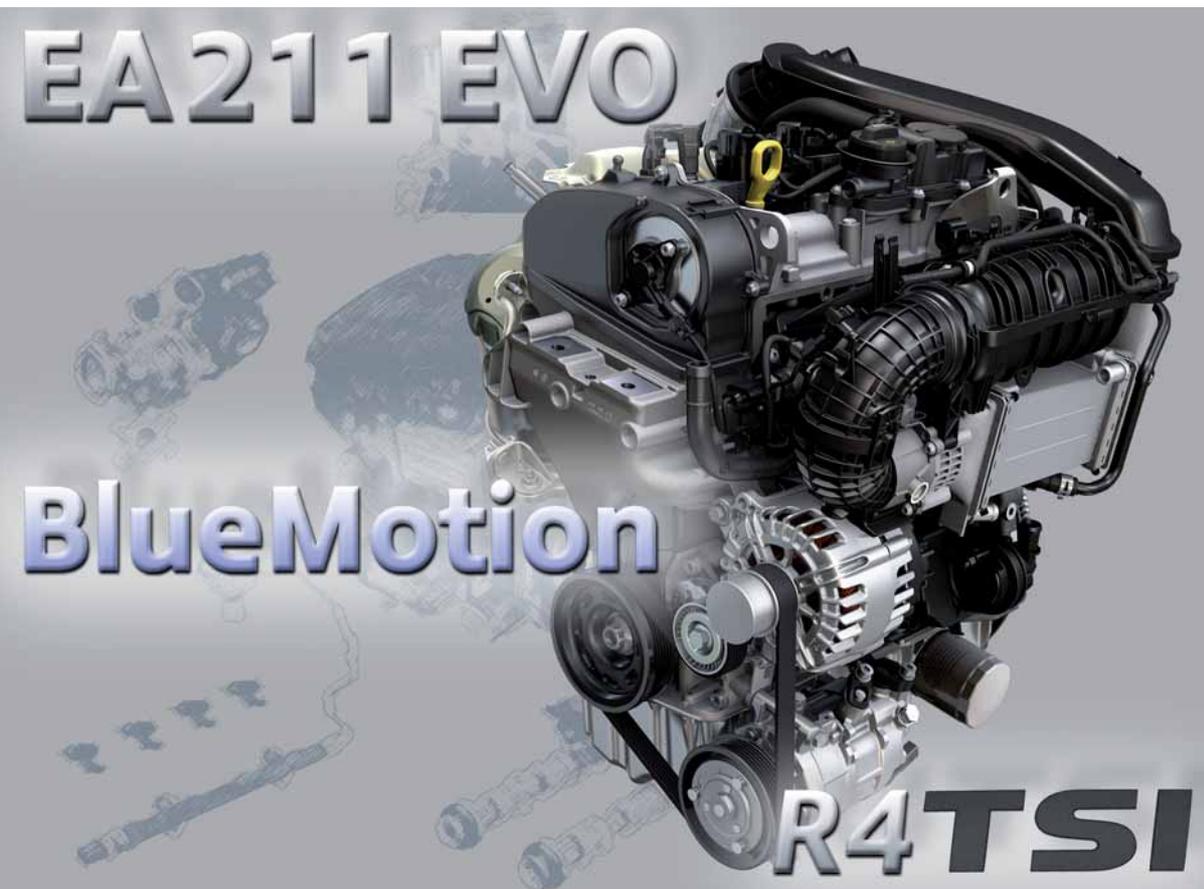




**Selbststudienprogramm 555**

**Die 1,5l-96/110 kW-TSI-Motoren EA211 EVO**

Konstruktion und Funktion



Die neuen 1,5l-4 Zylinder-TSI-Motoren gehören zur neuen Motorenbaureihe EA211 EVO. Mit ihnen wird die Strategie, den Kraftstoffverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zu senken sowie die Partikelemissionen deutlich zu verringern, kontinuierlich fortgeführt. Eingesetzt werden sie als Erstes in den Leistungsstufen mit 96 kW und 110 kW.



s555\_002

Im Selbststudienprogramm stellen wir Ihnen die Neuerungen gegenüber der Motorenbaureihe EA211, die Besonderheiten der Abgas-Turboaufladung und des Kraftstoffsystems, die Funktionen des Thermomanagements und des optimierten Miller-Brennverfahrens vor.



In den Selbststudienprogrammen Nr. 510 „Das Aktive Zylindermanagement ACT beim 1,4l-103 kW-TSI-Motor“ und Nr. 511 „Die neue Ottomotoren-Baureihe EA211“ finden Sie weitere Informationen zur Technik dieser Motoren.

Des Weiteren beachten Sie bitte die Volkswagen TV Beiträge zu den Themen „EA211 EVO Motoren – Toleranzausgleich im Steuertrieb“ und „Steuerzeiten einstellen mit VAS 611007“ sowie das Web Based Training „Eco Freilauf“.

**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.



# Auf einen Blick

<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
Die 1,5l-96/110 kW-TSI-Motoren EA211 EVO.....	4
<b>Motormechanik</b> .....	<b>6</b>
Die Merkmale der Motormechanik .....	6
Das Nockenwellengehäuse und der Zylinderkopf .....	8
Die Nockenwellenverstellung .....	10
Die Zylinderblöcke .....	11
Der Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie (VTG).....	12
Das Thermomanagement .....	14
Die Kurbelgehäusebe- und -entlüftung .....	18
<b>Motormanagement</b> .....	<b>20</b>
Die Systemübersicht .....	20
Das Motorsteuergerät J623 .....	22
Das Miller-Brennverfahren .....	23
Das Start-Stopp-System mit Eco-Freilauf .....	26
Das Hochdruck-Kraftstoffsystem .....	28
Die Sensoren und Aktoren .....	29
<b>Service</b> .....	<b>34</b>
Der Toleranzausgleich im Steuertrieb .....	34
Der Zahnriementrieb – Steuerzeiten .....	36
Die Spezialwerkzeuge .....	37
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>38</b>

## Die 1,5l-96/110 kW-TSI-Motoren EA211 EVO

Nachdem die Entwicklung in den letzten Jahren zu immer kleineren Motoren tendierte (Downsizing), folgt jetzt der nächste Schritt mit der weiteren Optimierung der Motoren. Das bedeutet, dass bei der Entwicklung eines Motors besonders darauf geachtet wird, Hubraum, Leistung, Drehmoment und Kraftstoffverbrauch sowie Einsatzbedingungen optimal aufeinander abzustimmen. Der Kunde bewegt sein Fahrzeug hauptsächlich im Teillastbereich. Demzufolge wurden die Motoren besonders in diesem Lastbereich verbessert. Vor allem der 1,5l-96 kW-TSI-Motor mit dem Miller-Brennverfahren ist in diesem Bereich besonders effizient.



s555\_012

## Technische Merkmale

Leistungsvariante	96 kW	110 kW
Benzin-Direkteinspritzung	●	●
Optimiertes Miller-Brennverfahren	●	-
Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie / Wastegate	● / -	- / ●
Thermomanagement	●	●
Zylinderkopf mit integriertem Abgaskrümmter	●	●
Antrieb der Nockenwellen über einen Zahnriemen	●	●
Einlass-Nockenwellenverstellung (70 °KW, Grundstellung in Position „spät“)	●	●
Auslass-Nockenwellenverstellung (40 °KW, Grundstellung in Position „früh“)	●	●
Zylinderblock mit Grauguss-Zylinderlaufbuchsen / plasmabeschichteten Zylinderlaufbuchsen	● / -	- / ●
Flügelzellen-Ölpumpe mit stufenloser Öldruckregelung	●	●
Motormanagement Bosch MG1	●	●
Luftmassenmesser G70	●	-

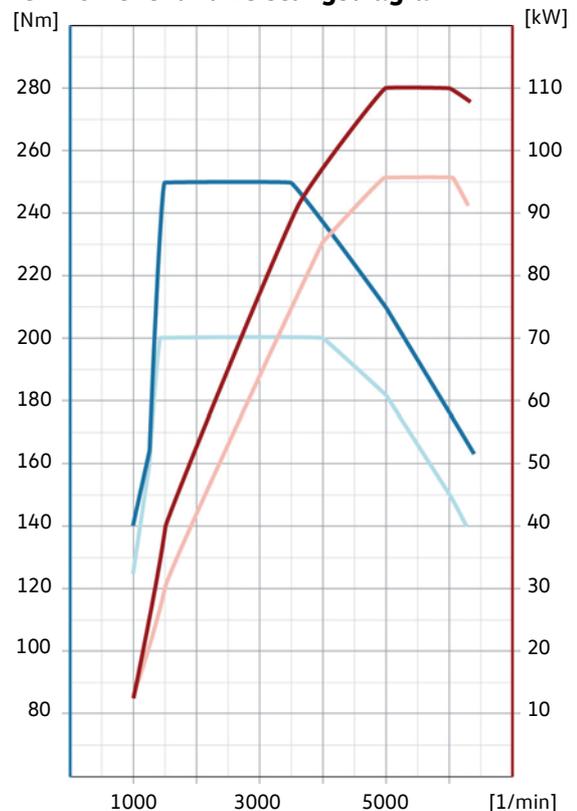
● vorhanden

- nicht vorhanden

## Technische Daten

Motorkennbuchstabe	DACA	DADA
Bauart	4-Zylinder-Reihenmotor	
Hubraum	1498 cm <sup>3</sup>	
Bohrung	74,5 mm	
Hub	85,9 mm	
Ventile pro Zylinder	4	
Verdichtungsverhältnis	12,5 : 1	10,5 : 1
max. Leistung	96 kW bei 5000- 6000 1/min	110 kW bei 5000- 6000 1/min
max. Drehmoment	200 Nm bei 1400-4000 1/min	250 Nm bei 1500-3500 1/min
Motormanagement	Bosch MG1	
Kraftstoff	Super Bleifrei mit ROZ 95	
Abgasnachbehandlung	3-Wege-Hauptkatalysator, 3-Wege-Unterbodenkatalysator, Lambdaregelung mit einer Breitband-Lambdasonde vor und einer Sprung-Lambdasonde nach dem Hauptkatalysator	
Abgasnorm	EU6	

## Drehmoment- und Leistungsdiagramm

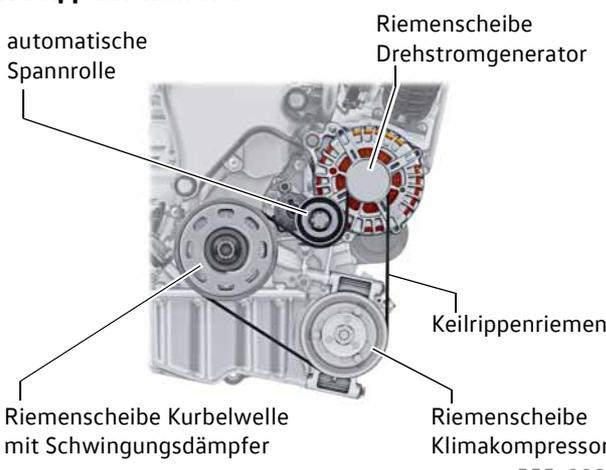
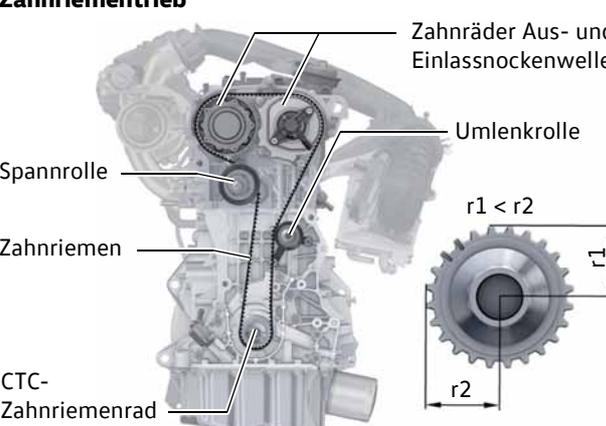
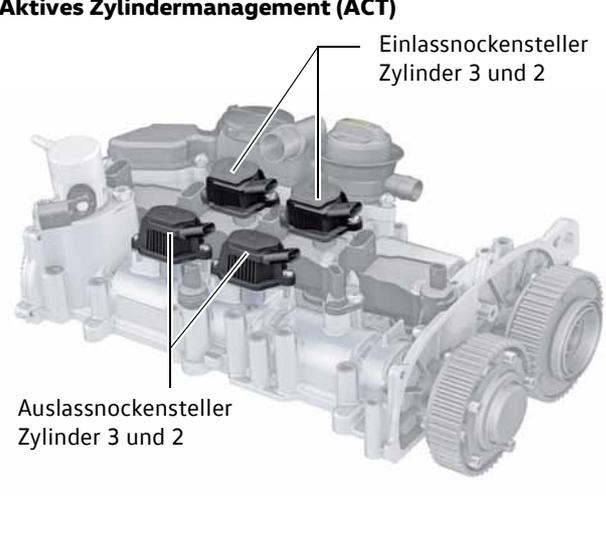


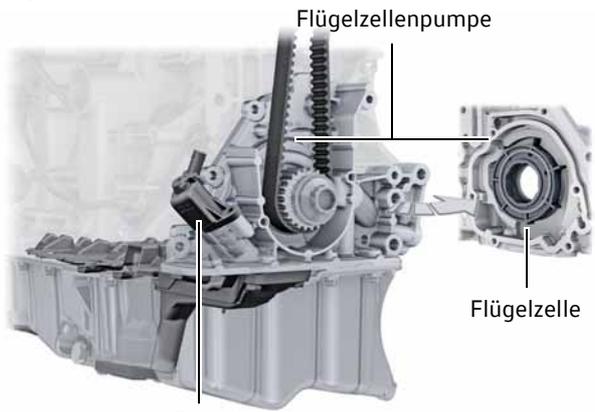
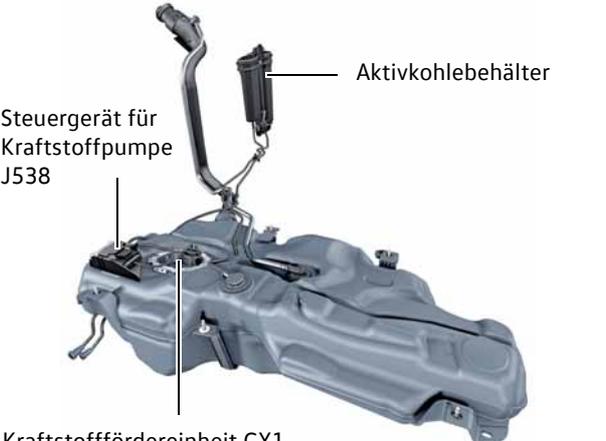
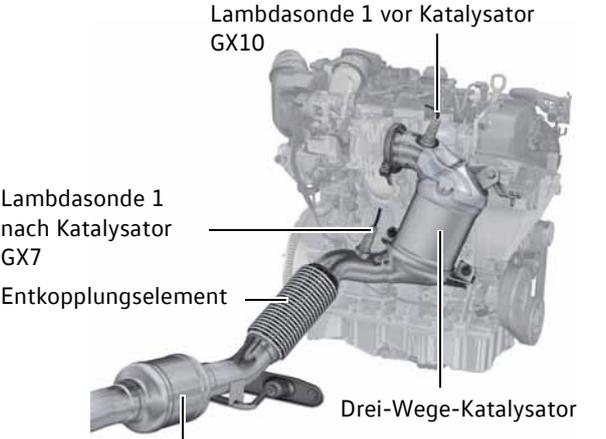
— DADA, 110 kW  
— DACA, 96 kW

s555\_006

## Die Merkmale der Motormechanik

In der Tabelle sehen Sie eine Übersicht der mechanischen Merkmale.

