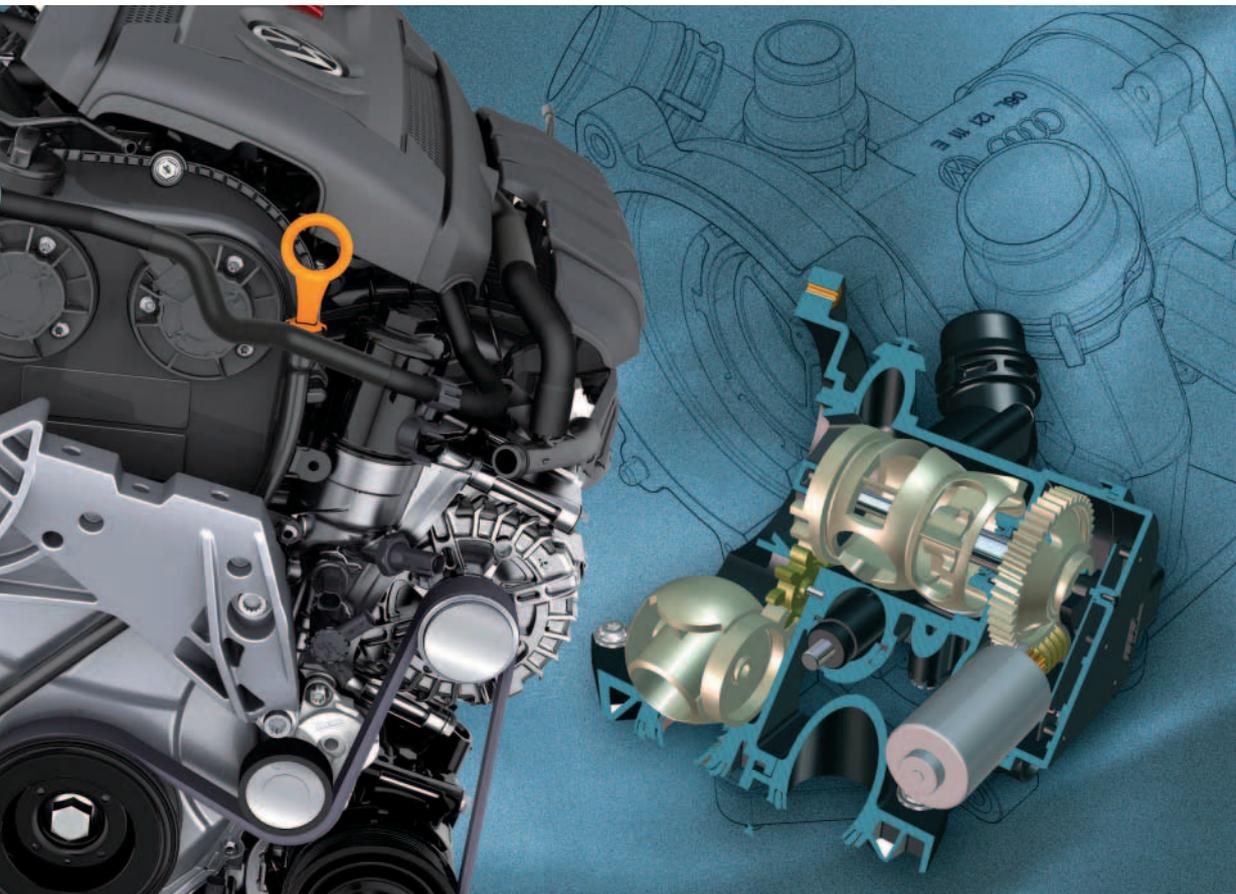


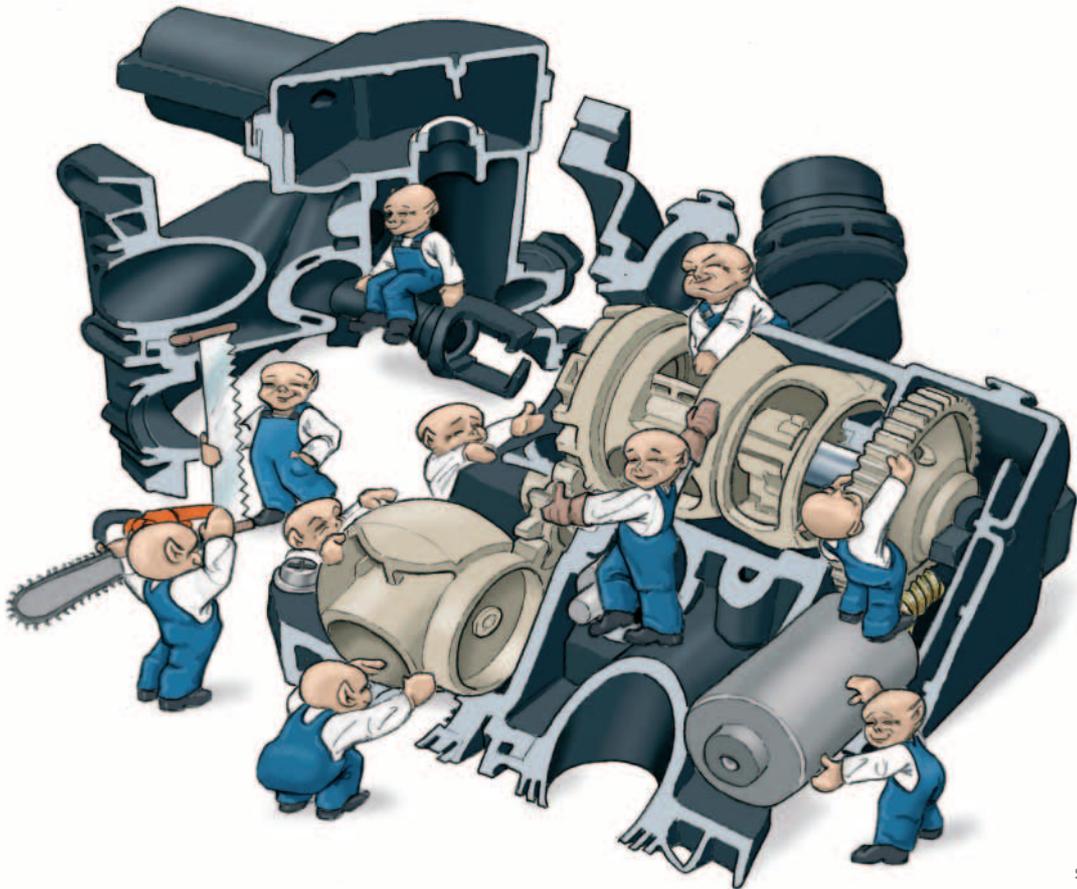


Selbststudienprogramm 522

Der 2,0l-162kW/169kW-TSI-Motor
Konstruktion und Funktion



In diesem Selbststudienprogramm möchten wir Ihnen den 2,0l-162kW/169kW-TSI-Motor der Motorenbaureihe EA888 vorstellen. Es handelt sich um die 3. Generation dieses Motors. Der 2,0l-162kW/169kW-TSI-Motor erfüllt schon jetzt die zukünftige Abgasnorm EU6 und wird im Werk Győr in Ungarn gefertigt. Dieser Motor ist für die Verwendung im Modularen Querbaukasten MQB ausgelegt und damit universell im Volkswagen Konzern einsetzbar.



s522_777



Weitere Informationen zu den 1,8l- und 2,0l-Ottomotoren finden Sie in den Selbststudienprogrammen Nr. 337 „Der 2,0l FSI-Motor mit Turboaufladung“ und Nr. 401 „Der 1,8l-118kW-TFSI-Motor mit Steuerkette“.

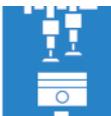
Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar! Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

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



**Achtung
Hinweis**



Einleitung	4	
Die technischen Merkmale im Überblick	4	
Motormechanik	6	
Der Zylinderblock	6	
Der Kurbeltrieb	7	
Der Kettentrieb	8	
Der Zylinderkopf mit Ventilhub-Umschaltung	11	
Die Kurbelgehäusebe- und entlüftung	19	
Ölkreislauf	22	
Die Ölversorgung im Überblick	22	
Die zweistufige Außenzahnradölpumpe	23	
Die schaltbaren Kolbenkühl Düsen	25	
Kühlsystem	29	
Das Kühlsystem im Überblick	29	
Das Innovative Thermomanagement	30	
Luftversorgung und Aufladung	40	
Das Ladeluftsystem im Überblick	40	
Der Abgasturbolader	41	
Kraftstoffsystem	44	
Das Kraftstoffsystem im Überblick	44	
Die Gemischbildung	45	
Motormanagement	48	
Systemübersicht	48	
Service	50	
Spezialwerkzeuge	50	
Neue Bauteil-Cluster	52	
Prüfen Sie Ihr Wissen!	53	

Einleitung



Bei der Weiterentwicklung der bekannten EA888-Motorenbaureihe standen als wichtigste Entwicklungsziele die Erfüllung der Abgasnorm EU6 und die Verwendbarkeit der Motoren in dem Modularen Querbaukasten (MQB) im Vordergrund. Weitere Entwicklungsziele waren:

- Senkung des CO₂-Ausstoßes
- Verringerung des Motorgewichtes
- Verringerung der Reibung innerhalb des Motors
- Optimierung von Leistung und Drehmoment im Verhältnis zum Kraftstoffverbrauch
- Verbesserung der Laufruhe

Die technischen Merkmale im Überblick



Motormechanik

Die folgenden Merkmale in der Motormechanik zeichnen die Weiterentwicklung der 2,0l-TSI-Motorenbaureihe aus:

- Gewichtseinsparung von in Summe 7,8kg
- Zylinderkopf mit integriertem Abgaskrümmmer
- wälzgelagerte Ausgleichswellen
- kleinere Hauptwellenlager der Kurbelwelle mit nur noch vier Gegengewichten
- Abgasturbolader mit elektrischer Waste-Gate-Klappen-Betätigung
- verringertes Öldruckniveau
- getrenntes Ölwanneoberteil aus Aluminium und Ölwanneunterteil aus Kunststoff
- Ölfilter und Ölkühler im Nebenaggregateträger integriert



Motormanagement

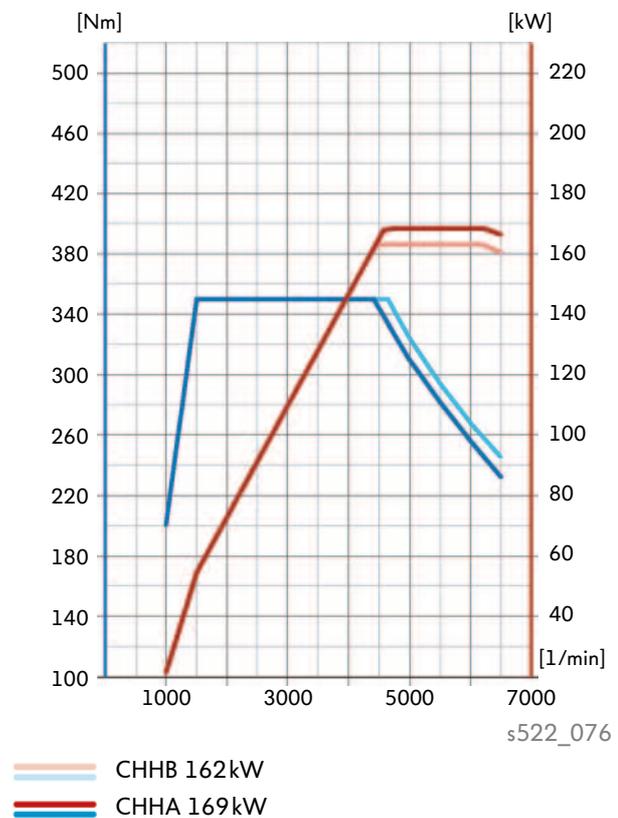
Das Motormanagement der 2,0l-TSI-Motorenbaureihe besitzt folgende Merkmale:

- Ein- und Auslassnockenwellenverstellung
- elektronische Ventilhub-Umschaltung
- duales Einspritzsystem mit TSI- bzw. SRE-Einspritzventilen (kombinierte Direkt- und Saugrohreinspritzung)
- Innovatives Thermomanagement mit Drehschieberregelung (Stellelement für Motortemperaturregelung N493)
- schaltbare Kolbenkühlöfen
- adaptive Lambdaregelung
- kennfeldgesteuerte Zündung mit Hochspannungsverteilung
- Saugrohrklappen
- zweistufige Öldruckregelung mit Außenzahnradölpumpe
- vollelektronisches Motormanagement SIMOS 18.1 mit E-Gas
- Leistungsvarianten von 162 und 169kW werden über das Motormanagement realisiert

Technische Daten

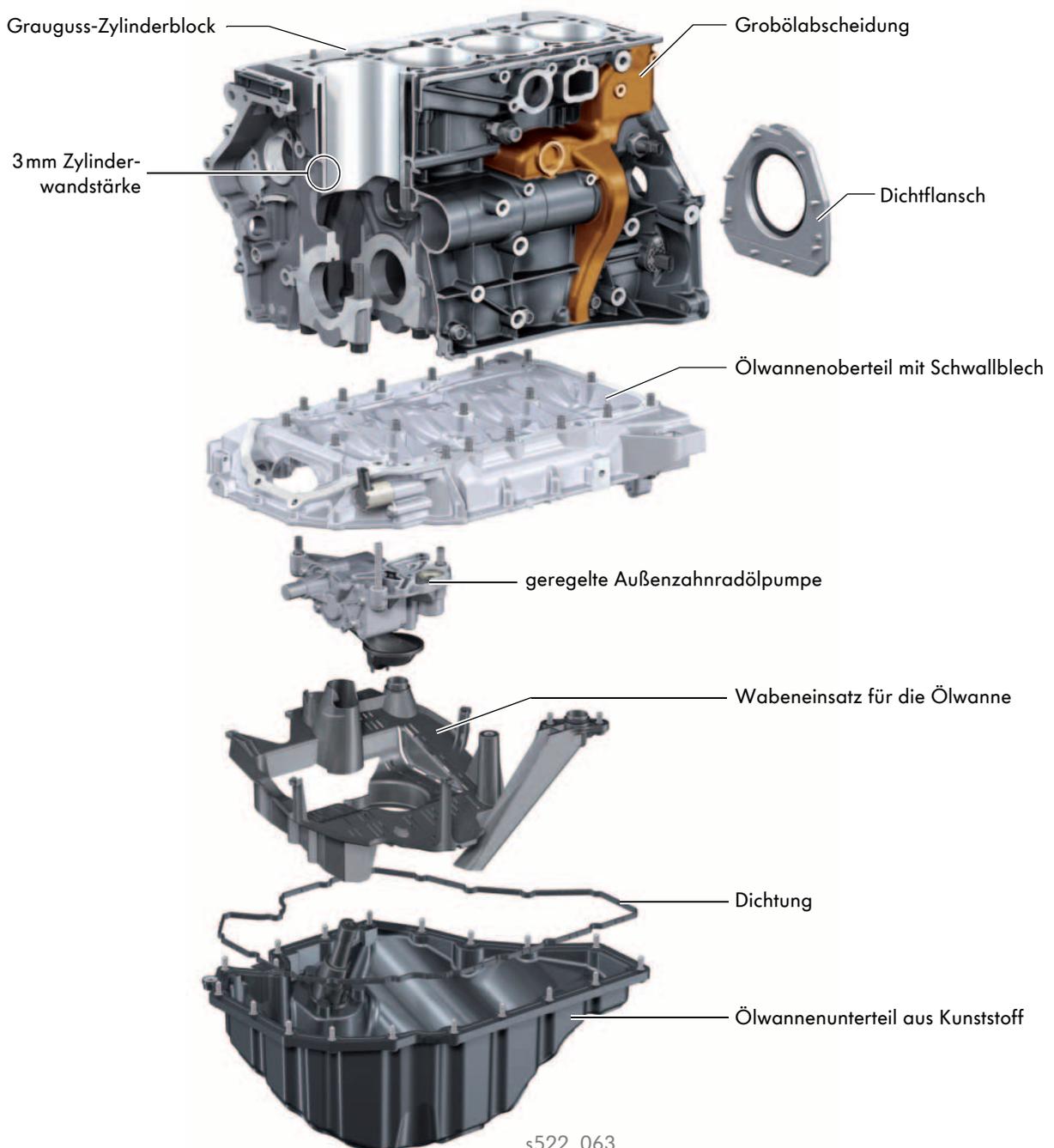
Motorkennbuchstabe	CHHB	CHHA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor	
Hubraum	1984 cm ³	
Bohrung	82,5mm	
Hub	92,8mm	
Ventile pro Zylinder	4	
Verdichtungsverhältnis	9,6:1	
max. Leistung	162kW bei 4500-6200 1/min	169kW bei 4700-6200 1/min
max. Drehmoment	350Nm bei 1500-4400 1/min	350Nm bei 1500-4600 1/min
Motormanagement	SIMOS 18.1	
Kraftstoff	Super Bleifrei mit ROZ 98	
Abgasnachbehandlung	Drei-Wege-Katalysator, eine Breitband-Lambdasonde vor Turbolader und eine Sprung-Lambdasonde nach Katalysator	
Abgasnorm	EU6	

Drehmoment- und Leistungsdiagramm



Der Zylinderblock

Allein beim Zylinderblock ist es durch eine konsequente Überarbeitung der Zylinderblockarchitektur gelungen, 2,4kg Gewicht gegenüber dem Vorgängermodell einzusparen. Die Zylinderwandstärke wurde von ca. 3,5mm auf ca. 3mm reduziert. Das Gehäuse für die Grobölabscheidung der Kurbelgehäuseentlüftung wurde fest in den Zylinderblock integriert.



Der Kurbeltrieb

Durch die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen am Kurbeltrieb konnte die innere Reibung, bei gleichzeitiger Gewichtseinsparung, weiter verbessert werden.

Die Kurbelwelle

Die Hauptlagerdurchmesser wurden von 52mm auf 48mm reduziert. Die Anzahl der Gegengewichte ist von acht auf vier Gegengewichte gesunken. Die oberen und unteren Hauptlagerschalen sind zweischichtig und ohne Bleizusatz aufgebaut. Die Gewichtseinsparung an der Kurbelwelle beträgt 1,6kg.

Pleuel

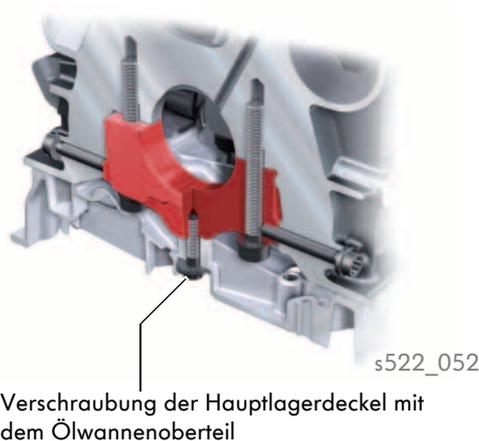
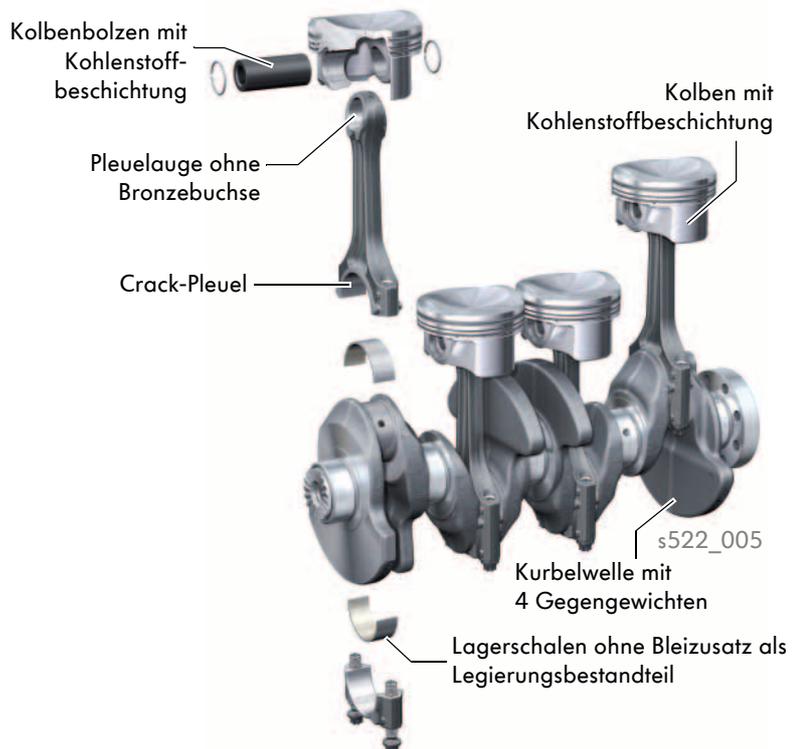
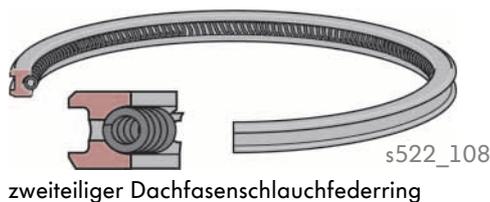
Die Pleuel sind als Crack-Pleuel gefertigt. Im unteren Pleuelauge kommen, wie bei den Hauptlagern, zweischichtige Lagerschalen ohne Bleizusatz zum Einsatz. Die Bronzebuchse im oberen Pleuelauge ist entfallen. Dafür erhalten die Pleuelbolzen eine spezielle Oberflächenbeschichtung aus Kohlenstoff.

Kolben

Das Kolbenspiel wurde vergrößert, um die Reibung in der Warmlaufphase des Motors zu verringern. Zusätzlich kommt zur Verschleißminderung eine Kohlenstoffbeschichtung zum Einsatz. Der obere Kolbenring ist als Rechteckring ausgeführt, der mittlere Kolbenring ein Nasenminutenring und der dritte Kolbenring ein zweiteiliger Dachfasenschlauchfederring zum Öl abstreifen.

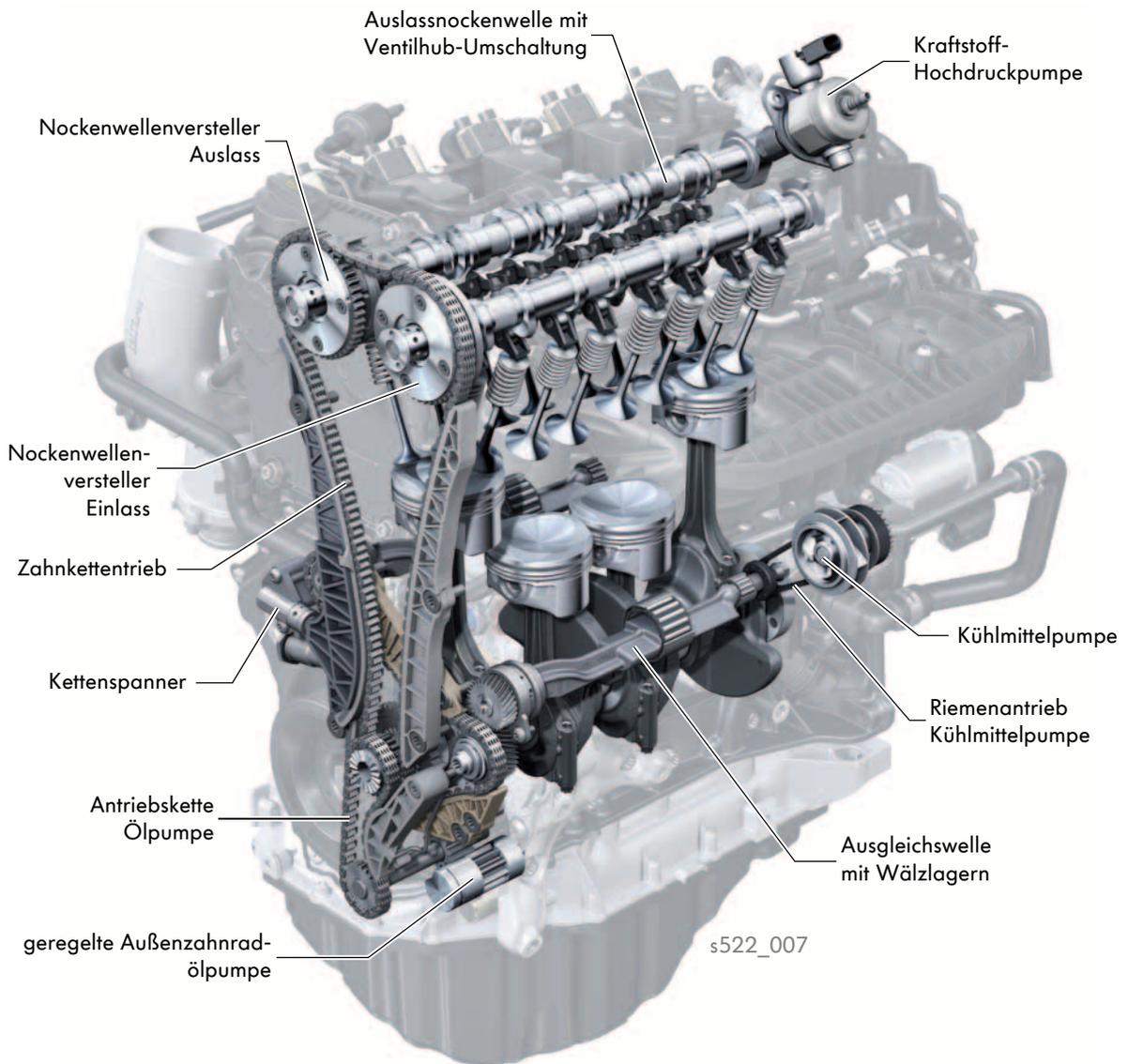
Lagerstuhl

Die Hauptlagerdeckel sind mit dem Ölwanneoberteil verschraubt. Dadurch verbessern sich die Laufeigenschaften des Motors bezüglich Motorakustik und Schwingungsverhalten.



