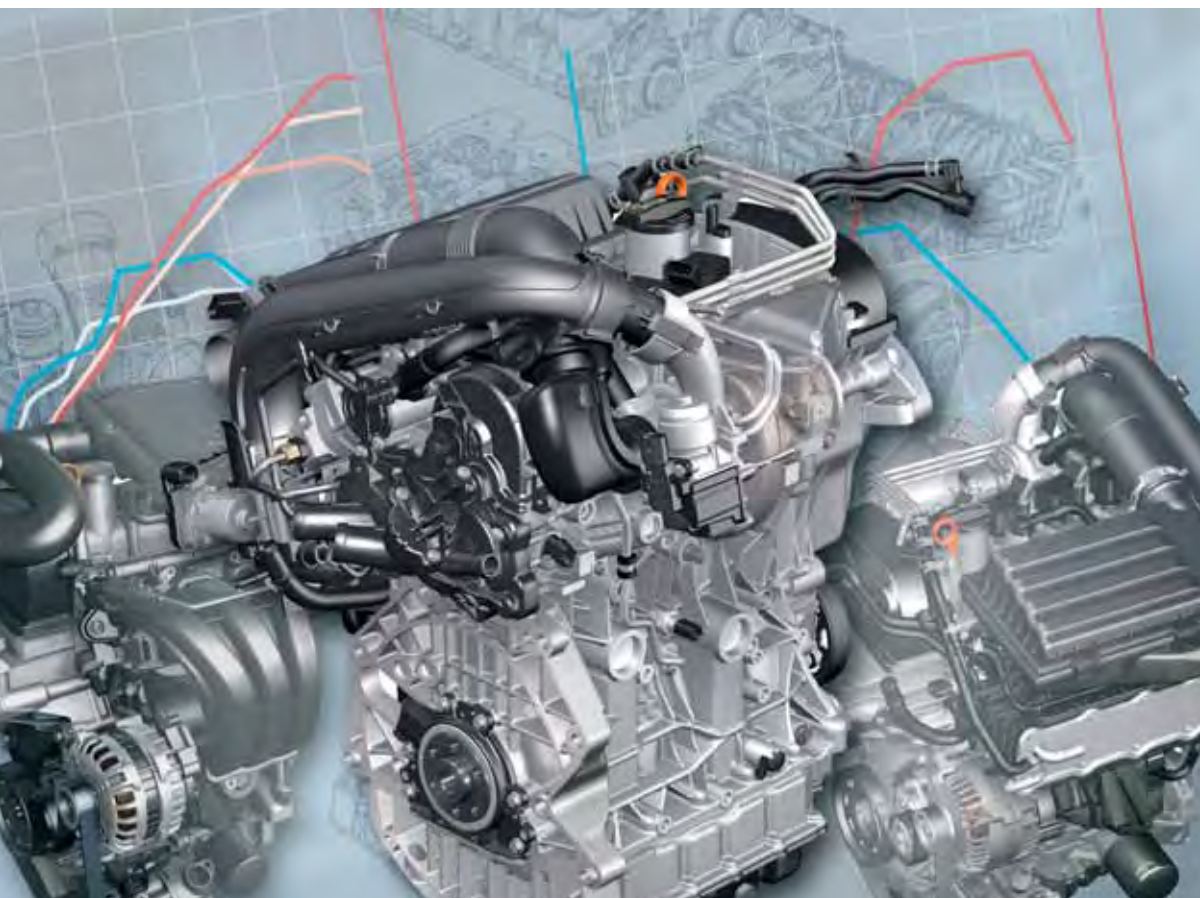




## **Zelfstudieprogramma 511**

# **De nieuwe benzinemotorenreeks EA211**

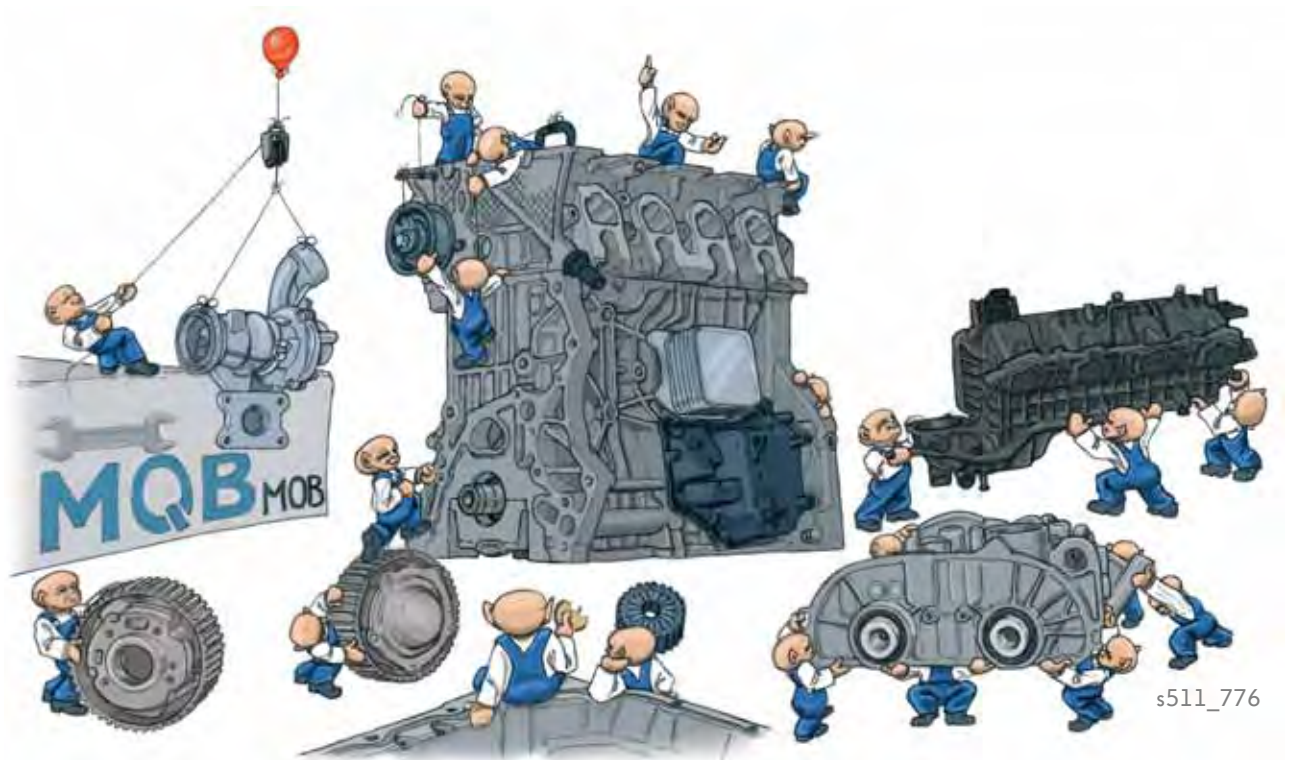
## **Constructie en werking**



Volkswagen heeft een nieuwe platformstrategie geïntroduceerd onder de naam '**Modularer Quer Baukasten**', ofwel **MQB**. Alle modellen van de Polo, Golf en Passat worden op het MQB-platform gebouwd. Het grote voordeel hiervan is dat er gebruik kan worden gemaakt van gestandaardiseerde componenten en modules.

Bij de benzinemotoren wordt met de nieuwe motorenreeks EA211 een vergelijkbare strategie geïntroduceerd. De naam die hiervoor wordt gebruikt luidt '**Modularer Ottomotoren Baukasten**', ofwel **MOB**. De motoren hebben een cilinderinhoud van 1,0 l tot 1,6 l.

Een 1,4 l 103 kW TSI-motor vormt de basismotor.



In de afbeelding zijn enkele details van de nieuwe motoren te zien die in dit zelfstudieprogramma aan bod zullen komen. Hierbij zal nader worden ingegaan op de constructie en de werking.



In zelfstudieprogramma 508 'De 1,0 l 44/55 kW MPI-motor met indirecte inspuiting' en zelfstudieprogramma 510 'Actief cilindermanagement (ACT) bij de 1,4 l 103 kW TSI-motor' is meer informatie te vinden over de nieuwe motorenreeks.






**Het zelfstudieprogramma beschrijft de constructie en werking van nieuwe ontwikkelingen!**  
**De inhoud wordt niet geactualiseerd.**

Voor actuele test-, afstel- en reparatieaanwijzingen de desbetreffende technische documentatie raadplegen.



**Attentie**  
**Aanwijzing**



<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>	
'Modularer Ottomotoren Baukasten' (MOB) .....	4	
Overzicht van de nieuwe benzinemotorenreeks EA211 .....	6	
 <b>Motor, mechanisch</b> .....	 <b>12</b>	 
Geribde-riemaandrijving .....	12	
Getande-riemaandrijving .....	13	
Cilinderblok .....	14	
Krukasmechanisme .....	15	
Cilinderkop .....	16	
Nokkenashuis .....	17	
Kleppenmechanisme .....	18	
Nokkenasverstelling .....	19	
Luchtgeleiding .....	22	
Uitlaatgasturbosysteem .....	23	
Oliecircuit .....	25	
Carterbeluchting en -ontluchting .....	34	
Koelsysteem .....	36	
Brandstofsysteem .....	39	
Uitlaatsysteem .....	41	
 <b>Motormanagementsysteem</b> .....	 <b>42</b>	 
Systeemoverzicht .....	42	
Motorregelapparaat J623 .....	44	
Brandstofsysteem .....	45	
Sensoren .....	47	
Actuators .....	52	
 <b>Service</b> .....	 <b>59</b>	 
Speciale gereedschappen .....	59	
Technische aanwijzingen .....	60	
 <b>Test uw kennis!</b> .....	 <b>62</b>	 



## ‘Modularer Ottomotoren Baukasten’ (MOB)

### Inbouwpositie van de motoren in de wagen

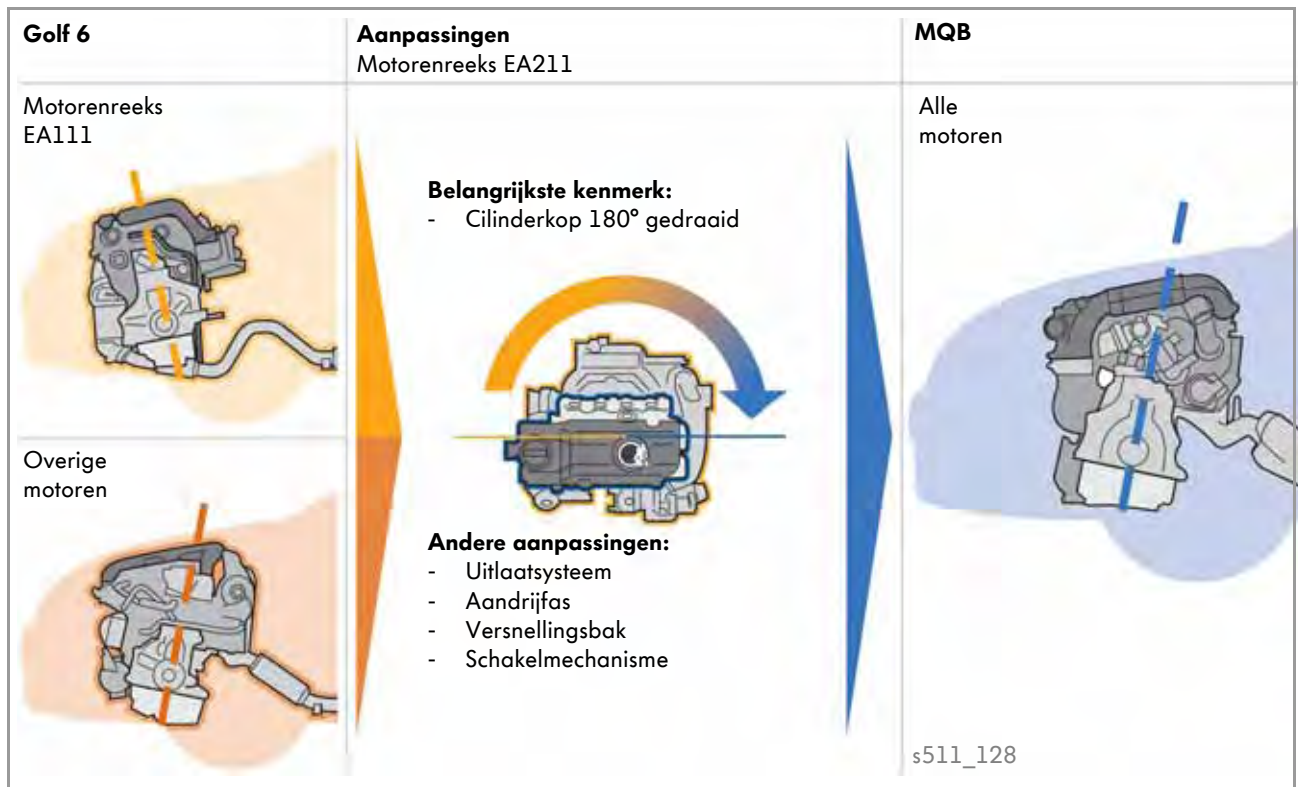
Tot nu toe was de inbouwpositie van de motoren, bv. bij de Golf modeljaar 2009, zeer verschillend. Bij de vorige motorenfamilie EA111 werden de 1,4 l motoren naar voren gekanteld ingebouwd en bevond het uitlaatsysteem zich aan de kant van de radiator. De andere benzinemotoren en de dieselmotoren daarentegen werden naar achteren gekanteld ingebouwd en het uitlaatsysteem bevond zich aan de kant van het schutbord.

Om het besparingspotentieel van het nieuwe MQB-platform volledig te kunnen benutten, moesten alle motoren dezelfde inbouwpositie hebben.

Door de nieuwe inbouwpositie van de EA211-motoren moest de basisconstructie van de motor worden herzien. Toen is besloten om maar meteen een nieuwe modulaire motorenreeks te ontwikkelen.

Voordelen van de modulaire motorenreeks:

- dezelfde inbouwpositie
- uniforme bevestigingspunten voor de versnellingsbak, uniform koelsysteem en uniform uitlaatsysteem
- compacte motor
- 50 mm meer ruimte aan de voorzijde van de motor door een 12° naar achteren gekantelde inbouwpositie







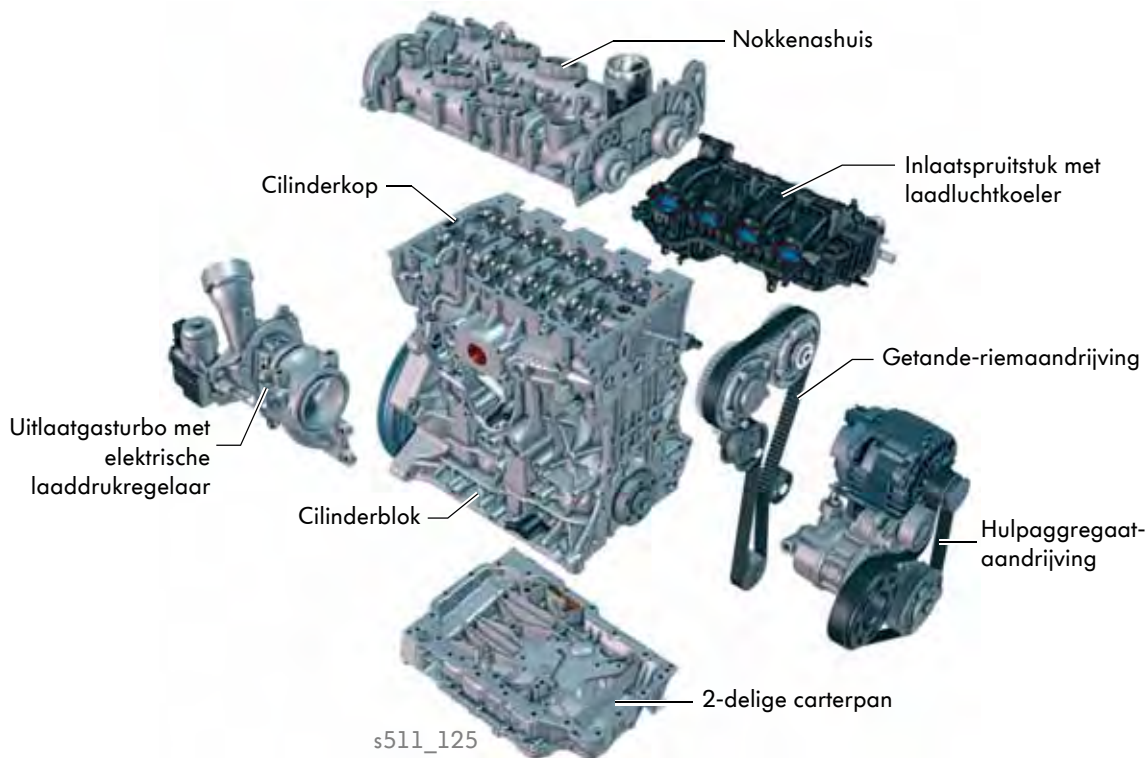
## De nieuw ontwikkelde benzinemotorenreeks EA211

Bij de ontwikkeling van nieuwe motoren moet rekening worden gehouden met een groot aantal eisen. Tegelijkertijd heeft men echter ook de kans om technieken toe te passen die in bestaande motoren te duur zouden zijn.

Eisen waaraan is voldaan:

- modulaire constructie
- gedraaide inbouwpositie van de motoren
- compacte bouwwijze
- verlaging van het verbruik en daardoor de CO<sub>2</sub>-emissies met 10-20%
- vermindering van het motorgewicht met 30%
- voldoen aan de toekomstige uitlaatgasnorm EU6

### Modulaire constructie van 1,4 l 103 kW TSI-motor met actief cilindermanagement



### De gemeenschappelijke kenmerken van alle motoren van de EA211-reeks zijn:

- dezelfde inbouwpositie
- aircocompressor en dynamo zonder extra steun rechtstreeks aan de carterpan resp. het motorblok vastgeschroefd
- 4-kleppentechniek
- aluminium cilinderblok
- een in de cilinderkop geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- nokkenasaandrijving middels een getande riem



## Overzicht van de nieuwe benzinemotorenreeks EA211

### 1,0 l 44 kW/50 kW/55 kW MPI-motor met indirecte inspuiting

Deze motor is speciaal ontwikkeld voor de up!.

Hij is er in drie vermogensuitvoeringen:

44 kW (CHYA), 50 kW (CPGA) en 55 kW (CHYB).

De 50 kW-uitvoering is geschikt voor aardgas en is bedoeld voor de Eco-up!.



s511\_118

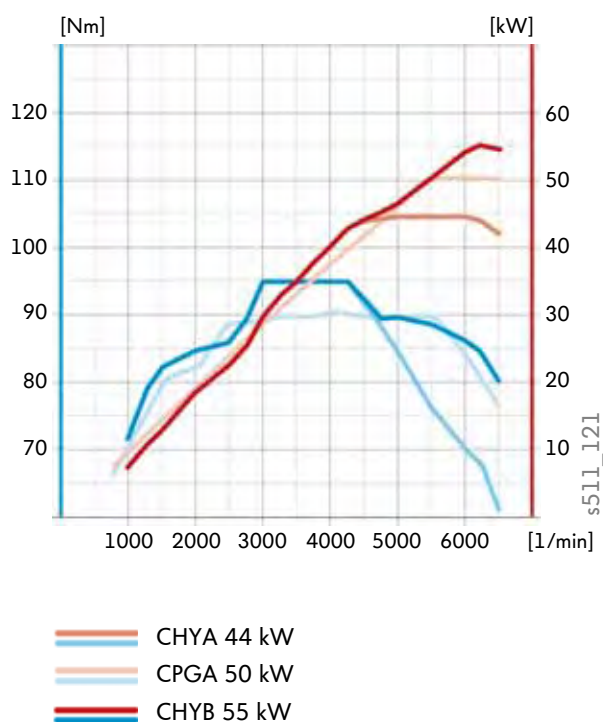
#### Technische kenmerken

- Cilinderkop met geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Nokkenaandrijving middels een getande riem
- Waterpomp in thermostaathuis geïntegreerd
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatsnokkenas
- Inlaatnokkenasverstelling
- Krukasoliepomp
- 1-delige aluminium carterpan
- Kleppen en klepzittingringen van de motor van de Eco-up! aangepast aan aardgas

#### Technische gegevens

Motorcode	CHYA	CPGA	CHYB
Bouwwijze	3-cilinder lijnmotor		
Cilinderinhoud	999 cm <sup>3</sup>		
Boring	74,5 mm		
Slag	76,4 mm		
Kleppen per cilinder	4		
Compressieverhouding	10,5:1	11,5:1	10,5:1
Max. vermogen	44 kW bij 5000 1/min	50 kW bij 6200 1/min	55 kW bij 6200 1/min
Max. koppel	95 Nm bij 3000- 4250 1/min	90 Nm bij 3000- 4250 1/min	95 Nm bij 3000- 4250 1/min
Motormanagement-systeem	Bosch Motronic ME 17.5.20		
Brandstof	Loodvrije benzine RON 95 (loodvrije benzine RON 91 met gering vermogensverlies)		
Uitlaatgas-nabehandeling	Driewegkatalysator, spronglambdasonde (44/55 kW-uitvoering), breedbandlambdasonde (50 kW-uitvoering) vóór de katalysator en een spronglambdasonde na de katalysator		
Uitlaatgasnorm	EU5		

#### Koppel- en vermogenskromme





## 1,2 l 63/77 kW TSI-motor met uitlaatgasturbo

De 1,2 l TSI-motor uit de nieuwe benzinemotorenreeks EA211 is er in twee vermogensuitvoeringen: 63 kW en 77 kW. De verschillende vermogens worden softwarematig gerealiseerd.

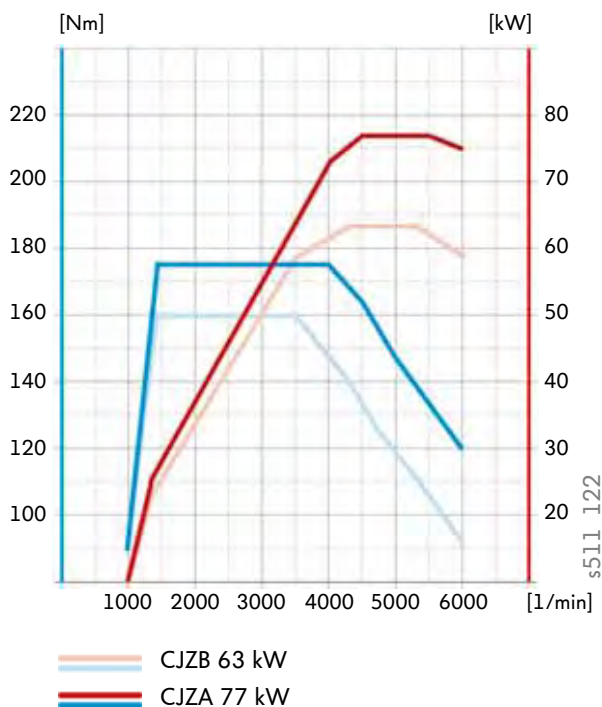
### Technische kenmerken

- Cilinderkop met geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Nokkenaandrijving middels een getande riem
- Thermostaathuis vormt samen met de waterpomp een eenheid
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatkokkenas
- Uitlaatgasturbomodule met elektrische laaddrukregelaar
- Inlaatkokkenasverstelling
- Krukasoliepomp
- 2-delige carterpan (boven- en onderstuk van aluminium)



s511\_116

### Koppel- en vermogenskromme



### Technische gegevens

Motorcode	CJZB	CJZA
Bouwwijze	4-cilinder lijnmotor	
Cilinderinhoud	1197 cm <sup>3</sup>	
Boring	71 mm	
Slag	75,6 mm	
Kleppen per cilinder	4	
Compressieverhouding	10,5:1	
Max. vermogen	63 kW bij 4300-5300 1/min	77 kW bij 4500-5500 1/min
Max. koppel	160 Nm bij 1400-3500 1/min	175 Nm bij 1400-4000 1/min
Motormanagement-systeem	Bosch Motronic MED 17.5.21	
Brandstof	Loodvrije benzine RON 95	
Uitlaatgas-nabehandeling	Driewegkatalysator, een spronglambdasonde vóór en na de katalysator	
Uitlaatgasnorm	EU5	



## 1,4 l 90 kW TSI-motor met uitlaatgasturbo

De 1,4 l 90 kW TSI-motor onderscheidt zich uiterlijk nauwelijks van de 1,4 l 103 kW TSI-motor. Beide vermogensuitvoeringen beschikken over een inlaatnokkenasverstelling. De 103 kW-uitvoering beschikt echter ook over een uitlaatinokkenasverstelling.