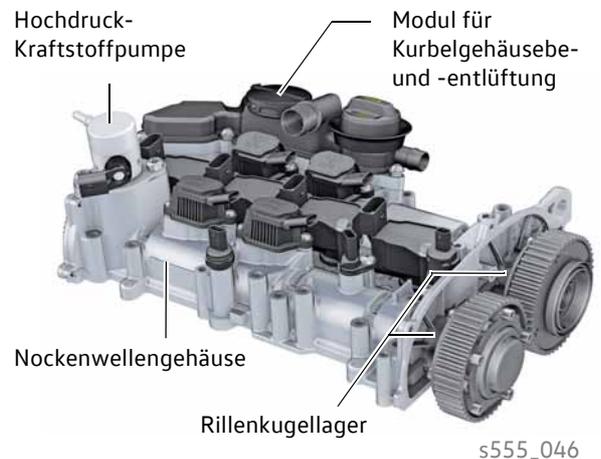
Bauteil	Merkmale
<p><b>Keilrippenriementrieb</b></p>  <p>automatische Spannrolle</p> <p>Riemenscheibe Drehstromgenerator</p> <p>Keilrippenriemen</p> <p>Riemenscheibe Kurbelwelle mit Schwingungsdämpfer</p> <p>Riemenscheibe Klimakompressor</p> <p>s555_008</p>	<p>Es gibt ausstattungsabhängig zwei Varianten des Keilrippenriementriebs. Mit oder ohne Klimakompressor. Der Antrieb erfolgt dabei über einen sechsrilligen Keilrippenriemen. Für einen ruhigen Motorlauf ist die Riemenscheibe an der Kurbelwelle mit einem Schwingungsdämpfer ausgestattet.</p> <p>Die Riemenscheibe des Drehstromgenerators ist mit einem Decoupler (Entkopplungselement) ausgestattet. Er verringert die Schwingungen im Keilrippenriementrieb in beiden Drehrichtungen.</p> <p>Die Nebenaggregate sind platzsparend direkt am Zylinderblock und an der Ölwanne verschraubt. Es ist keine zusätzliche Halterung erforderlich.</p>
<p><b>Zahnriementrieb</b></p>  <p>Zahnräder Aus- und Einlassnockenwellen</p> <p>Umlenkrolle</p> <p>Spannrolle</p> <p>Zahnriemen</p> <p>CTC-Zahnriemenrad</p> <p><math>r_1 &lt; r_2</math></p> <p>s555_009a</p>	<p>Der Antrieb der Nockenwellen erfolgt über einen wartungsfreien Zahnriemen. Eine automatische Spannrolle mit Anlaufbunden spannt und führt den Zahnriemen. Eine Umlenkrolle auf der Zugseite und ein spezielles CTC-Kurbelwellenzahnrad sorgen für einen ruhigen Zahnriemenlauf.</p> <p>CTC ist die Abkürzung für Crankshaft Torsionals Cancellation und bedeutet, dass die Zugkräfte und die Dreherschwingungen von der Kurbelwelle reduziert werden. Während des Arbeitstaktes wird der Zahnriemen durch einen kleineren Radius am Zahnriemenrad etwas entspannt. Dadurch werden die Zugkräfte reduziert und Dreherschwingungen des Zahnriementriebs vermindert.</p>
<p><b>Aktives Zylindermanagement (ACT)</b></p>  <p>Einlassnockensteller Zylinder 3 und 2</p> <p>Auslassnockensteller Zylinder 3 und 2</p> <p>s555_050</p>	<p>Bei allen 1,5l-EA211 EVO-Motoren kommt das Aktive Zylindermanagement zum Einsatz.</p> <p><b>Bedingungen für den 2-Zylinder-Modus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Motordrehzahl liegt ungefähr zwischen 1350 und 3200 1/min.</li> <li>- Das angeforderte Drehmoment beträgt drehzahlabhängig bei der 96 kW-Leistungsvariante bis zu 75 Nm und bei der 110 kW-Leistungsvariante bis zu 85 Nm.</li> <li>- Die Öltemperatur beträgt mindestens 10 °C.</li> <li>- Die Lambdaregelung ist aktiv.</li> </ul>

Bauteil	Merkmale
<p><b>Ölsystem</b></p>  <p>Ventil für Öldruckregelung N428</p> <p>s555_043</p>	<p>Wie beim 1,0l-3 Zylinder-TSI-Motor setzt eine stufenlose Öldruckregelung über eine Flügelzellen-Ölpumpe ein. Angetrieben wird diese direkt von der Kurbelwelle. Die Regelung erfolgt last-, drehzahl- und öltemperaturabhängig auf 1,4 bis 3,3 bar.</p> <p>Gegenüber der Ölpumpe des 1,0l-TSI-Motors gibt es zwei Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Förderleistung wurde wegen des dünnflüssigeren 0W-20 Öls durch breitere Flügelzellen erhöht</li> <li>- die Anzahl der Flügelzellen wurde von 11 auf 7 verringert. Dadurch wird die erforderliche Antriebsleistung der Ölpumpe reduziert.</li> </ul>
<p><b>Niederdruck-Kraftstoffsystem</b></p>  <p>Aktivkohlebehälter</p> <p>Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538</p> <p>Kraftstofffördereinheit GX1</p> <p>s555_044</p>	<p>Im Niederdruck-Kraftstoffsystem wird der Kraftstoff von der elektrischen Kraftstoffpumpe im Kraftstoffbehälter zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe gefördert. Der Kraftstoffdruck liegt bedarfsabhängig zwischen 2 und 6 bar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Normalbetrieb liegt der Kraftstoffdruck zwischen 2 und 5 bar.</li> <li>- Beim Kalt- und Heißstart wird der Druck kurzzeitig je nach Motortemperatur auf 5 bis 6 bar angehoben.</li> </ul>
<p><b>Abgasanlage</b></p>  <p>Lamdasonde 1 vor Katalysator GX10</p> <p>Lamdasonde 1 nach Katalysator GX7</p> <p>Entkopplungselement</p> <p>Drei-Wege-Katalysator</p> <p>Drei-Wege-Katalysator</p> <p>s555_045</p>	<p>Bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren besteht das Abgassystem aus dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmter, einer Breitband-Lamdasonde vor dem motornahen Drei-Wege-Katalysator, einer Sprung-Lamdasonde nach dem motornahen Drei-Wege-Katalysator, einem Entkopplungselement, einem zweiten Drei-Wege-Katalysator und fahrzeugabhängig verschiedener Schalldämpfer.</p> <p>Der zweite Drei-Wege-Katalysator dient zur sicheren Konvertierung von Kohlenwasserstoffen (HC), Kohlenmonoxiden (CO) und den Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) während der Diagnose des ersten Drei-Wege-Katalysators und über Laufzeit des Motors.</p>

## Das Nockenwellengehäuse und der Zylinderkopf

### Aufbau Nockenwellengehäuse

Das Nockenwellengehäuse besteht aus Aluminium-Druckguss und bildet zusammen mit den beiden Nockenwellen ein untrennbares Modul. Das bedeutet, die 6-fach gelagerten Nockenwellen dürfen nicht ausgebaut werden. Um die Reibung zu reduzieren, ist das vom Zahnriementrieb am höchsten belastete erste Lager der beiden Nockenwellen ein Rillenkugellager. Des Weiteren dient das Nockenwellengehäuse zur Aufnahme des Moduls für Kurbelgehäusebe- und -entlüftung und verschiedener Sensoren und Aktoren.

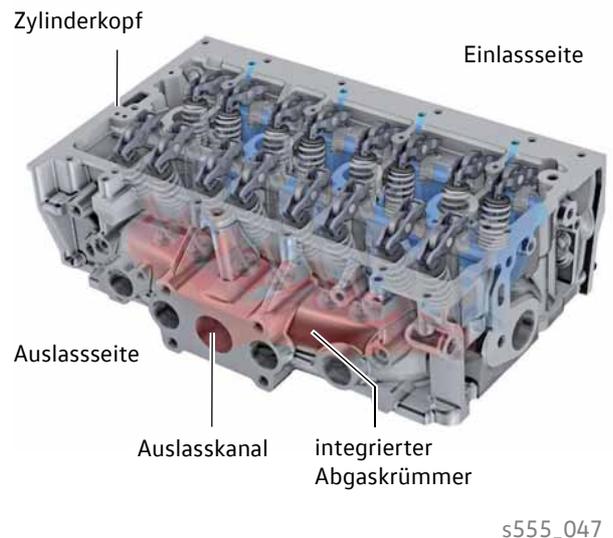


### Aufbau Zylinderkopf

Der Zylinderkopf mit 4-Ventiltechnik besteht aus Aluminium-Kokillenguss. Er wurde vor allem beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor für das Miller-Brennverfahren hinsichtlich der Kühlung und des Brennraumes optimiert.

Die Kühlung des Zylinderkopfes ist als Querstromkühlung ausgeführt. Das heißt, das Kühlmittel strömt von der Einlass- zur Auslassseite.

Der integrierte Abgaskrümmers (iAGK) im Zylinderkopf ist gegenüber dem 1,4l-TSI-Motor bezüglich Wärmeabfuhr und Entdrosselung des Kühlsystems verbessert worden.



### Weitere Vorteile des integrierten Abgaskrümmers (iAGK):

- Das Kühlmittel wird während des Motorwarmlaufes vom Abgas erwärmt. Der Motor erreicht schneller seine Betriebstemperatur. Dadurch sinkt der Kraftstoffverbrauch und der Innenraum kann eher geheizt werden.
- Durch die kleinere abgasseitige Wandungsoberfläche bis zum Katalysator gibt das Abgas beim Warmlauf wenig Wärme ab. Dadurch wird der Katalysator trotz der Kühlung durch das Kühlmittel schneller auf Betriebstemperatur erwärmt.
- Im Vollastbetrieb wird der integrierte Abgaskrümmers und das Abgas stärker gekühlt und der Motor kann bei Vollast in einem größeren Bereich mit  $\lambda = 1$  verbrauchs- und abgasoptimiert betrieben werden.

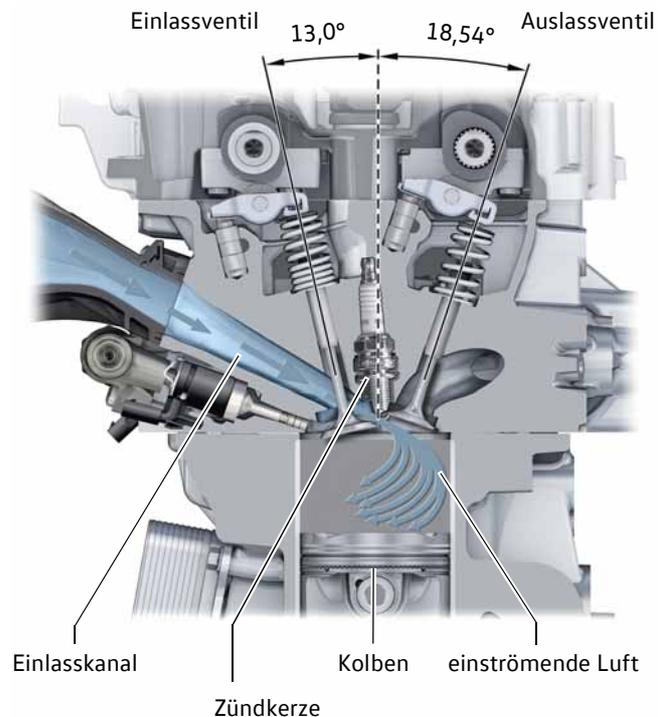
## Brennraum

### Brennraum, Ventiltrieb, Kolben, Zündkerzen

Für eine stabile und schnelle Verbrennung ist ein kompakter Brennraum erforderlich. Um den zu erreichen, wurden der Brennraum, der Ventiltrieb, die Kolben und die Einbaulage der Zündkerzen entsprechend angepasst.

Anpassungen für den kompakten Brennraum:

- kleinere Ventilwinkel (einlassseitig  $13,0^\circ$ , auslassseitig  $18,54^\circ$  zur senkrechten Motorachse)
- ebene Kolbenoberfläche mit leichter Mulde zur Unterstützung der Ladungsbewegung und Gemischbildung
- leicht dezentrale Zündkerzenposition mit gerichtetem Einbau für die richtige Position der Zündkerzen-Masseelektrode (Anzugsdrehmoment beachten!) für eine sichere Entflammung
- Verdichtungsverhältnis von 12,5:1 (96 kW) und 10,5:1 (110 kW)



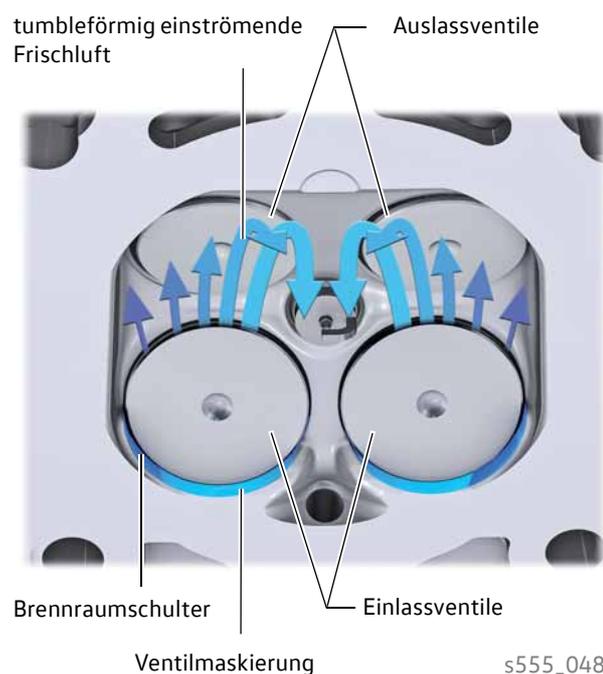
s555\_013

### Die Einlassventile

Beim 1,5l-96 kW-Motor haben die Ventilsitze der Einlassventile eine spezielle Ausformung. Sie besteht aus einer so genannten Ventilmaskierung und seitlichen Brennraumschultern. Beides sorgt dafür, dass die Luft bei geringen Ventilhuben nur in einem bestimmten Bereich in den Zylinder einströmen kann. Dabei wird sie mit einer hohen Strömungsgeschwindigkeit tumbleförmig in den Zylinder geführt. Die Bildung eines homogenen Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum wird unterstützt.

### Die Auslassventile

Die Auslassventile sind beim 1,5l-110 kW-TSI-Motor aufgrund der hohen Abgastemperaturen zur besseren Wärmeabfuhr mit Natrium gefüllt.



s555\_048

## Die Nockenwellenverstellung

Bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren setzen stufenlose Einlass- und Auslass-Nockenwellenverstellungen ein. Die Verstellung erfolgt last- und drehzahlabhängig durch Nockenwellenversteller an den Nockenwellen. Sie funktionieren nach dem hydraulischen Flügelzellenversteller-Prinzip und werden über die Ventile für Nockenwellenverstellung mit Motoröldruck versorgt.

### Aufbau der Einlass- und Auslassnockenwellenverstellung

#### Einlass-Nockenwellenverstellung

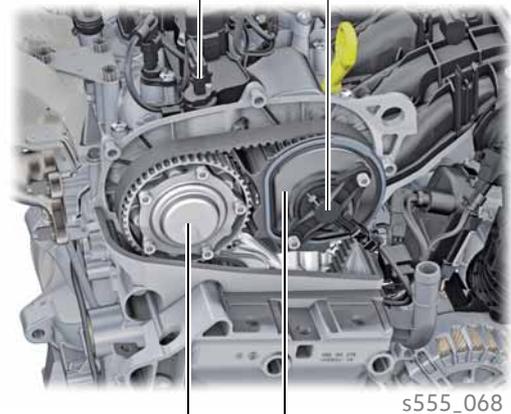
- das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung N727 ist nah am Nockenwellenversteller verbaut
- es betätigt über einen Stößel ein Steuerventil im Nockenwellenversteller, welches die entsprechenden Ölkanäle frei gibt
- für eine sehr schnelle Verstellung der Einlass-Nockenwelle werden die auf die Nocken wirkenden Ventildruckkräfte genutzt

#### Auslass-Nockenwellenverstellung

- der Aufbau und die Verstellung um bis zu 40°KW erfolgt wie bei den EA211er Motoren

Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass N318

Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass N727

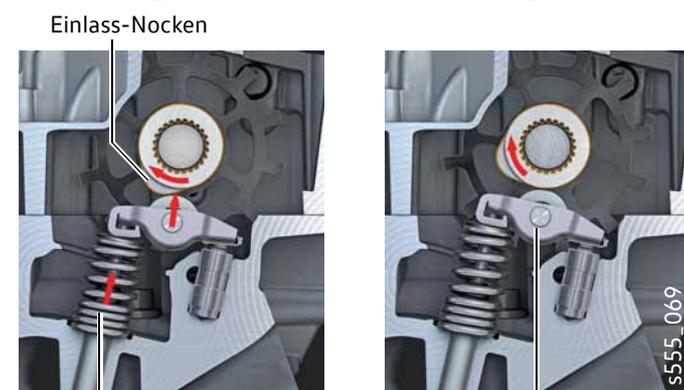
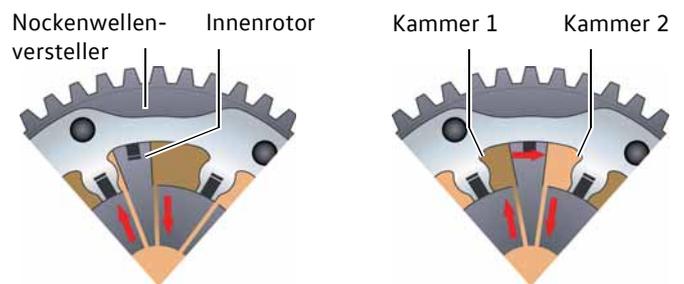


Auslass-Nockenwellenverstellung

Einlass-Nockenwellenverstellung

### Funktion der Einlass-Nockenwellenverstellung z. B. in Richtung „frühes Öffnen“

- das Motorsteuergerät steuert das Ventil für Nockenwellenverstellung an
- dieses betätigt eine Kolbenbaugruppe mit Rückschlagventilen im Steuerventil, die den Ölfluss in Richtung „frühes Öffnen“ ermöglichen
- die Ventildruckkräfte drücken über die Rollenschlepphebel den Einlassnocken in Richtung „frühes Öffnen“
- das bewirkt einen Druckanstieg in Kammer 2 des Nockenwellenverstellers
- das Öl wird von Kammer 2 über die Kolbenbaugruppe in die Kammer 1 gedrückt
- der Innenrotor wird verdreht und die Einlass-Nockenwelle in Richtung Einlassventile „frühes Öffnen“ verstellt



Ventilfeder

Rollenschlepphebel

## Die Zylinderblöcke

Die beiden Zylinderblöcke bestehen aus Aluminium-Druckguss und sind als Open-Deck-Variante ausgeführt. Open Deck bedeutet, dass es keine Stege zwischen der Außenwand des Zylinderblocks und den Zylinderrohren gibt. Dadurch können sich in diesem Bereich keine Luftblasen bilden, die zu Entlüftungs- und Kühlungsproblemen führen würden. Außerdem ist die Zylinderrohrverformung bei der Verschraubung des Zylinderkopfes mit dem Zylinderblock gering.

