

Audi 3.0 V6 Biturbo TDI Diesel

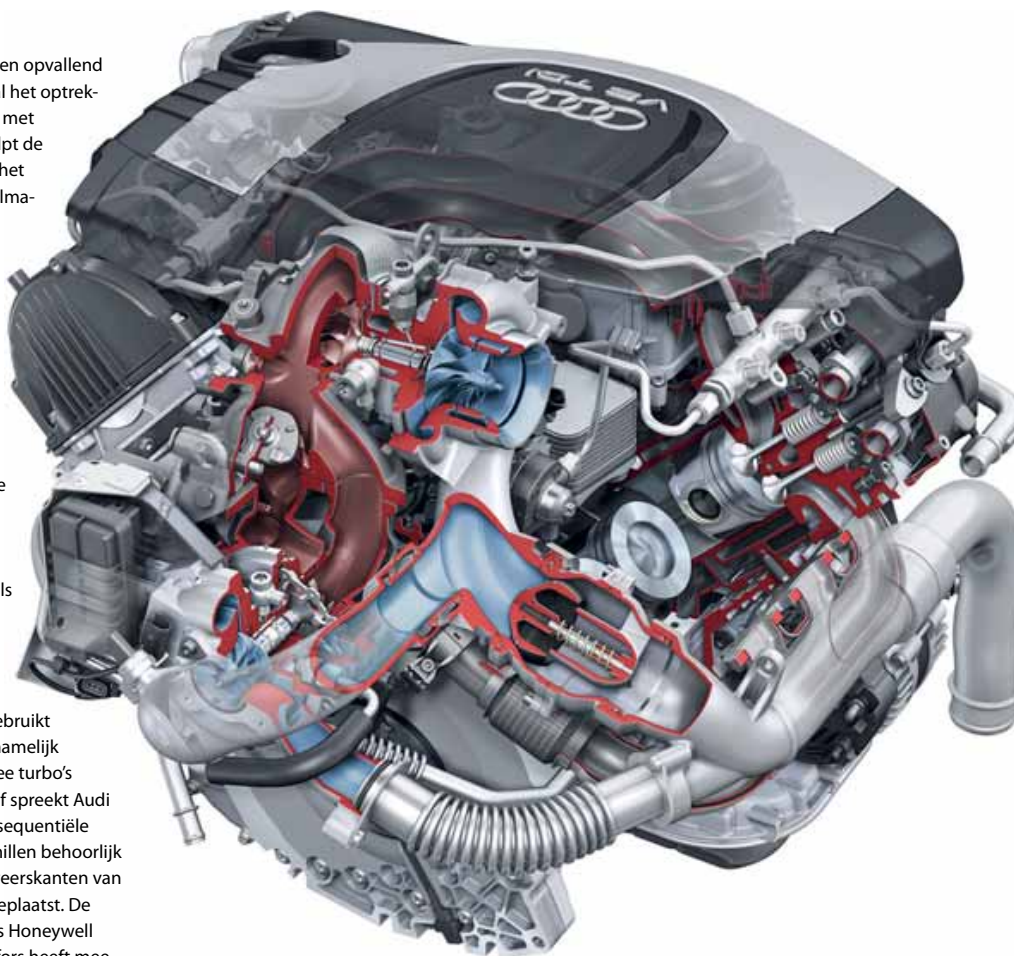
3.0 V6 TDI zet grote stap voorwaarts

Een sportmotor zou je de Audi V6 Biturbo best kunnen noemen. Ga maar na: 205 pk/l en een gemiddelde effectieve druk van 27,6 bar zijn bijzonder hoog voor een motor. De Audi A6- en A7-modellen krijgen met deze topmotor in de Biturbo TDI de kroon op het werk dat verricht is om de Generatie 2 motoren in productie te nemen. Wanneer dat was? Sla AMT maart 2011 er maar op na.

De Biturbo-uitvoering moet voor een opvallend dynamisch rijgedrag zorgen. Vooral het optrekken en het toeren draaien behoort met groot gemak te gaan. Uiteraard helpt de achttrapsautomaat mee, zowel bij het uit stilstand wegrijden als bij inhaalmanoeuvres. Onder alle omstandigheden mag er geen enkele aarzeling optreden en dat stelt hoge eisen, vooral aan de drukvulling. Een andere voorwaarde is dat de auto's met deze motor dienen te voldoen aan de Euro 5 emissie-eisen. Er is ook gelet op het verbruik, vandaar een startstopsysteem. Uiteraard moet de montage van de motor op dezelfde productielijn in Győr (Hongarije) plaatsvinden en dienen er zoveel mogelijk gelijke onderdelen en bewerkingen te worden gebruikt als die van de Generatie 2 motoren. Nog iets over de aanduiding Biturbo. Zo'n motor heeft gewoonlijk voor elke cilinderbank dezelfde turbocompressor. Audi gebruikt het woord Biturbo echter anders, namelijk voor twee turbo's in serie. Deze twee turbo's staan achter elkaar geschakeld. Zelf spreekt Audi dan ook wel van een tweetraps of sequentiële drukvulling. De twee turbo's verschillen behoorlijk in afmetingen en ze zijn niet aan weerskanten van de motor, maar in en achter de V geplaatst. De leverancier van het Audi-systeem is Honeywell Turbo Technologies (HTT) die ook fors heeft meegelopen bij het ontwikkelen ervan. Geen wonder dat het Biturbo-systeem straks zoveel aandacht krijgt. Eerst nog wat anders: de wijzigingen aan de motor zelf.

