



## Der 2,0l-110 kW Motor mit Benzin-Direkteinspritzung (FSI)

Selbststudienprogramm 279

Mit den Verbesserungen der Benzineinspritzung in den Ansaugkanal ist das Sparpotenzial der herkömmlichen Technik weitgehend ausgeschöpft. Möglichkeiten Ottomotoren sparsamer und umweltfreundlicher zu machen, ist das Prinzip der Direkteinspritzung.

Sparsame Dieselmotoren sind Direkteinspritzer. Also jene Motoren, bei denen der Kraftstoff punktgenau und zum richtigen Zeitpunkt an den richtigen Ort gelangt.



Was liegt – zumindest in der Theorie – näher, als das Prinzip der Direkteinspritzung auch bei Ottomotoren anzuwenden.

Mit der FSI-Technologie erschließt Audi dem Benzinmotor eine neue Dimension.

## Einleitung

Die Highlights des FSI-Motor .....	4
Der 2,0l FSI-Motor .....	5

## Motor

Kurbelgehäuse-Entlüftung .....	6
Kolben .....	7
Ölkreislauf .....	7
Der Zylinderkopf .....	8
Positionierung der Nockenwellen zueinander .....	11
Saugrohr-Unterteil .....	12
Ansaugluftführung .....	13
Systemübersicht .....	14
CAN-BUS Schnittstellen .....	16
Motorsteuergerät .....	17
Betriebsarten .....	17
Der Schichtladungs-Betrieb .....	18
Homogen-Betrieb .....	20
Kraftstoffsystem .....	24
Einkolben-Hochdruckpumpe .....	26
Mengensteuerventil (N290) (MSV) .....	28
Kraftstoffverteilerrohr (Rail) .....	29
Kraftstoffdrucksensor (G247) .....	30
Die Hochdruck-Einspritzventile N30, N31, N32, N33 .....	31
Das Abgassystem .....	32
Der Abgastemperatursensor (G235) .....	32
Das Abgasnachbehandlungssystem .....	33
Der No <sub>x</sub> -Speicherkatalysator .....	33
Die Regenerationsphasen .....	34
Der No <sub>x</sub> -Sensor (G295) .....	36
Der Abgastemperatursensor (G235) .....	36
Die Abgasrückführung .....	37
Funktionsplan .....	38
Sonderwerkzeuge .....	40



Das Selbststudienprogramm informiert Sie über Konstruktionen und Funktionen.

**Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!**  
**Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Softwarestands.**

Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.

Neu!



Achtung!  
Hinweis!

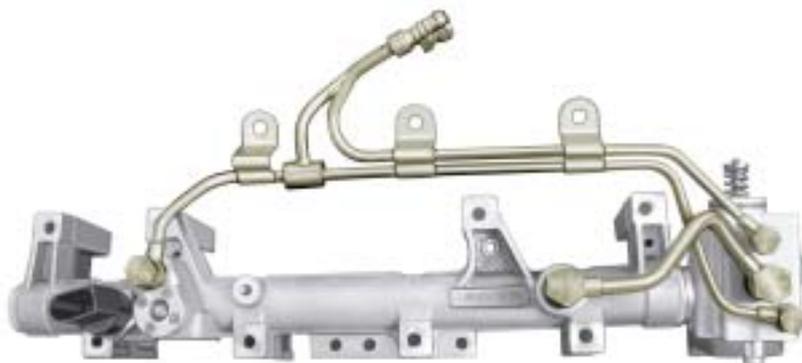


# Einleitung

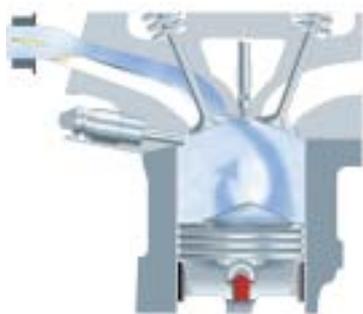


## Die Highlights des FSI-Motor

das Hochdruck-Einspritzsystem mit neu entwickelter Einkolben-Hochdruckpumpe



279\_041



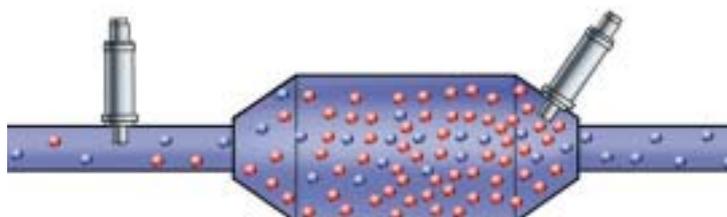
279\_025



279\_030

Luftgeführtes Brennverfahren mit kennfeldgesteuerter Ladungsbewegung (Schichtlade- und Homogenbetrieb)

Weiterentwickeltes Abgasnachbehandlungssystem mit  $\text{No}_x$ -Speicher-Kat und  $\text{No}_x$ -Sensor

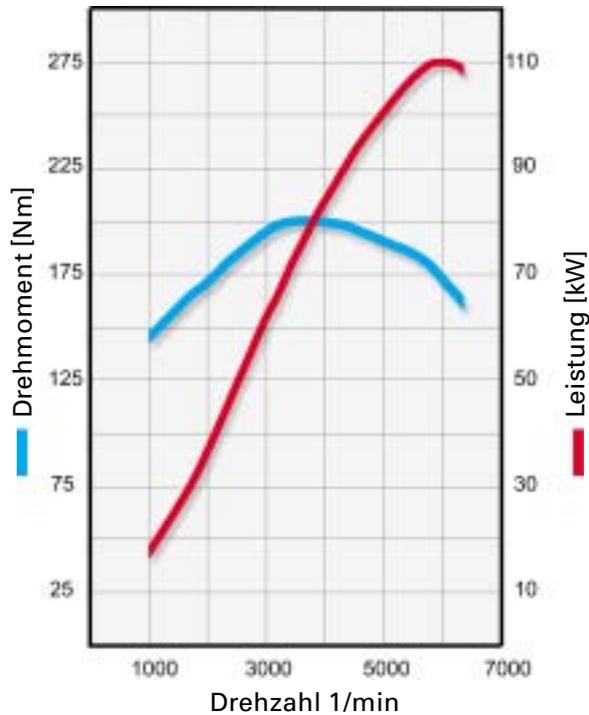


279\_007

## Der 2,0l FSI-Motor



279\_001



279\_008

### Technische Daten:

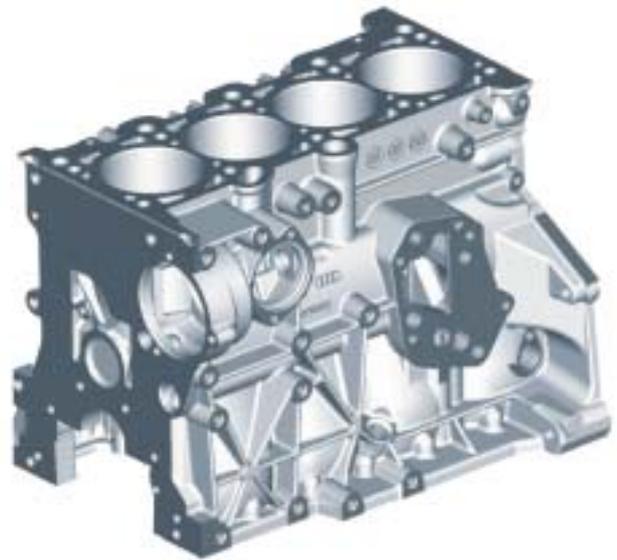
Motor-Kennbuchstabe:	<b>AWA</b>	Steuerzeiten:	Einlass öffnet 28° n.OT Einlass schließt 48° n.UT Auslass öffnet 28° v.UT Auslass schließt 8° v.OT
Hubraum:	1984 ccm	Verstellbereich	Einlassnockenwelle: 42° KW (Kurbelwinkel)
Bohrung:	82,5 mm	Emissionsklasse:	EU IV
Hub:	92,8 mm	Füllmengen:	Motoröl incl. Filter 4,8l
Verdichtung:	11,5 : 1	Verbrauch:	städtisch 9,9l/100 km (5-Gang außerstädt. 5,4l/100 km Schaltgetriebe) durchschn. 7,1l/100 km
Leistung:	110 kW (150 PS)		
Drehmoment:	200 Nm/ 3250-4250 1/min		
Motormanagement:	MED. 7.1.1		
Ventile:	4 pro Zylinder		
Ventilsteuerung:	Rollenschlepphebel mit hydraulischen Abstützelementen		

# Motor

## Motorblock

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

Der Motorblock ist identisch mit dem des 2,0l-Motors mit Saugrohreinspritzung (Kurbelwelle, Pleuel, Ausgleichswellen und Ölpumpe).



279\_009

## Kurbelgehäuse-Entlüftung

Die Blow-by-Gase gelangen vom Motorblock direkt in den ersten Ölabscheider. Der Großteil der Ölpartikel wird im Labyrinth des Ölabscheiders von den Gasen getrennt.

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



279\_046

## 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 Schichtladebetrieb gezielt in Richtung Zündkerze lenkt. Durch die geometrische Formgebung des Kolbens wird der Luftstrom in eine rollende (Tumble) Bewegung versetzt.



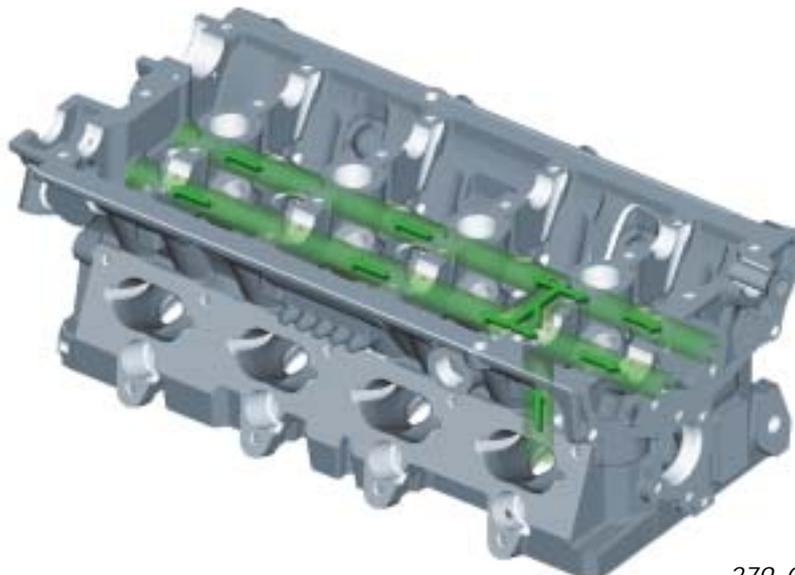
279\_010

## 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 Motorblock gelangt das Öl zwischen dem 3. und 4. -Zyl. in den Zylinderkopf.

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



279\_011

## Der Zylinderkopf

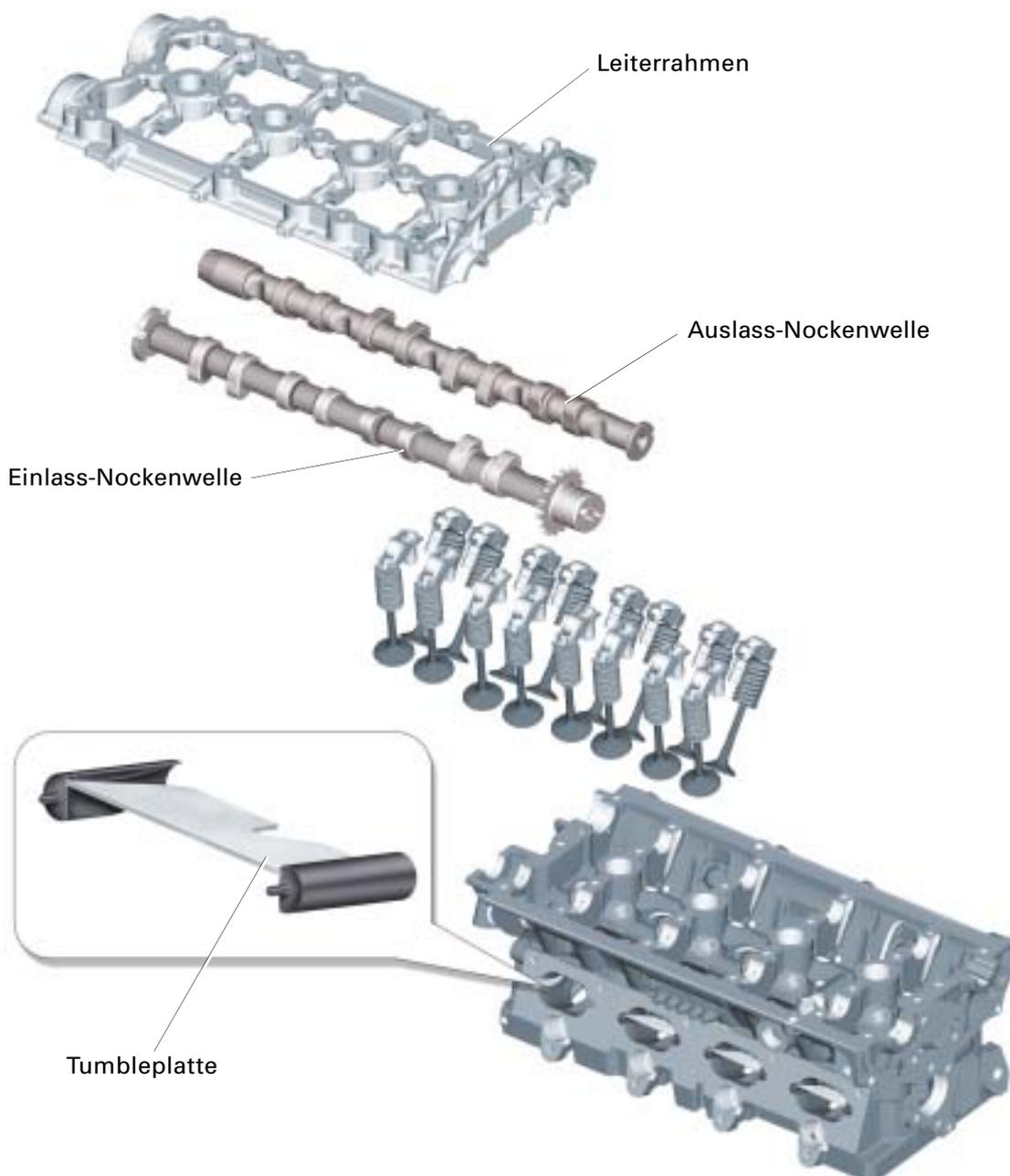
mit 4-Ventil-Technik und Rollenschlepphebel ist an das Direkteinspritz-Verfahren angepasst:

Die Ventilsteuerung erfolgt über zwei gebaute obenliegende Nockenwellen, die in einem Leiterraum 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.