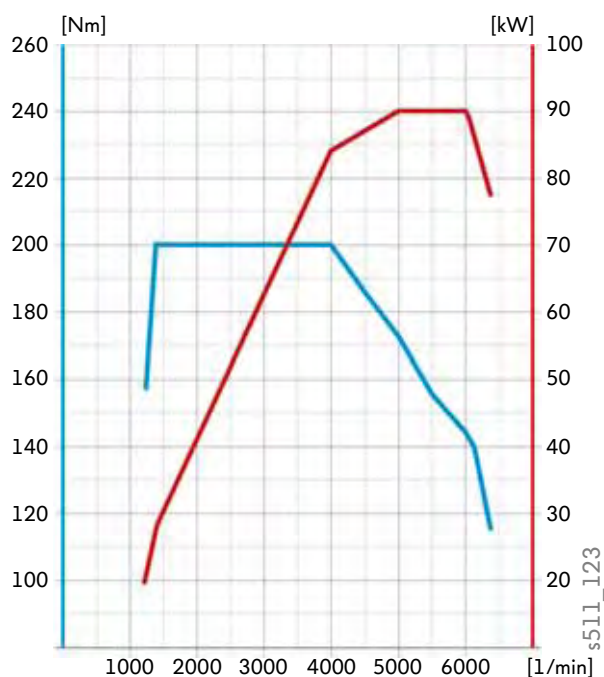


s511\_117

### Technische kenmerken

- Cilinderkop met geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Nokkenasaandrijving middels een getande riem
- Thermostaathuis vormt samen met de waterpomp een eenheid
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatinokkenas
- Uitlaatgasturbomodule met elektrische laaddrukregelaar
- Inlaatinokkenasverstelling
- Oliepomp met uitwendige vertanding en 2-traps oliedrukregeling
- 2-delige carterpan (bovenstuk van aluminium, onderstuk van plaatstaal)

### Koppel- en vermogenskromme



### Technische gegevens

Motorcode	CMBA
Bouwwijze	4-cilinder lijnmotor
Cilinderinhoud	1395 cm <sup>3</sup>
Boring	74,5 mm
Slag	80 mm
Kleppen per cilinder	4
Compressieverhouding	10,5:1
Max. vermogen	90 kW bij 5000-6000 1/min
Max. koppel	200 Nm bij 1400-4000 1/min
Motormanagement-systeem	Bosch Motronic MED 17.5.21
Brandstof	Loodvrije benzine RON 95
Uitlaatgas-nabehandeling	Driewegkatalysator, een spronglambdasonde vóór en na de katalysator
Uitlaatgasnorm	EU5





## 1,4 I 103 kW TSI-motor met uitlaatgasturbo

De 1,4 I 103 kW TSI-motor is de basismotor van deze benzinemotorenreeks. Hij is er in twee uitvoeringen: met en zonder actief cilindermanagement (ACT). Het vermogen en koppel zijn bij beide uitvoeringen hetzelfde.

### Technische kenmerken

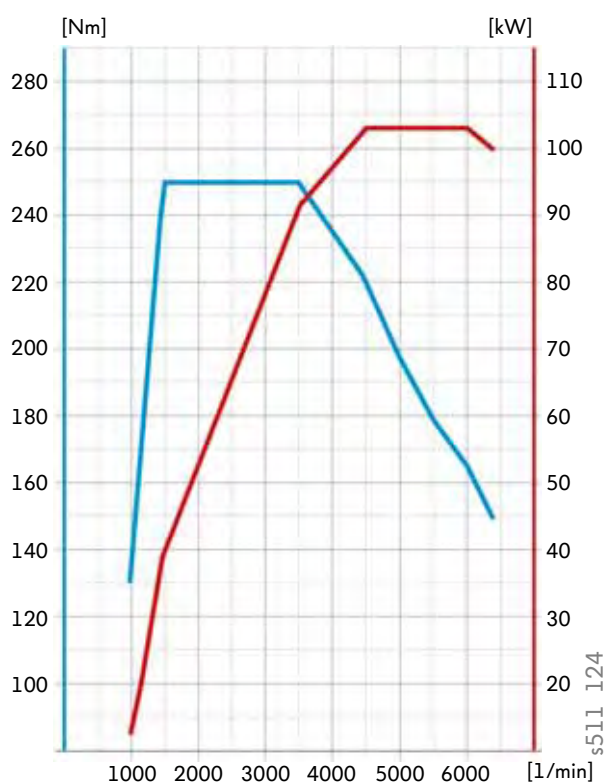
- Cilinderkop met geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Nokkenasaandrijving middels een getande riem
- Thermostaathuis vormt samen met de waterpomp een eenheid
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatkop
- Uitlaatgasturbomodule met elektrische laaddrukregelaar



s511\_117

- Inlaat- en uitlaatkopasverstelling
- Oliepomp met uitwendige vertanding en 2-traps oliedrukregeling
- 2-delige carterpan (bovenstuk van aluminium, onderstuk van plaatstaal)

### Koppel- en vermogenskromme



### Technische gegevens

Motorcode	CHPA	CPTA met ACT
Bouwwijze	4-cilinder lijnmotor	
Cilinderinhoud	1395 cm <sup>3</sup>	
Boring	74,5 mm	
Slag	80 mm	
Kleppen per cilinder	4	
Compressieverhouding	10,0:1	
Max. vermogen	103 kW bij 4500-6000 1/min	
Max. koppel	250 Nm bij 1500-3500 1/min	
Motormanagement-systeem	Bosch Motronic MED 17.5.21	
Brandstof	Loodvrije benzine RON 95	
Uitlaatgas-nabehandeling	Driewegkatalysator, een breedbandlambdasonde vóór en een spronglambdasonde na de katalysator	
Uitlaatgasnorm	EU5	EU6



## **EA211-motoren met indirecte inspuiting resp. voor alternatieve aandrijvingen**

### **1,4 l 66 kW/1,6 l 81 kW MPI-motor met indirecte inspuiting**

Deze motoren met motorcode CKAA (66 kW) en CPDA (81 kW) zijn ontwikkeld voor de buiten-Europese markt.

Het eerste op de markt komt de 1,6 l 81 kW MPI-motor, en wel in China.

#### **Technische kenmerken**

- Nokkenaandrijving middels een getande riem
- Nokkenashuis in modulaire bouwwijze
- Cilinderkop met geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Waterpomp in thermostaathuis geïntegreerd
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatnokkenas
- Inlaatnokkenasverstelling



s511\_129

### **1,4 l 81 kW TGI-motor (aardgas)**

Deze motor met motorcode CPWA wordt ingebouwd in de Golf 2013. Het is een bivalente aardgasmotor. Hij onderscheidt zich van de 1,4 l 90 kW TSI-motor alleen door de extra onderdelen voor de aardgasaandrijving.

#### **Technische kenmerken**

- Eén motorregelapparaat voor aardgas- en benzine-aandrijving
- Elektronische gasdrukregelaar met een mechanische drukverlagingsstrap
- Verbeterde gasinjectoren, waardoor vanaf -10°C op aardgas kan worden gestart
- Versterkte klepzittingen, gepantserde inlaatkleppen, klephoedjes met een tweede afdichtlip die voor een geforceerde smering van de klepgeleiders zorgt



s511\_117



## 1,4 | 90 kW TSI-motor MultiFuel

Deze motor met motorcode CPVA wordt ingebouwd in de Golf 2013 voor Zweden en Finland.

### Technische kenmerken

- Geschikt voor benzine met een bio-ethanolgehalte tot 85%
- Sensor brandstofkwaliteit voor het herkennen van het bio-ethanolaandeel in de brandstof
- Elektrische motorvoorverwarming in het koelsysteem
- Versterkte klepzittingringen, gepantserde inlaatkleppen, klephoedjes met een tweede afdichtlip die voor een geforceerde smering van de klepsteel in de klepgeleiders zorgt



s511\_117

## 1,4 | 110 kW TSI-motor hybride

Deze motor met motorcode CRJA (Europa) en CNLA (Noord-Amerika-Regio) wordt ingebouwd in de Jetta Hybrid. De basismotor is de 1,4 | 103 kW TSI-motor.

### Technische kenmerken

- Krukas met een vertanding voor de koppeling met driefasenmotor VX54 (E-motor)
- Trillingsdemper op de krukas
- Cilinderblok en keerringflens aan versnellingsbakzijde met openingen voor koelvloeistof voor het koelen van rijmotor voor elektroaandrijving V141 en voor hydraulische olie voor het bedienen van aansluitkoppeling K0
- Elektrische aircocompressor
- Rijmotor voor elektroaandrijving V141 fungeert als dynamo en als startmotor
- Secundaire-luchtsysteem (Noord-Amerika-regio)
- Vermogenstoename tot 110 kW door aanpassing van de software



s511\_119

- Gebruik van andere materialen voor leidingen van de carterontluchting, het brandstofsysteem en het absorptie-koolfiltersysteem vanwege emissievoorschriften (Noord-Amerika-regio)

## Geribde-riemaandrijving

De geribde-riemaandrijving is er in drie uitvoeringen. Welke uitvoering wordt ingebouwd, hangt af van het motortype en de uitrusting van de wagen.

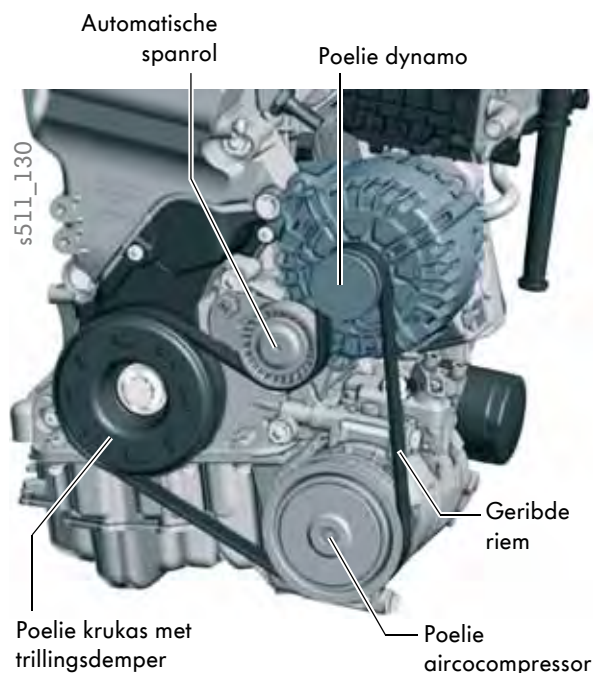
De aandrijving geschiedt doorgaans via een riem met zes ribben. De krukspoelie is bij alle motoren voorzien van een trillingsdemper, wat zorgt voor een rustige motorloop.

Om plaats te besparen, zijn de hulpaggregaten rechtstreeks aan het cilinderblok en de carterpan vastgeschroefd.

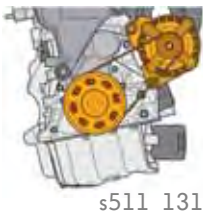


Er is geen extra steun gebruikt.



Bij de 1,4 l 110 kW-TSI-motor in de Jetta Hybrid worden de aircocompressor en de dynamo elektrisch aangedreven. Er is geen geribde-riemaandrijving.



### Uitvoeringen van de geribde-riemaandrijving

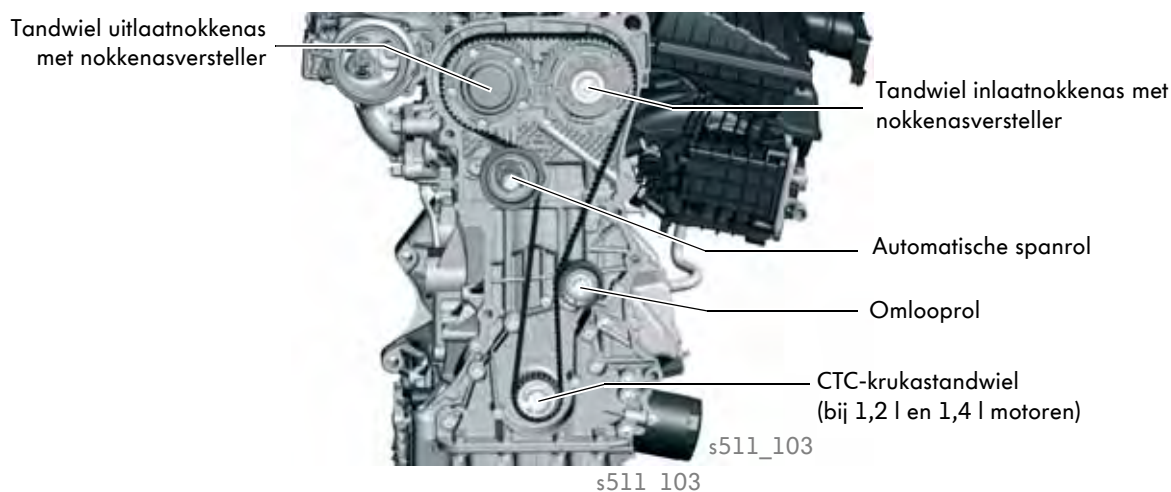
Geribde riem wordt op spanning gehouden door ...		3-cilinder motor met indirecte inspuiting MPI	4-cilinder motor met directe inspuiting TSI
een flexibele en rekbare geribde riem zonder spanrol	 s511_131	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonder aircocompressor</li> <li>- zonder BlueMotion Technology</li> </ul>	----
een starre spanrol	 s511_132	<ul style="list-style-type: none"> <li>- met aircocompressor</li> <li>- zonder BlueMotion Technology</li> </ul>	----
een automatische spanrol	 s511_133	<ul style="list-style-type: none"> <li>- met BlueMotion Technology</li> <li>- ongeacht of een aircocompressor is ingebouwd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- met BlueMotion Technology</li> <li>- ongeacht of een aircocompressor is ingebouwd</li> </ul>



# Getande-riemaandrijving

De nokkenassen worden aangedreven door een onderhoudsvrije getande riem. De getande riem wordt op spanning gehouden met een automatische spanrol. De aanloopkragen van de spanrol zorgen voor een goede riemgeleiding.

Een omlooprol aan trekzijde en de speciale vorm van de nokkenastandwielen bij de 3-cilinder motor resp. van het krukastandwiel bij de 4-cilinder motoren zorgen voor een rustige riemloop.

## 1,4 l 103 kW TSI-motor



Motortype	Tandwiel	Effecten
<b>3-cilinder motoren</b>	Tri-ovale nokkenastandwielen 	Om de kleppen van een cilinder te openen is een bepaalde kracht nodig. Deze kracht werkt bij elke klepopening ook op de getande-riemaandrijving en leidt daar bij hogere toerentallen tot trillingen. Om deze vooral bij 3-cilinder motoren optredende sterke trillingen tot een minimum te beperken, worden speciale nokkenastandwielen gebruikt. Bij deze tandwielen is de radius elke 120° (tri-ovaal) vergroot uitgevoerd.
<b>4-cilinder motoren</b>	Ovaal CTC-krukastandwiel 	Bij de 4-cilinder motoren wordt een zogenaamd CTC-krukastandwiel ingebouwd. CTC staat voor 'Crankshaft Torsionals Cancellation' en betekent dat de trekkrachten en de torsietrillingen van de krukas worden verminderd. Tijdens de arbeidsslag wordt de getande riem door de kleinere radius iets ontspannen. Hierdoor nemen de trekkrachten en de torsietrillingen van de getande-riemaandrijving af.

## Voordelen

- Door de geringere tandriemkrachten kan de spankracht van de spanrol worden verlaagd. Dat leidt tot minder wrijving en mechanische belasting van de gehele getande-riemaandrijving.
- Dankzij de verminderde trillingen draait de getande-riemaandrijving rustiger.



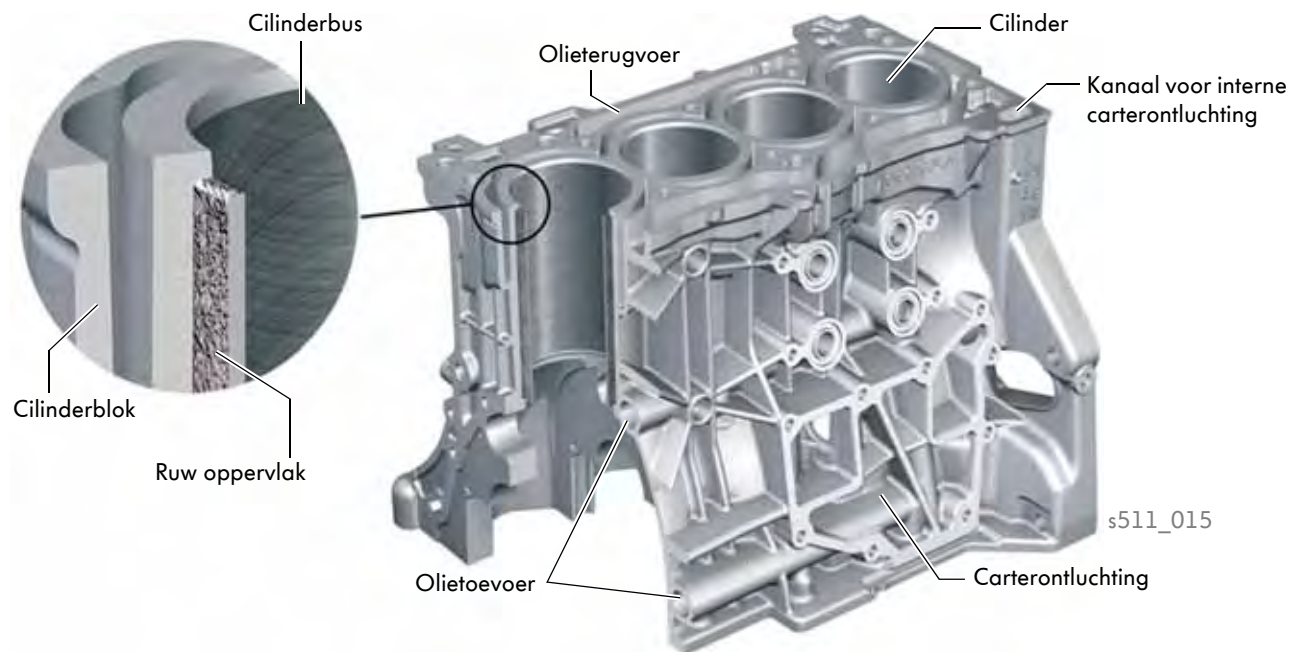
## Cilinderblok

Het cilinderblok is gemaakt van persgietaluminium en heeft een open-deck-constructie. Dit betekent dat er tussen de buitenwand van het cilinderblok en de cilinders geen verbindingstukken zitten.

Voordelen:

- Er kunnen zich in dit gebied geen luchtballen vormen, wat tot problemen zou leiden met de ontluchting en de koeling.
- Bij het vastschroeven van de cilinderkop met het cilinderblok is de cilindervervorming gering. De geringe cilindervervorming kan goed worden gecompenseerd door de zuigerveren, waardoor het oliegebruik afneemt.

In het cilinderblok zijn de kanalen voor de olietoevoer, de olieterugvoer en de carterontluchting ingegoten. Dit vermindert het aantal extra onderdelen evenals de bewerkelijkheid.



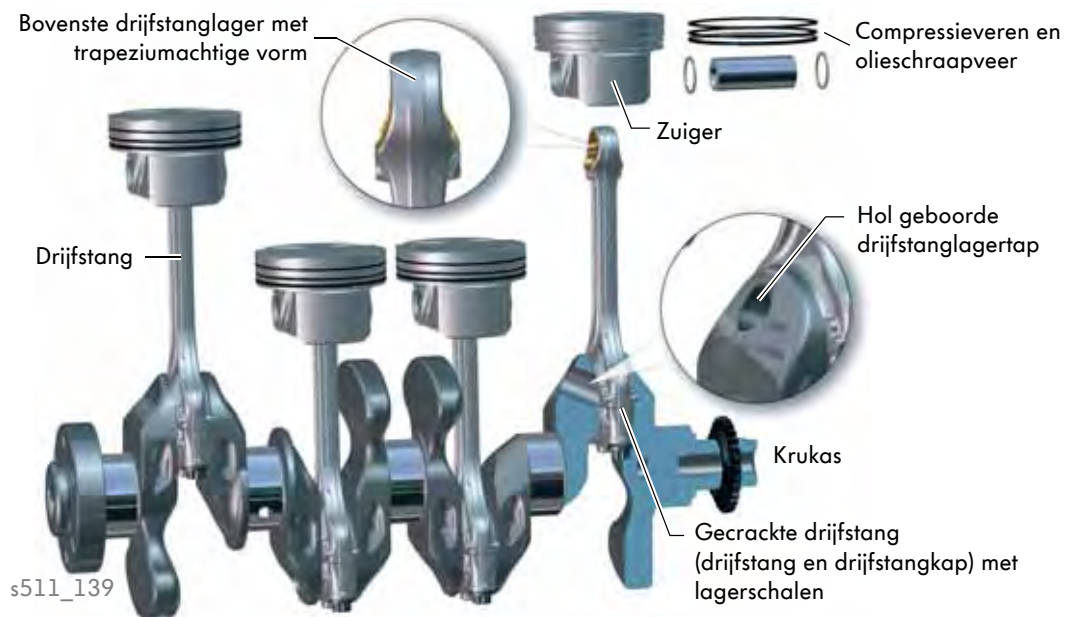
### Gietijzeren cilinderbussen

De gietijzeren cilinderbussen zijn apart in het cilinderblok ingegoten. De buitenkant is zeer ruw, waardoor het oppervlak groter is en de warmteoverdracht naar het cilinderblok wordt verbeterd.

Bovendien ontstaat door de ruwe buitenkant een zeer goede vormsluitende verbinding tussen het cilinderblok en de cilinderbus.

# Krukasmechanisme

Het krukasmechanisme is ontwikkeld met als doel een geringe bewegende massa en een geringe wrijving. Het gewicht van de krukassen, drijfstangen en zuigers is zodanig verlaagd, dat zelfs bij de 3-cilinder motoren de gebruikelijke balansas achterwege kan blijven.



## Drijfstangen

De drijfstangen worden gecrackt uitgevoerd. In het minder belaste gebied is het bovenste drijfstanglager trapeziumachtig uitgevoerd. Hierdoor worden het gewicht en de wrijving verder verminderd.

## Zuigers, zuigerveren, zuigerpennen

De zuigers zijn gemaakt van persgietaluminium. De zuigerbodem is plat uitgevoerd, omdat er geen wandgeleiding bij de interne mengselvorming plaatsvindt, zoals gebruikelijk bij de EA111-motoren. Het gevolg is niet alleen een lager gewicht, maar ook dat de verbrandingswarmte zich gelijkmatiger over de zuigerbodem verdeelt en dat ontstekingshaperingen worden voorkomen.

Bij de zuigerveren is de inbouwspeling vergroot, waardoor de wrijving is verminderd.

## Krukassen

Bij de minder belaste MPI-motoren worden gegoten krukassen gebruikt, bij de TSI-motoren gesmede krukassen. Verder onderscheiden ze zich door het aantal lagers, de contragewichten en de diameter van de hoofdlagers en drijfstanglagers.

De zwaarder belaste 1,4 l 103 kW TSI-motor heeft bijvoorbeeld een gesmede stalen krukas. Deze is vijfmaal gelagerd, heeft vier contragewichten en de diameter van de hoofd- en drijfstanglagers bedraagt 48 mm. Om het gewicht verder te verlagen, zijn de drijfstanglagertappen hol geboord. Al deze maatregelen zorgen voor een vermindering van de krachten in de krukas en daardoor voor een geringere belasting van de hoofdlagers.



## Cilinderkop

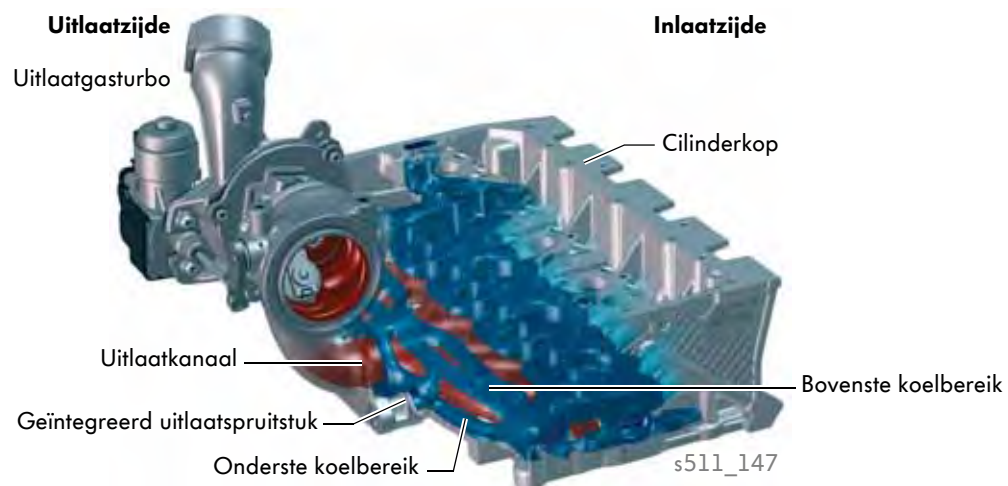
Bij de ontwikkeling van de aluminium cilinderkop lag de focus vooral op het gebruik van de uitlaatgasenergie om de motor sneller op bedrijfstemperatuur te krijgen.

### Technische kenmerken

- 4-kleppentechniek
- Dwarsstroomkoeling
- Geïntegreerd uitlaatspruitstuk
- Geschikt voor alternatieve brandstoffen

### Constructie

Bij de dwarsstroomcilinderkop stroomt de koelvloeistof van de inlaatzijde via de verbrandingskamers naar de uitlaatzijde. Daar wordt de koelvloeistof in twee stromen verdeeld, namelijk een stroom boven het uitlaatspruitstuk en een onder het uitlaatspruitstuk. De koelvloeistof stroomt door meerdere kanalen en neemt daarbij de warmte op. Vanaf de cilinderkop stroomt de koelvloeistof naar het thermostaathuis en vermengt zich daar met de resterende koelvloeistof.



### Geïntegreerd uitlaatspruitstuk

Bij het geïntegreerde uitlaatspruitstuk worden de vier uitlaatkanalen binnen in de cilinderkop bij een centrale flens bijeengebracht. De uitlaatgasturbo wordt rechtstreeks aan deze flens vastgeschroefd.