Wijzigingen aan de koeling

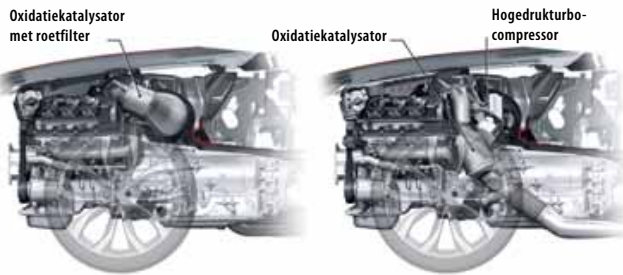
Uit metingen aan de Generatie 2 motoren bleek dat er bij een hoger prestatieniveau koelingsproblemen ontstaan. Vandaar dat de koeling verbe-



De eenvoudige dieselmotor van enkele decennia terug is tegenwoordig een uiterst complex geheel. Bij de V6 TDI Biturbomotor heeft Audi alles uit de kast gehaald. Centraal staat de tweetrapsdruk vulling met een kleine hogedrukturbo links onder en een grote laagedrukturbo boven in de V. Let vooral op de schommelklep in de uitlaatleiding van de kleine turbine en de compressoromloopklep rechts op de foto. Deze klep opent zodra de grote turbo voldoende druk heeft opgebouwd.

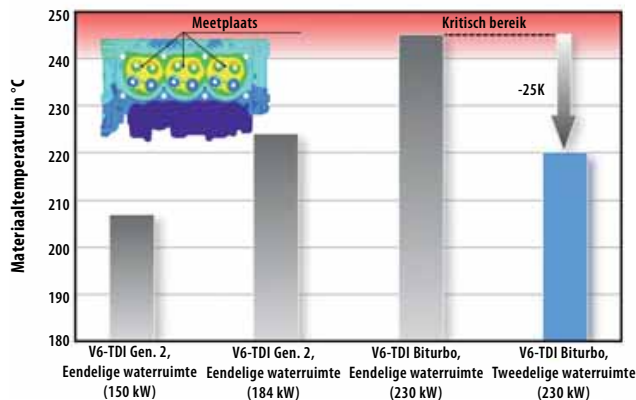
terd is, de opbrengst van zowel de water- als de olie pomp is in evenredigheid met de 25% vermogenstoename van de Biturbo vergroot. De gesloten kunststofwaaier van de waterpomp

heeft nu een diameter van 72 mm. Samen met de ruimtelijk gekromde schoepen is de opbrengst met 30% toegenomen. Het rendement van de pomp ligt 7% hoger. Door de olie pomp 25% bre-



De inbouwsituatie links toont de Generatie 2 V6 met één turbocompressor ofwel monocompressor. Het uitlaatgas van deze motor komt, in de rijrichting gezien, links uit de turbine, wordt na de oxi-kat 180° van richting veranderd om door het roetfilter te kunnen stromen om vervolgens rechts van de transmissie onder de auto verder te gaan.

Bij de Biturbo-motor rechts, zit de kleine hogedrukturbo op de plaats van het roetfilter. Daarna loopt het uitlaatsysteem links van de transmissie naar achteren. Onder de bodemplaat zijn twee kleine roetfilters geplaatst.



Materiaaltemperatuur tussen de uitlaatklepzittingen op 1 mm diepte, gemeten bij vollast, 4.500 t/min en 95°C koelwatertemperatuur. Met toenemend vermogen stijgt de materiaaltemperatuur. Dankzij het tweedelig koelwatersysteem van de koppen daalt de temperatuur met 25°C.

der te maken, wordt er nu voldoende olie rondgepompt om de zuigerbodems en de beide lagerhuizen van de turbo's te koelen.

Nieuwe cilinderkoppen

Hoewel de topdruk met 185 bar dezelfde is als bij de Generatie 2 motoren, zorgt het 25% hogere topvermogen voor een aanzienlijk hogere thermische belasting van het cilinderkopmateriaal. De topdruk blijft over een groter toereengebied werkzaam, dus neemt ook de mechanische belasting toe. Omdat de materiaaltemperatuur tussen de uitlaatklepzittingen te hoog werd, is besloten een tweedelige koelwaterruimte toe te passen met een aparte watertoevoer vanuit het motorblok. De onderste waterruimte krijgt de meeste koelvloeistof. Die wordt gebruikt om alle hete plekken, dus ook die bij de verstuiverzitting, te koelen.

De bovenste waterruimte krijgt minder koelvloeistof omdat de toevoeropeningen kleiner zijn. Het materiaal van de dam tussen de cilinders wordt vanuit de cilinderkoppen gekoeld door middel van het drukverschil tussen de waterruimte in de cilinderkop en die in het blok. De dwarsstroming

De nieuwe cilinderkoppen met tweedelige waterruimte zijn rechts afgebeeld. De onderste waterruimte zorgt voor een sterkere materiaalkoeling vooral tussen de uitlaatklepzittingen. De extra wand in de cilinderkop zorgt voor extra sterkte bij de verstuivers.

en de complexe regeling is overgenomen van de Generatie 2 motoren.

Een bijkomend voordeel van deze waterruimteconstructie is dat het tussendeck in de cilinderkop de kop zelf veel stijver maakt. Dat is vooral nuttig voor een solide bevestiging van de verstuivers.