Der Kettentrieb

Der grundsätzliche Aufbau des Kettentriebes wurde vom Vorgängermodell übernommen und weiterentwickelt. Aufgrund des geringeren Ölbedarfs des Motors konnte die Antriebsleistung für den Kettentrieb vermindert werden. Dementsprechend sind die Kettenspanner an den verminderten Öldruck angepasst worden.





Neu bei diesem Motor ist ein Prüfprogramm zur Kettenlängungs-Diagnose.

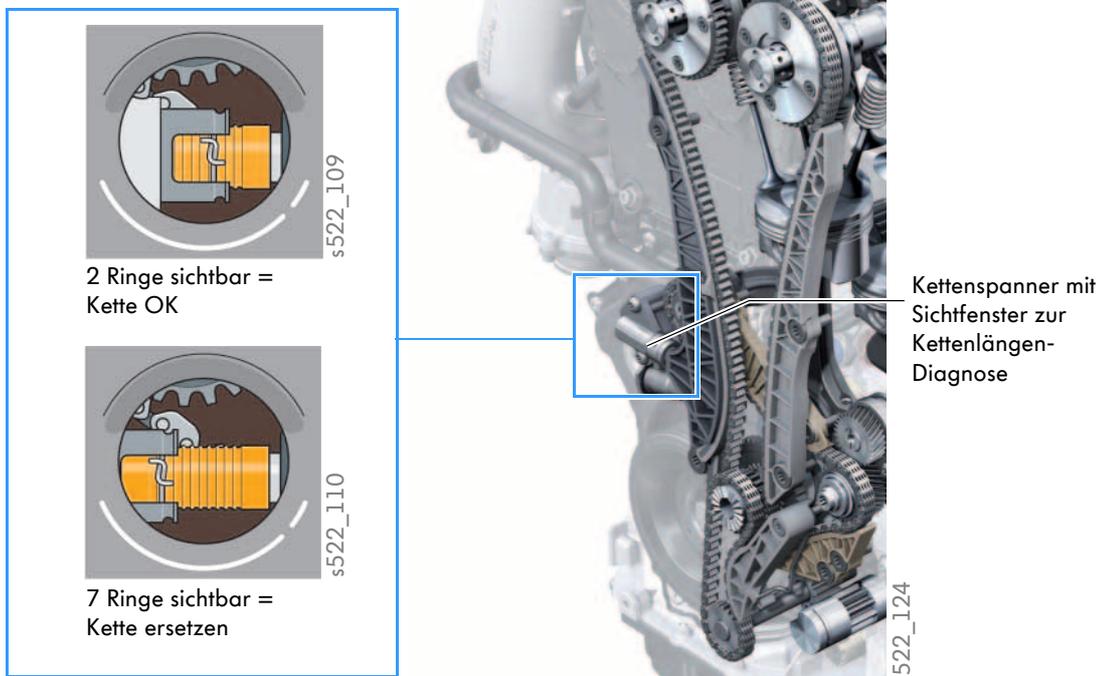
Die Kettenlängungs-Diagnose dient zur Erkennung einer gelängten Steuerkette im Motor. Über die Relativverdrehung der Nockenwellen gegenüber der Kurbelwelle wird mittels der Nockenwellensensoren und dem Kurbelwellensensor die Kettenlängung erkannt.

Eine Überprüfung der Kettenlängung nach einem Ereignisspeichereintrag, wird per Sichtcheck am Kettenspanner vorgenommen.

Überschreiten die Verdrehungen mehrfach einen nockenwellenspezifischen Grenzwert, wird ein Ereignisspeichereintrag generiert.

Damit die Diagnose nach erfolgter Reparatur korrekt funktioniert, muss diese nach den folgenden Arbeiten am Motor aktualisiert werden:

- Tausch des Motorsteuergerätes
- Tausch von Motorkomponenten, die an den Kettentrieb angrenzen
- Tausch der Steuerkette oder des kompletten Motors

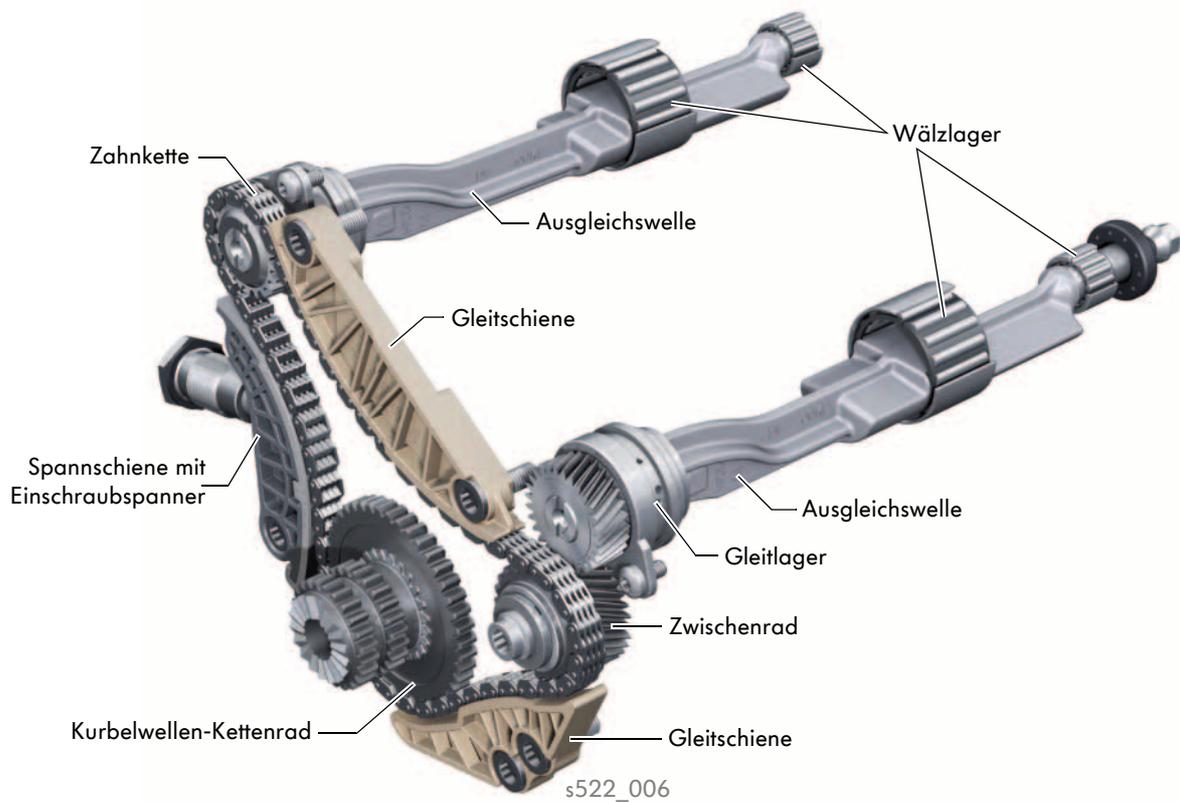


Beachten Sie, dass sich die Arbeitsschritte bei der Kettenmontage zum Vorgängermodell unterscheiden. Nach Arbeiten am Kettentrieb muss nun mit dem Diagnosetester eine Anpassung der Kettenlängung ausgeführt werden.

Befolgen Sie bei Arbeiten am Kettentrieb die detaillierten Anweisungen und Hinweise in ELSA.

Die Ausgleichswellen

Auch bei den Ausgleichswellen konnte im Vergleich zum Vorgängermodell Gewicht eingespart werden. Die Lagerung der Ausgleichswellen erfolgt zum Teil über Wälzlager. Durch diese Maßnahme vermindert sich die Reibleistung der Ausgleichswellen besonders im Bereich niedriger Betriebs- und damit Öltemperaturen.

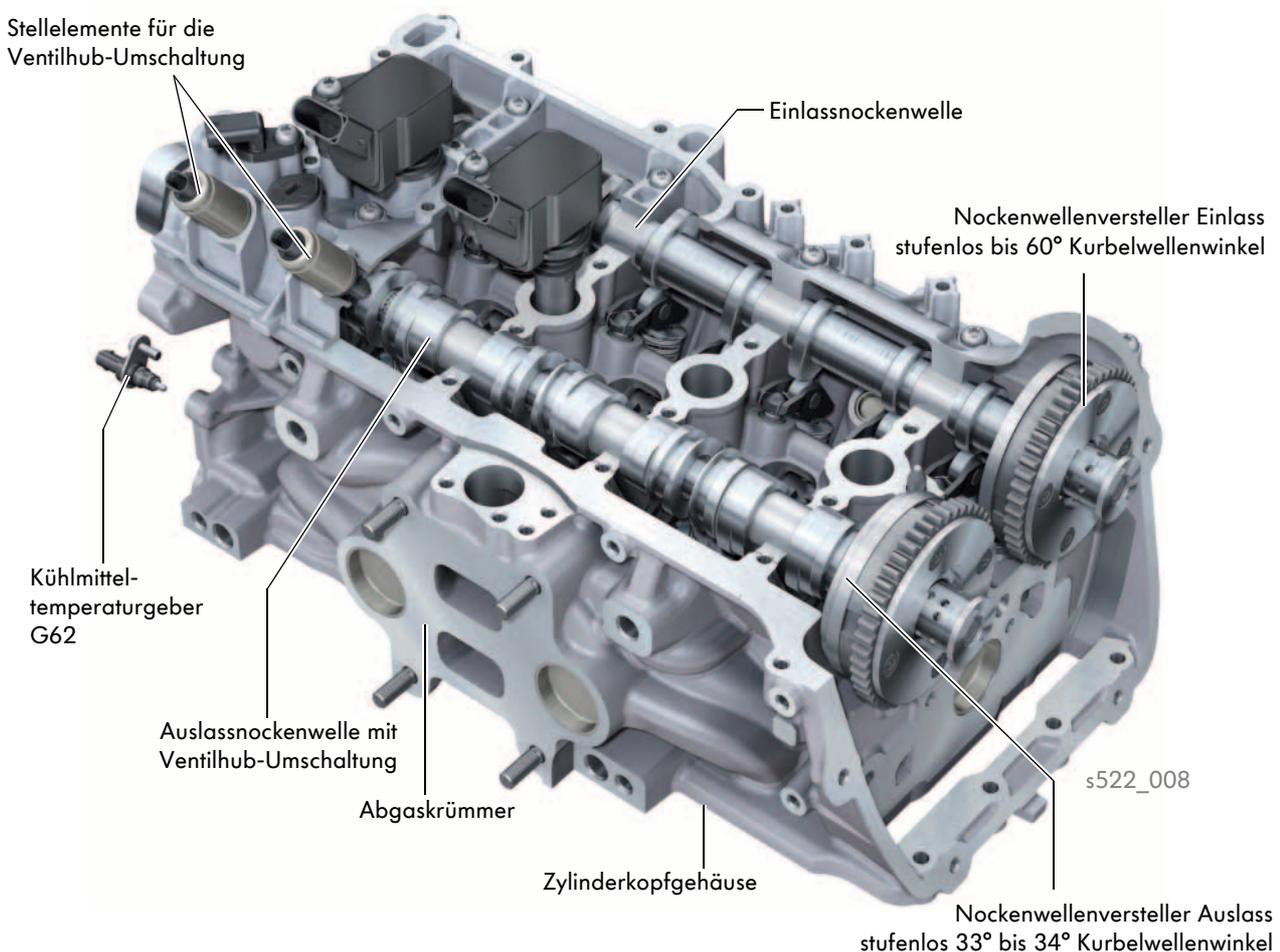


Zur Reparatur der Ausgleichswellen gibt es einen Reparatursatz. Er besteht aus den beiden Ausgleichswellen und ihren Wälzlagern. Nur die mittleren, großen Wälzlager können zusammen mit den Ausgleichswellen getauscht werden. Die hinteren, kleinen Wälzlager sind im Zylinderblock verbaut und können nicht einzeln getauscht werden.

Der Zylinderkopf mit Ventilhub-Umschaltung

Der Zylinderkopf der 2,0I-TSI-Motoren ist komplett neu entwickelt worden. Der Abgaskrümmter ist nun im Zylinderkopf integriert, so dass auch die Abgaskühlung und die Abgasführung innerhalb des Zylinderkopfes erfolgt. Ein- und Auslassnockenwelle verfügen über eine Nockenwellenverstellung. Die Auslassnockenwelle hat außerdem eine Ventilhub-Umschaltung, die es ermöglicht die Ventile auf zwei unterschiedlichen Nockenkonturen zu öffnen, bzw. zu schließen.

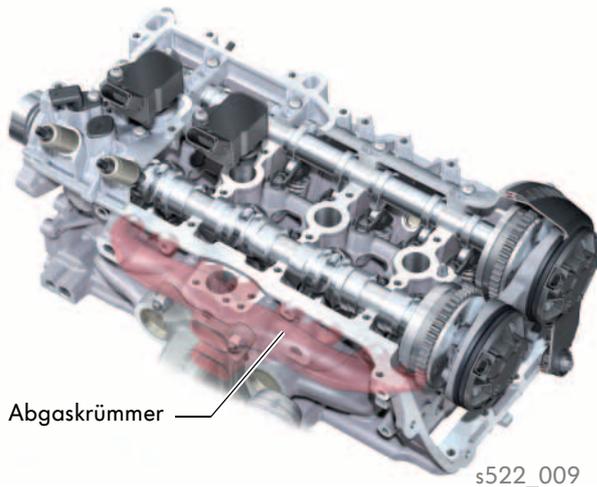
Der Kühlmitteltemperaturgeber G62 ist getriebeseitig in den Zylinderkopf geschraubt. Dort, an der heißesten Stelle im Zylinderkopf verbaut, kann er das Temperaturverhalten exakt erfassen und verhindert ein Kochen des Kühlmittels.



Die Stellelemente für die Ventilhub-Umschaltung werden in der Werkstattdokumentation mit den folgenden Begriffen bezeichnet:

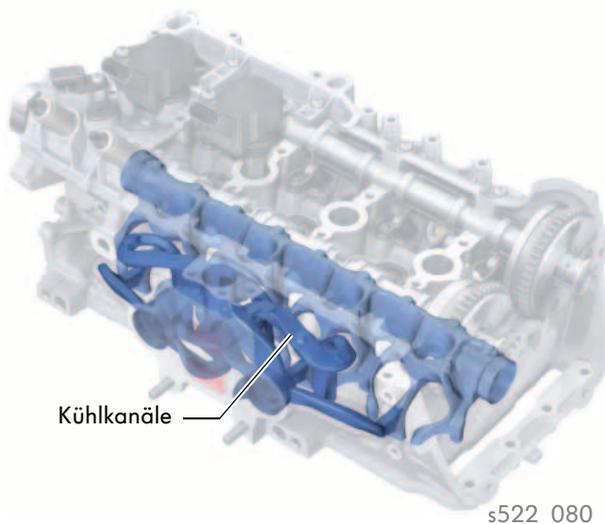
Auslassnockensteller A für Zylinder 1 N580, Auslassnockensteller B für Zylinder 1 N581,
Auslassnockensteller A für Zylinder 2 N588, Auslassnockensteller B für Zylinder 2 N589,
Auslassnockensteller A für Zylinder 3 N596, Auslassnockensteller B für Zylinder 3 N597,
Auslassnockensteller A für Zylinder 4 N604, Auslassnockensteller B für Zylinder 4 N605.

Der integrierte Abgaskrümmmer



Durch den Einsatz eines integrierten Abgaskrümmers wird die Abgastemperatur vor der Turbine des Abgasturboladers deutlich verringert. Durch die Kombination mit einem hochtemperaturfesten Abgasturbolader kann besonders bei hohen Drehzahlen auf eine Vollastanreicherung zum Turbinenschutz weitestgehend verzichtet werden. Dies vermindert den Kraftstoffverbrauch und den CO₂-Ausstoß.

Die Abgaskanäle sind so angeordnet, dass der Abgasstrom eines ausstoßenden Zylinders keine störenden Einflüsse auf den Spülvorgang eines anderen Zylinders ausübt. So steht die gesamte Strömungsenergie im Abgasstrom zum Antrieb der Turbine des Abgasturboladers zur Verfügung.



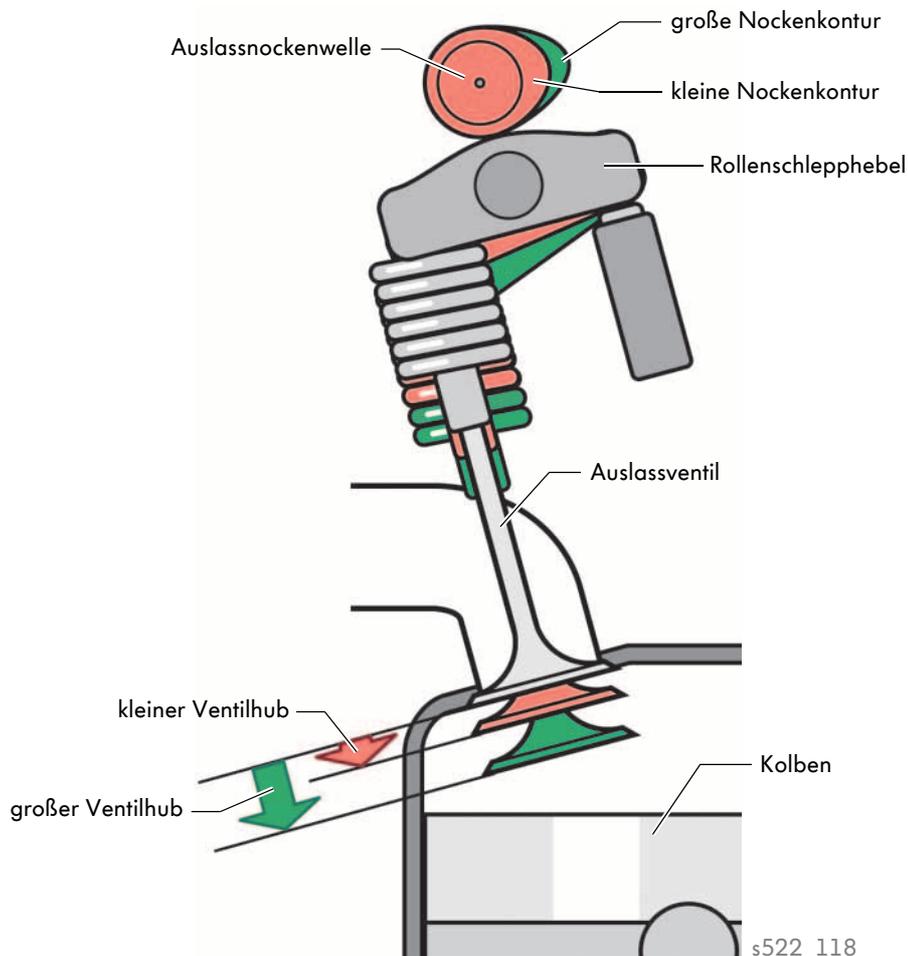
Ein weiterer Vorteil des integrierten Abgaskrümmers liegt in einer schnelleren Aufheizung des Kühlmittels in der Warmlaufphase des Motors. Auf diese Weise kann schon nach einer sehr kurzen Warmlaufphase in den geregelten Kühlbetrieb des Innovativen Thermomanagements übergegangen werden. Da die Lambdasonde direkt hinter dem integrierten Abgaskrümmmer verbaut ist, erreicht auch sie schneller die optimale Betriebstemperatur.

Die elektrische Ventilhub-Umschaltung

Durch die elektrische Ventilhub-Umschaltung an der Auslassnockenwelle wird im Zusammenspiel mit der Nockenwellenverstellung an Ein- und Auslassnockenwelle eine optimale Steuerung des Ladungswechsels für jeden Zylinder ermöglicht. Die kleine Nockenkontur wird nur bei niedrigen Drehzahlen verwendet. Wann welche Nockenkontur benutzt wird, ist in einem Kennfeld abgelegt.

Durch diese Maßnahme werden:

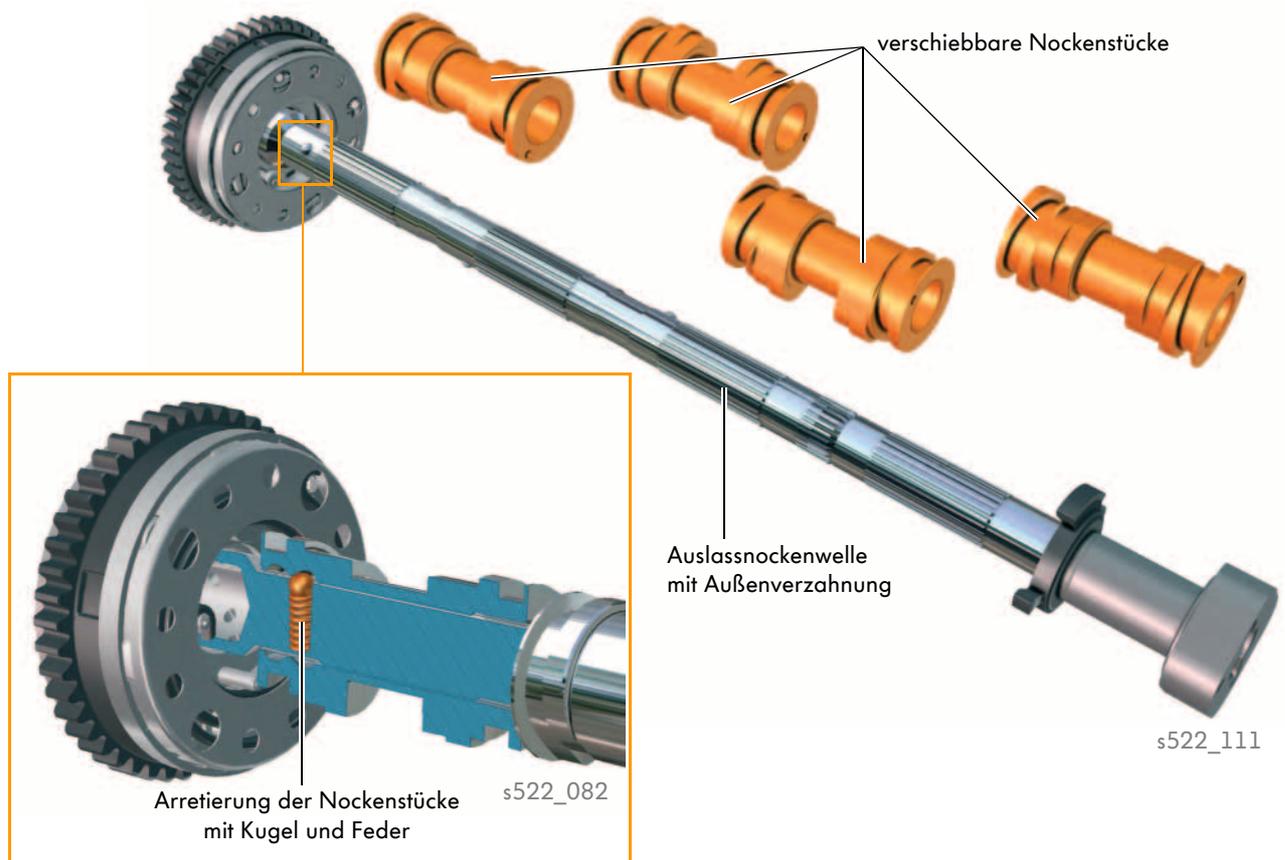
- der Ladungswechsel optimiert,
- ein Rückströmen der Abgase auf den um 180° zuvor ausstoßenden Zylinder verhindert,
- mit früherer Einlassöffnungszeit ein höherer Füllungsgrad ermöglicht,
- die Restgase durch ein positives Druckgefälle im Verbrennungsraum reduziert,
- das Ansprechverhalten verbessert und
- ein höheres Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen und höherer Ladedruck erreicht.



