

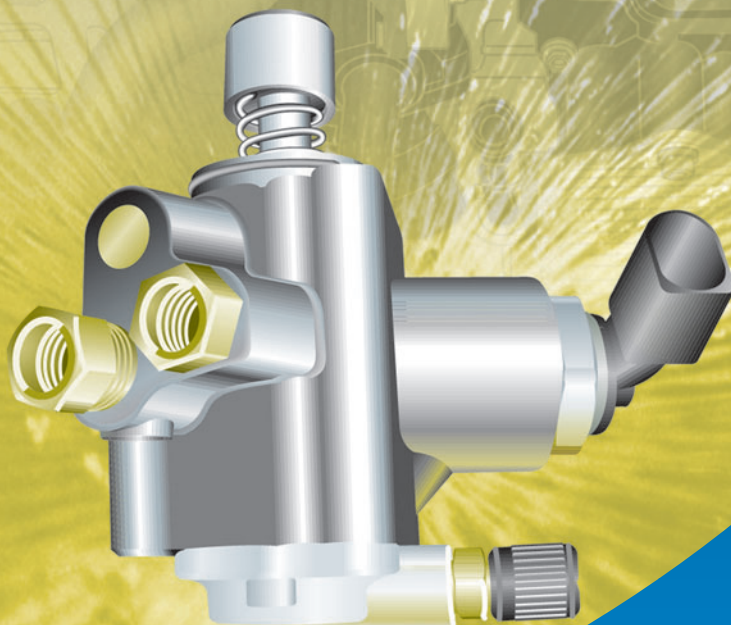
Service Training



## Selbststudienprogramm 334

# Das Kraftstoffsystem der FSI-Motoren

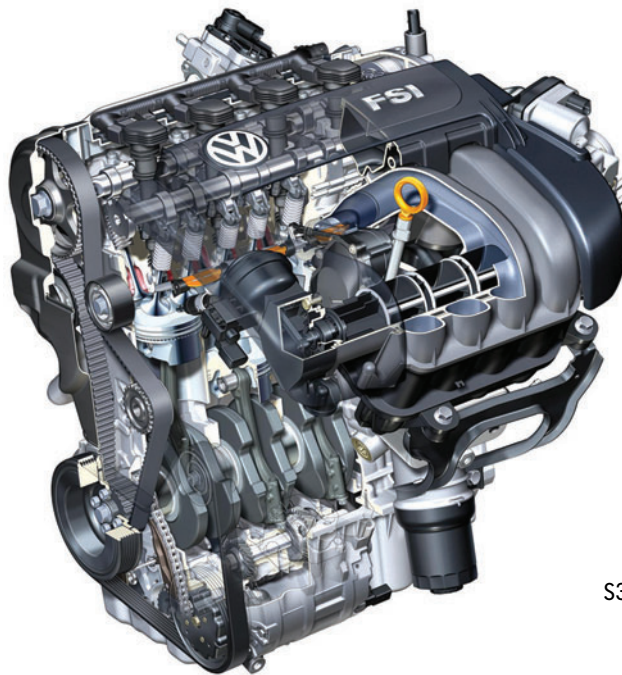
Konstruktion und Funktion



Bei allen FSI-Motoren ab einer Leistung von 66 kW setzt ein weiterentwickeltes Kraftstoffsystem ein.

Bei diesem Kraftstoffsystem ist

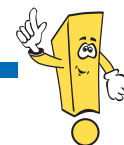
- die Hochdruck-Kraftstoffpumpe und der Kraftstoffverteiler durch eine spezielle Beschichtung korrosionsbeständig bis zu einem Ethanolanteil von 10 Prozent im Kraftstoff.
- die Ansteuerung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe geändert.
- die Leckageleitung an der Hochdruck-Kraftstoffpumpe entfallen.
- die Leckageleitung vom Druckbegrenzungsventil am Kraftstoffverteiler auf kurzem Wege in das Niederdruck-Kraftstoffsystem vor der Hochdruck-Kraftstoffpumpe geleitet.



S334\_074

In diesem Selbststudienprogramm zeigen wir Ihnen die Konstruktion und Funktion des weiterentwickelten Kraftstoffsystems. Es wird am Beispiel des 2,0l-110kW FSI-Motors beschrieben.

**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.



<b>Gesamtübersicht des Kraftstoffsystems</b> .....	<b>4</b>	
Das bedarfsgeregelte Kraftstoffsystem.....	4	
<b>Komponenten des Kraftstoffsystems</b> .....	<b>6</b>	
Das Steuergerät für Kraftstoffpumpe .....	6	
Die elektrische Kraftstoffpumpe.....	6	
Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe mit dem Regelventil für Kraftstoffdruck.....	8	
Der Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck.....	14	
Der Geber für Kraftstoffdruck, Hochdruck .....	15	
Die Hochdruck-Einspritzventile .....	16	
Das Druckbegrenzungsventil.....	18	
Das Anschlussstück mit Drossel .....	18	
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>19</b>	

# Gesamtübersicht des Kraftstoffsystems



## Das bedarfsgeregelte Kraftstoffsystem

Das bedarfsgeregelte Kraftstoffsystem besteht aus dem Niederdruck- und dem Hochdruck-Kraftstoffsystem. Es hat den Vorteil, dass sowohl die elektrische Kraftstoffpumpe als auch die Hochdruck-Kraftstoffpumpe immer nur soviel Kraftstoff fördern, wie der Motor gerade benötigt. Dadurch wird die elektrische und die mechanische Antriebsleistung der Kraftstoffpumpen verringert und Kraftstoff gespart.