Aangepaste zuigers

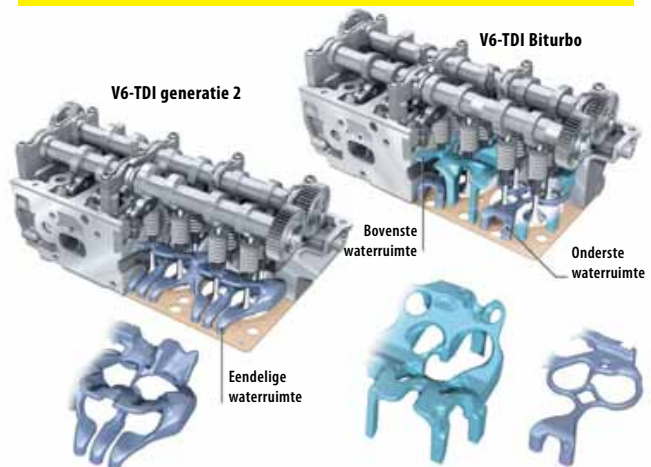
Bij de Generatie 2 motoren draaien de zuigerpenen rechtstreeks in de aluminium zuigerpenogen. De compressieverhouding is 16,8:1. De Biturbo-motoren hebben een compressieverhouding van 16,0:1; die waarde is bereikt door een iets grotere komdiameter van de zuiger. Omdat de kans op 'vreten' van de zuigerpen in de ogen is toegenomen

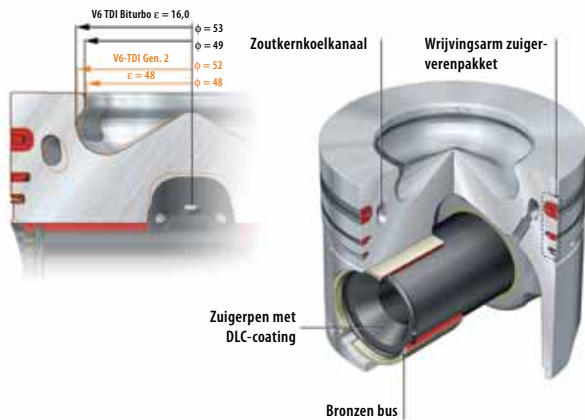
men en de zuigerpen door het doorbuigen en aflatten de ogen kan doen scheuren zijn er aanpassingen gedaan. In de zuigerpenogen zijn dunwandige bronzen bussen geperst, die aan de binnenzijde zodanig gevormd zijn dat er geen problemen te verwachten zijn. Omdat de zuigerpenen gelijk gebleden zijn, kunnen ook de drijfstan-gen van de Generatie 2 motoren gebruikt worden voor de Biturbo.

De warmteafoer vanuit de kom en de bovenste zuigerveergroef is verbeterd door het zoutkern-koelkanaal iets hoger en iets verder naar buiten te verplaatsen. De extra oliehoeveelheid helpt eveneens mee de materiaaltemperatuur laag genoeg te houden.

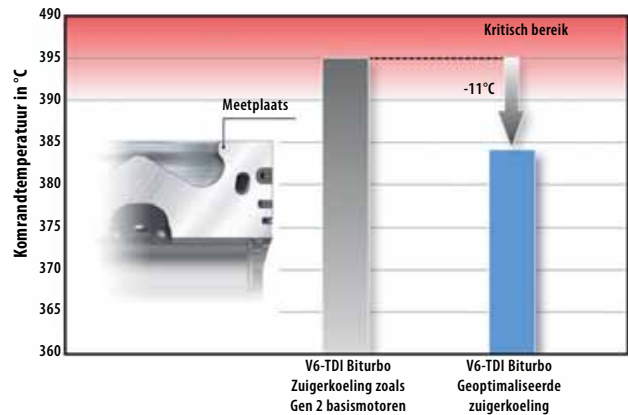
Technische gegevens

Bouwwijze met hoek	V6, 90°
Cilinderinhoud	2967
Slag	91,4
Boring	83,0
Slag/boring	1,10
Compressieverhouding	16,0:1
Cilinderhartafstand	90
Krukas	Gesmeed, vier hoofdslagers
Hoofdagerdiameter	65,0
Drijfstanlagerdiameter	60,0
Drijfstanlengte	160,0
Klepschotel-diameter inlaat	28,7 (2x)
Klepschotel-diameter uitlaat	26,0 (2x)
Inspuitsysteem	Common Rail, 2.000 bar (Bosch CRS 3.3) met piëzo-verstuivers en hogedrukpomp
Turbocompressoren	HTT Garrett GT 1749 met verstelbare leidschoepen HD compressor HTT Garrett GT 3067 met uitlaatgas omloopklep Onderdrukgestuurde turbine-omschakelklep
Inspuitvolgorde	1,4,3,6,2,5
Max. vermogen	230 kW van 3.900 tot 4.500 t/min
Max. koppel	650 van 1.450 tot 4.500 t/min
Emissie-eisen	Euro5
Motorgewicht volgens DIN 70020 GZ	209
Motorinbouw lengte	437,0