### Grauguss-Zylinderlaufbuchsen des 1,5l-96 kW-TSI-Motor

Die Grauguss-Zylinderlaufbuchsen sind in den Zylinderblock einzeln eingegossen. Bei ihnen ist die äußere Fläche sehr rau, wodurch die Oberfläche vergrößert und der Wärmeübergang zum Zylinderblock verbessert wird. Des Weiteren wird damit eine sehr gute formschlüssige Verbindung zwischen Zylinderblock und Zylinderlaufbuchse hergestellt. Im letzten Arbeitsschritt werden die Zylinderlaufbuchsen brillengehont.

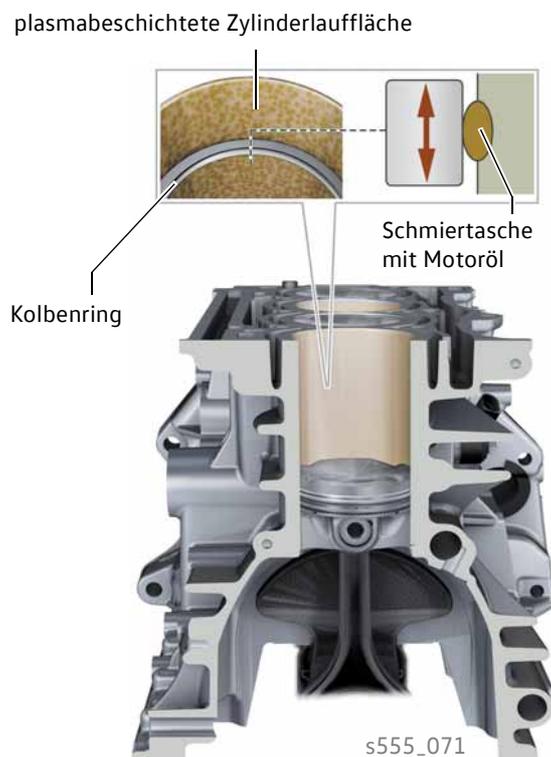


### Plasmabeschichtete Zylinderlaufbuchsen des 1,5l-110 kW-TSI-Motor

Die Zylinderlaufbuchsen werden durch atmosphärisches Plasmaspritzen (APS-Verfahren) beschichtet. Durch die Verwendung eines feinkörnigen Spritzpulvers entstehen in Kombination mit einer dafür optimierten Brillenhonung kleine Schmiertaschen. In ihnen wird das Motoröl gehalten. Wenn der Kolbenring über eine Schmiertasche läuft, wird in ihr ein Druck erzeugt, der gegen den Kolbenring wirkt. Dieser Gegendruck bewirkt, dass der Kolbenring auf einem Ölpolster aufschwimmt und eine hydrodynamische Schmierung gewährleistet. Die Reibung und der Verschleiß werden dadurch verringert.

Weitere Vorteile sind:

- eine höhere Wärmeabfuhr im Vergleich zu Grauguss und dadurch eine gesteigerte Klopfestigkeit bei der Verbrennung
- eine bessere Korrosionsbeständigkeit gegenüber schlechteren Kraftstoffen
- verschleißresistent beim hybridtypischen Zustart des kalten Ottomotors unter höherer Last

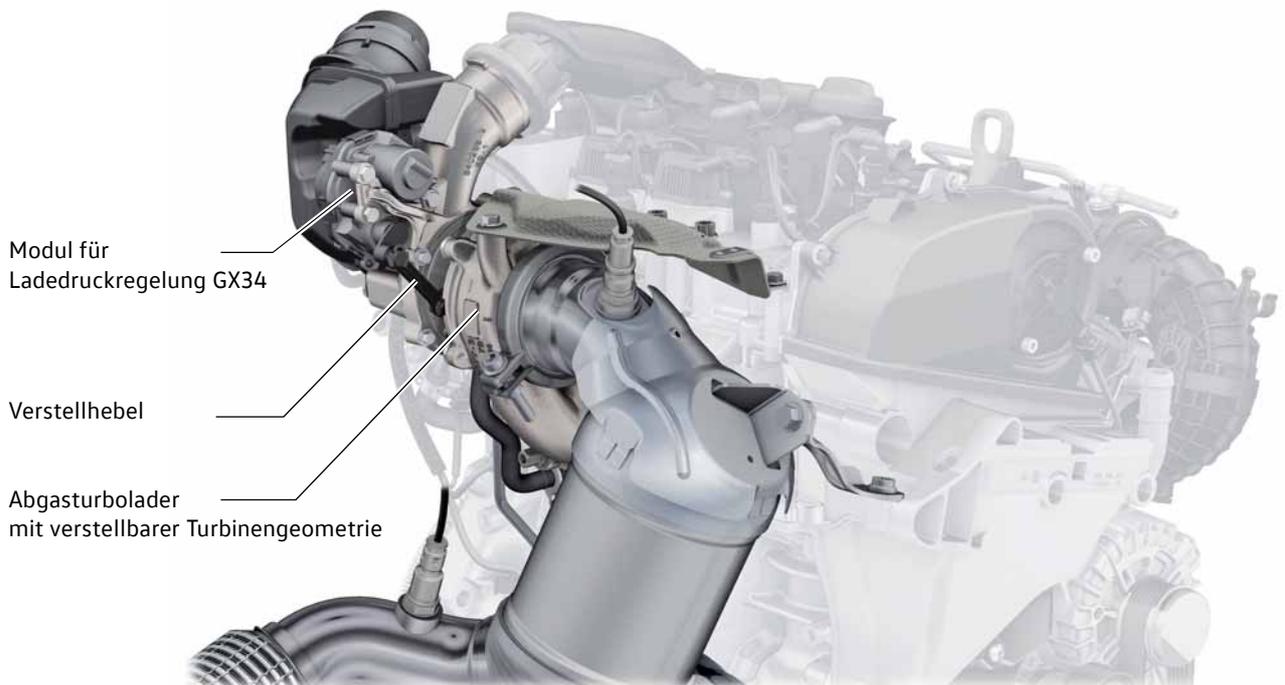


## Der Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie (VTG)

Bei dem 1,5l-96 kW-TSI-Motor setzt erstmalig bei einem Ottomotor von Volkswagen ein Abgasturbolader mit verstellbarer Turbinengeometrie ein. Dieser verfügt über verstellbare Leitschaufeln, mit denen der Abgasstrom auf das Turbinenrad gezielt beeinflusst werden kann. Dies hat den Vorteil, dass über den gesamten Drehzahlbereich hohe Ladedrücke bei geringem Abgasgegendruck erreichbar sind.

Während diese Technik bei Dieselmotoren schon lange eingesetzt wird, waren bei Ottomotoren die hohen Abgastemperaturen ein Problem für die einwandfreie Funktion der verstellbaren Leitschaufeln.

Mit dem Einsatz des Miller-Brennverfahrens betragen die Abgastemperaturen maximal 880 °C und liegen damit nur geringfügig höher als bei einem Dieselmotor.



s555\_051

### Vorteile eines Abgasturboladers mit verstellbarer Turbinengeometrie (VTG)

- Im unteren Drehzahlbereich steht bereits ein hohes Drehmoment zur Verfügung, bei diesem Motor wird das maximale Drehmoment bereits ab 1400 1/min erreicht.
- Durch einen geringeren Abgasgegendruck in der Turbine im oberen Drehzahlbereich und eine höhere Leistung im unteren Drehzahlbereich ergeben sich ein sehr gutes Ansprechverhalten und ein geringerer Kraftstoffverbrauch.

## Verstellbare Turbinengeometrie (VTG)

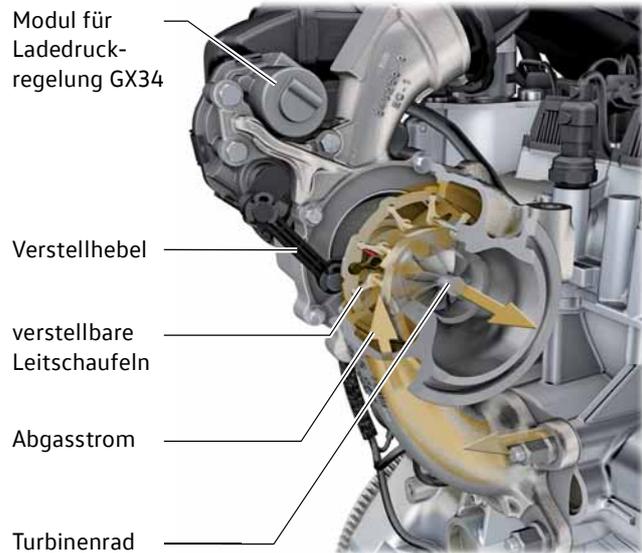
### Aufbau

Der Abgasturbolader ist direkt an den integrierten Abgaskrümmern angeschraubt.

Die Verstellung der Leitschaufeln am Turbinenrad erfolgt über das Modul für Ladedruckregelung mit dem elektrischen Ladedrucksteller und dem Positionsgeber für Ladedrucksteller.

Der Ladedrucksteller wird vom Motorsteuergerät angesteuert und verstellt die Leitschaufeln über einen Verstellhebel.

Über den Positionsgeber für Ladedrucksteller erkennt das Motorsteuergerät die Stellung der Leitschaufeln.

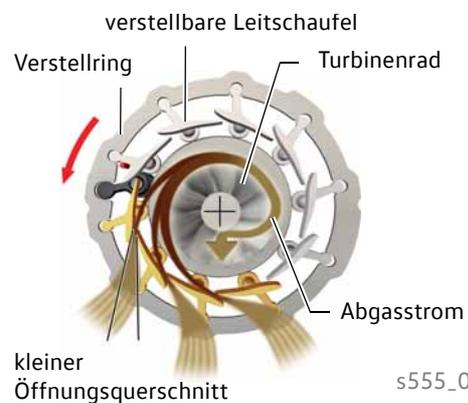


### Funktion

Die um das Turbinenrad ringförmig angeordneten, verstellbaren Leitschaufeln leiten ständig den vollen Abgasstrom über das Turbinenrad. Durch die Verstellung der Leitschaufeln können die Richtung und die Geschwindigkeit der Anströmung auf das Turbinenrad beeinflusst werden.

### Niedrige Drehzahl und hohe Ladedruckanforderung

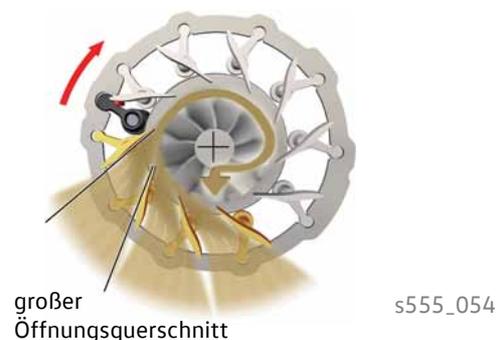
Um bei niedriger Drehzahl und hoher Lastanforderung einen schnellen Ladedruckaufbau zu ermöglichen, werden die Leitschaufeln auf einen engen Eintrittsquerschnitt eingestellt. Die Verengung bewirkt eine Beschleunigung des Abgasstromes und somit eine Steigerung der Turbinendrehzahl.



### Hohe Motordrehzahl

Die Leitschaufeln werden mit zunehmender Abgasmenge oder einem niedrigerem gewünschten Ladedruck weiter geöffnet. Der Eintrittsquerschnitt vergrößert sich.

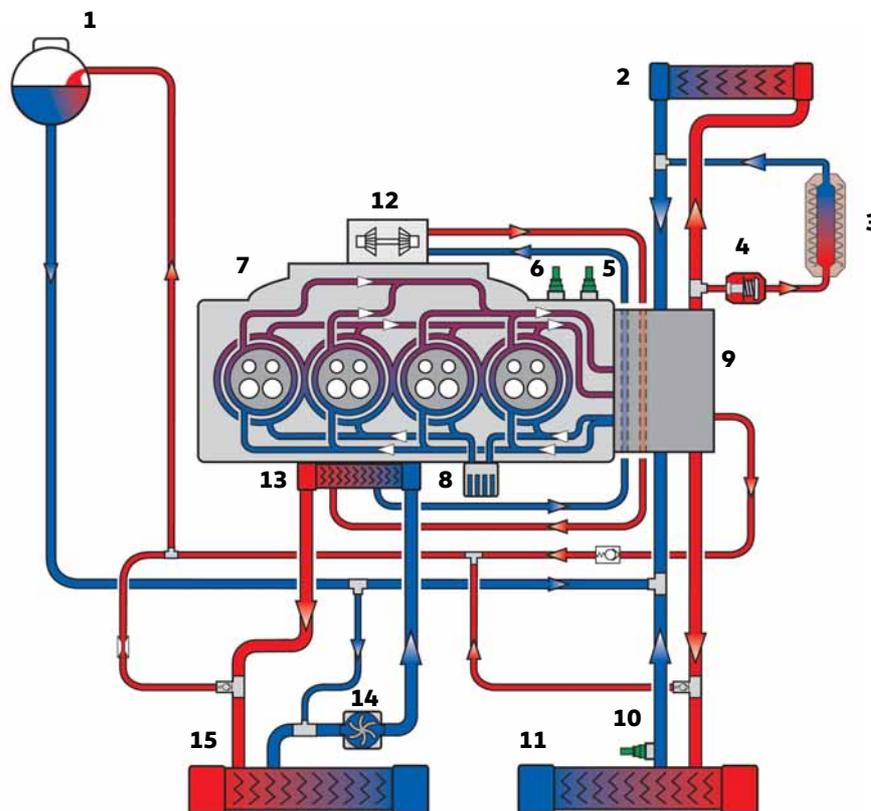
Die maximale Stellung der Leitschaufeln und damit der größte Eintrittsquerschnitt ist auch gleichzeitig die Notlaufstellung.



## Das Thermomanagement

Das Thermomanagement ermöglicht die gezielte Steuerung der Kühlmittelströme durch das Motor-Kühlsystem. Dieses umfasst den Motor, den Heizungswärmetauscher, den Kühler für Kühlmittel und den Getriebeölkühler. Das Kernelement ist das Kennfeldkühlungsmodul mit der integrierten Kühlmittelpumpe und dem Modul für Motortemperaturregelung. Durch die gezielte Ansteuerung des Moduls wird ein schneller Warmlauf des Motors, ein schnelles Ansprechverhalten der Innenraumheizung und ein optimaler Temperaturbereich für den Motor ermöglicht.

Das Ladeluft-Kühlsystem ist ausschließlich für die Kühlung des Abgasturboladers und der Ladeluft verantwortlich.



s555\_005

### Legende

**1** Ausgleichsbehälter

#### Motor-Kühlsystem

**2** Heizungswärmetauscher

**3** Getriebeölkühler

**4** Thermostat

**5** Kühlmitteltemperaturgeber G62

**6** Kühlmitteltemperaturgeber am Motorausgang G82

**7** Zylinderkopf/Zylinderblock

**8** Motorölkühler

**9** Kühlmittelpumpe mit Modul für Motortemperaturregelung GX33

**10** Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang G83

**11** Kühler für Kühlmittel

#### Ladeluft-Kühlsystem

**12** Abgasturbolader

**13** Ladeluftkühler

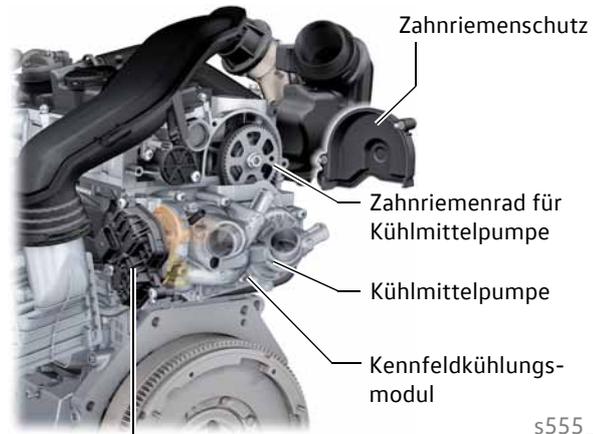
**14** Pumpe für Ladeluftkühlung V188

**15** Kühler für Ladeluft-Kühlkreislauf

## Kühlmittelpumpe mit dem Modul für Motortemperaturregelung GX33

Das Kennfeldkühlungsmodul ist getriebeseitig am Zylinderkopf verschraubt. Für eine möglichst kompakte Bauweise ist die Kühlmittelpumpe im und das Modul für Motortemperaturregelung am Kennfeldkühlungsmodul verbaut.

Das Modul für Motortemperaturregelung setzt sich zusammen aus dem Stellelement für Motortemperaturregelung N493 und dem Positionsgeber für Motortemperaturregelung G1004. Der Antrieb der Kühlmittelpumpe erfolgt über einen wartungsfreien Zahnriemen von der Auslass-Nockenwelle.



s555\_023

Modul für Motortemperaturregelung GX33



Die richtige Spannung des Zahnriemens erfolgt mit dem Anbau des Kennfeldkühlungsmoduls an den Zylinderkopf. Beachten Sie dazu die Hinweise im ELSA.