## Niederdruck-Kraftstoffsystem

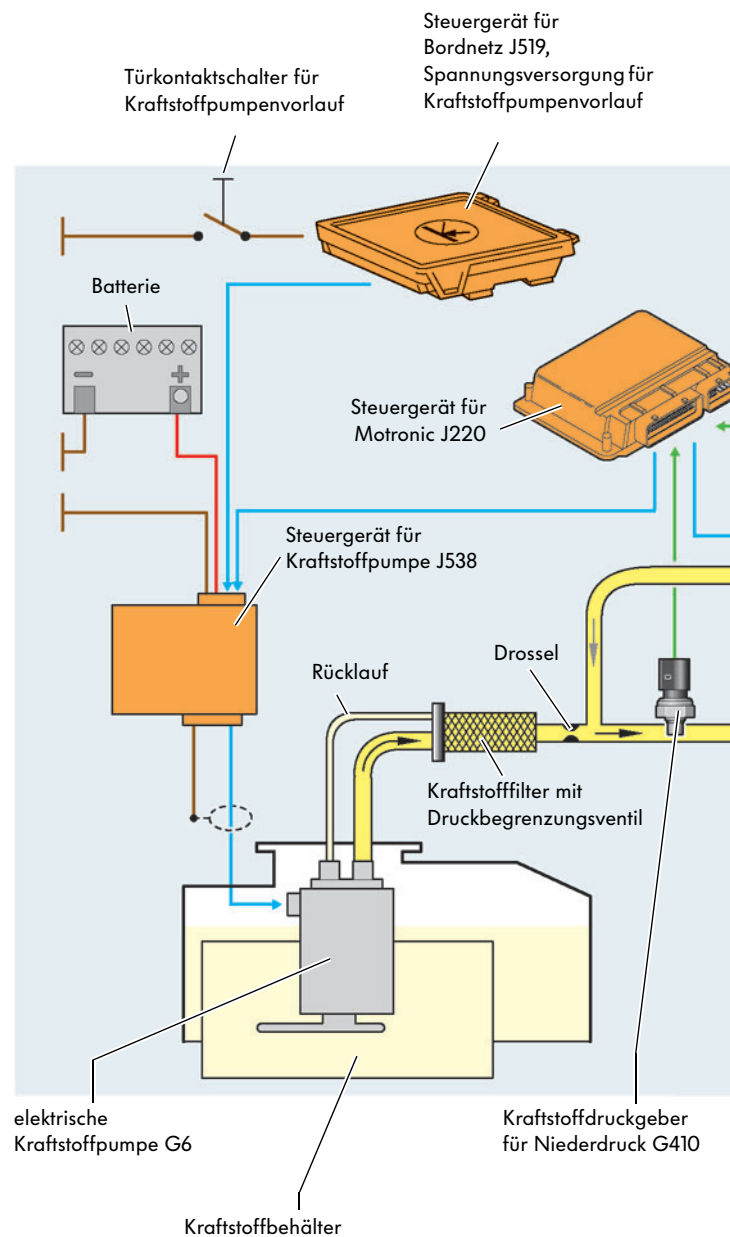
Im Niederdruck-Kraftstoffsystem beträgt der Kraftstoffdruck im Normalbetrieb zwischen 0,5 und 5 bar. Beim Heiß- und Kaltstart wird der Druck auf bis zu 6,5 bar erhöht.

Beim Kaltstart wird durch die Druckerhöhung ein höherer Anfangsdruck auch im Hochdruck-Kraftstoffsystem erzielt. Dadurch wird eine bessere Gemischaufbereitung und damit ein schnellerer Start erreicht.

Beim Heißstart wird durch die Druckerhöhung die Dampfblasenbildung in der Hochdruck-Kraftstoffpumpe verhindert.

### Es besteht aus:

- dem Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538
- dem Kraftstoffbehälter
- der elektrischen Kraftstoffpumpe G6
- dem Kraftstofffilter mit Druckbegrenzungsventil (es öffnet bei ca. 6,8 bar)
- dem Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410



### Farbcodierung/Legende

	drucklos		Niederdruck-Kraftstoffsystem
	Niederdruck		Hochdruck-Kraftstoffsystem
	Hochdruck		

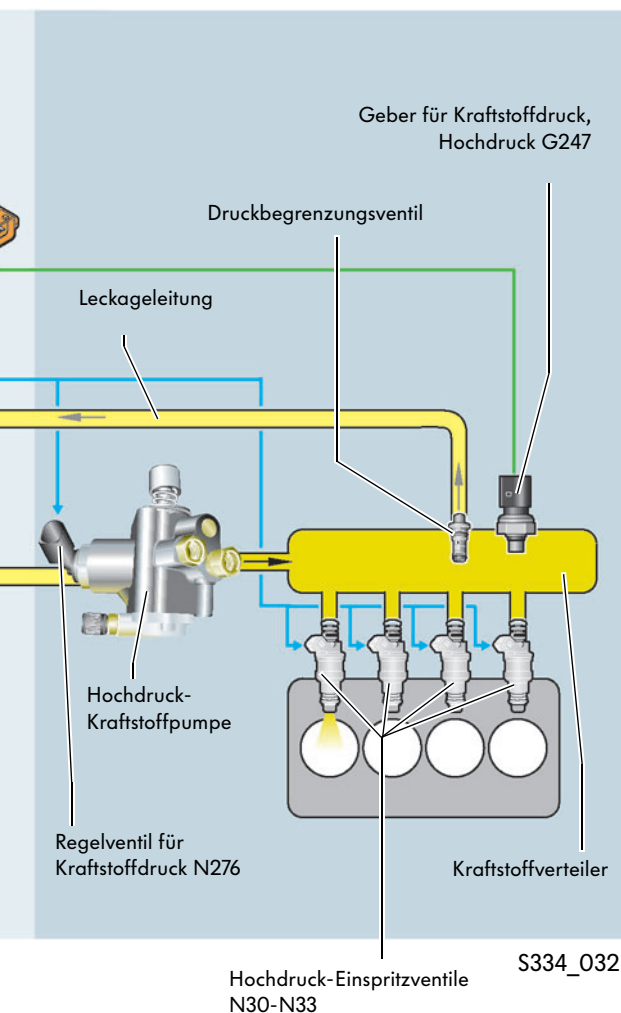


## Hochdruck-Kraftstoffsystem

Im Hochdruck-Kraftstoffsystem beträgt der Kraftstoffdruck zwischen 30 und 110 bar. Der Druckbereich kann dabei von Motor zu Motor unterschiedlich sein.



Achtung beim Öffnen des Hochdruck-Kraftstoffsystems. Bitte beachten Sie die Hinweise im Reparaturleitfaden!



### Es besteht aus:

- der Hochdruck-Kraftstoffpumpe (korrosionsbeständig bis zu einem Ethanolanteil von 10% im Kraftstoff)
- dem Regelventil für Kraftstoffdruck N276
- dem Kraftstoffverteiler (korrosionsbeständig bis zu einem Ethanolanteil von 10% im Kraftstoff)
- dem Druckbegrenzungsventil (es öffnet bei ca. 120 bar)
- dem Geber für Kraftstoffdruck, Hochdruck G247
- den Hochdruck-Einspritzventilen N30-N33

# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Das Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538

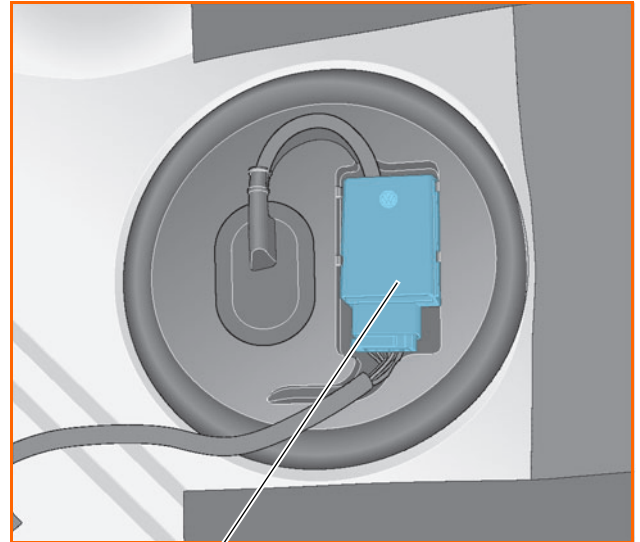
Das Steuergerät ist in der Abdeckung der elektrischen Kraftstoffpumpe verbaut.