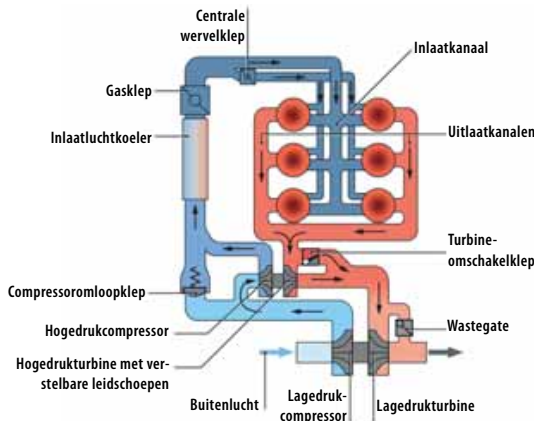




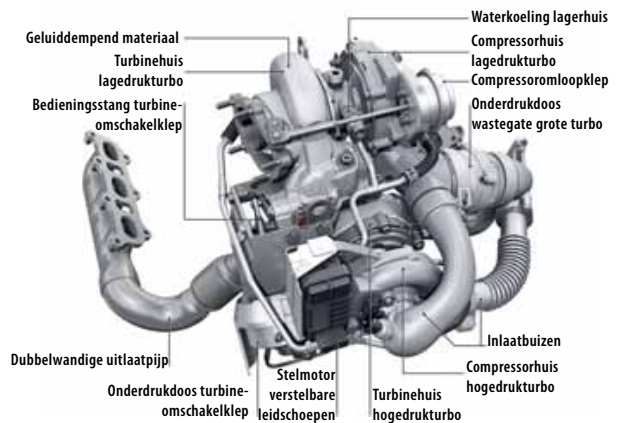
Door detailwijzigingen aan de zuigerkom en het koelkanaal is er met het extra vermogen rekening gehouden. Het koelkanaal is iets hoger en dichterbij de bovenste zuigerveer geplaatst. Een bronzen bus in de zuigerpenen en een DLC-laag (Diamond Like Carbon) op de zuigerpen voorkomen het 'vreten' van de pen.



Dankzij de verbeterde koeling van de zuigers, zowel door het koelkanaal als de spuitoliekoeling, daalt de temperatuur van de komrand onder de kritische grenswaarde. De metingen zijn gedaan bij 4.000 t/min vollast.



Schema van de Biturbo drukvulling. De aangezogen lucht wordt voortdurend door de grote, lagedrukturbo gecompriëerd. In de kleine, hogedrukturbo volgt een verdere drukverhoging. De hete lucht wordt afgekoeld in de inlaatluchtcoeler, passeert dan de gasklep, om via de inlaatkanalen, met wervelklep in één ervan, naar de motor te gaan. Als de grote turbo genoeg druk opbouwt, opent de turbine-omloopklep. De kleine turbo draait dan los mee.



We kijken op de beide turbocompressoren neer zoals die in de rijrichting zijn geplaatst. Boven de transmissie zit de kleine, hogedrukturbo, in de V de grote turbo. Dat er voldoende ruimte is, komt door de 90° V-hoek en het 90° verdraaien van de kleine turbo.

Meer brandstof nodig

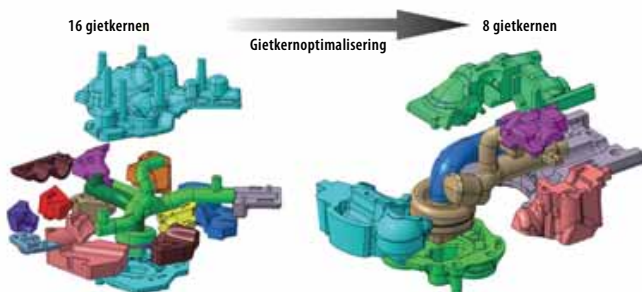
Voor 25% meer vermogen moet er meer brandstof worden ingespoten. Er is daarom gekozen voor een 6% grotere diameter van de tweepunjer hogedrukpomp. Dat levert bij iedere slag in ieder geval ruim 12% meer brandstof op. De maximale inspuitdruk is 2000 bar gebleven, de achtgatsverstuivers zijn van een nieuw type, met een i-Midi-Sackloch naaldzitting. Deze Bosch ZK piëzoverstuivers hebben nu zo'n klein schadelijk volume onder de naald als deze op de zitting zit, dat er bij lage belasting een 32% lagere HC-uitwerp is ontstaan. De nieuwe verstuivers kunnen 14% meer brandstof inspuiten dan de vorige.

Aangepaste verbranding en prestaties

Hoe zorg je ervoor dat een dieselmotor spontaan op toeren komt en fors accelereert vanuit stilstand? De Audi-technici hebben de antwoorden

op deze vragen gevonden bij de verstuivers, de compressieverhouding, de kleppentijden en de vorm van de inlaatkanalen. De verstuivers zijn al aan de orde geweest in een ander verband. Maar ook voor het snel reageren op belastingwisselingen zijn ze van groot belang. De compressieverhouding is verlaagd om de topdruk gelijk te houden aan die van de Generatie 2 motoren. De lagere compressieverhouding beperkt ook de compressie-einddruk zodat er geen al te zwaar vliegwielen nodig is. Dat helpt mee met het makkelijk op en van toeren te komen. De kleppentijden van de nieuwe Biturbo-motor zijn theoretisch en praktisch bepaald. Een ontdekking daarbij was dat er flinke verbeteringen op tal van punten bereikt werden als de inlaatkleppen eerder gesloten werden. En niet zo'n beetje eerder, nee het gaat om 23 krukgraden bij een kleplichthoogte van 1 mm. Vooral het vermogen bij

lage toerentallen verbeterde. Daardoor is het wegrijgedrag verbeterd. Hoewel te verwachten is dat het topvermogen zou dalen, wordt het vroege sluiten meer dan goed gemaakt door de verbeterde verbranding en het hogere rendement van de tweetraps turbo's. Ondanks de lagere geometrische compressieverhouding is de effectieve compressieverhouding vooral bij lage toerentallen gunstiger door het vroege sluiten van de inlaatkleppen. Ook het starten bij lage temperaturen is daardoor geen probleem. Het volumetrisch rendement, anders gezegd: de vullingsgraad, is bij de Biturbo-motor ook verbeterd door de vullingskanalen uit te voeren met een 'omlopende fase' in plaats van de 'zittingwervelfase' bij de Generatie 2 motoren. Alleen het tangentiaalkanaal heeft nog zo'n bijzondere plaatselijke uitstroombij de klepzitting. Nadeel van een uitstroombij de hele omtrek van de klepzitting is dat de wervelin-