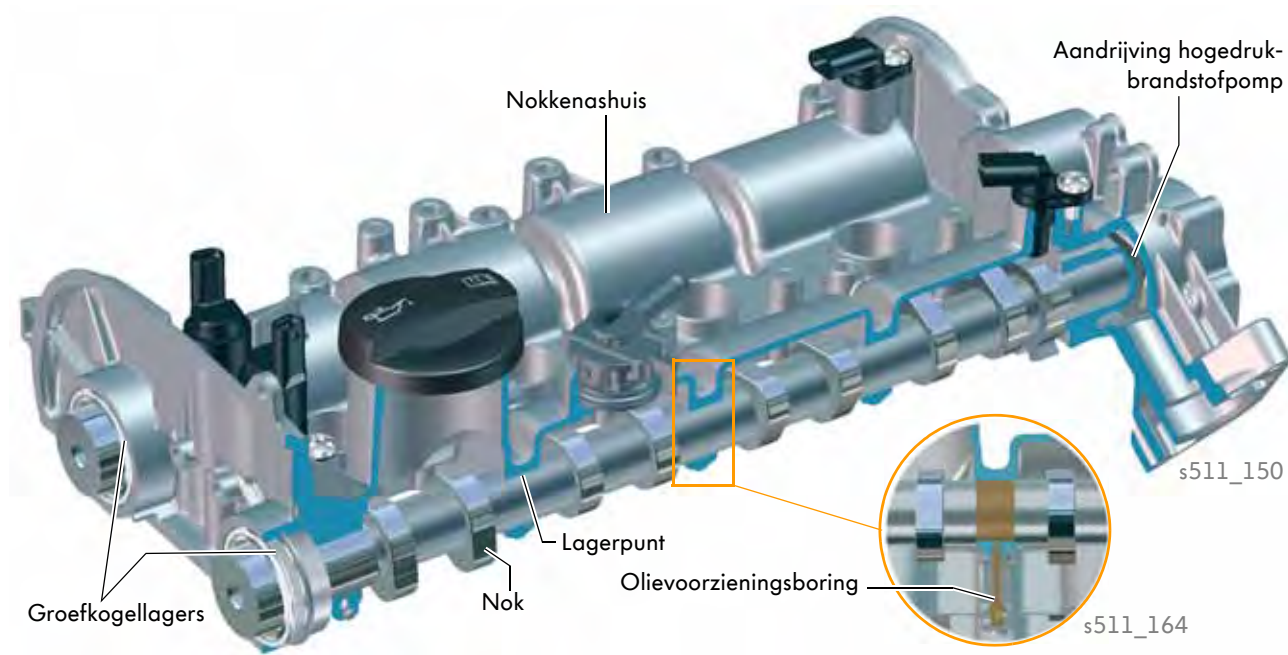
Deze bouwwijze heeft meerdere voordelen:

- De koelvloeistof wordt tijdens het warmdraaien van de motor door het uitlaatgas verwarmd. De motor is sneller op bedrijfstemperatuur. Daardoor daalt het brandstofverbruik en kan het interieur eerder worden verwarmd.
- Door de korte afstand tussen de cilinderkop en de katalysator geeft het uitlaatgas tijdens het warmdraaien weinig warmte af. Hierdoor is de katalysator ondanks de koeling door de koelvloeistof sneller op bedrijfstemperatuur.
- Bij vollast wordt het geïntegreerde uitlaatspruitstuk en dus het uitlaatgas sterker gekoeld en kan de motor bij vollast in een groter bereik met  $\lambda = 1$  verbruiks- en uitlaatgasoptimaal draaien.

# Nokkenashuis

## Constructie

Het nokkenashuis is gemaakt van persgietaluminium en vormt samen met de beide nokkenassen een onscheidbare module. Bij de modulaire bouwwijze worden de nokkenassen direct in het nokkenashuis geïntegreerd. Omdat de nokken niet meer door de lagerpunten heen hoeven te worden gevoerd, kunnen de lagers zeer klein worden uitgevoerd.



### Voordelen van kleinere lagerpunten

- Minder wrijving in de lagers
- Hogere stijfheid

### Olievoorziening van de lagerpunten

De glijlagers worden via de olievoorzieningsboringen van olie voorzien.

### Groefkogellagers

Om de wrijving te verminderen, is het eerste lager van elke nokkenas - dat door de getande-riem-aandrijving het meest wordt belast - een groefkogel-lager.



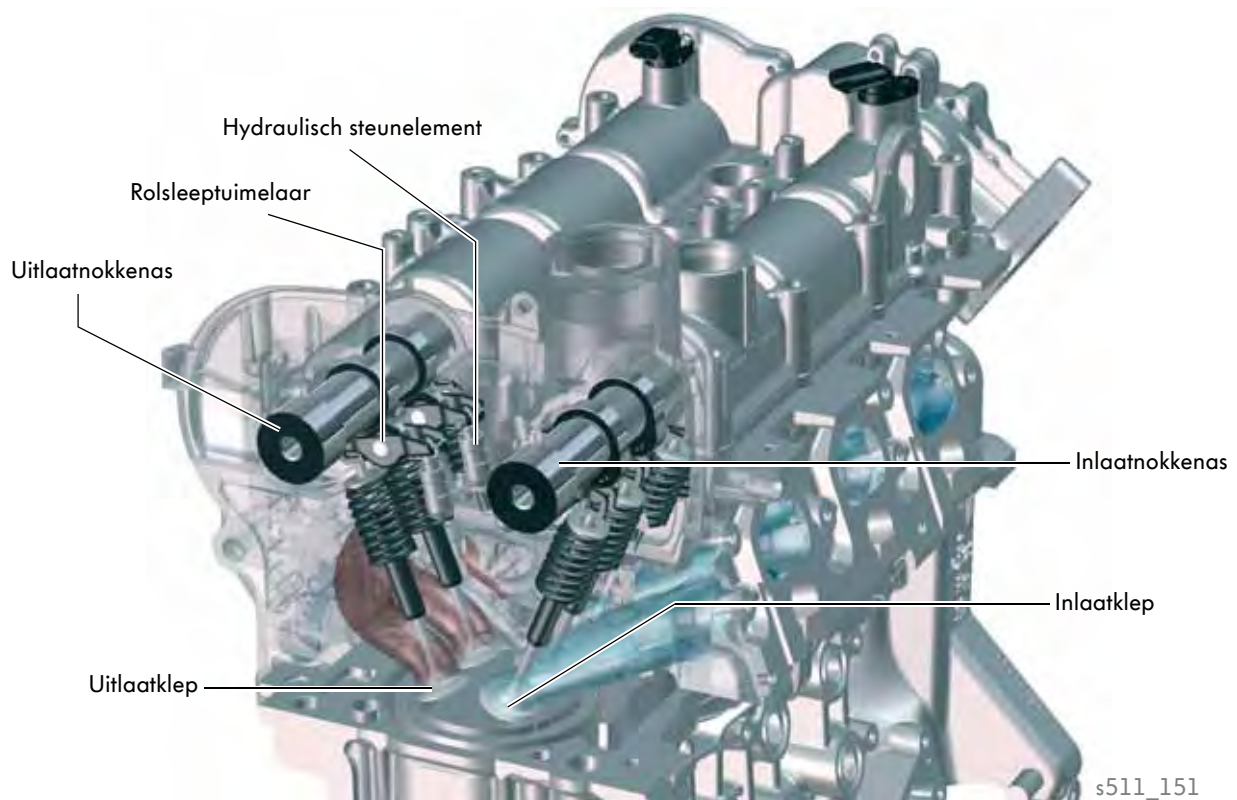
In geval van reparatie wordt het nokkenashuis samen met de nokkenassen vervangen.

De groefkogellagers zijn met geborgd met een borgring, kunnen echter niet worden vervangen.

## Kleppenmechanisme

De motorenreeks EA211 is uitgerust met 4-kleppentechniek.

De inlaatkleppen zijn in een hoek van  $21^\circ$  en de uitlaatkleppen in een hoek van  $22,4^\circ$  hangend bovenin de verbrandingskamer aangebracht. De kleppen worden bediend via rolsleeptuimelaars met hydraulische steunelementen.



### Voordelen van de 4-kleppentechniek

- Goede vulling en lediging van de cilinders
- Hoog vermogensrendement bij kleine cilinderinhoud
- Lager brandstofverbruik door hoge efficiëntie
- Hoog koppel en grote trekkracht
- Rustig draaien van de motor

### Overige kenmerken

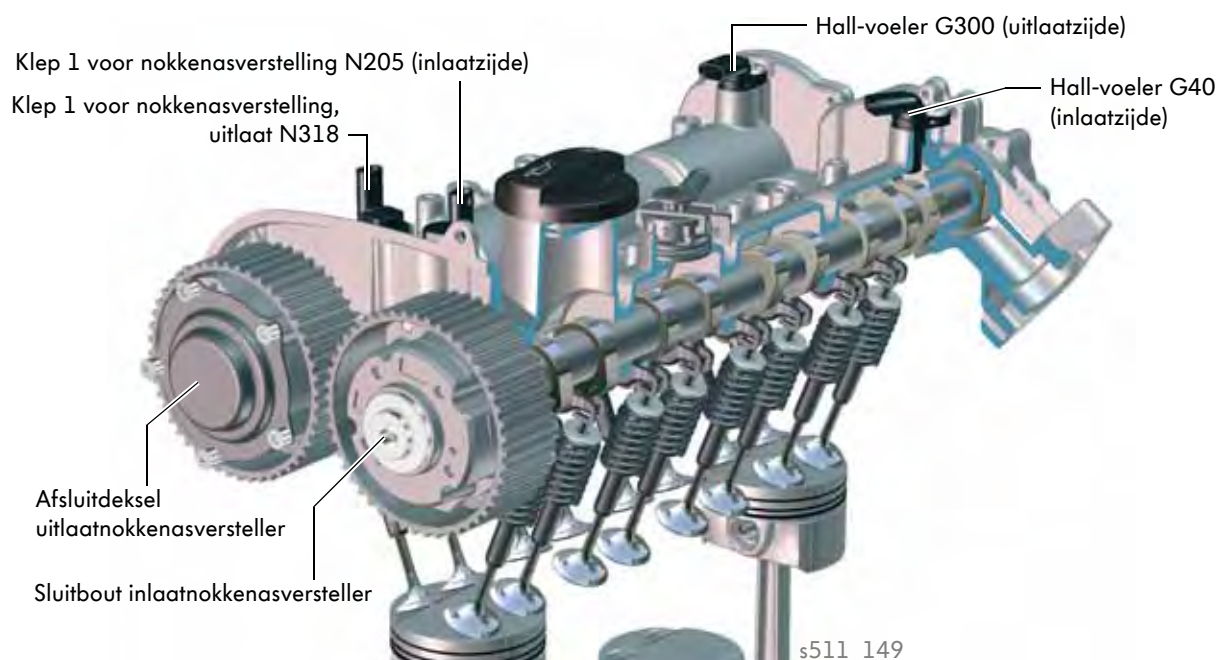
- De diameter van de klepstelen is verkleind tot 5 mm. Hierdoor is er minder bewegende massa en minder wrijvingsverlies door geringere klepveerkrachten.
- De klepzittinghoek bedraagt aan inlaat- en uitlaatzijde  $120^\circ$  om de slijtvastheid voor alternatieve brandstoffen, bv. aardgas, te verhogen.



# Nokkenasverstelling

Alle EA211-motoren beschikken over een traploze inlaatinokkenasverstelling. De motoren met een vermogen van 103 kW en hoger hebben ook een traploze uitlaatinokkenasverstelling.

De verstelling vindt plaats via een nokkenasversteller, afhankelijk van belasting en toerental. De nokkenasverstellers zijn rechtstreeks op de nokkenassen aangebracht. De nokkenasverstellers worden bediend door de kleppen voor nokkenasverstelling, die deel uitmaken van het oliecircuut. De verstelhoek wordt herkend door twee Hall-voelers.



## Uitvoeringen van de nokkenasverstelling

Motortype	Inlaatinokkenasverstelling	Uitlaatinokkenasverstelling
1,0 l 44/50/55 kW MPI-motor	Traploos tot een krukhoek van 40°	–
1,2 l 63/77 kW-TSI-motor en 1,4 l 90 kW TSI-motor	Traploos tot een krukhoek van 50°	–
1,4 l 103 kW TSI-motor zonder/met actief cilindermanagement	Traploos tot een krukhoek van 50°	Traploos tot een krukhoek van 40°

## Afdichting en bevestiging van de nokkenasverstellers

Om te voorkomen dat er motorolie op te getande riem terechtkomt, zijn de nokkenasverstellers afdicht. Hiervoor zorgt een rubber afdichting bij het afsluitdeksel van de uitlaatinokkenasversteller en bij de sluitbout van de inlaatinokkenasversteller.

Beide nokkenasverstellers zijn met een bout aan de nokkenassen bevestigd.

Beide bouten hebben rechtse schroefdraad.

## Inlaat- en uitlaatkokkenasverstelling

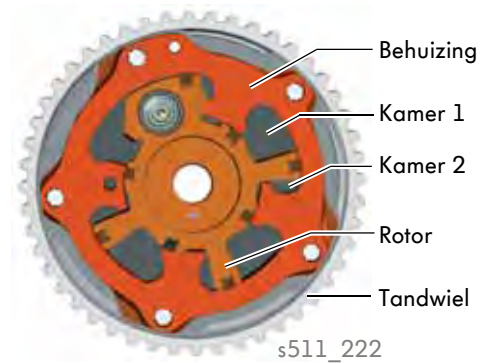
Beide nokkenasverstellers hebben dezelfde basisconstructie.

### Bijzonderheden van de nokkenasverstellers

#### Vleugelcelversteller

De nokkenasverstellers werken volgens het vleugelcelversteller-principe. Afhankelijk van in welke van de twee kamers de olie wordt geleid, verdraait de rotor en met hem de nokkenas.

De verstelling verloopt traploos.



#### Terugstelling van de uitlaatkokkenasversteller

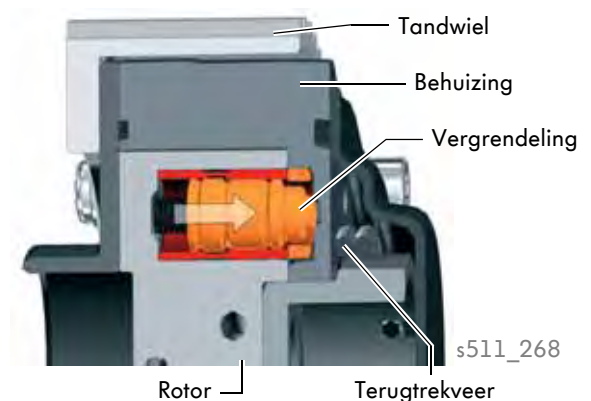
Voor een snelle motorstart mogen er geen restgassen in de cilinders terechtkomen. Hiertoe wordt bij het afzetten van de motor de uitlaatkokkenasversteller in de 'vroeg-positie' en de inlaatkokkenasversteller in de 'laat-positie' vergrendeld.

De uitlaatkokkenasversteller wordt hierbij tegen de motordraairichting in vermeld. Vanwege de grote verstelhoek van maximaal 40° krukhoek is het mogelijk dat de oliedruk hiervoor alleen niet toereikend is. Een terugtrekveer aan de uitlaatkokkenasversteller helpt de oliedruk bij het verstellen in de 'vroeg-positie'.



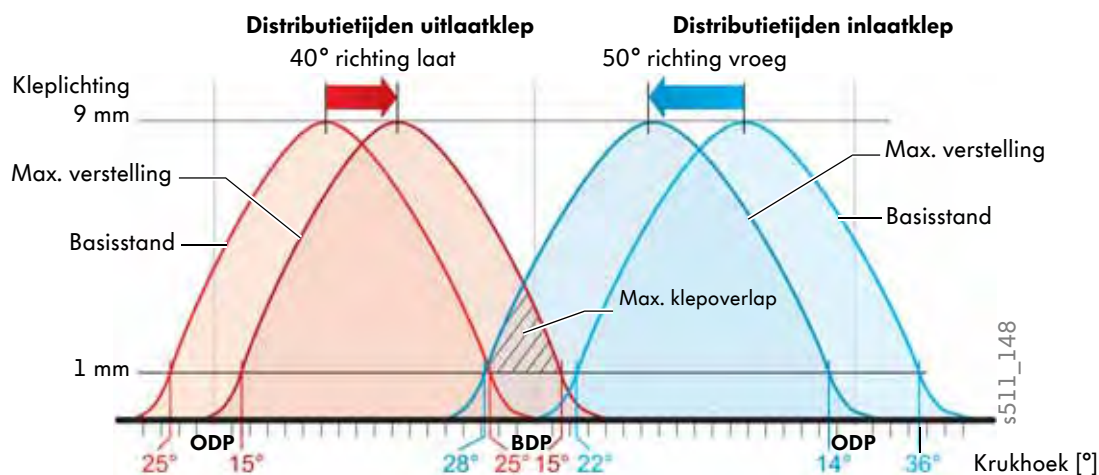
#### Vergrendeling

Bij het afzetten van de motor wordt de uitlaatkokkenasversteller in de vroeg-positie vergrendeld en de inlaatkokkenasversteller in de laat-positie. Hierdoor wordt voorkomen dat de nokkenassen tijdens het starten worden vermeld en slaat de motor sneller aan. Bovendien zijn er dan geen bijgeluiden bij de motorstart.



## Distributietijden

Door het gebruik van een inlaat- en uitlaatsnokkenasverstelling kunnen de distributietijden nog beter worden aangepast aan de bedrijfsfunctie van de motor. Openings- en sluitingstijden die kunnen worden afgestemd op de betreffende bedrijfsfunctie zijn immers een groot voordeel.



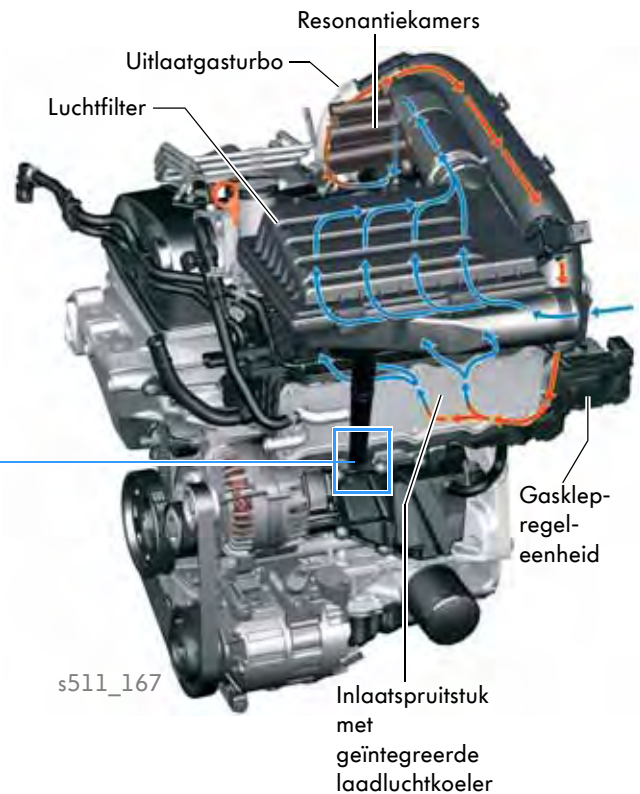
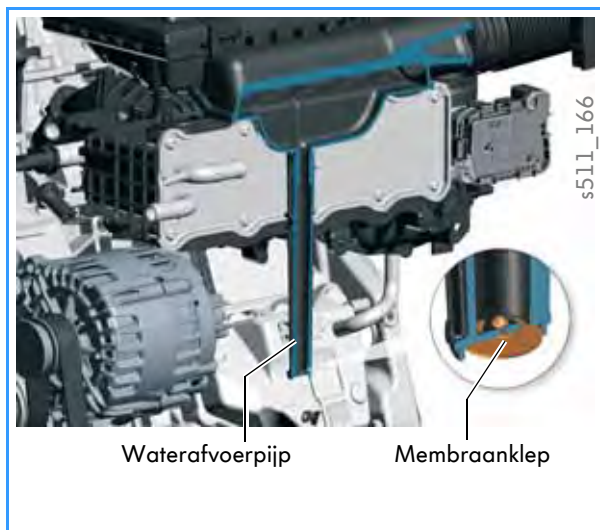
Toerental-/ belastingsgebied	Drukverhouding inlaatspruitstuk/ uitlaatsysteem	Klep- overlap	Effecten
Stationair draaien	Inlaatspruitstukdruk geringer dan tegendruk uitlaatgas	Geen	- Zeer weinig restgassen in de cilinder, hierdoor draait de motor rustig.
Laag toerental/ lage tot middelhoge belasting	Inlaatspruitstukdruk geringer dan tegendruk uitlaatgas	Groot	- Restgassen worden vanuit het uitlaatsysteem in de cilinder gezogen. - Om voldoende frisse lucht voor het gevraagde koppel toe te voeren, wordt de gasklep verder geopend. - De motor draait met geopende gasklep, het brandstofverbruik neemt af.
Laag toerental/ hoge belasting	Inlaatspruitstukdruk vanwege laaddruk hoger dan tegendruk uitlaatgas	Groot	- Frisse lucht wordt in de cilinder gedrukt, restgassen worden eruit gedrukt. - Door het geringe aandeel restgassen wordt het nominale koppel bij een laag toerental bereikt. - Verbeterde respons van de uitlaatgasturbo en minder neiging tot pingelen.
Middelhoog toerental/ middelhoge belasting	Laaddruk ongeveer gelijk aan tegendruk uitlaatgas	Gering	- Bij dezelfde drukverhoudingen is een grotere klepoverlap niet zinvol.
Hoog toerental/ hoge belasting	Laaddruk geringer dan tegendruk uitlaatgas	Gering	- Geen terugdrukken van restgassen ondanks hoge tegendruk uitlaatgas, hierdoor geen nadelige mengselvorming.

## Luchtgeleiding

De frisse lucht wordt via het rechtstreeks op de motor aangebrachte luchtfilter, de uitlaatgasturbo, de gasklepregel-eenheid, het inlaatspruitstuk met geïntegreerde laadluchtkoeler, de inlaatkanalen en de inlaatkleppen naar de cilinders geleid.

### Bijzonderheden van de luchtgeleiding

- Het inlaatspruitstuk heeft resonantiekamers waarmee de trillingen die in het inlaatsysteem ontstaan bij het aanzuigen van de lucht worden beperkt. Al naargelang de frequentie kunnen dergelijke trillingen verschillende geluiden veroorzaken.
- De inlaatkanalen zijn zodanig ontworpen dat ze voor een goede luchtwerveling zorgen en een geringe doorstromingsweerstand.
- De laadlucht wordt gekoeld door een laadluchtkoeler in het inlaatspruitstuk waar koelvloeistof doorheen stroomt.
- Bij de 1,4 l 103 kW TSI-motor met actief cilindermanagement van de Polo Blue GT is het luchtfilter voorzien van een aansluiting waarin zich condenswater verzamelt, dat bij een bepaalde hoeveelheid via een membraan wegdruppelt.

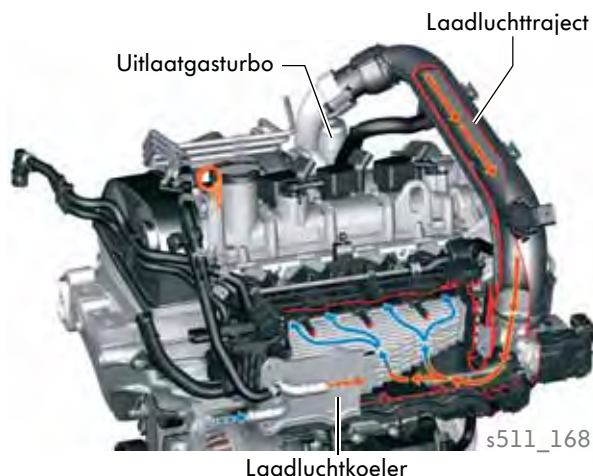




# Uitlaatgasturbosysteem

De TSI-motoren van de EA211-reeks zijn uitgerust met een uitlaatgasturbo. Bij de ontwikkeling van de turbo lag de focus op een hoog koppel bij lage toerentallen en een snelle respons. Zo bereikt de 1,4 l 103 kW TSI-motor zijn maximaal koppel van 250 Nm al bij 1500 1/min.

Bijzonder aan het laadluchtraject is dat het zeer compact is. De uitlaatgasturbo heeft daardoor minder lucht te comprimeren, waardoor de benodigde laaddruk sneller wordt bereikt.

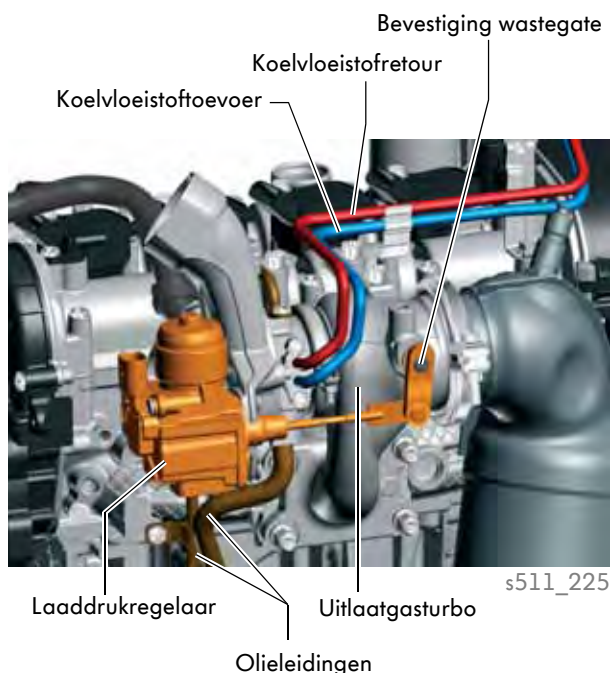


## Uitlaatgasturbo

Elke uitlaatgasturbo is voor de specifieke motor en het betreffende vermogen nieuw ontwikkeld. De basisconstructie van de uitlaatgasturbo's is qua luchtgeleiding, smering en koeling hetzelfde. De uitlaatgasturbo's onderscheiden zich met name door de afmetingen van de turbine- en compressorwielen. Een ander onderscheid is er bij de laaddrukregelaars. Deze kunnen bij alle motoren afzonderlijk worden vervangen, maar de bevestiging aan de wastegate en de basisafstelling na vervanging zijn bij elke motor verschillend.

