Elektronisch geregeltes Kühlsystem“ Nr. 222

Motormanagement

Funktionsplan

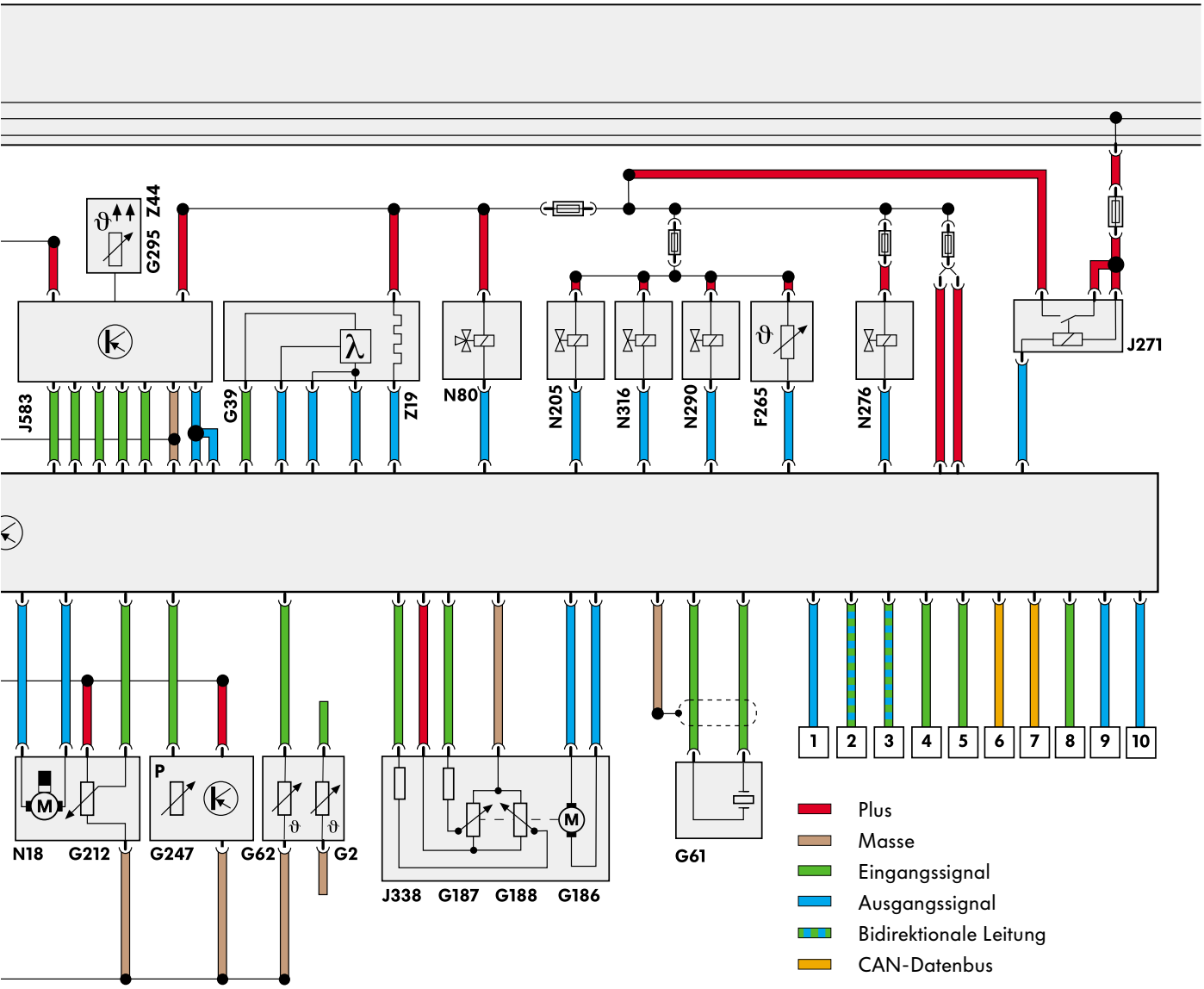


252_104

F Bremslichtschalter
F47 Bremspedalschalter für GRA
F63 Bremspedalschalter
F265 Thermostat für kennfeldgesteuerte Motorkühlung