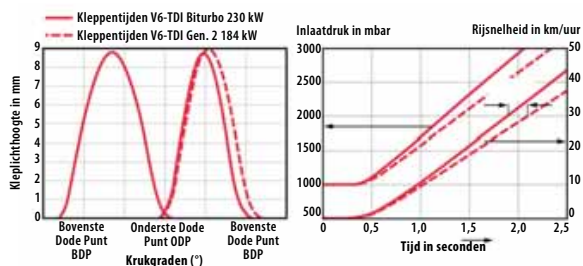


Het turbinehuis van de kleine hogedrukturbine zorgde voor heel wat hoofdbrekers. Aanvankelijk waren er 16 gietkernen nodig, de productie gebeurt nu met behulp van 8 gietkernen.

tensiteit afneemt. Gelukkig kan de centrale wervelklep in het inlaatkanaal ervoor zorgen dat de luchtbeweging op het juiste niveau blijft. De wijziging aan de vullingskanalen kan eenvoudig bij de bewerking van de cilinderkop worden aangebracht, zonder de synergie met de Generatie 2 motoren te verliezen. De efficiëntere verbranding wordt niet alleen door de nieuwe verstuivers, maar ook door het lagere wervelniveau van de Biturbo-motor bereikt. Inspuiting en luchtbeweging zijn nauwkeurig op elkaar afgestemd.



De Biturbo V6 TDI is een zeer compacte motor. Hij is zo kort mogelijk gebouwd en is slechts 437 mm lang. Dat er twee turbo's in en achter de V liggen, is niet te zien. We zien wel de forse inlaatluchtcooler, het luchtfilter en de motorafdekking. Een lange polysnaar slingert zich om zeven poelies.



Door de inlaatkleppen bij 1 mm lichthoogte 23° eerder te sluiten, wordt de inlaatdruk sneller opgebouwd. Daardoor neemt de acceleratie vanuit stilstand toe. Wat opvalt, is dat de uitlaatkleppen een gewone lichtkromme hebben, terwijl de klepoverlap na het BDP ligt en de inlaatkleppen vrijwel geen nasluiting hebben.

Tweetraps drukvulling

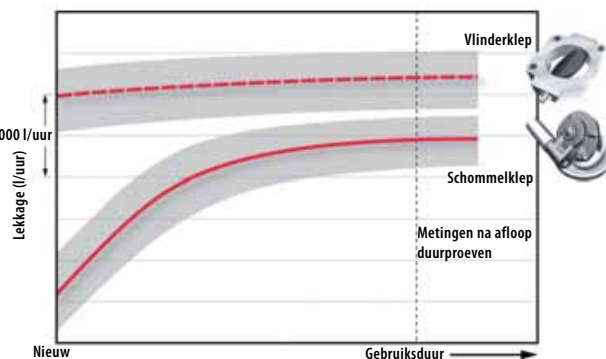
Beter dan een lang verhaal zijn een schema en afbeeldingen waarop te zien is hoe de lucht van buiten naar de motor gaat en hoe het uitlaatgas weer in de buitenlucht terecht komt. Drie onderdelen vallen vooral op: de turbine-omschakelklep en de variabele leidschoepen bij de kleine turbo en de omloopklep (wastegate) van de grote turbo.

De kleine en de grote turbocompressor verschillen aanzienlijk in grootte. De kleine hogedrukturbo zorgt voor een snelle inlaatdrukopbouw bij lage motortoerentallen, de grote lagedrukturbo neemt de hoge toerentallen voor zijn rekening. In het middentoerengebied werken de turbo's samen.

De verstelbare leidschoepen van de kleine turbo worden door een elektrische stelmotor bediend. Zodra de kleine turbo zijn maximale toerental bereikt, gaat de turbine-omschakelklep (eigenlijk is dat de omloopklep of wastegate) open. Naarmate de turbine-omschakelklep verder opent, gaat er steeds meer uitlaatgas naar de grote turbine. Die gaat daardoor steeds meer lucht leveren. Als de druk in de compressorleiding een bepaald niveau bereikt, opent er een klep naar de inlaatleiding: de compressoromloopklep. Die zorgt ervoor dat de kleine turbo niet nog meer lucht hoeft te leveren.

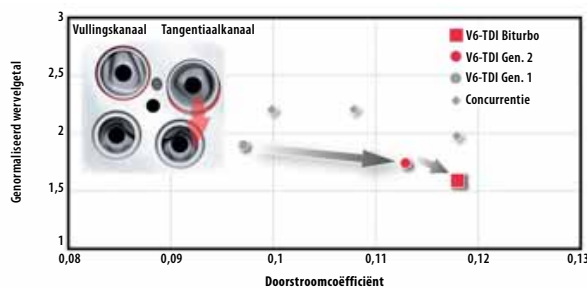
Ingewikkelde turbine-omloopklep

Er zijn twee typen turbine-omloopkleppen ontwikkeld en getest: een vlinderklep met een as in

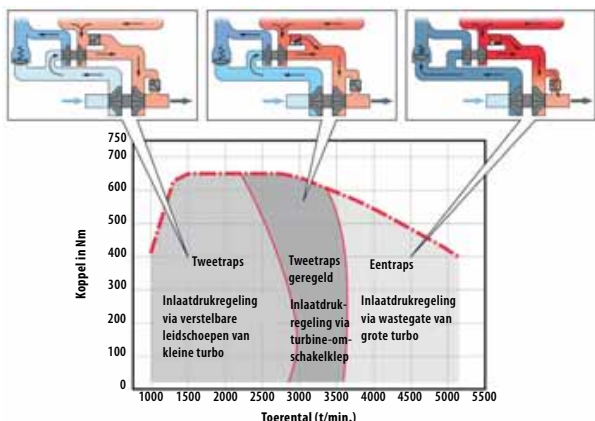


De schommelklep heeft veel minder lekkage als hij nieuw is dan de vlinderklep, maar na enige tijd neemt het verschil af. Bovendien heeft de schommelklep veel minder stromingsweerstand als hij helemaal openstaat.