Aufbau

Damit auf der Auslassnockenwelle zwischen zwei verschiedenen Ventilhuben gewechselt werden kann, verfügt diese Nockenwelle über vier verschiebbare Nockenstücke mit Innenverzahnung. Jedes Nockenstück ist mit zwei Nockenpaaren ausgestattet, die sich in ihrem Nockenhub unterscheiden. Die Umschaltung zwischen den beiden Hubstufen erfolgt über elektrische Stellelemente, die in jeweils eine Verschiebenut auf jedes Nockenstück greifen und das Nockenstück auf der Nockenwelle verschieben. Das bedeutet jedes Nockenstück besitzt zwei Stellelemente, um zwischen den beiden Hubstufen hin und her zu schalten.

Zur Arretierung der Nockenstücke in der jeweiligen Endposition dient eine federbelastete Kugel in der Nockenwelle. Die Bewegung der Nockenstücke wird durch die Verschiebenuten und die Axiallager der Nockenwelle begrenzt. Bedingt durch die doppelte Ausführung der Nockenpaare auf einem Nockenstück mussten die Rollenschlepphebel in ihrer Lauffläche schmaler ausgeführt werden.



Die Konstruktion und Funktion der elektrischen Ventilhub-Umschaltung ähnelt der des aktiven Zylindermanagements ACT. Beachten Sie hierzu auch das SSP 510 „Das Aktive Zylindermanagement ACT beim 1,4I-103kW-TSI-Motor“.

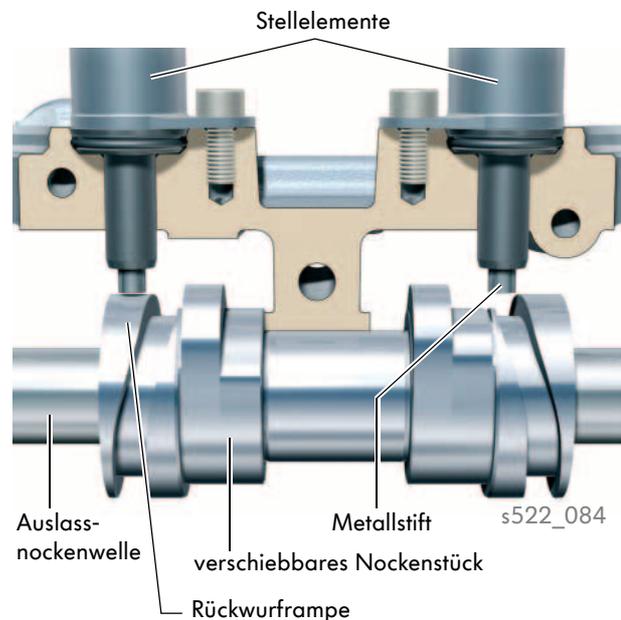
Die Kugel und Feder wird es als Ersatzteil geben.

Die Stellelemente für die Ventilhub-Umschaltung

Mit Hilfe von jeweils zwei elektrischen Stellelementen (Auslassnockensteller A/B für Zylinder 1–4) wird jedes Nockenstück auf der Auslassnockenwelle zwischen seinen beiden Schaltpositionen hin und her geschoben. Ein Stellelement pro Zylinder schaltet in den großen Ventilhub, das zweite Stellelement schaltet in den kleinen Ventilhub.

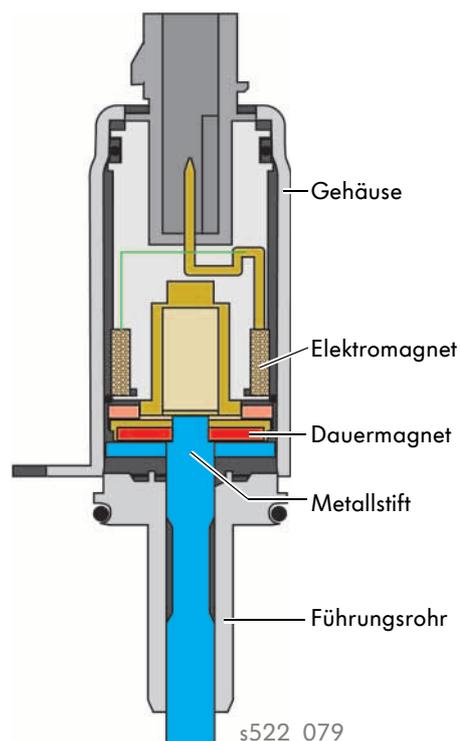
Die Ansteuerung jedes einzelnen Stellelementes erfolgt über ein Massesignal durch das Motorsteuergerät J623. Die Spannungsversorgung erfolgt über das Hauptrelais J271.

Die Stromaufnahme der Stellelemente beträgt ca. 3 A.

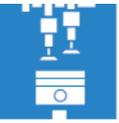


Aufbau

Jedes Stellelement (Auslassnockensteller A/B für Zylinder 1–4) besteht aus einem Elektromagneten, mit dessen Hilfe ein Metallstift, geführt von einem Führungsrohr, nach unten ausgestoßen wird. In der eingefahrenen und in der ausgefahrenen Stellung wird der Metallstift durch einen Dauermagneten im Gehäuse des Stellelementes in Position gehalten.



Motormechanik

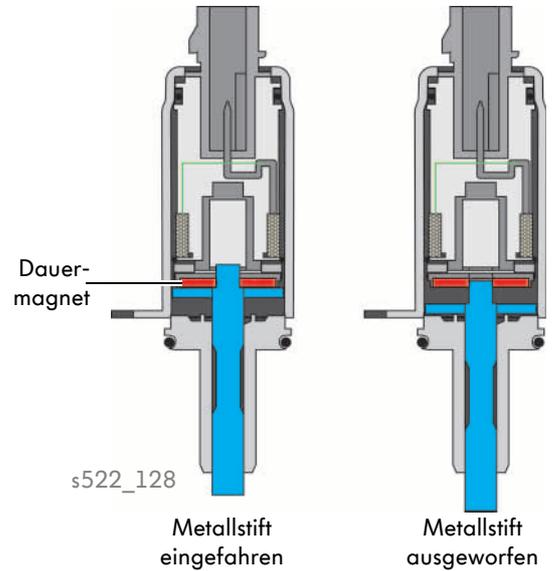


Funktion

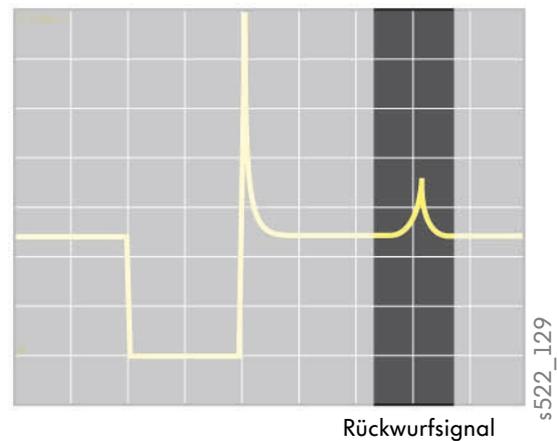
Wird der Elektromagnet eines Stellelementes bestromt, so wird der Metallstift mit einer Auswurfzeit von 18 bis 22 Millisekunden ausgeworfen.

Der ausfahrende Metallstift greift dabei in die zugehörige Verschiebenut des Nockenstückes auf der Auslassnockenwelle und verschiebt es durch die Drehung der Nockenwelle, in die dazugehörige Schaltposition. Das Einfahren des Stiftes erfolgt rein mechanisch durch die Verschiebenut als Rückwurframpe.

Die Betätigung der beiden Stellelemente eines Nockenstückes erfolgt immer so, dass nur bei einem der beiden Stellelemente der Metallstift ausgeworfen wird.



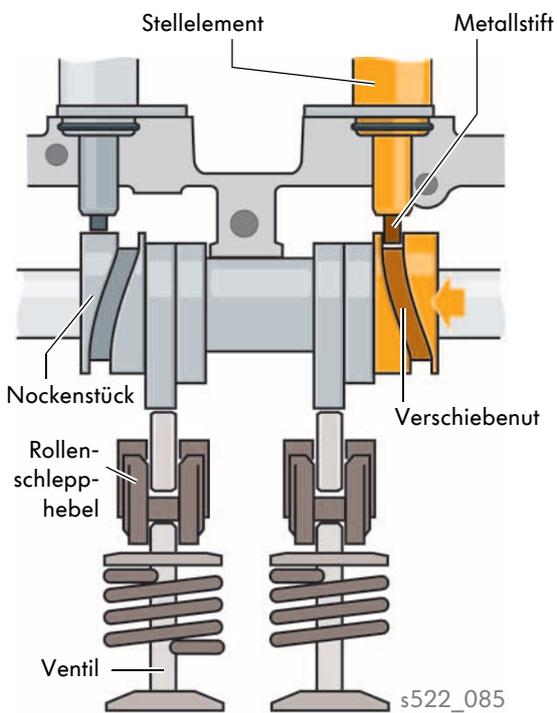
Die aktuelle Position des Metallstiftes kann das Motorsteuergerät anhand von Rückwurfsignalen erkennen. Ein Rückwurfsignal entsteht, wenn der Metallstift eines Stellelementes von der Rückwurframpe wieder in das Führungsrohr des Elementes zurückgeschoben wird. Je nachdem, welches Stellelement Rückwurfsignale liefert, kann das Motormanagement auf die aktuelle Position der betreffenden Verschiebeeinheit schließen.



Auswirkung bei Ausfall

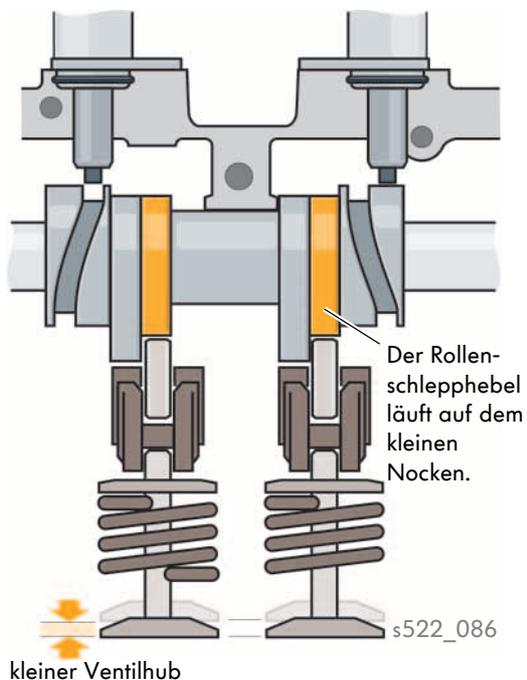
Schon bei Ausfall eines Stellelementes kann die Funktion der Ventilhub-Umschaltung nicht mehr ausgeführt werden. Das Motormanagement versucht in diesem Fall alle Zylinder auf die letzte erfolgreiche Ventilhub-Umschaltung umzuschalten. Gelingt dies nicht, werden alle Zylinder auf die kleine Ventilhubstufe geschaltet. Die Drehzahl des Motors wird in diesem Fall auf 4000 1/min begrenzt und es erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher. Die EPC-Warnlampe wird eingeschaltet.

Gelingt die Umschaltung in den großen Ventilhub, erfolgt ebenfalls ein Eintrag in den Ereignisspeicher. Die Drehzahl wird jedoch nicht begrenzt und die EPC-Lampe nicht eingeschaltet.

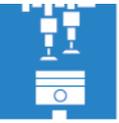


Nockenstellung im unteren Drehzahlbereich

Um den Ladungswechsel für diesen Lastbereich zu verbessern, wird vom Motormanagement über die Nockenwellenversteller die Einlassnockenwelle in Richtung früh verstellt und die Auslassnockenwelle in Richtung spät. Die Ventilhub-Umschaltung schaltet auf die kleinere Auslassnockenkontur. Dazu wirft das rechte Stellelement den Metallstift aus. Er greift in die Verschiebenut und verstellt so das Nockenstück in Richtung des kleinen Nockenhubes.

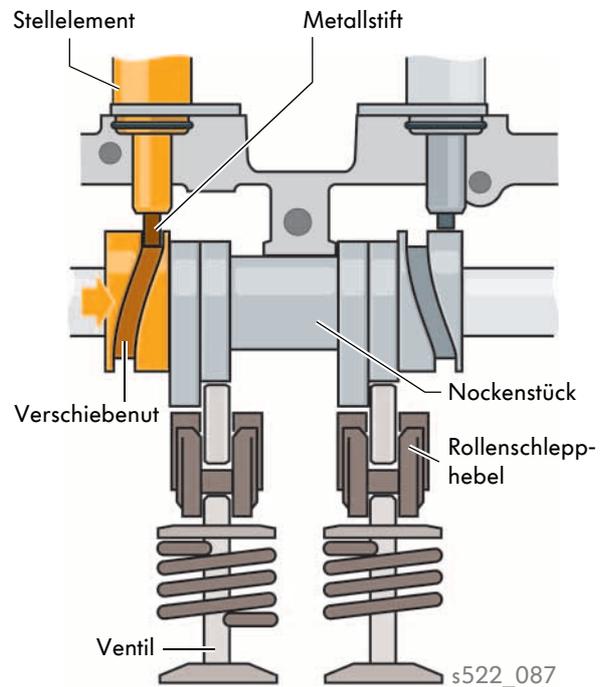


Die Ventile heben und senken sich nun mit dem geringeren Ventilhub. Die etwas gegeneinander verdrehte Position der beiden kleinen Nocken sorgt dafür, dass die Öffnungszeit der beiden Auslassventile eines Zylinders etwas versetzt ist. Diese beiden Maßnahmen führen beim Ausstoßen der Abgase aus dem Kolben am Abgasturbolader zu einer geringeren Pulsation des Abgasstromes, so dass schon für den unteren Drehzahlbereich ein höherer Ladedruck erreicht wird.

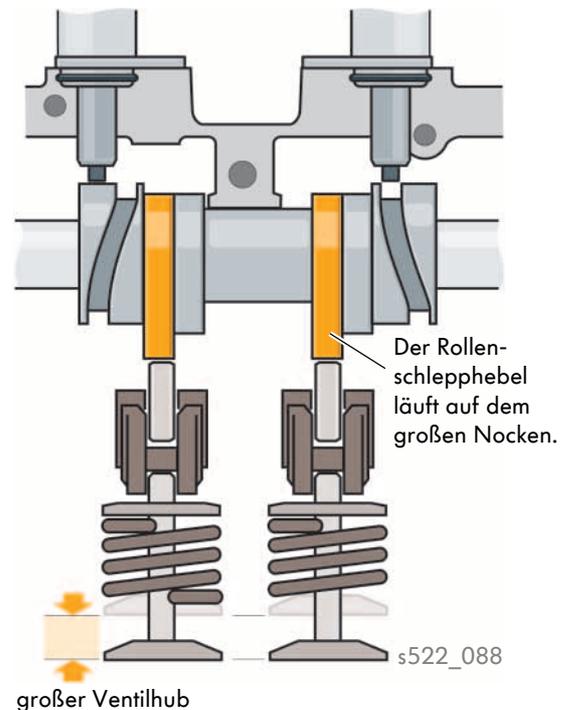


Nockenstellung im Teil- und Vollastbereich

Der Fahrer beschleunigt und wechselt damit in den Teillast- bis Vollastbereich. Der Ladungswechsel der Zylinder muss nun an die höhere Leistungsanforderung angepasst werden. Das Motormanagement stellt über die Nockenwellenversteller die Einlassnockenwelle in Richtung früh und die Auslassnockenwelle in Richtung spät. Um eine optimale Befüllung der Zylinder zu ermöglichen, benötigen die Auslassventile den vollen möglichen Ventilhub. Dazu wird nun das linke Stellelement angesteuert, so dass es seinen Metallstift auswirft.



Der Metallstift verstellt das Nockenstück über die Verschiebenut in Richtung der großen Nocken. Die Auslassventile öffnen und schließen sich nun mit dem maximalen Hub. Die Nockenstücke werden auch in dieser Position von den federbelasteten Kugeln in der Nockenwelle in Position gehalten.



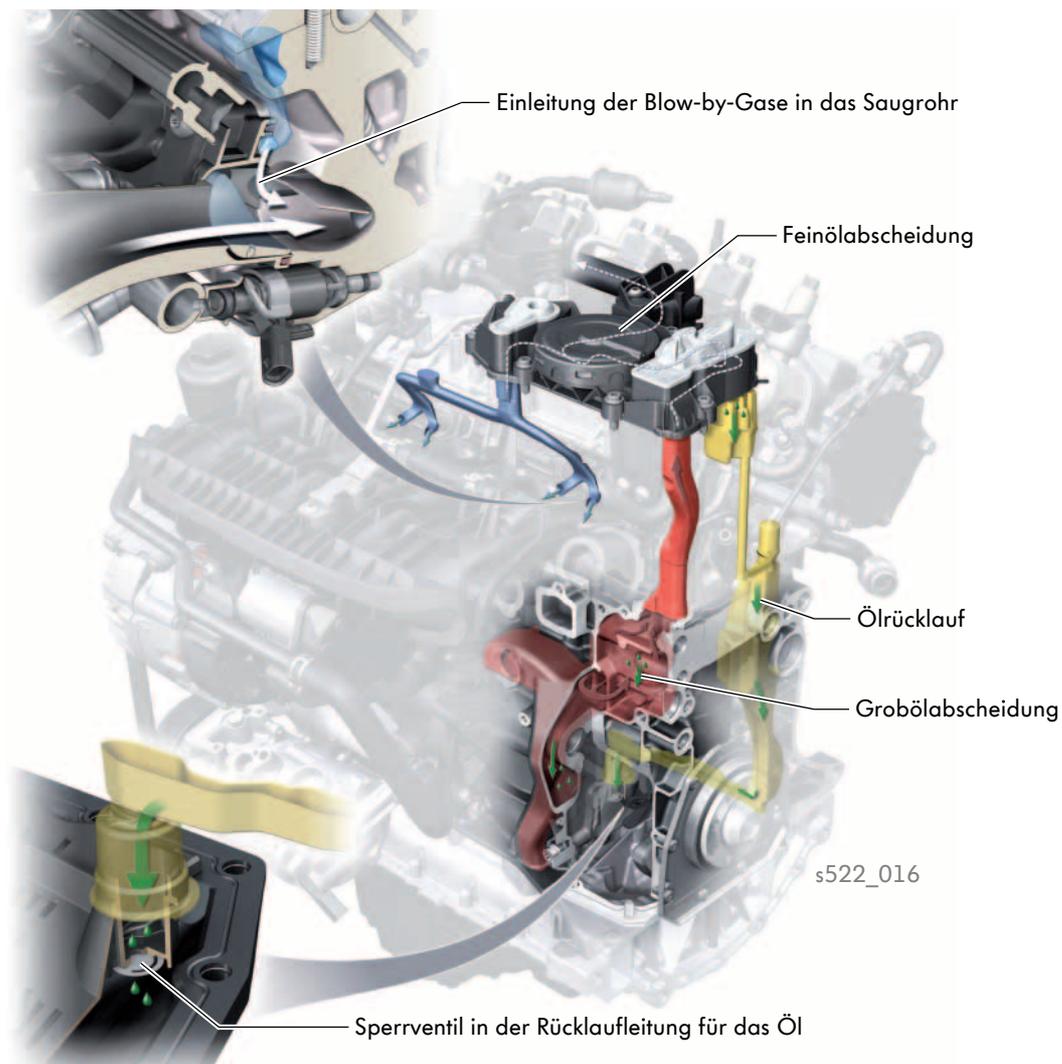
Eine Stellglieddiagnose ist für die Stellelemente nicht vorgesehen.

Die Kurbelgehäusebe- und entlüftung

Die Kurbelgehäusebe- und entlüftung der neuen 2,0l-TSI-Motoren ist für ein größeres Druckgefälle ausgelegt worden. Diese Maßnahme wirkt sich positiv auf den Ölverbrauch des Motors aus. Bei der Entwicklung wurde darauf geachtet, die Blow-by-Gase möglichst innerhalb des Motors zu führen, um so die Anzahl der erforderlichen Bauteile zu verringern. So ist bei diesen Motoren nur noch eine Rohrleitung erforderlich, um die gereinigten Blow-by-Gase vor die Turbine des Turboladers abzuleiten.

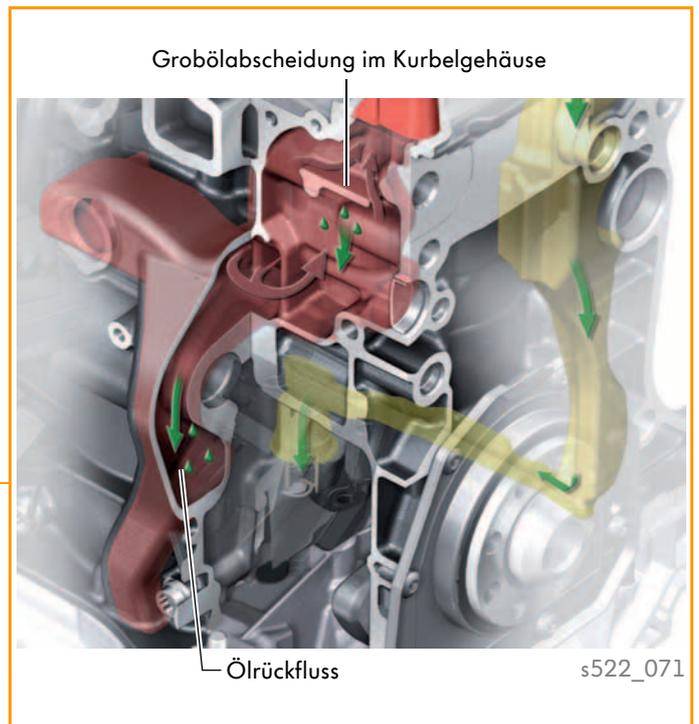
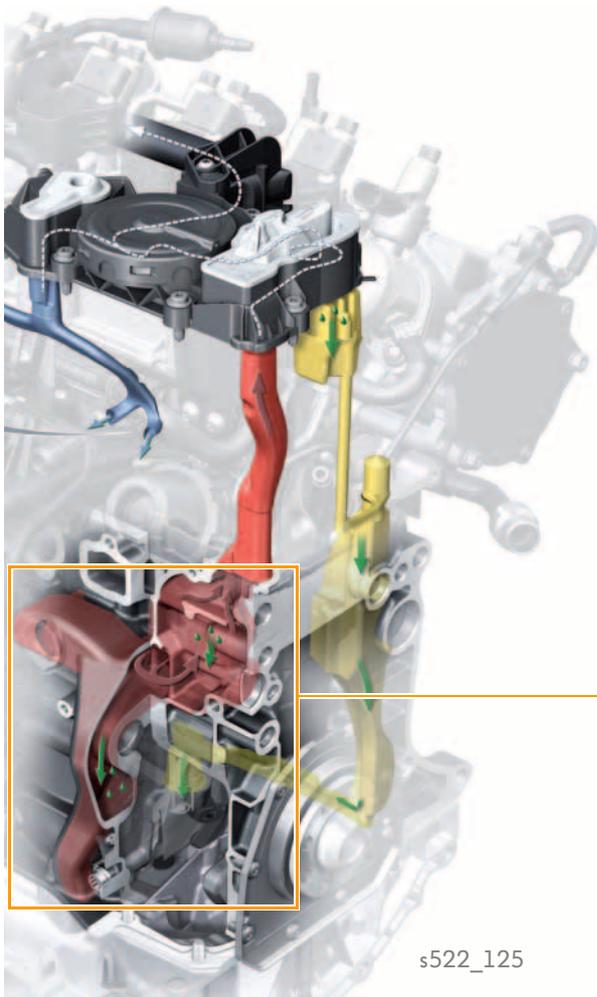
Die Kurbelgehäusebe- und entlüftung besteht aus:

- der Grobölabscheidung im Zylinderblock.
- einem mit der Zylinderkopfhaube verschraubten Feinölabscheider.
- der Verschlauchung für die Ableitung der gereinigten Blow-by-Gase nur zum Turbolader.
- dem Ölrücklauf im Zylinderblock mit Sperrventil im Wabeneinsatz der Ölwanne.
- dem Druckregelventil, das auf eine Druckdifferenz von minus 100mbar zur Außenluft ausgelegt ist.
- dem Anschluss des Aktivkohlebehälters am Feinölabscheider.