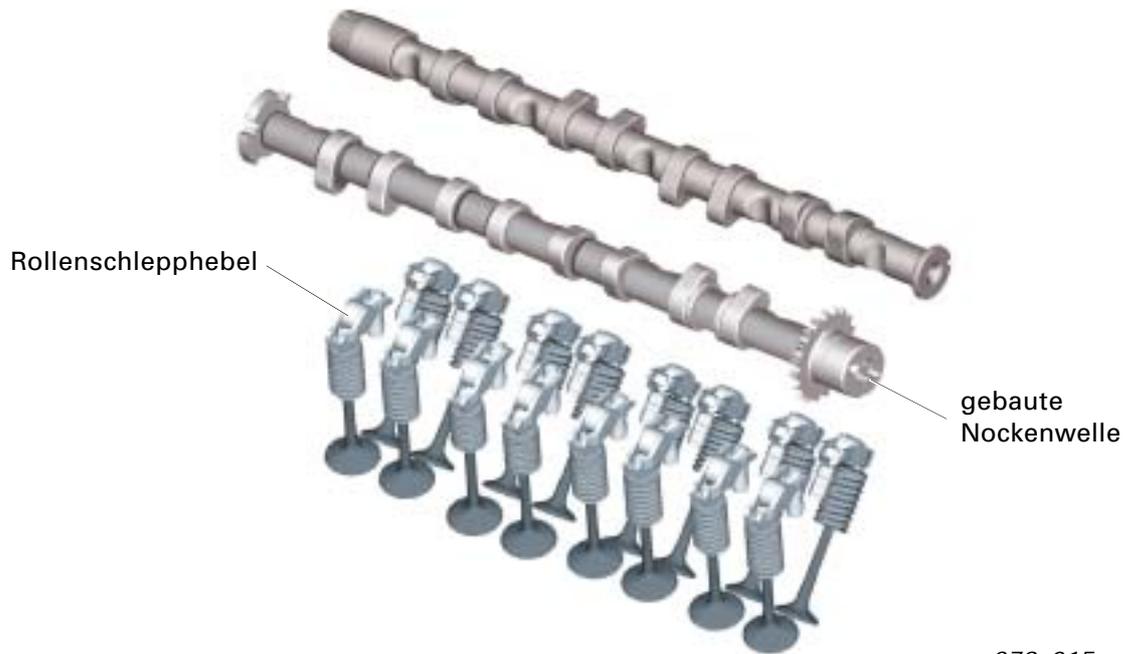
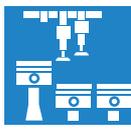
Die Aufnahmen der Hochdruck-Einspritzventile sind im Zylinderkopf integriert, wobei die Hochdruck-Einspritzventile direkt in den Brennraum hineinragen.



279\_013

Der Ventiltrieb ist als sogenannter „leichter Ventiltrieb“ (also nur mit einer Ventilsfeder) ausgelegt.

Die Ventile werden von zwei gebauten Nockenwellen über Rollenschlepphebel betätigt, welche sich auf hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselementen abstützen.



279\_015

Die Ventilhaube besteht aus Kunststoff und wird mit einer Elastomerdichtung, welche fest mit der Ventilhaube verbunden ist, entkoppelt verbaut.

Die Ventilhaube beinhaltet das Druckregelventil für die Kurbelgehäuseentlüftung und den internen Ölabscheider.



279\_016

## Nockenwellenverstellung

Die Nockenwellenverstellung wird mit einem Schwenkmotor hydraulisch kontinuierlich um bis zu 42° Kurbelwinkel kennfeldgesteuert verstellt.

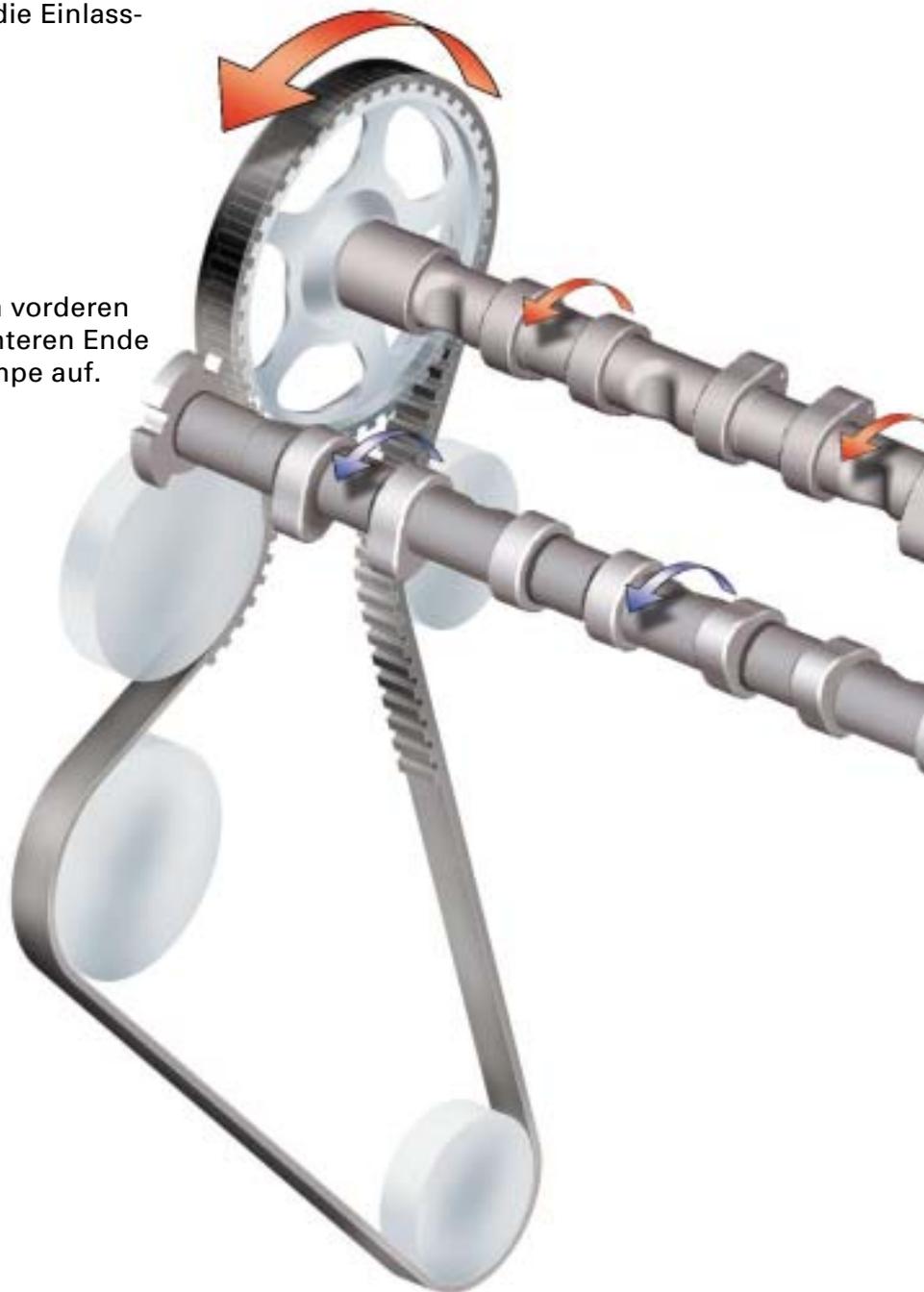
Der Zahnriemen treibt die Auslassnockenwelle an.

Diese nimmt auf der gegenüberliegenden Seite den Rotor des Schwenkmotors auf.

Der Stator ist direkt mit dem Kettenrad verbunden und treibt über die Kette die Einlassnockenwelle an.

Die Einlassnockenwelle nimmt am vorderen Ende das Hallgeberrad und am hinteren Ende den Antrieb für die Hochdruckpumpe auf.

Die Statorverstellung wird über die Kette auf die Einlassnockenwelle übertragen und somit werden die Steuerzeiten der Einlassventile variiert.

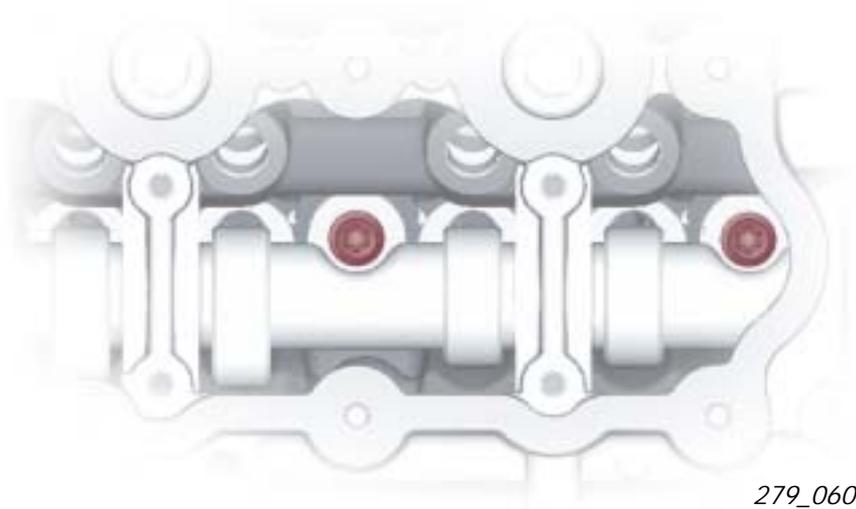
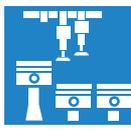


Funktion der Nockenwellenverstellung siehe SSP 255

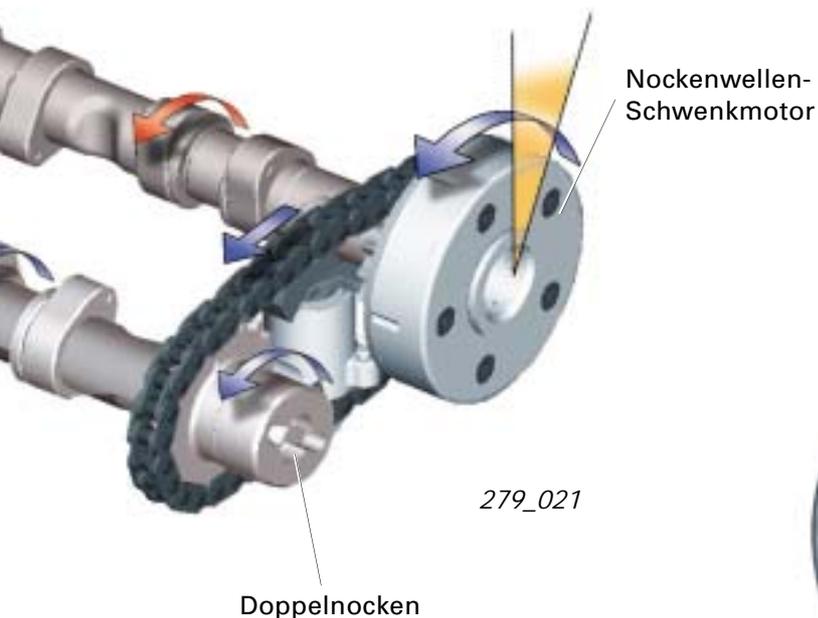
## Positionierung der Nockenwellen zueinander

Die Ein- und Auslassnockenwellen müssen zueinander so gedreht werden bis die geformten Einbuchtungen sich senkrecht gegenüber liegen.

In dieser Nockenwellenposition kann die Antriebskette ohne ermitteln der Rollenzahl aufgelegt werden. Nur in dieser Position ist auch der Ein- und Ausbau der Zylinderkopfschrauben möglich.



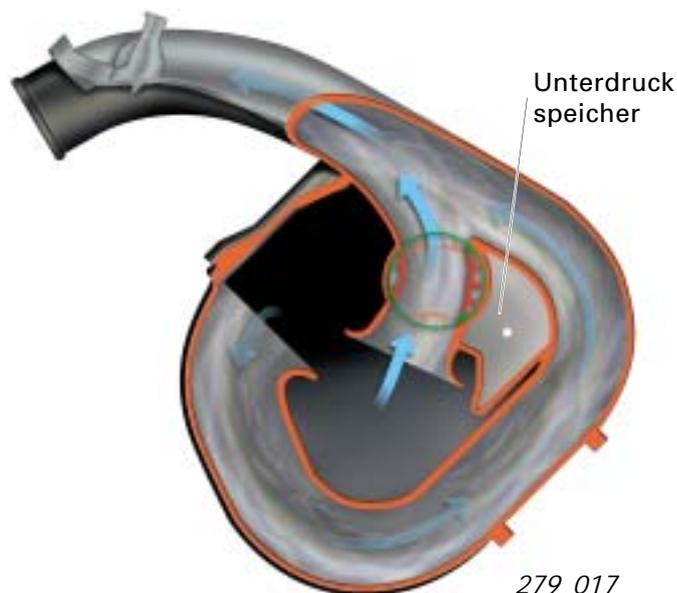
Das Anzugsdrehmoment der Zylinderkopfschrauben entnehmen Sie dem aktuellen Reparaturleitfaden in ELSA (Elektronisches Service Auskunft System).



# Motor

## Saugrohr

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 Temperatur sind die dafür relevanten Größen. Der Unterdruckspeicher ist im Saugrohrmodul integriert.



## Saugrohr-Unterteil

Im Saugrohrunterteil befinden sich vier Saugrohrklappen, die vom Stellmotor V157 über eine gemeinsame Welle angetrieben werden.

Das im Stellmotor integrierte Potentiometer G336 dient zur Rückmeldung der Klappenstellung an das Motorsteuergerät J220.

Die Stellung der Saugrohrklappen beeinflussen die Gemischbildung und somit die Abgaswerte. Die Steuerung der Saugrohrklappen gehört zu den Abgasrelevanten Systemen und wird von der EOBD überwacht.

Das Saugrohrunterteil ist mit dem Kraftstoffrail verschraubt.



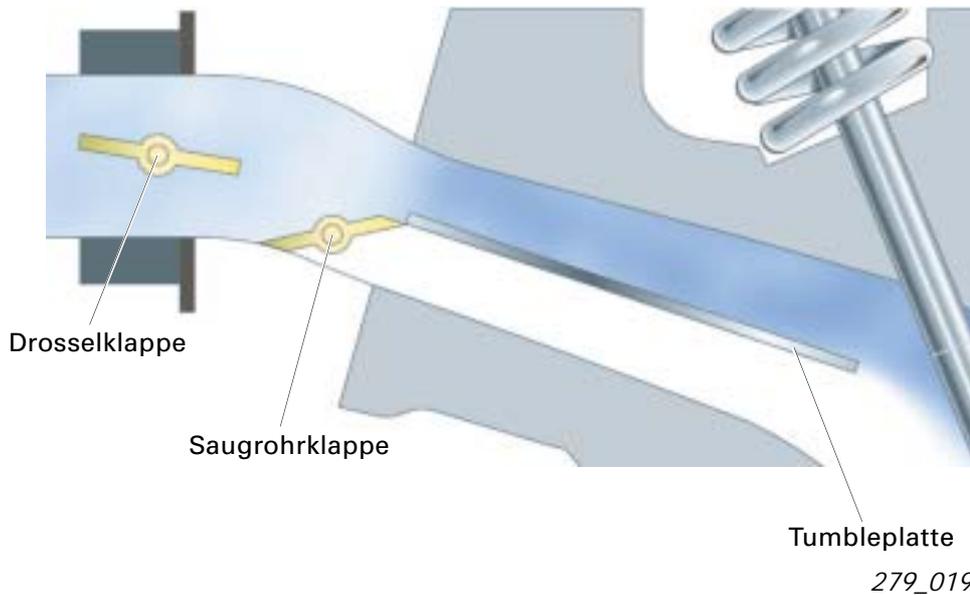
# Ansaugluftführung

Das FSI-Verfahren realisiert zwei Luftführungsvarianten

## Variante 1:

Die angesaugte Luftmasse wird durch schließen der Saugrohrklappe oberhalb der Tumbleplatte in den Brennraum geführt.