### Aufgabe

Das Steuergerät für Kraftstoffpumpe steuert die elektrische Kraftstoffpumpe mit einem PWM-Signal (Puls-Weiten-Moduliert) an. Es regelt den Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem zwischen 0,5 und 5 bar. Beim Heiß- und Kaltstart wird der Druck auf bis zu 6,5 bar erhöht.

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt das Steuergerät für Kraftstoffpumpe aus, ist ein Motorbetrieb nicht möglich.



Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538

S334\_024

## Die elektrische Kraftstoffpumpe G6

Die elektrische Kraftstoffpumpe ist in den Kraftstoffbehälter eingeschraubt. Sie ist mit dem Geber für Kraftstoffvorratsanzeige zu einem Bauteil zusammengefasst.

### Aufgabe

Die elektrische Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff im Niederdruck-Kraftstoffsystem zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Die Ansteuerung erfolgt mit einem PWM-Signal vom Steuergerät für Kraftstoffpumpe.



S334\_076

## So funktioniert es

Die elektrische Kraftstoffpumpe fördert immer so viel Kraftstoff, wie der Motor gerade benötigt.

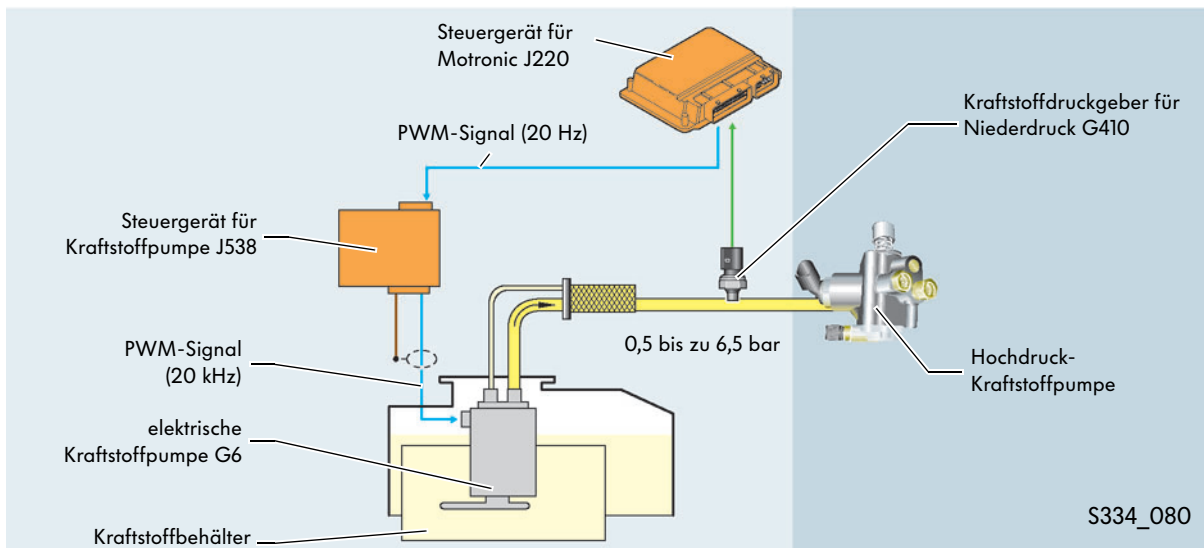
Der momentane Kraftstoffdruck wird vom Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck gemessen und an das Motorsteuergerät gesendet. Weicht dieser vom Sollwert ab, sendet das Motorsteuergerät ein entsprechendes PWM-Signal (Frequenz 20 Hz) an das Steuergerät für Kraftstoffpumpe. Dieses steuert wiederum mit einem PWM-Signal (Frequenz 20 kHz) die elektrische Kraftstoffpumpe an bis der Kraftstoffdruck dem Kennfeld entspricht.

Die Vorteile sind,

- geringere Leistungsaufnahme, weil die Kraftstoffpumpe immer nur so viel Kraftstoff fördert, wie der Motor gerade benötigt,
- geringerer Wärmeeintrag in den Kraftstoff, weil nur so viel Kraftstoff verdichtet wird, wie momentan benötigt wird,
- Geräuschkürzung, besonders im Leerlauf



## Niederdruck-Kraftstoffsystem



## Auswirkungen bei Ausfall

Fällt die elektrische Kraftstoffpumpe aus, ist ein Motorbetrieb nicht mehr möglich.



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

# Komponenten des Kraftstoffsystems

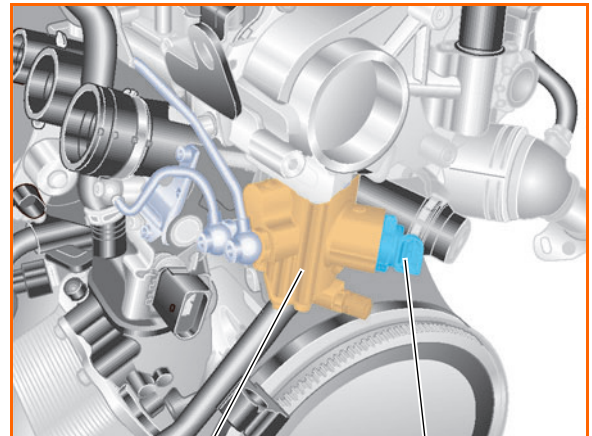
## Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe mit dem Regelventil für Kraftstoffdruck N276

Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe ist an den Zylinderkopf angeschraubt. Sie hat die Aufgabe, im Hochdruck-Kraftstoffsystem motorabhängig einen Kraftstoffdruck zwischen 30 und 110 bar aufzubauen.



### Besonderheiten

- Es ist eine mengengeregelte Einzylinder-Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Mit ihr wird kennfeldabhängig nur so viel Kraftstoff in den Kraftstoffverteiler gepumpt, wie für die Einspritzung benötigt wird. Dadurch wird die Antriebsleistung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe verringert und Kraftstoff eingespart.
- Sie ist korrosionsbeständig bis zu einem Ethanolanteil von 10 Prozent im Kraftstoff. Dadurch können die FSI-Motoren weltweit angeboten werden.
- Die Leckageleitung an der Hochdruck-Kraftstoffpumpe ist entfallen. Der überschüssige Kraftstoff fließt intern in den Vorlauf zur Niederdruckseite zurück.



S334\_018

Hochdruck-Kraftstoffpumpe

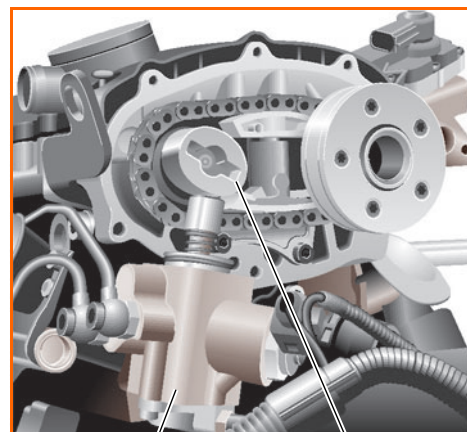
Regelventil für Kraftstoffdruck N276

### Antrieb Hochdruck-Kraftstoffpumpe

Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe wird über einen Doppelnocken an der Einlassnockenwelle angetrieben.



