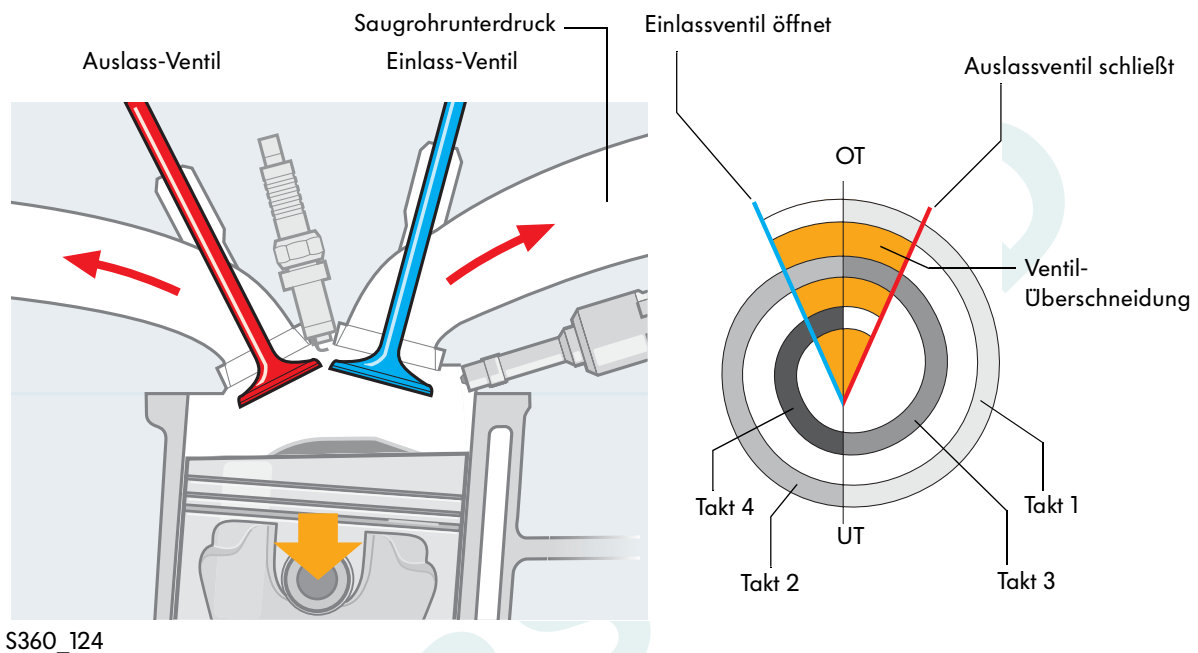


## Die interne Abgasrückführung



Durch die interne Abgasrückführung wird der Bildung von Stickoxiden  $\text{NO}_x$  entgegengewirkt.

Wie auch bei der externen Abgasrückführung beruht die verminderte Bildung von  $\text{NO}_x$  darauf, dass die Verbrennungstemperatur durch Einleiten von Verbrennungsgasen gesenkt wird. Durch die Verbrennungsgase im frischen Kraftstoff-Luftgemisch ergibt sich ein leichter Sauerstoff-Mangel. Die Verbrennung ist dadurch nicht so heiß, wie unter einem Sauerstoff-Überschuss. Stickoxid werden erst ab einer relativ hohen Temperatur in größerer Konzentration gebildet. Durch das Absenken der Verbrennungstemperatur im Motor und den Sauerstoffmangel wird die Bildung von  $\text{NO}_x$  vermindert.

### So funktioniert es

Während des Ausstoßtaktes sind gleichzeitig die Einlass- und Auslassventile geöffnet. Durch den hohen Saugrohrunterdruck wird so ein Teil der Verbrennungsgase aus dem Brennraum wieder in den Einlasskanal gesaugt und mit dem nächsten Ansaugtakt für die nächste Verbrennung wieder in den Brennraum eingespült.

Vorteile der internen Abgasrückführung:

- Verbrauchseinsparung durch reduzierte Gaswechselarbeit
- vergrößerter Teillastbereich mit Abgasrückführung,
- bessere Laufruhe
- Abgasrückführung schon bei kaltem Motor möglich

VORABSTAND 22.03.2006

## Die Kurbelgehäuse-Entlüftung

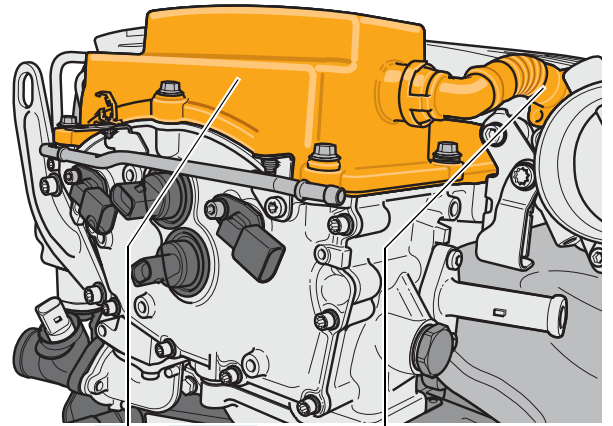
Sie verhindert, dass mit Kohlenwasserstoffen angereicherte Dämpfe (Blow-by-Gase) aus dem Kurbelgehäuse in die Außenatmosphäre gelangen. Die Kurbelgehäuse-Entlüftung besteht aus Entlüftungskanälen im Zylinderblock und Zylinderkopf, dem Zyklonölabscheider und der Kurbelgehäuse-Entlüftungs-Heizung.

### So funktioniert es

Die Blow-by-Gase im Kurbelgehäuse werden durch den Saugrohrunterdruck über:

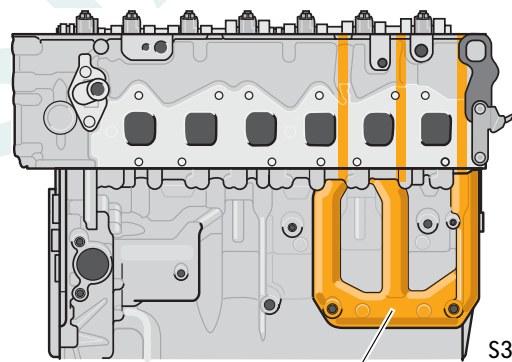
- die Entlüftungskanäle im Zylinderblock,
- die Entlüftungskanäle im Zylinderkopf,
- den Zyklonölabscheider und
- die Kurbelgehäuse-Entlüftungs-Heizung

angesaugt und anschließend wieder in das Saugrohr eingeleitet.



S360\_064

Zyklon-Ölabscheider Kurbelgehäuse-Entlüftungs-Heizung



S360\_253

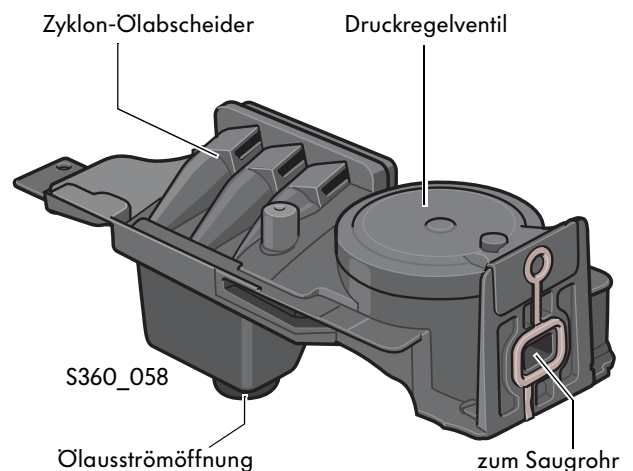
Entlüftungskanäle in Zylinderblock und Zylinderkopf

### Der Zyklon-Ölabscheider

Der Zyklonölabscheider befindet sich im Zylinderkopfdeckel. Er hat die Aufgabe, Öl aus den Blow-by-Gasen des Kurbelgehäuses abzuscheiden und es dem Ölkreislauf wieder zur Verfügung zu stellen.

Ein Druckregelventil begrenzt den Saugrohrunterdruck von ca. 700mbar auf ca. 40mbar.

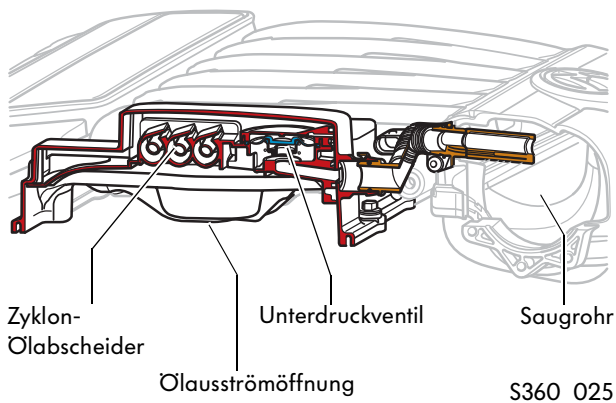
Es verhindert, dass der gesamte Saugrohrunterdruck und der Kurbelgehäuse-Innendruck auf die Kurbelgehäuse-Entlüftung wirken und dadurch das Motoröl angesaugt wird oder Dichtungen beschädigt werden.