### Aufbau

Die Regelung der Kühlmitteltemperatur erfolgt elektrisch über das Modul für Motortemperaturregelung und zwei Drehschiebern im Kennfeldkühlungsmodul.

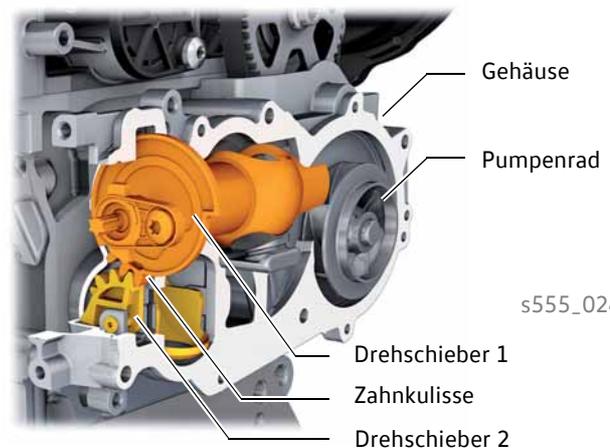
Bei der Verstellung wird

- der Drehschieber 1 über eine Welle direkt vom Stellelement für Motortemperaturregelung angetrieben und
- der Drehschieber 2 über eine Zahnkulisze von Drehschieber 1 mit verstellt.

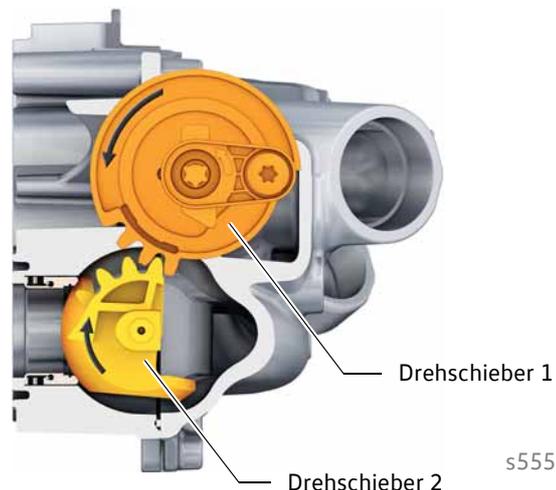
### Drehschieber 1 und 2

Das bedeutet, Drehschieber 1 und 2 sind mechanisch miteinander gekoppelt und bewegen sich in Abhängigkeit voneinander.

Die Stellung von Drehschieber 1 und damit auch von Drehschieber 2 wird durch den Positionsgeber für Motortemperaturregelung erkannt.



s555\_024



s555\_025

## Funktionsstrategie des Thermomanagements

Die Funktionsstrategie des Thermomanagements ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Das sind zum Beispiel die Drehzahl und das Drehmoment, ein schnellstmöglicher Motorwarmlauf, eine Heizungsanforderung oder auch hohe beziehungsweise niedrige Außentemperaturen.

Die Ansteuerung des Moduls für Motortemperaturregelung erfolgt in verschiedenen Phasen, die sich danach richten, ob die Zündung ein- oder ausgeschaltet ist, der Motor „kalt“ oder „warm“ ist oder die Kühlmitteltemperatur zwischen 85 °C und 105 °C geregelt wird.

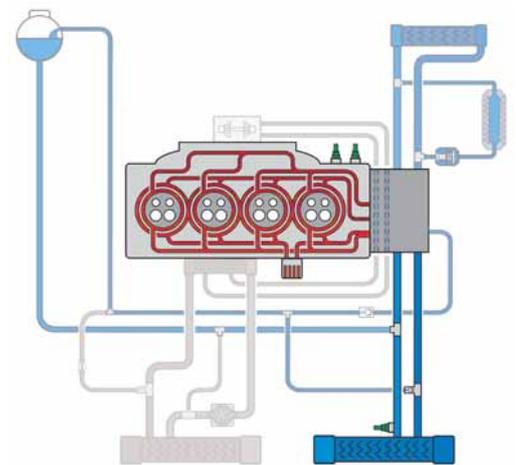
### Phase 01 Grundstellung bei „Zündung aus“

Bei „Zündung aus“ und einer gewissen Nachlaufzeit (siehe Phase 05) wird der Drehschieber 1 in eine Position verfahren, in der der Weg zum Kühler für Kühlmittel geschlossen ist. Dadurch verbleibt das Kühlmittel im Motor und kühlt langsamer ab. Ist beim Wiederstart des Motors noch Restwärme vorhanden, erreicht der Motor schneller seine Betriebstemperatur.

### Phase 02 Grundstellung bei „Zündung ein“, „Motorstart“

Damit der Motor möglichst schnell aufgewärmt wird, werden beide Drehschieber komplett geschlossen. Das Kühlmittel verbleibt im Motor (stehendes Kühlmittel) und wird durch die Verbrennungswärme schnell aufgeheizt. Die Kühlmittelpumpe wird angetrieben, fördert aber kein Kühlmittel.

-  Kühlmittel kalt
-  Kühlmittel wird durch Verbrennungswärme aufgeheizt

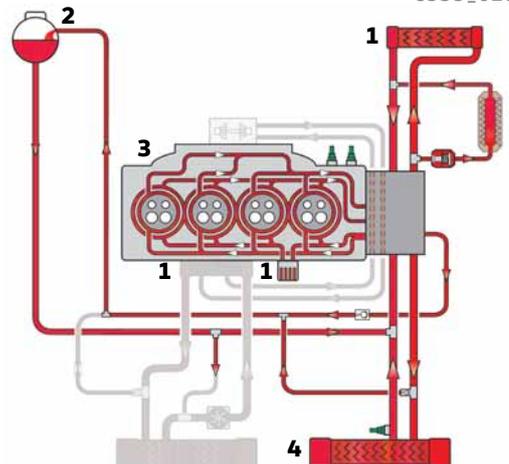


s555\_028

### Phase 03 Motorwarmlauf bis Kühlmitteltemperatur 85 °C

In dieser Phase werden über die beiden Drehschieber die einzelnen Kanäle zu den verschiedenen Bauteilen in nachstehender Reihenfolge geöffnet.

- 1 Zylinderkopf, Motorölkühler und Heizungswärmetauscher
- 2 Vorlauf zum Ausgleichsbehälter
- 3 Zylinderblock
- 4 Kühler für Kühlmittel



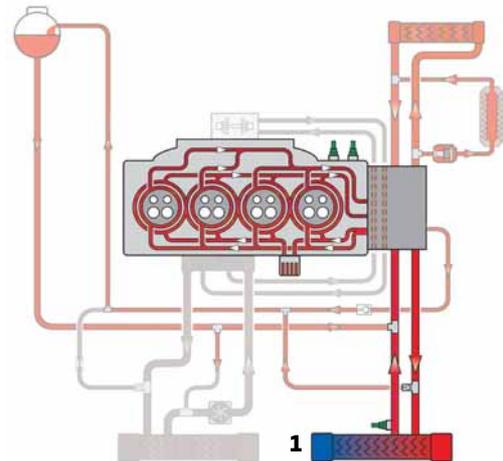
s555\_030

## Phase 04 Regelung Kühlmitteltemperatur auf 85 °C bis 105 °C

Nachdem der Motor warm ist, beginnt je nach Betriebszustand die Regelung der Kühlmitteltemperatur. Die Regelung erfolgt ausschließlich über die Verstellung des Drehschiebers 1.

Der Drehschieber 2 ist komplett offen und verbleibt in dieser Position.

Die Kühlmitteltemperatur wird bei niedriger Last und Drehzahl auf 105 °C geregelt und sinkt bei hoher Last und Drehzahl auf 85 °C. Die Regelung erfolgt stufenlos und ist kennfeldabhängig.



s555\_032

1 Regelung der Kühlmitteltemperatur über den Kühler für Kühlmittel

## Phase 05 „Zündung aus“ und „Diagnose“

Nach „Zündung aus“ werden die beiden Drehschieber für eine gewisse Nachlaufzeit komplett geöffnet. Die Länge der Nachlaufzeit richtet sich zum Beispiel nach der Ansteuerung der Pumpe für Ladeluftkühlung V188 und des Kühlerlüfters VX57.

Anschließend wird eine Diagnose der Endanschlüsse des Moduls für Motortemperaturregelung durchgeführt. Dabei werden die beiden Drehschieber zuerst in die Stellung komplett geöffnet verfahren, dann in die Stellungen mechanischer Anschlag komplett geschlossen und komplett geöffnet. Abschließend fährt das Modul für Motortemperaturregelung Drehschieber 1 in die Position Kühler für Kühlmittel geschlossen. Drehschieber 2 ist in dieser Position weiterhin voll geöffnet.

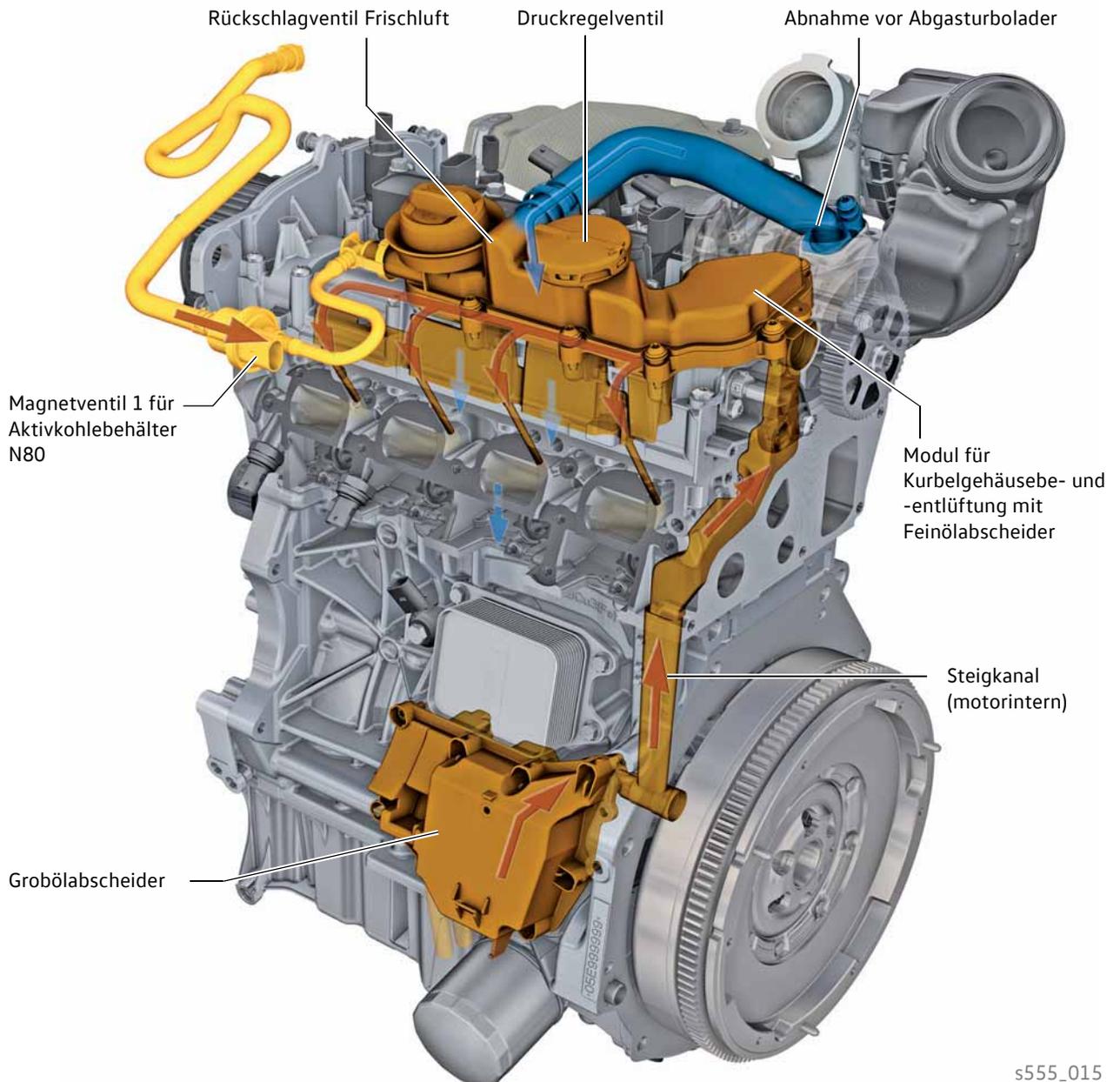
## Die Kurbelgehäusebe- und -entlüftung

### Kurbelgehäusebelüftung

Die Kurbelgehäusebelüftung sorgt für eine Durchspülung des Kurbelgehäuses mit Frischluft. Dadurch ist im Kurzstreckenbetrieb die Kondenswasserbildung im Öl gering und ein Einfrieren der Kurbelgehäuseentlüftung wird verhindert.

Die Belüftung mit Frischluft erfolgt, wenn der Druck im Zylinderkopf niedriger ist, als vor dem Abgasturbolader. Das Rückschlagventil Frischluft öffnet und die Frischluft gelangt über den Schlauch vor dem Abgasturbolader zum Modul für Kurbelgehäusebe- und -entlüftung.

Das Rückschlagventil Frischluft schließt, wenn der Druck vor dem Abgasturbolader niedriger ist als im Zylinderkopf. Damit wird vermieden, dass ungereinigte Gase aus dem Kurbelgehäuse angesaugt und vor dem Abgasturbolader eingeleitet werden.

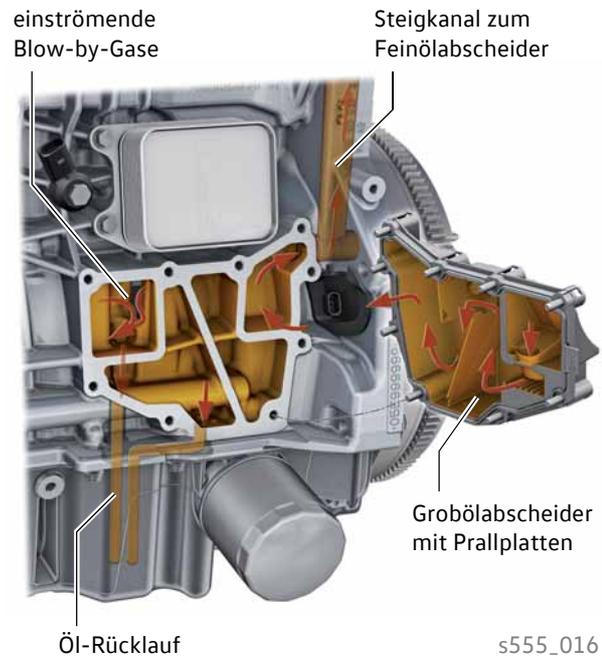


## Kurbelgehäuseentlüftung

Die Kurbelgehäuseentlüftung verhindert, dass Öldämpfe und unverbrannte Kohlenwasserstoffe in die Umwelt gelangen.

### Grobölabscheidung

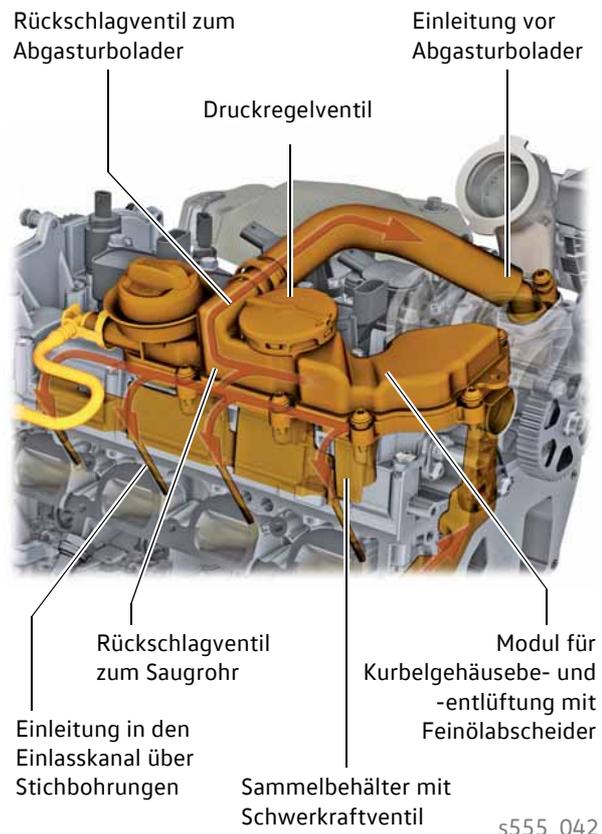
Die Grobölabscheidung ist Teil des Zylinderblockes. Die Blow-by-Gase werden durch ein Labyrinth mit mehreren Richtungswechseln durch den Grobölabscheider geführt. Dabei scheiden sich größere Öltröpfchen an den Prallplatten ab. Diese fließen über einen Rücklaufkanal in die Ölwanne zurück. Die grob gereinigten Blow-by-Gase werden jetzt durch Kanäle im Zylinderblock, Zylinderkopf und Nockenwellengehäuse zum Feinölabscheider geführt.