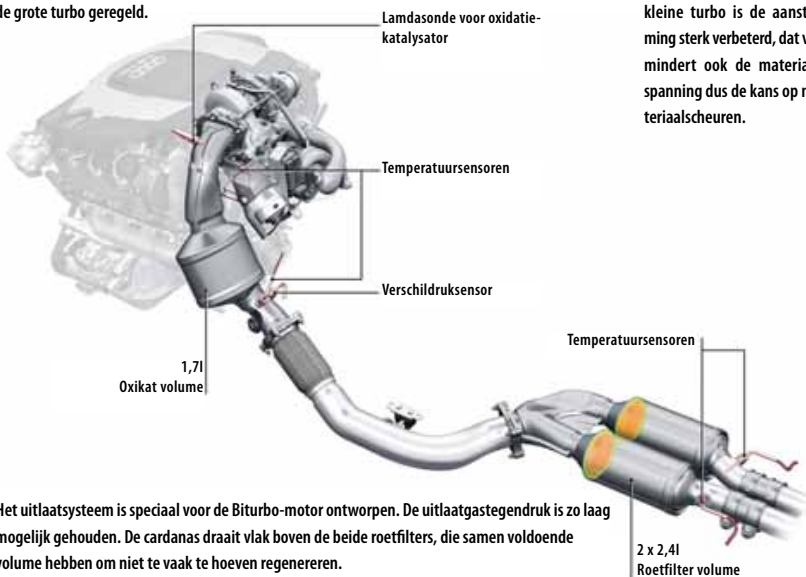
het midden en een schommelklep (Swing-Valve) met een as aan de zijkant. Zo'n schommelklep wordt ook bij muziekinstrumenten gebruikt, bijvoorbeeld bij een dwarsfluit. Het wel en wee van het drukregelsysteem hangt af van de goede afdichting van de turbine-omschakelklep. Zelfs de kleinste lekkage zorgt voor energieverlies. Er is een lekkagetestapparaat ontwikkeld dat met een drukverschil van 2,5 bar werkt. De schommelklep bleek over een betere afdichting te beschikken dan de vlinderklep. Maar daar staat als nadeel tegenover dat de benodigde sluitkracht veel groter is. Een onderdrukdoos met een grote diameter zorgt voor de sluitkracht. Een ingebouwde positieensor is aangepast aan de grote slag die de bedieningsstang van de klep moet maken. Er waren duurproeven nodig om na te gaan of de turbine-omloopklep ook na lange tijd nog goed zou werken. Er zijn daartoe acceleratieproeven gedaan met 'alles nieuw' en met 'alles oud'. Daarbij is gebleken dat de schommelklep aan alle gestelde eisen voldoet. Wat ook bleek, is dat de grote turbo zoveel capaciteit heeft dat het maximum vermogen over een breed toerengebied wordt geleverd. Dat draagt bij aan een sportief rijgedrag en het biedt de mogelijkheid om meer vermogen uit de motor te halen.



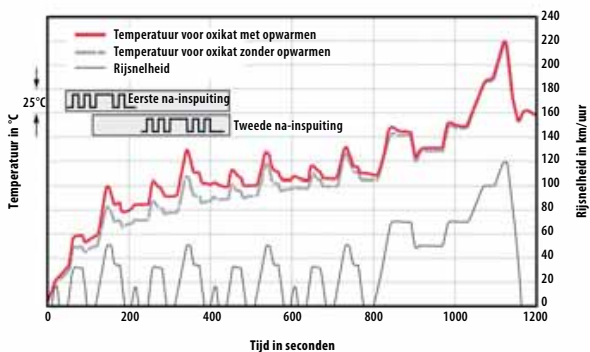
Door het veranderen van de inlaatkanaalbewerking is het gelukt om bij een bepaalde drukverhouding meer lucht in de cilinder te krijgen. De wervelintensiteit neemt daarbij iets af, maar met behulp van de inspuiting verloopt de verbranding toch snel genoeg.



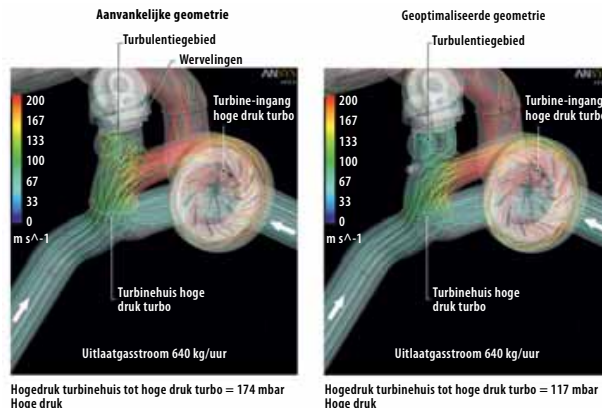
In dit motorkenveld is goed te zien, hoe de twee turbo's functioneren. Alle inlaatlucht gaat eerst naar de grote turbo, daarna naar de kleine. De vuldruk wordt door de verstelbare leidschoepen van de kleine turbo geregeld. In het middelste toerengebied wordt de turbine-omschakelklep achter de kleine turbo gebruikt om de inlaatdruk te regelen. Bij hogere toerentallen opent de compressor-omloopklep zodra de grote turbo genoeg lucht levert. De inlaatdruk wordt door de wastegate van de grote turbo geregeld.