Die Grobölabscheidung

Die Grobölabscheidung ist Teil des Zylinderblockes. Die Blow-by-Gase werden unter mehrmaligen Richtungswechseln durch den Grobölabscheider geführt. Dabei scheiden sich größere Öltröpfchen an Prallplatten des Grobölabscheiders ab und laufen über einen Rücklaufkanal in die Ölwanne zurück. Die grob gereinigten Blow-by-Gase werden durch Kanäle im Zylinderblock und Zylinderkopf zum Feinölabscheider geführt.

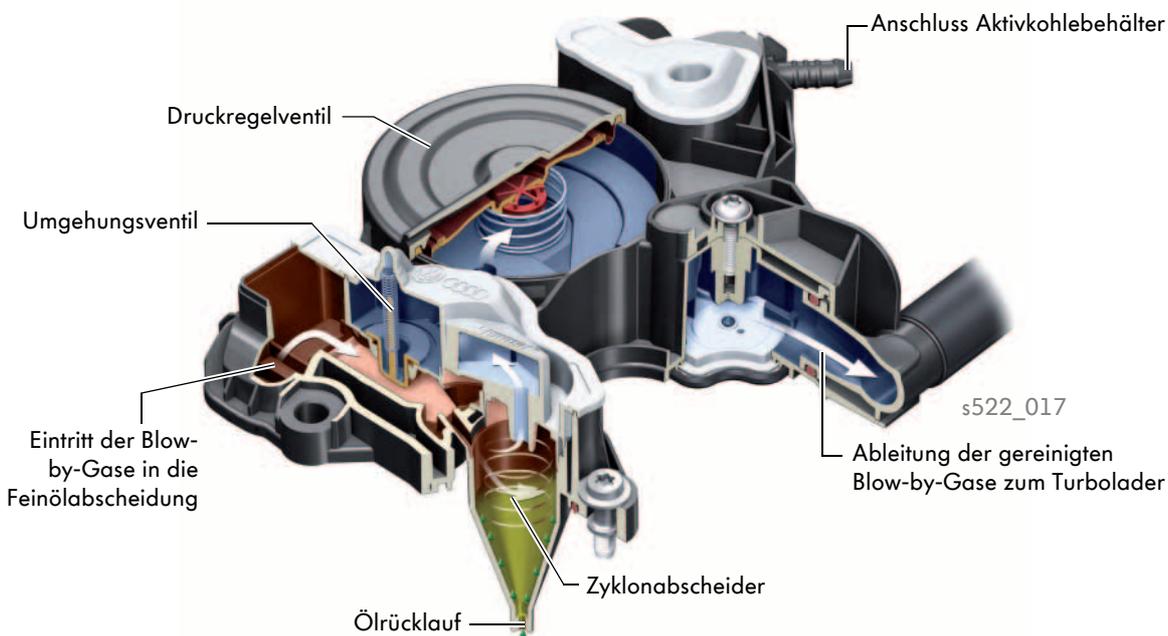


Die Feinölabscheidung

Die Gase gelangen über einen Kanal im Zylinderkurbelgehäuse zum Feinölabscheider auf der Zylinderkopfhäube. Hier passieren sie zunächst ein Umgehungsventil ehe sie in einen Zyklonabscheider gelangen. Das Umgehungsventil öffnet rein mechanisch bei einem zu hohen Strom an Blow-by-Gasen bei sehr hohen Motordrehzahlen, um eine Beschädigung von Dichtungen zu vermeiden.

In dem Zyklonabscheider werden die Blow-by-Gase in Rotation bis 16.000 1/min versetzt. Dabei scheiden sich auch feinste Öltröpfchen ab. Sie werden über einen Rückflusskanal im Zylinderblock zur Ölwanne zurückgeführt. Am Ende des Rücklaufkanals befindet sich in der Ölwanne ein Sperrventil. Es verhindert, dass Öl bei ungünstigen Druckverhältnissen und bei starken Seitenbeschleunigungen über den Rücklaufkanal in die Ölabscheidung gesaugt wird.

Die gereinigten Blow-by-Gase werden hinter dem Zyklonabscheider durch ein einstufiges Druckregelventil geführt. Das Druckregelventil ist auf einen Differenzdruck zur Außenluft von minus 100 mbar ausgelegt. Je nach den im Ladeluftsystem herrschenden Druckverhältnissen erfolgt die Einleitung der gereinigten Blow-by-Gase in das Saugrohr (Saugbetrieb) oder in den Turbolader (Ladebetrieb).



Die Ölversorgung im Überblick

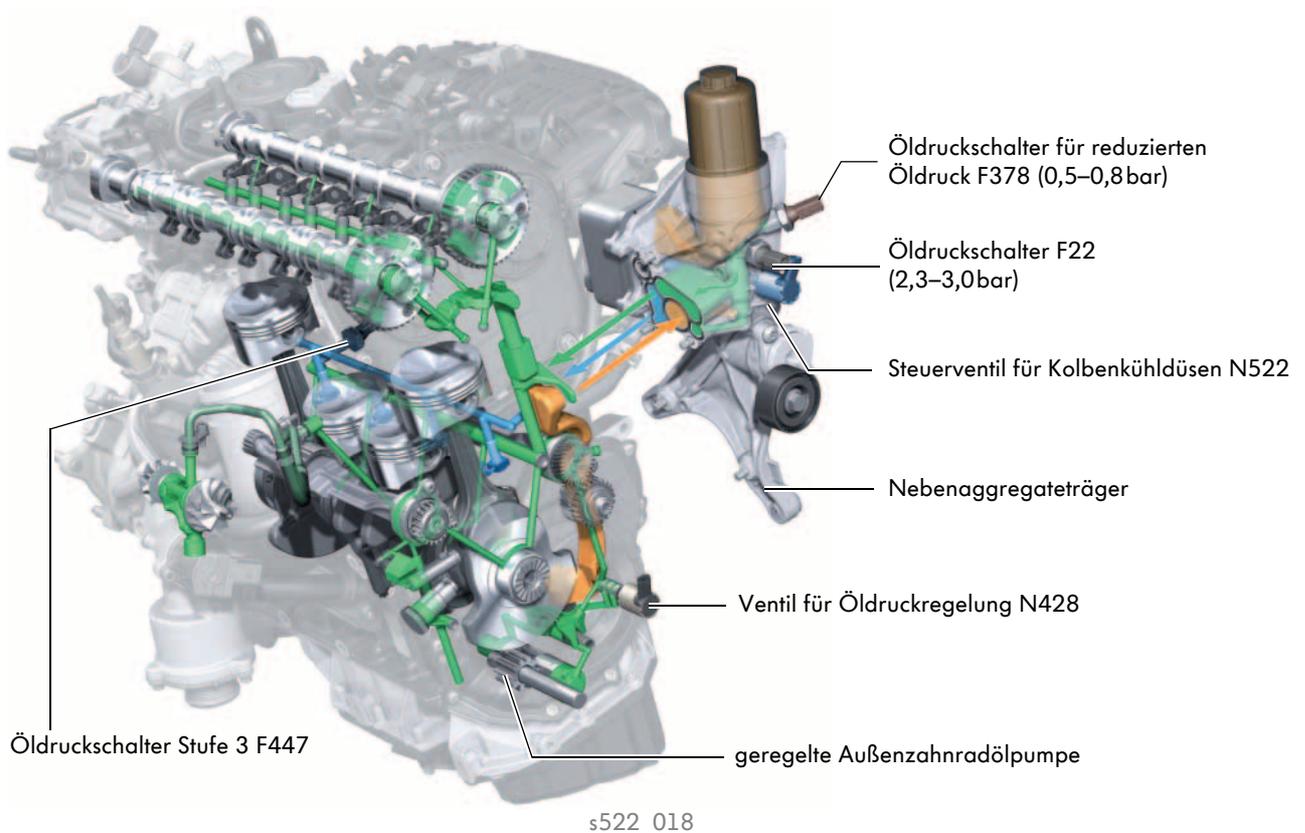
Bei der Entwicklung der Ölversorgung standen die folgenden Punkte im Vordergrund:

- Regelung des Öldruckes über zwei Druckstufen
- verringerte Übersetzung der Regelölpumpe
- größerer Drehzahlbereich in der niedrigen Druckstufe
- Verringerung des Öldruckes in der niedrigen Druckstufe
- Einsatz elektrisch schaltbarer Kolbenkühldüsen
- Ölfilter und Ölkühler am Nebenaggregateträger verschraubt

Der Nebenaggregateträger

Neben Ölkühler und Ölfilter befinden sich am Nebenaggregateträger:

- der Öldruckschalter F22
- der Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378
- das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522
- die automatische Spannrolle für den Keilrippenriemen des Nebenaggregateantriebes



Die Öldruckschalter F22, F378 und F447 müssen nach dem Lösen ersetzt werden.

Die zweistufige Außenzahnradölpumpe

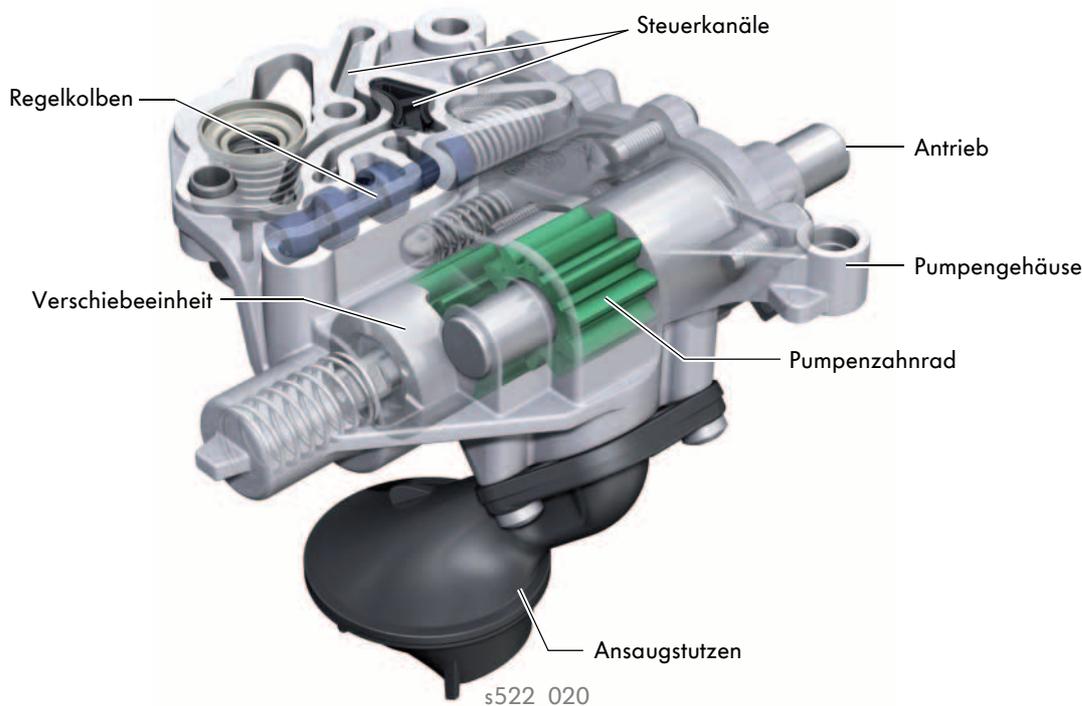
Gegenüber der Ölpumpe des Vorgängermotors wurde die Übersetzung des Pumpenantriebes vermindert, so dass die Pumpe langsamer läuft. Der Antrieb erfolgt weiterhin über eine separate Kette von der Kurbelwelle aus.

Charakteristisch für die zweistufige Außenzahnradölpumpe ist die Verschiebeeinheit im Inneren der Pumpe. Durch sie lassen sich die beiden Pumpenzahnräder in Längsrichtung gegeneinander verschieben und so die Pumpenleistung in zwei Stufen steuern. Liegen beide Zahnräder genau auf gleicher Höhe, fördert die Pumpe mit maximaler Leistung, sind beide Zahnräder gegeneinander verschoben, fördert die Pumpe mit verminderter Leistung.

Die Bewegung der Verschiebeeinheit erfolgt über einen Regelkolben und Steuerkanäle innerhalb der Ölpumpe.

Der Regelkolben leitet den Regelölfluss auf die linke oder rechte Seite der Verschiebeeinheit, die sich dann entsprechend in Längsrichtung dem Öldruck folgend bewegt.

Der Regelkolben wird durch das Ventil für Öldruckregelung N428 angesteuert. Die Umschaltung von der niedrigen in die hohe Förderstufe erfolgt last- und/oder drehzahlabhängig. Unterhalb dieses Schwellwertes fördert die Pumpe mit einem Druck von 1,5 bar. Mit Erreichen der Drehzahl von 4500 1/min fördert die Pumpe mit 3,75 bar. Der Motor läuft bis zu einem Kilometerstand von 1.000 km ausschließlich in der hohen Druckstufe.



Die Ölpumpe ist im Wesentlichen identisch mit der geregelten Ölpumpe der Motorenbaureihe EA211. Eine detaillierte Beschreibung zu Aufbau und Funktionsweise der zweistufigen Außenzahnradölpumpe finden Sie im SSP Nr. 511 „Die neue Ottomotoren-Baureihe EA211“.

Die elektrischen Bauteile der Öldruckregelung

Der Öldruckschalter F22

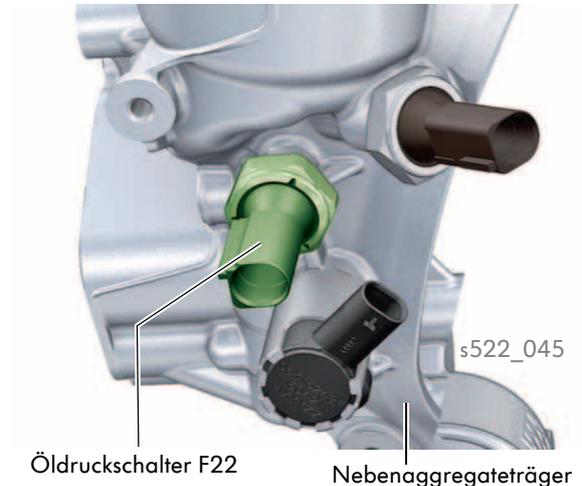
Der Öldruckschalter F22 ist in den Nebenaggregateträger unterhalb des Ölfilters eingeschraubt.

Signalverwendung und Aufgabe

Mit diesem Sensor überprüft das Motormanagement unter anderem, ob die Ölpumpe in der hohen Öldruckstufe fördert.

Auswirkung bei Ausfall

Fällt der Öldruckschalter aus, erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher des Motorsteuergerätes und die Ölwarnleuchte wird eingeschaltet.



Ventil für Öldruckregelung N428

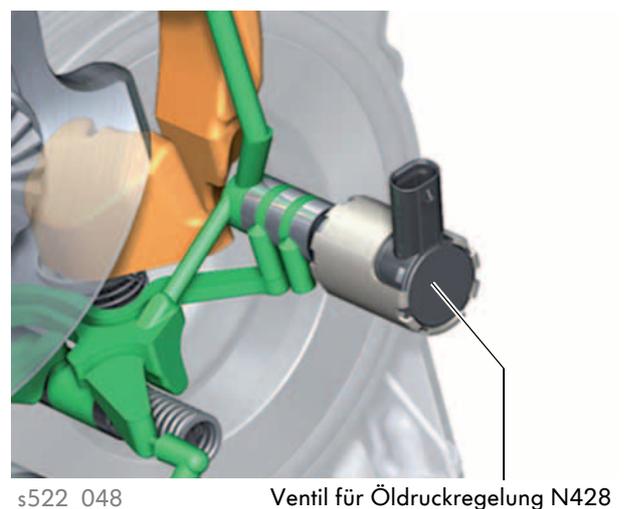
Das Schaltventil ist unterhalb des Nebenaggregateträgers in die Stirnseite des Zylinderblockes eingeschraubt.

Aufgabe und Funktion

Das Schaltventil wird vom Motorsteuergerät angesteuert, um die Außenzahnradölpumpe zwischen den beiden Druckstufen hin und her zu schalten. Hierzu wird der Regelkolben in der Ölpumpe über Steuerkanäle vom Schaltventil je nach Schaltzustand mit Öldruck beaufschlagt. Die Stellung des Regelkolbens bewirkt dann die Druckumschaltung.

Auswirkung bei Ausfall

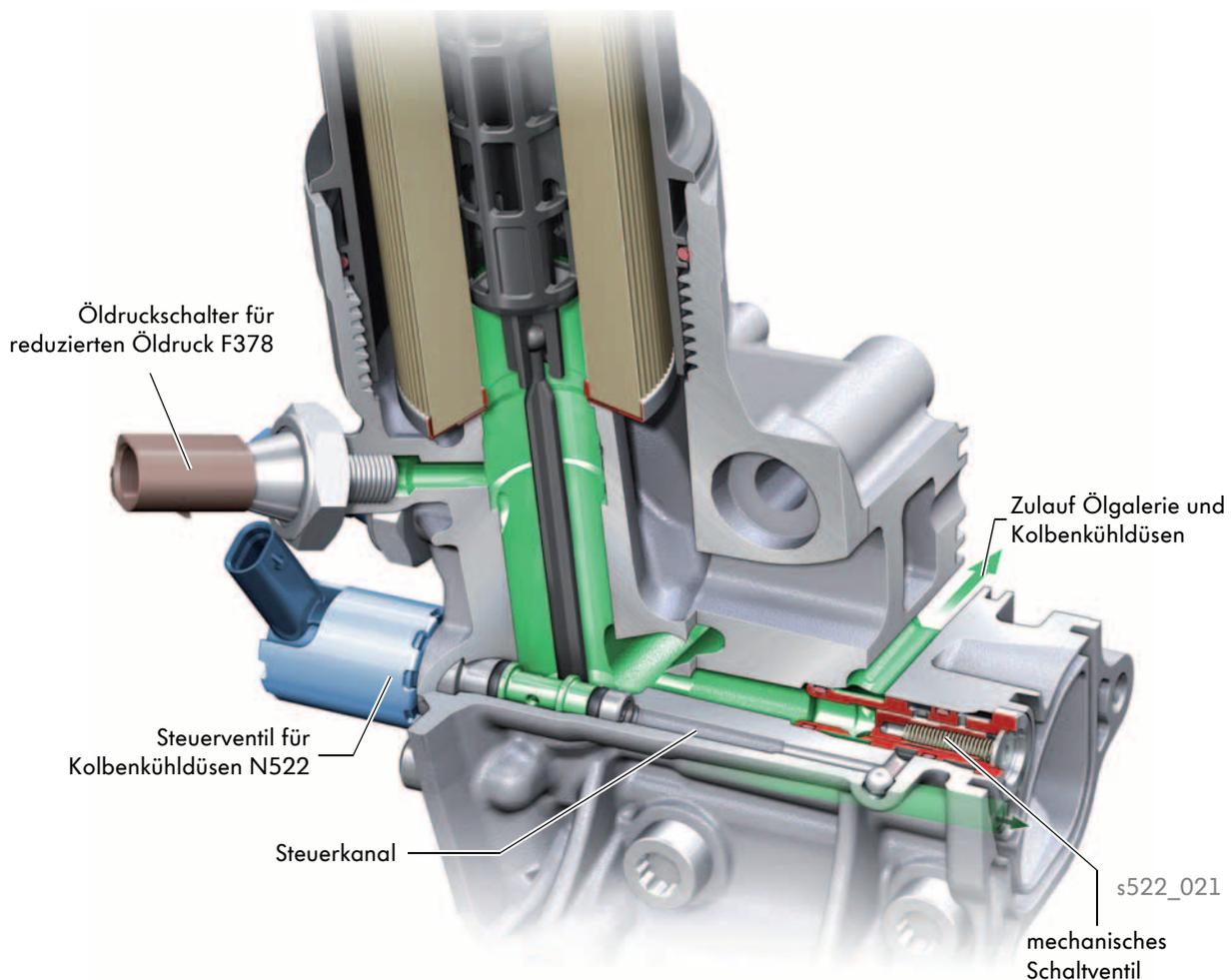
Fällt das Ventil aus, ist es geschlossen. Die Ölpumpe fördert in der hohen Öldruckstufe.



Die schaltbaren Kolbenkühldüsen

Nicht in jeder Betriebssituation des Motors ist eine Kühlung der Kolbenböden erforderlich. Daher verfügen die 2,0l-TSI-Motoren dieser Baureihe über schaltbare Kolbenkühldüsen. Über ein Kennfeld wird das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 angesteuert. Ein mechanisches Schaltventil öffnet bei einem Öldruck von mehr als 0,9 bar. Steuerventil und Schaltventil sind im Nebenaggregateträger verbaut und durch einen Steuerkanal verbunden.

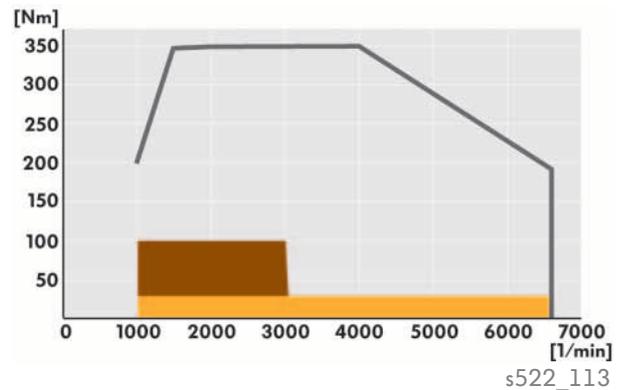
Die Schaltung der Kolbenkühldüsen kann sowohl in der hohen Druckstufe des Ölkreislaufes als auch in der niedrigen Druckstufe erfolgen. Ein zusätzlicher Öldruckschalter, der Öldruckschalter Stufe 3 F447, erfasst den Öldruck in der zusätzlichen Ölgalerie und dient zur Funktionsüberwachung der Kolbenkühlung. Der Öldruckschalter schließt bei einem Öldruck von 0,3–0,6 bar.



Die Ansteuerung der Kolbenkühldüsen

Regelstrategie

Die Ansteuerung des Steuerventils erfolgt vom Motorsteuergerät mithilfe eines Kennfeldes. Zur Berechnung des Kennfeldes verwendet das Motorsteuergerät das Motordrehmoment, die Motordrehzahl und die Öltemperatur. Bei einer Öltemperatur von unter 50°C bleiben die Kolbenkühldüsen in einem Kennfeldbereich zwischen 1000 und 6600 1/min und einer Last von ca. 30 Nm ausgeschaltet. Bei einer Öltemperatur oberhalb von 50°C bleiben die Kolbenkühldüsen in einem Drehzahlbereich von 1000 bis 3000 1/min und einem Lastbereich zwischen 30 und 100 Nm ausgeschaltet. In allen anderen Bereichen des Kennfeldes sind die Kolbenkühldüsen eingeschaltet.



-  Kolbenkühlung abgeschaltet (Öltemperatur < 50°C)
-  Kolbenkühlung abgeschaltet (Öltemperatur > 50°C)

Die Funktionsüberwachung der Kolbenkühldüsen

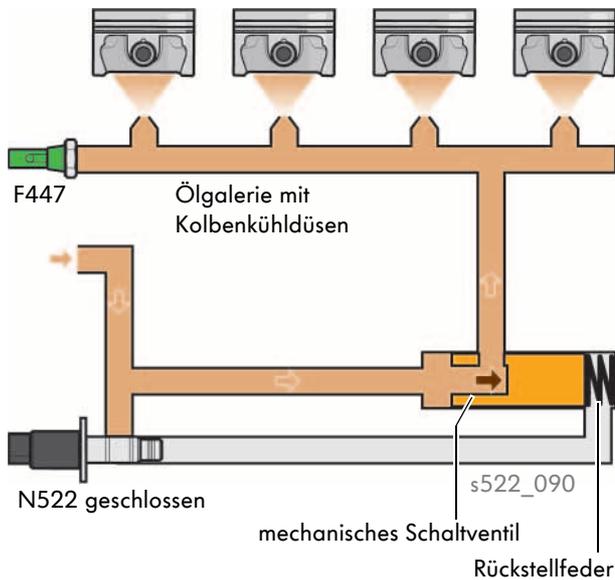
Mit Hilfe des Öldruckschalters Stufe 3 F447 und der Diagnosefähigkeit des Steuerventils für Kolbenkühldüsen N522 kann die korrekte Funktion der Kolbenkühldüsen und damit eine ausreichende Kühlung der Kolben überwacht werden.