S360\_058

Ölausströmöffnung

zum Saugrohr

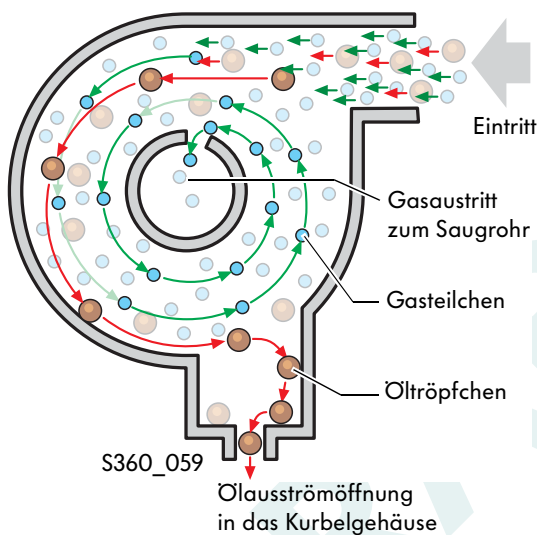


### So funktioniert es

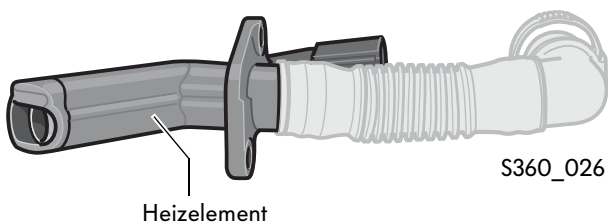
Der Zyklon-Ölabscheider trennt aus dem angesaugten Öldampf das Öl heraus. Er arbeitet nach dem Prinzip der Fliehkraftabscheidung.

Bedingt durch die Bauart des Ölabscheiders als Zyklon werden die angesaugten Öldämpfe in eine rotierende Bewegung versetzt. Durch die auftretende Fliehkraft wird das Öl an die Abscheidewand geschleudert und verbindet sich dort zu größeren Tropfen.

Während das abgeschiedene Öl in den Zylinderkopf tropft, werden die Gasteilchen über ein flexibles Rohr in das Saugrohr eingespeist.



Bei einem defekten Druckregelventil wirken ständig der volle Saugrohrunterdruck und der Kurbelgehäuse-Innendruck auf die Kurbelgehäuse-Entlüftung. Dadurch wird sehr viel Öl aus dem Kurbelgehäuse abgesaugt, so dass es zu einem Motorschaden kommen kann.

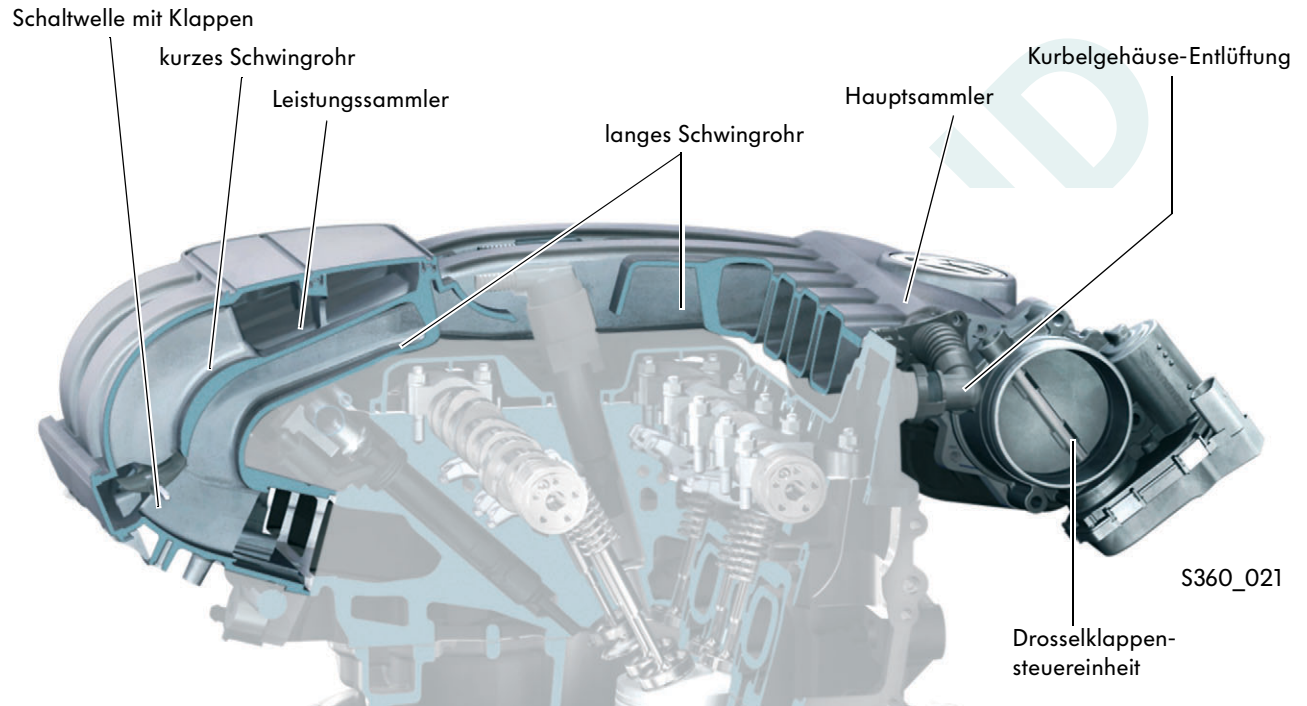


### Die Kurbelgehäuse-Entlüftungs-Heizung

Das Heizelement ist in das flexible Rohr vom Zyklonölabscheider zum Saugrohr eingesetzt und verhindert bei sehr kalter Ansaugluft das Vereisen der zugeführten Blow-by-Gase.

## Das Saugrohr

Beide Motoren verfügen über ein einteiliges Überkopf-Schaltsaugrohr aus Kunststoff.



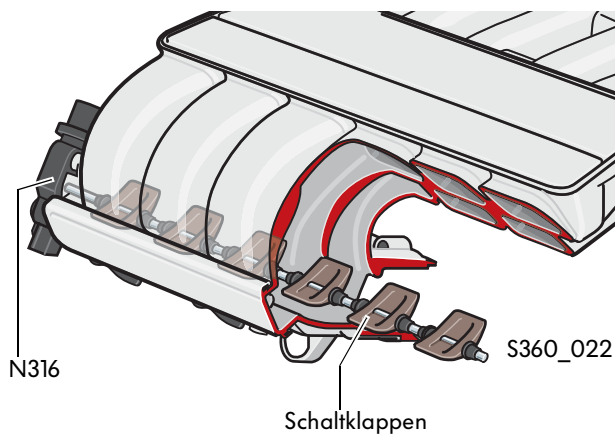
### Der Aufbau

Das Schaltsaugrohr besteht aus:

- dem Hauptsammler,
- je zwei verschieden langen Schwingrohren pro Zylinder,
- der Schaltwelle,
- dem Leistungssammler
- dem Unterdruckbehälter und
- dem Ventil für Saugrohrklappe.

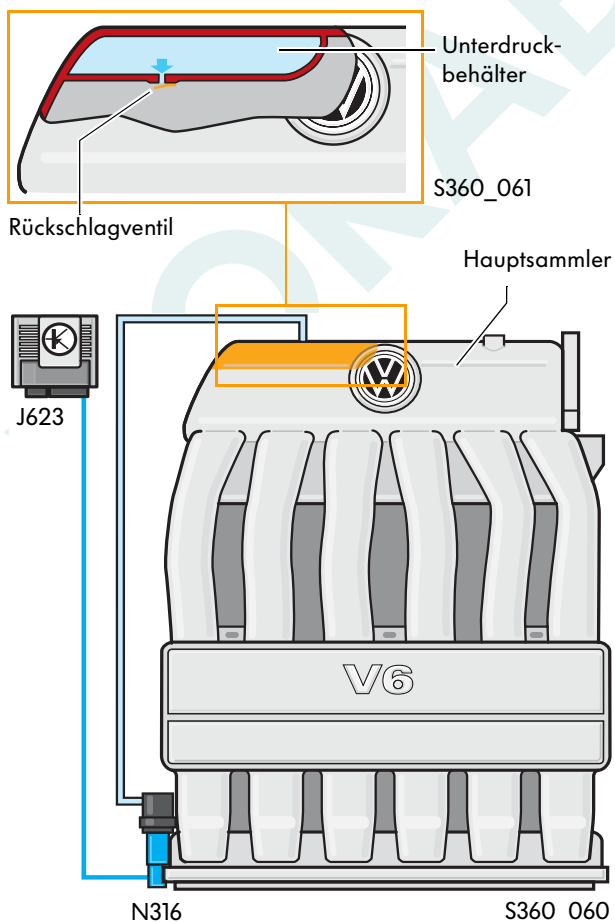
Die beiden Schwingrohre unterscheiden sich in ihrer Länge, weil für das Erreichen eines hohen Drehmomentes ein langes Schwingrohr und für das Erzielen einer hohen Leistung ein kurzes Schwingrohr erforderlich sind.

Die Schaltwelle öffnet und schließt die Verbindung zum Leistungssammler.



### Die Schaltklappen

Das Umschalten zwischen Leistungs- und Drehmomentstellung erfolgt durch Schaltklappen. Die Schaltklappen werden vom Motorsteuergerät J623 über das Ventil für Saugrohrklappe N316 durch Unterdruck betätigt. Im stromlosen Zustand des Ventiles sind die Klappen geöffnet und stehen somit in der Leistungsstellung.