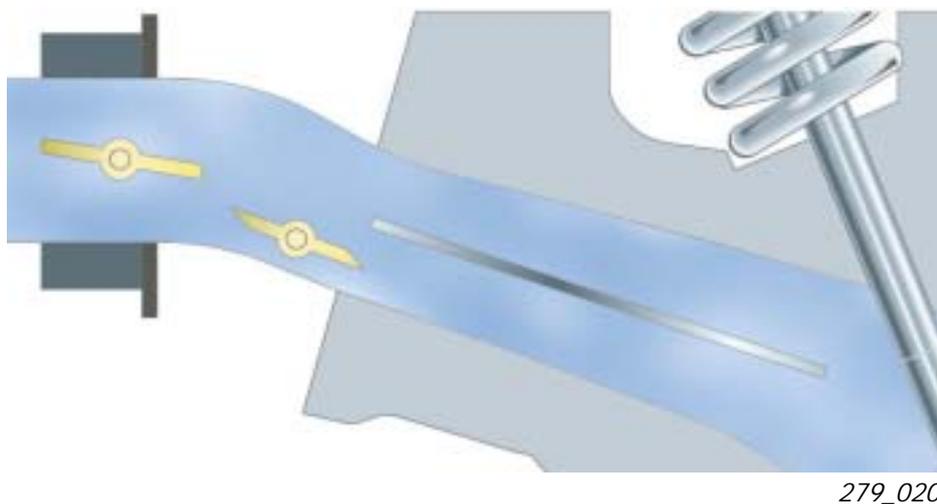
Diese Luftführung wird für den Schichtladebetrieb genutzt.



## Variante 2:

Die angesaugte Luftmasse wird durch Öffnen der Saugrohrklappe oberhalb und unterhalb der Tumbleplatte in den Brennraum geführt. Diese Luftführung ermöglicht den Homogenbetrieb.

Wir sprechen von einem luftgeführten Brennverfahren mit kennfeldgesteuerter Ladungsbewegung.



# Motormanagement

## Systemübersicht

Luftmassenmesser G70

Geber für Saugrohrdruck G71  
Geber für Ansauglufttemperatur G42

Geber für Motordrehzahl G28

Hallgeber G40

Drosselklappen-Steuereinheit J338  
Winkelgeber 1 + 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, G66

Geber für Kühlmitteltemperatur G62

Geber für Kühlmitteltemperatur-  
Kühlerausgang G83

Klima Bedien- u. Anzeigeneinheit E87

Potentiometer für AGR G212

Lambdasonde G39 vor Kat  
Lambdasonde G130 nach Kat

Geber für Abgastemperatur G235

Geber für No<sub>x</sub> G295,  
Steuergerät für NO<sub>x</sub>-Sensor J583

Zusatz-Eingangssignal

Steuergerät für Motronic J220

Geber für Lenkwinkelsensor G85

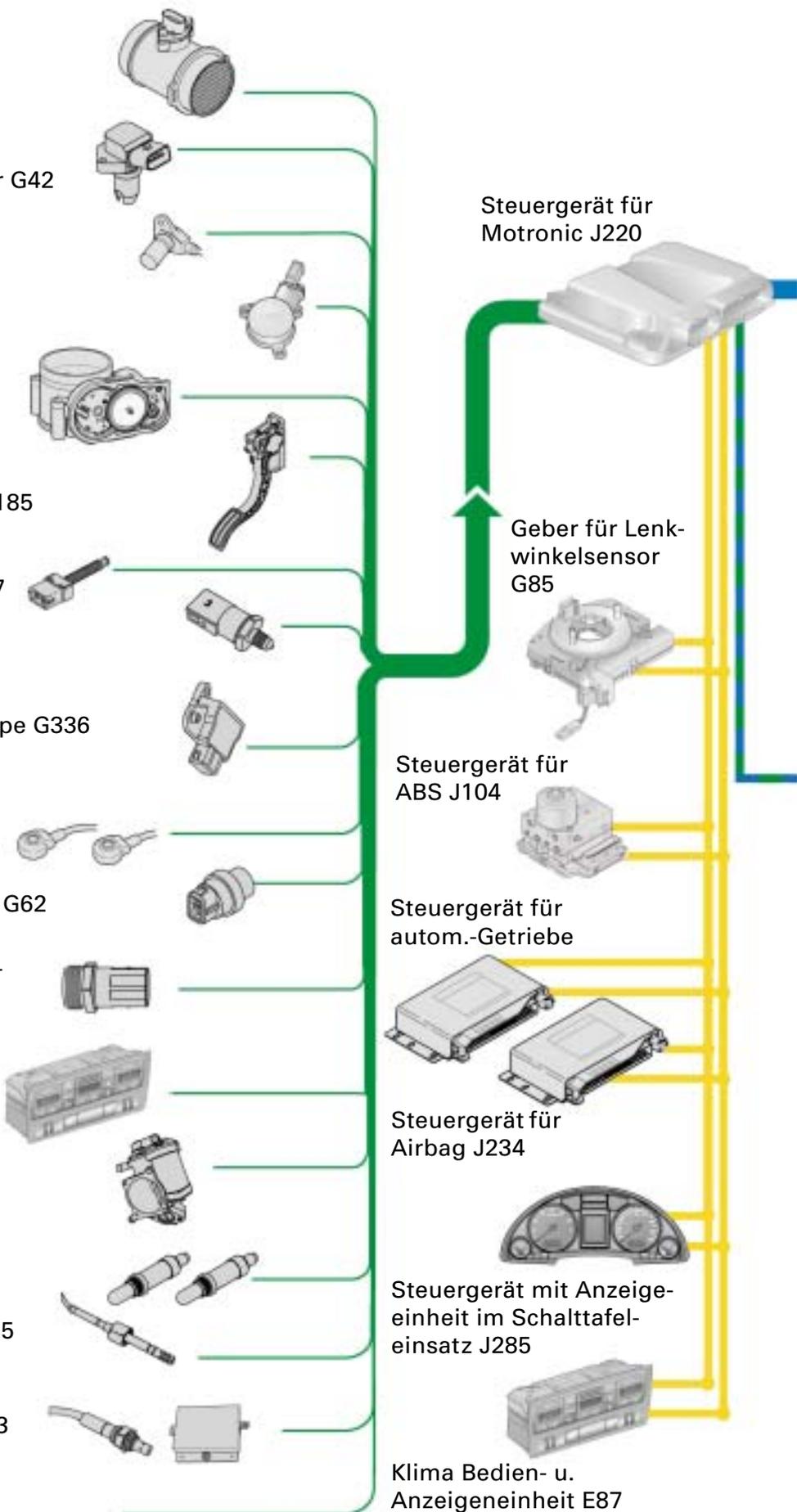
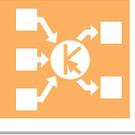
Steuergerät für ABS J104

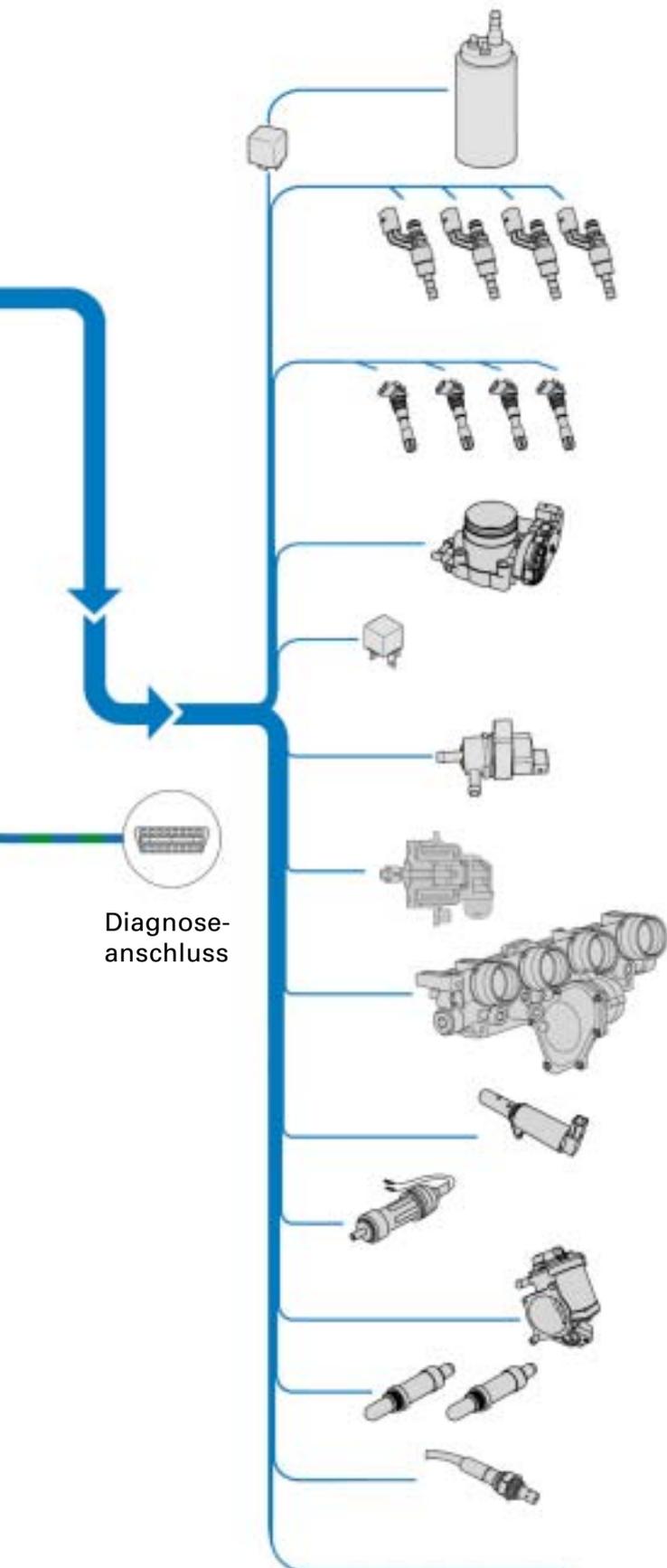
Steuergerät für autom.-Getriebe

Steuergerät für Airbag J234

Steuergerät mit Anzeigeneinheit im Schalttafel-einsatz J285

Klima Bedien- u. Anzeigeneinheit E87





Diagnose-  
anschluss

Kraftstoffpumprelais 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

Magnetventil für  
Aktivkohlebehälter-Anlage N80

Mengensteuerventil N290

Motor für Saugrohrklappe  
Luftsteuerung V157

Ventil für Nockenwellen-  
verstellung N205

Thermostat für kennfeldgesteuerte  
Motorkühlung F265

Ventil für AGR N18

Heizung für Lamdasonde Z19, Z29

Heizung für Geber NO<sub>x</sub> Z44

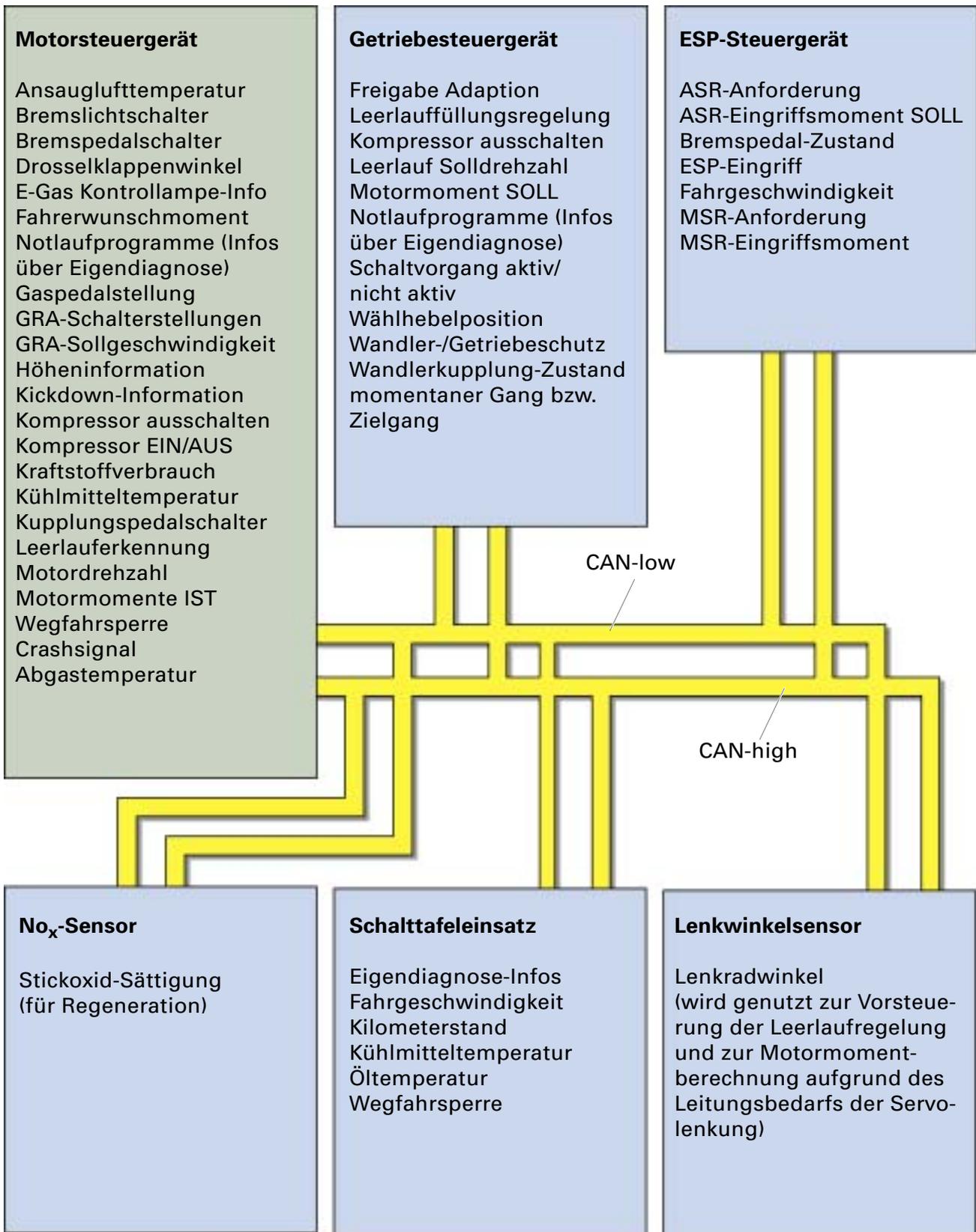
Zusatzausgangssignale

279\_047



# Motormanagement

## CAN-BUS Schnittstellen



279\_067

## Motorsteuergerät

Zur Motorsteuerung kommt das Motronic-Steuergerät MED 7.1.1 zum Einsatz.

**Die Bezeichnung MED 7.1.1 steht für:**

M = Motronic  
E = Elektrische Gasbetätigung  
**D = Direkteinspritzung**  
7. = Ausführung  
1.1 = Entwicklungsstufe

Die Bosch Motronic MED 7.1.1 beinhaltet die Benzin-Direkteinspritzung. Bei diesem System wird der Kraftstoff direkt in den Zylinder und nicht in das Saugrohr eingespritzt.



279\_048



## Betriebsarten

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

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



Vier weitere Betriebszustände stehen zur Verfügung, die das FSI-Konzept abrunden.

Die Betriebszustände können mittels Messwertblock lesen nachvollzogen werden.

# Motormanagement

## Der Schichtladungs-Betrieb

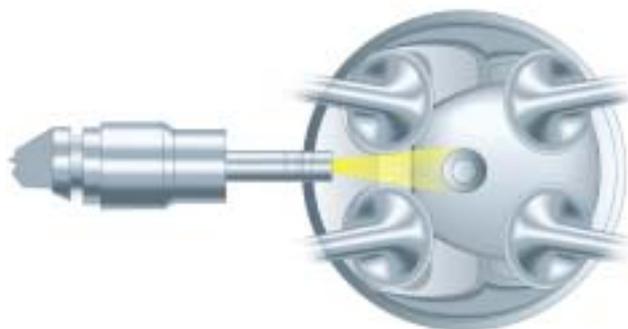
Damit es zur Schichtladung kommt, müssen Einspritzung, Brennraumgeometrie und die Innenströmung im Zylinder optimal abgestimmt und zusätzlich bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden.