G2 Geber für Kühlmitteltemperatur
G6 Kraftstoffpumpe
G28 Geber für Motordrehzahl
G39 Lamdasonde
G40 Hallgeber
G42 Geber für Ansauglufttemperatur
G61 Klopfsensor 1
G62 Geber für Kühlmitteltemperatur
G70 Luftmassenmesser
G71 Geber für Saugrohrdruck
G79 Geber für Gaspedalstellung
G83 Geber für Kühlmitteltemperatur-Kühlerausgang
G185 Geber 2 für Gaspedalstellung
G186 Drosselklappenantrieb
G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb
G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb
G212 Potentiometer für Abgasrückführung
G235 Geber 1 für Abgastemperatur
G247 Geber für Kraftstoffdruck
G267 Potentiometer, Drehknopf Temperaturwahl
G294 Drucksensor für Bremskraftverstärkung
G295 Geber für NOx
G336 Potentiometer für Saugrohrklappe

J17 Kraftstoffpumpenrelais
J220 Steuergerät für Motronic



252_105

J271	Stromversorgungsrelais für Motronic
J338	Drosselklappen-Steuereinheit
J583	Steuergerät für NOx-Sensor
N70, N127, N291, N292	Zündspule 1 - 4 mit Leistungsendstufen
N18	Ventil für Abgasrückführung
N30-33	Einspritzventil 1 - 4
N80	Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter-Anlage
N205	Ventil 1 für Nockenwellenverstellung
N276	Regelventil für Kraftstoffdruck
N290	Ventil für Kraftstoffdosierung
N316	Ventil für Saugrohrklappe Luftstromsteuerung
P	Zündkerzenstecker
Q	Zündkerzen
Z19	Heizung für Lambdasonde
Z44	Heizung für Geber für NOx
1	TD-Signal
2	K/W Leitung
3	Klimakompressor
4	Klimabereitschaft
5	PWM-Signal vom Hochdruckgeber G65
6	CAN-Bus High
7	CAN-Bus Low
8	Drehstromgeneratorklemme DFM
9	Lüftersteuerung 1
10	Lüftersteuerung 2
11	Leitung an Klemme 50
12	Leitung an Türkontaktschalter
13	Leitung an Airbag

Prüfen Sie Ihr Wissen

1. Die Nockenwellenverstellung führt zu einer ...

☐ **a)** ...Verbesserung der Laufruhe des Motors.

☐ **b)** ...jeweils optimalen Einstellung der internen Abgasrückführung bezüglich Emissionen und Verbrauch

☐ **c)** ...Verbesserung des Drehmomentverlaufes.

2. Warum sind die Zylinderlaufflächen plasmabeschichtet ?

☐ **a)** Die Plasmabeschichtung dient der Gewichtseinsparung.

☐ **b)** Die Plasmabeschichtung verringert die Reibung zwischen den Kolbenringen und der Zylinderlauffläche.

☐ **c)** Die Plasmabeschichtung kann leichter bearbeitet werden, als die Zylinderlaufbuchsen.

3. Die speziell ausgeformten Kolbenmulden haben den Zweck...

☐ **a)** ...durch Materialreduzierung Gewicht einzusparen.

☐ **b)** ...die Verbrennungstemperatur durch kontrollierte Gemischführung zu senken.

☐ **c)** ...den Kraftstoff und die Frischluft gezielt zur Zündkerze zu leiten.

4. Welche Aussagen zum Schichtladungs-Betrieb sind richtig ?

☐ **a)** Der Kraftstoff wird durch die Kraftstoffmulde des Kolbens und die walzenförmige Luftströmung zur Zündkerze geleitet.

☐ **b)** Der Kraftstoff wird im letzten Drittel des Verdichtungstaktes direkt in den Zylinder eingespritzt.

☐ **c)** Zum Zeitpunkt der Zündung hat sich im Brennraum eine innere Schicht mit zündfähigem Gemisch und eine äußere Schicht mit Luft und rückgeführten Abgasen gebildet.