### Bijzonderheden van uitlaatgasturbo:

- Kleine diameter van turbine- en compressorwiel met dienovereenkomstig geringe massatraagheidsmomenten
- Materiaal berekend op een uitlaatgastemperatuur van maximaal 950°C
- Integratie in het koelcircuit van de laadluchtkeeling om na het afzetten van de motor de temperatuur bij de aslagering laag te houden
- Aansluiting op het oliecircult om de aslagering te smeren en te koelen
- Aansturing van de wastegate voor de laaddrukregeling door een elektrische laaddrukregelaar met geïntegreerde positiesensor

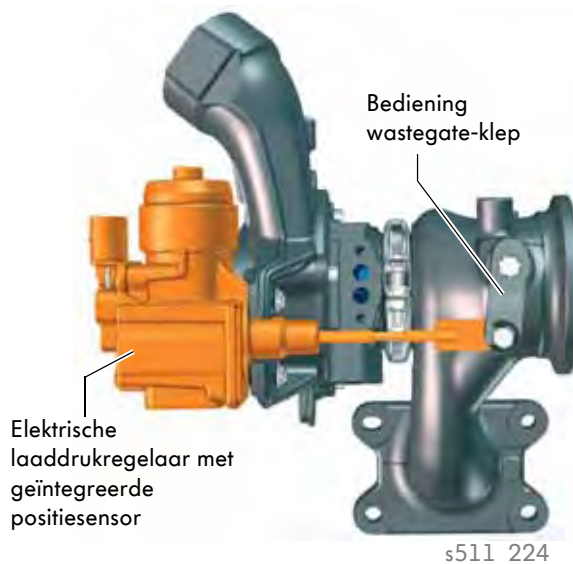




## Laaddrukregelaar V465

Ten opzichte van een pneumatische magneetklep voor laaddrukbegrenzing heeft de elektrische laaddrukregelaar de volgende voordelen:

- Een snelle versteltijd en daardoor een snellere laaddrukopbouw.
- Een hoge bedieningskracht, waardoor de wastegate ook bij hoge uitlaatgasstromen gesloten blijft om de voorgeschreven laaddruk te bereiken.
- De wastegate kan onafhankelijk van de laaddruk worden bediend. Hierdoor kan de wastegate in het onderste belastings-/toerentalgebied worden geopend. De basislaaddruk neemt af en de motor hoeft minder werk te verrichten voor de ladingswisseling.



Meer informatie over de elektrische laaddrukregelaar V465 is te vinden in zelfstudieprogramma 443 'De 1,2 l 77 kW TSI-motor met uitlaatgasturbo'.

### Uitvoeringen van de uitlaatgasturbo

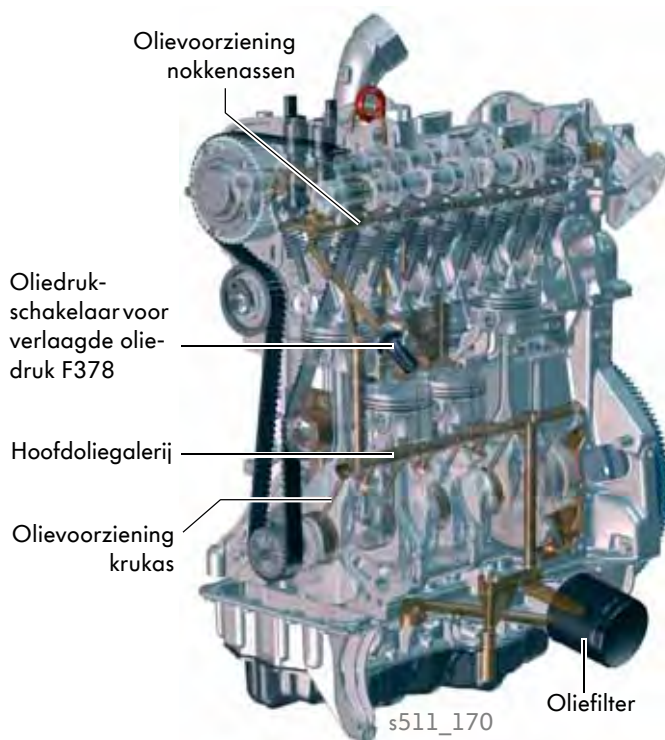
Motortype	Diameter turbinewiel	Diameter compressorwiel	Max. laaddruk volgens kenvel	Adaptatie laaddrukregelaar
<b>1,2 l 63 kW / 77 kW TSI</b>	33,6 mm	36 mm	1,7 bar (63 kW) 1,9 bar (77 kW)	Elektronicatester
<b>1,4 l 90 kW TSI</b>	37 mm	40 mm	1,8 bar	Voorinstelling draadstang, elektronicatester
<b>1,4 l 103 kW TSI met/zonder ACT</b>	39,2 mm	41 mm	2,2 bar	Elektronicatester

## Oliecircuit

Het oliecircuut, d.w.z. de weg waarop de olie door de motor wordt geleid, is bij alle motoren van de nieuwe motorenreeks EA211 nagenoeg hetzelfde.

Verschillen zijn afhankelijk van het volgende:

- type oliepomp en aandrijving van de oliepomp
- soort oliedrukregeling
- oliekoeler wel of niet ingebouwd
- uitlaatgasturbo wel of niet ingebouwd



In de tabel is te zien bij welke motoren welke oliepomp is ingebouwd, hoe deze wordt aangedreven en hoe de druk wordt geregeld.

Motor type	Type oliepomp/aandrijving	Soort oliedrukregeling
<b>1,0 l 44/50/55 kW MPI-motor en 1,2 l 63 kW/77 kW TSI-motor</b>	Duocentric-oliepomp Aandrijving rechtstreeks door de krukas	Een drukregelklep in het oliepomphuis regelt de oliedruk constant op ca. 3,5 bar. De opgevoerde oliehoeveelheid hangt af van het motortoerental.
<b>1,4 l 90 kW/103 kW TSI-motor</b>	Oliepomp met uitwendige vertanding Aandrijving via een ketting door de krukas	Via de oliepomp wordt de opgevoerde oliehoeveelheid aangepast aan de motorbelasting en het motortoerental. Er vindt een tweetraps oliedrukregeling plaats op 1,8 resp. 3,3 bar.



Meer informatie over de Duocentric-oliepomp is te vinden in zelfstudieprogramma 508 'De 1,0 l 44/55 kW MPI-motor met indirecte inspuiting' en zelfstudieprogramma 196 'De 1,4 l 16 V 55 kW motor'.

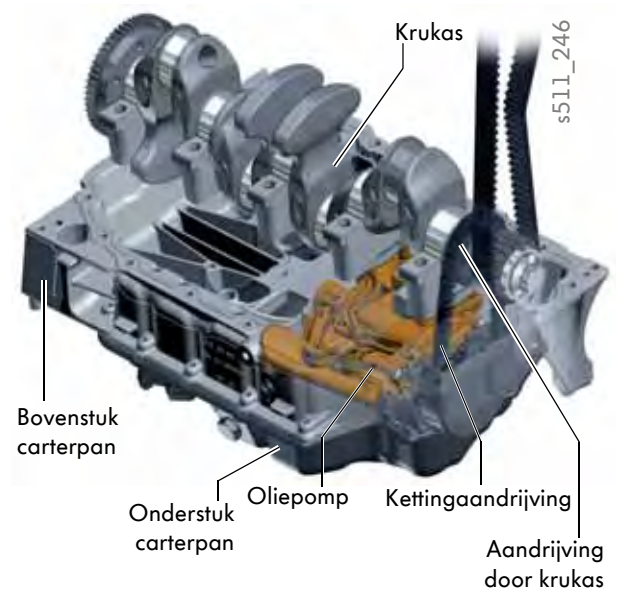
## Oliepomp met uitwendige vertanding

Bij de 1,4 l TSI-motoren wordt een oliepompe met uitwendige vertanding toegepast. Deze werkt zeer efficiënt en draagt hierdoor bij aan het verlagen van het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

De oliepompe is vastgeschroefd aan het bovenstuk van de carterpan. De pompe werkt afhankelijk van motorbelasting en motortoerental in twee drukken met ca. 1,8 en 3,3 bar.

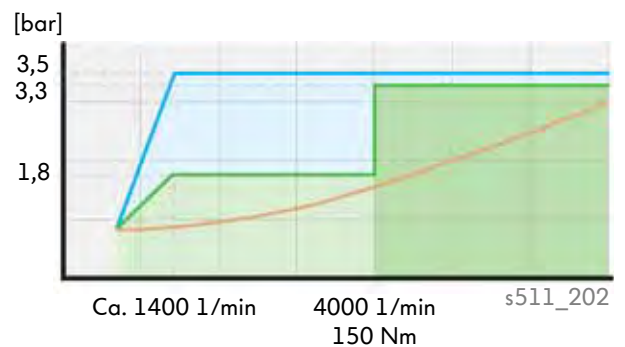
De oliepompe wordt aangedreven door de krukas via een onderhoudsvrije kettingaandrijving zonder kettingspanner.

De oliedruk wordt geregeld met behulp van de opgevoerde oliehoeveelheid.



## Voordelen van de tweetraps oliedruk- en oliehoeveelheidsregeling

- De oliepompe vraagt minder aandrijfvermogen, omdat deze slechts zo veel olie opvoert als nodig is.
- De olie veroudert minder snel, omdat er minder olie hoeft te worden rondgepompt.

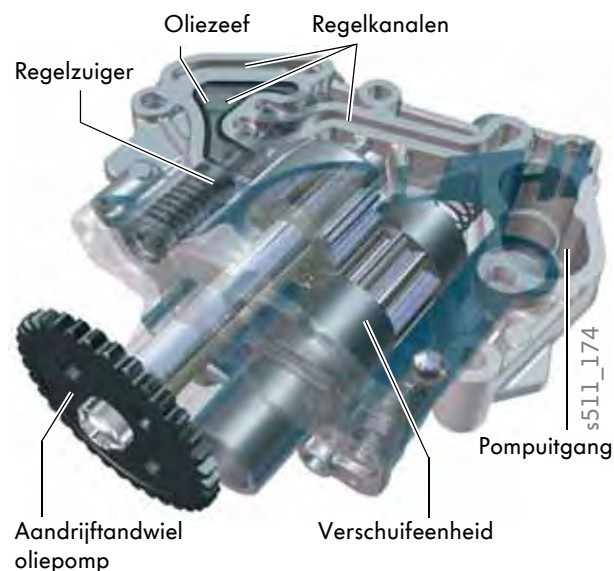


- Drukbehoefte
- Oliedruk ongeregeld (1,0 l en 1,2 l motoren)
- Oliedruk tweetraps geregeld (1,4 l motoren)
- Lage druk
- Hoge druk

## Onderdelen van de tweetraps oliedrukregeling

### Oliepomp met uitwendige vertanding

De behuizing en het deksel zijn gemaakt van aluminium en bevatten meerdere regelkanalen voor het regelen van de oliedruk. Al naargelang de hoeveelheid olie die vanuit het oliecircuït via de regelkanalen naar de regelzuiger en de verschuifeenheid wordt geleid, verandert de olieopvoerhoeveelheid en de oliedruk.



### Regelzuiger en verschuifeenheid

De eigenlijke olietoevoer vindt plaats door twee in elkaar grijpende tandwielen (pomptandwielen). Eén pomptandwiel zit op de aandrijf-as, die via een kettingaandrijving door de krukas wordt aangedreven.

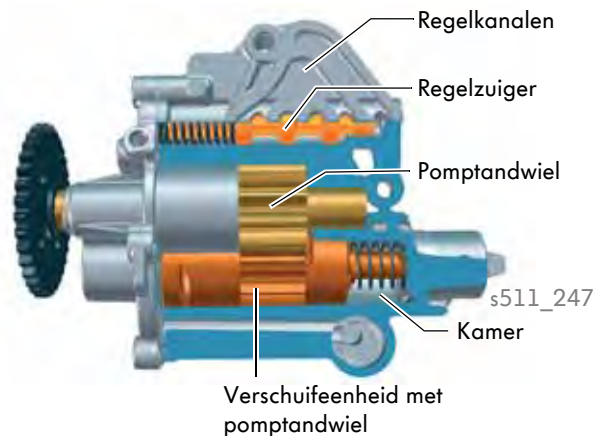
Het andere pomptandwiel zit op een as die in lengterichting verschuifbaar is. Pomptandwiel en as vormen de verschuifeenheid.

Met de verschuifeenheid kunnen de opvoerhoeveelheid en de opvoerdruk in het oliecircuït gericht worden beïnvloed.

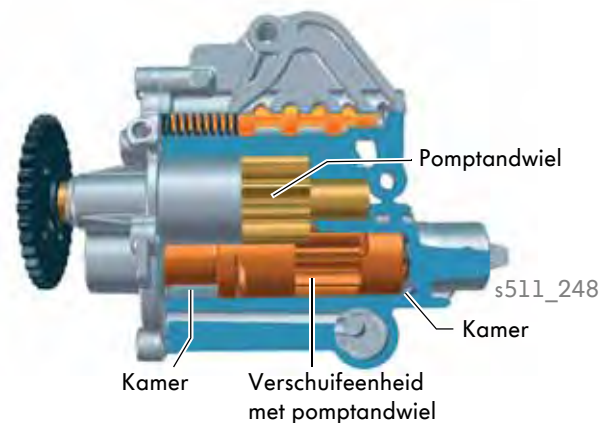
De stand van de verschuifeenheid wordt bepaald door de drukverhouding in de linker- en rechterkamer van de verschuifeenheid.

De drukverhouding hangt weer af van de aansturing van de regelzuiger.

Stand verschuifeenheid voor max. olietoevoer



Stand verschuifeenheid voor min. olietoevoer

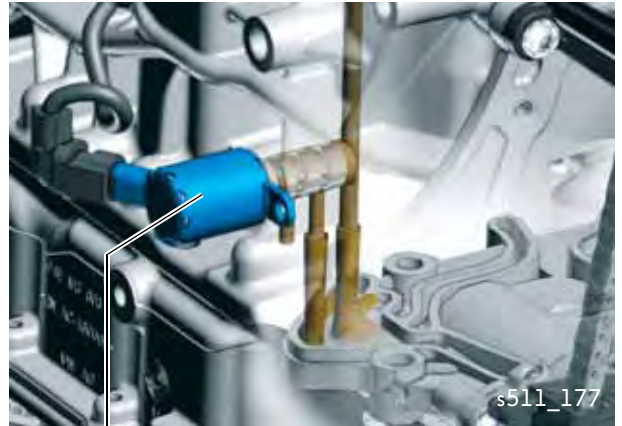


## Klep voor oliedrukregeling N428

De klep voor oliedrukregeling wordt afhankelijk van belasting en toerental met een massasignaal door het motorregelapparaat aangestuurd. Met de klep wordt tussen de beide oliedrukken geschakeld door verschillende regelkanalen van de oliepomp afwisselend van olie te voorzien.

De klep kent de volgende schakelwaarden:

- Als de klep wordt aangestuurd, wordt het regelkanaal naar de oliepomp geopend en werkt de oliepomp in de lage druk met 1,8 bar.
- Wordt de klep niet aangestuurd, dan wordt het regelkanaal door een veer gesloten en werkt de oliepomp in de hoge druk met 3,3 bar.



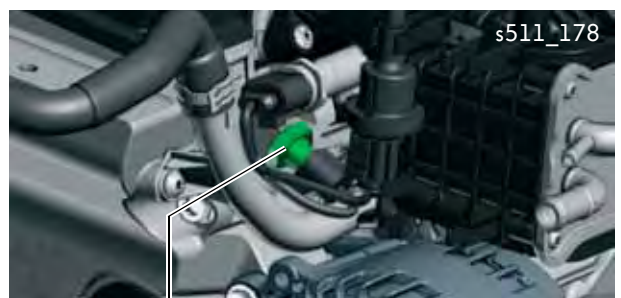
Klep voor oliedrukregeling N428

## Oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378 en oliedrukschakelaar F1

Met de beide oliedrukschakelaars bewaakt het motorregelapparaat de oliedruk in de betreffende oliedruk. Komt de oliedruk onder een bepaalde waarde, dan opent de betreffende oliedrukschakelaar en krijgt het motorregelapparaat een signaal. Het motorregelapparaat stuurt vervolgens een signaal naar de CAN-databus en controlelampje voor oliedruk K3 in het instrumentenpaneel wordt ingeschakeld.

### Oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378

Deze oliedrukschakelaar is aan aanzuigzijde in de buurt van de getande riem in de cilinderkop geschroefd. Met deze schakelaar wordt gecontroleerd of de minimale oliedruk aanwezig is.



Oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378

### Oliedrukschakelaar F1

Deze oliedrukschakelaar is aan uitlaatgaszijde in het midden in het cilinderblok geschroefd. Als het motorregelapparaat naar de hoge oliedruk omschakelt, wordt met deze schakelaar de hoge oliedruk bewaakt.

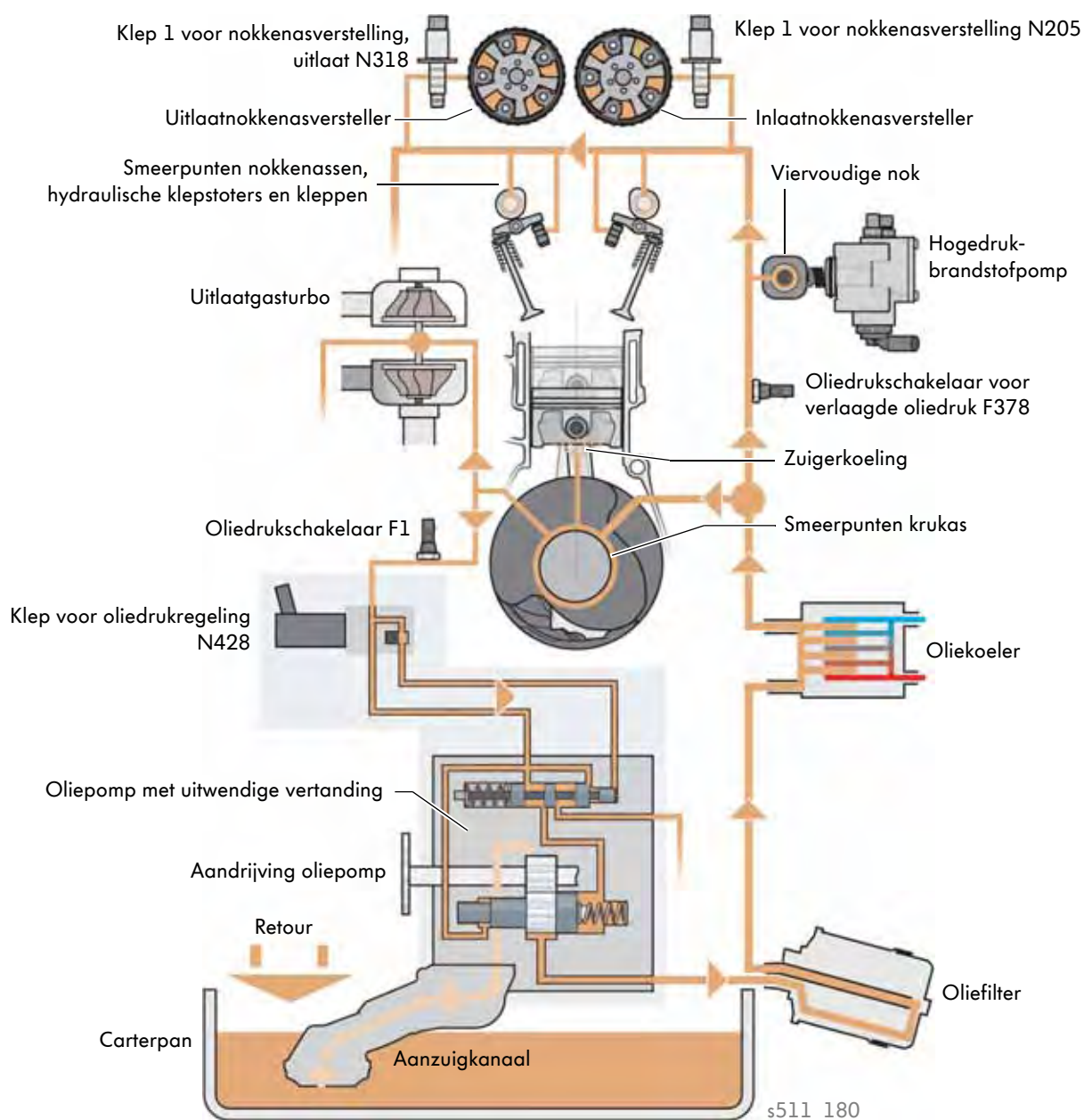


Oliedrukschakelaar F1



## Oliedrukregeling

Bij de geregelde Duocentric-oliepomp van de EA111-benzinemotorenreeks was het aandrijfvermogen al aanzienlijk teruggebracht vergeleken met een ongeregelde oliepomp. Een ongeregelde oliepomp voert in het gehele toerentalgebied slechts zo veel olie op als nodig is om de oliedruk constant op 3,5 bar te houden. Met de voor de EA211-motorenreeks nieuw ontwikkelde oliepompen wordt de oliedruk afhankelijk van toerental en belasting tweetraps geregeld. Vooral in het onderste en middelste toerental-/belastingsgebied vraagt de oliepomp minder aandrijfvermogen, omdat de oliedruk hier slechts ca. 1,8 bar bedraagt. Hierdoor hoeft de oliepomp minder olie op te voeren.



# Motor, mechanisch

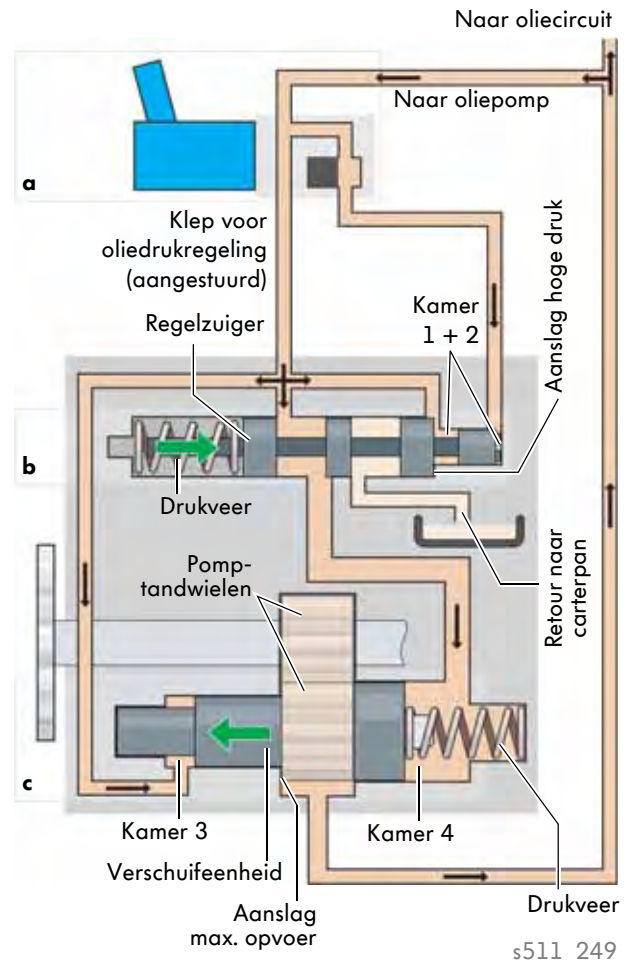
## Werking van de oliedrukregeling

De hoogte van de oliedruk wordt bepaald door de hoeveelheid olie die wordt opgevoerd. Hoeveel olie wordt opgevoerd, hangt af van de stand van de verschuifeenheid, van hoe ver de beide pomptandwielen in elkaar grijpen en van het motortoerental.

### Drukopbouw van motorstart tot ca. 1,8 bar

Na het starten van de motor moet zo snel mogelijk de benodigde oliedruk worden opgebouwd. De beide pomptandwielen grijpen volledig in elkaar en de bij het motortoerental maximale hoeveelheid olie wordt naar het oliecircuit gepompt.

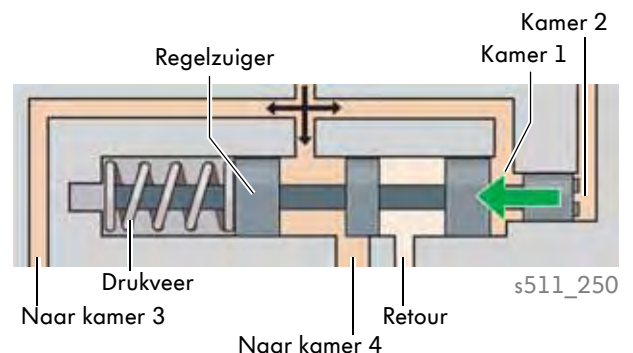
- De klep voor oliedrukregeling wordt door het motorregelapparaat met massa aangestuurd, waardoor de klep het regelkanaal naar kamer 2 opent.
- De regelzuiger wordt door de drukveer tegen de aanslag van de hoge druk gedrukt.
- De oliedruk in kamer 3 en 4 bedraagt minder dan 1,8 bar en heeft geen invloed op de stand van de verschuifeenheid. De drukveer drukt de verschuifeenheid tegen de aanslag max. opvoer.



■ Drukloos  
■ < 1,8 bar

### Motortoerental stijgt

Als het toerental stijgt voert de oliepomp meer olie op waardoor de oliedruk toeneemt. Tegelijkertijd neemt ook de druk in kamer 1 en 2 van de regelzuiger toe. De regelzuiger wordt tegen de kracht van de veer in naar links verschoven. Omdat de druk in kamer 3 en 4 van de verschuifeenheid nog steeds minder dan 1,8 bar bedraagt, blijft de verschuifeenheid tegen de aanslag max. opvoer staan.