Diese sind:

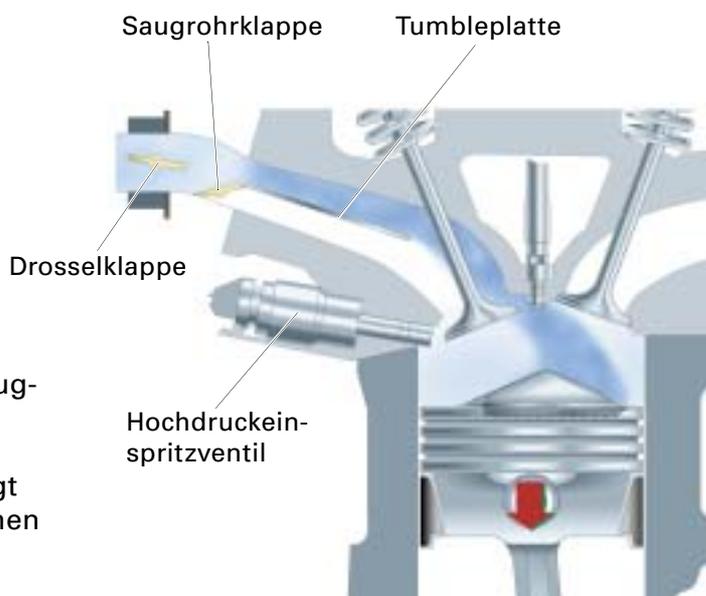
- Motor ist im entsprechenden Last- und Drehzahlbereich
- Kein Abgasrelevanter Fehler im System
- Kühlmitteltemperatur über 50 °C
- Die Temperatur des  $\text{No}_x$ -Speicherkatalysators muss zwischen 250 °C und 500 °C liegen
- Die Saugrohrklappe muss geschlossen sein

Im Schichtladungs-Betrieb schließt die Saugrohrklappe den unteren Ansaugkanal vollständig, damit die angesaugte Luftmasse über den oberen Ansaugkanal beschleunigt und walzenförmig in den Zylinder einströmen muss.

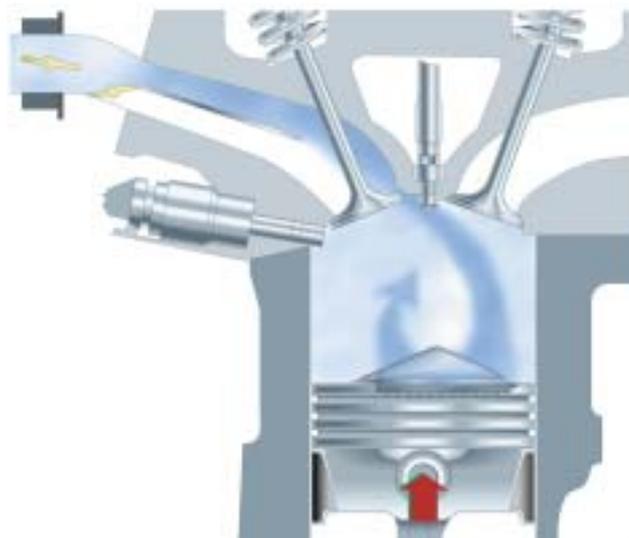
Durch die Strömungsmulde im Kolben wird der Tumble-Effekt noch verstärkt. Gleichzeitig wird die Drosselklappe weit geöffnet um die Drosselverluste so gering wie möglich zu halten.



279\_049

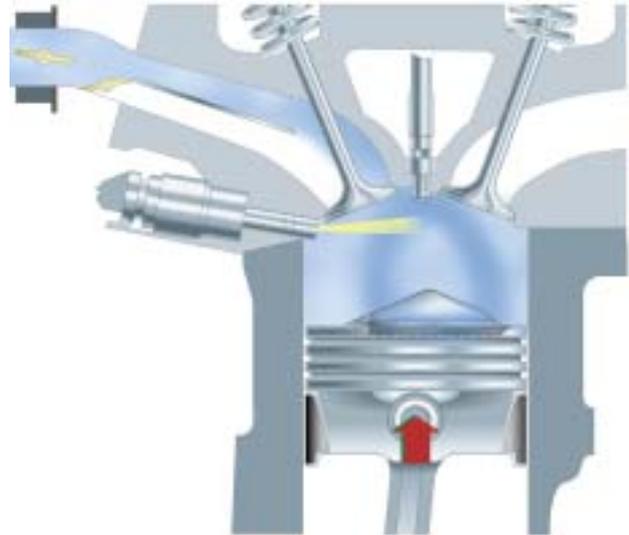


279\_024



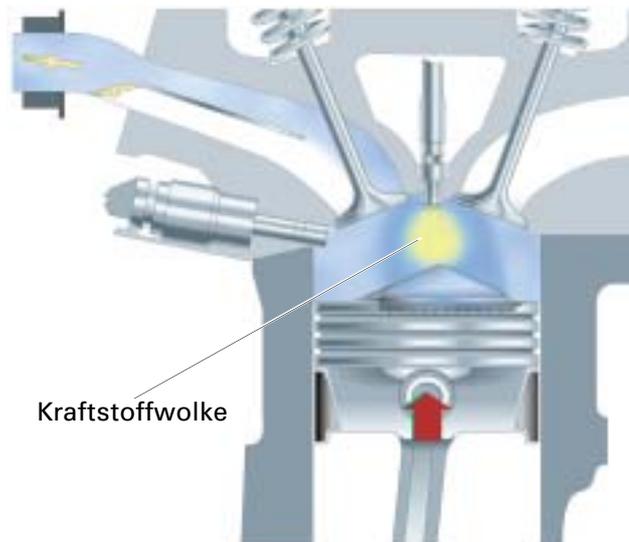
279\_025

Im Verdichtungsstakt wird kurz vor dem Zündzeitpunkt Kraftstoff unter hohem Druck (50-100 bar) in den Zündkerzen nahen Bereich eingespritzt.



279\_026

Da der Einspritzwinkel recht flach ausfällt, kommt die Kraftstoffwolke praktisch nicht mit dem Pleuellbogen in Berührung, ein sogenanntes „luftgeführtes“ Verfahren.



279\_027

In dem Zündkerzen nahen 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 Motorblock.



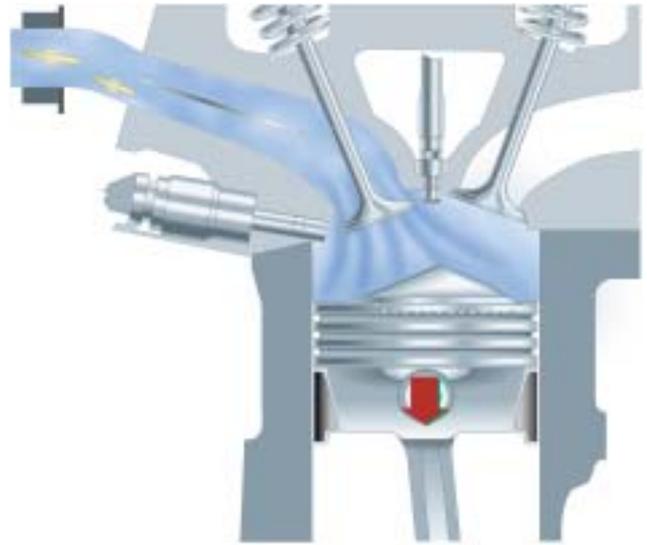
279\_028



# Motormanagement

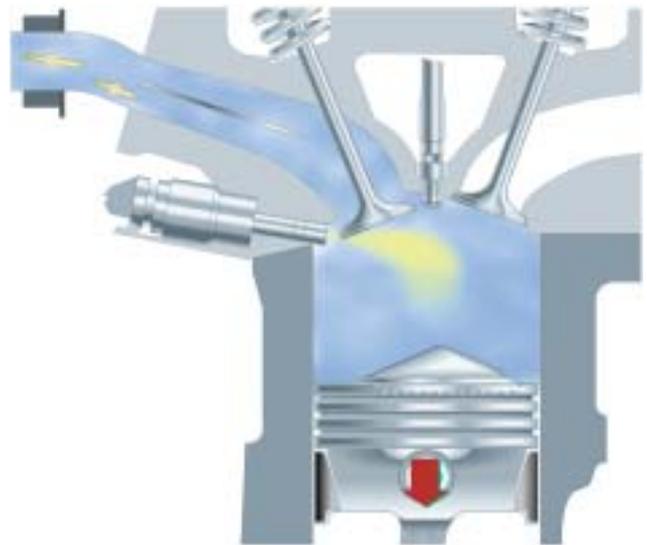
## Homogen-Betrieb

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.



279\_030

Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt jetzt, nicht wie beim Schichtladungs-Betrieb in der Verdichterphase, sondern in der Ansaugphase. Hierbei kommt es zu einer homogenen (14,7:1) Füllung im Zylinder.



279\_031

Fragebogen zum Selbststudienprogramm

Welche Tätigkeit üben Sie in Ihrem Betrieb aus?  
Für Antworten oder Rückfragen bitte Ihren Namen, Tel.-Nr., Fax-Nr. angeben.

.....

Sind die Beschreibungen und Erklärungen verständlich?  
JA  NEIN  -----> Seite/Absatz

.....  
.....  
.....

Sind die Illustrationen deutlich und ausreichend?  
JA  NEIN  -----> Seite/Bild Nr.

.....  
.....  
.....

Sind die Themen, bezogen auf Ihre Tätigkeit, ausreichend beschrieben?  
JA  NEIN  -----> Seite

.....  
.....  
.....

Wurde ihrer Meinung nach etwas vergessen?  
NEIN  JA  -----> Seite/Was?

.....  
.....  
.....

Soll dieser Fragebogen erweitert werden?  
NEIN  JA  -----> Welche Frage(n)?

.....  
.....  
.....

Bemerkungen/Sonstiges:  
.....  
.....

Ihren Fragebogen senden Sie bitte an folgende Fax-Nummer:

++49/841 89 36 36 7

Liebe Leserin,  
Lieber Leser,

in diesem Selbststudienprogramm konnten Sie sich mit dem 2,0l-110 kW Motor mit Benzin-Direkteinspritzung (FSI) vertraut machen.

Ihr Interesse ist unser Anspruch!

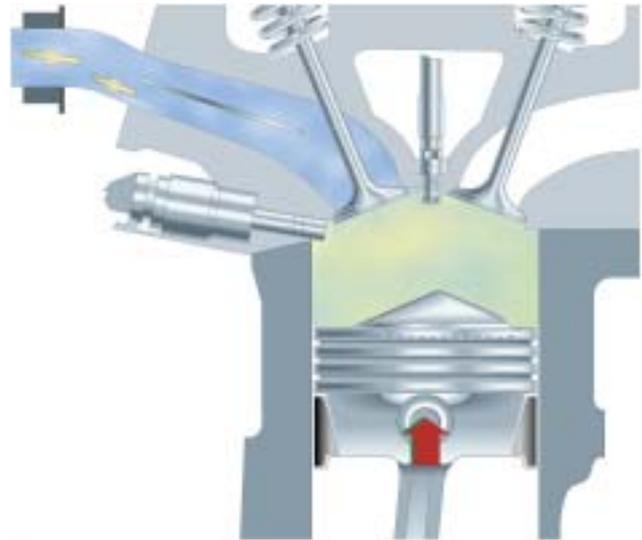
Deshalb geben wir Ihnen die Möglichkeit, uns Ihre Meinung und Vorschläge für zukünftige Selbststudienprogramme mitzuteilen.  
Mit dem folgenden Fragebogen möchten wir Ihnen dabei helfen.

Unter der Fax-Nummer 0049/841 89 36 36 7 werden Ihre Anregungen berücksichtigt.

Für Ihre Unterstützung bedanken sich,

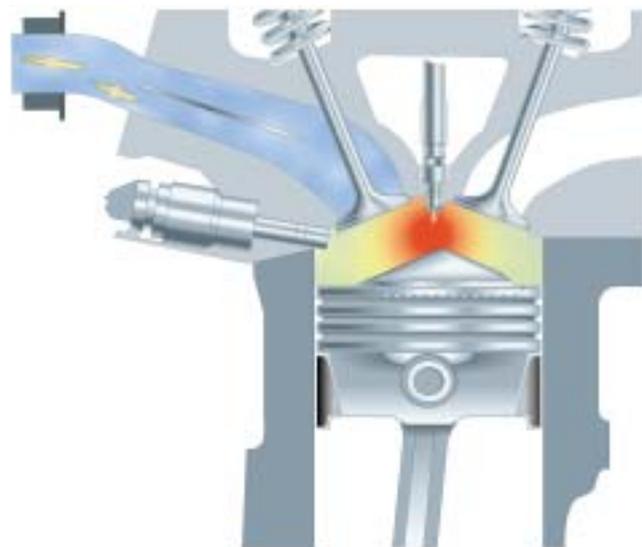
**Ihr Service Technik Training Team**

Durch das Einspritzen in den Ansaugtakt hat das Luft-Kraftstoff-Gemisch weit aus mehr Zeit sich optimal zu vermischen.



279\_032

Die Verbrennung findet im gesamten Brennraum statt ohne isolierende Luft- und Abgasrückführungsmassen.



279\_033

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.

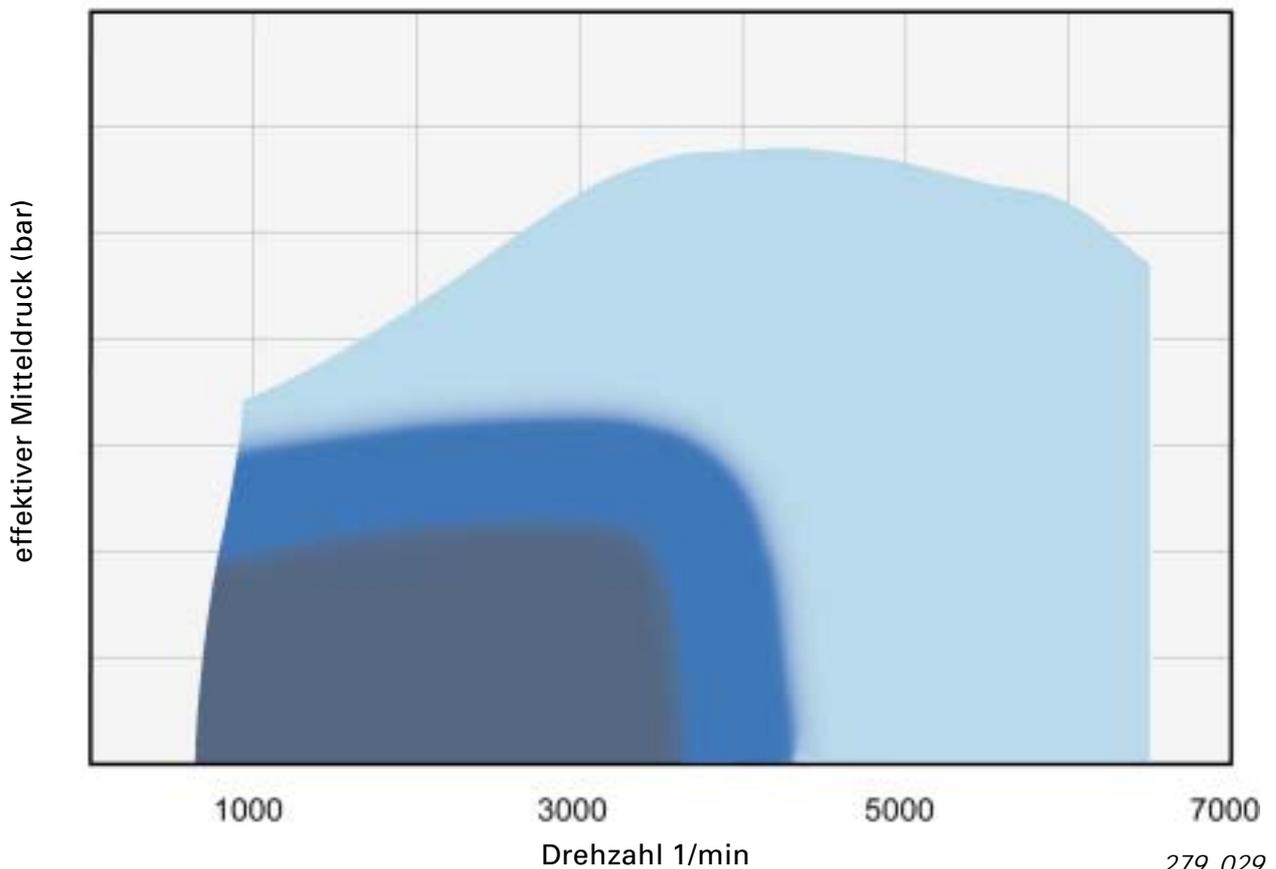
# Motormanagement

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 der Gemischaufbereitung nicht mehr ausreicht und die zunehmenden Turbulenzen der Luftströmung die Verbrennungstabilität verschlechtern.