Je nach Motortyp unterscheidet sich der Einbauort, der Antrieb und der äußere Aufbau der Hochdruck-Kraftstoffpumpe.



S334\_068

Hochdruck-Kraftstoffpumpe

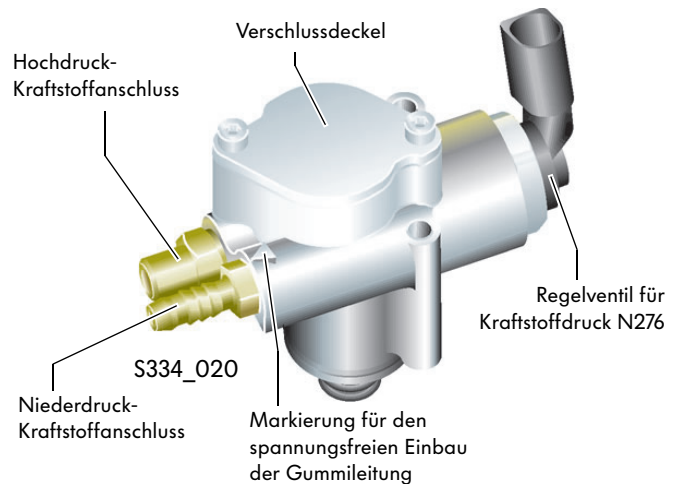
Doppelnocken

## Varianten der Hochdruck-Kraftstoffpumpen

Die Hochdruck-Kraftstoffpumpen der verschiedenen Motorenbaureihen sind von der Funktion und vom inneren Aufbau her gleich. Durch die unterschiedlichen Bauraumverhältnisse unterscheiden sie sich jedoch durch den äußeren Aufbau. Diese Unterschiede werden Ihnen nachfolgend vorgestellt.

### 1,4l-66kW und 1,6l-85kW

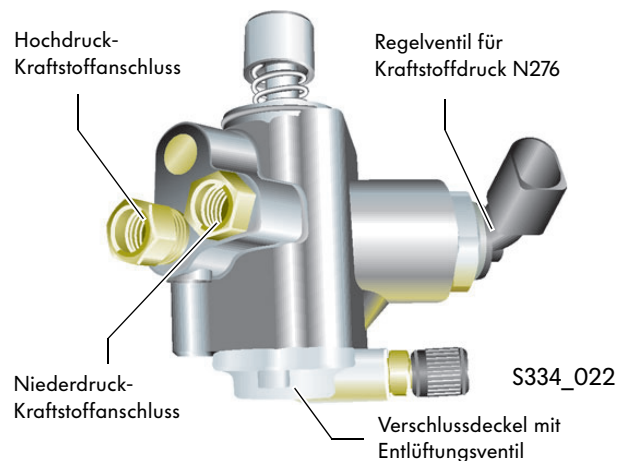
Bei dieser Kraftstoffpumpe besteht die Hochdruck-Kraftstoffleitung aus Metall und die Niederdruck-Kraftstoffleitung aus Gummi. Die Metallleitung ist verschraubt und die Gummileitung wird mit einer Federbandschelle mit erhöhter Vorspannung befestigt. Die Entlüftung des Kraftstoffsystems erfolgt während des Fahrzeugbetriebes.



Für einen spannungsfreien Einbau der Gummileitung befindet sich auf ihr und auf der Hochdruck-Kraftstoffpumpe ein Dreieck. Beim Einbau müssen sich die Spitzen der Dreiecke gegenüberstehen.

### 2,0l-110kW und 2,0l-147kW

Bei dieser Kraftstoffpumpe sind beide Kraftstoffleitungen aus Metall und verschraubt. Im Verschlussdeckel ist ein Entlüftungsventil, das jedoch nur in der Produktion benötigt wird. Im Fahrzeugbetrieb entlüftet sich das Kraftstoffsystem, über die Einspritzventile von selbst.



Die Hochdruck-Kraftstoffpumpen dürfen nicht zerlegt werden. Ansonsten kommt es nach dem Zusammenbau zu Undichtigkeiten.



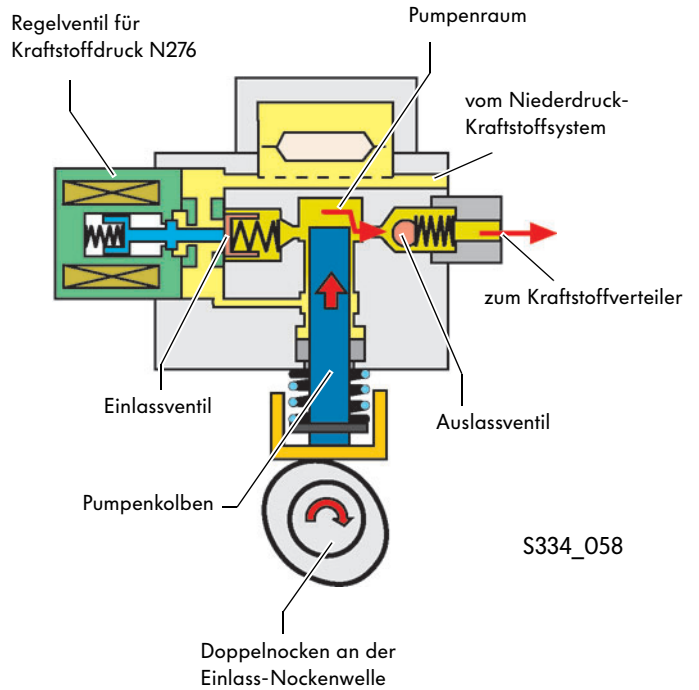
# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Konzept der Ansteuerung

Es ist eine mengengeregelte Einzylinder-Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Mit ihr wird kennfeldabhängig nur so viel Kraftstoff in den Kraftstoffverteiler gepumpt, wie für die Einspritzung benötigt wird.

Dafür berechnet das Motorsteuergerät aus der benötigten Einspritzmenge den Beginn des Förderhubes.

Wenn der Zeitpunkt erreicht ist, schließt das Regelventil für Kraftstoffdruck das Einlassventil und der Förderhub beginnt.

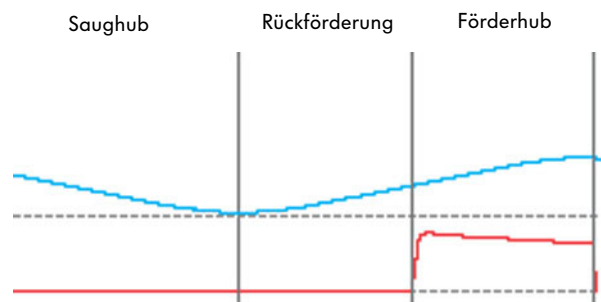


S334\_058

Unter den Prinzipskizzen sehen Sie ein Diagramm, das in drei Bereiche aufgeteilt ist. Es sind die Bereiche Saughub, Rückförderung und Förderhub.