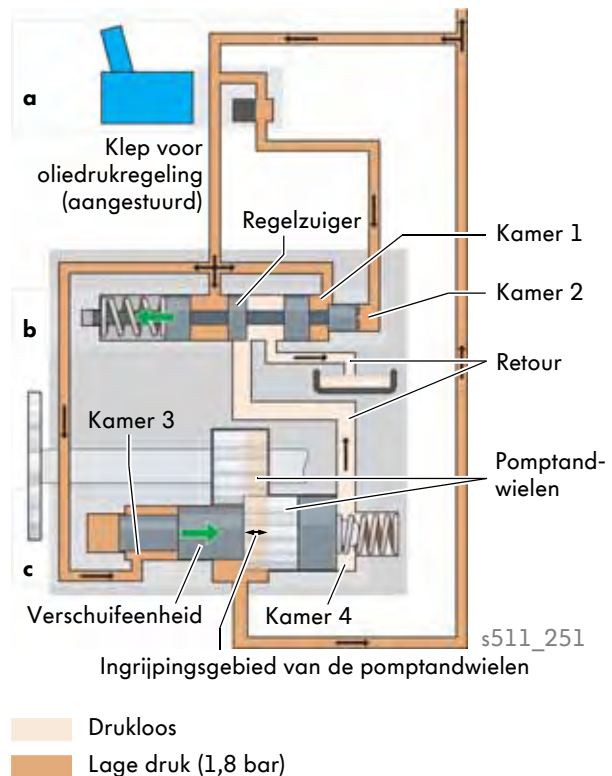
### Lage druk – ca. 1,8 bar

Bij ca. 1400 1/min bereikt de oliedruk de onderste druk van ca. 1,8 bar. Deze druk wordt tot 4000 1/min resp. 150 Nm constant gehouden.

Als het motortoerental toeneemt, zouden ook de opgevoerde hoeveelheid olie en de oliedruk toenemen. Neemt het motortoerental af, dan zouden ook de opgevoerde hoeveelheid olie en de oliedruk afnemen.

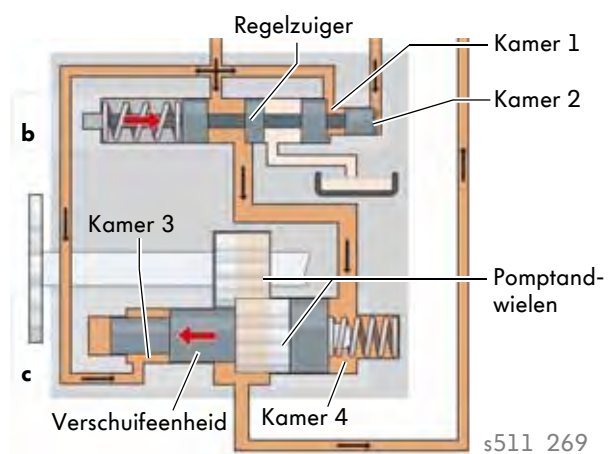
### Oliedrukregeling bij een oliedruk die toeneemt tot boven 1,8 bar

- De klep voor oliedrukregeling wordt door het motorregelapparaat met massa aangestuurd, waardoor de klep het regelkanaal naar kamer 2 opent.
- Door het toenemende motortoerental neemt de druk in kamer 1 en 2 toe tot boven 1,8 bar en wordt de regelzuiger tegen de kracht van de veer in naar links verschoven. De weg van kamer 4 naar de retour naar de carterpan wordt vrijgegeven.
- De druk in kamer 3 neemt toe tot boven 1,8 bar, waardoor de verschuifeenheid tegen de kracht van de veer in iets naar rechts wordt verschoven. De olie uit kamer 4 wordt terug naar de carterpan gedrukt. De pomptandwielen grijpen niet meer zo ver in elkaar, waardoor de opgevoerde hoeveelheid olie en daardoor ook de oliedruk afneemt.



### Oliedrukregeling bij een oliedruk die afneemt tot onder 1,8 bar

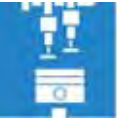
- De klep voor oliedrukregeling is nog steeds geopend.
- Als het motortoerental afneemt, neemt de druk in kamer 1 en 2 af tot onder 1,8 bar en wordt de regelzuiger tegen de kracht van de veer in naar rechts verschoven. De weg van het oliecircuït naar kamer 4 van de verschuifeenheid wordt vrijgegeven.
- De druk in kamer 3 en 4 is nu weer even groot. Samen met de kracht van de veer wordt de verschuifeenheid iets naar links verschoven. De pomptandwielen grijpen verder in elkaar, waardoor de opgevoerde hoeveelheid olie en daardoor ook de oliedruk toeneemt.



# Motor, mechanisch

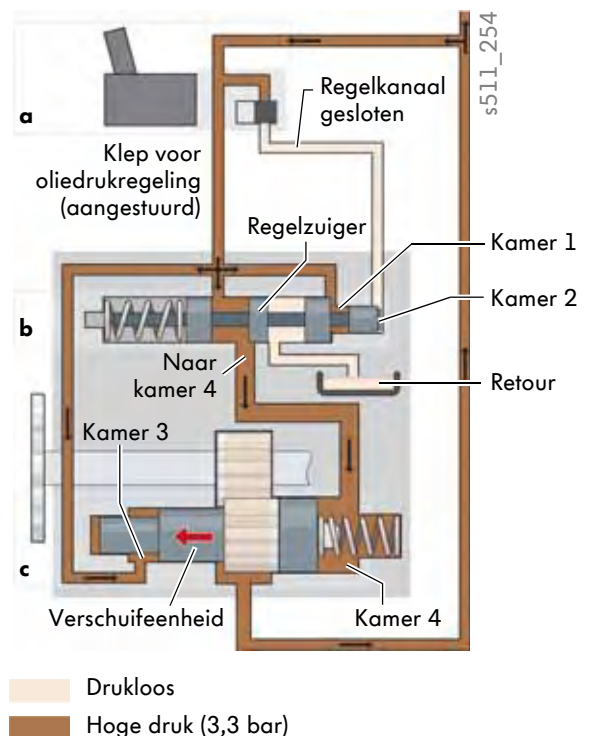
## Omschakelen naar hoge druk – ca. 3,3 bar

Bij een motortoerental van 4000 1/min of een motorbelasting van 150 Nm wordt omgeschakeld naar de hoge druk van ca. 3,3 bar. Om de hogere druk te bereiken, wordt er meer olie opgevoerd.



### Stand omschakelen naar hoge druk

- De klep voor oliedrukregeling wordt door het motorregelapparaat niet meer aangestuurd, waardoor de klep het regelkanaal naar kamer 2 sluit.
- Doordat er geen oliedruk in kamer 2 is, wordt de regelzuiger door de drukveer ver naar rechts verschoven en komt er een grote opening naar kamer 4 vrij.
- De oliedruk in kamer 4 van de verschuifeenheid neemt toe. De oliedruk en de drukveer schuiven de verschuifeenheid ver naar links. De beide pomptandwielen grijpen nu zeer ver in elkaar. Ze voeren meer olie op waardoor de oliedruk stijgt.



### Terugschakelen naar de lage druk

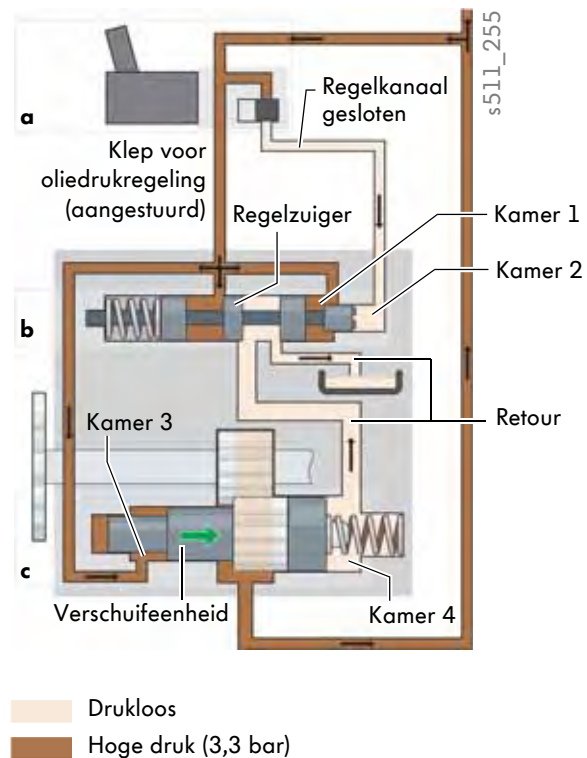
Om terug te schakelen naar de lage druk wordt de klep voor oliedrukregeling weer met massa aangestuurd. De klep opent het regelkanaal naar kamer 2. De oliedruk in kamer 1 en 2 verschuift de regelzuiger tegen de kracht van de veer in naar links, waardoor het regelkanaal naar kamer 4 gesloten en de retour naar de carterpan geopend wordt. Hierdoor neemt de oliedruk in kamer 4 af en wordt de verschuifeenheid door de hogere oliedruk in kamer 3 naar rechts verschoven. De pomptandwielen grijpen minder in elkaar, waardoor de opgevoerde hoeveelheid olie en de oliedruk afnemen.

### Hoge druk – ca. 3,3 bar

Net als bij de lage druk wordt ook bij de hoge druk de oliedruk op constant 3,3 bar geregeld. Als het motortoerental toeneemt, zouden ook de opgevoerde hoeveelheid olie en de oliedruk toenemen. Om de oliedruk constant op 3,3 bar te houden, wordt de opgevoerde hoeveelheid olie aangepast. De regeling van de oliedruk vindt op dezelfde wijze plaats als bij de lage druk.

### Oliedrukregeling bij een oliedruk die toeneemt tot boven 3,3 bar

- De klep voor oliedrukregeling wordt door het motorregelapparaat niet aangestuurd, waardoor de klep het regelkanaal naar kamer 2 sluit.
- De oliedruk in kamer 1 is nu zo groot dat de regelzuiger tegen de kracht van de veer in naar links wordt verschoven en het retourkanaal van kamer 4 naar de carterpan wordt geopend.
- De druk in kamer 4 neemt af en de verschuifeenheid wordt door de hoge oliedruk in kamer 3 tegen de kracht van de drukveer in naar rechts verschoven. De pomptandwielen grijpen niet meer zo ver in elkaar, waardoor ze minder olie opvoeren. De oliedruk neemt af tot ca. 3,3 bar.



### Oliedrukregeling bij een oliedruk die afneemt tot onder 3,3 bar

Zakt de oliedruk, bijvoorbeeld door een afnemend motortoerental, tot onder 3,3 bar, dan vindt dezelfde regeling plaats als bij de lage druk. De regeling van de oliedruk is in beide drukken een continu proces:

- Bij een te lage oliedruk wordt het regelkanaal van het oliecircuut naar kamer 4 van de verschuifeenheid geopend. Door de toestromende olie wordt de verschuifeenheid zodanig verschoven, dat de pomptandwielen verder in elkaar grijpen. Er wordt meer olie opgevoerd, waardoor de oliedruk stijgt.
- Bij een te hoge oliedruk wordt het retourkanaal van kamer 4 naar de carterpan geopend. Door de terugstromende olie wordt de verschuifeenheid zodanig verschoven, dat de pomptandwielen niet zo ver in elkaar grijpen. Er wordt minder olie opgevoerd, waardoor de oliedruk zakt.





## Carterbeluchting en -ontluchting

De carterbeluchting en -ontluchting moet ervoor zorgen dat:

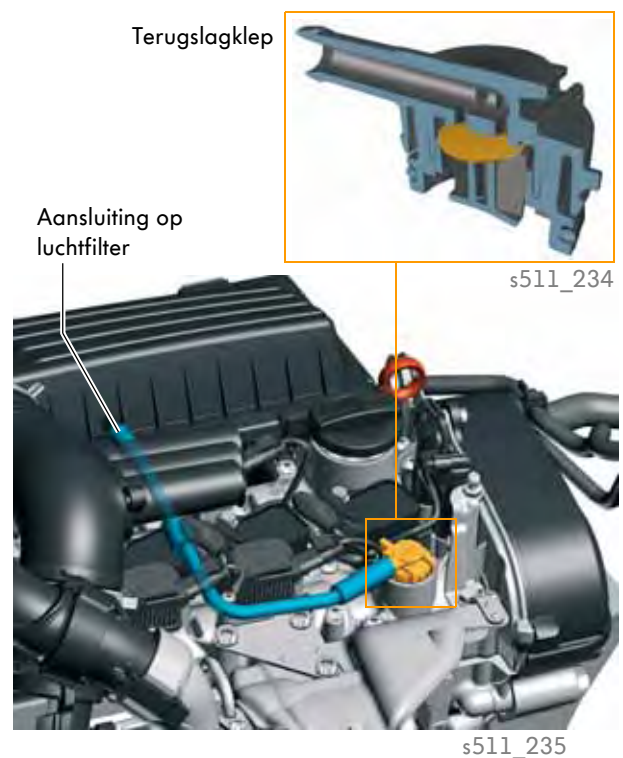
- bij korte ritten de condenswatervorming in de olie gering is en zo het dichtvriezen van de carterontluchting wordt voorkomen en
- er onder alle bedrijfsomstandigheden geen oliedampen en onverbrande koolwaterstoffen in het milieu terechtkomen.



### Carterbeluchting

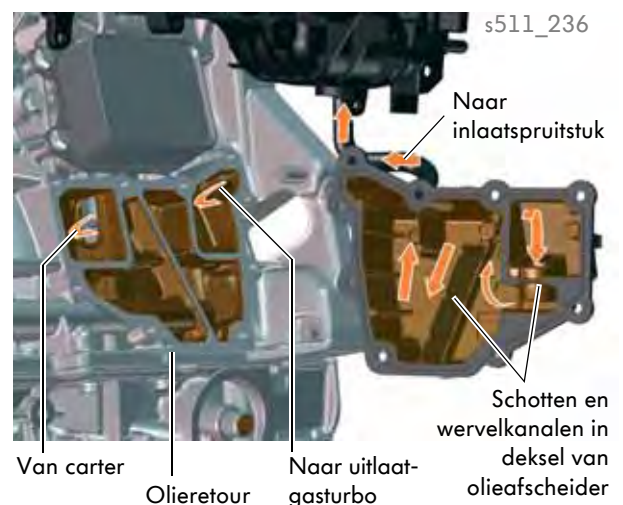
De carterbeluchting zorgt ervoor dat het carter met frisse lucht wordt gespoeld, zodat de condenswatervorming in de olie wordt verminderd. De beluchting van het carter vindt plaats via een slang, die van het luchtfilter naar de terugslagklep van het nokkenashuis loopt.

De terugslagklep voorkomt dat er olie of ongefilterde blow-by-gassen in het luchtfilter terechtkomen. Zodra in het carter een te hoge druk ontstaat, wordt de terugslagklep geopend en wordt de weg naar het luchtfilter vrijgegeven. Hierdoor zijn beschadigingen aan afdichtingen als gevolg van overdruk uitgesloten.



### Carterontluchting

De gassen stromen vanuit het carter naar de olieafscheider. Daar worden met behulp van schotten en wervelkanalen eerste de grote oliedruppels uit de gassen verwijderd (grove olieafscheiding). Vervolgens worden met behulp van kleinere wervelkanalen de kleine oliedruppels verwijderd (fijne olieafscheiding). Een vernauwde opening in de behuizing van de olieafscheider richting inlaatspruitstuk beperkt de doorlaat bij een te hoge onderdruk in het inlaatspruitstuk. Na de olieafscheider komen de gassen bij het toevoerpunt bij het inlaatspruitstuk of bij de uitlaatgasturbo.



## Toevoer van blow-by-gassen aan frisse lucht

De EA211-motoren beschikken over een interne carterontluchting waarmee dichtvriezen wordt voorkomen. Intern betekent dat de in de olieafscheider gereinigde blow-by-gassen grotendeels binnen de motor naar de toevoerpunten worden geleid. Daar mengen ze zich met de frisse lucht.

Bij de 1,0 l MPI-motoren worden de gassen door de onderdruk altijd in het inlaatspruitstuk gezogen. Bij de 1,2 l en 1,4 l TSI-motoren gaan ze, afhankelijk van de drukverhoudingen, rechtstreeks naar het inlaatspruitstuk of naar de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo.

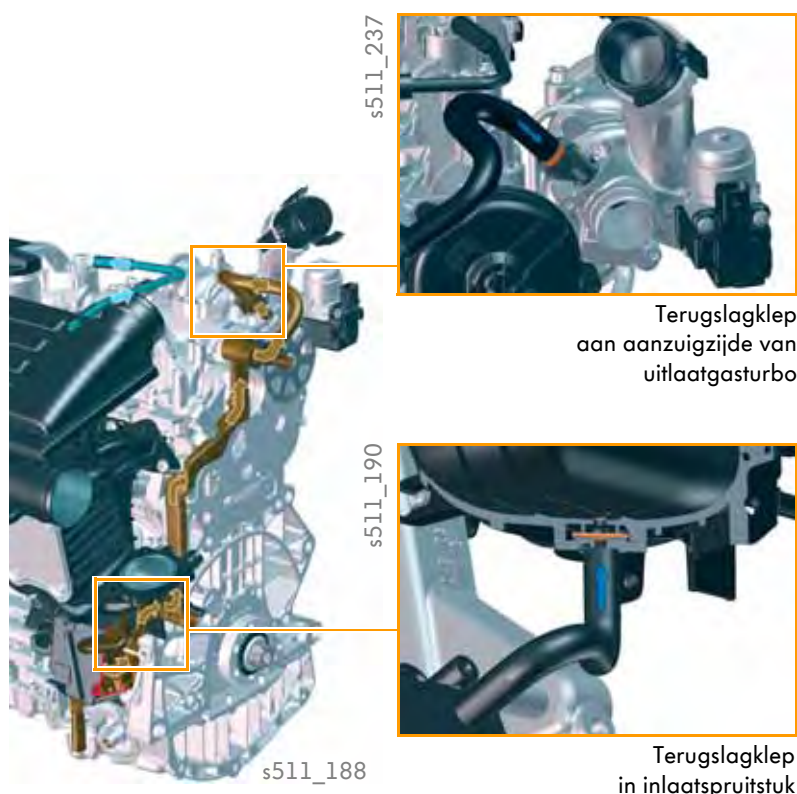
### Onderdruk in inlaatspruitstuk

Door de zuigende werking van de motor is de druk op de klep in het inlaatspruitstuk geringer dan de druk op de klep aan de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo. Hierdoor wordt de klep in het inlaatspruitstuk geopend en de klep aan de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo gesloten.

De blow-by-gassen worden nu via de slang in het inlaatspruitstuk gezogen.

### Laaddruk in inlaatspruitstuk

De druk aan de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo is nu lager dan de druk in het inlaatspruitstuk. De klep aan de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo wordt geopend. De klep in het inlaatspruitstuk wordt gesloten. De blow-by-gassen worden rechtstreeks door de uitlaatgasturbo aangezogen.



### Terugslagklep in inlaatspruitstuk

De klep is op de laagste punt van het inlaatspruitstuk aangebracht. Als de motor niet draait, is de klep geopend. De olie kan terugstromen naar de afscheider.



## Koelsysteem

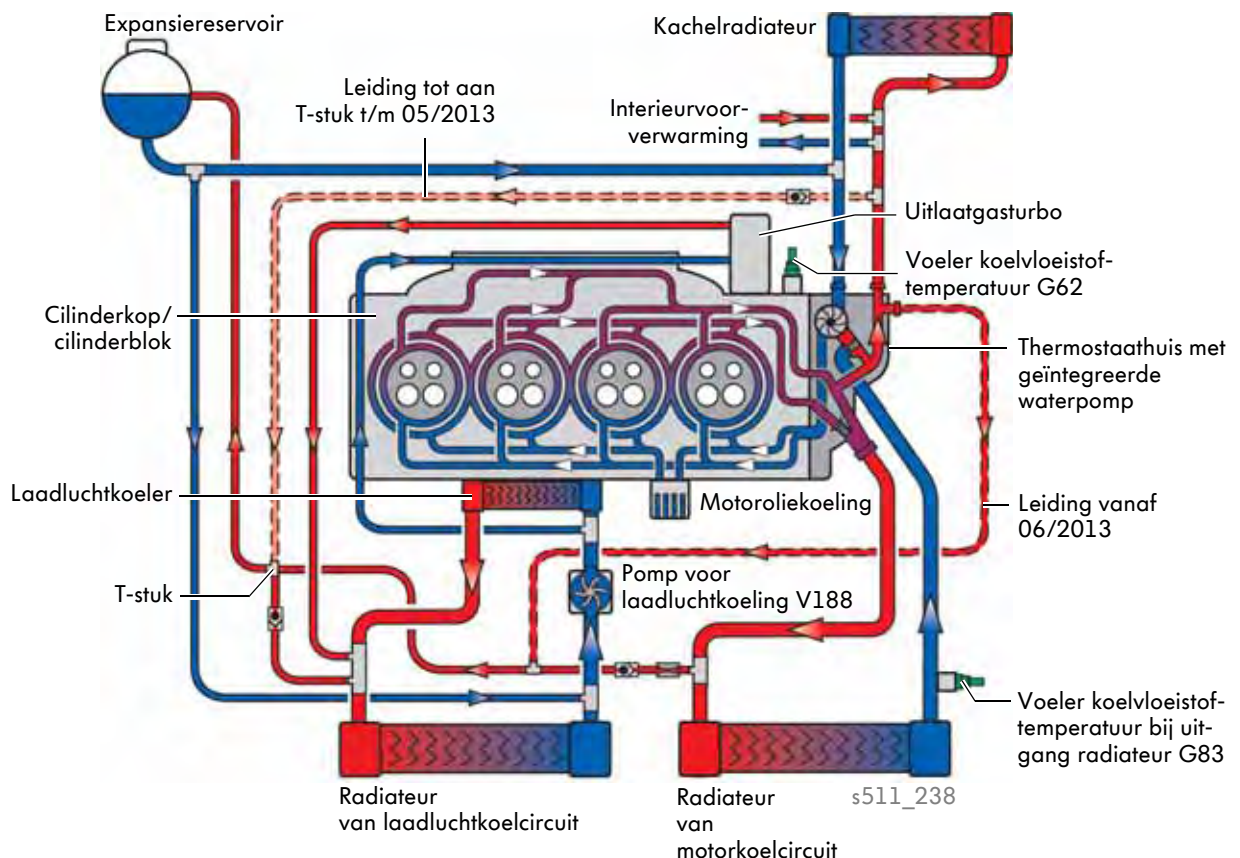
Bij alle EA211-motoren wordt voor de koeling van de motor een koelsysteem met twee circuits gebruikt. Er zijn twee gescheiden koelvloeistofstromen met verschillende temperaturen. De ene gaat door het cilinderblok, de andere door de cilinderkop. De temperatuur van de koelvloeistof wordt geregeld door twee thermostaten in het thermostaathuis. De koelvloeistoftemperaturen zijn hierbij afhankelijk van het motortype.

### Bijzonderheden van motorkoelsysteem:

- Dwarsstroomkoeling in de cilinderkop voor een gelijkmatigere temperatuurverdeling
- Thermostaathuis met geïntegreerde waterpomp
- Aandrijving waterpomp middels een getande riem door de uitlaatnokkenas

### Bijzonderheden van laadluchtkoelsysteem:

- Koeling van het geïntegreerde uitlaatspruitstuk
- Pomp voor laadluchtkoeling V188
- Door vloeistof doorstroomde laadluchtkoeler in het inlaatspruitstuk
- Koeling van de uitlaatgasturbo



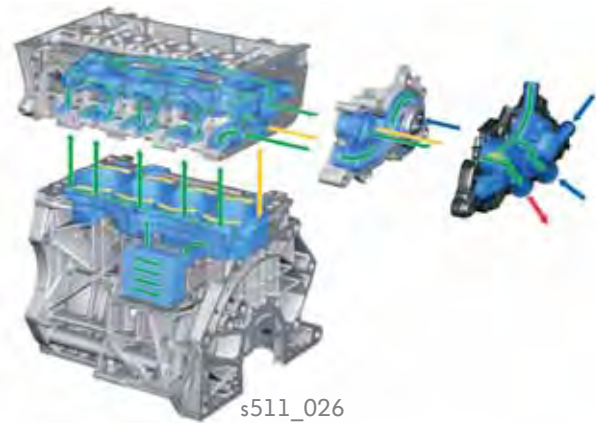
Om de koelcapaciteit van het laadluchtkoelsysteem te waarborgen, dient het na opening altijd te worden ontluicht. Voor het ontluichten moet koelsysteemvulapparaat VAS 6096 worden gebruikt of de interactieve functie 'Koelsysteem vullen en ontluichten' van de elektronicatester. Aanwijzingen in ELSA in acht nemen.

## Motorkoelsysteem

Bij het motorkoelsysteem met twee circuits wordt de koelvloeistof door een waterpomp, die in het thermostaathuis is geïntegreerd, naar de cilinderkop en het cilinderblok gepompt.

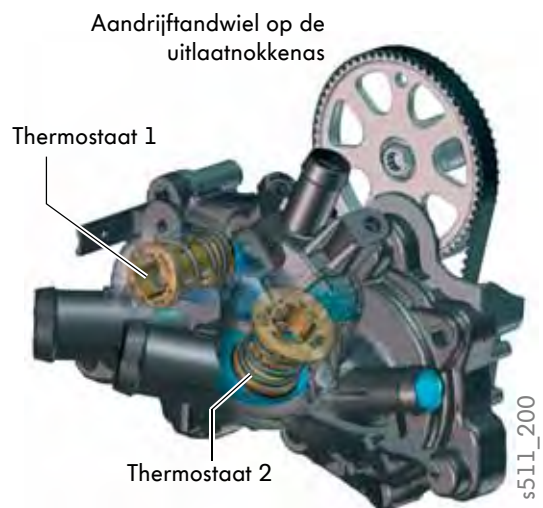
Het koelsysteem met twee circuits heeft de volgende voordelen:

- Het cilinderblok wordt sneller warm, omdat de koelvloeistof tot een temperatuur van ca. 105°C in het cilinderblok blijft.
- Er is minder wrijving in het krukasmechanisme door het hogere temperatuurniveau in het cilinderblok.
- De verbrandingskamers worden beter gekoeld door het lagere temperatuurniveau in de cilinderkop. Hierdoor worden de cilinders beter gevuld en is er minder neiging tot pingelen.