-  Homogenbetrieb  $\lambda = 1$  oder  $\lambda > 1$  mit 3-Wege-Katalysator
-  Homogen Magerbetrieb mit  $\lambda = 1,5$
-  Ladungsbeschichtung mit angepasster Ladungsbewegung und optimierter AGR-Strategie



279\_029



Das größte Verbrauchs-Einsparpotenzial wird im Schichtladebetrieb erzielt.

# Notizen

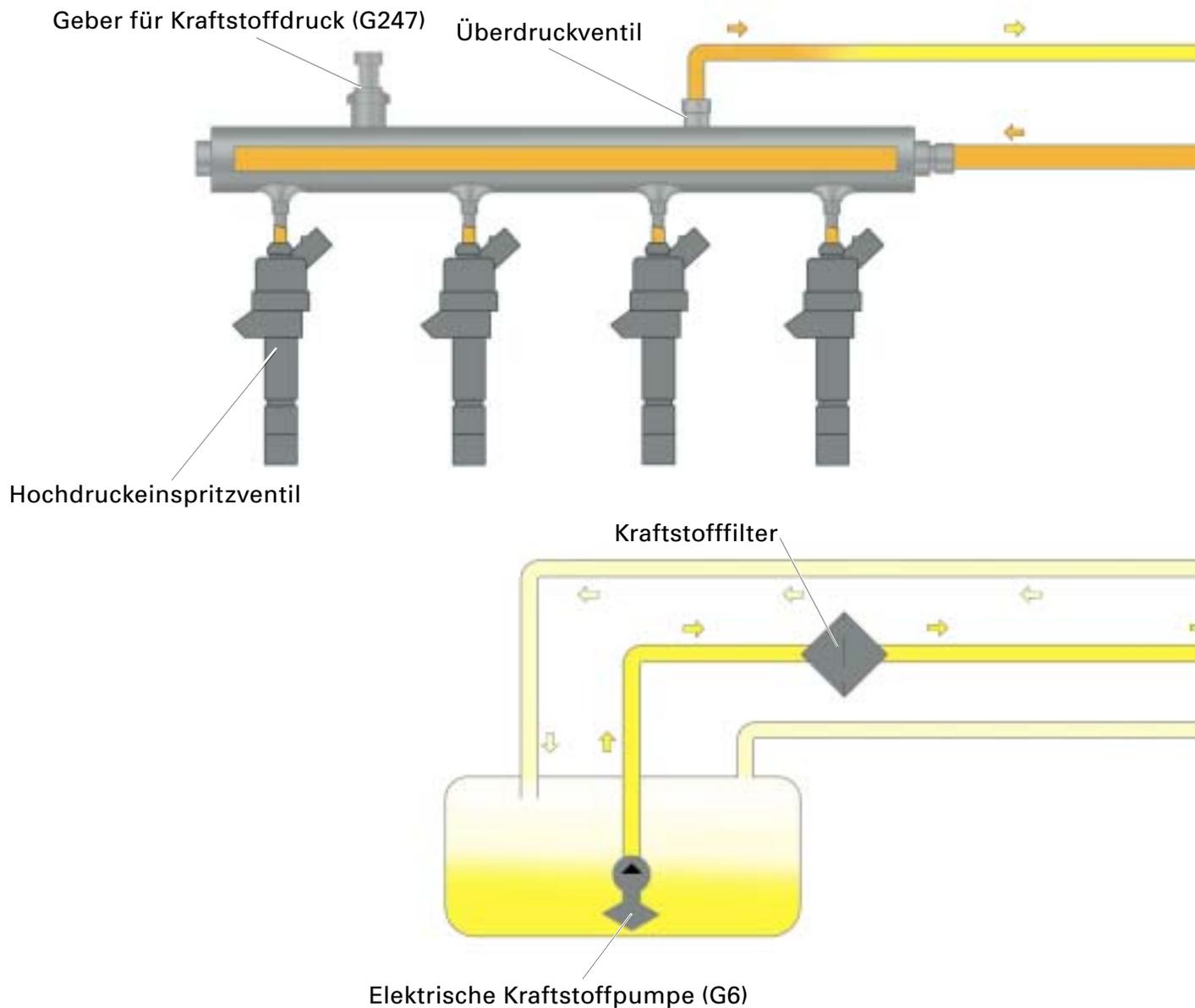

# Motorteilsysteme

## Kraftstoffsystem

Das Kraftstoffsystem besteht aus einem Nieder- und einem Hochdruckteil.

Der Rücklauf aus der Hochdruckpumpe geht direkt in den Tank zurück.

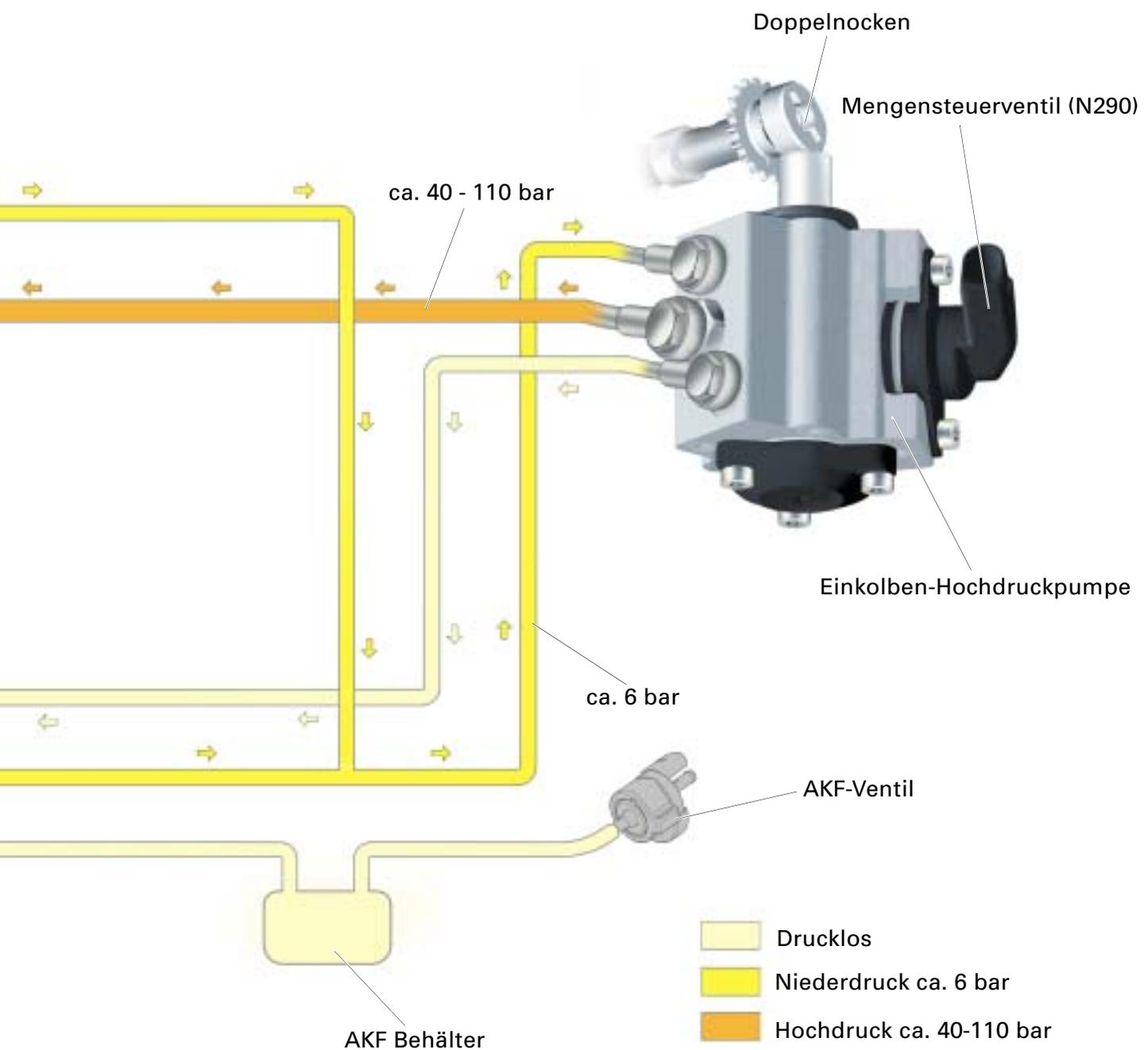
**Im Niederdrucksystem** wird der Kraftstoff mittels einer elektrischen Kraftstoffpumpe mit ca. 6 bar, über den Filter zur Hochdruckpumpe gefördert.



**Im Hochdrucksystem** strömt der Kraftstoff mit ca. 40 – 110 bar, je nach Last und Drehzahl, aus der Einkolbenhochdruckpumpe in das Kraftstoffverteilerrohr und wird dort verteilt auf die vier Hochdruckeinspritzventile.

Das Überdruckventil gewährleistet den Schutz der im Hochdruck befindlichen Bauteile und öffnet ab einem Druck > 120 bar.

Der abfließende Kraftstoff gelangt beim Öffnen des Überdruckventils in die Vorlaufleitung zur Hochdruckpumpe.



# Motorteilsysteme

## Einkolben-Hochdruckpumpe

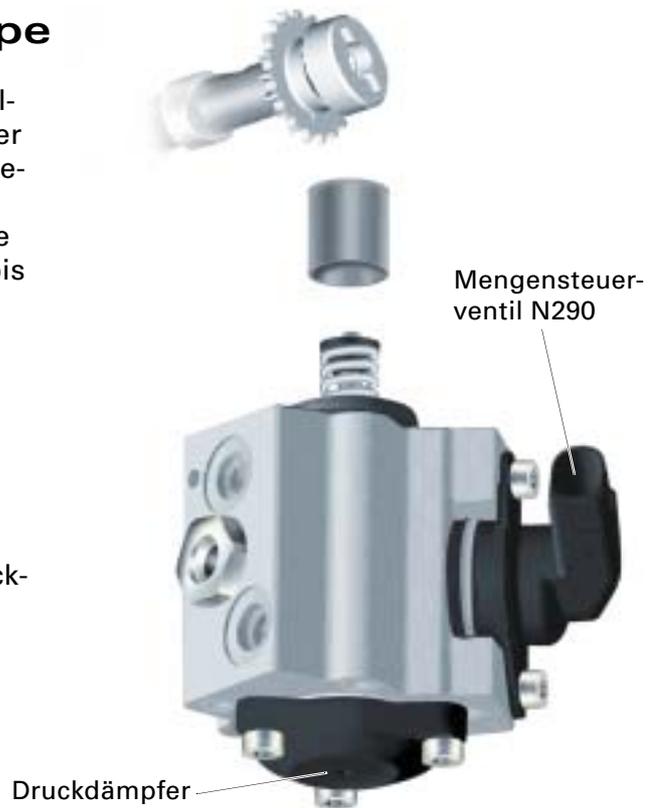
Die Einkolben-Hochdruckpumpe mit einstellbarer Fördermenge wird mechanisch von der Nockenwelle über einen Doppelnocken angetrieben.

Die elektrische Kraftstoffpumpe versorgt die Hochdruckpumpe mit einem Vordruck von bis zu 6 bar.

Die Hochdruckpumpe erzeugt den im Rail benötigten Hochdruck.

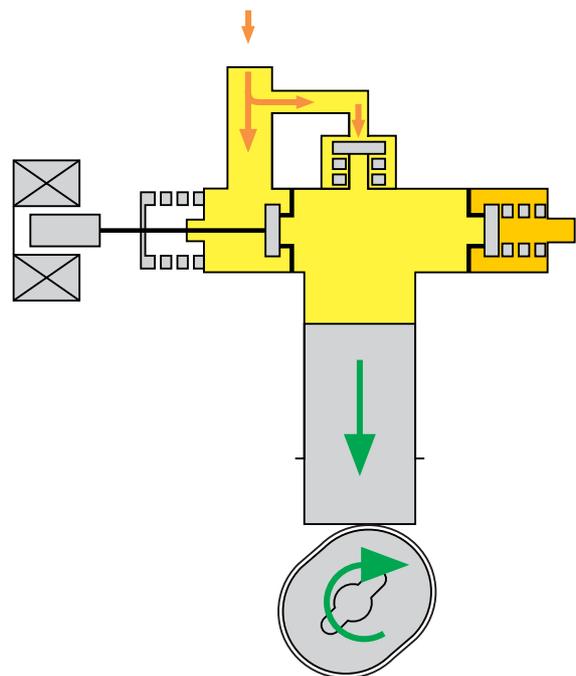


Der Druckdämpfer baut Kraftstoffdruckpulsationen im System ab.



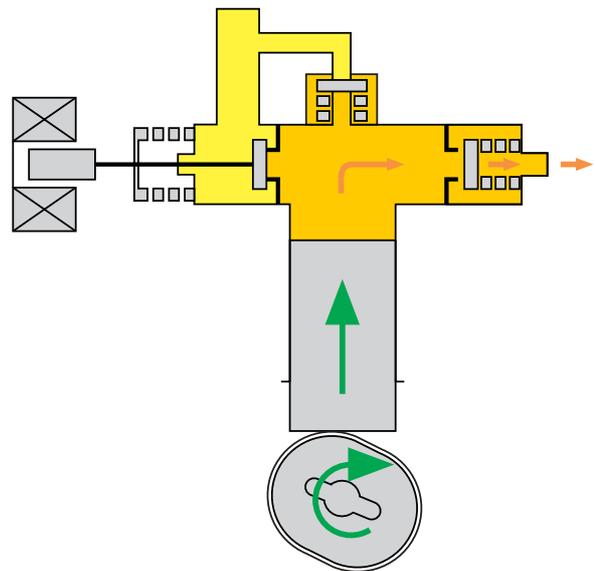
279\_035

In der Abwärtsbewegung des Kolbens strömt Kraftstoff mit einem Vordruck (ca. 6 bar) von der Innentankpumpe über das Einlassventil in den Pumpenraum.