### Feinölabscheidung

Das Modul für Kurbelgehäusebe- und -entlüftung ist auf dem Nockenwellengehäuse verschraubt. Gleich zu Beginn erfolgt die Feinölabscheidung. Dabei durchströmen die Blow-by-Gase zwangsweise ein Labyrinth und auch feinste Öltröpfchen setzen sich an den Wandungen ab. Das abgeschiedene Öl tropft in einen Sammelbehälter mit einem Schwerkraftventil und gelangt von dort zurück in den Ölkreislauf. Anschließend strömen die gereinigten Gase weiter zum Druckregelventil. Dieses sorgt für ein gleichmäßiges Druckniveau. Je nach den im Ladeluftsystem herrschenden Druckverhältnissen erfolgt die Einleitung der gereinigten Blow-by-Gase in das Saugrohr (Saugbetrieb) oder über denselben Schlauch wie bei der Belüftung vor den Abgasturbolader (Ladebetrieb).

Die Rückschlagventile sorgen dafür, dass die Blow-by-Gase druckabhängig vor den Abgasturbolader oder in die Einlasskanäle geleitet werden.

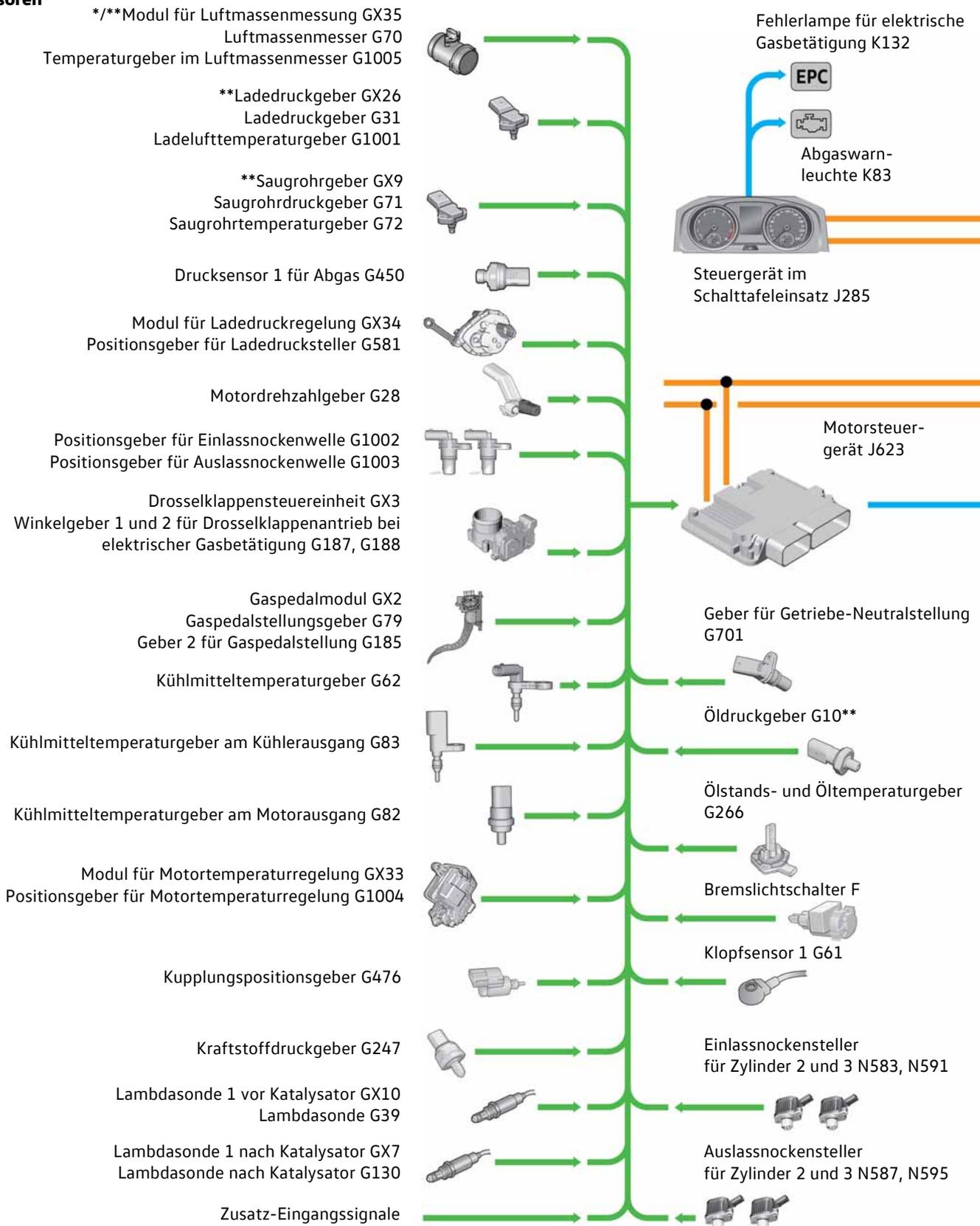


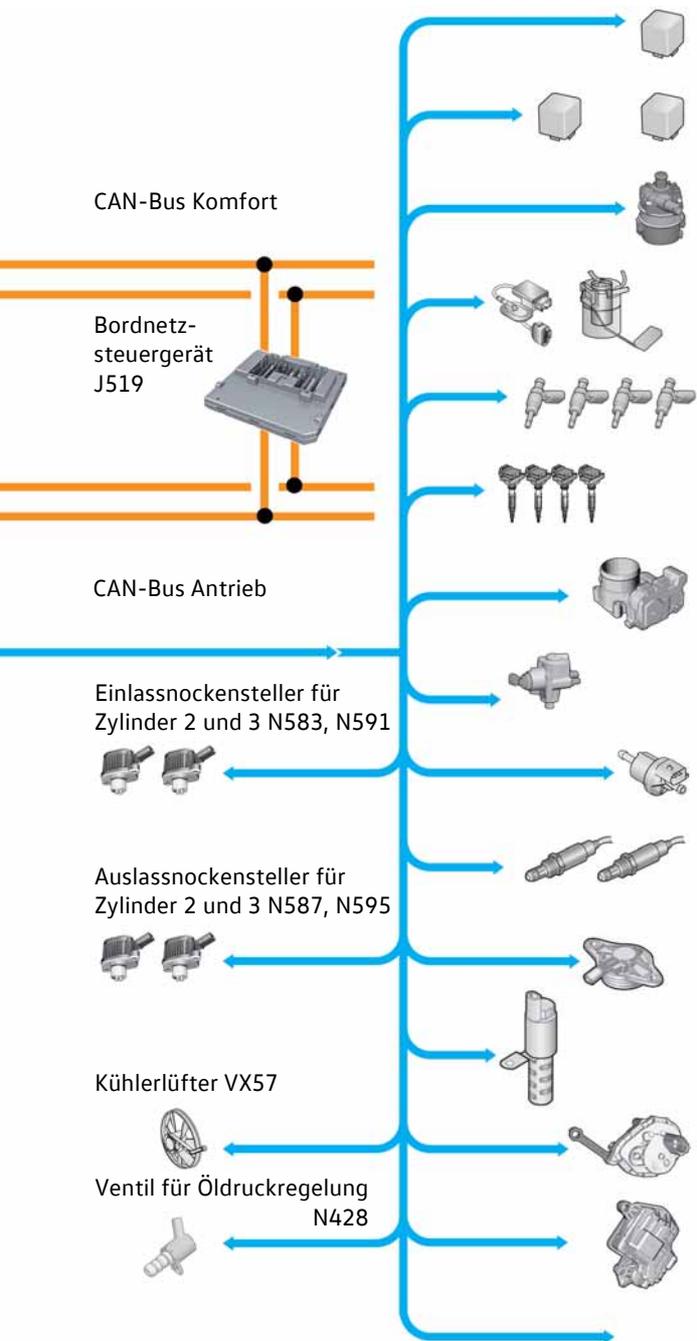
# Motormanagement

## Die Systemübersicht

### 1,5l- 96/110 kW-TSI-Motoren

#### Sensoren





s555\_004

## Aktoren

- Hauptrelais J271
- Starterrelais 1 J906  
Starterrelais 2 J907
- Pumpe für Ladeluftkühlung V188
- Steuergerät für Kraftstoffpumpe J538  
Kraftstofffördereinheit GX1  
Kraftstoffpumpe für Vorförderung G6
- Einspritzventile für Zylinder 1-4 N30-33
- Zündspulen 1-4 mit Leistungsendstufen  
N70, N127, N291, N292
- Drosselklappensteuereinheit GX3  
Drosselklappenantrieb für elektrische Gasbetätigung G186
- Ventil für Kraftstoffdosierung N290
- Einlassnockensteller für  
Zylinder 2 und 3 N583, N591
- Auslassnockensteller für  
Zylinder 2 und 3 N587, N595
- Kühlerlüfter VX57
- Ventil für Öldruckregelung  
N428
- Magnetventil 1 für Aktivkohlebehälter N80
- Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10  
Heizung für Lambdasonde Z19  
Lambdasonde 1 nach Katalysator GX7  
Heizung für Lambdasonde 1 nach Katalysator Z29
- Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass N727
- Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Auslass N318
- Modul für Ladedruckregelung GX34  
Ladedrucksteller V465
- Modul für Motortemperaturregelung GX33  
Stellelement für Motortemperaturregelung N493
- Zusatz-Ausgangssignale

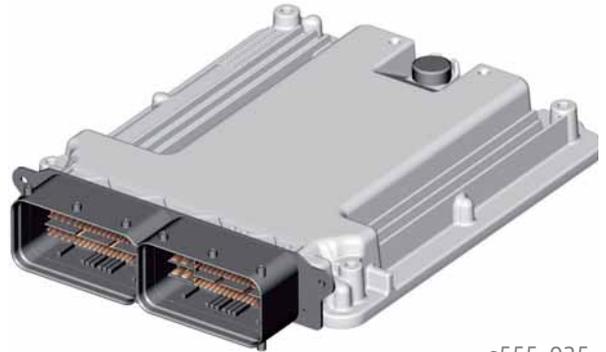


Bauteile mit einem X in der Kurzbezeichnung beinhalten mehrere Sensoren, Aktoren oder Schalter in einem Gehäuse, wie zum Beispiel der Saugrohrgeber GX9 mit dem Saugrohrdruckgeber G71 und dem Saugrohrtemperaturregelgeber G72.

# Motormanagement

## Das Motorsteuergerät J623

Bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren setzt die neueste Motorsteuergerätegeneration mit dem Motormanagement Bosch MG1 ein. Im 154-poligen Motorsteuergerät ist ein 32 Bit-, 300 MHz-Zweikern-Prozessor im Einsatz. Dieser Prozessor übernimmt die Steuerung und Regelung der unterschiedlichen Betriebsstrategien. Das ermöglicht eine hohe Effizienz des Motors.



s555\_035

Die Bezeichnung „Bosch MG1“ steht für:

- B = Bosch
- M = Motronic
- G = Gasoline
- 1 = 1. Generation

## Einspritzstrategie

Während bei den EA211-Motoren bis zu 3-mal pro Arbeitsspiel eingespritzt wurde, wird bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren bis zu 5-mal im Saug- und Verdichtungshub eingespritzt. Das erfolgt vor allem beim Motorwarmlauf, um die Partikelemissionen zu verringern. Durch die Aufteilung der insgesamt einzuspritzenden Kraftstoffmenge wird die Gemischbildung optimiert.

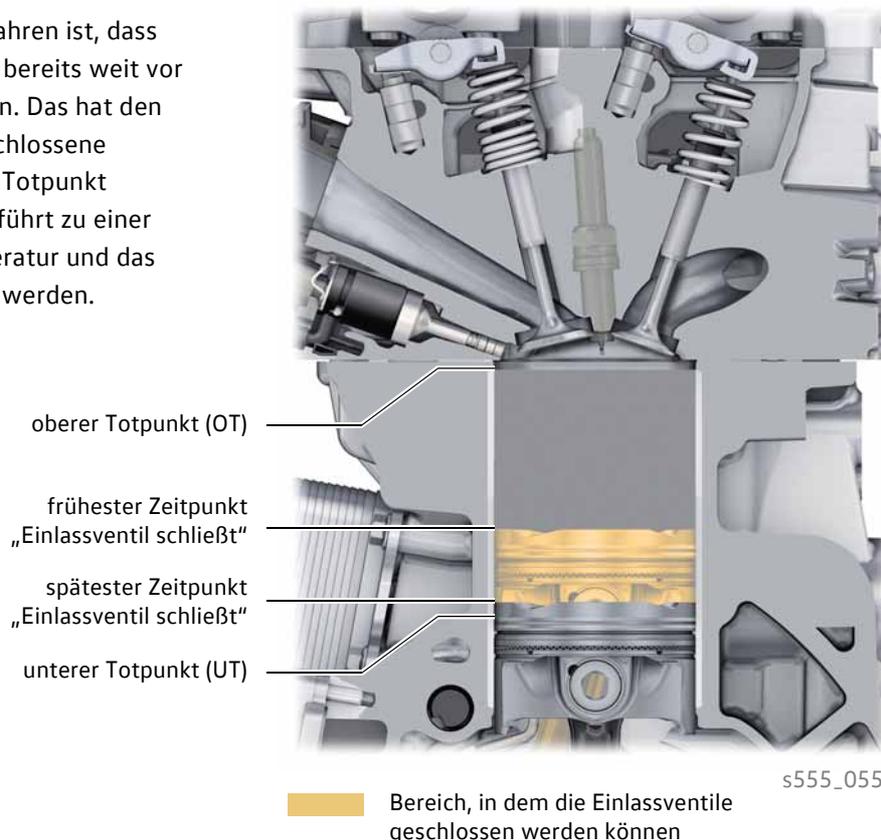
Betriebszustand	Anzahl der Einspritzungen	Maßnahme
<b>Motorstart</b>	1	Beim Motorstart erfolgt eine Einspritzung im Ansaughub.
<b>Katzeizen</b>	kennfeldabhängig 1 bis 5	Bei der Mehrfacheinspritzung für Katzeizen erfolgen bis zu 5 Einspritzungen. Die Mehrfach-Einspritzung ermöglicht einen stabilen Motorlauf bei späten Zündwinkeln. Durch die späte Verbrennung wird der Katalysator mit erhöhten Abgastemperaturen und -massenströmen beaufschlagt. Er wird schneller aufgeheizt. Alles zusammen trägt zur Abgasemissions- und Verbrauchssenkung bei. Bei der ersten Einspritzung wird ein Großteil der Gesamtkraftstoffmenge während des Ansaugtaktes eingespritzt. Dadurch wird eine gleichmäßige Aufbereitung des Kraftstoff-Luft-Gemisches herbeigeführt.
<b>Motorwarmlauf</b>	kennfeldabhängig 1 bis 5	Bei der Mehrfach-Einspritzung für Motorwarmlauf erfolgen bis zu 5 Einspritzungen. Durch die geringe Kraftstoffmenge die pro Einspritzung eingespritzt wird, verdampft sie fast vollständig und es erfolgt eine sehr gute Gemischbildung mit der Frischluft im Zylinder. Außerdem kommt es nur zu geringer Benetzung von Kraftstoff an den Bauteilen im Brennraum. Die Rohemissionen werden gesenkt.
<b>Normalbetrieb Motor warm</b>	kennfeldabhängig 1 bis 3	Bei der Mehrfach-Einspritzung im Normalbetrieb erfolgen kennfeldabhängig 1 bis 3 Einspritzungen.

# Das Miller-Brennverfahren

Das Brennverfahren ist maßgeblich für den Wirkungsgrad eines Motors entscheidend. Während die bisherigen TSI-Motoren schon einen sehr hohen Wirkungsgrad erzielen, wird dieser durch den Einsatz des Miller-Brennverfahrens beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor noch einmal deutlich gesteigert.

## Grundsätzliches zum Miller-Brennverfahren

Das Besondere am Miller-Brennverfahren ist, dass die Einlassventile kennfeldabhängig bereits weit vor dem unteren Totpunkt (UT) schließen. Das hat den großen Vorteil, dass sich das eingeschlossene Gemisch auf dem Weg zum unteren Totpunkt ausdehnt und dadurch abkühlt. Das führt zu einer verringerten Verdichtungsendtemperatur und das Verdichtungsverhältnis kann erhöht werden.



## Die Vorteile des Miller-Brennverfahrens gegenüber dem herkömmlichen Brennverfahren

- Durch das kühlere Gemisch sinkt die Verdichtungsendtemperatur und damit die Klopfneigung, das Verdichtungsverhältnis kann auf 12,5:1 gesteigert werden, wodurch der thermische Wirkungsgrad steigt und der Kraftstoff effektiver verbrennt.
- Durch die geringere zur Verfügung stehende Zeit, um die erforderliche Luftmasse in den Zylinder zu bekommen, wird in der Teillast die Drosselklappe weiter geöffnet und der Ladungswechsel entdrosselt.
- Weniger Kompressionsarbeit durch den größeren Hubraum.
- Durch das kühlere Gemisch wird in der Vollast die klopfende Verbrennung reduziert, dadurch kann in einem großen Drehmoment-/ Lastbereich mit Lambda 1 gefahren werden.