### Thermostaathuis met geïntegreerde waterpomp

Het thermostaathuis is aan versnellingsbakzijde aan de cilinderkop bevestigd. Om het koelsysteem zo compact mogelijk te houden, is de waterpomp in het thermostaathuis geïntegreerd. De waterpomp wordt aangedreven door de uitlaatk nokkenas middels een getande riem.



#### Thermostaat 1 voor cilinderkop

Opent bij 87°C en maakt de weg vrij van de radiator naar de waterpomp. Bij de MPI-motoren opent de thermostaat bij een koelvloeistoftemperatuur van 80°C.

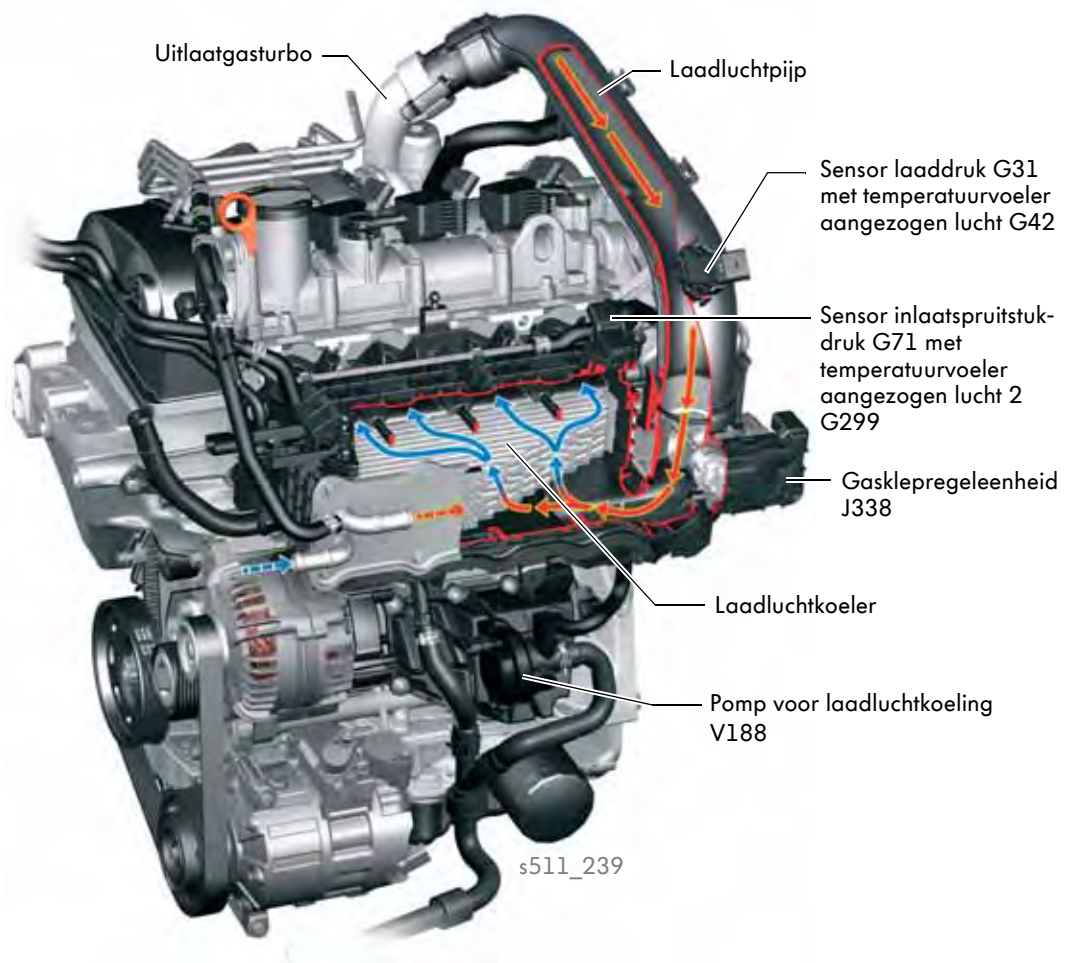
#### Thermostaat 2 voor cilinderblok

Opent bij 105°C en maakt de weg vrij voor de warme koelvloeistof van het cilinderblok naar de radiator.  
Het gehele koelcircuit is geopend.



## Laadluchtkoelsysteem

Bij het comprimeren van de aangezogen lucht door de uitlaatgasturbo neemt de druk toe. Dit leidt tot een sterke stijging van de temperatuur van de aangezogen lucht. Warme lucht heeft een geringere dichtheid, waardoor er minder zuurstof in de cilinders zou komen. Voor een optimale vulling van de cilinders wordt de laadlucht gekoeld. Bovendien wordt de pingelneiging van de motor verminderd. Hiervoor is in het inlaatspruitstuk een laadluchtcooler aangebracht waar koelvloeistof doorheen stroomt. De verwarmde laadlucht stroomt door de laadluchtcooler en geeft het grootste deel van de warmte af aan de laadluchtcooler en aan de koelvloeistof.



### Pomp voor laadluchtkoeling V188

Het laadluchtkoelsysteem is een zelfstandig koelcircuit, waar ook de uitlaatgasturbo deel van uitmaakt. De pomp voor laadluchtkoeling is een circulatiepomp, die al naargelang de koelbehoefte wordt aangestuurd. Ze zuigt de koelvloeistof aan vanaf de radiator van het laadluchtkoelcircuit en pompt deze naar de laadluchtcooler in het inlaatspruitstuk en naar de uitlaatgasturbo. Vandaar stroomt de koelvloeistof terug naar de laadluchtcooler.



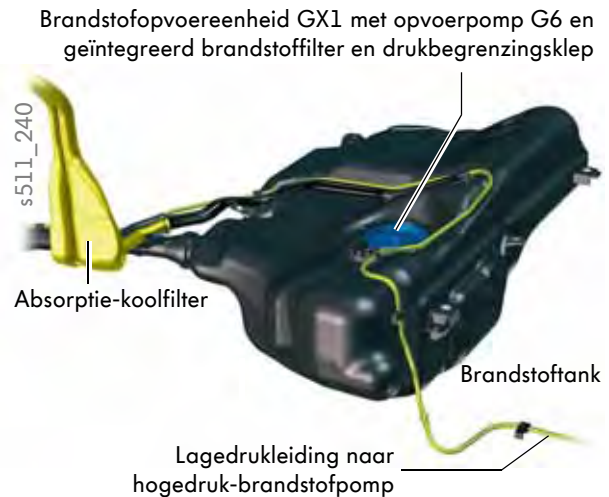
# Brandstofsysteem

Bij de TSI-motoren bestaat het brandstofsysteem uit een lagedruk- en een hogedruk-brandstofsysteem. Verder wordt de brandstof via het absorptie-koolfiltersysteem naar de verbrandingskamers geleid.

## Lagedruk-brandstofsysteem

In het lagedruk-brandstofsysteem wordt de brandstof door de elektrische opvoerpomp in de brandstoftank naar de hogedruk-brandstofpomp gepompt. De brandstofdruk ligt afhankelijk van de brandstofbehoefte van de motor tussen 2 en 6 bar.

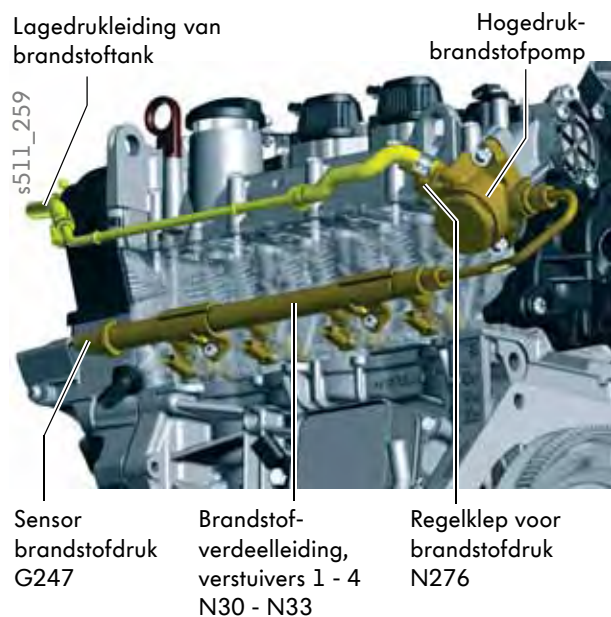
Bij normale omstandigheden ligt de brandstofdruk tussen 2 en 5 bar. Bij een koude en warme start wordt de druk kortstondig verhoogd tot 5 à 6 bar afhankelijk van de motortemperatuur.



## Hogedruk-brandstofsysteem

In het hogedruk-brandstofsysteem wordt de brandstof door de hogedruk-brandstofpomp naar de brandstofverdeelleiding gepompt. Daar wordt de druk door de sensor brandstofdruk gemeten en door de regelklep voor brandstofdruk ingesteld op 120 à 200 bar bij de 1,2 l TSI-motoren en op 140 à 200 bar bij de 1,4 l TSI-motoren. De brandstof wordt ingespoten door de hogedrukverstuivers.

De hoge druk zorgt voor een zeer goede mengselvorming en vermindert de emissie van deeltjes.

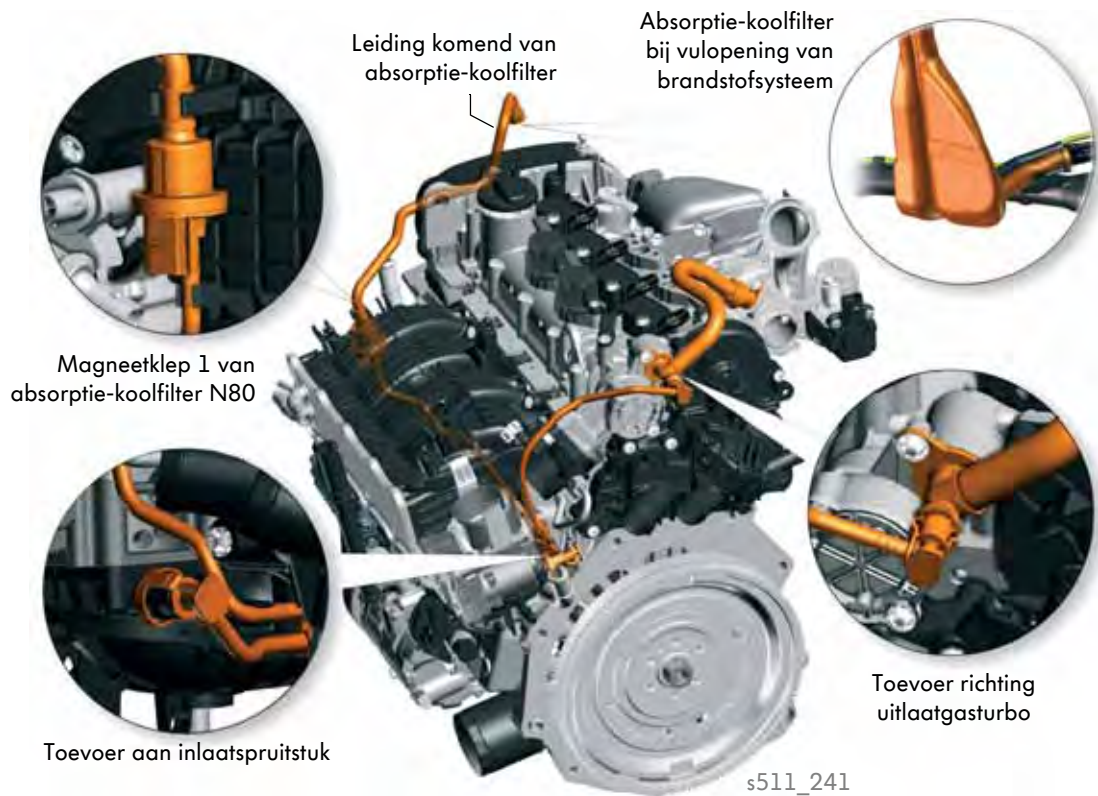


## Absorptie-koolfiltersysteem

Het absorptiekoolfiltersysteem is nodig om aan de wettelijke eisen met betrekking tot de emissies van koolwaterstoffen (HC) te voldoen. Het systeem zorgt ervoor dat er geen brandstofdampen uit de brandstoftank in de lucht komen.

De brandstofdampen worden in het absorptie-koolfilter opgeslagen en regelmatig aan de verbranding toegevoerd.

Dit gebeurt bij de 1,0 l MPI-motoren altijd via het inlaatspruitstuk en bij de 1,2 l en 1,4 l TSI-motoren al naargelang de drukverhoudingen rechtstreeks via het inlaatspruitstuk of via de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo.



Het motorregelapparaat berekent hoeveel brandstof uit het absorptie-koolfiltersysteem mag worden toegevoerd. Daarna wordt de magneetklep aangestuurd, de inspuithoeveelheid aangepast en de gasklep versteld.

Hiervoor heeft het regelapparaat de volgende informatie nodig:

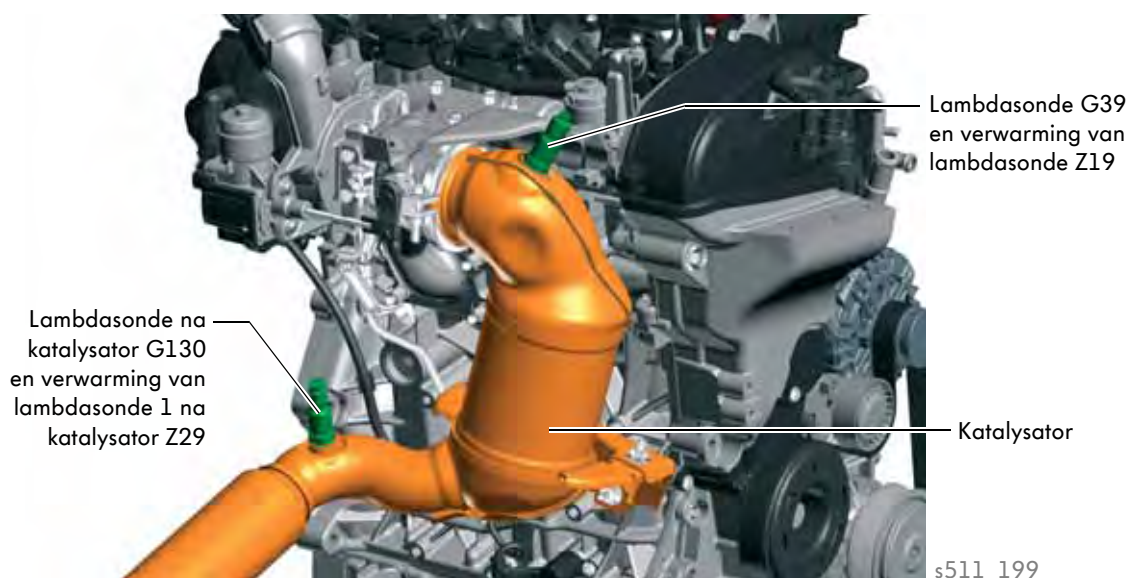
- de motorbelasting (wordt geleverd door sensor inlaatspruitstukdruk G71)
- het motortoerental (wordt geleverd door sensor motortoerental G28)
- de temperatuur van de aangezogen lucht (wordt geleverd door temperatuurvoeler aangezogen lucht 2 G299)
- het verzadigingspercentage van het absorptie-koolfilter (wordt geleverd door lambdasonde G39)

## Uitlaatsysteem

Bij alle EA211-motoren bestaat het uitlaatsysteem uit een uitlaatspruitstuk, dat in de cilinderkop is geïntegreerd, een sprong- of breedbandlambdasonde - al naargelang de motor - vóór de katalysator, een driewegkatalysator dicht bij de motor, een spronglambdasonde na de katalysator, een ontkoppelstuk en een middelste uitlaatdemper.

Vanwege de gedraaide cilinderkop vergeleken met de EA111-motorenreeks zit de katalysator aan de achterzijde van de motor.

Door het geïntegreerde uitlaatspruitstuk wordt de lambdaregeling nog sneller gestart.



### Mengselregeling en katalysatorbewaking

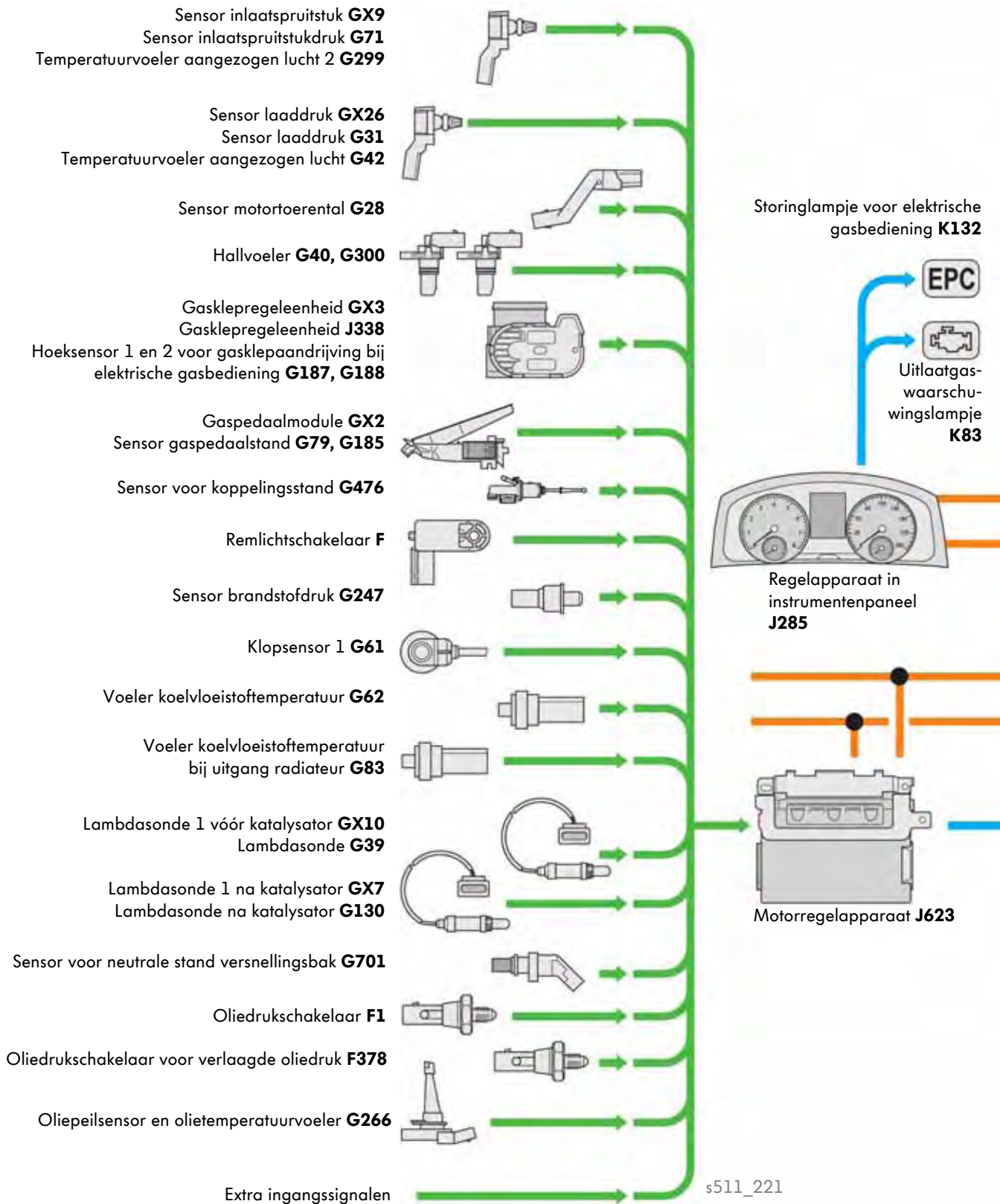
Motor	Lambdasonde vóór katalysator	Lambdasonde na katalysator
<b>1,0   44/55 kW MPI-motor</b>	Spronglambdasonde	Spronglambdasonde
<b>1,0   50 kW MPI-motor (aardgas)</b>	Breedbandlambdasonde	Spronglambdasonde
<b>1,2   63/77 kW TSI- en 1,4   90 kW TSI-motor</b>	Spronglambdasonde	Spronglambdasonde
<b>1,4   103 kW TSI- en 1,4   103 kW TSI-motor met ACT</b>	Breedbandlambdasonde	Spronglambdasonde

# Motormanagementsysteem

## Systeemoverzicht

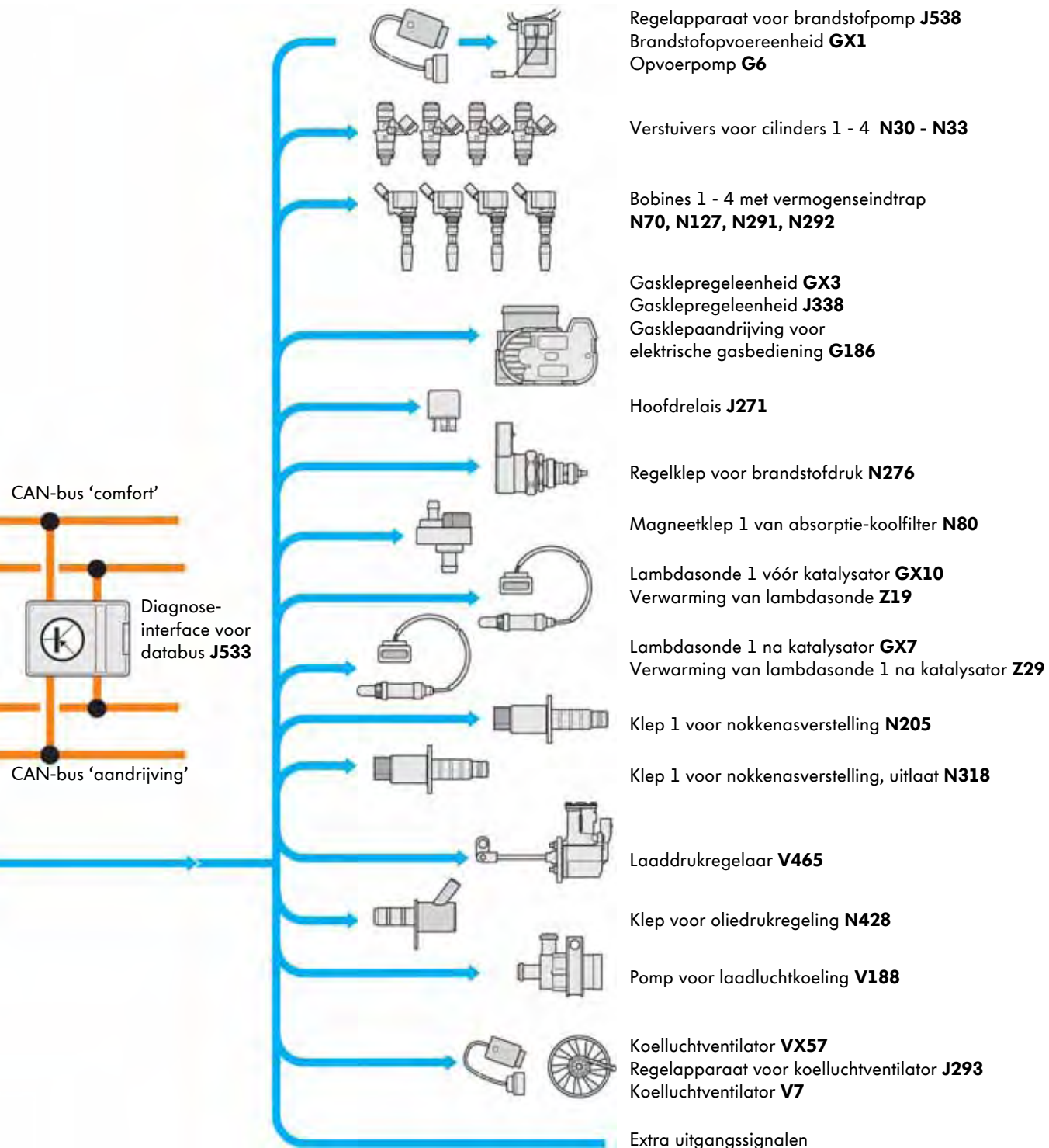
De 1,4 l 103 kW TSI-motor dient als voorbeeld

### Sensoren





## Actuators



Bij onderdelen met een X in de onderdeelcode zitten meerdere sensoren, actuators of schakelaars in één behuizing, zoals sensor inlaatspruitstuk GX9 met sensor inlaatspruitstukdruk G71 en temperatuurvoeler aangezogen lucht 2 G299.





# Motormanagementsysteem

## Motorregelapparaat J623

Welk motorregelapparaat wordt ingebouwd en welke functies het regelapparaat heeft, hangt af van het motortype.

Zo regelt het motormanagementsysteem bij de 1,0 l-motor in de up! ook de aansturing van de airconditioning, terwijl het bij de 1,4 l TSI-motoren bijvoorbeeld verantwoordelijk is voor de tweetraps oliedrukregeling of, indien aanwezig, het actieve cilindermanagement (ACT).

De inbouwplaats van het motorregelapparaat hangt af van het wagenmodel.



### Overzicht van motormanagementsystemen in de motorenfamilie EA211

Motortype	Motormanagementsysteem	Steker
1,0 l MPI-motor	Bosch Motronic ME 17.5.20	2x 56 pennen
1,2 l/1,4 l TSI-motoren	Bosch Motronic MED 17.5.21	1x 60 pennen en 1x 94 pennen

### Diagnose van motormanagementsysteem

Het motorregelapparaat voert ook de diagnose van de sensoren en actuators uit. Hierbij worden uitlaatgasrelevante storingen door uitlaatgaswaarschuwinglampje K83 aangegeven en functionele systeemstoringen door storinglampje voor elektrische gasbediening K132.

Voorbeelden van uitlaatgasrelevante en functionele sensoren resp. actuators zijn sensor motortoerental G28, Hall-voeler G40 en G300, sensor laaddruk G31 met temperatuurvoeler aangezogen lucht G42, sensor inlaatspruitstukdruk G71 met temperatuurvoeler aangezogen lucht 2 G299 en regelklep voor brandstofdruk N276.