### Der Unterdruckbehälter

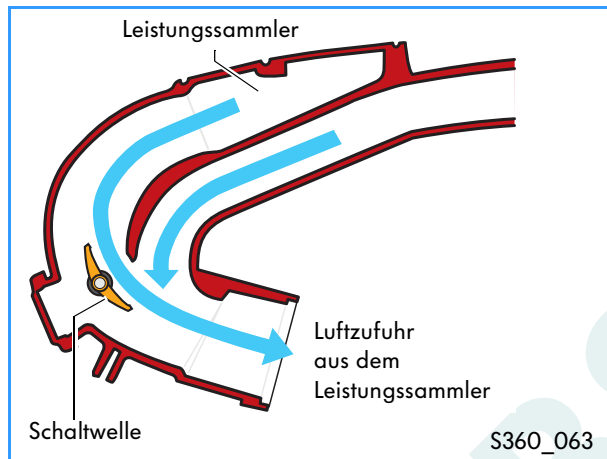
Innerhalb des Saugrohres befindet sich ein Unterdruckbehälter, in dem ein Unterdruckvorrat zur Betätigung der Schaltklappen bereit gehalten wird. Die Luft aus dem Unterdruckbehälter wird über ein Rückschlagventil in den Hauptsammler abgesaugt, so dass sich im Unterdruckbehälter ein Unterdruck aufbaut. Ist das Rückschlagventil defekt können die Schaltklappen nicht mehr betätigt werden.

**VORABSTAND 22.03.2006**

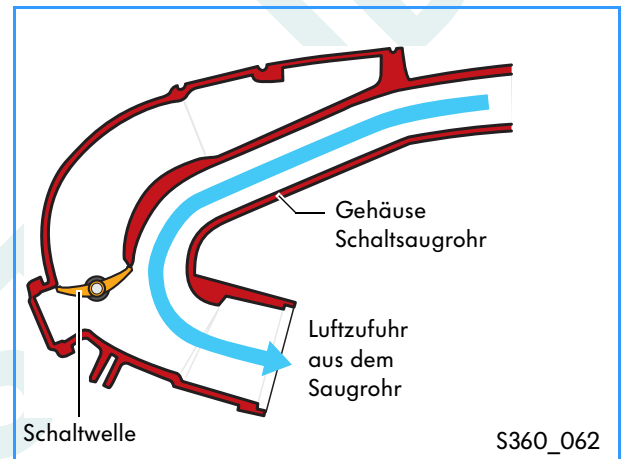
## Die Funktion des Schaltsaugrohres

Das Schaltsaugrohr ist so gestaltet, dass zwischen den Steuerzeiten, den Ansaugtakten und den Luftschwingungen ein Rhythmus entsteht, der zu einer Drucksteigerung im Zylinder und damit zu einem guten Füllgrad der Zylinder führt.

### Leistungsstellung des Schaltsaugrohres



### Drehmomentstellung des Schaltsaugrohres



#### Motordrehzahl von 0 bis ca. 1200 1/min

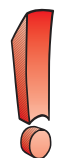
Das Schaltsaugrohr befindet sich in der Leistungsstellung. Das Ventil für Saugrohrklappe ist unbestromt. Die aus dem Beginn des Ansaugvorganges erzeugte Unterdruckwelle wird am Ende des Leistungsrohres im Leistungssammler reflektiert und kommt nach kurzer Zeit als Druckwelle zum Einlassventil zurück.

#### Motordrehzahl zwischen ca. 1200 und ca. 4000 1/min

Das Ventil für Saugrohrklappe ist vom Motorsteuergerät bestromt. Die Schaltklappen und damit die Leistungsrohre sind verschlossen. Die Zylinder saugen die Luft durch die Drehmomentrohre direkt aus dem Hauptsammler.

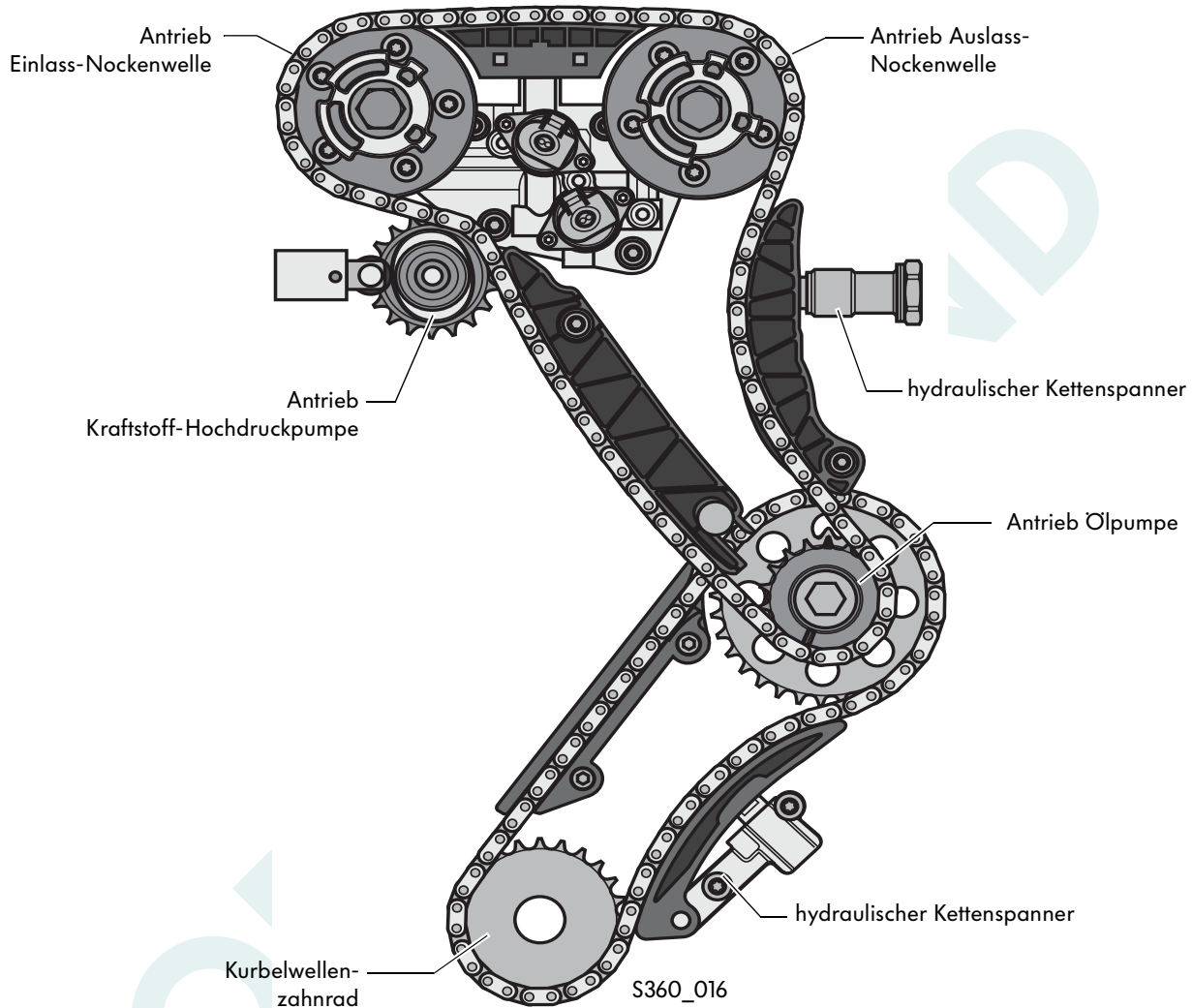
#### Motordrehzahl ab ca. 4000 1/min.

Das Ventil für Saugrohrklappe ist unbestromt. Dadurch schalten die Saugrohrklappen wieder in die Leistungsstellung.



Detailliertere Informationen zum Aufbau und der Funktion von Schwingrohr-Schaltsaugrohren finden Sie im Selbststudienprogramm 212 „Schaltsaugrohre der VR-Motoren“.

## Der Kettentrieb



Der Kettentrieb befindet sich auf der Getriebeseite des Motors. Er besteht aus der Primär-Rollenkette und der Nockenwellen-Rollenkette.

Die Primärrollenkette wird von der Kurbelwelle angetrieben. Sie treibt über ein Kettenrad die Nockenwellen-Rollenkette und die Ölpumpe an. Durch die Nockenwellen-Rollenkette werden die beiden Nockenwellen und die Kraftstoff-Hochdruckpumpe angetrieben. Beide Ketten werden durch hydraulische Kettenspanner in der exakten Kettenspannung gehalten.