# Motormanagement

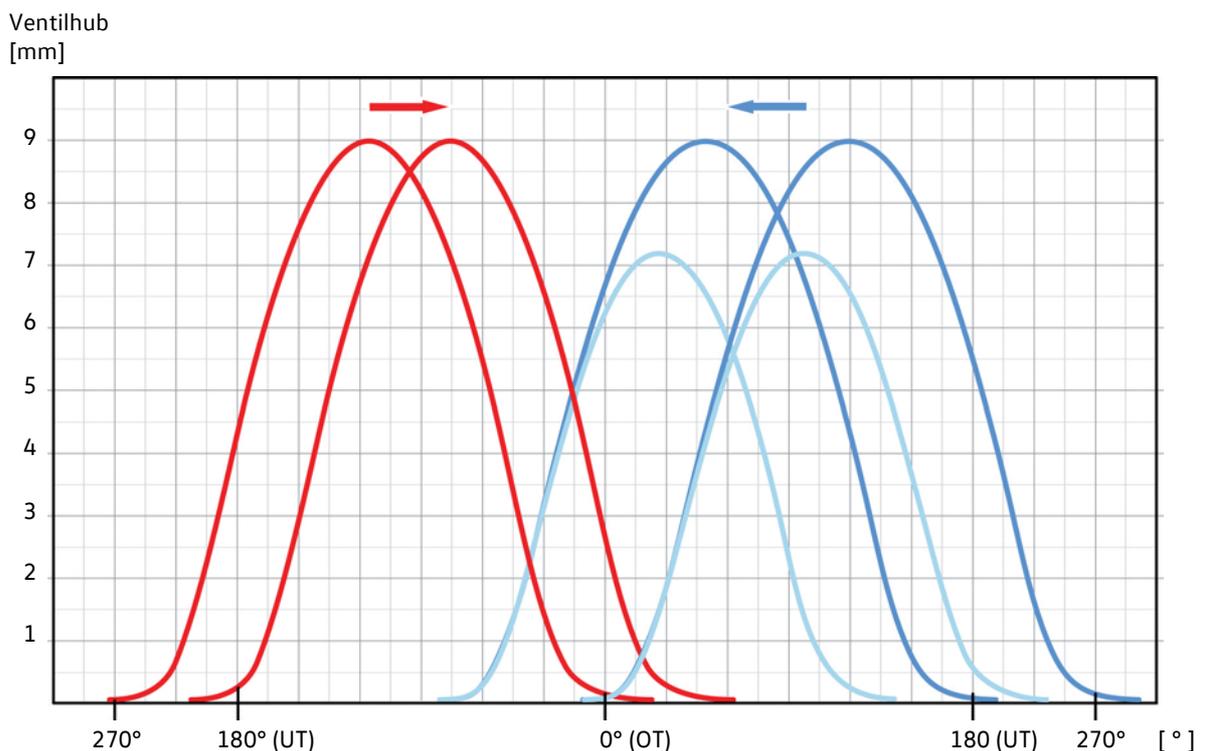
## Die Ventilsteuerzeiten

Ein Vergleich der Ventilsteuerzeiten zwischen dem 1,5l-96 kW-TSI-Motor mit Miller Brennverfahren und dem 1,5l-110 kW-TSI-Motor mit herkömmlichen Brennverfahren sehen Sie in der unten stehenden Grafik.

## Die Grunddaten der Ein- und Auslassventile

	1.5l-96 kW-TSI-Motor	1.5l- 110 kW-TSI-Motor
Öffnungslänge Ein-/ Auslassventile	150° /180°	194° /180°
Ventilhub Ein-/ Auslassventile	7,2 mm / 9,0 mm	9,0 mm / 9,0 mm
Einlass-Nockenwellenverstellung	70° Kurbelwinkel	70° Kurbelwinkel
Auslass-Nockenwellenverstellung	40° Kurbelwinkel	40° Kurbelwinkel

## Ventilsteuerzeiten 1,5l-96/110 kW-TSI-Motoren



s555\_056

### Farblegende

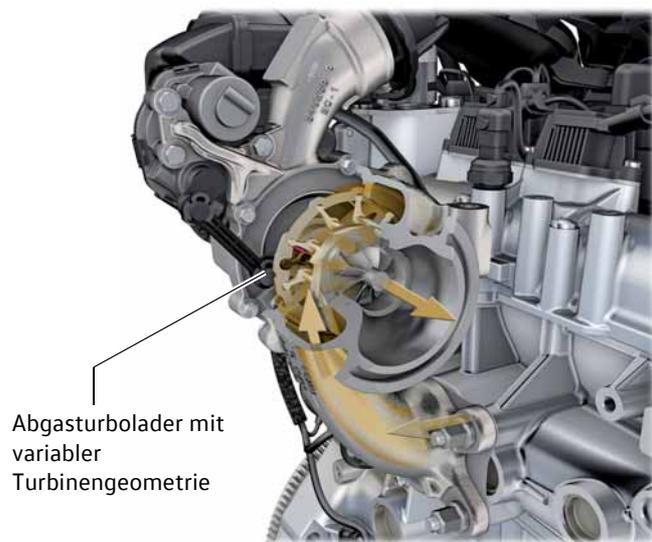
- Ventilsteuerzeiten Auslass 96/110 kW-TSI-Motor
- Ventilsteuerzeiten Einlass 96 kW-TSI-Motor
- Ventilsteuerzeiten Einlass 110 kW-TSI-Motor

## Voraussetzungen für den Einsatz des Miller-Brennverfahrens

Aufgrund des frühen Schließens, der geringen Öffnungslänge und des geringeren Ventilhubes der Einlassventile steht nur wenig Zeit zur Verfügung, um genügend Frischluft in die Zylinder zu bekommen. Damit dies dennoch gelingt, sind ein hoher Ladedruck und eine effektive Ladeluftkühlung erforderlich.

## Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie

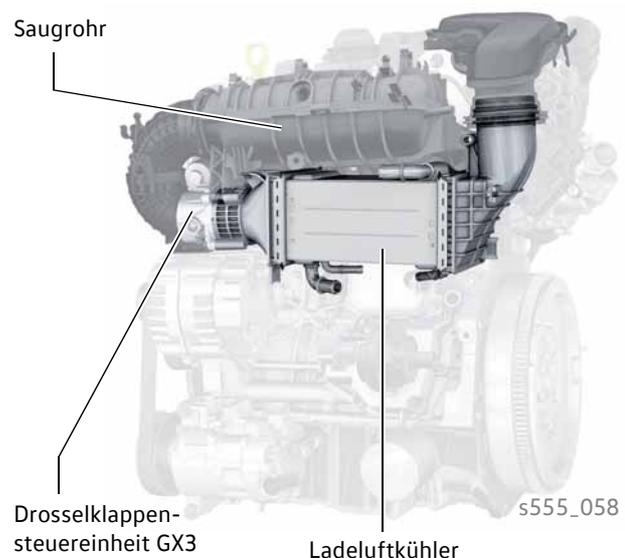
Aufgrund der niedrigen Verdichtungsendtemperatur kann bei diesem Motor ein Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie eingesetzt werden. Er erzeugt bereits bei niedrigen Drehzahlen einen hohen Ladedruck und sorgt trotz der kurzen Öffnungszeiten der Einlassventile für eine ausreichende Versorgung des Motors mit Frischluft. Der maximale Ladedruck beträgt bei diesem Motor etwa 2,3 bar (absolut) und liegt damit etwa 0,5 bar höher als beim 1,4l-92kW-TSI-Motor.



s555\_057

## Ladeluftkühler

Ein höherer Ladedruck erhöht allerdings gleichzeitig die Temperatur der Ladeluft. Um die Ladeluft möglichst stark herunterzukühlen, kommt ein neuartiger Ladeluftkühler zum Einsatz. Er ist vor dem Saugrohr, der Drosselklappensteuereinheit GX3 und dem Ladedruckgeber GX26 verbaut. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass das Temperaturniveau an diesen Bauteilen sinkt und die Größe und damit die Leistungsfähigkeit des Ladeluftkühlers deutlich erhöht werden kann. Gegenüber dem Kühler des 1,4l-92 kW-TSI-Motors ist die Bauform jetzt länglicher und mit einer quadratischen Eintrittsfläche. Der Ladeluftkühler ist in der Lage, die Temperatur der Ladeluft bis auf 15 °C über dem Niveau der Umgebungsluft abzusenken.



s555\_058

# Motormanagement

## Das Start-Stopp-System mit Eco-Freilauf

Beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor mit 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe wurde das Start-Stopp-System um die Funktion Eco-Freilauf erweitert. Der Eco-Freilauf dient dazu, die Bewegungsenergie des Fahrzeuges in sogenannten Segelphasen\* noch besser auszunutzen und bis zu 0,4l/100 km Kraftstoff zu sparen. Bei bisherigen Segelphasen wurde das Doppelkupplungsgetriebe ausgekuppelt und der Motor lief im Leerlauf weiter. Beim Eco-Freilauf wird jetzt der Motor abgeschaltet.

Anzeige Start-Stopp-System aktiv      Geschwindigkeitsbereich 40-130 km/h



Anzeige „Freilauf“ aktiv

Anzeige „Eco“

s555\_072

\* Während der Segelphase nimmt der Fahrer den Fuß vom Gaspedal und lässt das Auto rollen.

### Funktionsbereich:

#### Eco-Freilauf-Motor-Aus

Die Funktion ist in einem Geschwindigkeitsbereich von 40 bis 130 km/h aktiv. Wird der Motor in diesem Geschwindigkeitsbereich abgeschaltet, kann er bis zum Stillstand des Fahrzeuges abgeschaltet bleiben.

#### Segelfunktion mit „Freilauf-Motor-An“ und Start-Stopp-System:

Wird zwischen 15 bis 40 km/h die Segelfunktion aktiviert, wird das Doppelkupplungsgetriebe ausgekuppelt, aber der Motor läuft im Leerlauf weiter.

Unterhalb von 15 km/h ist das Start-Stopp-System aktiv.



s555\_073



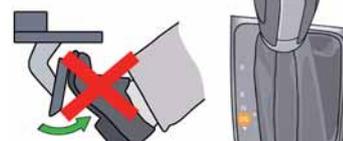
s555\_074

#### Voraussetzungen für den Eco-Freilauf

- Die Voraussetzungen zur Aktivierung des Start-Stopp-Systems müssen erfüllt sein.
- In der Fahrprofilauswahl muss das Programm „Eco“, „Normal“ oder „Individual“ gewählt sein.
- Der Wählhebel befindet sich in der Stellung D.
- Das Gaspedal wird nicht betätigt.
- Die Zusatzbatterie für Freilauffunktion hat ausreichend Energie.



Gaspedal nicht betätigt

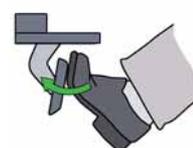


s555\_075

#### Wiederstart des Motors durch den Fahrer:

Der Wiederstart des Motors erfolgt durch Betätigung des Gas- oder Bremspedals. Geringfügiges Bremsen führt nicht zum Wiederstart.

Gaspedal oder Bremspedal betätigt



s555\_078

## Systemübersicht

Das Start-Stopp-System wurde für die Funktion Eco-Freilauf um einen 12 Volt-Lithium-Ionen-Batterie und um eine Schutzdiode erweitert.

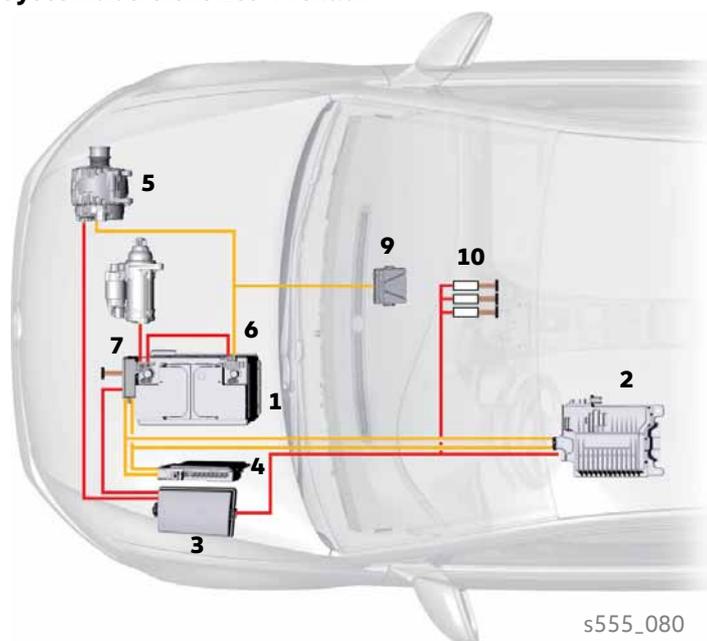
### Zusatzbatterie für Freilauffunktion A8

Wird im Eco-Freilauf das Doppelkupplungsgetriebe ausgekuppelt und der Motor abgeschaltet, würde die Versorgung des Fahrzeugbordnetzes nur noch über die 12 Volt-Starter-/Bordnetzbatterie erfolgen. Damit die sicherheitsrelevanten Systeme wie die elektrische Lenkunterstützung, das Bremsregelsystem oder die Beleuchtungsanlage weiterhin sicher mit Strom versorgt werden, ist eine Zusatzbatterie verbaut. Es ist eine 12 Volt-Lithium-Ionen-Batterie mit einer Nennkapazität von 6,9 Ah. Die Zusatzbatterie mit der Leistungselektronik befindet sich unterhalb des linken Vordersitzes. Sie wird ausschließlich im Eco-Freilauf-Betrieb zugeschaltet und versorgt das Bordnetz. Durch eine integrierte Laderegelung wird sie bevorzugt während der Rekuperation geladen.

### Schutzdiode für Bordnetz bei Freilauffunktion J1159

Die Schutzdiode ist ein elektronischer Schalter mit einer integrierten Diodenfunktion. Sie ist bei laufendem Motor geschlossen, sodass der Generator die Starter-/Bordnetzbatterie und die Zusatzbatterie laden sowie das Fahrzeugbordnetz mit Strom versorgen kann. Während des Eco-Freilaufs, bei dem der Motor abgeschaltet ist, öffnet die Schutzdiode und das Bordnetz wird nun von der Zusatzbatterie mit Strom versorgt. Die Starter-/Bordnetzbatterie dient jetzt nur zum folgenden Wiederstart des Motors. Die Abtrennung des Starter-Batteriestromkreises verhindert unzulässige Spannungseinbrüche im restlichen Bordnetz und entlastet zugleich die Lithium-Ionen-Batterie. Nach dem Motorstart schließt die Schutzdiode wieder.

## Systemübersicht Eco-Freilauf



### Legende

- 1 Batterie A
- 2 Zusatzbatterie für Freilauffunktion A8
- 3 Sicherungshalter A
- 4 Motorsteuergerät J623
- 5 Drehstromgenerator mit Spannungsregler CX1
- 6 Steuergerät für Batterieüberwachung J367
- 7 Schutzdiode für Bordnetz bei Freilauffunktion J1159
- 8 Anlasser B
- 9 Diagnose-Interface für Datenbus J533
- 10 12 V-Verbraucher z. B. Lenksystem, Bremssystem, Lichtenanlage

— CAN-Datenbusleitung  
— LIN-Datenbusleitung

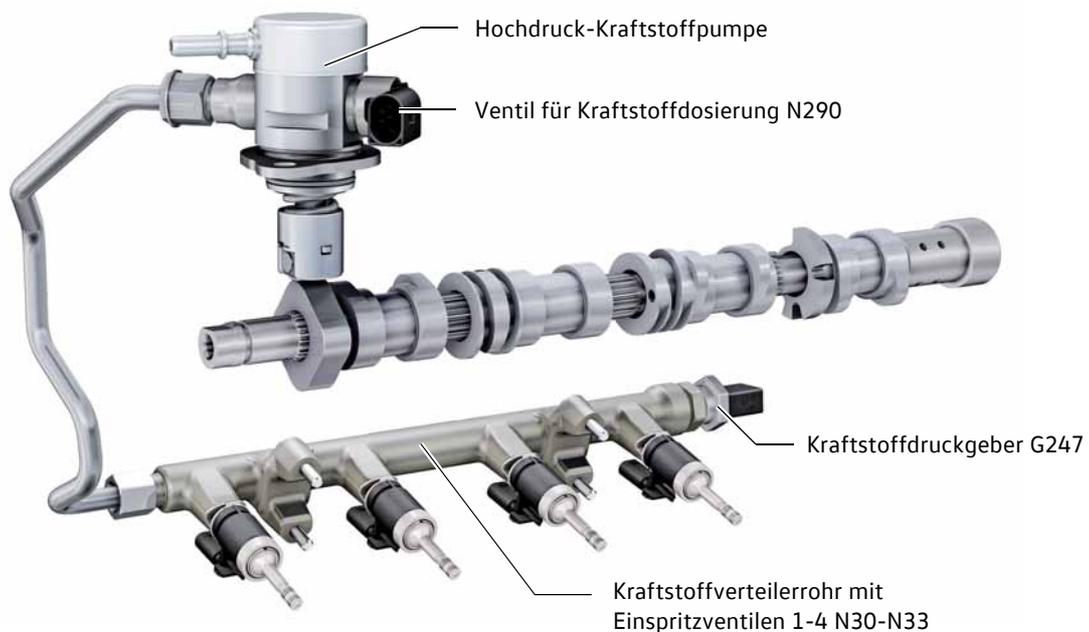
— Plus  
— Masse

## Das Hochdruck-Kraftstoffsystem

Das Hochdruck-Kraftstoffsystem entspricht grundsätzlich dem Aufbau der EA211er TSI-Motoren. Erstmals wird jedoch mit einem Kraftstoffdruck von bis zu 350 bar eingespritzt. Zusammen mit dem optimierten Einspritzbild der 5-Loch-Einspritzventile ergibt sich unter allen Last- und Drehzahlzuständen eine sehr gute Gemischbildung. Dadurch sinken der Kraftstoffverbrauch, die Abgasemissionen, der Kraftstoffeintrag in das Motoröl und auch die Partikelrohemmissionen werden deutlich reduziert.