Bei der Erklärung ist der jeweilige Bereich grau hinterlegt.

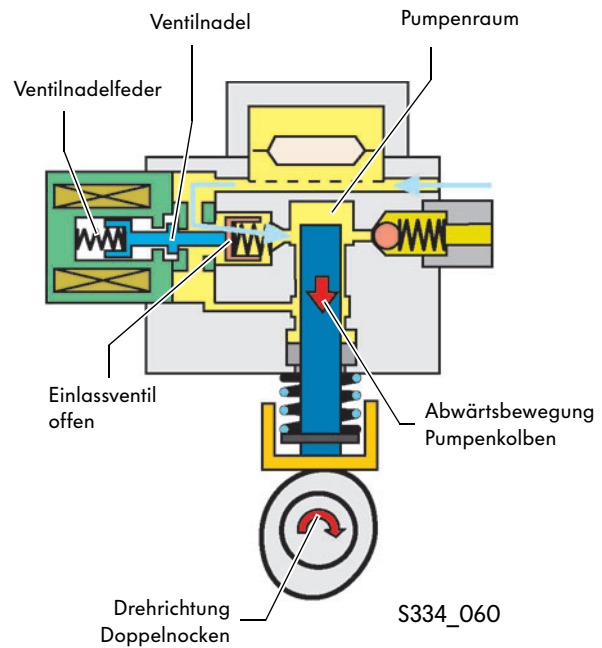
- Die blaue Linie zeigt die Erhebungskurve des Nockens und damit die Auf- oder Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens.
- Die rote Linie zeigt den jeweils vorherrschenden Druck im Pumpenraum.



S334\_070

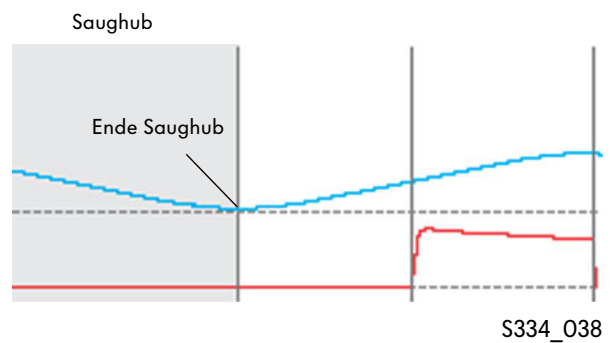
## Kraftstoff-Saughub

Beim Saughub wird das Einlassventil durch die Kraft der Ventalnadelfeder von der Ventalnadel geöffnet. Dabei wird während der gesamten Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens Kraftstoff in den Pumpenraum angesaugt.



Beim Saughub

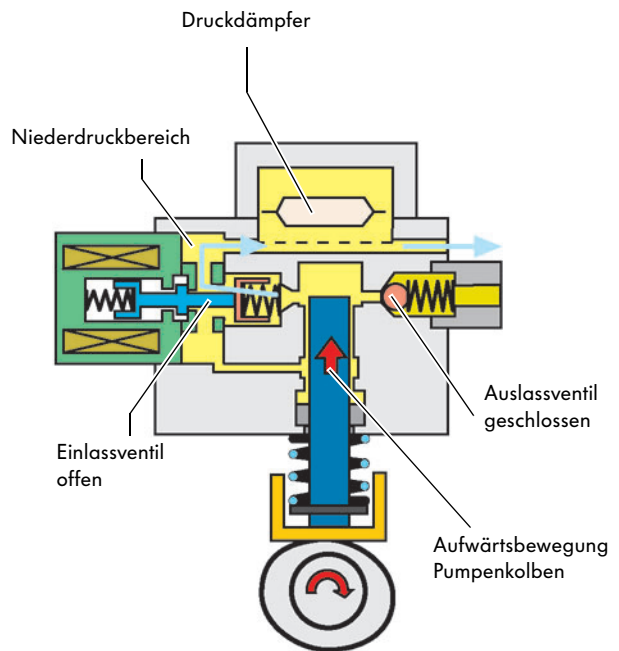
- bewegt sich der Pumpenkolben abwärts und
- der Druck im Pumpenraum entspricht ungefähr dem Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem.



# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Kraftstoff-Rückförderung

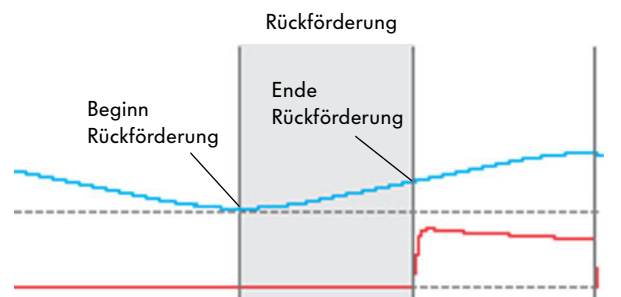
Um die Kraftstoffmenge dem tatsächlichen Verbrauch anzupassen, bleibt das Einlassventil auch mit Beginn der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens geöffnet. Der überschüssige Kraftstoff wird durch den Pumpenkolben in den Niederdruckbereich zurückgedrückt. Dabei entstehende Pulsationen werden durch den Druckdämpfer und einer Drossel in der Kraftstoffvorlaufleitung ausgeglichen.



S334\_056

### Bei der Rückförderung

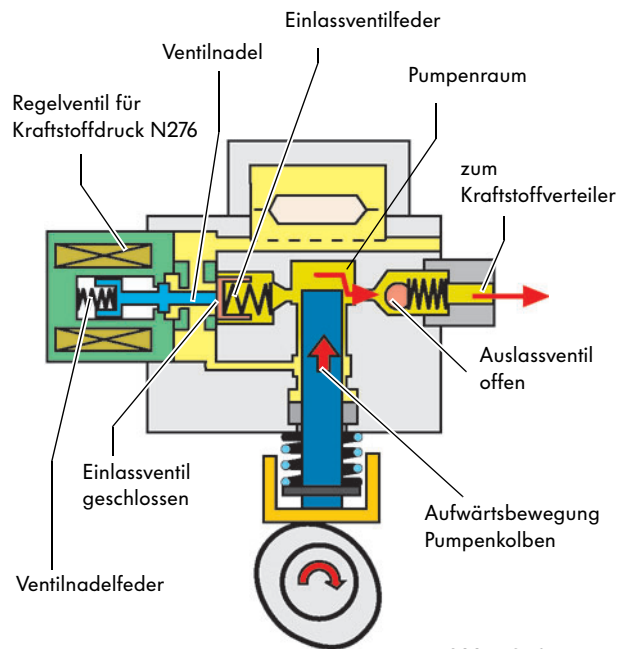
- befindet sich der Pumpenkolben bereits wieder in der Aufwärtsbewegung, aber
- da das Einlassventil noch geöffnet ist, entspricht der Druck im Pumpenraum weiterhin ungefähr dem Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem.