Folgende Fehler können erkannt werden:

- kein Öldruck an den Kolbenkühldüsen trotz Anforderung
- Öldruckschalter Stufe 3 F447 defekt
- Öldruck trotz Abschaltung der Kolbenkühldüsen
- Leitungsunterbrechung = Kolbenkühldüsen immer an
- Kurzschluss nach Masse = Kolbenkühldüsen aus
- Kurzschluss nach Plus = Kolbenkühldüsen an

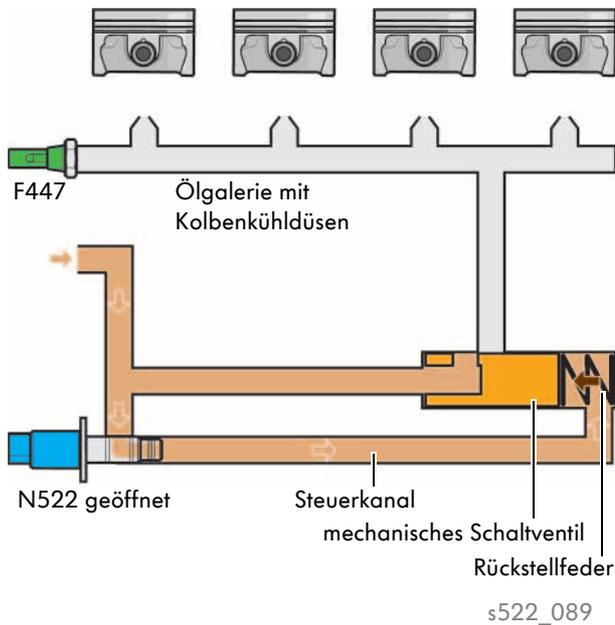
Auswirkungen ohne Kolbenkühlung:

- Drehmoment- und Drehzahlbegrenzung
- keine niedrige Öldruckstufe
- EPC-Lampe im Kombiinstrument an und
- Meldung, dass die Drehzahl auf 4000 1/min begrenzt ist



Kolbenkühldüsen eingeschaltet

In stromlosem Zustand ist das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 geschlossen. Dadurch ist auch der Steuerkanal zwischen Steuerventil und Schaltventil verschlossen. Das Schaltventil ist demnach nur auf einer Seite mit Öldruck beaufschlagt und verschiebt sich so lange gegen eine Rückstellfeder, bis der Kanal zu den Kolbenkühldüsen frei ist. Das Öl gelangt vom Schaltventil in die zusätzliche Ölgalerie und von dort zu den Kolbenkühldüsen. Die Düsen sind damit eingeschaltet. Anhand des Signals des Öldruckschalters Stufe 3 F447 erkennt das Motorsteuergerät, dass die Kolbenkühldüsen eingeschaltet sind.



Kolbenkühldüsen ausgeschaltet

Um die Kolbenkühldüsen auszuschalten steuert das Motorsteuergerät das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 an. In geschaltetem Zustand gibt das Steuerventil für Kolbenkühldüsen N522 den Steuerkanal zum Schaltventil frei. Das Schaltventil ist nun von beiden Seiten mit Öldruck beaufschlagt. Dadurch überwiegt die Kraft der Rückstellfeder und das Schaltventil wird zurückgeschoben. Der Verbindungskanal zu der Ölgalerie wird unterbrochen und die Kolbenkühldüsen ausgeschaltet. Anhand des Signals des Öldruckschalters Stufe 3 F447 erkennt das Motorsteuergerät, dass die Kolbenkühldüsen ausgeschaltet sind.



Die elektrischen Bauteile für die Kolbenkühlung

Der Öldruckschalter Stufe 3 F447

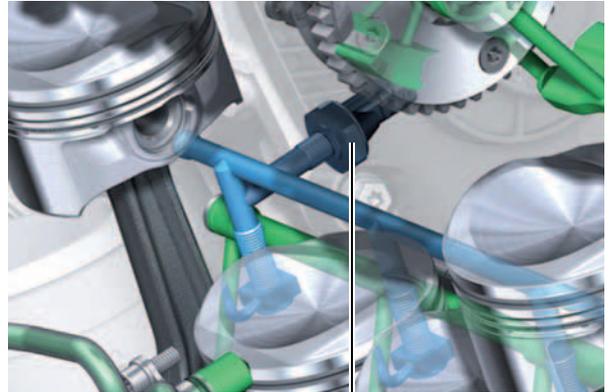
Der Öldruckschalter Stufe 3 F447 ist unterhalb des Saugrohres in das Kurbelgehäuse eingeschraubt.

Signalverwendung und Aufgabe

Dieser Öldruckschalter überwacht den Öldruck in der Ölgalerie, welche die Kolbenkühldüsen versorgt. Mit Hilfe des Signals des Öldruckschalters Stufe 3 F447 kann das Motormanagement auf eine Fehlfunktion der Kolbenkühldüsen schließen, z. B. fehlender Öldruck trotz aktivierter Kolbenkühlung oder vorhandener Öldruck trotz abgeschalteter Kolbenkühlung.

Auswirkung bei Ausfall

Der Öldruckschalter ist diagnosefähig. Bei Ausfall des Sensorsignals bleibt die Kolbenkühlung eingeschaltet.



Öldruckschalter Stufe 3 F447 s522_046

Der Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378

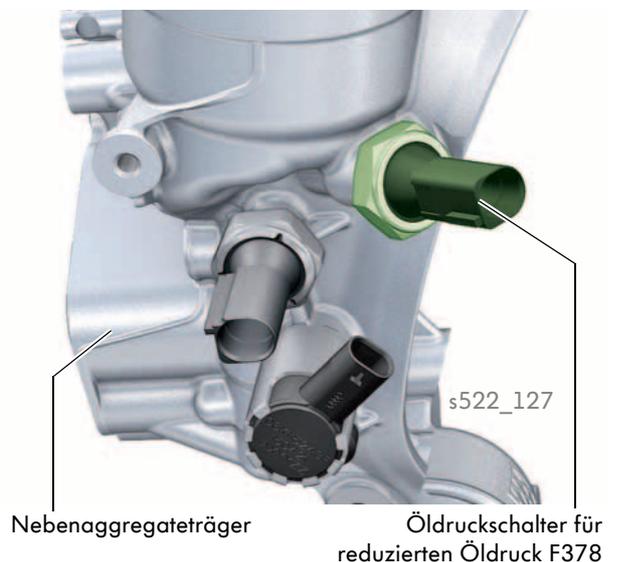
Auch dieser Öldruckschalter ist in den Nebenaggregateträger unterhalb des Ölfilters eingeschraubt.

Signalverwendung und Aufgabe

Über den Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378 überwacht das Motormanagement die Druckregelung der zweistufigen Außenzahnradölpumpe.

Auswirkung bei Ausfall

Ohne das Signal des Öldruckschalters für reduzierten Öldruck F378 ist eine zweistufige Öldruckregelung nicht möglich. Fällt der Öldruckschalter aus, erfolgt ein Ereignisspeichereintrag und die Ölwarnleuchte wird eingeschaltet. Die Ölpumpe läuft nur noch in der hohen Öldruckstufe.

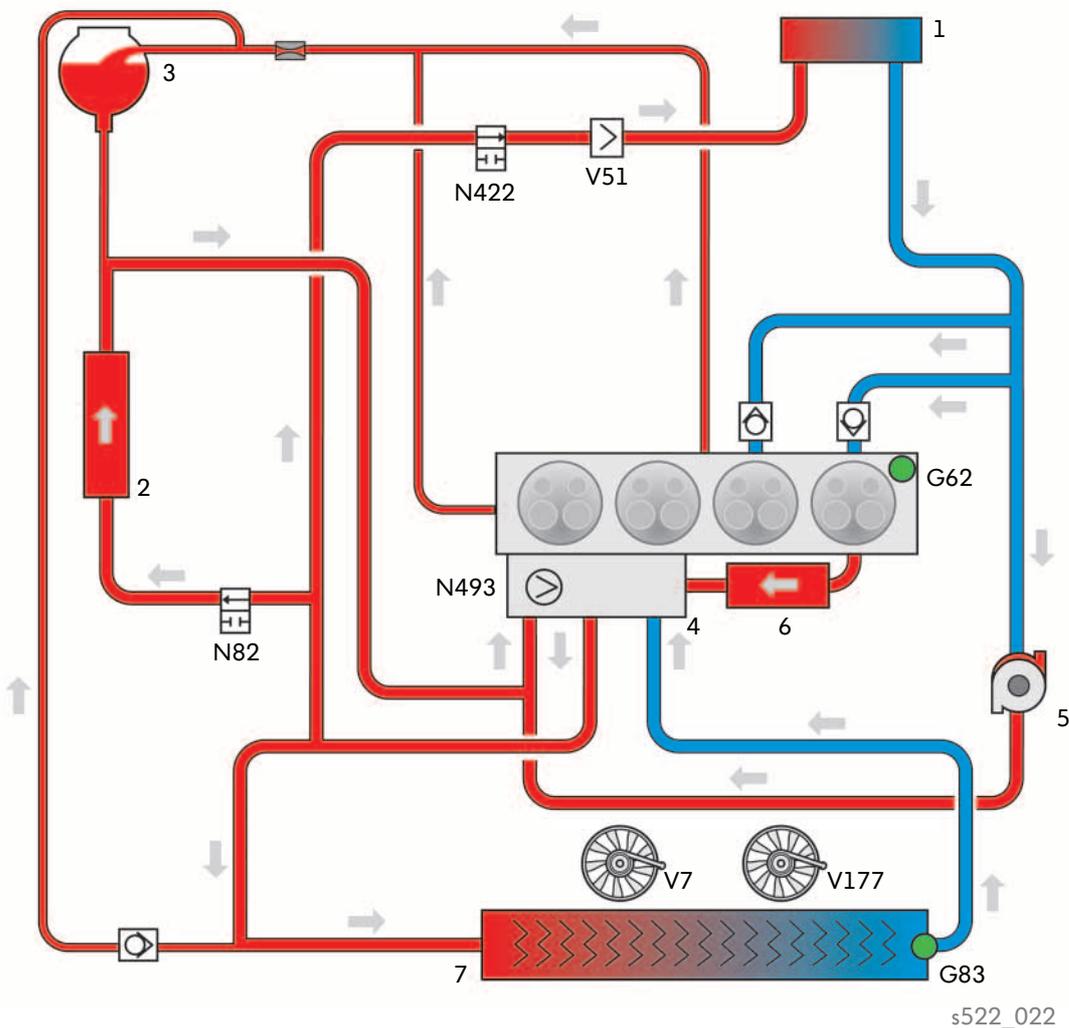


Nebenaggregateträger

Öldruckschalter für reduzierten Öldruck F378

Das Kühlsystem im Überblick

Kühlsysteme richten sich nach der Motorisierung und Ausstattung eines Fahrzeuges. Daher ist an dieser Stelle nur ein vereinfachter, beispielhafter Kühlkreislauf bei Ausstattung ohne Direktschaltgetriebe abgebildet, um den Grundaufbau des Kühlsystems zu veranschaulichen. Wesentliche Merkmale des Kühlkreislaufes, besonders in Bezug auf das Innovative Thermomanagement, sind der im Zylinderkopf integrierte Abgaskrümmter und ein neues Drehschiebermodul.



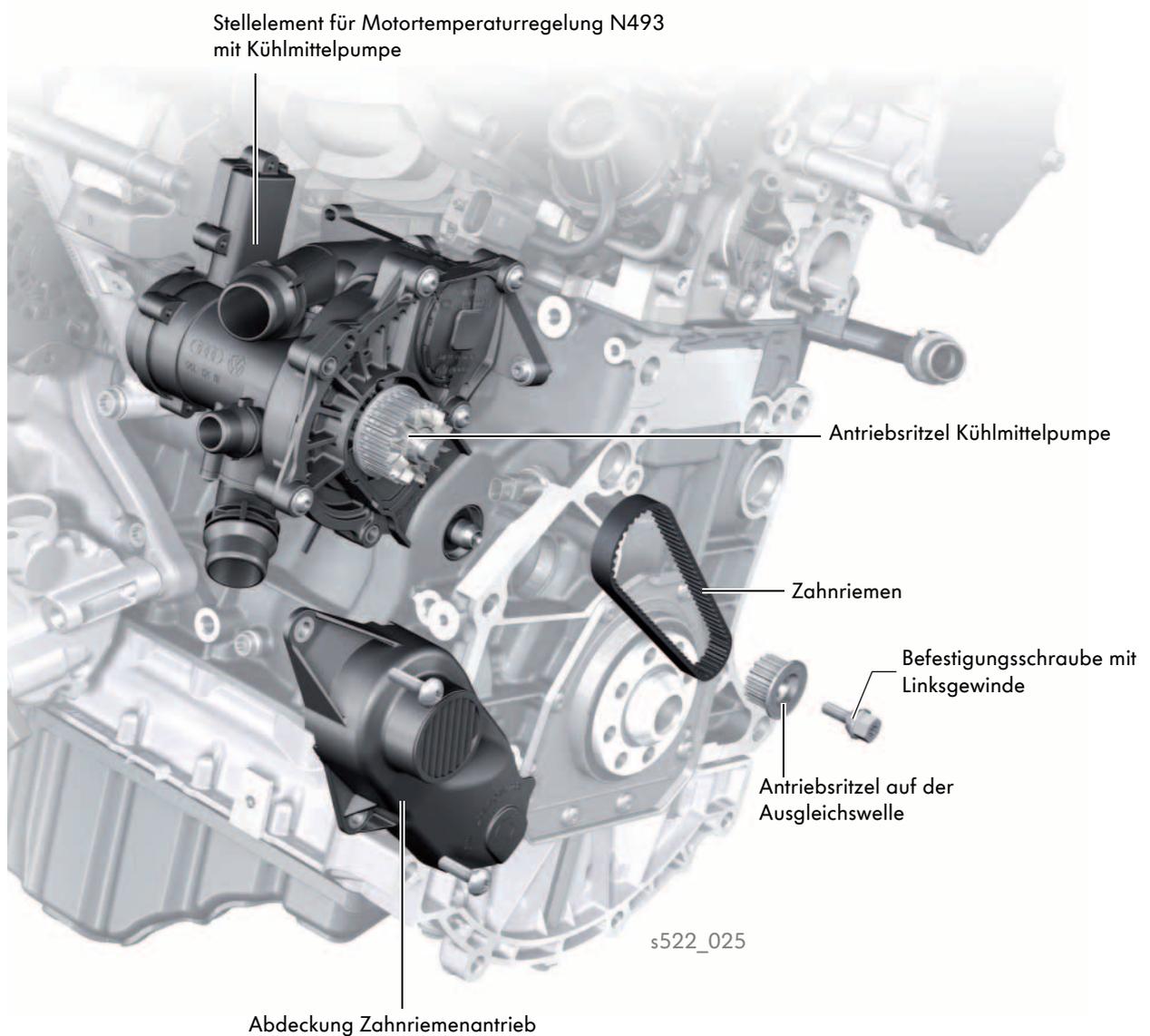
Legende

G62	Kühlmitteltemperaturgeber	1	Heizungswärmetauscher
G83	Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang	2	Getriebeölkühler (optional)
N82	Absperrventil für Kühlmittel	3	Ausgleichsbehälter
N422	Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic	4	Drehschiebermodul mit Kühlmittelpumpe
N493	Stellelement für Motortemperaturregelung	5	Abgasturbolader
V7	Kühlerlüfter	6	Motorölkühler
V51	Pumpe für Kühlmittelnachlauf	7	Hauptwasserkühler
V177	Kühlerlüfter 2		



Das Innovative Thermomanagement

Das Innovative Thermomanagement (ITM) ist ein intelligentes Kaltstart- und Warmlaufprogramm für Motor und Getriebe. Es ermöglicht durch die gezielte Steuerung der Kühlmittelströme, eine vollvariable Motortemperaturregelung. Kernelement ist das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 (Drehschiebermodul). Es ist mit dem Kurbelgehäuse auf der Ansaugseite unterhalb des Zylinderkopfes verschraubt.



Beim Tausch des Drehschiebermoduls oder der Wasserpumpe bitte den Reparaturleitfaden beachten!

Das Stellelement für Motortemperaturregelung (Drehschiebermodul)

enthält:

- die Kühlmittelpumpe
- zwei Drehschieber
- ein Thermostat
- das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 zur Regelung der Kühlmittelströme
- ein Getriebe mit Drehwinkelsensor

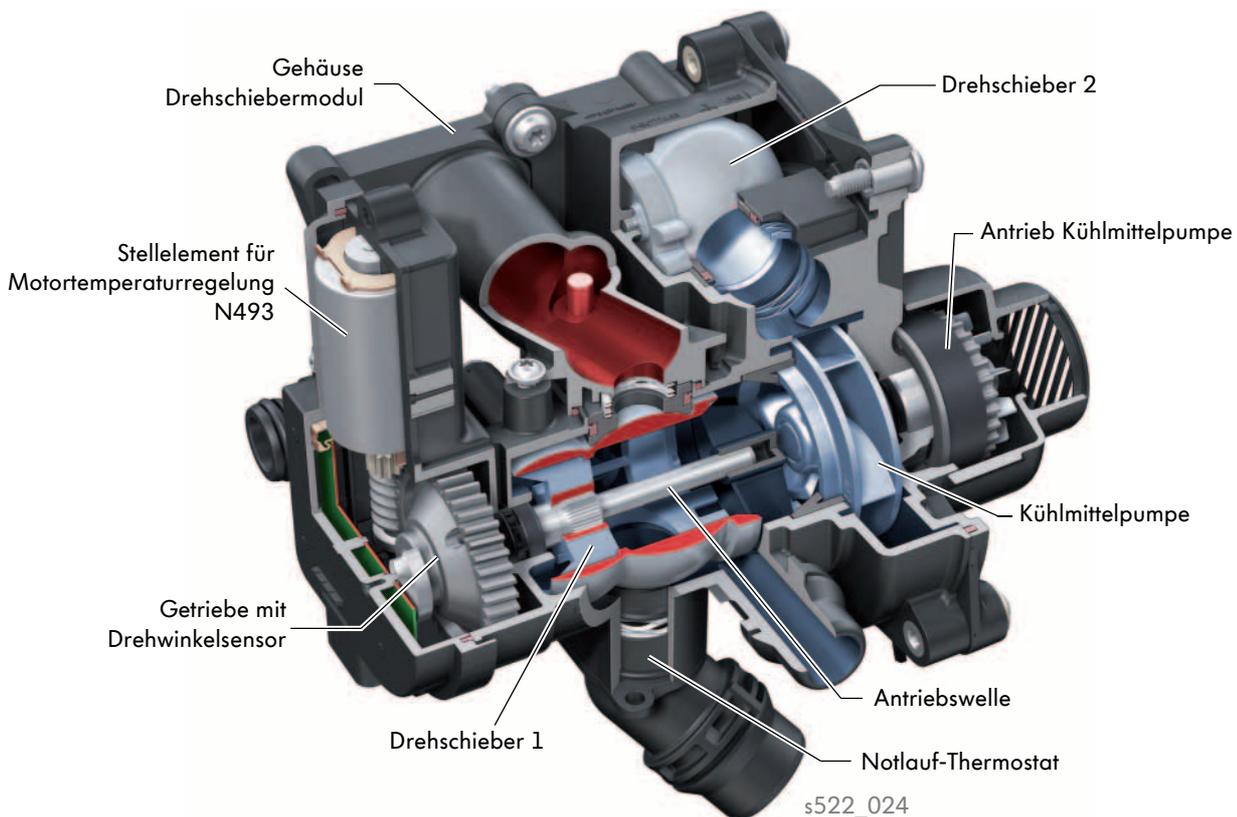
Der Antrieb der Kühlmittelpumpe erfolgt über einen Zahnriemen von der Ausgleichswelle aus.

Aufbau

Wesentliches Merkmal des Drehschiebermoduls sind zwei Drehschieberelemente innerhalb des Moduls, die von dem Stellelement für Motortemperaturregelung N493 elektrisch betätigt werden.

Der Drehschieber 1 wird direkt vom Stellelement für Motortemperaturregelung N493 über eine Welle angetrieben. Der Drehschieber 2 wird von einer Zahnkulisse am Drehschieber 1 über ein Zwischenzahnrad verstellt (Triebstockgetriebe).

Das bedeutet Drehschieber 1 und 2 sind mechanisch gekoppelt und bewegen sich in Abhängigkeit voneinander. Ein zusätzlicher Thermostat mit Dehnelement dient als Sicherheitseinrichtung (Notlauf-Thermostat) und öffnet im Fehlerfall bei 113°C.

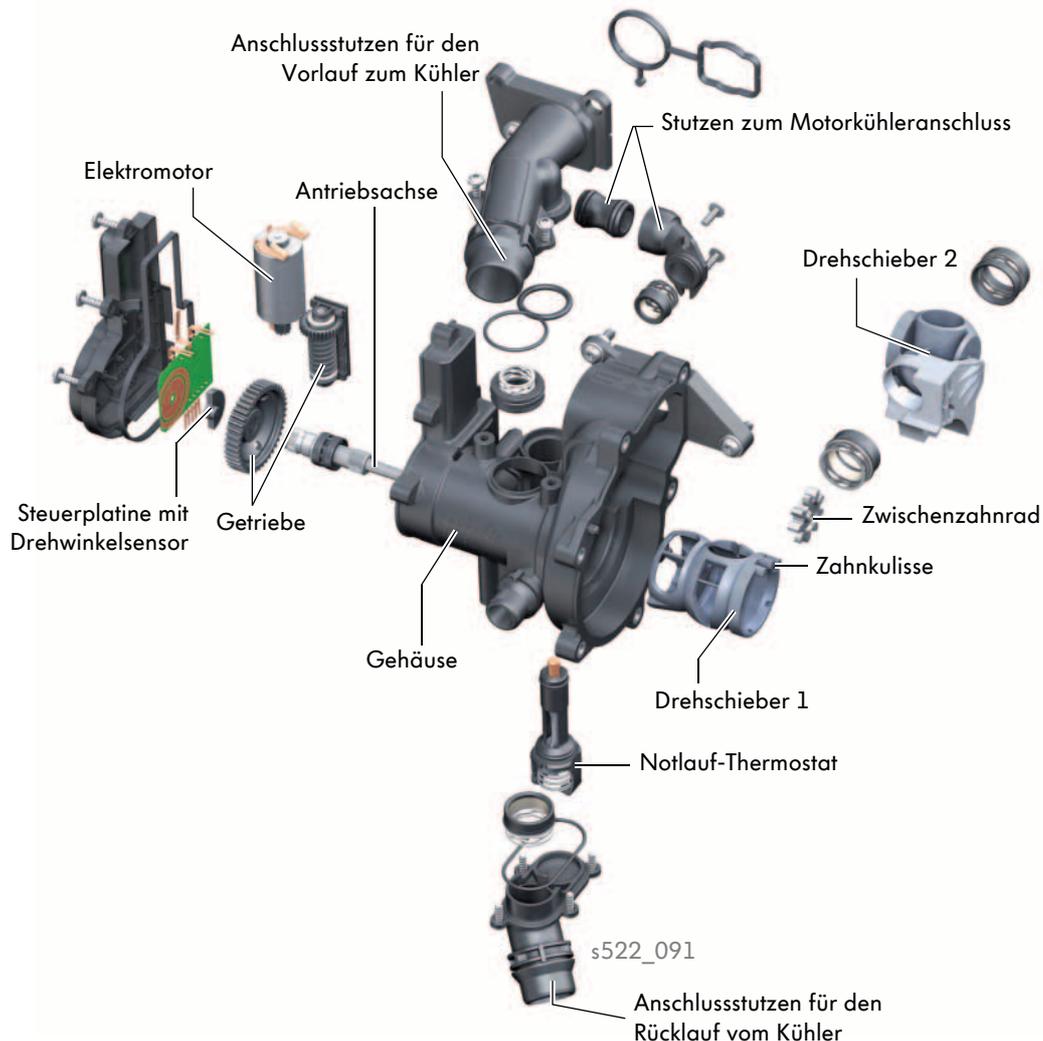


Kühlsystem

Funktion des Drehschiebermoduls

Der Elektromotor des Stellelementes treibt über ein Getriebe den Drehschieber 1 an. Er steuert den Kühlmittelfluss zwischen Ölkühler, Motor und Hauptwasserkühler. Je wärmer der Motor wird, desto weiter wird der Drehschieber 1 vom Elektromotor des Stellelementes verdreht. Der Drehschieber 2 wird über ein Zwischenzahnrad von einer Zahnkulissee am Drehschieber 1 angetrieben.

Ein Drehwinkelsensor (Hallgeber) auf der Steuerplatine übermittelt die Stellungen des Drehschiebers an das Motorsteuergerät. Nach Abstellen des Motors und Beendigung des Nachlaufs, stellt sich der Drehschieber auf 40° Winkelposition ein. Sollte ein Fehler im System vorhanden sein, kann in diesem Winkelbereich ein Motorlauf über das Notlauf-Thermostat erfolgen. Liegt kein Fehler vor und der Motor wird gestartet, wird der Drehschieber in die Winkelposition 160° gestellt.