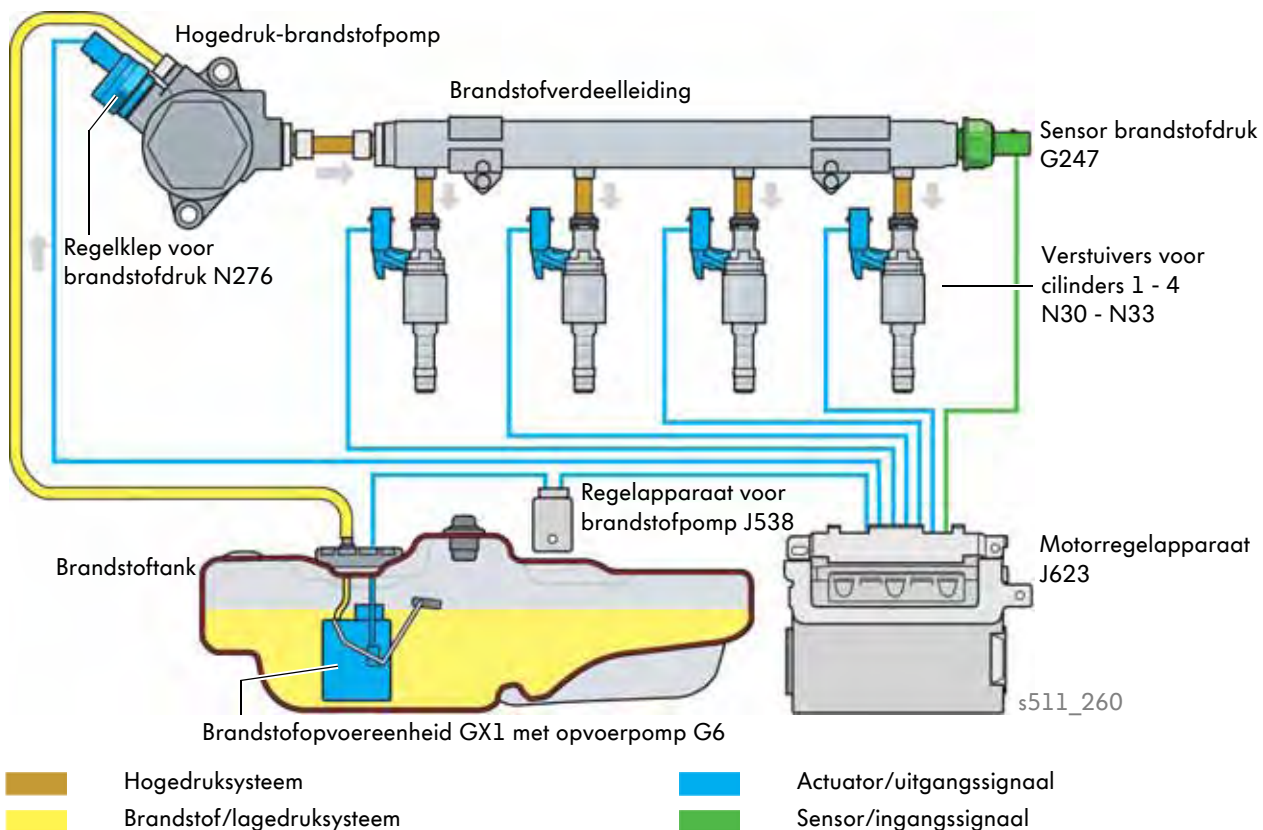
Bij een storing in oliedrukschakelaar F1 wordt storinglampje voor elektrische gasbediening K132 ingeschakeld en bij een storing in oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378 gaat controlelampje voor oliedruk K3 branden.

Wordt een storing herkend, dan wordt een storingsmelding in het storinggeheugen opgeslagen.

# Brandstofsysteem

Het brandstofsysteem bestaat uit een lagedruk- en hogedruk-brandstofsysteem.

Het voordeel hiervan is dat zowel de elektrische opvoerpomp als de hogedruk-brandstofpomp slechts zo veel brandstof toevoert als de motor nodig heeft. Hierdoor worden het elektrische en mechanische aandrijfvermogen van de brandstofpompen verlaagd, waardoor brandstof wordt bespaard.



## Lagedruk-brandstofsysteem

In het lagedruk-brandstofsysteem ligt de druk kenmerkend afhankelijk tussen 2 en 6 bar.

Bij een koude start wordt met een verhoogde druk gestart om zo snel mogelijk de benodigde brandstofdruk op te bouwen.

Bij een warme start wordt met een verhoogde druk gestart om dampbelvorming in de hogedruk-brandstofpomp te voorkomen. Bepalend hiervoor is de door het motorregelapparaat berekende temperatuur in de hogedruk-brandstofpomp.

## Hogedruk-brandstofsysteem

In het hogedruk-brandstofsysteem ligt de druk, afhankelijk van motorbelasting en motortoerental, bij de 1,2 l TSI-motoren tussen 120 en 200 bar en bij de 1,4 l TSI-motoren tussen 140 en 200 bar. Deze hoge druk zorgt voor een betere verstuiving van de ingespoten brandstof en daardoor voor een betere mengselvorming, een geringere uitstoot van schadelijke stoffen en minder roetvorming. Bovendien is het straalbeeld van de verstuivers zodanig verbeterd, dat de brandstofstraal geen enkel onderdeel in de verbrandingskamer raakt.



## Inspuitstrategieën

Bij de TSI-motoren worden verschillende inspuitstrategieën toegepast. Afhankelijk van de motor en afhankelijk van koelvloeistoftemperatuur, motortoerental en motorbelasting wordt er één, twee of drie keer op verschillende momenten en met verschillende hoeveelheden brandstof ingespoten.

In de tabel zijn de inspuitstrategieën van de EA211-motorenreeks te zien:

Bedrijfsfunctie	Aantal inspuitingen	Maatregel
<b>Meervoudige inspuiting hogedruk-motorstart</b>  <b>Koelvloeistof-temperatuur &lt;18°C</b> <b>Koelvloeistof-temperatuur &gt;18°C</b>	  3  2	Bij het starten van de motor vinden er afhankelijk van de koelvloeistoftemperatuur 2 of 3 inspuitingen per arbeidsslag plaats. Doordat de in te spuiten hoeveelheid brandstof over meerdere inspuitingen wordt verdeeld, neemt de inspuittijd per inspuiting af en dringt de brandstofstraal minder diep in de verbrandingskamer. Hierdoor komt er minder brandstof op de onderdelen in de verbrandingskamer, wordt de mengselvorming verbeterd en bereikt de motor sneller zijn stationair toerental.
<b>Meervoudige inspuiting verwarmen katalysator</b>	Kenvel-dafhankelijk 2 tot 3	Bij het verwarmen van de katalysator met behulp van meervoudige inspuiting wordt de katalysator snel opgewarmd. Dankzij de meervoudige inspuiting draait de motor mooi rond bij een laat ontstekingsstijdstip. Door de late verbranding krijgt de katalysator met verhoogde uitlaatgastemperaturen en -massastromen te maken. Hij wordt sneller opgewarmd. Alles bij elkaar draagt dit bij aan een verlaging van de uitlaatgasemissies en het brandstofverbruik. Bij de eerste inspuiting wordt het grootste gedeelte van de totale brandstofhoeveelheid tijdens de inlaatslag ingespoten. Hierdoor wordt een gelijkmatige mengselvorming verkregen.
<b>Enkelvoudige/meervoudige inspuiting deellast/vollast tot 3000 1/min</b>	Kenvel-dafhankelijk 1 tot 3	De enkelvoudige inspuiting vindt in het onderste belastingsgebied plaats.  De meervoudige inspuiting van nullast tot vollast bij een toerental van maximaal 3000 1/min dient voor een gelijkmatigere mengselvorming. De eerste inspuiting vindt plaats vóór ontstekings-BDP tijdens de inlaatslag. Daarbij wordt kenvel-dafhankelijk 50 - 80% van de totale hoeveelheid in te spuiten brandstof ingespoten. Bij de tweede en eventueel derde inspuiting wordt de resterende hoeveelheid brandstof ingespoten. Daardoor zet zich minder brandstof op de cilinderwand af. De brandstof verdampt bijna volledig en de mengselvorming wordt verbeterd. Bovendien ontstaat rond de bougie een iets rijker mengsel dan in de rest van de verbrandingskamer. Dit verbetert het verbrandingsproces en vermindert de pingelneiging.



## Sensoren

### Sensor laaddruk G31 en temperatuurvoeler aangezogen lucht G42

De sensor laaddruk met de temperatuurvoeler aangezogen lucht is vlak voor de gasklepregeleenheid in de drukleiding geschroefd. Hij meet in dit gebied de druk en de temperatuur.

#### Signaalfunctie

Met het signaal van de sensor laaddruk regelt het motorregelapparaat de laaddruk van de uitlaatgasturbo. De laaddruk wordt geregeld via de elektrische laaddrukregelaar.

Het signaal van de temperatuurvoeler aangezogen lucht wordt gebruikt:

- voor het beschermen van onderdelen. Als de temperatuur van de laadlucht tot boven een bepaalde waarde stijgt, wordt de laaddruk verlaagd.

De signalen van beide temperatuurvoelers aangezogen lucht G42 en G299 worden gebruikt:

- voor het aansturen van de pomp voor laadluchtkoeling. Bedraagt het verschil tussen de laadluchttemperatuur vóór en na de laadluchtkoeler minder dan 12°C, dan wordt de pomp voor laadluchtkoeling aangestuurd. Als het verschil groter wordt dan 15°C, wordt de pomp weer uitgeschakeld.
- voor de aannemelijkheidscontrole van het laadluchtkoelsysteem. Als het verschil tussen de laadluchttemperatuur vóór en na de laadluchtkoeler te gering ondanks dat de pomp voor laadluchtkoeling wordt aangestuurd, wordt ervan uitgegaan dat er een storing is in het laadluchtkoelsysteem.



Sensor laaddruk G31 en temperatuurvoeler aangezogen lucht G42

#### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als de sensor of de voeler defect raakt, of als beide defect raken, wordt de capaciteit van de uitlaatgasturbo begrensd.

De laaddruk is lager en het vermogen neemt af.



## Sensor inlaatspruitstukdruk G71 en temperatuurvoeler aangezogen lucht 2 G299

De sensor inlaatspruitstukdruk met de temperatuurvoeler aangezogen lucht is achter de laadluchtkoeler in het inlaatspruitstuk geschroefd. Hij meet in dit gebied de druk en de temperatuur.

### Signaalfunctie

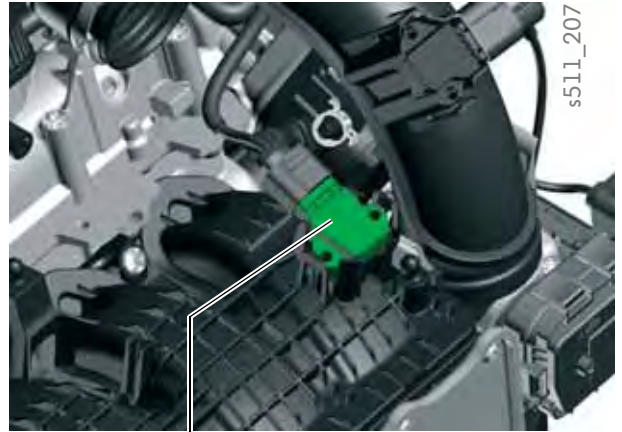
De signalen van de sensor en de voeler worden samen met het motortoerental gebruikt door het motorregelapparaat voor het berekenen van de aangezogen luchtmassa.

Het signaal van de temperatuurvoeler aangezogen lucht wordt gebruikt:

- voor het berekenen van een correctiewaarde voor de laaddruk. Hierdoor wordt rekening gehouden met de invloed van de temperatuur op de dichtheid van de laadlucht.

De signalen van beide temperatuurvoelers aangezogen lucht G42 en G299 worden gebruikt:

- voor het aansturen van de pomp voor laadluchtkoeling. Bedraagt het verschil tussen de laadluchttemperatuur vóór en na de laadluchtkoeler minder dan 12°C, dan wordt de pomp voor laadluchtkoeling aangestuurd. Als het verschil groter wordt dan 15°C, wordt de pomp weer uitgeschakeld.
- voor de aannemelijkheidscontrole van het laadluchtkoelsysteem. Als het verschil tussen de laadluchttemperatuur vóór en na de laadluchtkoeler te gering ondanks dat de pomp voor laadluchtkoeling wordt aangestuurd, wordt ervan uitgegaan dat er een storing is in het laadluchtkoelsysteem.



Sensor inlaatspruitstukdruk G71 en temperatuurvoeler aangezogen lucht 2 G299

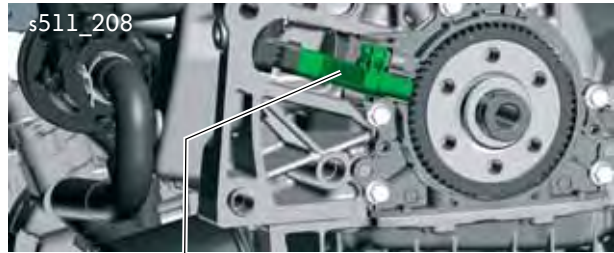
### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als de sensor of de voeler defect raakt, of als beide defect raken, wordt de gasklepstand en de temperatuur die door temperatuurvoeler aangezogen lucht G42 wordt gemeten als vervangend signaal gebruikt. De capaciteit van de uitlaatgasturbo wordt begrensd. De laaddruk is lager en het vermogen neemt af.



## Sensor motortoerental G28

De sensor motortoerental is aan versnellingsbakzijde in de afdichtflens geïntegreerd, die weer aan het cilinderblok is vastgeschroefd. De sensor tast een 60-2-sensorring op de krukas af. Aan de hand van het signaal van de sensor motortoerental herkent het motorregelapparaat het motortoerental.



Sensor motortoerental G28

### Signaalfunctie

Het signaal wordt gebruikt voor het berekenen van het inspuittijdstip, de inspuitduur en het ontstekingsijdstip. Verder worden het samen met de signalen van de Hall-voelers gebruikt voor het herkennen van de stand van de krukas ten opzichte van de nokkenas en voor de nokkenasverstelling.

### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als het signaal wegvalt, wordt het signaal van Hallvoeler G40 als vervangend signaal gebruikt. De volgende motorstart duurt langer, het motortoerental wordt begrensd op 3000 1/min en het koppel wordt verlaagd.

## Hall-voeler G40 en Hall-voeler G300

(1,4 l 103 kW TSI-motor)

De beide Hall-voelers zitten aan vliegwielzijde op het nokkenashuis boven de inlaat- en uitlaatnokkenas. Ze tasten een sensorring met een speciale nokkencontour af.

Aan de hand van de signalen van de Hall-voelers worden de stand van de beide nokkenassen en de positie van de afzonderlijke cilinders in hun werkcyclus herkend.



Hallvoeler G300

Hallvoeler G40

### Signaalfunctie

Aan de hand van de signalen van de Hall-voelers en het signaal van de sensor motortoerental worden het ontstekings-BDP van de eerste cilinder en de stand van de nokkenassen herkend. De signalen worden gebruikt voor het berekenen van het inspuittijdstip en het ontstekingsijdstip en voor het verstellen van de nokkenassen.

### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als een van beide voelers defect raakt, wordt het signaal van de andere voeler als vervangend signaal gebruikt.

Vallen beide voelers uit, dan duurt de volgende motorstart aanzienlijk langer. In beide gevallen wordt het motortoerental begrensd op 3000 1/min en worden de nokkenasverstellingen uitgeschakeld.



De sensor motortoerental en de Hall-voelers controleren de stand van de krukas ten opzichte van de nokkenassen. Liggen de waarden buiten de tolerantie, bijvoorbeeld doordat de getande riem te zeer is uitgerekt of is versprongen, wordt er een storing in het storinggeheugen opgeslagen. Een gevolg kan zijn dat de nokkenasverstelling wordt uitgeschakeld, om te voorkomen dat de kleppen de zuigers raken en de motor beschadigd raakt.

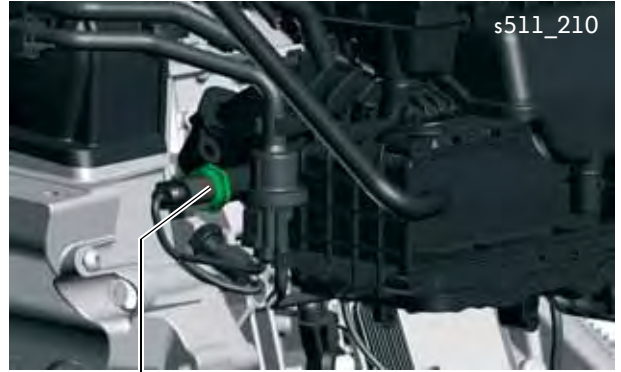


## Sensor brandstofdruk G247

De sensor zit aan tandriemzijde tegen het onderstuk van het inlaatspruitstuk en is vastgeschroefd in de brandstofverdeelleiding. Hij meet de brandstofdruk in het hogedruk-brandstofsysteem en stuurt een signaal naar het motorregelapparaat.

### Signaalfunctie

Het motorregelapparaat analyseert de signalen en regelt via de regelklep voor brandstofdruk de druk in de brandstofverdeelleiding. Als door de sensor brandstofdruk wordt herkend dat de voorgeschreven druk niet meer kan worden gehaald, wordt de druk begrensd op 125 bar en word de lagedruk-brandstofpomp vol aangestuurd.



Sensor brandstofdruk G247

### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als de sensor brandstofdruk defect raakt, wordt de regelklep voor brandstofdruk open gehouden zodat er geen hoge druk wordt opgebouwd. Tegelijkertijd wordt de elektrische opvoerpomp vol aangestuurd, zodat er nog voldoende brandstofdruk is om de motor in een noodprogramma te laten draaien. Het koppel en het vermogen van de motor worden drastisch verlaagd.

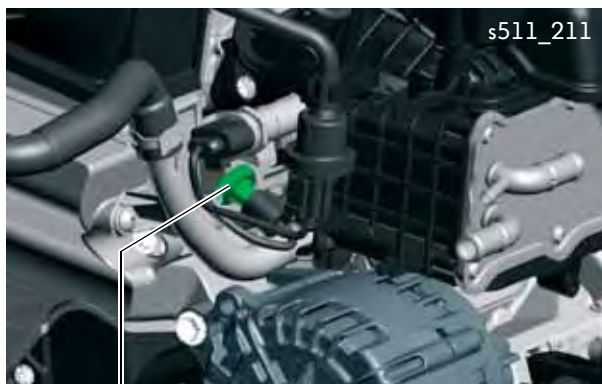


## Oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378

Deze oliedrukschakelaar is aan tandriemzijde naast het inlaatspruitstuk in de cilinderkop geschroefd. Met deze schakelaar wordt gecontroleerd of de minimale oliedruk aanwezig is.

### Signaalfunctie

In drukloze toestand is de oliedrukschakelaar geopend. Stijgt de druk tot boven een bepaalde waarde, dan wordt de schakelaar gesloten. Aan de gesloten stand herkent het motorregelapparaat dat de oliedruk in het oliecircuits in orde is. Als de oliedruk afneemt tot onder de minimaal benodigde oliedruk, wordt controlelampje voor oliedruk K3 in het instrumentenpaneel ingeschakeld.



Oliedrukschakelaar voor verlaagde oliedruk F378

### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als de oliedrukschakelaar defect raakt, wordt er een storing in het storinggeheugen opgeslagen en wordt controlelampje voor oliedruk K3 ingeschakeld.

## Oliedrukschakelaar F1

Deze oliedrukschakelaar is aan uitlaatgaszijde in het midden in het cilinderblok geschroefd. Met deze schakelaar wordt gecontroleerd of er hoge oliedruk aanwezig is.

### Signaalfunctie

Vanaf een bepaalde motorbelasting resp. bepaald motortoerental wordt omgeschakeld naar de hoge oliedruk. Als de hoge oliedruk is bereikt, wordt de oliedrukschakelaar gesloten. Hieraan herkent het motorregelapparaat dat er hoge oliedruk aanwezig is. Neemt de oliedruk af en blijft deze een bepaalde tijd onder een bepaalde grenswaarde, dan wordt storinglampje voor elektrische gasbediening K132 ingeschakeld.



Oliedrukschakelaar F1

### Gevolgen bij ontbrekend signaal

Als de oliedrukschakelaar defect raakt, wordt het motortoerental begrensd op 4000 1/min en wordt storinglampje voor elektrische gasbediening K132 ingeschakeld.



Als 60 seconden na 'motor uit' wordt herkend dat een van beide oliedrukschakelaars nog gesloten is, wordt controlelampje voor oliedruk K3 bij de volgende motorstart 15 seconden lang aangestuurd.



## Actuators

### Hoofdrelais J271

Het hoofdrelais zit links in de motorruimte op de elektronica-box.

#### Taak

Met behulp van het hoofdrelais kan het motorregelapparaat ook na het afzetten van de motor (contact UIT) nog bepaalde functies uitvoeren. Het motorregelapparaat werkt dan in de nalooptestand.

In deze stand worden bijvoorbeeld de druksensoren op elkaar afgestemd en de koelluchtventilator aangestuurd.



Hoofdrelais J271

#### Gevolgen bij defect raken

Als het relais defect raakt, worden de betreffende sensoren en actuators niet meer aangestuurd. De motor slaat af en slaat niet meer aan.

### Klep 1 voor nokkenasverstelling N205, klep 1 voor nokkenasverstelling, uitlaat N318

Deze kleppen zitten op het nokkenashuis en maken deel uit van het oliecircuit van de motor.

#### Taak

Door de kleppen voor nokkenasverstelling aan te sturen wordt de olie in de vleugelcelversteller verdeeld. Afhankelijk van welk oliekanal is vrijgegeven, wordt de binnenrotor richting 'vroeg' of 'laat' versteld resp. op zijn plaats gehouden. Omdat de binnenrotor is vastgeschroefd aan de inlaatsnokkenas, wordt ook de inlaatsnokkenas versteld.



Klep 1 voor nokkenasverstelling N205

Klep 1 voor nokkenasverstelling, uitlaat N318

#### Gevolgen bij defect raken

Als een van de kleppen voor nokkenasverstelling defect raakt, kunnen de nokkenassen niet meer worden versteld. De inlaatsnokkenas blijft staan in de stand 'laat' en de uitlaatsnokkenas in de stand 'vroeg'. Het gevolg is koppelverlies.

## Regelklep voor brandstofdruk N276

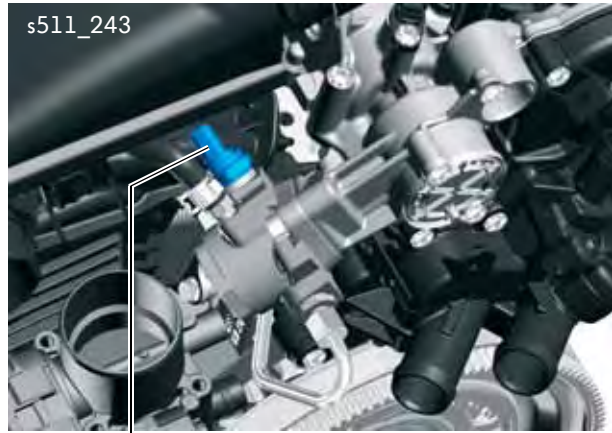
De regelklep voor brandstofdruk zit aan de zijkant van de hogedruk-brandstofpomp.

### Taak

De klep moet ervoor zorgen dat de benodigde hoeveelheid brandstof in de brandstofverdeelleiding aanwezig is.

### Gevolgen bij defect raken

In stroomloze toestand is de regelklep voor brandstofdruk gesloten. Dit betekent dat als de regelklep defect raakt, de brandstofdruk toeneemt tot de drukbegrenzingsklep in de hogedruk-brandstofpomp bij ca. 235 bar opengaat. Het motormanagementsysteem past de inspuittijden aan de hoge druk aan en begrenst het motortoerental op 3000 1/min.



Regelklep voor brandstofdruk N276



Vóór het openen van het hogedruk-brandstofsysteem moet de brandstofdruk worden verlaagd. Hiervoor moet de interactieve functie 'Hoge brandstofdruk verlagen' worden gebruikt. Met deze functie wordt de regelklep geopend terwijl de motor draait en wordt de druk verlaagd. Houd er rekening mee dat de brandstofdruk door opwarming meteen weer toeneemt. Aanwijzingen in ELSA in acht nemen.





## Laaddrukregelaar V465

De laaddrukregelaar maakt deel uit van de uitlaatgasturbomodule.

### Taak

De laaddrukregelaar regelt de laaddruk.

Ten opzichte van de pneumatische magneetklep voor laaddrukbegrenzing heeft de elektrische laaddrukregelaar de volgende voordelen:

- Een snelle versteltijd en daardoor een snellere laaddrukopbouw.
- Een hoge bedieningskracht, waardoor de wastegate ook bij hoge uitlaatgasstromen gesloten blijft om de voorgeschreven laaddruk te bereiken.
- De wastegate kan onafhankelijk van de laaddruk worden bediend. Hierdoor kan de wastegate in het onderste belastings-/toerentalgebied worden geopend. De basislaaddruk neemt af en de motor hoeft minder werk te verrichten voor de ladingwisseling.