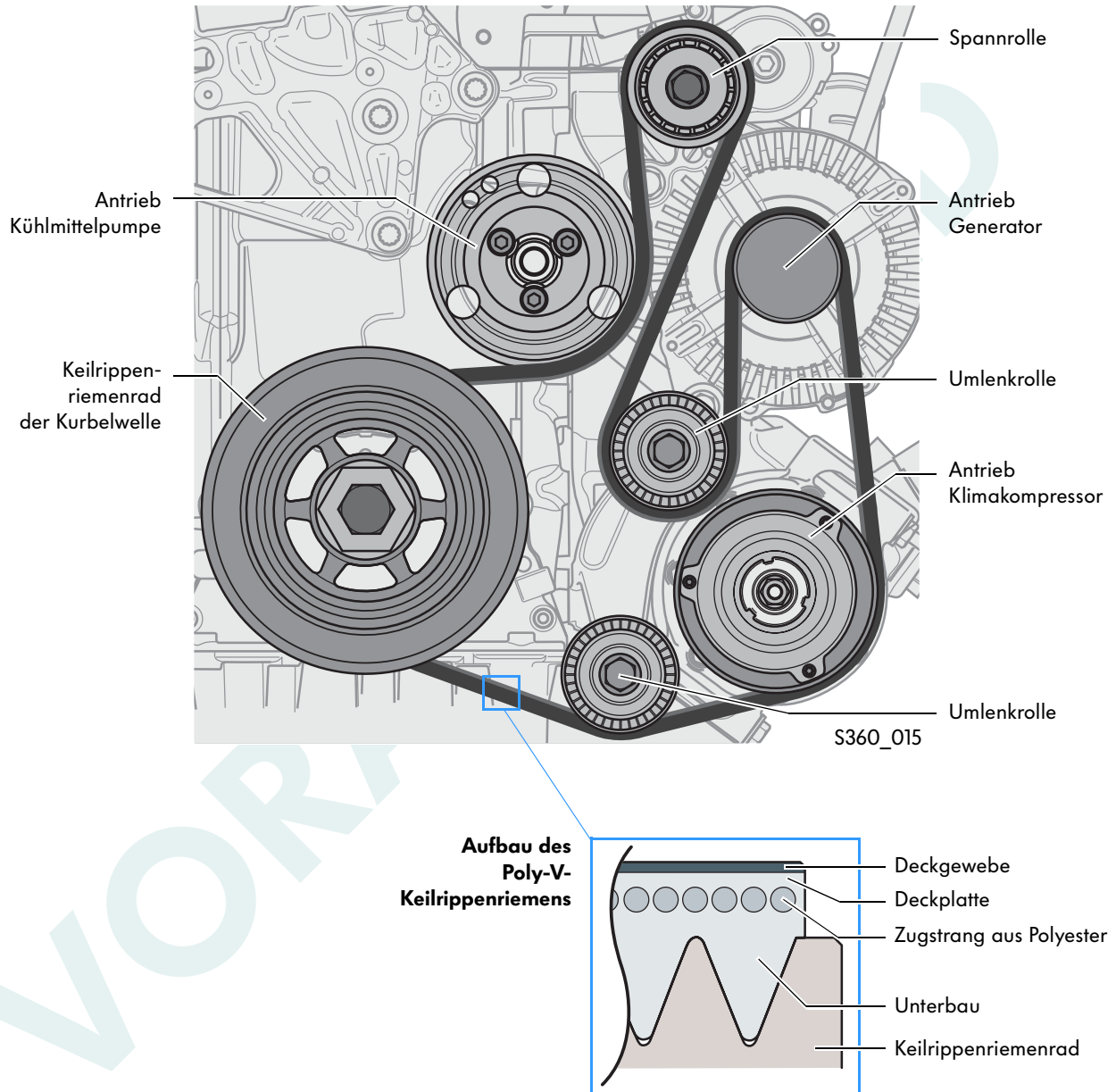


Zum Einstellen der Steuerzeiten beachten Sie bitte den aktuellen Reparaturleitfaden. Zur Arretierung des Kettenrades der Hochdruckpumpe gibt es ein neues Spezialwerkzeug T10332.

**VORABSTAND 22.03.2006**



## Der Keilrippenriementrieb

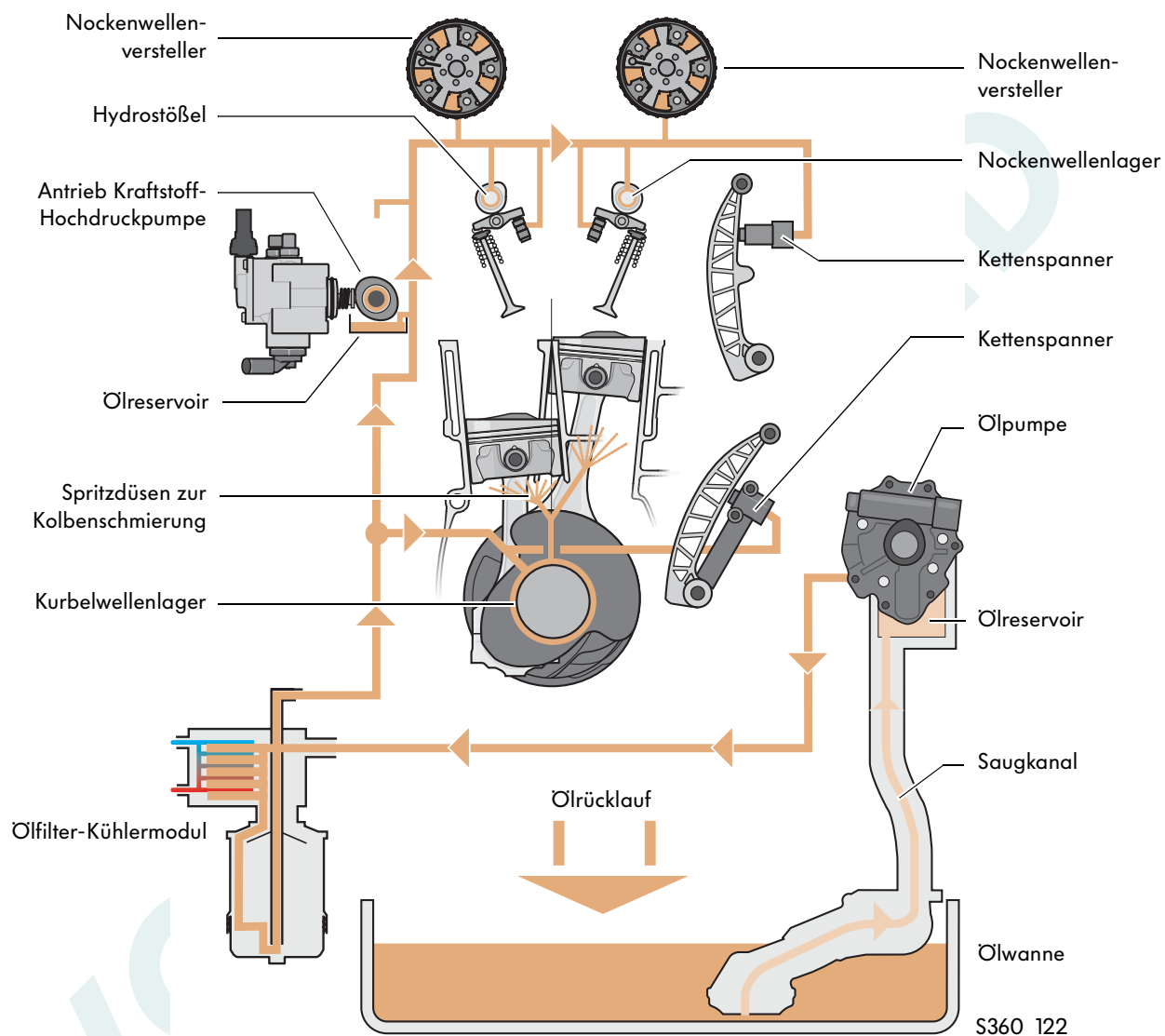


Der Keilrippenriemen ist ein einseitiger Poly-V-Riemen. Er verläuft selbst bei hohen Geschwindigkeiten leise und vibrationsfrei. Der Riemen wird von der Kurbelwelle über das Keilrippenriemenrad mit Schwingungsdämpfer angetrieben.

Im Riementrieb laufen der Klimakompressor, der Generator und die Wasserpumpe. Der Keilrippenriemen wird durch einen Riemenspanner immer in der richtigen Riemenspannung gehalten.



# Der Ölkreislauf



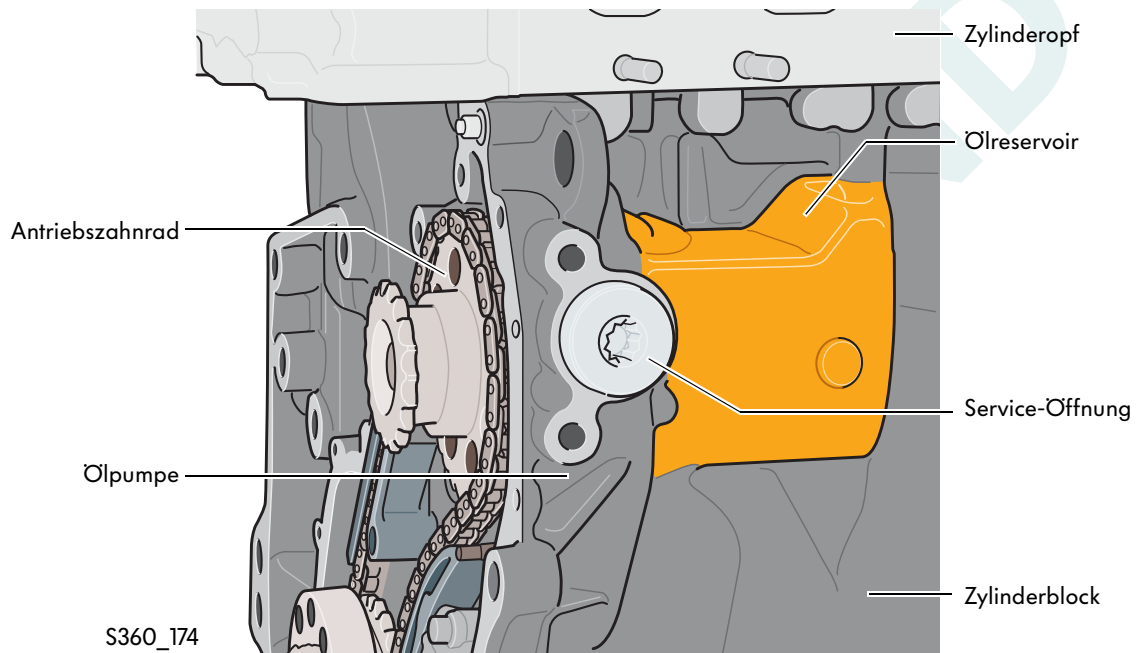
Der Öldruck wird von einer selbstansaugenden Duocentric-Ölpumpe erzeugt. Sie ist im Zylinderblock eingebaut und wird vom Kettentrieb angetrieben. Bedingt durch die Einbaulage ergibt sich ein langer Ölansaugweg, der zur Erstölversorgung der Bauteile nachteilig ist. Aus diesem Grund wird zur Sicherung der Erstölversorgung Öl aus einem Ölreservoir entnommen, das sich hinter der Ölpumpe befindet.