279\_037

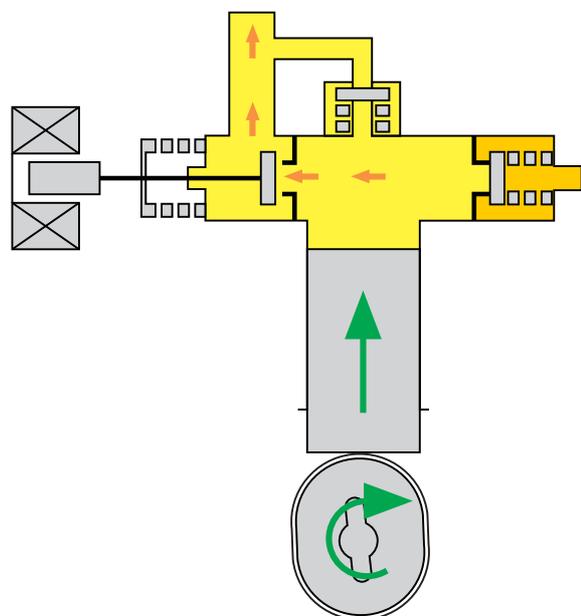
Während der Aufwärtsbewegung des Kolbens wird der Kraftstoff verdichtet und mit Überschreiten des vorherrschenden Raildrucks ins Kraftstoffverteilerrohr gefördert. Zwischen Pumpenraum und Kraftstoffzulauf befindet sich ein ansteuerbares Ventil, dem Mengensteuerventil.



279\_038

Wird das Mengensteuerventil vor Beenden des Förderhubes geöffnet, so baut sich der Druck im Pumpenraum ab und der Kraftstoff fließt zurück in den Kraftstoffzulauf. Ein Rückschlagventil zwischen Pumpenraum und Kraftstoffverteilerrohr verhindert, dass der Raildruck mit Öffnen des Mengensteuerventils abfällt.

Zur Regulierung der Fördermenge wird das Mengensteuerventil vom unteren Totpunkt des Pumpennockens an bis zu einem bestimmten Hub geschlossen. Ist der erforderliche Raildruck erreicht, so öffnet das Mengensteuerventil und verhindert damit einen weiteren Druckanstieg im Rail.



279\_039

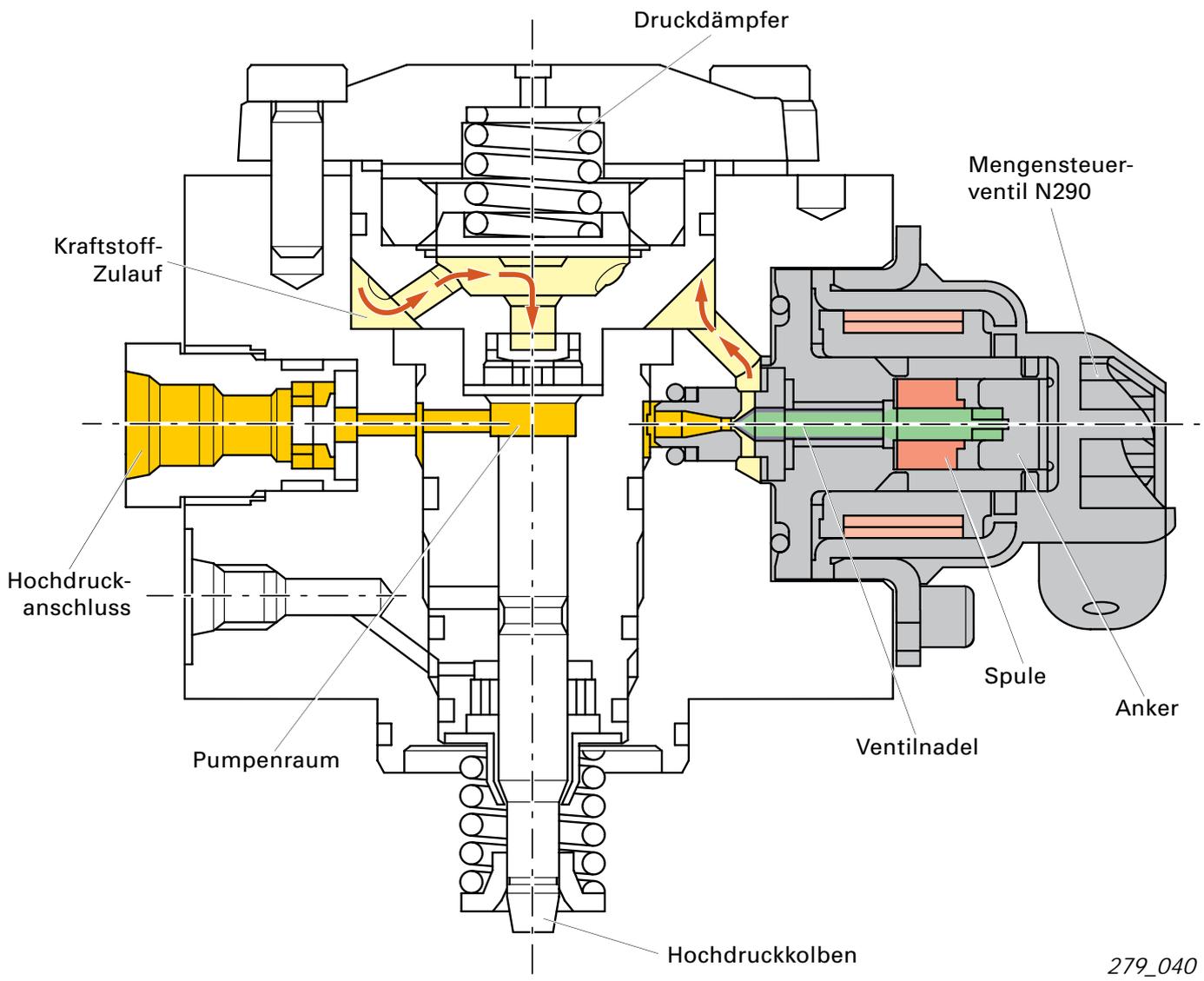
# Motorteilsysteme

## Mengensteuerventil (N290) (MSV)

Das Mengensteuerventil ist aus Sicherheitsgründen ein stromlos offenes elektromagnetisches Ventil.

Dies bedeutet das die gesamte Fördermenge der Hochdruckpumpe über den geöffneten Ventilsitz in den Niederdruckkreislauf zurückgepumpt wird.

Durch Bestromung der Spule wird ein Magnetfeld aufgebaut, das über den Anker die hiermit verbundene Ventalnadel in den Ventilsitz drückt. Mit Erreichen des Raildruckes wird die Bestromung des Mengensteuerventils beendet und das Magnetfeld baut sich ab. Die Nadel wird durch den Hochdruck aus dem Pumpenraum aufgestoßen und die nicht mehr benötigte Kraftstoffmenge aus dem Pumpenfördererraum kann in den Niederdruckkreis zurückfließen.

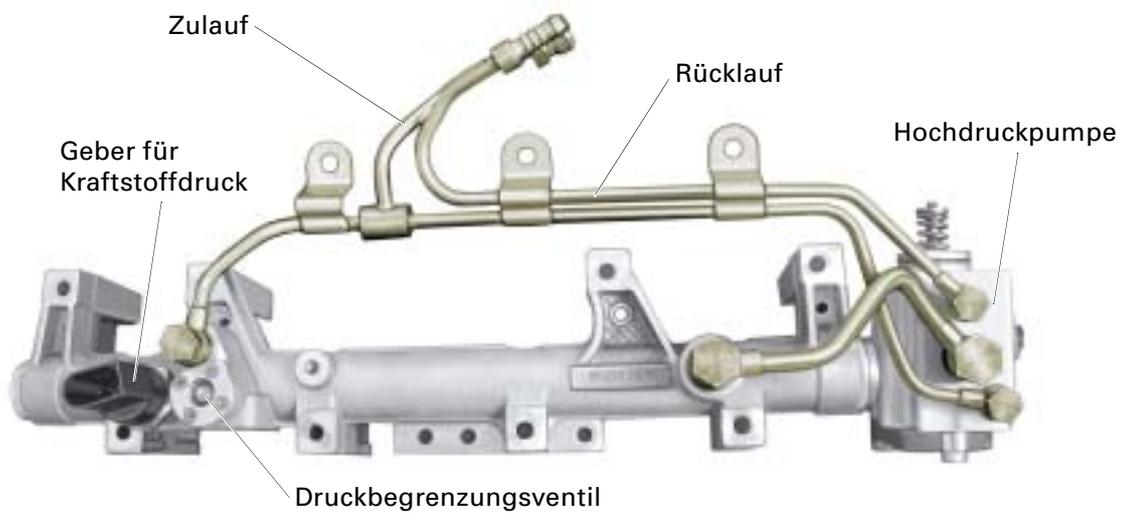


279\_040

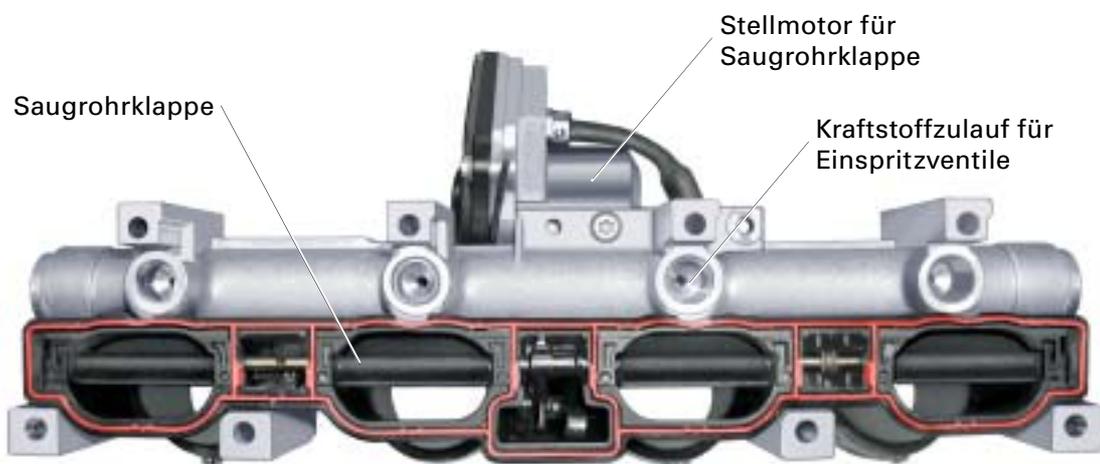
## Kraftstoffverteilerrohr (Rail)

Die Aufgabe des Rails besteht darin, einen definierten Kraftstoffdruck zu den Hochdruckeinspritzventilen zu verteilen und ein ausreichendes Volumen zum Ausgleich von Druckpulsationen bereitzustellen.

Es dient als Hochdruckspeicher und nimmt die Einspritzventile, Kraftstoffdrucksensor, Druckbegrenzungsventil und die Anschlüsse für den Hochdruck und Niederdruck als Komponententräger auf.



279\_041



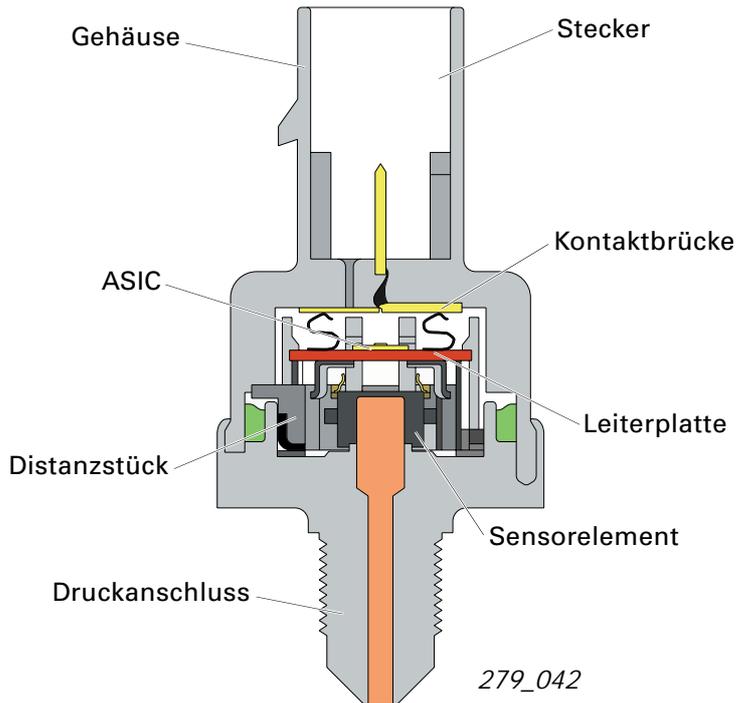
279\_064

# Motorteilsysteme

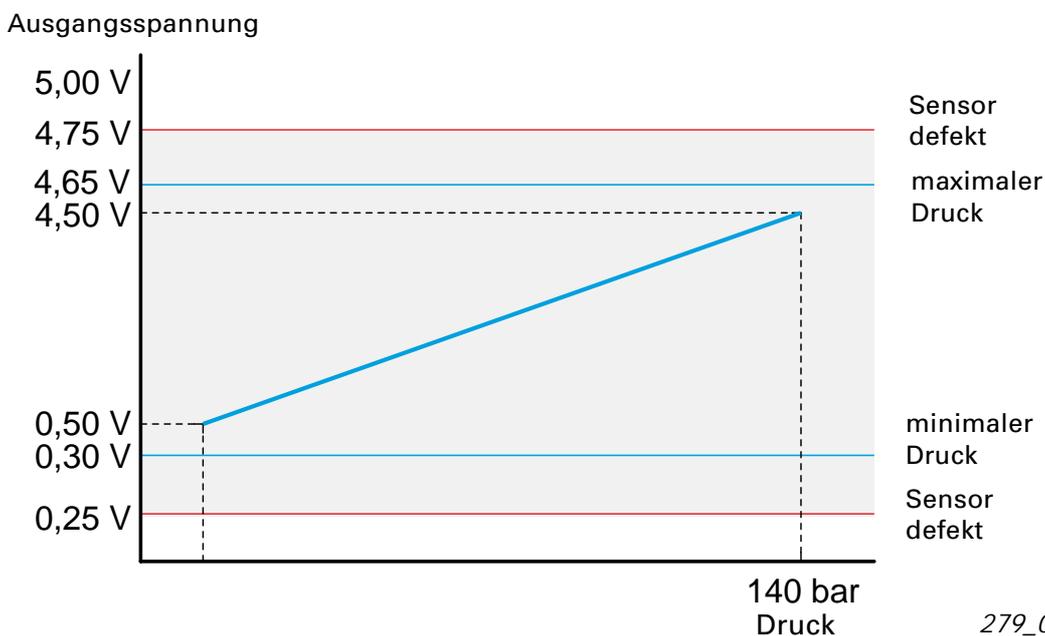
## Kraftstoffdrucksensor (G247)

Der Kraftstoffdrucksensor hat innerhalb des Gesamtsystems die Aufgabe, den Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteilerrohr (Rail) zu messen. Der anliegende Druck geht als Spannungsgröße in die Kraftstoffdruckregelung an das Motorsteuergerät.

Die im Sensor integrierte Auswerteelektronik wird mit 5 Volt versorgt. Bei steigendem Druck sinkt der Widerstand wobei die Signalspannung steigt.



Die dargestellte Kennlinie des Drucksensors zeigt die Signalausgangsspannung [V] in Abhängigkeit vom Druck [MPa].