Het uitlaatsysteem is speciaal voor de Biturbo-motor ontworpen. De uitlaatgestegendruk is zo laag mogelijk gehouden. De cardanas draait vlak boven de beide roetfilters, die samen voldoende volume hebben om niet te vaak te hoeven regenereren.



Na de koude start wordt er, zodra het verbrandingsverloop stabiel is, extra brandstof ingespoten om de uitlaatgassen op te warmen. Zodra er weer stabiliteit bereikt is, volgt een tweevoudige inspuiting die voor een stijging van 25° zorgt. Pas als de gewenste temperatuur na de oxikat bereikt is, stopt de na-inspuiting. Het effect is weergegeven voor de Europese rijcyclus.

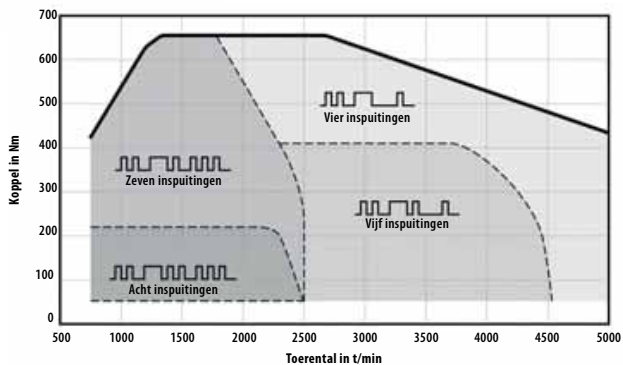


Voor het spontaan reageren is het van groot belang dat de aanstroming van de turbine met zo min mogelijk wervelingen plaatsvindt. Bij de kleine turbo is de aanstroming sterk verbeterd, dat vermindert ook de materiaalspanning dus de kans op materiaalscheuren.

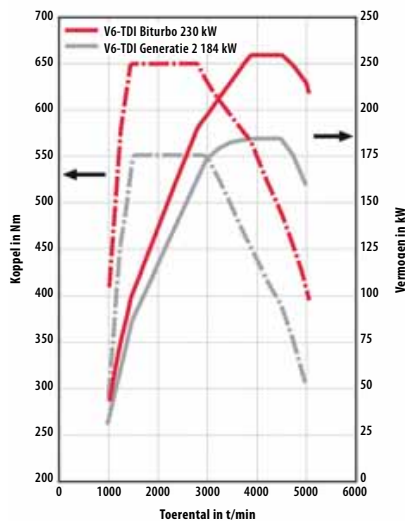
De werkgebieden van de twee turbo's worden beïnvloed door hitte, koude en hoogte. De vuldrukregeling reageert hierop met een aangepaste aansturing van de turbo's. Daardoor blijft het dynamisch rijgedrag gehandhaafd. Naast het ingewikkelde proces om de twee turbo's met bijbehorende leidschoepen en kleppen op elkaar af te stemmen, zijn er ook geluidstechnische problemen. Fluiten, sissen en ploffen zijn ongewenst en moeten door uitgekiende vormgeving en geluiddemping onhoorbaar blijven.

De praktische uitvoering

De beide lagerhuizen van de turbo's zijn watergekoeld, de water- en olieleidingen zijn extern aangelegd. Het meest ingewikkelde gietstuk is het turbinehuis van de kleine turbo. Aanvankelijk bleek dat de ongelijkmatige temperatuurverdeling voor te hoge materiaalspanningen zorgde. Door wijzigingen in de stand van de turbine-omschakelklep is de temperatuurverdeling gelijkmatiger geworden. Ook de aanstroming van de turbine is verbeterd. Het bleek na veel gepuzzel dat er met 8 in plaats van 16 gietkernen kan worden volstaan.



Afhankelijk van de belasting en het toerental van de motor wordt er bij het regenereren van het roetfilter tot wel acht maal per verbrandingscyclus ingespoten. Er zijn altijd twee voor-inspuitingen, gevolgd door de hoofdinspuiting. Dan volgen er één, twee, vier of vijf na-inspuitingen. Hoe lager de uitlaatgastemperatuur, hoe meer na-inspuitingen.



De vermogens- en koppelkrommen van de sterkste Generatie 2 motor en de nieuwe Biturbo-uitvoering. Opvallend is de toename van het koppel bij de lage toerentallen, ruim 100 Nm meer bij 1.000 t/min toont duidelijk het gunstige effect van de kleine hoge druk turbo.

Rechttoe-rechtaan uitlaatsysteem

Het uitlaatsysteem moet een lage tegendruk hebben, daarbij speelt het roetfilter een belangrijke rol. Een lage tegendruk zorgt voor een hoog vermogen en houdt het brandstofverbruik laag. Bij de overgang van de ene turbo op de andere mag er geen merkbaar verschil in trekkracht of afremkracht ontstaan. Net zo min mag er van het regenereren iets te merken zijn. Bedenk dat het hoge vermogen voor veel uitlaatgas zorgt, dus moeten de oxikat en de roetfilters ruim bemeten zijn. De oxikat is 1,7 l groot en werkt met 400 cpsi, dat zijn 400 cells per square inch, ofwel 62 cellen per cm². Om de uitlaatgastemperatuur zo snel mogelijk te bereiken na de koude start en de hitte-uitstraling te beperken, zijn beide turbinehuizen goed geïsoleerd. De roetfilters bestaan uit aluminium-titanaat, dus een AlTi-verbinding met een edelmetaallaag die in de stromingsrichting in

zones is aangebracht. Er zijn 300 cpsi ofwel 46,5 cellen per cm². De regeneratie loopt via de temperatuursensoren na de oxikat en na de roetfilters. Dat er twee roetfilters zijn, heeft alles met inbouwruimte te maken: in het midden van de bodemplaat loopt immers ook de cardanas. Het verdeelstuk, ook wel broekstuk genoemd, is zodanig ontworpen dat de aanstroming van beide roetfilters zo gelijk mogelijk is.