Die Ölpumpe saugt das Öl aus der Ölwanne an und drückt es dann zum Ölfilter-Kühlermodul. Dort wird es gereinigt und gekühlt, bevor es zu den Schmirstellen des Motors weitergeleitet wird.

**VORABSTAND 22.03.2006**

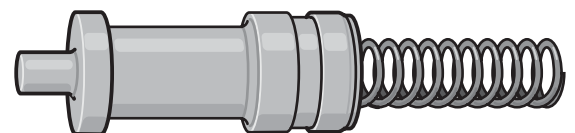
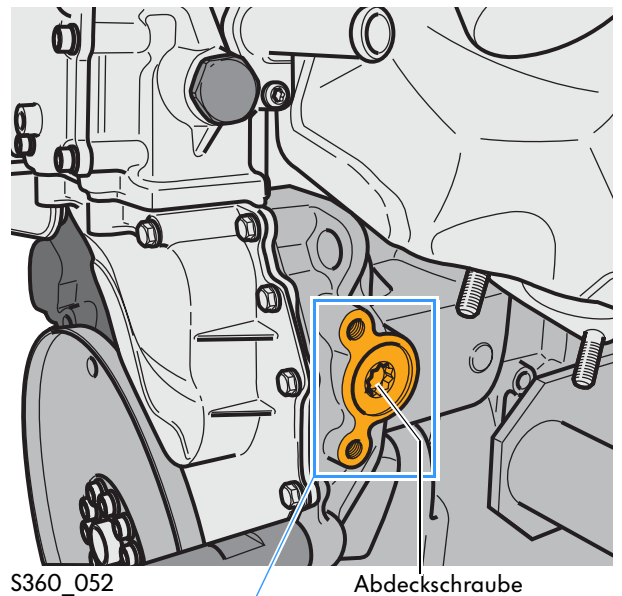
## Die Ölpumpe mit Ölreservoir

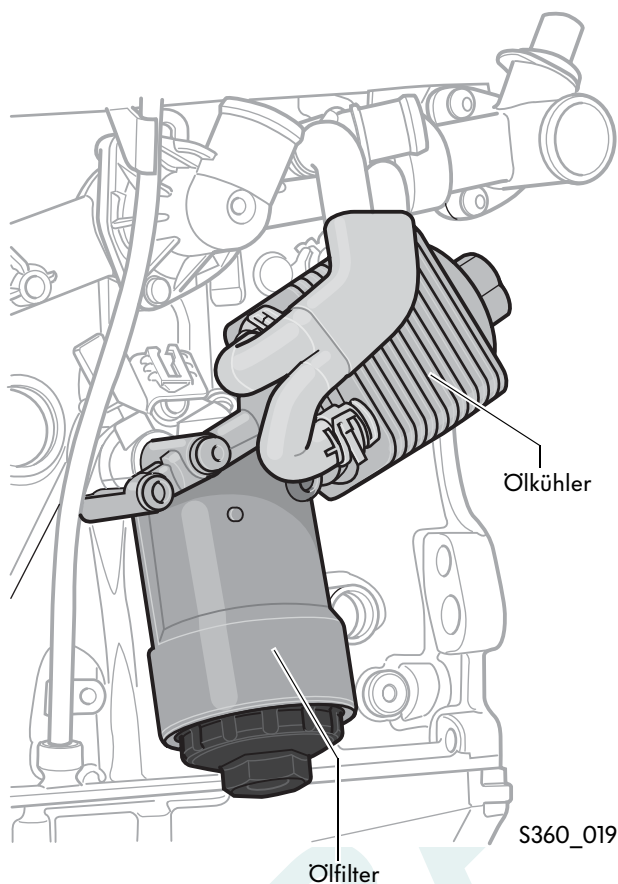
Das Ölreservoir wird im Zylinderblock von einem Hohlraum hinter der Ölpumpe gebildet. Es hat ein Volumen von ca. 280ml und bleibt auch nach Abstellen des Motors erhalten.



## Die Service-Öffnung der Ölpumpe

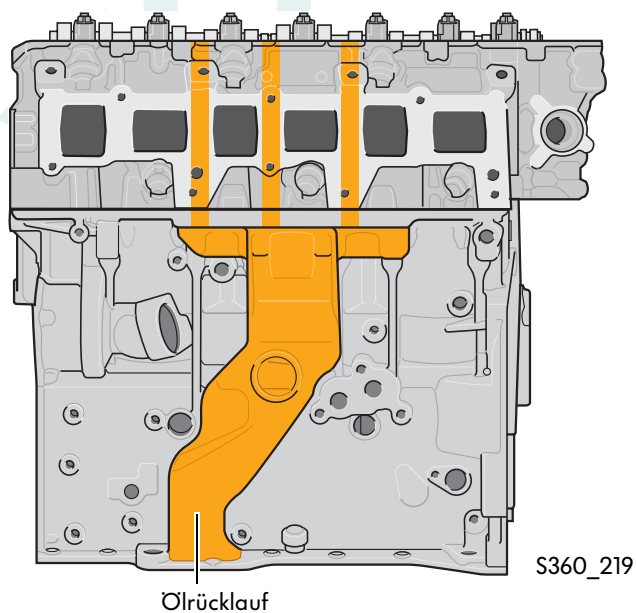
Die Service-Öffnung ermöglicht einen Zugang zum Öl-Überdruck-Kolben der Ölpumpe bei eingebautem Motor. Nach dem Herausschrauben der Abdeckschraube und einer zweiten, innenliegenden Schraube kann durch diese Öffnung der Druckkolben der Ölpumpe entnommen und sein Zustand geprüft werden, ohne den Kettentrieb demontieren zu müssen.





### Das Ölfilter-Kühlermodul

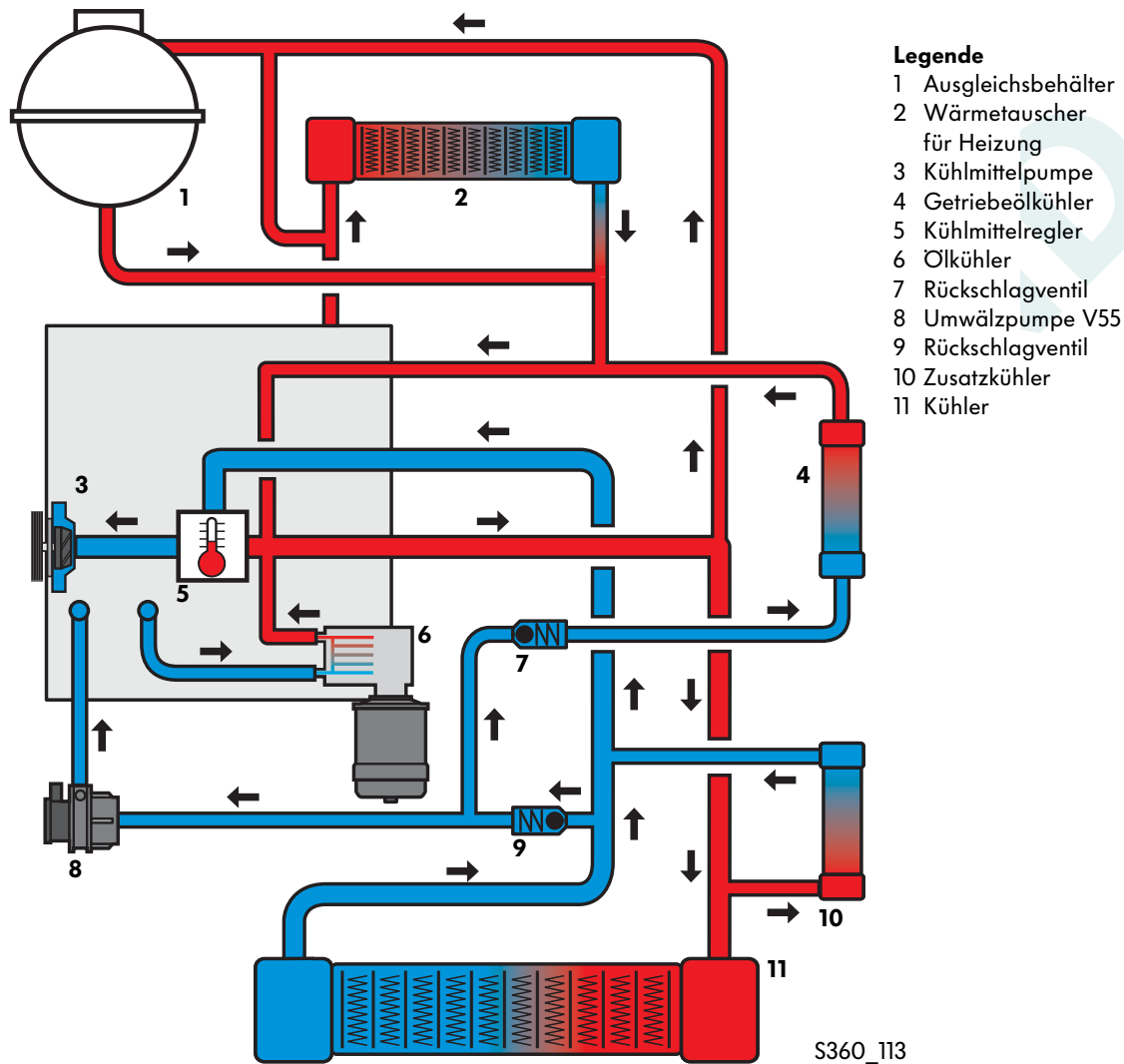
Das Ölfilter-Kühlermodul bildet eine Einheit aus Ölfilter Ölkühler, Rücklauf-Sperrventil und Bypassventil für den Filter. Es ist motorseitig angeordnet und wird je nach Einbaulage des Motors auch als Motorträger genutzt.