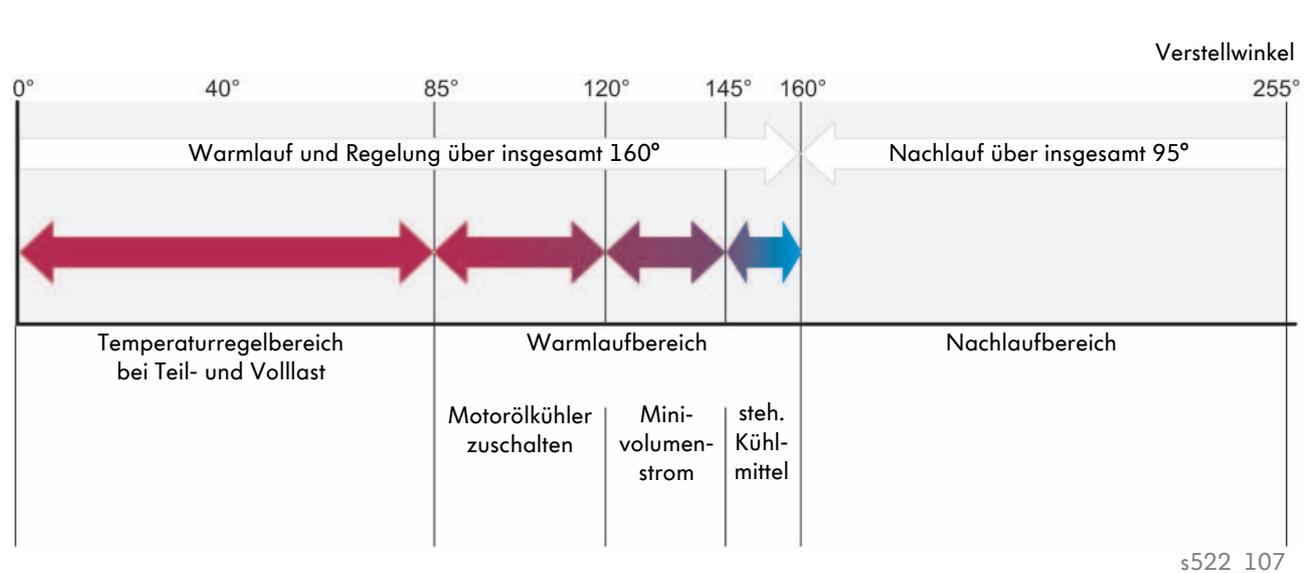


Die Ansteuerung des Stellelementes erfolgt vom Motorsteuergerät über Kennfelder. Durch eine entsprechende Ansteuerung der Drehschieber werden unterschiedliche Schaltpositionen erreicht, die es ermöglichen, eine schnelle Aufheizphase zu durchlaufen und die Motortemperatur variabel zwischen 86°C und 107°C zu halten. Dabei können drei grundlegende Regelbereiche unterschieden werden:

- ein Warmlaufbereich,
- ein Temperaturregelbereich und
- ein Nachlaufbereich.

Die Zahnkulisser am Drehschieber 1 ist so ausgelegt, dass sie den Drehschieber 2 bei 145° Winkelposition einkuppelt. Der Kühlmittelstrom zum Zylinderblock wird geöffnet und steigt mit der Verdrehung des Drehschiebers 2 an. Bei einem Winkel von 85° am Drehschieber 1 kuppelt der Drehschieber 2 wieder aus, nachdem er seinen maximalen Drehwinkel erreicht und damit den Kühlmittelstrom zum Zylinderblock voll geöffnet hat.

Der Warmlaufbereich ist wiederum in drei Phasen der Regelung unterteilt.



Auf den folgenden Seiten wird der Ablauf der Regelung vom Warmlauf- über den Temperaturregelbereich bis zum Nachlauf beispielhaft beschrieben. Hierzu wird eine stark vereinfachte Darstellung des Drehschiebermoduls und des Kühlkreislaufes des Motors verwendet.

Der elektrische Antrieb der beiden Drehschieber im Drehschiebermodul und der Zahnriemenantrieb der Kühlmittelpumpe sind bei dieser Darstellungsform nicht berücksichtigt.

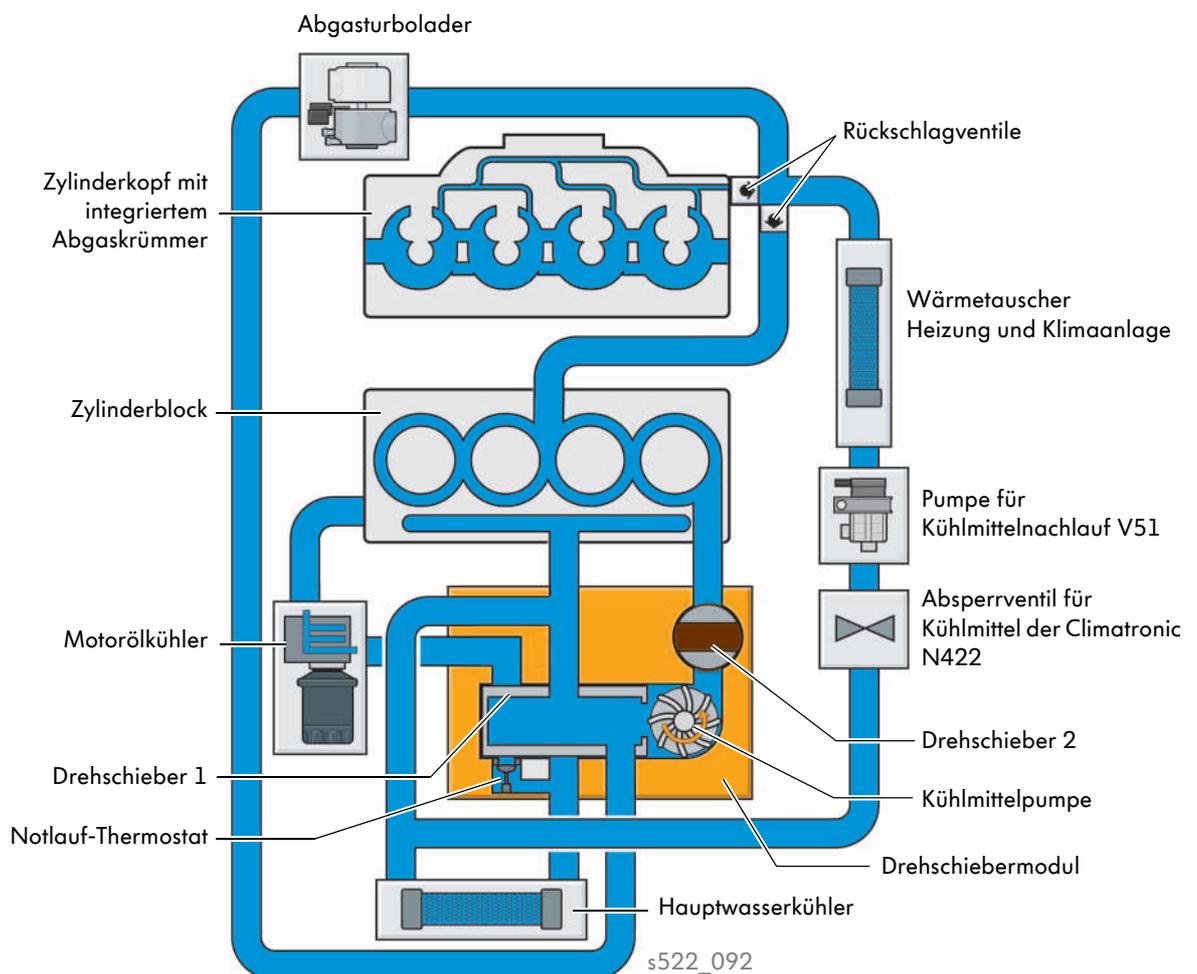
Kühlsystem

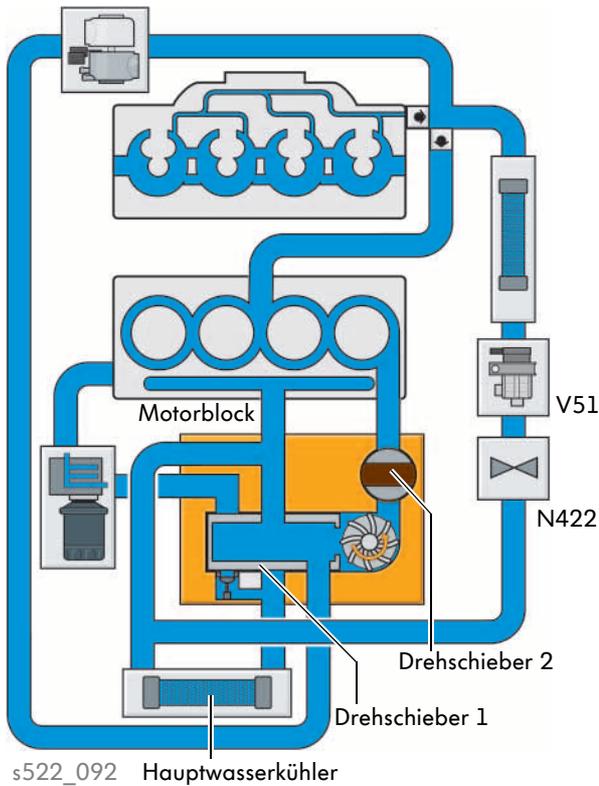
Regelablauf

Im Warmlauf durchläuft der Motor die drei Phasen:

- Stehendes Kühlmittel,
- Minivolumenstrom und
- Motorölkühler zuschalten.

Die einzelnen Phasen unterscheiden sich durch die Stellungen der beiden Drehschieber und gehen stufenlos ineinander über. Ziel ist es, die durch die Verbrennung des Kraftstoffes in den Zylindern entstehende Wärme bestmöglich für die Aufheizung des Motors zu nutzen. Hierbei kann jedoch schon in der Phase „Stehendes Kühlmittel“ bei einer Heizanforderung durch die Fahrzeuginsassen, Wärmeenergie an den Innenraum abgegeben werden.

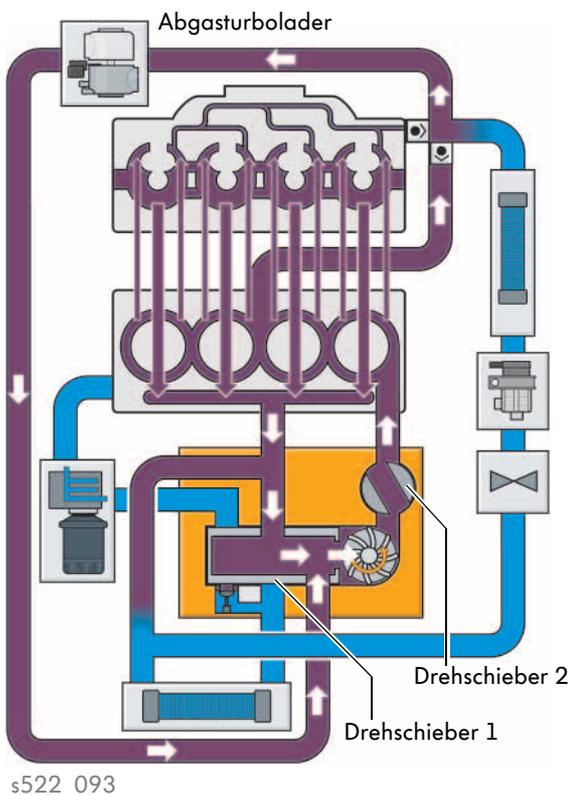




Warmlauf mit stehendem Kühlmittel

Um die bei der Verbrennung entstehende Wärme im Motor zu halten, ist der Drehschieber 2 geschlossen. Der Förderstrom der Kühlmittelpumpe zum Motorblock ist damit unterbrochen. Der Drehschieber 1 blockiert den Rücklauf vom Motorölkühler und den Rücklauf vom Hauptwasserkühler.

Das Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic N422 unterbricht den Kühlmittelstrom zur Heizung und Klimaanlage. Die elektrische Kühlmittelpumpe für Kühlmittelnachlauf V51 ist ausgeschaltet.



Warmlauf mit Minivolumenstrom

Diese Regelphase dient im Warmlaufbereich dazu, den Zylinderkopf und den Abgasturbolader vor einer Überhitzung durch den Abgaskrümmer bei stehendem Kühlmittel zu schützen. Bei einer Winkelposition des Drehschiebers 1 von 145° kuppelt der Drehschieber 2 ein und beginnt den Kühlmittelstrom zum Zylinderblock leicht zu öffnen. Nun strömt ein kleiner Teil des Kühlmittels durch den Zylinderblock, den Zylinderkopf sowie durch den Abgasturbolader zurück zum Drehschiebermodul und der Kühlmittelpumpe. So wird ein Wärmestau und eine Überhitzung von Zylinderkopf und Abgasturbolader vermieden.



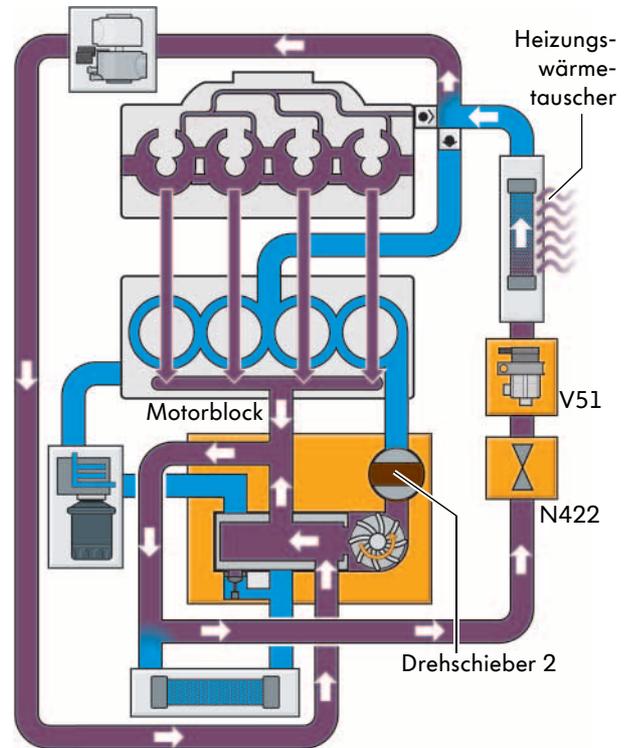
Kühlsystem

Warmlauf mit Minivolumenstrom und Heizungswunsch

Erfolgt in dieser Phase eine Heizanforderung, so öffnet das Absperrventil für Kühlmittel Climatronic N422 und die Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 beginnt zu fördern. Der Drehschieber 2 unterbricht vorübergehend den Kühlmittelstrom zum Zylinderblock.

Das Kühlmittel wird so durch den Zylinderkopf, den Abgasturbolader und den Heizungswärmetauscher geführt. Die Aufwärmphase des Motors verlängert sich dadurch.

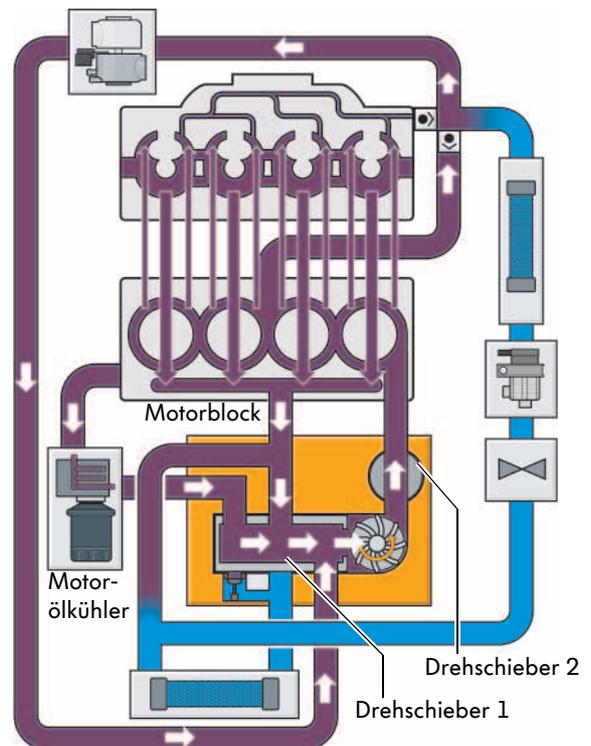
Auch in den folgenden Regelbereichen wird einem Heizungswunsch immer durch eine Ansteuerung des Absperrventils für Kühlmittel der Climatronic N422 und der Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 entsprochen. Der Kühlmittelstrom zum Motorblock wird dabei vom Drehschieber 2 nach Erfordernis verringert oder gesperrt.



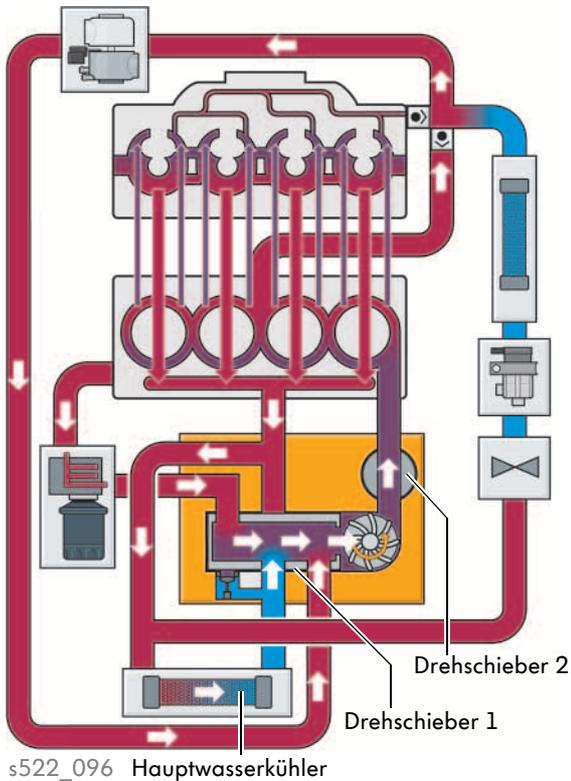
s522_094

Warmlauf mit zugeschaltetem Motorkühler

Im weiteren Verlauf der Aufheizphase des Motors wird nun der Motorölkühler hinzugeschaltet. Dazu fährt der Drehschieber in eine Winkelposition von 120°, wodurch der Kühlmittelanschluss zum Ölkühler frei gegeben wird. Da der Drehschieber 2 weiterhin eingekuppelt ist, dreht auch er sich weiter und vergrößert damit den Kühlmittelstrom durch den Zylinderblock. Es findet so eine starke Wärmeverteilung im Motorblock statt und überschüssige Wärme wird über den Ölkühler abgeführt.



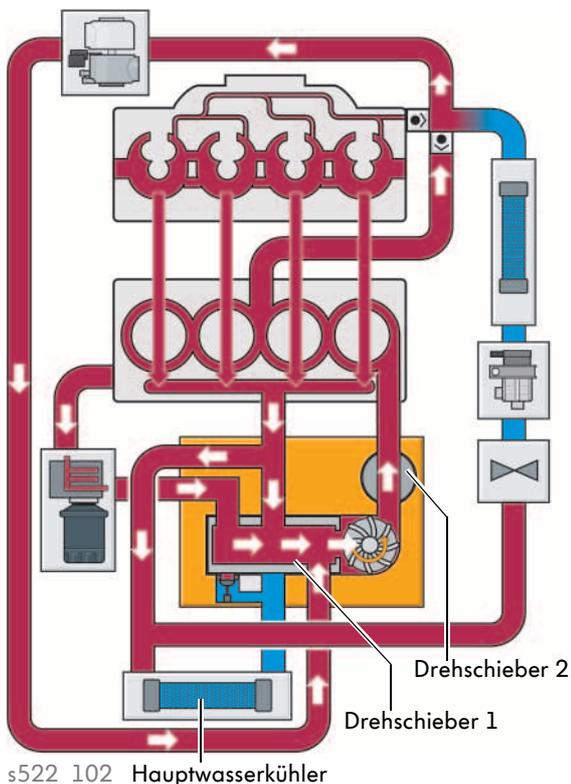
s522_095



Temperaturregelbereich

Aus dem Warmlaufbereich tritt das Innovative Thermomanagement übergangslos in den Temperaturregelbereich ein. Auch hier verläuft die Regelung des Drehschiebermoduls je nach Motorlast dynamisch ab.

Um überschüssige Wärme abzuführen, wird die Verbindung zum Hauptwasserkühler vom Drehschiebermodul freigegeben. Das Stellelement für Motortemperaturregelung N493 verfährt hierzu den Drehschieber 1 in eine Winkelposition zwischen 0° und 85° , je nachdem wie stark Wärme abgeführt werden muss. Bei einer Winkelposition des Drehschiebers 1 von 0° ist die Verbindung zum Hauptwasserkühler voll geöffnet.



Läuft der Motor bei geringer Last- und Drehzahlanforderung (Teillastbereich) regelt das Thermomanagement die Kühlmitteltemperatur auf einen Wert von 107°C ein. Da hierzu nicht die volle Kühlerleistung benötigt wird, schließt der Drehschieber 1 vorübergehend die Verbindung zum Hauptwasserkühler. Steigt die Temperatur über diesen Schwellwert, wird die Verbindung zum Hauptwasserkühler wieder geöffnet. Es ist ein beständiges Öffnen und Schließen, um den Temperaturwert von 107°C möglichst konstant zu halten.

Mit steigender Last und Drehzahl wird die Kühlmitteltemperatur auf einen Wert von 85°C abgesenkt (Vollastbereich), indem die Verbindung zum Hauptwasserkühler zunächst komplett öffnet.



Kühlsystem

Nachlaufbereich beim Abstellen des Motors

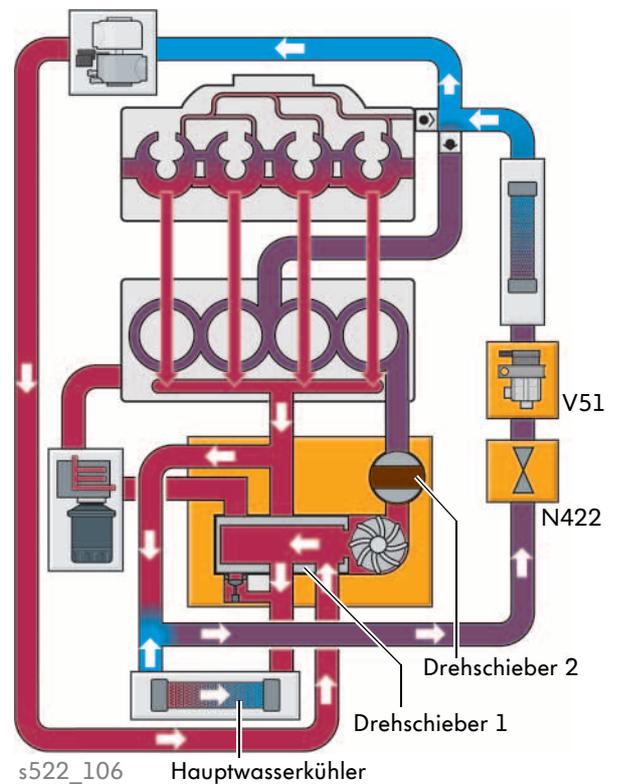
Um ein Sieden des Kühlmittels im Zylinderkopf und am Abgasturbolader nach Abstellen des Motors zu vermeiden, wird vom Motorsteuergerät eine Nachlauffunktion über Kennfeld gestartet. Sie kann bis zu 15 Minuten nach Abstellen des Motors aktiv sein.

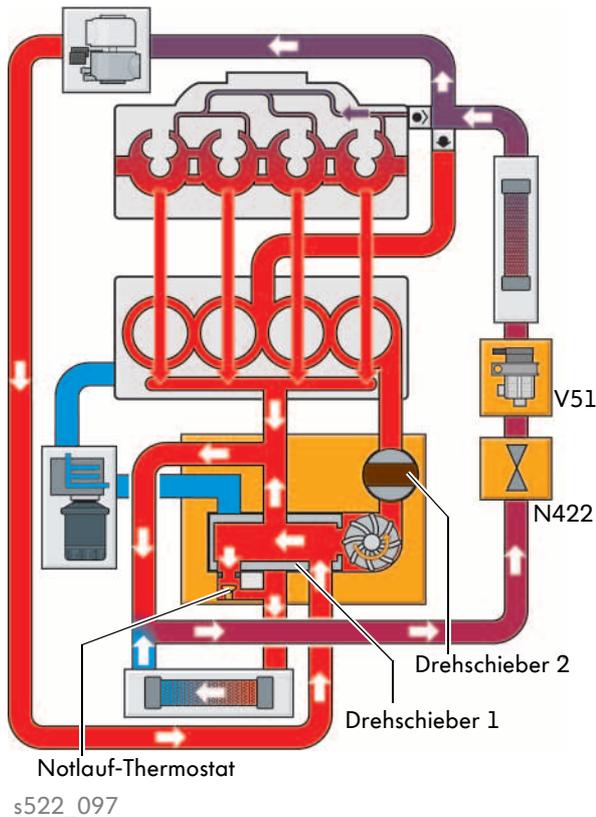
Für die Nachlauffunktion wird der Drehschieber 1 vom Stellelement für Motortemperaturregelung N493 in eine Winkelposition von 160° bis 255° gebracht. Je größer die Nachkühlanforderung ist, desto höher ist die Winkelposition. Bei 255° ist der Anschluss zum Rücklauf des Hauptwasserkühlers voll geöffnet, so dass ein Maximum an Wärme abgeführt wird.