Uitlaatgasemissies

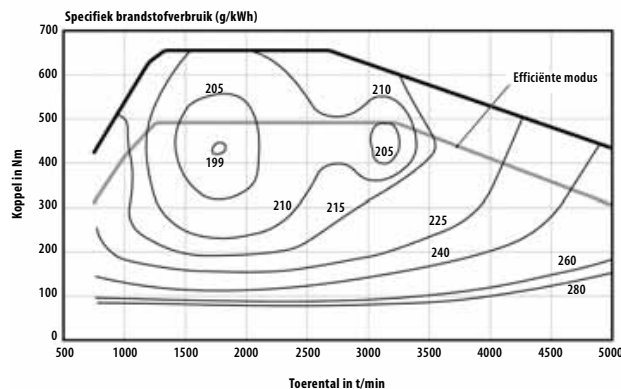
De meervoudige na-inspuitingen worden niet alleen voor het opwarmen van het roetfilter gebruikt, maar ook voor de temperatuurverhoging van de oxikat. Er is extra software beschikbaar om één en ander te kunnen regelen. Extra software is ook nodig voor de regeneratie, want de vragen: 'hoeveel roet is er al opgevangen?' en 'hoeveel roet is er al verbrand?' moeten op een juiste wijze beantwoord kunnen worden. Er wordt bij het regenereren rekening gehouden met het roetfilter met het meeste roet en die met de langzaamste regeneratie. Bij de Generatie 2 V6 TDI motoren is er al drievoudige na-inspuiting in gebruik om de uitlaatgastemperatuur bij deellast te verhogen en om bij stop-and-go, dus bij stads- en flevkeer, te kunnen regenereren. Twee na-inspuitingen liggen dicht bij elkaar, de derde valt wat later om de oxikat een extra temperatuurverhoging te geven. Bij de Biturbo-motor bestaat de verfijning uit het opsplitsen van de derde na-inspuiting in 1, 2 of 3 kleinere hoeveelheden. Het motormanagement berekent continu wat nodig is. Daarbij wordt er ook rekening gehouden met het brandstofverbruik. In totaal komt het dus voor dat er per verbrandingscyclus achtmaal wordt ingespoten! De grootste voordelen van deze extra inspuitingen liggen in het werkgebied tot 2500 t/min. De regeneratie is ook bij lage belastingen in orde

ondanks de lage toerentallen die de achttrapsautomaat met een lange eindoverbrenging in de hand werkt. Er zijn onder deze omstandigheden vaak wel acht inspuitingen nodig. Bij dynamisch of sportief rijden wordt de snelheid van de gaspedaalbewegingen bepalend. De afstemming van de temperatuurregeling van het roetfilter wordt dan sneller gekozen.

Prestaties en verbruik

Mede dankzij het lage motorgewicht van 209 kg zijn de prestaties van de automodellen met de Biturbo-motor indrukwekkend. Het hoogste koppel van maar liefst 650 Nm wordt van 1.450 tot 2.800 t/min geleverd. De grote lagedruk turbo zorgt ervoor dat het maximale vermogen van 230 kW van 3.900 tot 4.500 t/min aanwezig is. De Biturbo-motor draait bij voluit accelereren tot 5.200 t/min, dat is 300 t/min hoger dan de Generatie 2 motoren. Daardoor sluiten de versnellingen naadloos op elkaar aan en ontstaat er een dynamisch rijgedrag. Bij dit alles zijn de verbruikscijfers in verhouding tot de prestaties laag. Het laagste specifiek brandstofverbruik is 199 g/kWh. Een tweede minimum ligt bij een iets hoger toerental en komt tot 205 g/kWh. Dat er twee 'eieren' ontstaan in het eierdiagram komt door de tweetraps drukvulling. Als het vermogen met ongeveer 25% wordt teruggenomen, dus op de topwaarde van de Generatie 2 motoren ligt, ontstaat de Efficiëntiemodus. Dan worden ook de schakelpunten van de achttrapsautomaat zodanig aangepast dat de toerentallen zo laag mogelijk blijven. Daarmee wordt het brandstofverbruik, zonder de prestaties te veel te verlagen, tot de laagst mogelijke waarde teruggebracht. Het startstopsysteem helpt uiteraard ook mee het verbruik omlaag te brengen. Wie had gedacht dat het zover zou komen met de dieselmotor?

Generatie 1 en 2
Met de komst van de geavanceerde drukvulling is Audi's Generatie 2 3.0 V6 TDI flink opgevaardeerd. En dat terwijl die motor nog maar goed een jaar in productie is. In maart vorig jaar keerden we de Generatie 2 motor binnenstebuiten. De eerste generatie lag in 2004 bij AMT op de operatietafel. De artikelen leest u terug in het maandossier op www.amt.nl/april2012, of scan de QR-code met uw smartphone.



Het eierdiagram van de Biturbo-motor vertoont een bijzonderheid: twee eieren. Het grootste gebied met een laag verbruik zien we om 1.750 t/min. Het kleinere gebied ligt bij 3.150 t/min, het ontstaat door het gebruik van de twee ongelijk grote turbo's. De verbruikswaarden zijn bijzonder laag. Er is een Efficiënte modus, daarbij loopt de koppelkromme door de gebieden met een laag specifiek brandstofverbruik.