### Der Ölrücklauf

Das zurückfließende Öl wird über drei Rücklaufkanäle im Zylinderkopf in einen zentralen Ölrücklaufkanal im Zylinderblock geleitet. Das Öl fließt anschließend unterhalb des Ölspiegels in die Ölwanne zurück. Zusätzlich zu dem zentralen Ölrücklauf wird stirnseitig Öl über den Kettentriebschacht in die Ölwanne zurückgeführt.

## Der Kühlkreislauf



Das Kühlmittel wird von der mechanischen Kühlmittelpumpe umgewälzt. Sie wird vom Keilrippenriemen angetrieben.

Im Kühlkreislauf befinden sich 9 Liter Kühlmittel. Gegenüber dem 3,2l-Saugrohreinsspritzer ist die Gesamtkühlmittelmenge um 2 Liter reduziert worden. Dadurch erreicht der Motor schneller seine Betriebstemperatur.

Der Kreislauf wird durch das Dehnstoff-Thermostat geregelt.

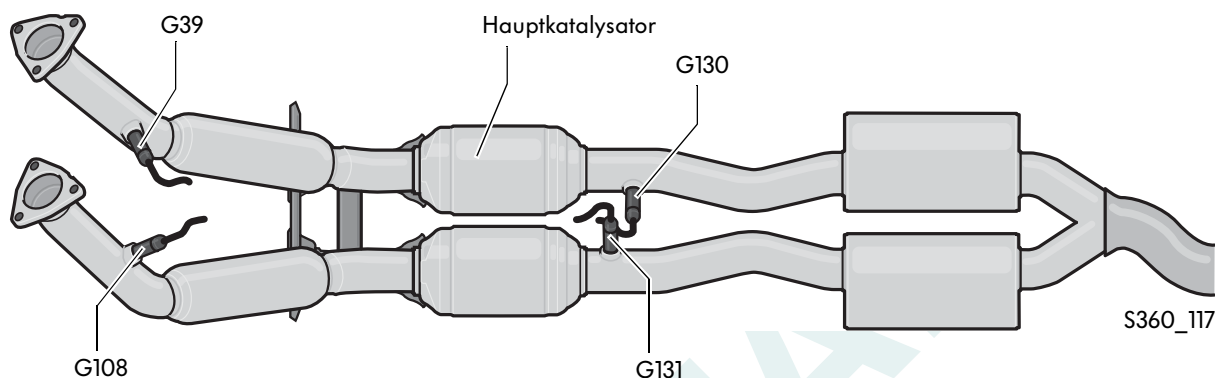
Fahrzeugabhängig kann in dem Kühlkreislauf ein Zusatzkühler (10) integriert sein.

Die Rückschlagventile sind so in den Kühlkreislauf integriert, dass sie ein Rückströmen des Kühlmittels verhindern.



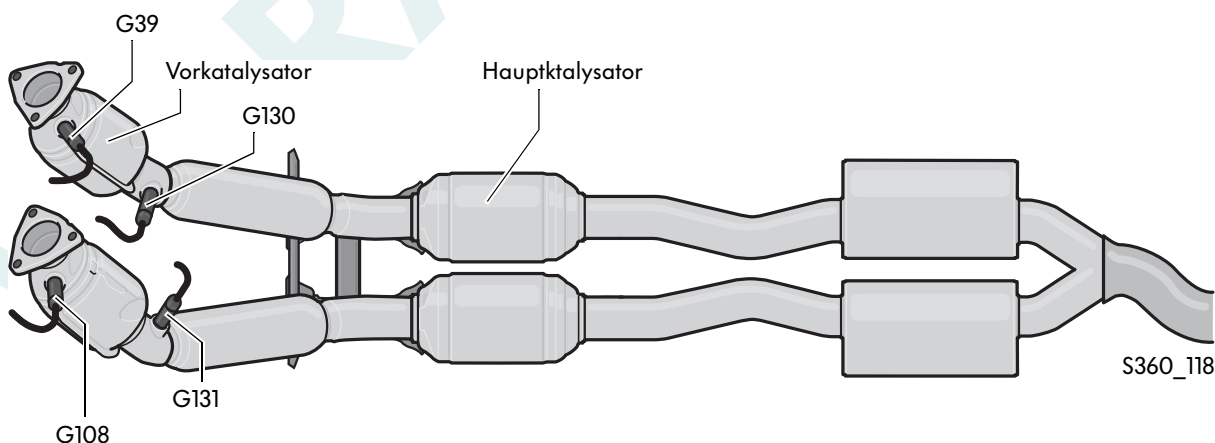
## Die Abgasanlage

### 3,2l-V6-FSI-Motors



Die Abgasanlage des 3,2l-Motors verfügt je Bank über einen Hauptkatalysator mit Keramikträger. Über je 2 Lambdasonden vor und hinter den Katalysatoren wird die Abgasqualität überwacht. Die Abgasanlage entspricht der Abgasnorm EU4.

### 3,6l-V6-FSI-Motors

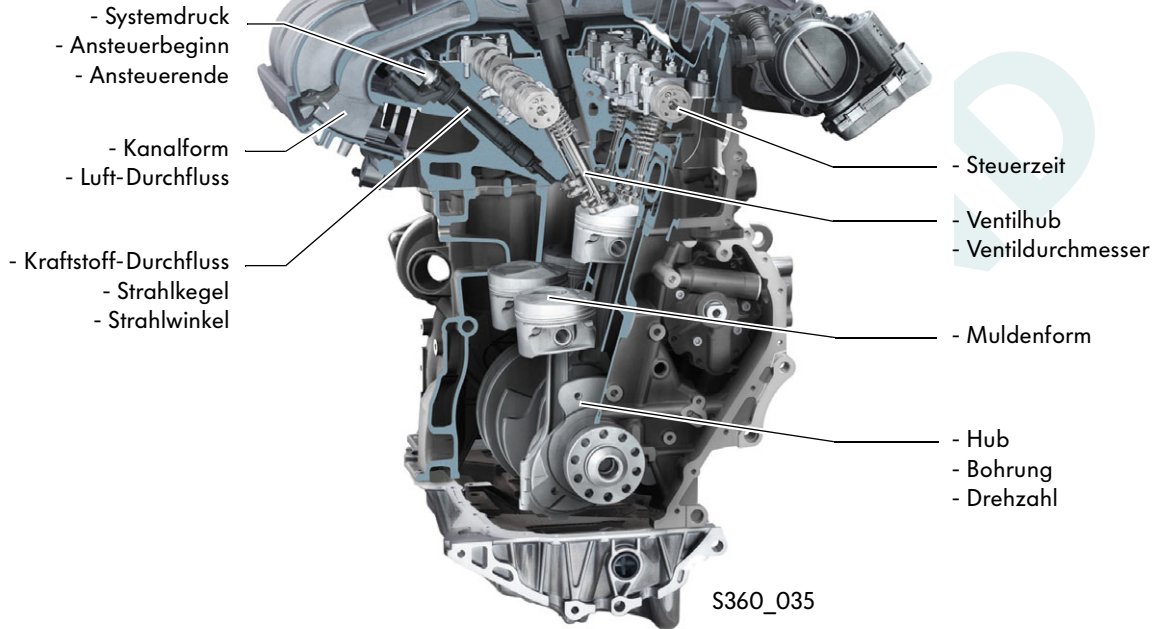


Die Abgasanlage des 3,6l-FSI-Motors ist mit 2 Vorkatalysatoren und 2 Hauptkatalysatoren ausgestattet. Die Abgasqualität wird durch zwei Vor-Vorkatalysator-Lambda-Sonden und zwei Nach-Vorkatalysator-Lambda-Sonden überwacht. Die Abgasanlage entspricht der Abgasnorm EU4 und LEV2 (Low Emission Vehicles).



# Die FSI-Technologie

## Einflussgrößen:



Die Benzin-Direkteinspritzung erfordert eine genaue Abstimmung des Brennverfahrens. Einflussgrößen auf das Brennverfahren sind:

- die Zylinderbohrung und -hub,
- die Muldenform der Kolbenoberfläche,
- der Ventildurchmesser und -hub,
- die Steuerzeiten der Ventile,
- die Geometrie der Einlasskanäle,
- der Liefergrad an Frischluft,
- die Charakteristik der Einspritzdüsen (Strahlkegel, Strahlwinkel, Durchflussmenge, Systemdruck und Steuerzeiten) sowie
- die Motordrehzahl.

Wesentlicher Bestandteil bei der Optimierung des Brennverfahrens sind Untersuchungen zum Strömungsverhalten im Brennraum. Durch das Strömungsverhalten von eintretender Luft und eingespritztem Kraftstoff wird die Gemischbildung wesentlich beeinflusst.

Zur Bestimmung des optimalen Strömungsverhaltens und damit zur Bestimmung der optimalen Kolbenform für beide Zylinderbänke wurde das Doppler-Global-Velocimetrie-Verfahren angewendet.