### Technische Merkmale

- Hochdruck-Kraftstoffpumpe mit Ventil für Kraftstoffdosierung N290
- Einspritzdruck zwischen 170 und 350 bar
- Mehrfacheinspritzung mit bis zu 5 Einspritzungen
- Kraftstoffdruckgeber G247
- Kraftstoff-Verteilerrohr aus Edelstahl
- 5-Loch-Einspritzventile N30-N33



s555\_059

## Anpassungen am Hochdruck-Kraftstoffsystem

### Hochdruck-Kraftstoffpumpe

- erhöhter Pumpenkolbenhub auf 3,75 mm für einen schnellen Druckaufbau bei Motorstart und zur Bereitstellung der erforderlichen Kraftstoffmenge
- reduzierter Durchmesser des Pumpenkolbens von 10 auf 8 mm um die Kräfte, die auf die Nockenwelle wirken, gering zu halten
- Reibungsverringerung durch reduzierten Durchmesser des Rollenstößels auf 26 mm

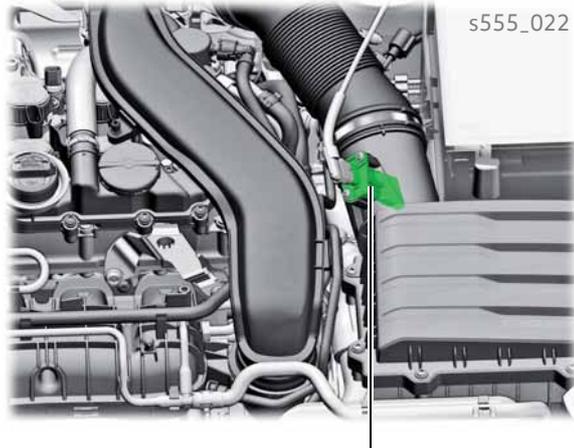
### Einspritzventile

- ein Zentrierpin, um die Einbautoleranzen zu verringern
- höhere Festigkeit und reduzierte Temperaturen an der Spritzplatte durch im Durchmesser auf 6 mm reduzierte Ventilspitze
- individuell angepasste Durchmesser der 5 Einspritzlöcher zur Reduzierung der Rohemissionen und der Kraftstoffbenetzung von Brennraumteilen

# Die Sensoren und Aktoren

## Modul für Luftmassenmessung GX35

Beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor kommt das Modul für Luftmassenmessung zum Einsatz. Es besteht aus dem Luftmassenmesser G70 und dem Temperaturgeber im Luftmassenmesser G1005. Verbaut ist es im Ansaugweg hinter dem Luftfilter. Für ein möglichst genaues Motorlastsignal wird zusätzlich zum Saugrohrgeber ein Heißfilm-Luftmassenmesser mit Rückströmerkennung verwendet. Dieser misst nicht nur die angesaugte Luft, sondern erkennt auch, wie viel Luft vom Öffnen und Schließen der Ventile zurückströmt. Die Ansauglufttemperatur dient als Korrekturwert.



Modul für Luftmassenmessung GX35

### Signalverwendung

Mit den Signalen wird die Füllungserfassung des Saugrohrgebers GX9 angepasst.

### Auswirkungen bei Signalausfall

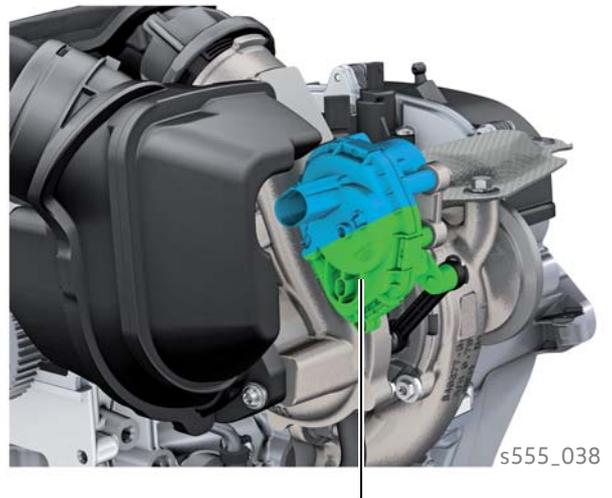
Bei Ausfall des Luftmassenmessers wird das Signal des Saugrohrgebers GX9 als Lastsignal verwendet. Bei Ausfall des Temperaturgebers wird ein fester Ersatzwert angenommen.

# Motormanagement

## Modul für Ladedruckregelung GX34

Das Modul für Ladedruckregelung besteht aus dem Ladedrucksteller V465 und dem Positionsgeber für Ladedrucksteller G581. Es ist direkt am Abgasturbolader angeschraubt. Mit ihm erfolgt die Einstellung des Ladedruckes im Motor.

- Beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor verstellt der Ladedrucksteller die Leitschaufeln des Abgasturboladers mit variabler Turbinengeometrie.
- Beim 1,5l-110 kW-TSI-Motor verstellt der Ladedrucksteller die Wastegate-Klappe des herkömmlichen Abgasturboladers.



Modul für Ladedruckregelung GX34

## Ladedrucksteller V465

### Aufgabe

Er dient zur Regelung des Ladedruckes. Mit dem elektrischen Ladedrucksteller ist eine schnelle Verstellzeit und damit ein schneller Ladedruckaufbau möglich.

### Auswirkungen bei Ausfall

Bei einem Ausfall des Ladedruckstellers werden die Leitschaufeln beziehungsweise das Wastegate entweder über den Abgasmassenstrom aufgedrückt oder durch den Ladedrucksteller geöffnet. In beiden Fällen erfolgt kein Ladedruckaufbau.

## Positionsgeber für Ladedrucksteller G581

### Signalverwendung

Das Signal des Sensors teilt dem Motorsteuergerät die aktuelle Stellung der Leitschaufeln des Turboladers mit. In Verbindung mit dem Signal des Ladedruckgebers G31 kann somit auf den Zustand der Ladedruckregelung geschlossen werden.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Sensors werden die Ladedrucksteller angesteuert und öffnen die Leitschaufeln beziehungsweise das Wastegate komplett. In beiden Fällen erfolgt kein Ladedruckaufbau.

## Modul für Motortemperaturregelung GX33

Das Modul für Motortemperaturregelung besteht aus dem Stellelement für Motortemperaturregelung N493 und dem Positionsgeber für Motortemperaturregelung G1004. Es ist schwungradseitig an den Zylinderkopf angeschraubt. Mit ihm erfolgt die Regelung der Kühlmitteltemperatur im Motor. Somit ist ein schneller Motorwarmlauf und eine optimale Kühlmitteltemperatur in allen Betriebsbereichen möglich.



Modul für Motortemperaturregelung GX33

## Stellelement für Motortemperaturregelung N493

### Aufgabe

Das Motorsteuergerät steuert das Stellelement mit einem PWM-Signal an. Über eine Welle betätigt es einen Drehschieber, der über einen Zahnkranz mit einem zweiten Drehschieber verbunden ist. Je nach Last, Drehzahl und Kühlmitteltemperatur erfolgt die Ansteuerung des Stellelements.

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt das Stellelement aus, ist eine Verstellung der Drehschieber nicht mehr möglich. Beide Drehschieber verbleiben dann in ihrer aktuellen Stellung. Sind zum Zeitpunkt des Ausfalls beide Drehschieber geschlossen, kann es zum Überhitzen des Motors kommen. Sollten zum Zeitpunkt des Ausfalls beide Drehschieber voll geöffnet sein, kann es länger dauern, bis der Motor warm ist bzw. der Innenraum aufgeheizt werden kann.

## Positionsgeber für Motortemperaturregelung G1004

### Signalverwendung

Mit dem Signal des Positionsgebers steuert das Motorsteuergerät das Stellelement gezielt an.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Positionsgebers aus, ist eine Regelung über das Stellelement nicht mehr möglich. Das Stellelement stellt die Drehschieber auf die Stellung „komplett geöffnet-Position“.

# Motormanagement

## Kühlmitteltemperaturgeber am Motorausgang G82

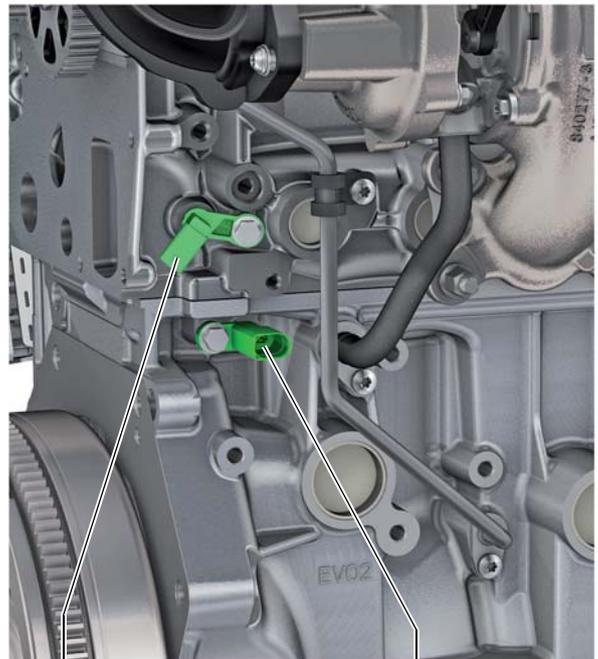
Der Kühlmitteltemperaturgeber am Motorausgang ist schwungradseitig in den Zylinderblock eingeschraubt. Er misst die Kühlmitteltemperatur im Zylinderblock.

### Signalverwendung

Das Signal wird zum Schutz des Motors vor Überhitzung genutzt. Steigt die Kühlmitteltemperatur zu stark an, wird der Kühlerlüfter eingeschaltet, bis die Kühlmitteltemperatur auf einen normalen Wert gesunken ist. Die Regelung der Kühlmitteltemperatur im Motor erfolgt über den Kühlmitteltemperaturgeber G62 im Zylinderkopf.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Kühlmitteltemperaturgebers am Motorausgang wird die Kühlmitteltemperatur berechnet. Das Signal des Kühlmitteltemperaturgebers G62 fließt in diese Berechnung ebenfalls mit ein.



Kühlmitteltemperaturgeber G62

Kühlmitteltemperaturgeber am Motorausgang G82

## Drucksensor 1 für Abgas G450

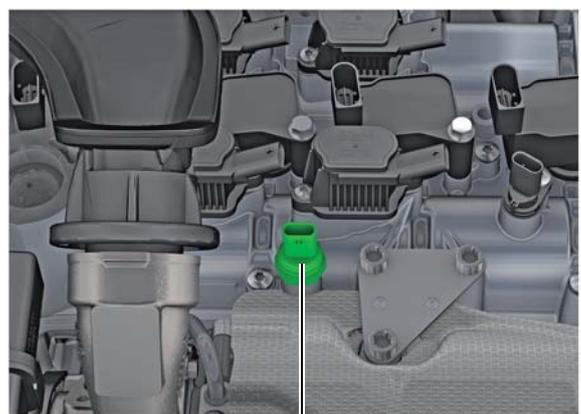
Der Drucksensor 1 für Abgas ist abgasseitig in das Nockenwellengehäuse eingeschraubt. Er ist über einen Kanal mit dem integrierten Abgaskrümmern verbunden und misst den Abgasdruck.

### Signalverwendung

Die Signale werden zur Berechnung einer genaueren Füllungserfassung genutzt. Über den Abgasdruck erkennt das Motorsteuergerät wie viel Abgas aus den Zylindern geströmt ist. Diesen Wert bezieht das Motorsteuergerät in die Füllungserfassung mit ein.

### Auswirkungen bei Signalausfall

Bei Ausfall des Drucksensors wird ein Fehlereintrag im Ereignisspeicher abgelegt.



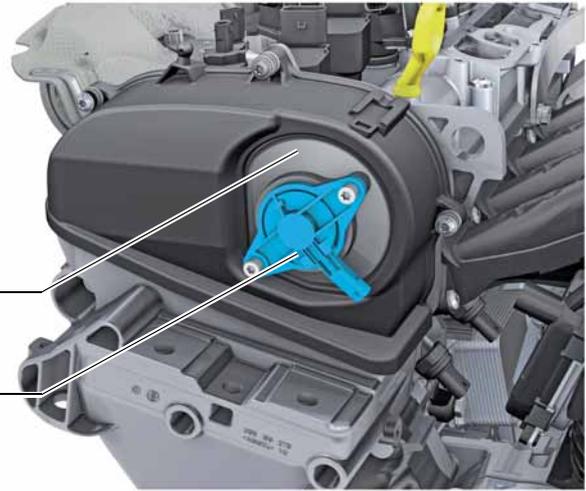
Drucksensor 1 für Abgas G450

## Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass N727

Das Ventil 1 für Nockenwellenverstellung im Einlass ist zahnriemenseitig am Halter des Radial-Wellendichtrings angeschraubt. Er wird vom Motorsteuergerät mit einem pulsweitenmodulierten Signal (PWM-Signal) angesteuert.

Halter für  
Radial-Wellendichtring

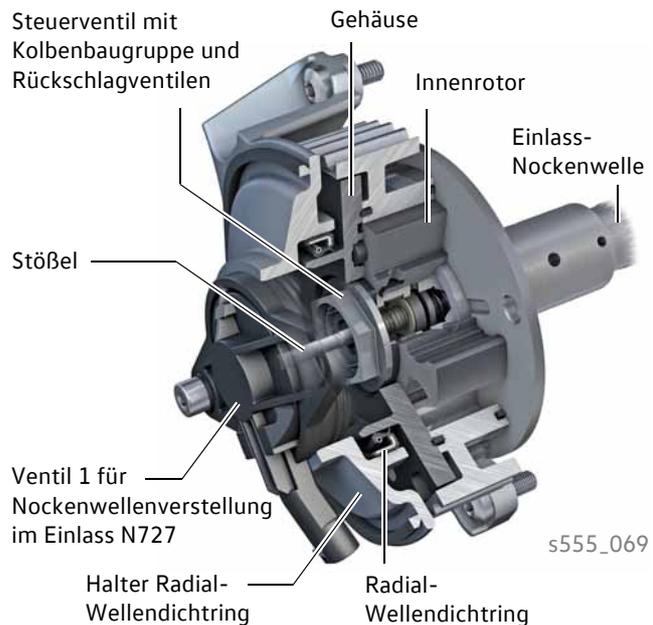
Ventil 1 für  
Nockenwellenverstellung  
im Einlass N727



s555\_040

### Funktion

Bei der Ansteuerung des Ventils für Nockenwellenverstellung wird im Steuerventil eine Kolbenbaugruppe mit Rückschlagventilen betätigt. Die Kolben geben den Ölfluss von der einen zur anderen Kammer frei, die Rückschlagventile verhindern, dass das Öl zurückströmt. Je nachdem welcher Ölkanal freigegeben ist, wird der Innenrotor in Richtung „Früh“ oder „Spät“ verstellt, beziehungsweise in seiner Position gehalten. Da der Innenrotor mit der Einlass-Nockenwelle verschraubt ist, wird auch sie gleichermaßen verstellt. Die Stellung der Nockenwellen wird über die beiden Positionsgeber für die Nockenwellen erkannt.



s555\_069

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt das Ventil für Nockenwellenverstellung im Einlass aus, ist eine Nockenwellenverstellung nicht mehr möglich.

Die Einlass-Nockenwelle bleibt in der „Spät“-Stellung und die Auslass-Nockenwelle in der „Früh“-Stellung. Es kommt zum Drehmomentverlust.

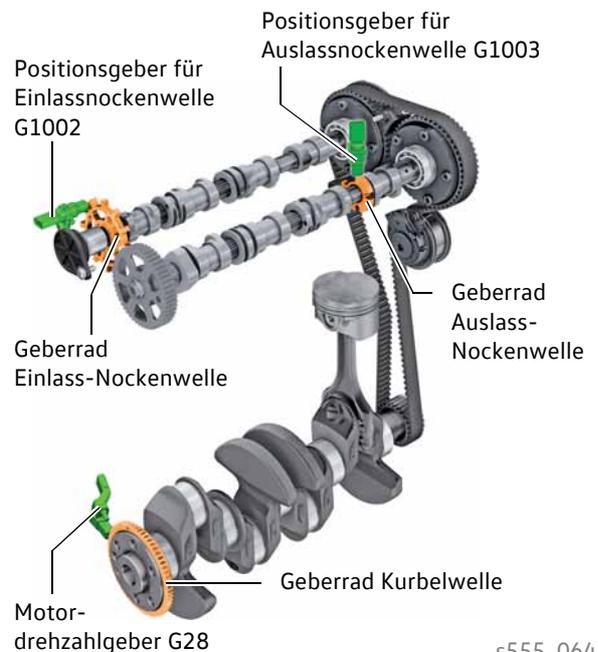
## Der Toleranzausgleich im Steuertrieb

Die genaue Einstellung der Steuerzeiten ist für die Effizienz eines Motors sehr wichtig. Allerdings erfolgt dabei nur die Einstellung der für den Gaswechsel zuständigen Bauteile in der richtigen Stellung zueinander.