Der Drehschieber 2 ist in der Nachlaufstellung nicht in den Drehschieber 1 eingekuppelt. Gefördert von der Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 fließt nun das Kühlmittel in zwei Teilströmen im Kühlkreislauf. Ein Teilstrom fließt über den Zylinderkopf zur Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 zurück.

Ein zweiter Teilstrom fließt über den Abgasturbolader durch den Drehschieber 1 zum Hauptwasserkühler und ebenfalls zurück zur Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51.

Der Zylinderblock wird in der Nachlaufstellung nicht von Kühlmittel durchströmt.





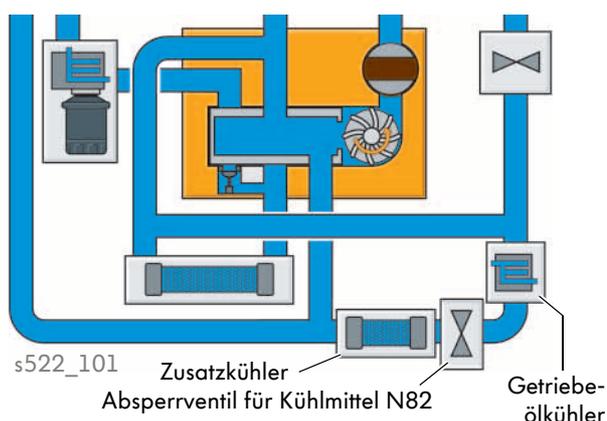
Notlaufstrategie

Steigt die Temperatur im Drehschiebermodul über 113°C, öffnet der Notlauf-Thermostat einen Bypass zum Hauptwasserkühler. Durch diese bauliche Maßnahme ist eine Weiterfahrt bei einem Defekt am Drehschiebermodul bedingt möglich. Erhält das Motorsteuergerät keine Positionsrückmeldung vom Stellelement für Motortemperaturregelung N493, so steuert es den Drehschieber so an, dass unabhängig von der aktuellen Motorlast und Betriebstemperatur eine maximale Motorkühlung gewährleistet ist.

Weitere Maßnahmen bei einer Fehlfunktion des Drehschiebermoduls, beispielsweise bei einem Ausfall des Elektromotors oder bei einem klemmenden Drehschiebergetriebe, sind:

- Einblendung einer Fehlermeldung im Schalttafeleinsatz bei gleichzeitiger Begrenzung der Drehzahl auf 4000 1/min. Ein Warnton und das Einschalten der EPC-Lampe machen den Fahrer zusätzlich auf die Situation aufmerksam.
- digitale Anzeige der tatsächlichen Kühlmitteltemperatur in °C im Schalttafeleinsatz
- Öffnen des Absperrventils für Kühlmittel N422
- Einschalten der Pumpe für Kühlmittelnachlauf V51 zur Aufrechterhaltung der Zylinderkopfkühlung
- Ereigniseintrag in den Ereignisspeicher des Motorsteuergerätes

Bei Ausfall des Positionssignals vom Drehwinkelsensor steuert das Motorsteuergerät die Drehschieber sicherheitshalber so an, dass die maximale Kühlfunktion erreicht wird.



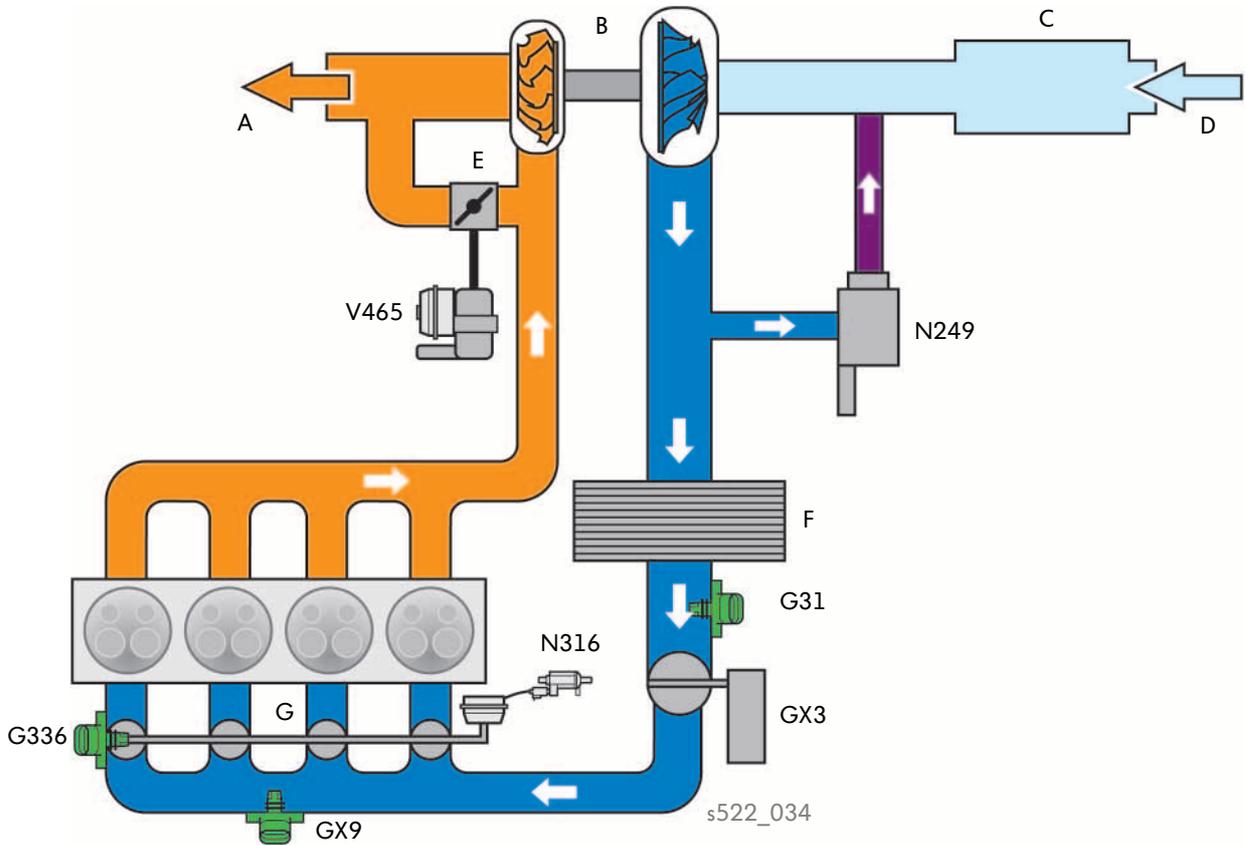
2,0l-162/169kW-TSI-Motoren mit Direktschaltgetriebe

Wird der Motor mit einem Direktschaltgetriebe (DSG) verbaut, erweitert sich der Kühlkreislauf um den Getriebeölkühler, das Absperrventil für Kühlmittel N82 und einen Zusatzkühler. Die einzelnen Regelschritte im Temperaturmanagement entsprechen denen bei Motoren ohne DSG.



Luftversorgung und Aufladung

Das Ladeluftsystem im Überblick



Legende

GX9 Saugrohrgeber mit:

- G31 Ladedruckgeber
- G42 Ansauglufttemperaturgeber
- G71 Saugrohrdruckgeber

GX3 Drosselklappensteuereinheit mit:

- G186 Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung
- G187 Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
- G188 Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung
- G336 Potenziometer für Saugrohrklappe
- J338 Drosselklappensteuereinheit

N249 Umluftventil für Turbolader

N316 Ventil für Saugrohrklappe

V465 Ladedrucksteller

A Abgasstrom

B Abgasturbolader

C Luffilter

D Frischluftstrom

E Waste-Gate-Klappe

F Ladeluftkühler

G Saugrohrklappen

Abgase

Ansaugluft (Unterdruck)

Ladeluft (Ladedruck)

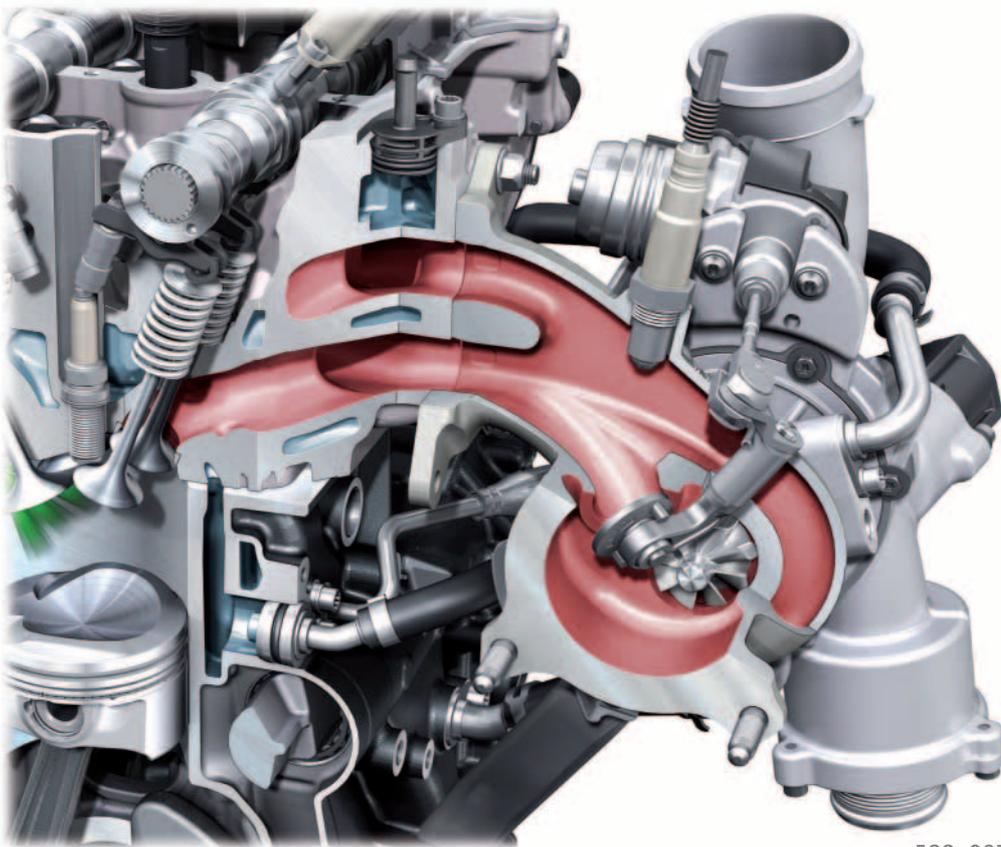
Schubumluft (Ladedruck)

Der Abgasturbolader

Für die neuen 2,0l-TSI-Motoren kommt ein neu entwickelter Abgasturbolader mit elektrischem Ladedrucksteller zum Einsatz. Er wird direkt mit dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümm器 verschraubt.

Weitere Merkmale des neuen Abgasturboladers sind:

- elektrische Waste-Gate-Verstellung mit dem Ladedrucksteller V465 und dem Positionsgeber für Ladedrucksteller G581
- Lambdasonde GX10 (mit Lambdasonde G39 und Heizung für Lambdasonde Z19) vor dem Abgasturbolader
- kompaktes Stahlgusssturbinengehäuse mit zweiflutiger Abgasführung
- Verdichtergehäuse mit integriertem Resonanzschalldämpfer und elektrischem Umluftventil für Turbolader N249
- Turbinenrad aus einer speziellen Stahl-Legierung mit einer Temperaturbeständigkeit bis 980°C
- Lagergehäuse mit vereinheitlichten Anschlüssen für Öl und Kühlmittel



s522_037



Luftversorgung und Aufladung

Aufbau

Turbinengehäuse und Turbinenrad

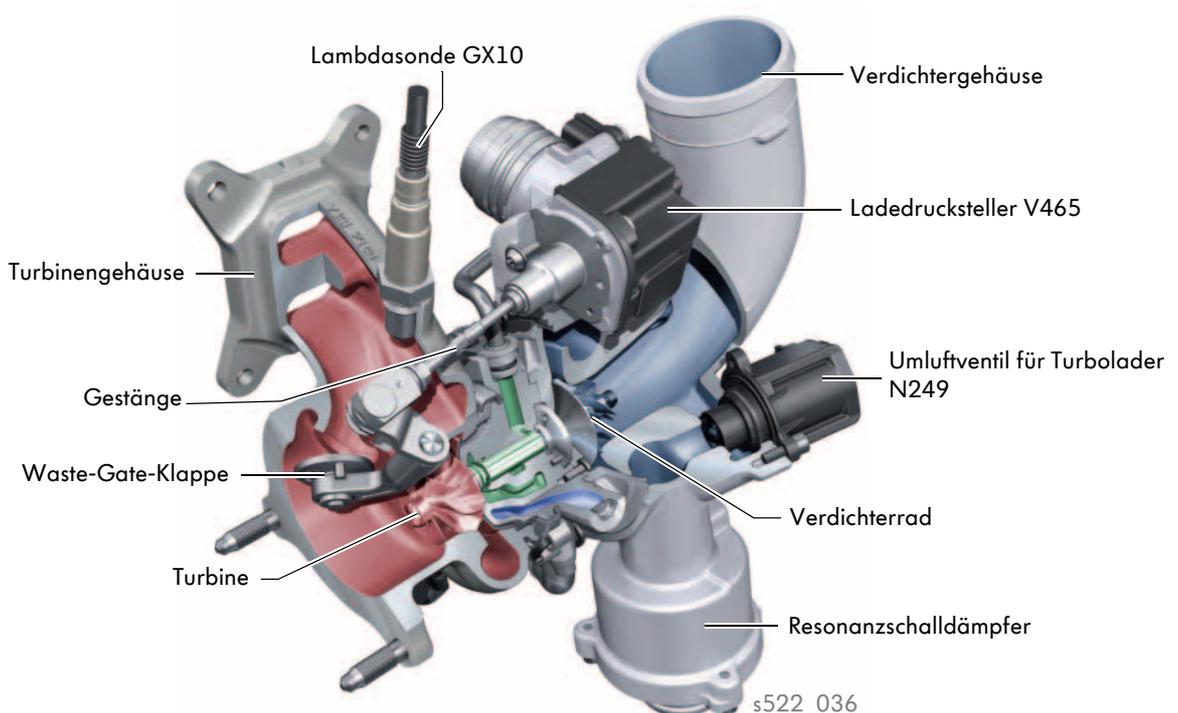
Um die hohe Temperaturbeständigkeit von 980°C zu erreichen, wird das Turbinengehäuse aus einem neuen Stahlgusswerkstoff gefertigt. Die zweiflutige Kanalführung des Abgases aus dem Abgaskrümmter wird im Abgasturbolader bis kurz vor die Turbine beibehalten. Dadurch ergibt sich eine bestmögliche Zündfolgetrennung. Die Ladeleistung der Turbine wurde insbesondere im oberen Drehzahlbereich verbessert.

Verdichtergehäuse und Verdichterrad

Das Verdichtergehäuse ist aus Aluminium-Guss gefertigt. Es wurde aufgrund der hohen Stellkräfte durch den Ladedrucksteller in seinem Aufbau verstärkt. Ein Resonanzschalldämpfer befindet sich direkt am Verdichtergehäuse. Das elektrische Umluftventil für Turbolader N249 regelt den Luftstrom zum Resonanzschalldämpfer. Der Anschlussflansch zur Einleitung der Blow-by-Gase aus der Kurbelgehäuseentlüftung ist im Verdichtergehäuse integriert.

Die Lambdasonde GX10

Die Lambdasonde GX10 ist eine Breitband-Lambdasonde. Sie wird direkt in den Anschlussflansch des Abgasturboladers an den Zylinderkopf eingeschraubt. Durch diese motornahen Anordnung erfasst die Sonde die Abgase jedes einzelnen Zylinders. Dies ermöglicht ein deutlich früheres Taupunktende und damit eine frühere Freischaltung der Lambda-Regelung bereits ca. 6 Sekunden nach Motorstart.

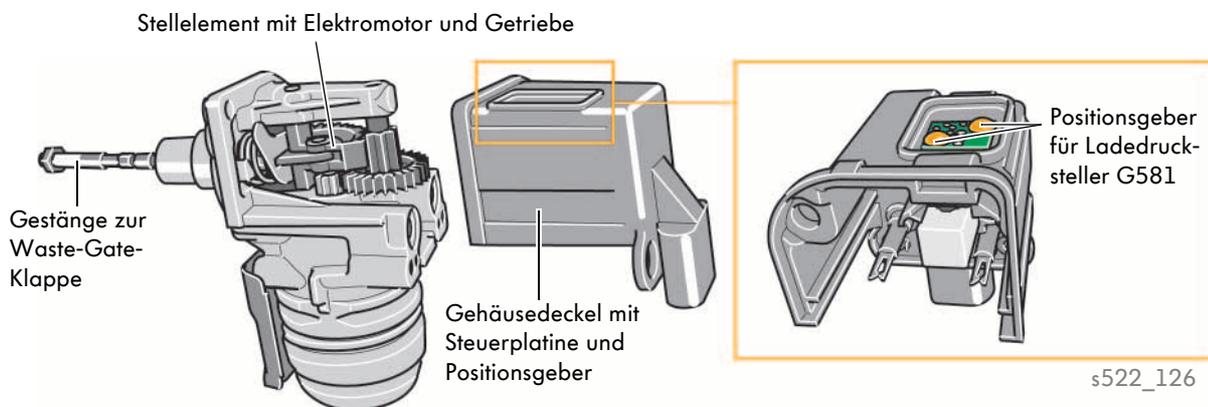


Der Ladedrucksteller V465

Bei dem Ladedrucksteller V465 erfolgt die Betätigung der Waste-Gate-Klappe des Abgasturboladers über einen Elektromotor und ein Getriebe, das die Schubstange zur Waste-Gate-Klappe bewegt.

Der elektromotorische Antrieb erlaubt eine schnelle und präzise Ladedruckregelung und bietet außerdem die folgenden Vorteile:

- Die Ansteuerung der Waste-Gate-Klappe ist unabhängig vom anliegenden Ladedruck möglich.
- Die hohe Zuhaltkraft der Waste-Gate-Klappe trägt dazu bei, das maximale Drehmoment von 350Nm bereits bei einer Motordrehzahl von 1500 1/min zu erreichen.
- Durch Öffnen der Waste-Gate-Klappe im Teillastbereich wird der Grundladedruck abgesenkt. Dadurch verringert sich der CO₂-Ausstoß um ca. 1,2g/km.
- Durch Öffnen der Waste-Gate-Klappe während des Katalysatorheizens ergibt sich eine um 10°C höhere Abgastemperatur vor dem Katalysator. Dies ermöglicht niedrigere Kaltstartemissionen.
- Die hohe Verstellgeschwindigkeit des Ladedruckstellers führt zu einem umgehenden Ladedruckabbau bei Lastwechsellvorgängen und im Schubbetrieb.



Der Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

Der Positionsgeber für Ladedrucksteller G581 ist ein Hallsensor, der im Gehäuse des Ladedruckstellers integriert ist. An die Getriebemechanik ist ein Magnethalter mit zwei Dauermagneten angebunden. Sie führen die gleiche Längsbewegung wie die Schubstange aus. Die Bewegung der Magneten wird von dem Hallsensor erfasst und an das Motorsteuergerät gesendet. Das Motorsteuergerät erfasst so die Position der Waste-Gate-Klappe.



Der Ladedrucksteller V465 lässt sich nicht einzeln ersetzen.

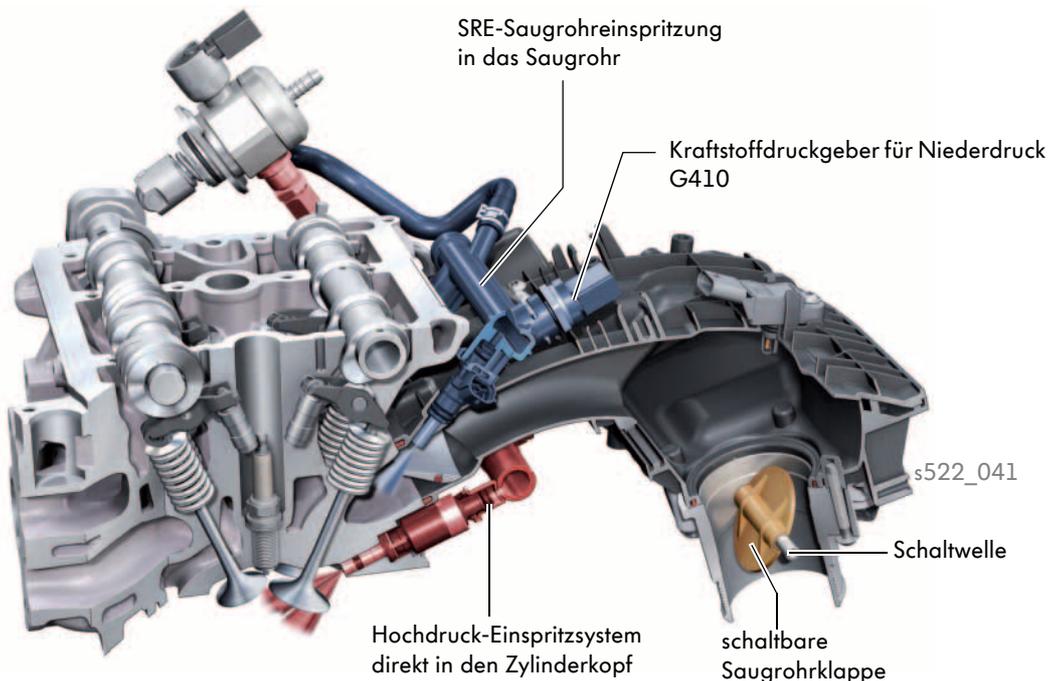
Weitere Informationen zum Resonanzschalldämpfer entnehmen Sie bitte dem Selbststudienprogramm Nr. 401 „Der 1,8l-118kW-TFSI-Motor mit Steuerkette“.

Die Gemischbildung

Die neuen 2,0l-TSI-Motoren besitzen ein duales Einspritzsystem. Das bedeutet, die Gemischbildung kann über zwei verschiedene Arten erfolgen. Bei der einen Art wird mittels TSI-Hochdruckeinspritzsystem direkt in den Zylinder eingespritzt und bei der anderen Art kommt als Einspritzsystem die Saugrohreinspritzung SRE zum Einsatz (SRE = Saugrohreinspritzung). Durch den Einsatz der Saugrohreinspritzung konnte der Ausstoß an feinen Rußpartikeln stark vermindert werden.

Weitere Entwicklungsziele des dualen Einspritzsystems sind:

- Anhebung des Druckes im Hochdruckkraftsystems auf 150 bis 200bar
- Erreichen der Partikelgrenzwerte der neuen Abgasnorm EU6 bezüglich Partikelmasse und Partikelanzahl
- Reduzierung der CO₂-Abgasemissionen
- Verbrauchsreduzierung im Teillastbereich
- Einbeziehung eines Saugrohreinspritzsystems
- Verbesserung der Motorakustik



Das Saugrohr

Die Saugrohrklappen der Schaltwelle aus Edelstahl sind wannenförmig ausgeführt. Diese Form vermindert eine Schwingungsanregung der Klappen durch den Luftstrom. Die Klappenposition wird über das Potenziometer für Saugrohrklappe G336 erkannt.

Die Betätigung der Schaltwelle erfolgt über das Ventil für Saugrohrklappe N316.

Die Schaltzeitpunkte sind drehmoment- und drehzahlabhängig in einem Kennfeld abgelegt.