S334\_040

## Kraftstoff-Förderhub

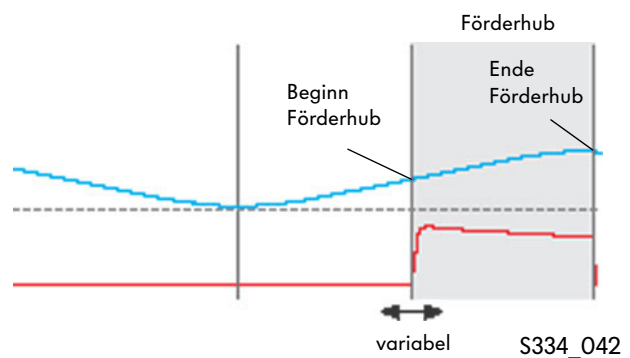
Zum berechneten Beginn des Förderhubes wird das Regelventil für Kraftstoffdruck kurzzeitig bestromt. Dadurch wird die Ventalnadel gegen die Kraft der Ventilnadelfeder zurückgezogen und das Einlassventil durch die Kraft des Einlassventilfeder geschlossen. Durch die Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens baut sich Druck im Pumpenraum auf. Ist der Druck im Pumpenraum größer als im Kraftstoffverteiler, öffnet das Auslassventil. Der Kraftstoff wird zum Kraftstoffverteiler gepumpt.



S334\_058

### Beim Förderhub

- befindet sich der Pumpenkolben noch immer in der Aufwärtsbewegung und
- der Druck im Pumpenraum steigt an. Er sinkt erst wieder, wenn der Pumpenkolben am höchsten Punkt angelangt und der Förderhub damit beendet ist.

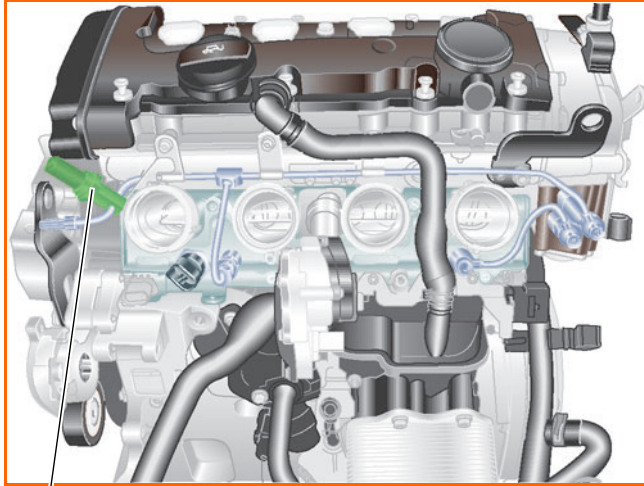


Der Beginn des Förderhubes ist variabel. Er ist abhängig von der zu fördernden Kraftstoffmenge.



# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Der Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410



Kraftstoffdruckgeber für  
Niederdruck G410

S334\_012

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

### Signalverwendung

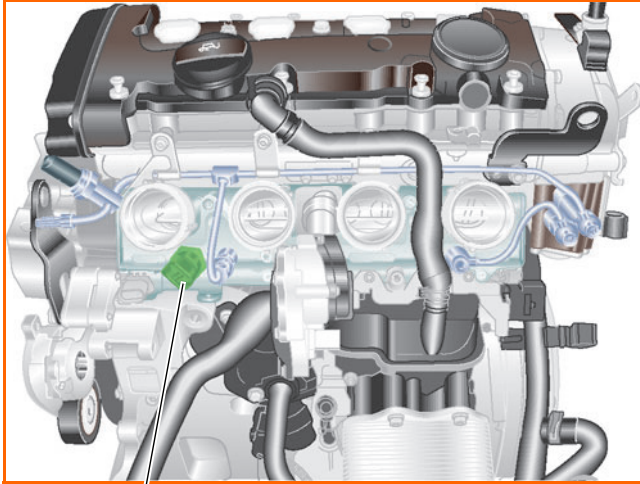
Mit dem Signal wird der Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem geregelt.

Je nach Motor beträgt der Kraftstoffdruck von 0,5 bis 5 bar.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt der Kraftstoffdruckgeber aus, wird die elektrische Kraftstoffpumpe mit einem festen PWM- Signal angesteuert und der Druck im Niederdruck-Kraftstoffsystem ist erhöht.

## Der Geber für Kraftstoffdruck, Hochdruck G247



Geber für Kraftstoffdruck, Hochdruck G247

S334\_014

Der Geber befindet sich am Saugrohr-Unterteil und ist in den Kraftstoffverteiler eingeschraubt. Er misst den Kraftstoffdruck im Kraftstoffverteiler und sendet ein Signal an das Motorsteuergerät.



### Signalverwendung

Das Motorsteuergerät wertet das Signal aus und regelt, über das Regelventil für Kraftstoffdruck, den Druck im Kraftstoffverteiler. Je nach Motor beträgt der Kraftstoffdruck zwischen 30 und 110 bar.

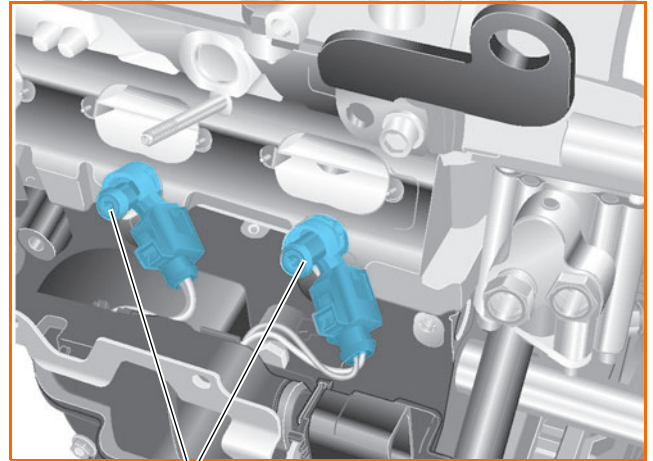
### Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt der Geber für Kraftstoffdruck aus, wird das Regelventil für Kraftstoffdruck mit einem festen Wert vom Motorsteuergerät angesteuert.

# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Die Hochdruck-Einspritzventile N30-N33

Die Hochdruck-Einspritzventile sind in den Zylinderkopf eingesteckt. Sie spritzen den Kraftstoff mit einem hohen Druck direkt in den Zylinder ein.