Dieses Verfahren ermöglicht die Untersuchung des Strömungsverhaltens und damit der Gemischbildung bei laufendem Motor.

Mit Hilfe dieses Verfahrens und der Anpassung der Charakteristik der Einspritzdüsen konnten die Strömungsgeschwindigkeiten und die Gemischbildung in den Brennräumen der beiden Zylinderbänke gleichmäßig gestaltet und aufeinander abgestimmt werden.

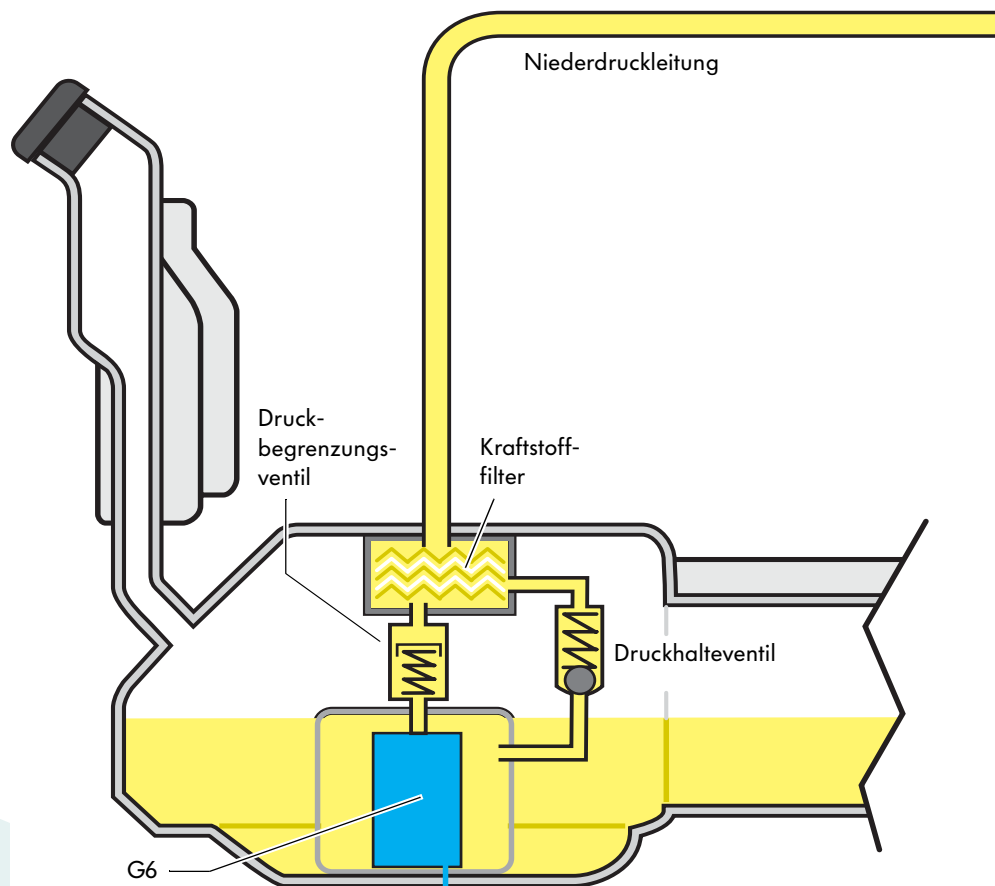
Dabei wird der Motor ausschließlich im Homogenbetrieb gefahren.

Neu ist das Homogen-Split-Katalysator-Heizverfahren zur Katalysatoraufheizung.

**VORABSTAND 22.03.2006**

## Das Kraftstoffsystem

- G6 Kraftstoffpumpe für Vorförderung
- G247 Kraftstoffdruckgeber
- G410 Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck
- J538 Steuergerät für Kraftstoffpumpe
- J623 Motorsteuergerät
- N276 Regelventil für Kraftstoff-Hochdruck



## Das Kraftstoff-Niederdrucksystem

Das Niederdrucksystem fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter.

Dazu wird die Kraftstoffpumpe für Vorförderung vom Motorsteuergerät über das Steuergerät für Kraftstoffpumpe bedarfsabhängig mit einem Arbeitsdruck zwischen 2 und 5 bar gesteuert.

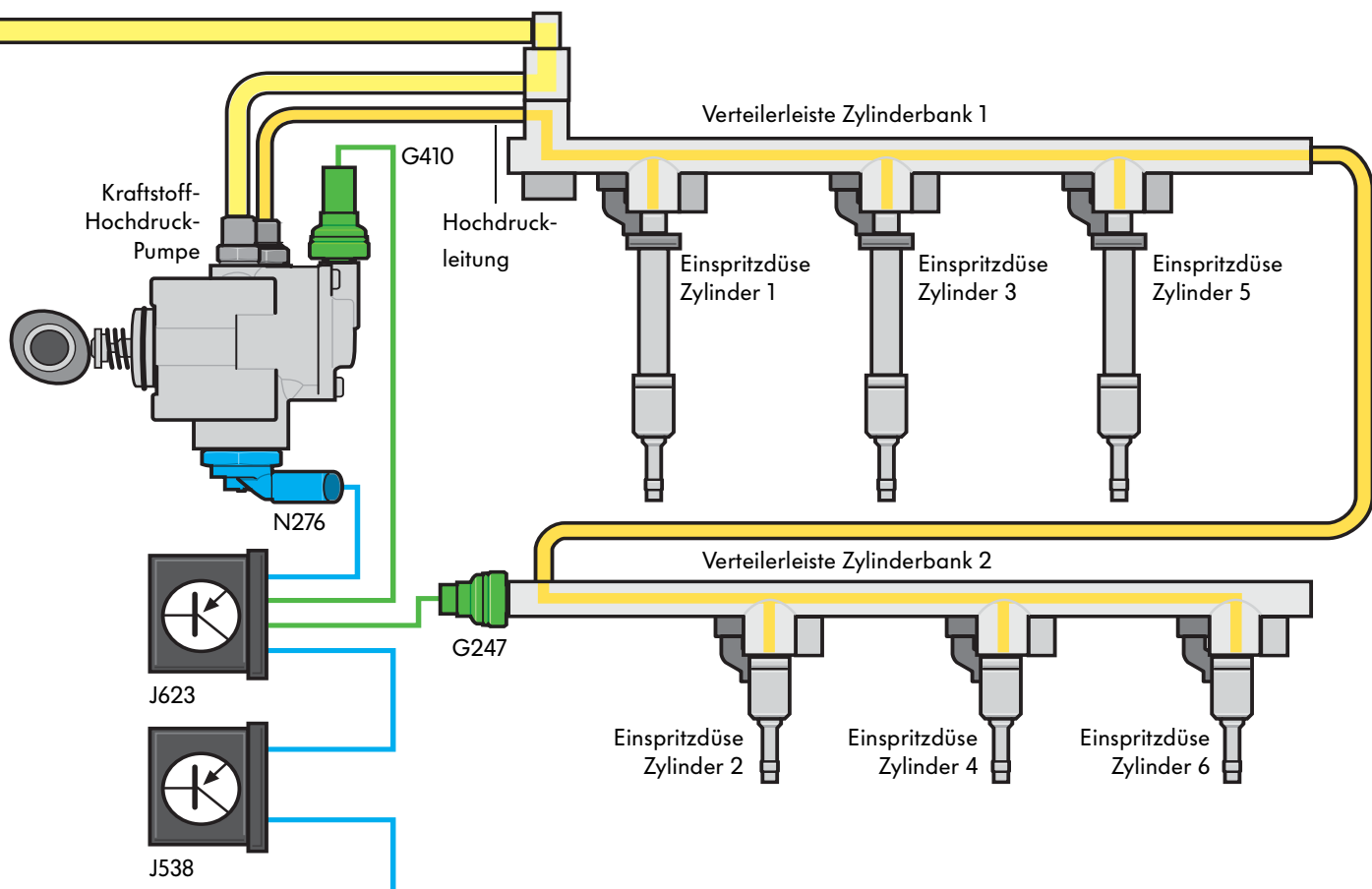
### So funktioniert es

Das Signal des Gebers für Kraftstoffdruck G410 vermittelt dem Motorsteuergerät ständig den aktuellen Kraftstoffdruck.

Das Motorsteuergerät vergleicht den aktuellen Druck mit dem aktuellen Kraftstoffdruckbedarf. Reicht der aktuelle Kraftstoffdruck nicht aus, um diesen Kraftstoffbedarf zu decken, steuert das Motorsteuergerät das Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538 an. Dieses steuert dann die Kraftstoffpumpe für Vorförderung an, die den Arbeitsdruck erhöht. Sinkt der Kraftstoffbedarf wieder, wird auch der Arbeitsdruck der Pumpe entsprechend gesenkt.

Das Druckhalteventil hält den Kraftstoffdruck bei abgestelltem Motor. Reißt bei einem Unfall die Kraftstoffleitung ab, verhindert das Druckhalteventil ein Auslaufen des Kraftstoffes.

Das Druckbegrenzungsventil öffnet bei einem Druck von 6,4 bar und verhindert dadurch einen zu hohen Kraftstoffdruck in der Niederdruckleitung. Der überschüssige Kraftstoff kann so in den Speichertopf abfließen.



## Das Kraftstoff-Hochdrucksystem

### Der Kraftstoffdruckgeber G247

ist am Kraftstoffverteiler der Zylinderbank 2 verbaut und informiert das Motorsteuergerät über den aktuellen Druck im Kraftstoff-Hochdrucksystem.