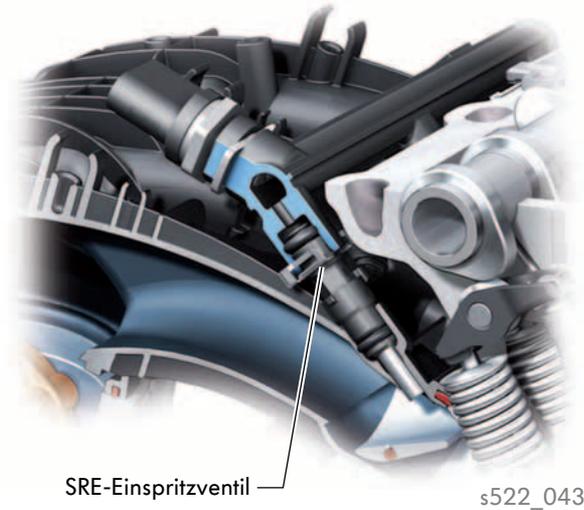


Kraftstoffsystem

Das SRE-Einspritzsystem

Die Versorgung des SRE-Einspritzsystems erfolgt über einen Spülanschluss an der Kraftstoffhochdruckpumpe. Der Spülanschluss ist Teil des Kraftstoff-Niederdrucksystems. Von dem Spülanschluss gelangt der Kraftstoff in das Kraftstoff-Niederdruckrail und von dort in die SRE-Einspritzventile, die den Kraftstoff in das Saugrohr einspritzen. Mit dem Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck G410 verfügt das SRE-Einspritzsystem über einen eigenen Drucksensor zur Überwachung der Kraftstoffversorgung. Die Förderung des Kraftstoffes erfolgt nur über die Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 im Kraftstofftank, nicht durch die Kraftstoffhochdruckpumpe.

Die Nutzung des Spülanschlusses der Kraftstoffhochdruckpumpe für die Zuleitung des Kraftstoffes erlaubt es, dass die Kraftstoffhochdruckpumpe auch im SRE-Betrieb durchspült und damit gekühlt wird. Im SRE-Betrieb kann die Förderung der Hochdruckpumpe über das Regelventil für Kraftstoffdruck N276 heruntergefahren werden.



Die Saugrohreinspritzung wird hauptsächlich im Teillastbereich angewendet. Dort haben die Kraftstofftröpfchen ausreichend Zeit zu vergasen und sich mit der Luft zu vermengen. Die Gemischbildung lange vor der Entflammung führt zu:

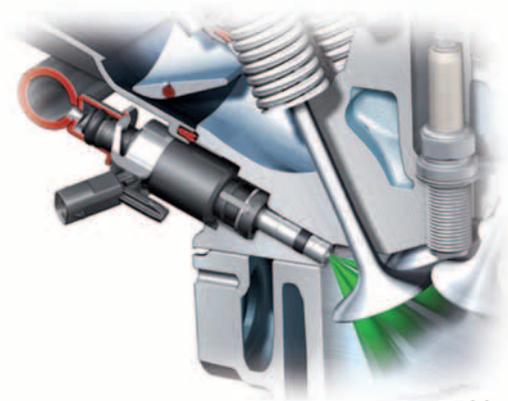
- Verringerung der Partikelmasse und Rußbildung,
- geringeren CO₂-Emissionen und
- Senkung des Kraftstoffverbrauchs.

Das Hochdruck-Einspritzsystem

Der erhöhte Kraftstoffdruck von bis zu 200bar machte es notwendig, das Kraftstoff-Hochdrucksystem konstruktiv anzupassen.

Die Hochdruckeinspritzventile wurden durch den Einsatz von Dichtungsscheiben akustisch vom Zylinderkopf entkoppelt. Die Position der Ventile wurde leicht zurückgezogen. Damit verbessert sich die Gemischbildung und die Temperaturbelastung der Ventile konnte vermindert werden.

Das Kraftstoff-Hochdruckrail wurde vom Saugrohr akustisch entkoppelt.



Die Betriebsarten

Das Regelkonzept zur Ausführung der Betriebsarten wurde anhand eines Kennfeldes vereinheitlicht. Das Kennfeld legt fest, ob und wann der Motor im SRE- und wann im Hochdruckbetrieb gefahren wird. Es unterscheidet dabei die folgenden Betriebsarten:

- SRE-Einfacheinspritzung
- Hochdruck-Einfacheinspritzung
- Hochdruck-Zweifacheinspritzung
- Hochdruck-Dreifacheinspritzung

Je nach Temperatur, Last und Drehzahl des Motors wechselt das System zwischen den einzelnen Betriebsarten.

Motorstart

Bei kaltem Motor mit einer Kühlmitteltemperatur unter 45°C und bei jedem Motorstart erfolgt eine dreifache Direkteinspritzung über das Hochdruck-Einspritzsystem in den Kompressionstakt.

Motor läuft unter Vollast

Aufgrund der hohen Leistungsanforderung wechselt das System wieder in den Hochdruckbetrieb. Es erfolgt eine zweifache Direkteinspritzung in den Ansaug- und den Kompressionstakt.

Warmlauf und Katalysatorheizen

In dieser Phase erfolgt eine zweifache Direkteinspritzung in den Ansaug- und Kompressionstakt. Der Zündzeitpunkt ist etwas in Richtung „spät“ verschoben. Die Saugrohrklappen sind geschlossen.

Notlauffunktion

Fällt eines der beiden Einspritzsysteme aus, wird der Motor vom Motorsteuergerät nur noch in dem verbliebenen System gefahren. Somit ist gewährleistet, dass das Fahrzeug fahrbereit bleibt. Die rote Motorkontrollleuchte im Kombiinstrument leuchtet auf.

Motor läuft im Teillastbereich

Liegt die Motortemperatur über 45°C und wird der Motor im Teillastbereich gefahren, erfolgt die Umschaltung in den SRE-Betrieb. Die Saugrohrklappen bleiben weitgehend geschlossen.



Um das Einspritzsystem drucklos zu machen, muss der Motor laufen und der Stecker vom Regelventil für Kraftstoffdruck N276 abgezogen werden. Ein gewisser Restdruck von der Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6 bleibt bestehen. Beachten Sie unbedingt die Hinweise in ELSA!

Systemübersicht

Sensoren

Drosselklappensteuereinheit **J338**
 Winkelgeber 1 & 2 für Drosselklappenantrieb
 bei elektrischer Gasbetätigung **G187, G188**

Bremslichtschalter **F**

Kupplungspositionsgeber **G476**

Kupplungspedalschalter **F36**

Kupplungspedalschalter für Motorstart **F194**

Gaspedalstellungsgeber **G79**
 Geber 2 für Gaspedalstellung **G185**

Klopfsensor 1 **G61**

Kraftstoffdruckgeber für Niederdruck **G410**

Hallgeber **G40**, Hallgeber 3 **G300**

Kühlmitteltemperaturgeber **G62**

Kühlmitteltemperaturgeber
 am Kühlerausgang **G83**

Motordrehzahlgeber **G28**

Ölstands- und Öltemperaturgeber **G266**

Potenzimeter für Saugrohrklappe **G336**

Saugrohrdruckgeber **G71**
 Ansauglufttemperaturgeber **G42**

Kraftstoffdruckgeber **G247**

Ladedruckgeber **G31**

Lambdasonde **G39**

Lambdasonde nach Katalysator **G130**

Öldruckschalter **F22**

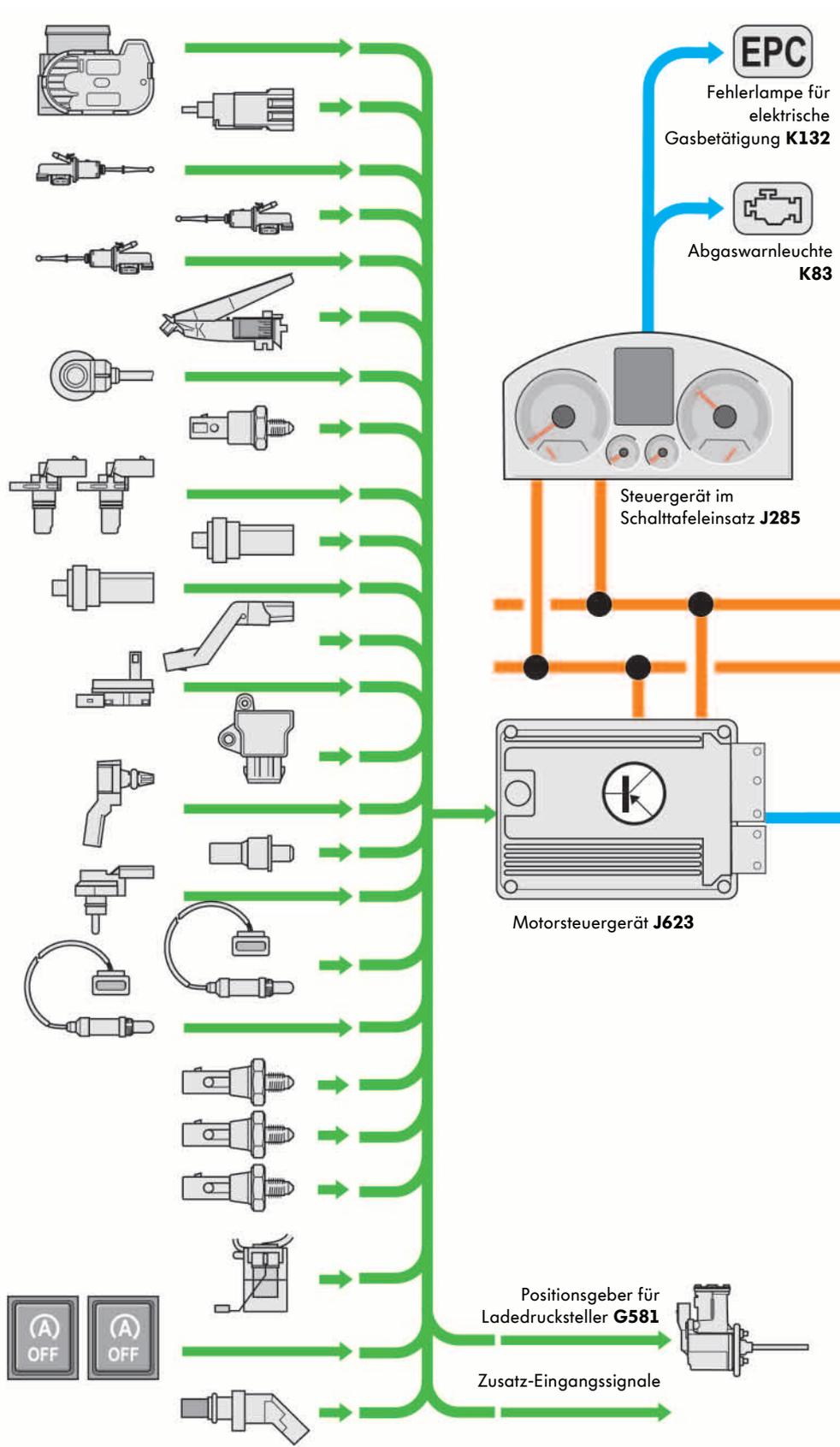
Öldruckschalter für reduzierten Öldruck **F378**

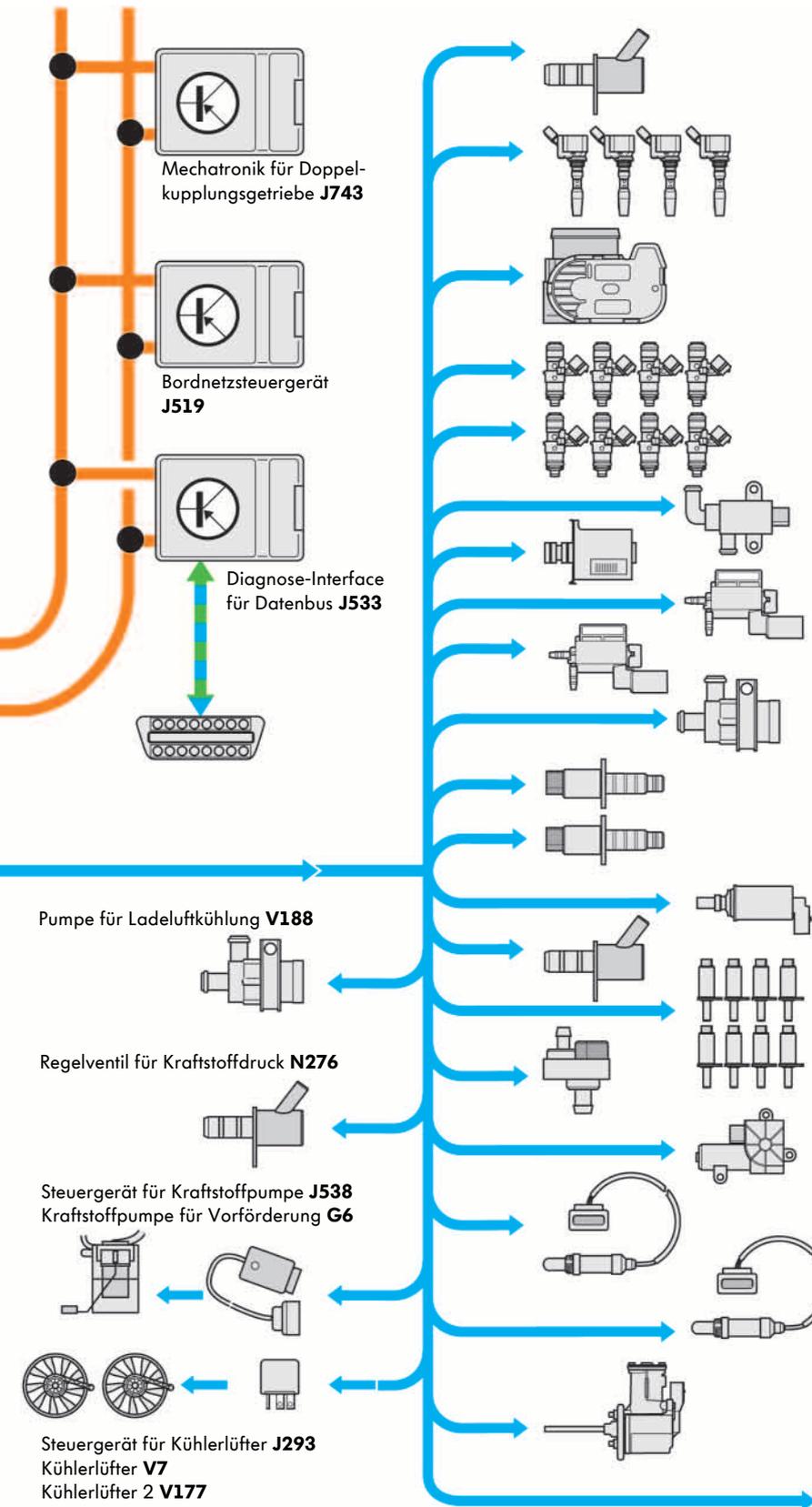
Öldruckschalter Stufe 3 **F447**

Geber für Kraftstoffvorratsanzeige **G**
 Geber 2 für Kraftstoffvorratsanzeige **G614**

Taster für Fahrprogramm **E598**
 Taster für Start-Stopp-Betrieb **E693**

Geber für Getriebe-Neutralstellung **G701**





Aktoren

- Steuerventil für Kolbenkühlkästen **N522**
- Zündspule 1–4 mit Leistungsendstufe **N70, N127, N291, N292**
- Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung **G186**
- Einspritzventil 2 für Zylinder 1–4 **N532–535**
- Einspritzventil für Zylinder 1–4 **N30–33**
- Absperrventil für Kühlmittel **N82**
- Umluftventil für Turbolader **N249**
- Ventil für Saugrohrklappe **N316**
- Absperrventil für Kühlmittel der Climatronic **N422**
- Pumpe für Kühlmittelnachlauf **V51**
- Ventil 1 für Nockenwellenverstellung **N205**
- Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass **N318**
- Ventil für Kraftstoffdosierung **N290**
- Ventil für Öldruckregelung **N428**
- Auslassnockensteller A/B für Zylinder 1–4 **N580, N581, N588, N589, N596, N597, N604, N605**
- Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter **N80**
- Stellelement für Motortemperaturregelung **N493**
- Heizung für Lambdasonde **Z19**
- Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator **Z29**
- Ladedrucksteller **V465**
- Zusatz-Ausgangssignale

s522_077



Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T10133/16A Demontagewerkzeug	 s522_112	Demontage der Hochdruck-Einspritzventile. Dieses Werkzeug ersetzt das bisherige Demontagewerkzeug T10133/16.
T10133/18 Hülse	 s522_056	Demontage der Hochdruck-Einspritzventile.
T401243 Hebel	 s522_057	Werkzeug zum Einfahren des Kurbelwellenspanners.
T40267 Absteckwerkzeug	 s522_058	Arretieren des Kurbelwellenspanners der Steuerkette.
T40274 Ausziehhaken	 s522_059	Demontage des Kurbelwellendichtringes.
T40270 Steckeinsatz XZN 12	 s522_060	Aus- und Einbau der Aggregatelagerung.



Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T40191/1 Distanzstücke Bildtafel: W00-10704	 <p>s522_117</p>	Zum Einbau der Kugelstücke auf der Auslassnockenwelle mit Schiebestücken.
T40266 Adapter	 <p>s522_073</p>	Zum Drehen der Nockenwellen.
T40271 Fixierung	 <p>s522_061</p>	Fixierung der Kettenräder an den Nockenwellen.



Neue Bauteil-Cluster

Durch die Weiterentwicklung der elektronischen Bauteile ist es möglich, verschiedene Sensoren und Aktoren zu Bauteil-Clustern zusammenzufassen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die neuen Benennungen der Cluster und ihrer dazugehörigen Sensoren und Aktoren.

Bauteil-Cluster	dazugehörige Sensoren und Aktoren
Gaspedalmodul GX2	Gaspedalstellungsgeber G79 und Geber 2 für Gaspedalstellung G185
Drosselklappensteuereinheit GX3	Drosselklappensteuereinheit J338, Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung G186, Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung G187 und Winkelgeber 2 für Drosselklappenantrieb bei elektrischer Gasbetätigung G188
Lambdasonde 1 nach Katalysator GX7	Lambdasonde nach Katalysator G130 und Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29
Saugrohrgeber GX9	Saugrohrdruckgeber G71 und Ansauglufttemperaturgeber G42
Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10	Lambdasonde G39 und Heizung für Lambdasonde Z19
Schaltableinsatz KX2	Steuergerät im Schaltableinsatz J285
Kühlerlüfter VX57	Steuergerät für Kühlerlüfter J293, Kühlerlüfter V7 und Kühlerlüfter 2 V177
Schaltermodul Konsole EX23	Taster für Fahrprogramm E598 und Taster für Start-Stopp-Betrieb E693



Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Das elektrische Waste-Gate ermöglicht ...

- a) höhere Zuhaltekräfte.
- b) höhere Abgastemperaturen beim Katalysatorheizen.
- c) Ladedruckabbau bei Lastwechseln.

2. Was ist beim Drehschiebermodul zu beachten?

- a) Es regelt den Kühlmittelstrom zum Heizungswärmetauscher.
- b) Das Stellelement für Temperaturregelung enthält auch ein Thermostat, welches im Notfall aufmacht.
- c) Die Verschraubung des Antriebsritzel auf der Ausgleichswelle hat Linksgewinde.

3. Die Kolbenkühl Düsen werden ...

- a) mechanisch bei hoher Öldruckstufe angesteuert.
- b) mittels des Öldruckschalter Stufe 3 F447 angesteuert.
- c) über ein Steuerventil am Nebenaggregateträger angesteuert.

4. Die Blow-by-Gase werden im Saugbetrieb des Motors ...

- a) vor den Abgasturbolader geleitet.
- b) in das Saugrohr geleitet.
- c) über den Feinölabscheider wieder in das Kurbelgehäuse zurückgeführt.



Prüfen Sie Ihr Wissen!

5. Welchen Vorteil bietet die Ventilhub-Umschaltung?

- a) Bei hohen Drehzahlen wird der Ladungswechsel optimiert.
- b) Das Rückströmen der Abgase auf den zuvor ausstoßenden Zylinder wird vermieden.
- c) Durch ein positives Druckgefälle im Brennraum werden die Restgase reduziert.

6. Welche Aussagen zum dualen Einspritzsystem sind richtig?

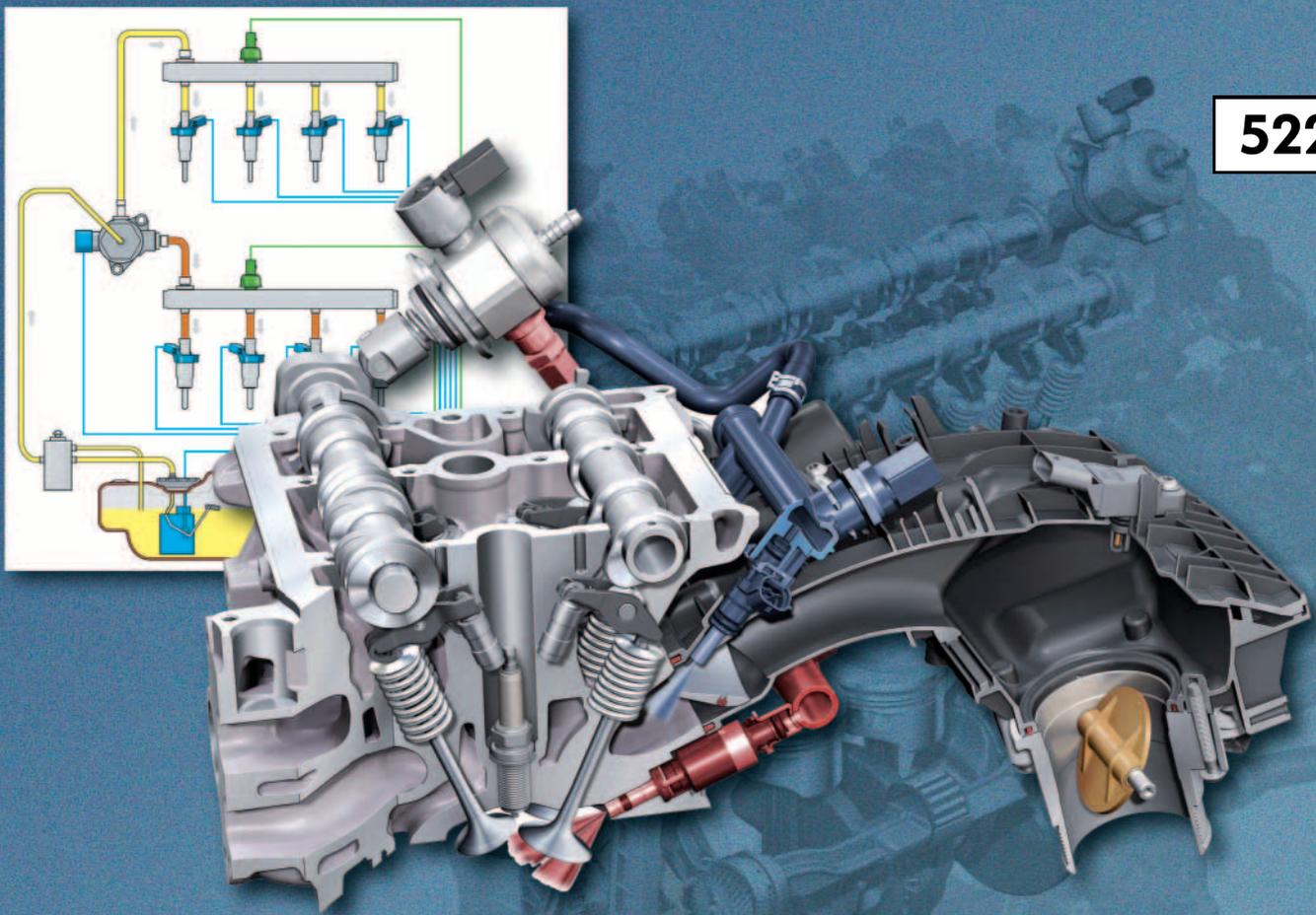
- a) Bei Saugrohreinspritzung und Direkteinspritzung ist eine höhere Leistung vorhanden.
- b) Im Saugrohrbetrieb haben die Kraftstofftröpfchen mehr Zeit zu vergasen.
- c) Im Saugrohrbetrieb ist auch eine 2-fach Einspritzung möglich, um die Partikelmasse zu reduzieren.

7. Was ist bei dem Kettentrieb zu beachten?

- a) Es gibt eine Kettenlängungs-Diagnose.
- b) Die Kettenlängung ist am Kettenspanner über Ringe zu erkennen.
- c) Wurde der Zylinderkopf ab- und wieder aufgebaut, muss danach eine Kettenlängungs-Diagnose durchgeführt werden.



Lösung:
1. a), b) c); 2. b), c); 3. c); 4. b); 5. b), c); 6. b), c); 7. a), b), c)



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2812.79.00 Technischer Stand 08/2013

Volkswagen AG
After Sales Qualifizierung
Service Training VSQ-2
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.