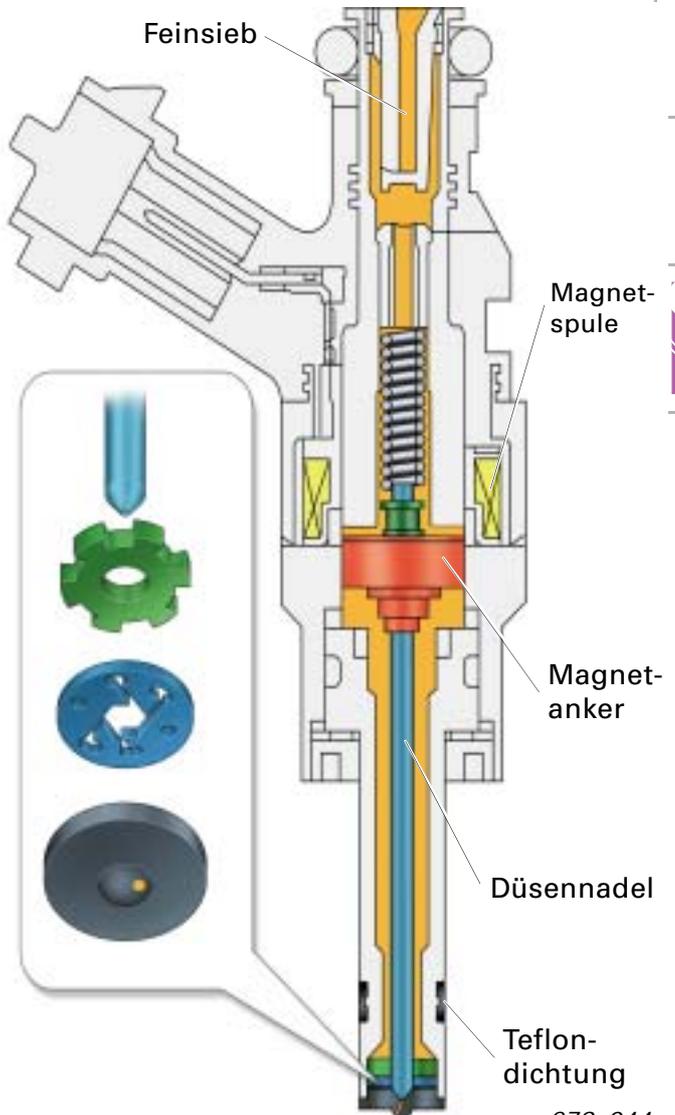
## Die Hochdruck-Einspritzventile N30, N31, N32, N33

Das Hochdruck-Einspritzventil stellt die Schnittstelle zwischen dem Rail und dem Brennraum dar.

Aufgabe des Hochdruck-Einspritzventils ist, den Kraftstoff zu dosieren und durch dessen Zerstäubung eine gezielte Durchmischung von Kraftstoff und Luft in einem bestimmten räumlichen Bereich des Brennraums zu erzielen. (Schicht- bzw. Homogenbetrieb)

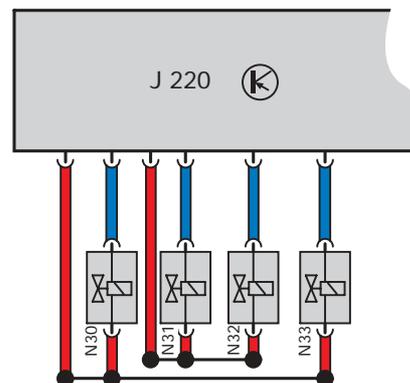
Bei Ansteuerung des Ventils wird auf Grund der Druckdifferenz zwischen Rail- und Brennraumdruck der Kraftstoff direkt in den Brennraum gedrückt.

 Der Teflondichtring muss bei jeder Demontage der Einspritzdüse ersetzt werden. (siehe Rep.-Leitfaden)



279\_044

Zwei im Motorsteuergerät integrierte Boos-terkondensatoren erzeugen die notwendige Ansteuerspannung von 50 - 90 Volt. Dies ist notwendig um eine deutlich kürzere Ein-spritzzeit, verglichen mit einer Saugrohrrein-spritzung, zu gewährleisten.



279\_050

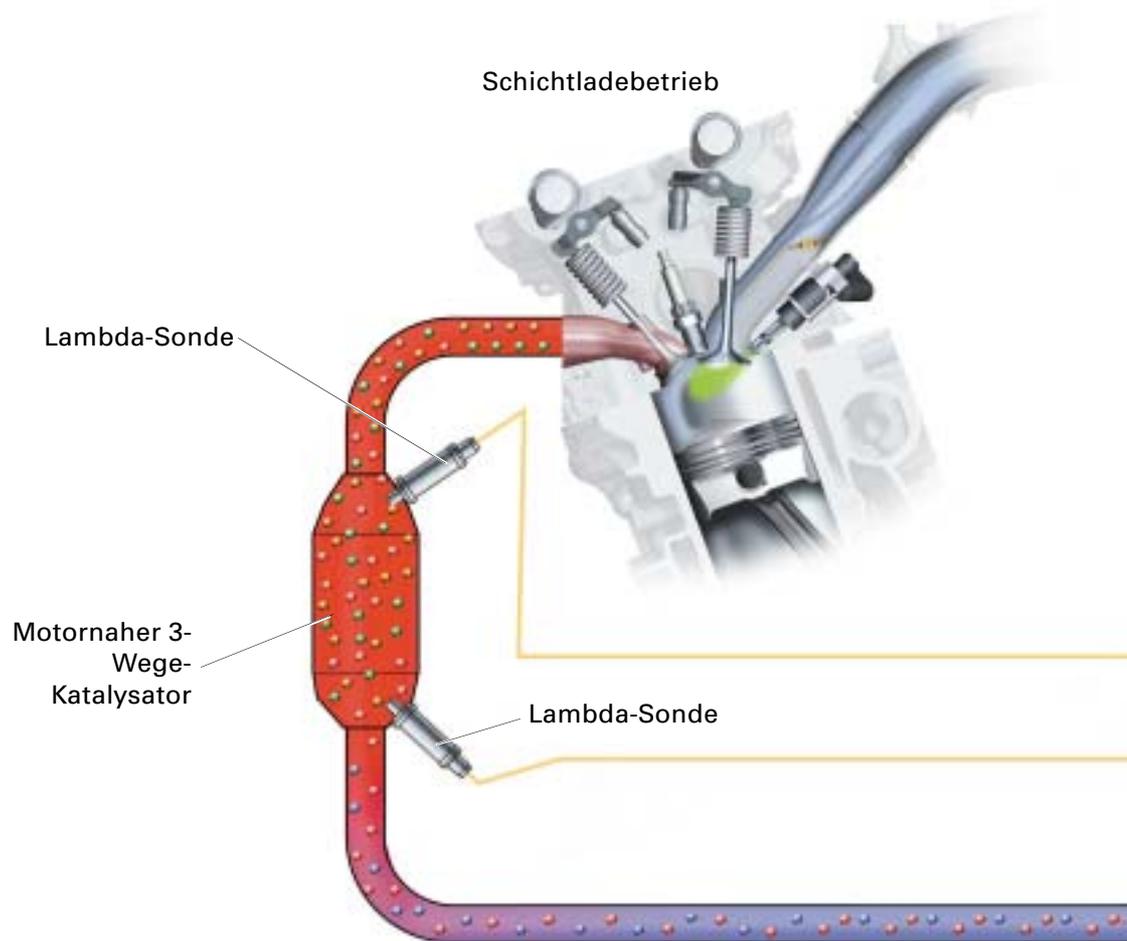
# Motorteilsysteme

## Das Abgassystem

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

## Der 2.0l FSI-Motor

verfügt über einen motornahen Drei-Wege-Vorkatalysator mit einer Vor- und einer Nachsonde zur Realisierung der Kat-Überwachung.



## Der Abgastemperatur-sensor (G235)

befindet sich unmittelbar vor dem  $\text{No}_x$ -Speicher-katalysator.

Dieser übermittelt die Abgastemperatur an das Motorsteuergerät, woraus die Temperatur im  $\text{No}_x$ -Speicher-katalysator errechnet wird.

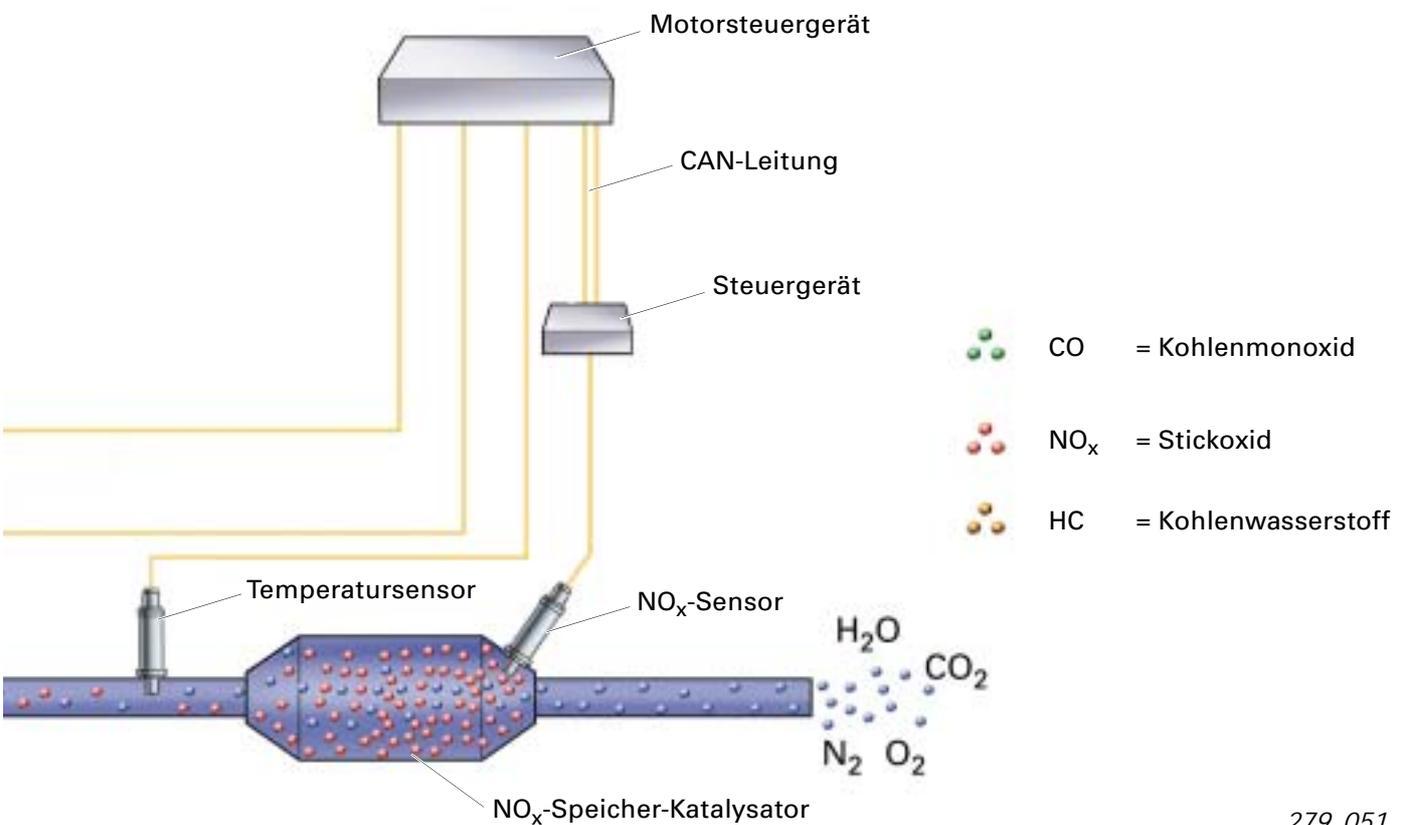
Das Motormanagement benötigt diese Information

- um in den Schichtladebetrieb schalten zu können, da im  $\text{No}_x$ -Speicher-katalysator die Stickoxide nur zwischen 250 und 500 °C eingelagert werden können
- um den  $\text{No}_x$ -Speicher-katalysator von Schwefelanlagerungen zu befreien. Dies ist nur bei Kat.-temperaturen über 650 °C + fettem Gemisch möglich. Erreicht wird dies durch Umschalten in den Homogenbetrieb und Zündwinkelrücknahme.

## Das Abgasnachbehandlungssystem

Bei magerer Gemischzusammensetzung hat der herkömmliche Drei-Wege-Katalysator eine hohe Umwandlungsrate für CO und HC, weil viel Restsauerstoff im Abgas ist. Bei zu niedrigen CO- und HC Konzentrationen im Abgas sinkt aber die Umwandlungsrate von  $\text{NO}_x$ .

Zur Reduzierung des erhöhten  $\text{NO}_x$ -Anteils im Magerbetrieb, (Schichtladebetrieb) kommt der  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator zum Einsatz.



279\_051

## Der $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator

entspricht vom Aufbau her dem Drei-Wege-Katalysator.

Der wash coat ist jedoch zusätzlich mit Bariumoxid versehen. Dies ermöglicht Stickoxide 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  $\text{NO}_x$ -Sensor dem Motorsteuergerät mitgeteilt. Das Motormanagement leitet entsprechende Maßnahmen zur Regeneration des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators ein.

# Motorteilsysteme

## Die Regenerationsphasen

vom Motorsteuergerät gesteuert, bewirken ein Herauslösen der Stickoxide und des Schwefels. Dabei werden Stickoxide in ungiftige Stickstoffe und Schwefel in Schwefeldioxid umgewandelt.

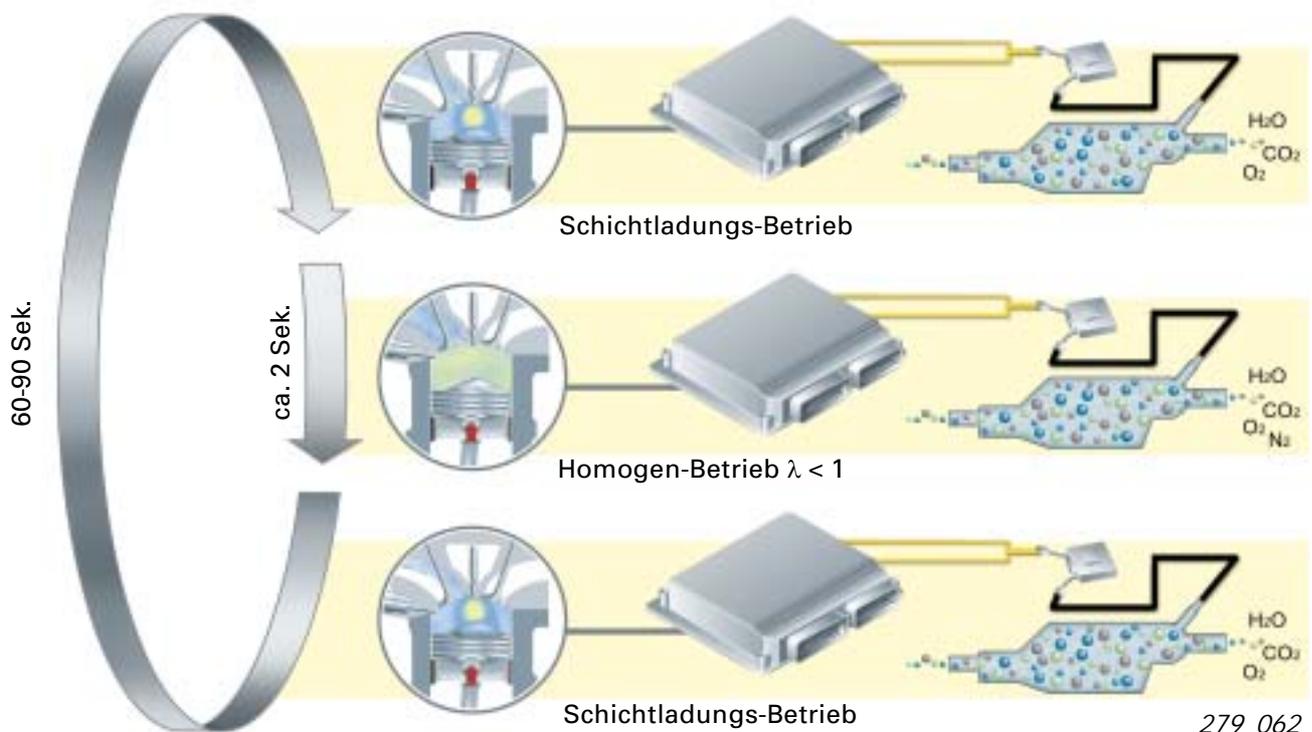
## Die Regeneration von Stickoxiden

erfolgt sobald die Konzentration im  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator den im Motorsteuergerät festgelegten Wert überschritten hat.