Laaddrukregelaar V465

### Gevolgen bij defect raken

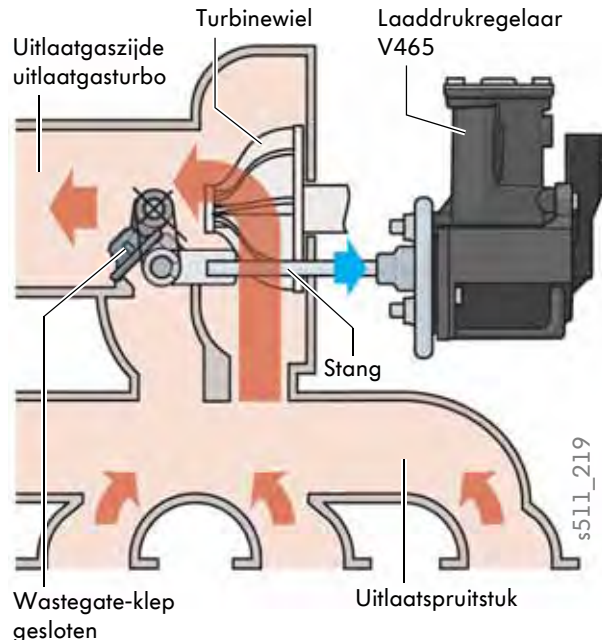
Bij een elektrische storing wordt de wastegate door de uitlaatgasstroom opengedrukt. Bij een mechanisch defect wordt de wastegate door de elektrische laaddrukregelaar geopend resp. wordt de gasklep gesloten. In beide gevallen wordt er geen laaddruk meer opgebouwd.



## Werking

Het motorregelapparaat berekent op basis van het gevraagde koppel hoeveel laaddruk nodig is om de vereiste luchtmassa in de cilinder te krijgen. Tot deze voorgeschreven laaddruk bereikt is, blijft de wastegate gesloten. Dit betekent dat de totale uitlaatgasstroom naar het turbinewiel wordt geleid en dat het turbinewiel maximaal wordt aangedreven.

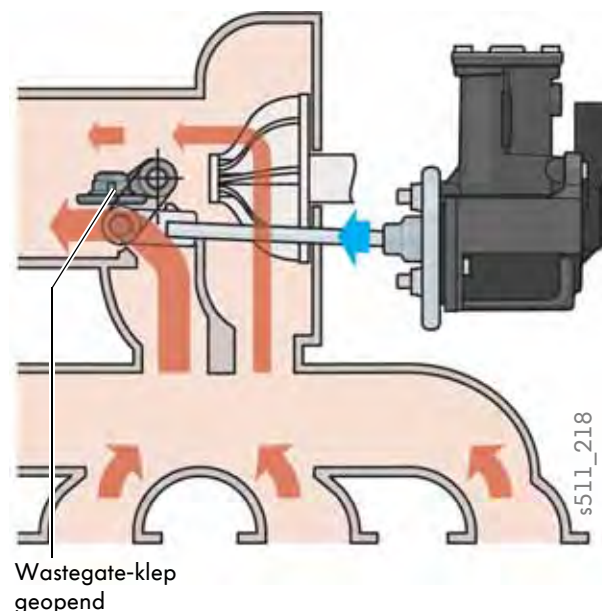
Het turbinewiel is via een as verbonden met het compressorwiel aan aanzuigluchtzijde. Het compressorwiel comprimeert de aangezogen lucht totdat de voorgeschreven laaddruk is bereikt.



Als de voorgeschreven laaddruk bereikt is, wordt de wastegate in de voor de voorgeschreven/werkelijke laaddruk benodigde stand geregeld.

Als de wastegate bijvoorbeeld verder wordt geopend, stroomt een deel van de uitlaatgassen aan het turbinewiel voorbij. Hierdoor neemt het toerental van het turbinewiel en het compressorwiel af. De aangezogen lucht wordt niet meer zo sterk gecomprimeerd, waardoor de laaddruk afneemt.

De verstelweg van de stang voor het verstellen van de wastegate wordt door het motorregelapparaat berekend op basis van de werkelijke en voorgeschreven laaddruk. Sensor laaddruk G31 meet de werkelijke laaddruk.



## Pomp voor laadluchtkoeling V188

De elektronisch geregelde pomp voor laadluchtkoeling is onder het inlaatspruitstuk aan het deksel van de olieafscheider vastgeschroefd. Deze maakt deel uit van een zelfstandig koelcircuit.

### Taak

De pomp voor laadluchtkoeling pompt koelvloeistof vanuit de radiator van het laadluchtkeelcircuit naar de laadluchtkeeler in het inlaatspruitstuk en naar de uitlaatgasturbo. Hiertoe wordt de pomp afhankelijk van de behoefte met een pulsbreedtegemoduleerd signaal door het motorregelapparaat aangestuurd. Als de pomp wordt aangestuurd, is dat altijd met het maximale vermogen.

In de volgende gevallen wordt de pomp aangestuurd:

- kortstondig na elke motorstart
- voortdurend vanaf een gevraagd koppel van ca. 100 Nm
- voortdurend vanaf een laadluchttemperatuur van 50°C in het inlaatspruitstuk
- bij een verschil tussen de laadluchttemperatuur vóór en na de laadluchtkeeler van minder dan 12°C
- bij draaiende motor elke 120 seconden gedurende 10 seconden om hittestuwung met name bij de uitlaatgasturbo te voorkomen en
- kenvelafhankelijk gedurende 0 - 480 seconden na het afzetten van de motor om oververhitting en dampbelvorming bij de uitlaatgasturbo te voorkomen.



Pomp voor laadluchtkeeling V188

### Gevolgen bij defect raken

Storingen in de pomp voor laadluchtkeeling kunnen de volgende gevolgen hebben:

Storing	Gevolg
Elektrische storing of mechanisch defect	<ul style="list-style-type: none"><li>- Er wordt een storing in het storinggeheugen van het motorregelapparaat opgeslagen</li><li>- Vermogensverlies</li></ul>
Onderbreking van de signaalkabel	<ul style="list-style-type: none"><li>- Er wordt een storing in het storinggeheugen van het motorregelapparaat opgeslagen</li><li>- Pomp draait met maximaal toerental</li></ul>
Onderbreking van een voedingskabel van de pomp	<ul style="list-style-type: none"><li>- Er wordt een storing in het storinggeheugen van het motorregelapparaat opgeslagen</li><li>- Pomp valt uit</li><li>- Vermogensverlies</li></ul>



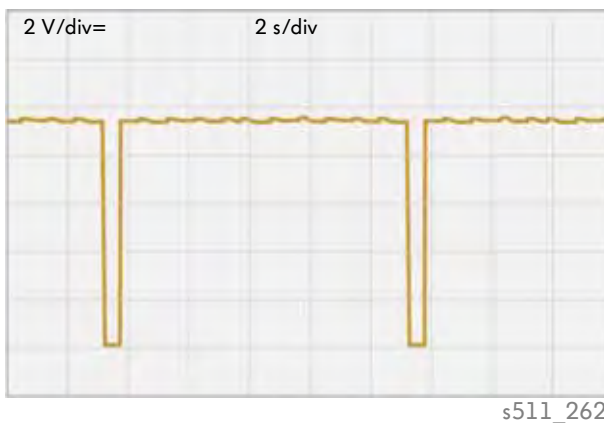
Houd er rekening mee dat bijvoorbeeld ook een sterk verontreinigde radiator van het laadluchtkeelcircuit of een verkeerd gevuld koelsysteem de oorzaak kan zijn dat een storing met betrekking tot het laadluchtkeelsysteem in het storinggeheugen wordt opgeslagen.

## Aansturing van pomp voor laadluchtkoeling

In de pomp zit een elektronische regeleenheid. Deze regeleenheid stuurt de elektromotor aan en bewaakt de werking van de pomp. De regeleenheid geeft de werkelijke toestand van de pomp aan het motorregelapparaat door. Hiervoor schakelt de regeleenheid het pulsbreedtegemoduleerde signaal met regelmatige tussenpozen naar massa.

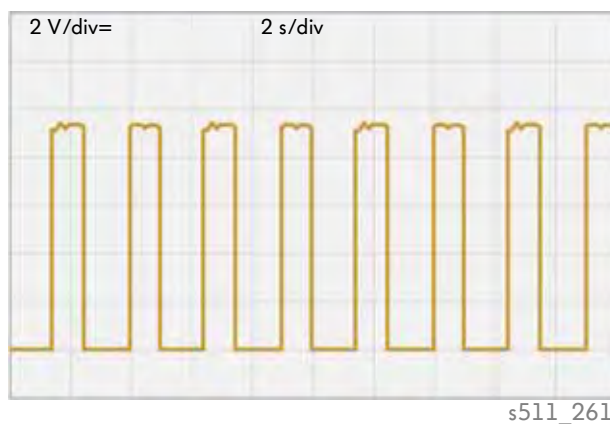
### Pomp voor laadluchtkoeling 'in orde'

Terwijl de pomp draait schakelt de regeleenheid het pulsbreedtegemoduleerde signaal van het motorregelapparaat om de 10 seconden gedurende 0,5 seconde naar massa. Hieraan herkent het motorregelapparaat dat de pomp bedrijfs gereed is.



### Pomp voor laadluchtkoeling 'niet in orde'

Wordt bij de zelfdiagnose een storing herkend, bijvoorbeeld door een geblokkeerde pomp of een drooggelopen pomp, verandert de regeleenheid al naargelang de oorzaak van de storing de duur dat het pulsbreedtegemoduleerde signaal naar massa wordt geschakeld.



In geval van een storing wordt regelmatig geprobeerd de pomp voor laadluchtkoeling weer in te schakelen. Als dit lukt, stuurt de regeleenheid weer het signaal pomp voor laadluchtkoeling 'in orde' naar het motorregelapparaat.

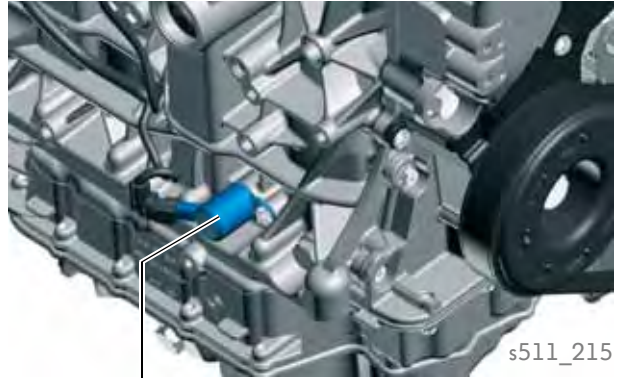


## Klep voor oliedrukregeling N428

De klep is aan uitlaatgaszijde in de buurt van de getande riem en het bovenstuk van de carterpan in het cilinderblok geschroefd.

### Taak

De klep voor oliedrukregeling is een hydraulische 3/2-wegklep. Door de elektrische aansturing van het motorregelapparaat schakelt de klep tussen de beide oliedrukken. In stroomloze toestand is de klep gesloten. De oliepomp werkt in de hoge druk. Als de klep wordt aangestuurd, wordt een oliekanal naar de regelzuiger geopend en wordt de regelzuiger in de oliepomp verschoven. Hierdoor wordt omgeschakeld naar de lage druk.



Klep voor oliedrukregeling N428






### Gevolgen bij defect raken

Als de klep defect raakt, is deze gesloten. De oliepomp werkt in de hoge druk.





## Speciale gereedschappen

Aanduiding	Gereedschap	Toepassing
T10487 montagegereedschap	 s511_264	Met het montagegereedschap wordt de getande riem tussen de nokkenassen naar beneden gedrukt, om fixeergereedschap T10494 in de onder spanning staande nokkenassen te kunnen plaatsen.
T10494 fixeergereedschap	 s511_267	Voor het fixeren van de nokkenas tijdens de controle en instelling van de distributietijden.
T10499 sleutel	 s511_266	Met de sleutel wordt de excentrische spanrol van de getande riem ont- en gespannen.
T10500 inzetstuk	 s511_265	Met het inzetstuk wordt de bout van de excentrische spanrol van de getande riem los- en vastgedraaid terwijl de motorsteun ingebouwd is.
VAS 6583 elektronische momentsleutel	 s511_263	Met de elektronische momentsleutel wordt de bout van de excentrische spanrol van de getande riem vastgedraaid en wordt bij het inbouwen van het thermostaathuis de getande riem voor de aandrijving van de waterpomp voorgespannen.



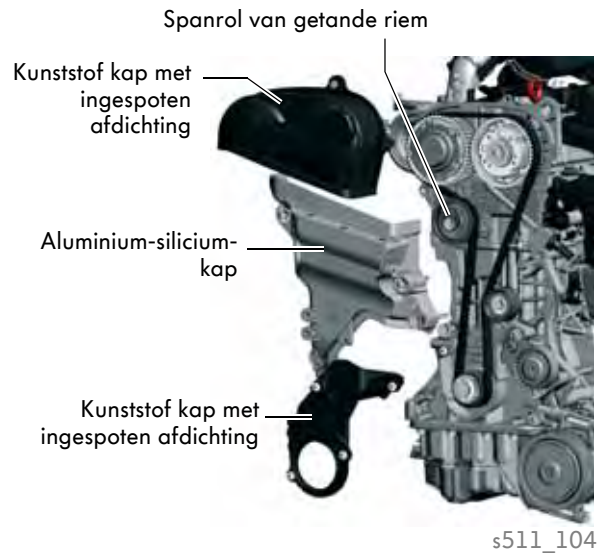
## Technische aanwijzingen

### Tandriemkap

De getande riem wordt middels een driedelige stof- en vuildichte tandriemkap beschermd. Dat verlengt de levensduur van de getande riem.

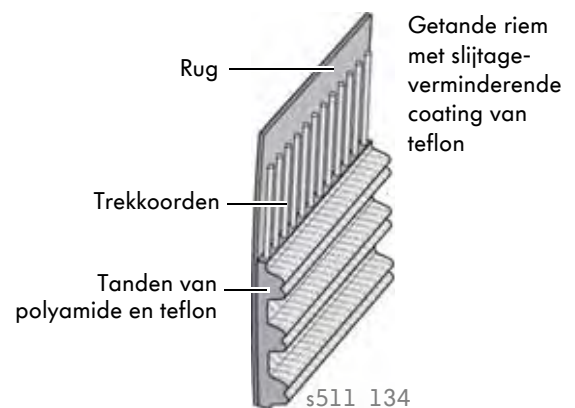
De spanrol van de getande riem kan worden losgemaakt zonder dat de motorsteun hoeft te worden uitgebouwd. Hiervoor moeten inzetstuk T10500 en elektronische momentsleutel VAS 6583 worden gebruikt.

In combinatie met een gewone momentsleutel werkt het inzetstuk als een verlengstuk. De bout zou dan met een veel te hoog aantrekmoment worden vastgedraaid. Om dat te voorkomen, is op het inzetstuk een maat aangegeven. Deze moet in de elektronische momentsleutel worden ingevoerd. De bout wordt dan met het juiste aantrekmoment vastgedraaid.



### Getande riem

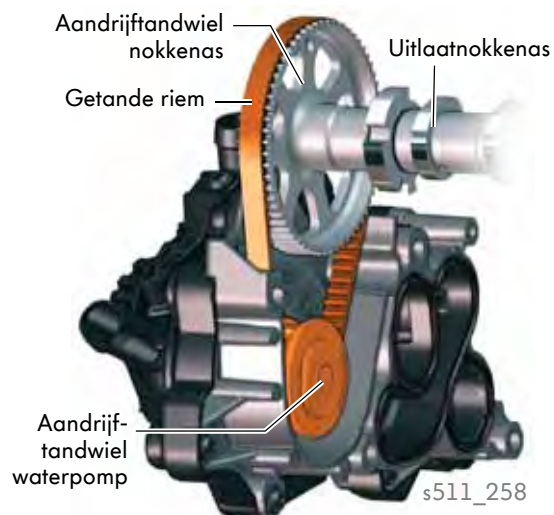
De getande riem mag bij montagewerkzaamheden, bij het vervoer of bij de opslag in geen geval worden geknikt. Anders worden de trekkoorden beschadigd. De riem kan dan scheuren waardoor er motorschade ontstaat.



## Getande riem voor waterpomp

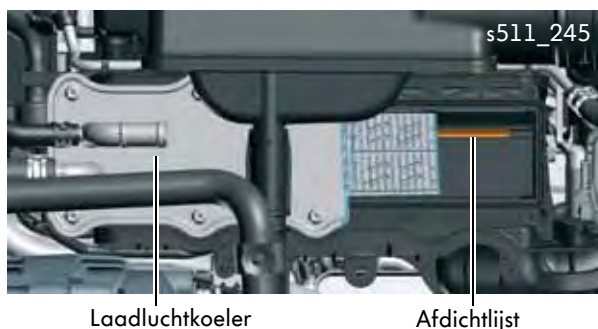
Vóór het uitbouwen van het aandrijftandwiel en bij het spannen van de getande riem altijd de aanwijzingen in ELSA in acht nemen. De waterpomp werkt alleen goed wanneer de getande riem correct is gespannen.

Om de getande riem voor de waterpomp goed te spannen, moet deze via het thermostaathuis met elektronische momentsleutel VAS 6583 met het juiste aantrekmoment worden voorgespannen.



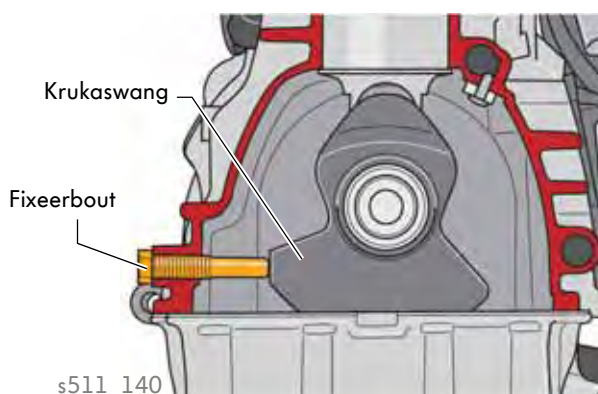
## Afdichtlijst laadluchtkoeler

Let bij het inbouwen van de laadluchtkoeler op de correcte bevestiging van de afdichtlijst. Als deze niet correct is ingebouwd, ontstaan trillingen waardoor de laadluchtkoeler scheurt en lek raakt.



## Krukasfixatie

Bij het instellen van de distributietijden ligt de krukswang alleen maar aan tegen de fixeerbout. De krukas is niet gefixeerd en kan tegen de motordraairichting in worden gedraaid.



# Test uw kennis!

---

## Wat is het juiste antwoord?

Eén of meerdere antwoorden kunnen juist zijn.

Alle vragen hebben betrekking op de nieuwe benzinemotorenreeks EA211.

### 1. Welke technische kenmerken zijn bij alle EA211-motoren hetzelfde?

- ☐ a) Nokkenasaandrijving via getande riem
- ☐ b) 4-kleppentechniek
- ☐ c) Een in de cilinderkop geïntegreerd uitlaatspruitstuk

### 2. Waarin onderscheiden zich de getande-riemaandrijvingen?

- ☐ a) De 3-cilinder motoren hebben twee tri-ovale nokkenastandwielen.
- ☐ b) De getande-riemaandrijvingen zijn bij alle EA211-motoren hetzelfde.
- ☐ c) De 4-cilinder motoren hebben een ovaal CTC-krukastandwiel.

### 3. Welke uitspraken over de oliedrukregeling zijn juist?

- ☐ a) De oliedrukregeling vindt bij de 1,4 l TSI-motoren in twee oliedrukken plaats met ca. 1,8 en 3,3 bar.
- ☐ b) Bij de 1,0 l en 1,2 l motoren regelt een drukregelklep in het oliepomphuis de oliedruk op ca. 3,5 bar.
- ☐ c) Bij alle EA211-motoren is het oliefilter aan de carterpan bevestigd.

### 4. Welke uitspraken over het koelsysteem zijn juist?

- ☐ a) Het motorkoelsysteem bestaat uit twee circuits met verschillende koelvloeistoftemperaturen in cilinderkop en cilinderblok.
- ☐ b) De waterpomp is in het thermostaathuis geïntegreerd.
- ☐ c) Er zijn twee koelcircuits, namelijk een motorkoelcircuit en een laadluchtkoelcircuit.



**5. Op welke plaats worden bij de TSI-motoren de gassen van de carterontluchting en het absorptie-koolfiltersysteem aan de frisse lucht toegevoerd?**

- ☐ a) Altijd rechtstreeks in het inlaatspruitstuk, omdat daar de hoogste onderdruk heerst.
- ☐ b) De gassen worden altijd naar de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo geleid.
- ☐ c) Daar waar de druk het laagst is, in het inlaatspruitstuk of aan de aanzuigzijde van de uitlaatgasturbo.

**6. Welke voordelen biedt het geïntegreerde uitlaatspruitstuk?**

- ☐ a) De koelvloeistof wordt tijdens het warmdraaien van de motor door het uitlaatgas sneller verwarmd.
- ☐ b) Door de korte afstand tussen de cilinderkop en de katalysator geeft het uitlaatgas tijdens het warmdraaien weinig warmte af en is de katalysator ondanks de koeling door de koelvloeistof sneller op bedrijfstemperatuur.
- ☐ c) Bij vollast worden het geïntegreerde uitlaatspruitstuk en het uitlaatgas sterker gekoeld en kan de motor bij vollast in een groter bereik met  $\lambda = 1$  verbruiks- en uitlaatgasoptimaal draaien.

**7. In welk gebied ligt bij de TSI-motoren van de Golf 2013 de hoge brandstofdruk?**

- ☐ a) De brandstofdruk bedraagt al naargelang de cilinderinhoud 160 resp. 200 bar.
- ☐ b) De brandstofdruk ligt bij de 1,2 l TSI-motoren tussen 120 en 200 bar en bij de 1,4 l TSI-motoren tussen 140 en 200 bar.
- ☐ c) De brandstofdruk ligt bij alle TSI-motoren tussen 40 en 140 bar.

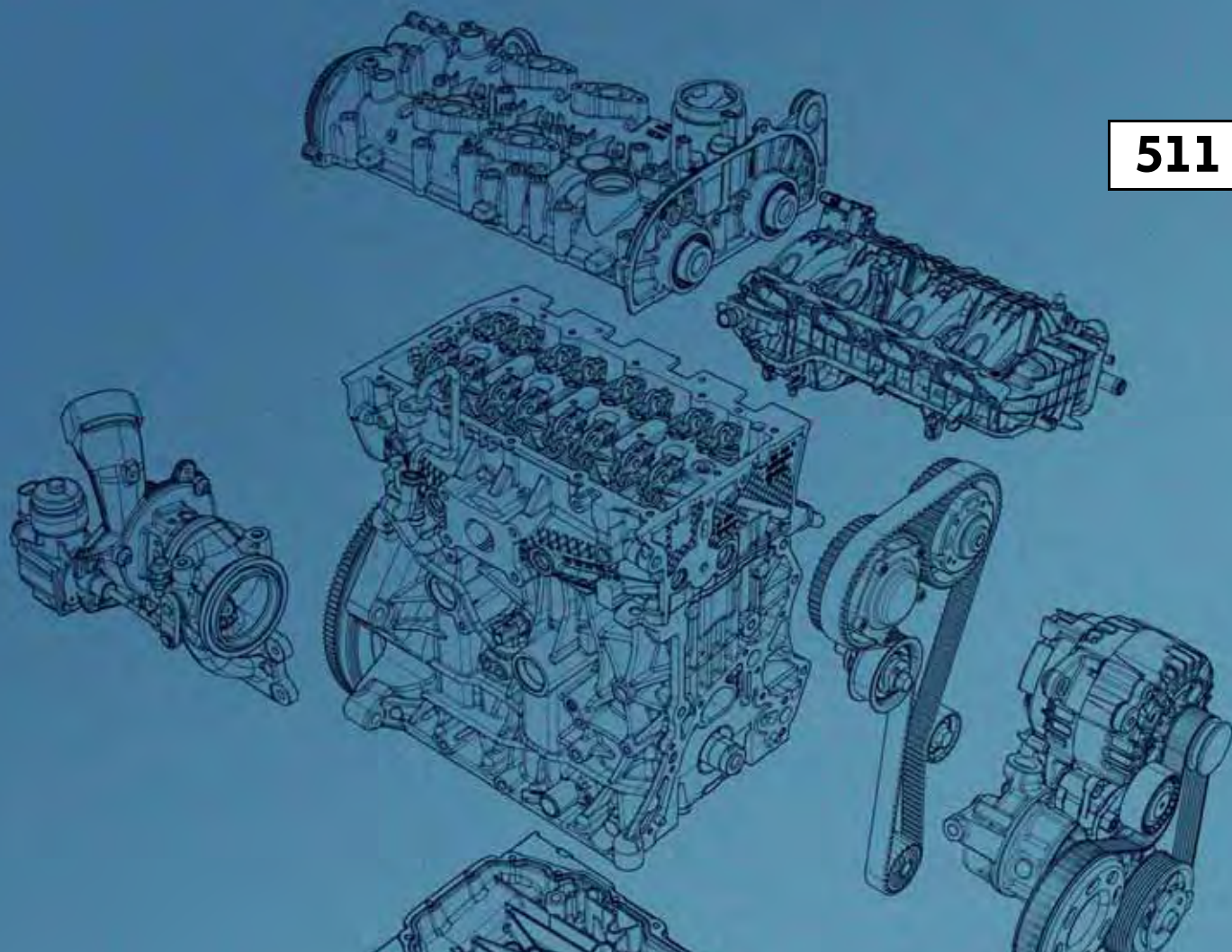
**8. Waarop moet worden gelet als de spanrol van de getande riem wordt vastgeschroefd terwijl de motorsteun is ingebouwd?**

- ☐ a) Elektronische momentsleutel VAS 6583 moet worden gebruikt.
- ☐ b) De spanrol van de getande riem wordt met een gewone momentsleutel en een verlengstuk vastgeschroefd.
- ☐ c) Op inzetstuk T10500 is een maat ingevoerd, die in de elektronische momentsleutel moet worden ingevoerd.

Oplossing: 1. a), b), c); 2. a), c); 3. a), b), c); 4. a), b), c); 5. c); 6. a), b), c); 7. b); 8. a), c)







© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Onder voorbehoud van alle rechten en technische wijzigingen.

ZSP000.2812.68.32 Technische stand 07-2013

Volkswagen AG

After Sales Qualifizierung

Service Training VSQ/2

Brieffach 1995

D-38436 Wolfsburg

♻️ Dit papier is gemaakt van chloorvrij gebleekte cellulose.