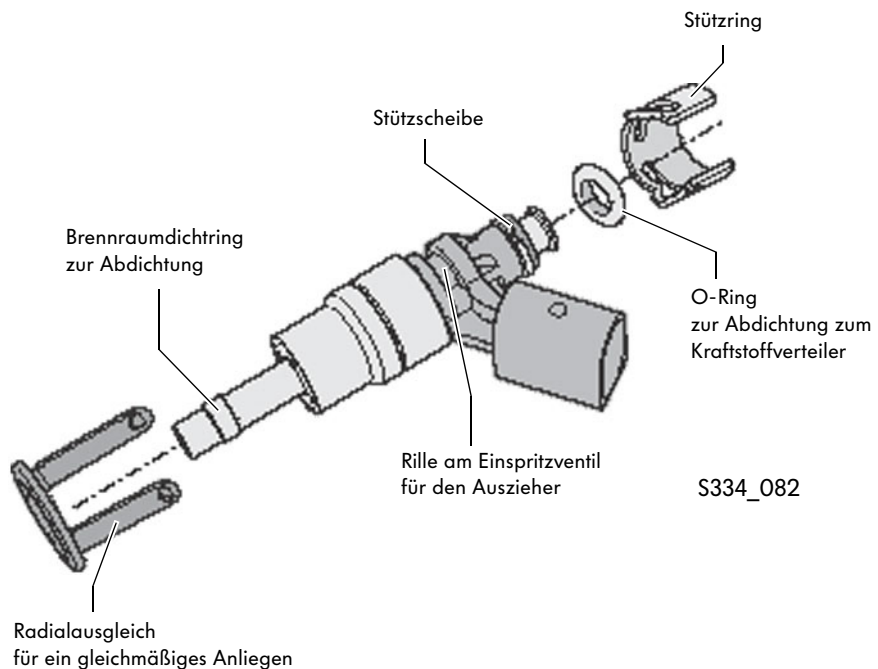
Hochdruck-Einspritzventile

S334\_054

### Aufgabe

Die Einspritzventile müssen den Kraftstoff in kürzester Zeit gut zerstäuben und je nach Betriebsart gezielt einspritzen.

So wird Kraftstoff im Schichtladungs-Betrieb konzentriert im Bereich der Zündkerze positioniert und im Homogen-Mager-Betrieb sowie im Homogen-Betrieb gleichmäßig im gesamten Brennraum zerstäubt.

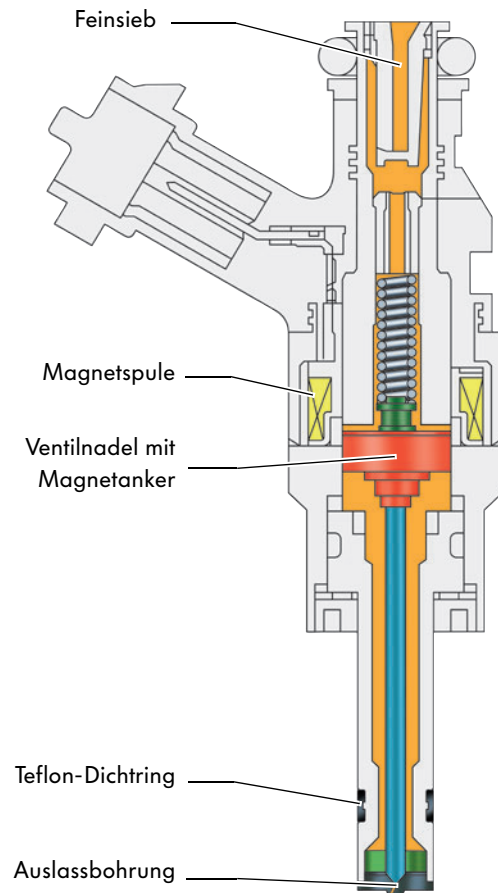


S334\_082

## So funktioniert es

Während der Einspritzung wird die Magnetspule im Einspritzventil angesteuert und ein Magnetfeld entsteht. Dadurch wird der Magnetanker mit der Ventalnadel angezogen, das Ventil öffnet und der Kraftstoff wird eingespritzt.

Wird die Spule nicht mehr angesteuert, fällt das Magnetfeld schlagartig zusammen und die Ventalnadel wird durch die Druckfeder in den Ventilsitz gedrückt. Der Kraftstofffluss ist unterbrochen.



S334\_083



Nach dem Austausch eines Einspritzventils müssen die Lernwerte gelöscht und an das Motorsteuergerät neu angepasst werden.  
Bitte beachten Sie die geführte Fehlersuche.



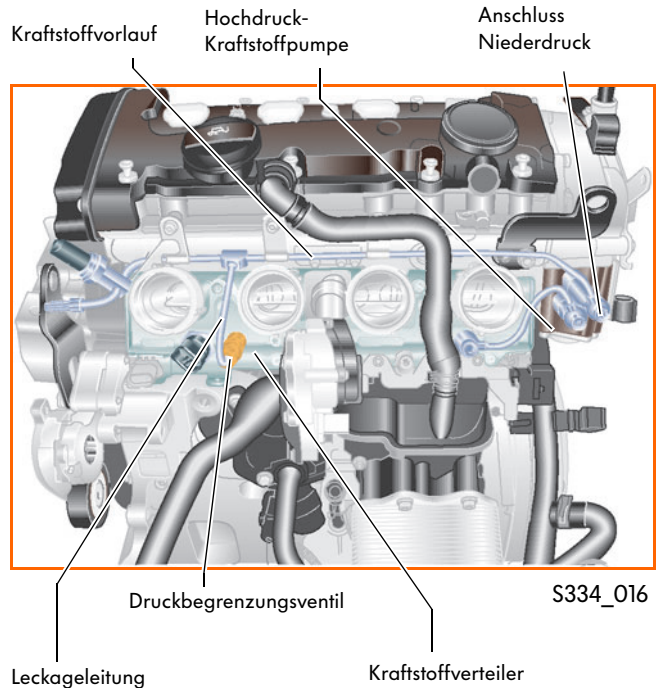
# Komponenten des Kraftstoffsystems

## Das Druckbegrenzungsventil

Das Druckbegrenzungsventil ist in den Kraftstoffverteiler eingeschraubt und schützt die Bauteile bei Wärmeausdehnung oder bei Fehlfunktionen vor zu hohen Kraftstoffdrücken.

Es ist ein mechanisches Ventil und öffnet ab einem Kraftstoffdruck von 120 bar. Es gibt den Weg vom Kraftstoffverteiler, über die Leckageleitung zum Kraftstoffvorlauf frei. Dort wird der Kraftstoff gleich wieder zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe gefördert.

Durch die kurze Leckageleitung direkt am Motor konnte die lange Leckageleitung bis zum Kraftstoffbehälter entfallen.