Das Motorsteuergerät veranlasst die Umschaltung vom Schichtladebetrieb in den Homogenbetrieb.

Dies bewirkt eine Temperaturerhöhung des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators, wodurch die Nitratbildungen instabil werden. Die Nitrate zerfallen bei reduzierenden Umgebungsbedingungen.

Die Stickoxide werden in unschädliches Stickstoff konvertiert. Dadurch wird der Speicher geleert und der Kreislauf beginnt erneut.



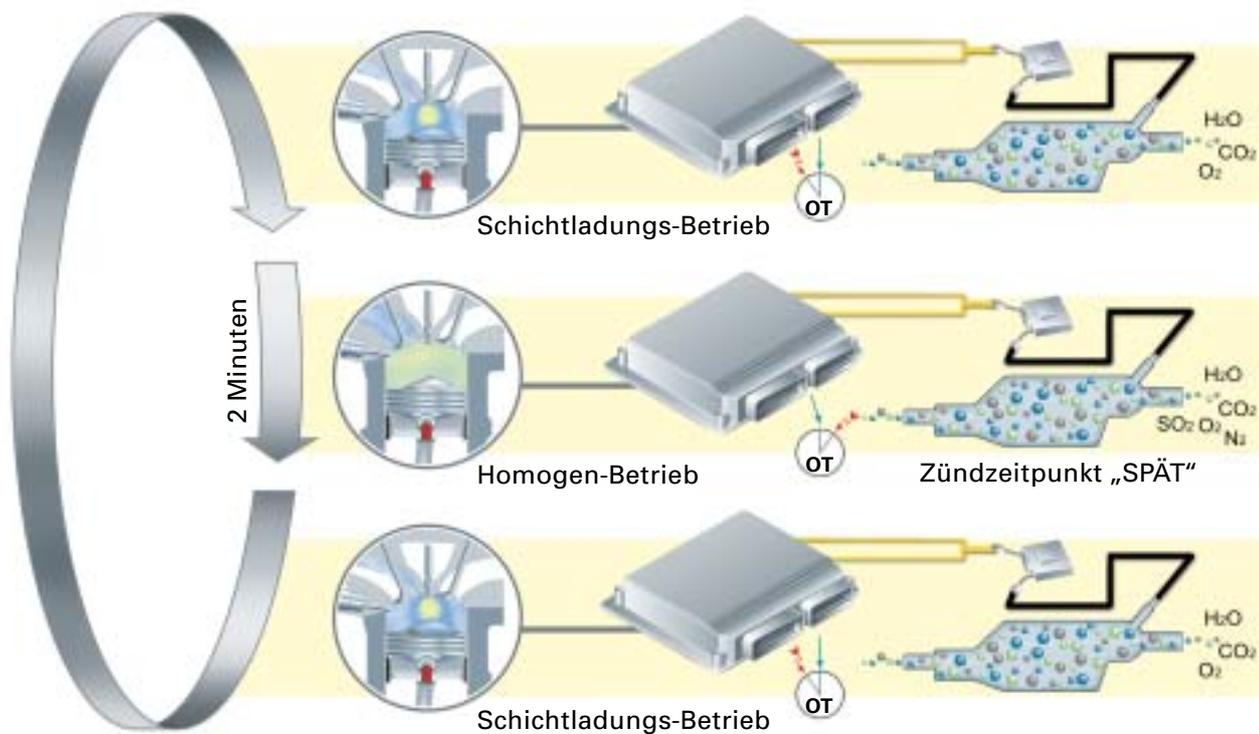
279\_062

## Die Regeneration vom Schwefel

erfolgt in separaten Phasen, da die gebildeten Sulfate chemisch stabiler sind und daher bei der Stickoxidregeneration nicht zerfallen. Der Schwefel belegt ebenfalls Speicherplätze wodurch die Sättigung des Speicherkatalysators in immer kürzeren Abständen erfolgt. Sobald der festgelegte Wert überschritten wird reagiert das Motormanagement mit folgenden Maßnahmen:

- es schaltet vom Schichtladebetrieb für ca. zwei Minuten in den Homogenbetrieb
- und verstellt den Zündzeitpunkt in Richtung „spät“

um die Betriebstemperatur des Katalysators auf über 650 °C zu erhöhen. Dadurch reagiert der eingespeicherte Schwefel zu Schwefeldioxyd  $\text{SO}_2$ .



279\_063

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

Fahrten mit hoher Drehzahl und Last führen automatisch zur Entschwefelung.

# Motorielsysteme

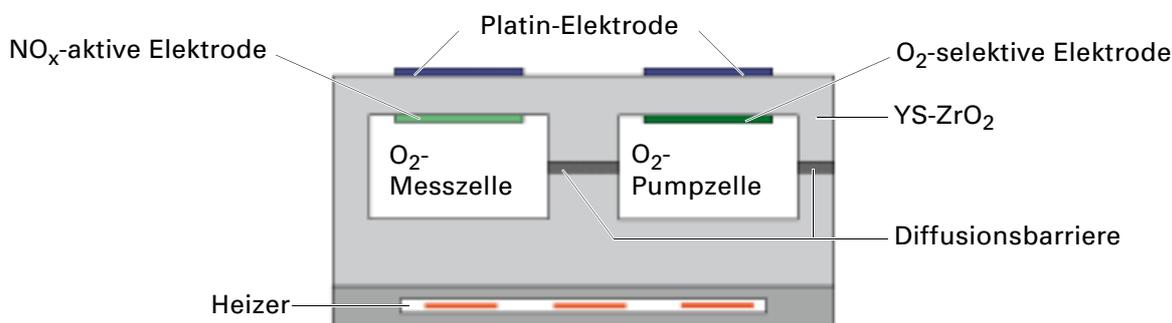
## Der $\text{NO}_x$ -Sensor (G295)

befindet sich unmittelbar hinter dem  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator.

Das Funktionsprinzip des  $\text{NO}_x$ -Sensors ähnelt dem der Breitband-Lambdasonde.

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

Anschließend gelangt der Gasstrom über eine Diffusionsbarriere in die  $\text{O}_2$ -Messzelle, die über reduzierende Elektroden die Stickoxide in Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) und in Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) aufspaltet. Über den Sauerstoff-Pumpstrom wird die  $\text{NO}_x$ -Konzentration ermittelt.



279\_065

## Das Steuergerät für $\text{NO}_x$ Sensor (J583)

befindet sich am Fahrzeugunterboden in der Nähe des  $\text{NO}_x$ -Sensors. Es bereitet die Sensorsignale auf und übermittelt die Informationen über den Antriebs CAN-Bus an das Motorsteuergerät.

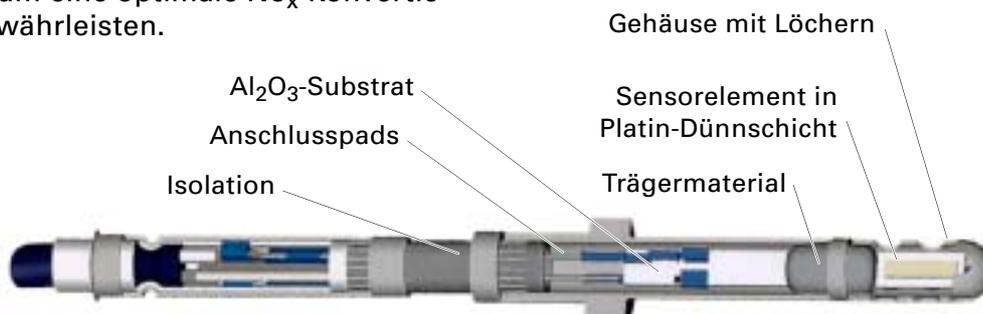
Die schnelle Datenübertragung ermöglicht dem Motorsteuergerät effektiver die Stickoxid-Sättigung des Speichers festzustellen und eine Regeneration einzuleiten.

## Der Abgastemperatursensor (G235)

befindet sich unmittelbar vor dem  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator.

Mit Hilfe des Abgastemperatursensors wird der Betriebsbereich des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators bezüglich Temperatur überwacht und gesteuert, um eine optimale  $\text{NO}_x$ -Konvertierung zu gewährleisten.

Darüber hinaus dient der Abgastemperatursensor zur thermischen Diagnose des Vorkatalysators, zur Stützung des Abgastemperaturmodells und zum Bauteileschutz der Komponenten im Abgasstrang.



279\_066

## Die Abgasrückführung

Der Motor verfügt über eine äußere Abgasrückführung. Die Entnahme des Abgases erfolgt über ein Verbindungsrohr am Vorkatalysator. Die vom Motorsteuergerät exakt berechnete Zufuhr von Abgasen erfolgt über die Abgasdrosselklappe, die von einem Elektromotor angetrieben wird.

Die Stellung der Abgasdrosselklappe wird mittels Potentiometer überwacht und ermöglicht die Berechnung der Abgasmenge und dient der Eigendiagnose. Das dem Brennraum nochmals zugeführte Abgas dient zur Absenkung der Verbrennungs-Spitzentemperatur und damit der Reduzierung der Stickoxidbildung.



Das Ventil für Abgasrückführung (N18) ist als Modul konzipiert und besteht aus folgenden Teilen:

- einer Drosselklappe
- einem Elektromotor mit Rückmelde-Potentiometer (G212)

Die Abgasrückführung erfolgt grundsätzlich im Schichtladebetrieb / Homogenbetrieb bis ca. 4000 1/min. und mittlerer Last. Im Leerlauf findet keine Abgasrückführung statt.



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

# Motor

## Funktionsplan

### Motronic ME7.1.1

- F36 Kupplungspedalschalter
- F47 Bremslichtschalter
- F265 Thermostat für kennfeldgesteuerte Motorkühlung

- G2 Geber für Kühlmitteltemperatur
- G6 Kraftstoffpumpe
- G28 Geber für Motordrehzahl
- G39 Lambdasonde vor Katalysator
- G40 Hallgeber
- G42 Geber für Ansauglufttemperatur
- G61 Klopfsensor 1
- G62 Geber für Kühlmitteltemperatur
- G66 Klopfsensor 2
- G70 Luftmassensensor
- G71 Geber für Saugrohrdruck
- G79 Geber für Gaspedalstellung
- G83 Temperaturfühler-Kühlerausstritt
- G130 Lambdasonde nach Katalysator
- G185 Geber 2 für Gaspedalstellung
- G186 Drosselklappenantrieb
- G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb
- G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb
- G212 Potentiometer für Abgasrückführung
- G235 Geber für Abgastemperatur
- G247 Geber für Kraftstoffdruck
- G295 Geber für No<sub>x</sub>
- G336 Potentiometer für Saugrohrklappe

- J17 Kraftstoffpumpenrelais
- J271 Stromversorgungsrelais für Motronic
- J338 Drosselklappensteuereinheit
- J583 Steuergerät für No<sub>x</sub>-Sensor

- N18 Ventil 1 für Abgasrückführung
- N30 Einspritzventil 1
- N31 Einspritzventil 2
- N32 Einspritzventil 3
- N33 Einspritzventil 4
- N70 Zylinder 1
- N80 Magnetventil für Aktivkohlebehälter-Anlage

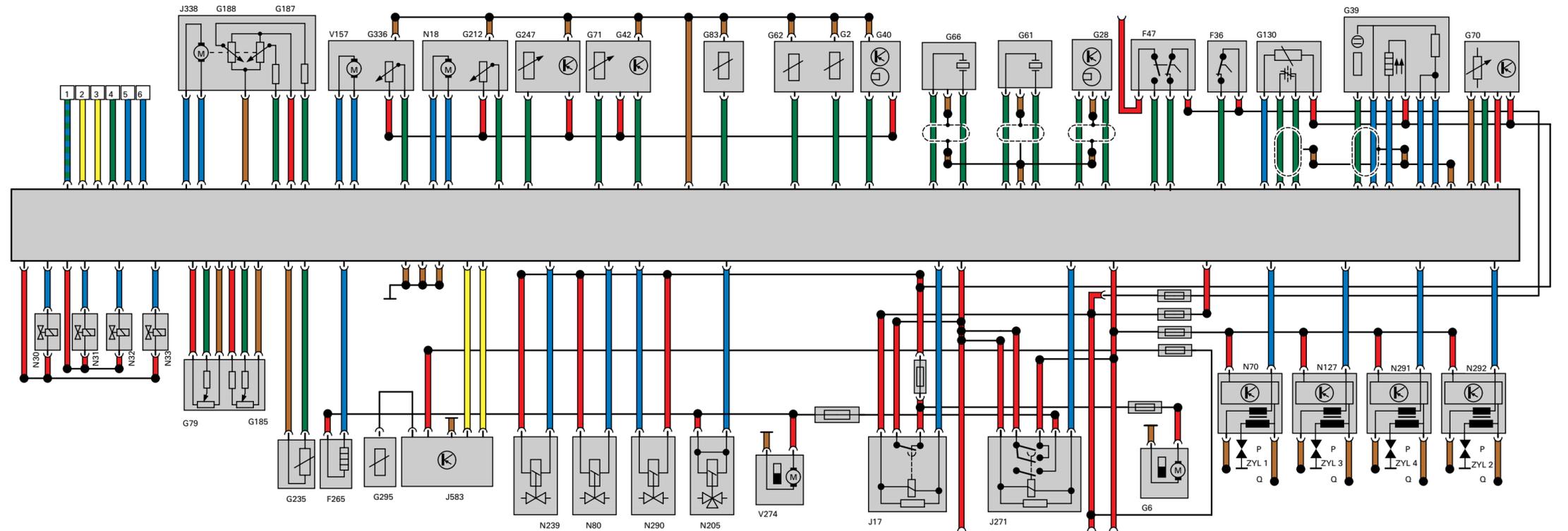
- N127 Zylinder 3
- N205 Ventil für Nockenwellenverstellung
- N239 Ventil für Schaltsaugrohr
- N290 Mengensteuerventil
- N291 Zylinder 4
- N292 Zylinder 2
- P Zündkerzenstecker
- Q Zündkerzen
- V274 Lüfter für Steuergerät

### Farbcodierung

- █ = Eingangssignal
- █ = Ausgangssignal
- █ = Plus-Versorgung
- █ = Masse
- █ = CAN-BUS
- █ = Bidirektional

### Zusatzsignale

- ① K-Leitung
- ② CAN-High-Antrieb
- ③ CAN-Low-Antrieb
- ④ Generator Testsignal
- ⑤ Kühlerlüfter PWM
- ⑥ TD-Signal (nur bei Multitronic)



# Service

## Sonderwerkzeuge

T 10133/1



279\_072

T 10133/2



279\_057

T 10133/3



279\_073

T 10133/9



279\_058

T 10133/5



279\_070

T 10133/6



279\_068

T 10133/7



279\_069

T 10133/8



279\_059

T 10133/4



279\_071



# Notizen