5. Welche Aussagen zum Homogen-Betrieb sind richtig ?

☐ **a)** Im Homogen-Betrieb vermischt sich der Kraftstoff im gesamten Brennraum gleichmäßig (homogen) mit der Ansaugluft.

☐ **b)** Er entspricht der Betriebsart eines Motors mit Saugrohreinspritzung.

☐ **c)** Beim Homogen-Betrieb wird der Kraftstoff während des Ansaugtaktes direkt in den Zylinder eingespritzt.

6. Welche Aufgabe hat die Saugrohrklappen-Schaltung ?

☐ **a)** Durch die betätigte Saugrohrklappe strömt die Ansaugluft walzenförmig (tumble) in den Zylinder.

☐ **b)** Durch die Saugrohrklappe wird die interne Abgasrückführung gesteuert.

☐ **c)** Bei betätigter Saugrohrklappe erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit der Ansaugluft.

7. Welche Drücke herrschen im Kraftstoffsystem ?

☐ **a)** Im Hochdruck-Kraftstoffsystem wird der Druck auf maximal 2000 bar erhöht.

☐ **b)** Im Niederdruck-Kraftstoffsystem herrscht im Normalbetrieb ein Druck von 3 bar.

☐ **c)** Im Hochdruck-Kraftstoffsystem beträgt der Druck zwischen 50 und 100 bar.

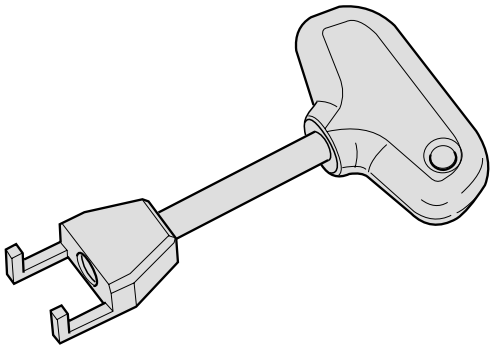
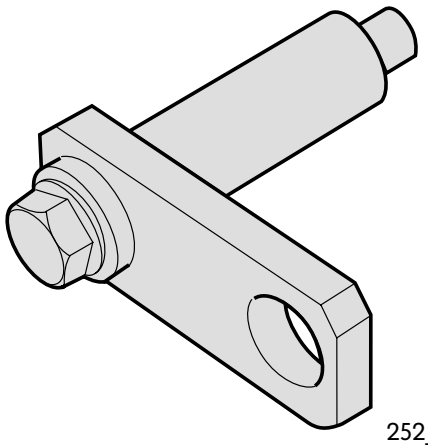
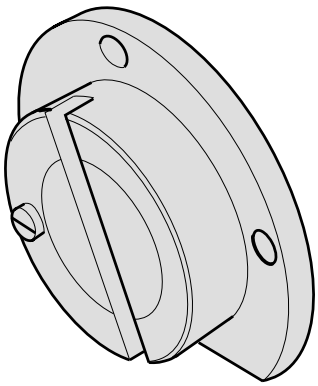
8. Was versteht man unter einem Regenerationsmodus ?

☐ **a)** Im Regenerationsmodus wird der NOx-Speicherkatalysator von den Stickoxiden beziehungsweise vom Schwefel befreit.

☐ **b)** Beim Regenerationsmodus wird in den Schichtladungs-Betrieb umgeschaltet.

☐ **c)** Der Regenerationsmodus ist der kraftstoffsparende Magerbetrieb.

Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T 10094 Abzieher	 252_149	Der Abzieher dient zum Herausziehen der Einzelfunken-Zündspulen.
T 10109 Halter	 252_133	Der Halter wird zum Abfangen des Motors am Zylinderblock befestigt.
T 10110 Fixierflansch	 252_134	Der Fixierflansch dient beim Einbauen des Nockenwellenverstellers zur Einstellung und Überprüfung der korrekten Nockenwellenposition.

Lösungen von Seite 52-53

1.) b,c

2.) a,b

3.) c

4.) a,b,c

5.) a,b,c

6.) a,c

7.) b,c

8.) a

252



Nur für den internen Gebrauch © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten
140.2810.71.00 Technischer Stand 4/01

Dieses Papier wurde aus chlorfrei
gebleichtem Zellstoff hergestellt.