### Toleranzen im Steuertrieb

Bei der Fertigung der Nockenwellen, der Positionsgeber, des Motordrehzahlgebers und deren Geberrädern sowie bei den Einbaulagen entstehen geringe Toleranzen. So kann zum Beispiel ein Nocken um wenige hundertstel Grad verdreht auf dem Nockenwellenrohr befestigt sein. Diese Toleranzen beeinflussen die Füllungserfassung und können auch mit dem genauen Einstellen der Steuerzeiten nicht ausgeglichen werden.

Um diese Toleranzen bei der Füllungserfassung mit einberechnen zu können, werden bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren alle Nocken, die 3 Geberräder und die Signale der Sensoren vermessen und auf das Motorsteuergerät übertragen.



s555\_064

### Die Fertigungstoleranzen

Die Fertigungstoleranzen:

- der Nockenwellen, der Positionsgeber und deren Geberrädern stehen als Data Matrix Code und als Zeichenfolge auf dem Nockenwellengehäuse,
- die des Motordrehzahlgebers und dessen Geberrades als Zeichenfolge auf dem oberen Zahnriemenschutz.



s555\_065

Diese Daten werden benötigt, wenn zum Beispiel ein neues Nockenwellengehäuse verbaut wird. Dann müssen die Daten, die auf dem neuen Nockenwellengehäuse stehen, auf das Motorsteuergerät übertragen werden. Eingegeben werden der Data Matrix Code beziehungsweise die Zeichenfolgen über die Geführte Fehlersuche.

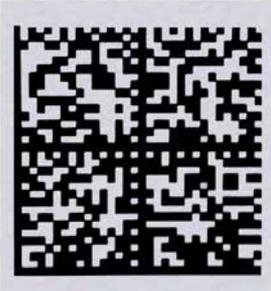


s555\_066

## Die Zeichenfolge im Detail

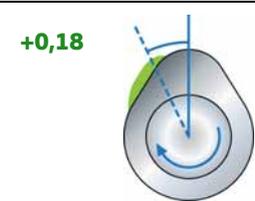
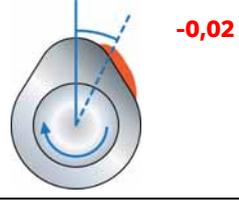
Die Zeichenfolge lesen Sie in senkrechter Reihenfolge wie folgt:

- a) XN1 bis XN4 stehen für die Nocken der Zylinder 1 bis 4
- b) +018 bis +057 sind die Toleranzen der Einlassnocken
- c) -002 bis +006 sind die Toleranzen der Auslassnocken
- d) XW1 und XW2 steht für die Einlass- und Auslass-Nockenwelle
- e) -090 und -044 sind die Toleranzen der Positionsgeber
- f) +001 und +004 sind die Toleranzen der Geberräder
- g) G bis R sind Prüfzeichen für die vorstehenden Werte und verhindern eine falsche Eingabe der Toleranzwerte

Data- Matrix- Code	Zeichenfolge			
	a	b	c	g
	✧ XN1	+018	-002	G ✧
	✧ XN2	+012	-004	D ✧
	✧ XN3	+002	-003	C ✧
	✧ XN4	+057	-006	V ✧
	✧ XW1	-090	+001	O ✧
	✧ XW2	-044	+004	R ✧
		d	e	f

s555\_061

### Die erste Zeile \*XN1+018-002G\* bedeutet:

Zeichen	Bedeutung	Besonderheiten
XN1	Zylinder - 1	
+018	Beide Einlassnocken des 1. Zylinders haben eine durchschnittliche Abweichung zum Sollwert von 0,18°. Das Pluszeichen zeigt an, dass die Ventile etwas später öffnen als sie sollen.	
-002	Beide Auslassnocken des 1. Zylinders haben eine durchschnittliche Abweichung zum Sollwert von 0,02°. Das Minuszeichen zeigt an, dass die Ventile etwas früher öffnen als sie sollen.	
G	Mit dem Prüfzeichen wird die eingegebene Zeichenfolge überprüft. Wird eine falsche Zahl eingegeben, passt das Prüfzeichen nicht zum Zahlencode und eine Fehleingabe wird erkannt.	Das Prüfzeichen kann auch ein Leerzeichen sein. In diesem Fall steht vor dem Stern ein Leerzeichen.



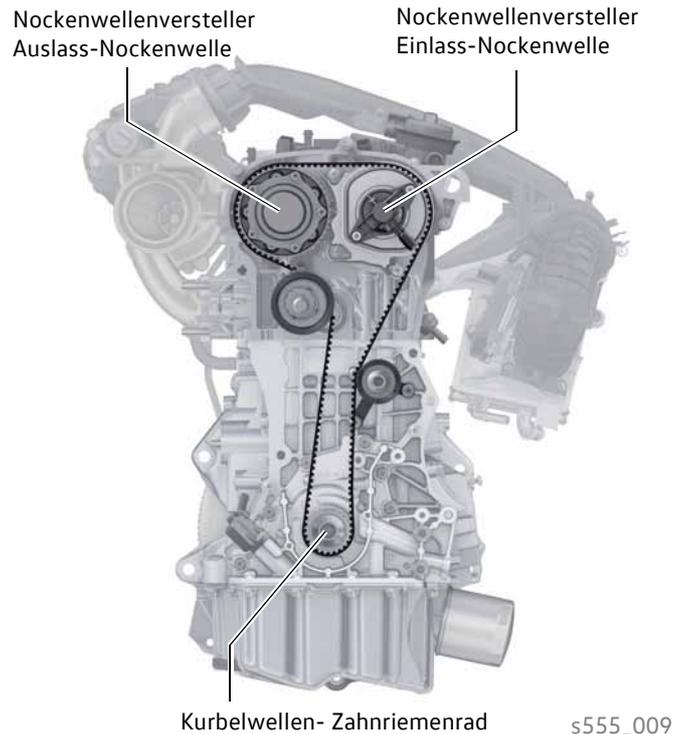
Im Kundendienst können die Toleranzen nicht gemessen werden. Daher gibt es für den Sensortausch im Reparaturfall spezielle Sensoren mit geringen Toleranzen.

## Der Zahnriementrieb – Steuerzeiten

Die genau eingestellten Steuerzeiten eines Motors sind entscheidend für die Füllungserfassung und die Gemischaufbereitung. Diese haben wiederum einen großen Einfluss auf das Fahrverhalten, die Effizienz und die Entstehung von Abgasemissionen.

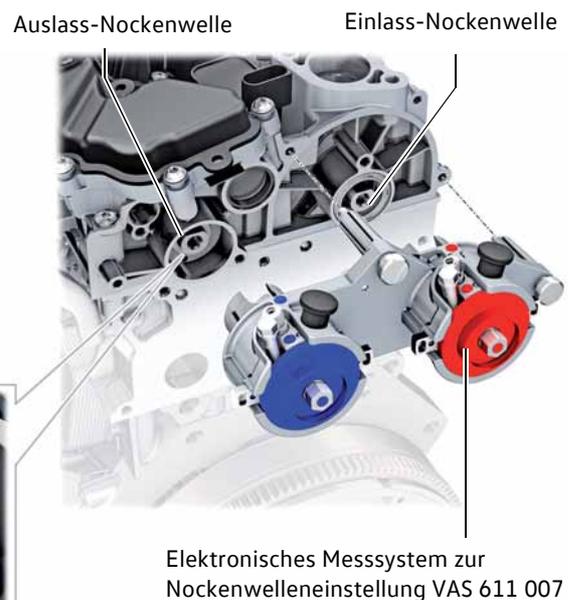
### Steuerzeiten

Bei jedem Motor ist es sehr wichtig, die Steuerzeiten so genau wie möglich einzustellen. Je genauer sie eingestellt sind, umso genauer kann das Motorsteuergerät die Gemischaufbereitung steuern. Beim 1,5l-96 kW-TSI-Motor mit Miller-Brennverfahren haben falsch eingestellte Steuerzeiten zudem gravierende Auswirkungen auf die Füllungserfassung und die Gemischaufbereitung. Denn beim frühen Schließen der Einlassventile weit vor dem unteren Totpunkt (UT) ist die Kolbengeschwindigkeit sehr hoch. Weichen die Steuerzeiten zu weit von den Soll-Steuerzeiten ab, wirkt sich das extrem auf die Zylinderfüllung aus.

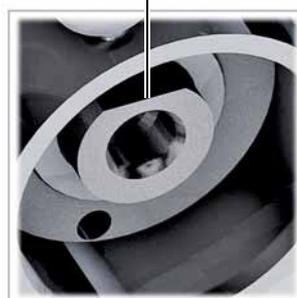


### Elektronisches Messsystem zur Nockenwelleneinstellung VAS 611 007

Für die genaue Einstellung der Steuerzeiten setzt mit den beiden 1,5l-EA211 EVO-Motoren das elektronische Messsystem zur Nockenwelleneinstellung VAS 611 007 ein. Mit ihm können die Nockenwellen einzeln bis auf 1/10 Grad Nockenwellenwinkel eingestellt werden.



Einflach



### Beachte!

Beim Anbau des Messsystems zur Nockenwelleneinstellung darauf achten, dass der so genannte Einflach nicht beschädigt ist.

s555\_060

## Die Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Verwendung
VAS 611 007 - Elektronisches Messsystem zur Nockenwelleneinstellung 	Zum Prüfen und Einstellen der Steuerzeiten.
T10572 - Einsteckwerkzeug	Zum Lösen und Befestigen des Moduls für Motortemperaturregelung und des Moduls für Ladedruckregelung (MKB: DADA).
T10573 - Steckschlüssel Bit T30	Zum Lösen und Befestigen des Moduls für Motortemperaturregelung und des Moduls für Ladedruckregelung (MKB: DADA).
T10574 - Steckeinsatz T30	Zum Lösen und Befestigen der Saugrohrverschraubung.
T10575 - Gegenhalter	Zum einlassseitigen Aus- und Einbau des Nockenwellenverstellers.
T10576 - Montagewerkzeug	Als Positionierungshilfe für die Montage des Radial-Wellendichtrings.
T10577 - Prüfwerkzeug	Zum Aus- und Einbau sowie zur Überprüfung des Moduls für Motortemperaturregelung.
T10578 - Absteckstift	Zur getriebeseitigen Montage des Dichtflansches an der Kurbelwelle.
T10579 - Montagevorrichtung	Zur Montage des Nockenwellendichtrings der Auslassnockenwelle.
T10580 - Steckeinsatz, SW 24	Zum Aus- und Einbau des Zentralventils an der Nockenwellen-Einlassseite.
T10581 - Werkzeugsatz	Zum Ausbau der Hochdruck-Einspritzventile
T10582 - Druckstück	Zur Positionierung des Dichtrings im Halter für den Radial-Wellendichtring.
T10584 - Steckeinsatz T30	Zum Anziehen der Schrauben für den Halter des Radial-Wellendichtrings.
T10585 - Montagevorrichtung	Zum zahnriemenseitigen Einbau des Nockenwellendichtrings an der Einlassnockenwelle.
T10586 - Steckeinsatz XZN 12	Zum Lösen und Befestigen der Befestigungsschraube an der Nockenwellenversteller-Auslassseite
VAS 5161A/40	Zum Aus- und Einbau der Ventile.
V.A.G 1763/13	Zur Kompressionsdruckprüfung.

# Prüfen Sie Ihr Wissen

---

## Welche Antwort ist richtig?

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

### 1. Welche Merkmale treffen auf die beiden 1,5l- 96/110 kW-TSI-Motoren EA211 EVO zu?

- a) Der Einspritzdruck beträgt bei beiden zwischen 170 und 350 bar.
- b) Bei beiden Motoren setzt das Aktive Zylindermanagement ACT ein.
- c) Bei beiden Motoren setzt ein Luftmassenmesser ein.
- d) Bei beiden Motoren setzt eine stufenlose Öldruckregelung ein.

### 2. Das Thermomanagement?

- a) Die Kühlmitteltemperatur wird über das Modul für Motortemperaturregelung GX33 und zwei Drehschieber im Kühlmittelreglergehäuse geregelt.
- b) Beträgt die Kühlmitteltemperatur zwischen 85 °C und 105 °C ist der Drehschieber 2 komplett geöffnet und die Regelung der Kühlmitteltemperatur erfolgt durch die Verstellung des Drehschiebers 1.
- c) Bei kaltem Motor werden die beiden Drehschieber geschlossen, das Kühlmittel verbleibt im Motor und er wird schnell aufgeheizt.

### 3. Welche Aussage trifft auf die Kurbelgehäusebe- und -entlüftung zu?

- a) Die Belüftung mit Frischluft erfolgt über denselben Schlauch wie die Entlüftung der Blow-by-Gase vor den Abgasturbolader.
- b) Die Reinigung der Blow-by-Gase erfolgt über einen Grobölabscheider am Zylinderblock und einem Feinölabscheider auf dem Nockenwellengehäuse.
- c) Die Gase der Aktivkohle- Behälteranlage werden in das Modul für Kurbelgehäusebe- und -entlüftung eingeleitet und je nach Druckverhältnissen zu den Einlasskanälen oder zur Saugseite am Abgasturbolader geleitet.

**4. Welche Besonderheiten hat das Miller- Brennverfahren des 1,5l-96 kW-TSI-Motors EA 211 EVO?**

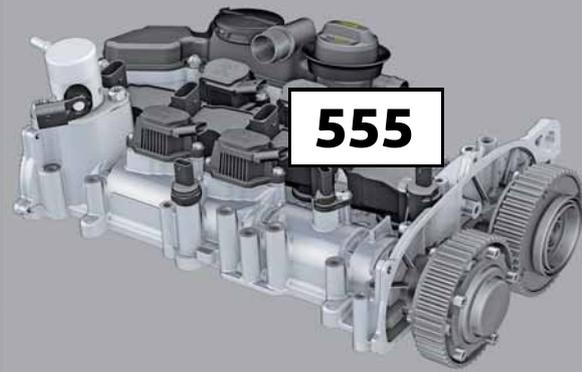
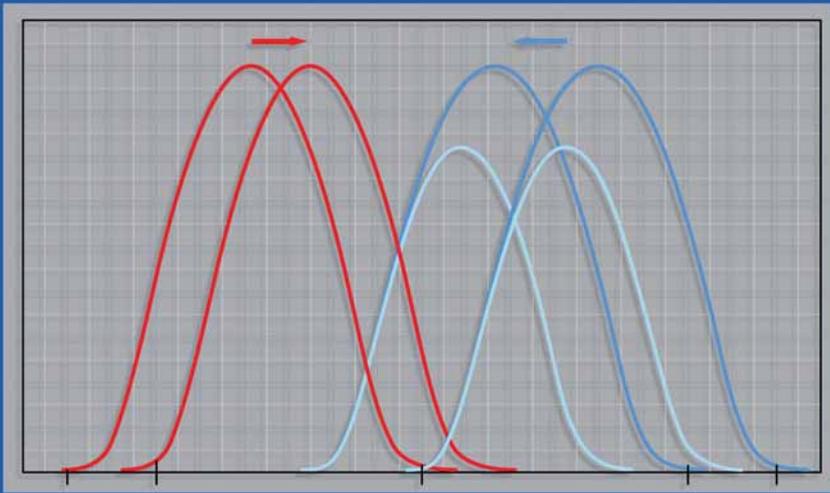
- a) Aufgrund der geringeren Verdichtungsendtemperatur gegenüber dem 1,4l-92 kW-TSI-Motor EA 211 kann das Verdichtungsverhältnis erhöht werden.
- b) Beim Miller- Brennverfahren wird generell nur im Saughub eingespritzt.
- c) Die Einlassventile können kennfeldabhängig weit vor dem unteren Totpunkt UT schließen.

**5. Welche Aussagen zum Toleranzausgleich sind richtig?**

- a) Die Fertigungstoleranzen der Nockenwellen, der Positionsgeber und deren Geberräder stehen als Data Matrix Code und als Zeichenfolge auf dem Nockenwellengehäuse.
- b) Mit dem Toleranzausgleich kann man die Toleranzen, die sich beim Einstellen der Steuerzeiten ergeben, ausgleichen.
- c) Die Fertigungstoleranzen des Motordrehzahlgebers und dessen Geberrades stehen als Zeichenfolge auf dem oberen Zahnriemenschutz.
- d) Mit dem Toleranzausgleich werden Fertigungstoleranzen bei den Nockenwellen, den Positionsgebern, dem Motordrehzahlgeber und den Geberrädern ausgeglichen.

**6. Wie werden bei den 1,5l-EA211 EVO-Motoren die Steuerzeiten eingestellt?**

- a) Zur Einstellung der Steuerzeiten werden die Nockenwellen mit Fixierbolzen an den Nockenwellenrädern fixiert.
- b) Die Einstellung der Steuerzeiten erfolgt über die Eigendiagnose, Geführte Funktionen.
- c) Die Steuerzeiten werden mit dem Elektronischen Messsystem zur Nockenwelleneinstellung VAS 611 007 eingestellt.



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.  
000.2813.12.00 Technischer Stand 01/2018

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

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.