## Das Anschlussstück mit Drossel

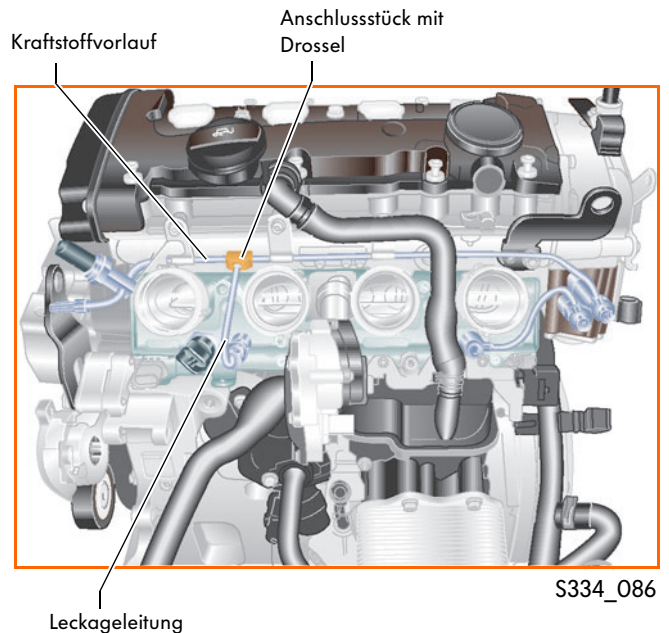
Im Anschlussstück der Kraftstoffvorlaufleitung/ Leckageleitung befindet sich eine Drossel mit einem Durchmesser von 1,5 mm.

Sie sorgt dafür, dass

- der hohe Kraftstoffdruck aus der Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei der Kraftstoff-Rückförderung oder
- aus dem Kraftstoffverteiler bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil

abgebaut wird.

Dadurch werden Pulsationen in der Kraftstoffleitung und daraus resultierende Geräusche im Bereich der Befestigungen Kraftstoffvorlaufleitung/Karosserie vermieden.



## 1. Wozu dient das Ventil im Kraftstofffilter?

- a) Mit dem Ventil wird der Kraftstoffdruck im Niederdruck-Kraftstoffsystem auf konstant 5 bar geregelt.
- b) Das Ventil öffnet zum Schutz der Bauteile bei einem Kraftstoffdruck von ca. 6,8 bar.
- c) Das Ventil schließt beim Kalt- und Heißstart und erhöht somit den Kraftstoffdruck auf ca. 6,5 bar.

## 2. Mit welcher bzw. mit welchen Frequenzen sendet das Motorsteuergerät und das Steuergerät für Kraftstoffpumpe das PWM-Signal (Puls-Weiten-Moduliert)?

- a) Es senden beide mit der gleichen Frequenz von 20 kHz.
- b) Das Motorsteuergerät sendet mit einer Frequenz von 20 Hz und das Steuergerät für Kraftstoffpumpe mit einer Frequenz von 20 kHz.
- c) Das Motorsteuergerät sendet mit einer Frequenz von 20 kHz und das Steuergerät für Kraftstoffpumpe mit einer Frequenz von 20Hz.

## 3. Nach dem Tausch welcher Bauteile des Kraftstoffsystems muss eine Anpassung mit der geführten Fehlersuche durchgeführt werden?

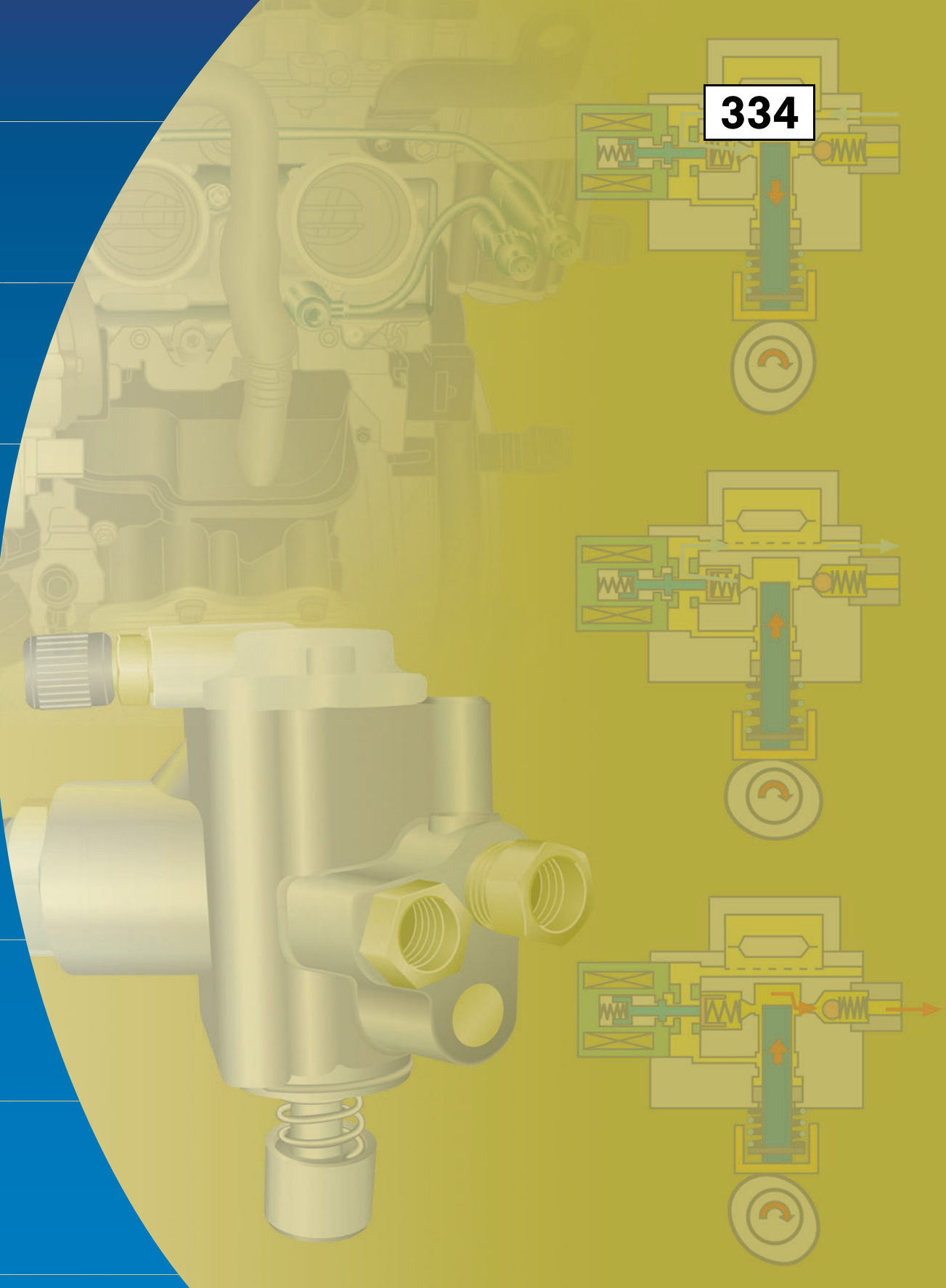
- a) Es muss keine Anpassung durchgeführt werden.
- b) Nach dem Tausch des Motorsteuergerätes oder des Steuergerätes für Kraftstoffpumpe.
- c) Nach dem Tausch eines jeden Bauteils.



1.) b; 2.) b; 3.) b

**Lösungen**

334



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg, VK-21 Service Training  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten  
000.2811.49.00 Technischer Stand 09/04

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei  
gebleichtem Zellstoff hergestellt.