### Das Regelventil für Kraftstoff-Hochdruck N276

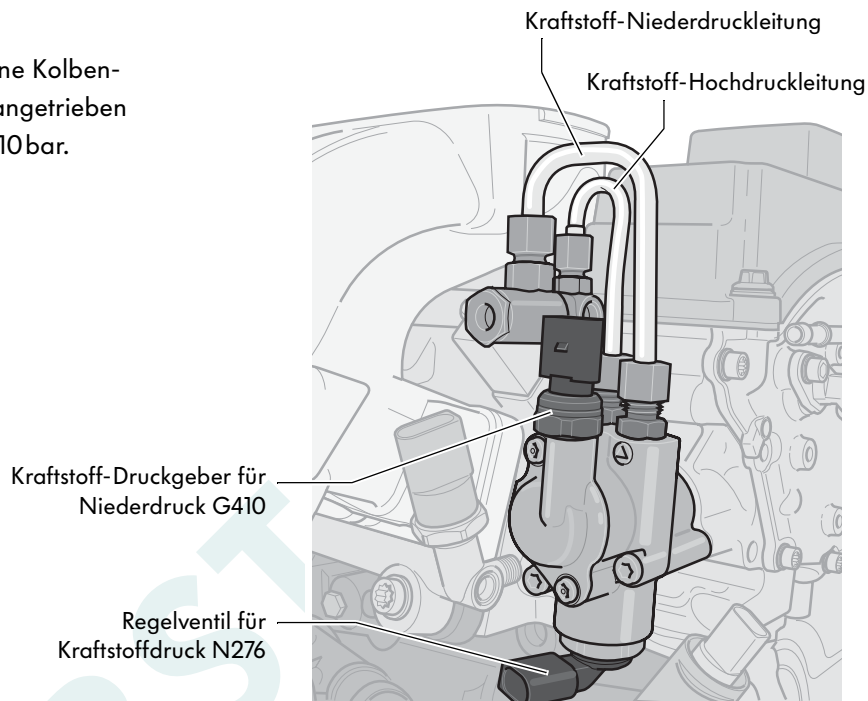
ist in die Kraftstoff-Hochdruckpumpe eingeschraubt und regelt nach dem Signal des Motorsteuergerätes den Druck im Kraftstoff-Hochdrucksystem.

### Das Druckbegrenzungsventil

befindet sich am Kraftstoffverteiler der Zylinderbank 1. Das Ventil öffnet eine Verbindung zum Kraftstoff-Niederdrucksystem, wenn der Kraftstoffdruck im Hochdrucksystem über 120 bar ansteigt.

## Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe

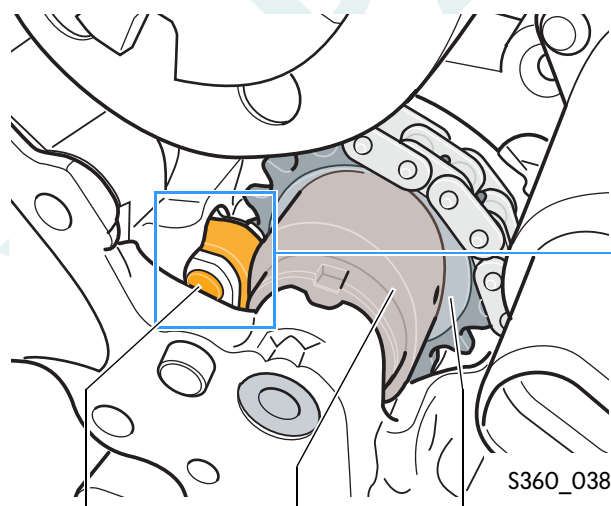
befindet sich am Zylinderkopf und ist eine Kolbenpumpe. Sie wird von der Nockenwelle angetrieben und erzeugt einen Kraftstoffdruck von 110 bar.



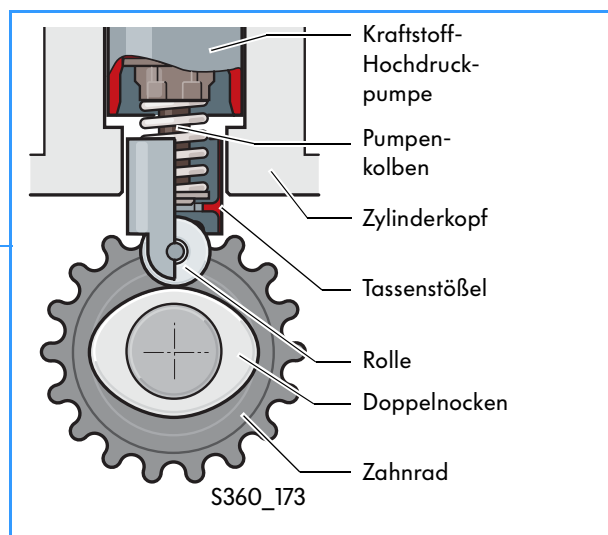
S360\_123

## Der Antrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe

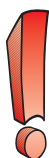
Die Hochdruckpumpe wird über ein Zahnrad mit Doppelnocken angetrieben. Der Doppelnocken betätigt über eine Rolle den Pumpenkolben, der in der Pumpe den Hochdruck erzeugt.



S360\_038

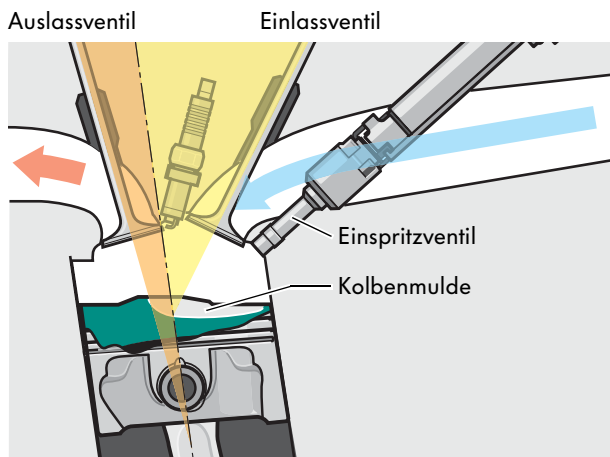


S360\_173



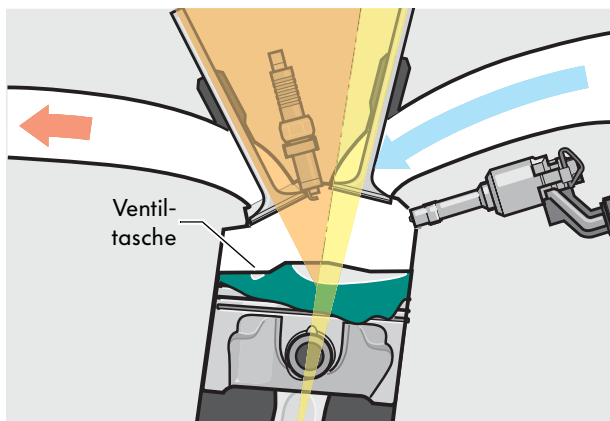
Zum Auflegen der Nockenwellen-Rollenkette muss das Zahnrad der Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit dem Spezialwerkzeug T10332 arretiert werden.

Weitere Informationen zur Kraftstoff-Hochdruckpumpe finden Sie im Volkswagen-Selbststudienprogramm 296.



Ventilwinkel Zylinder 1, 3, 5

S360\_252



Ventilwinkel Zylinder 2, 4, 6

S360\_251

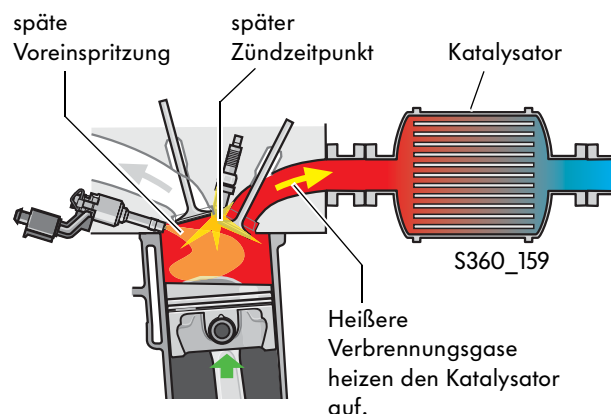
### Das Homogen-Split-Katalysator-Heizverfahren

Es hat die Aufgabe, beim Kaltstart die Katalysatoren schnell auf Betriebstemperatur aufzuheizen. Dazu wird in einen Verbrennungstakt zwei mal Kraftstoff eingespritzt. Die erste Einspritzung erfolgt in den Ansaugtakt. Dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Kraftstoff-Luft-Gemisches erzielt. Bei der zweiten Einspritzung wird eine geringe Kraftstoffmenge kurz vor Zünd-OT zusätzlich eingespritzt. Durch die späte Einspritzung erhöht sich die Abgastemperatur. Das heiße Abgas erwärmt den Katalysator, so dass er schneller seine Betriebstemperatur erreicht.

### Charakteristik der Einspritzventile

Da bei beiden Zylinderbänken die Einspritzventile von der gleichen Seite eingesteckt sind, müssen die Kolbenmulden unterschiedlich ausgeformt sein. Dies ist erforderlich, weil die Einspritz- und Einlassventile beider Zylinderbänke in unterschiedlichen Winkeln angeordnet sind.

Neben der Einspritzmenge und der Einspritzdauer spielt dabei auch die Form und Ausrichtung des Kraftstoffstrahls eine wichtige Rolle.



S360\_159

VORABSTAND 22.03.2006

## Systemübersicht

### Sensoren

