

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Prestaties en milieu gaan hand in hand

Groene krachtpatser



Gebaseerd op de nieuwe generatie V6 heeft Mercedes-Benz twee V8's uitgebracht. De 5,5 liter is de sterkste variant en wordt al in de S-klasse toegepast. Samen met de kleinere 4,6 liter worden diverse modellen gemotoriseerd, van luxe sedan tot stoere off-road. De nieuwe V8 is uiterst krachtig, maar ook zeer gemanierd.

Bij het ontwerp van de V8 motoren is met vele aspecten rekening gehouden. Zo moet het koppel onderin zo hoog mogelijk zijn om het gebruik van de koppelvormer te beperken. De akoestiek moet per toepassing kunnen worden aangepast, deze 'sound engineering' zorgt voor een sportief, stil of juist grommend geluid. De productie maakt zoveel mogelijk gebruik van alle giet- en bewerkingsmachines die voor de V6 motoren al toegepast worden. Dat gaat best ver zoals straks zal blijken. Tenslotte staan kwaliteit, betrouwbaarheid en zuinigheid even-

eens hoog in het vaandel. Geen geringe taak voor de technici van Mercedes-Benz.

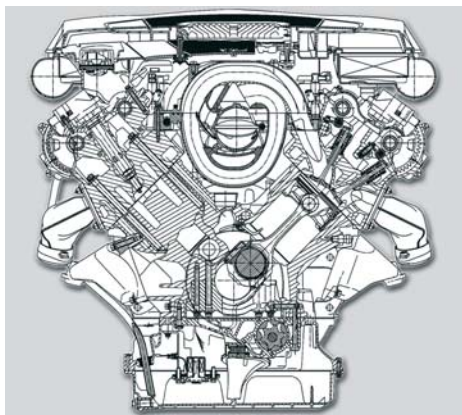
Meer kracht

De V6 motorreeks begon met een 3,5 liter met 200 kW (zie het Archief op AMT.nl, rubriek motoren, subrubriek Mercedes-Benz), gevolgd door 150 en 170 kW modellen met 2,5 en 3,0 liter slagvolume. De nieuwe V8's leveren 250 kW uit 4,6 liter en 285 kW uit 5,5 liter cilinderinhoud. Bij de laatste motor betekent dat 27% meer vermogen en 70 Nm meer koppel dan bij

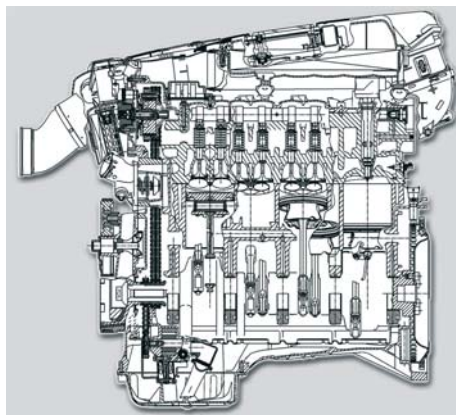
de vorige V8 die 5,0 liter mat. Zoals uit een vergelijk met de V6 blijkt, is de overeenkomst frappant: de constructieve opbouw, de basismaten, het in- en uitlaatsysteem, het oliecircuut en de carterpan zijn vrijwel gelijk en op dezelfde machines gemaakt. Zelfs de 'front-end module', dat is de complete aandrijving van alle hulpapparatuur, is bij beide typen motoren gelijk. Het motorblok van de V8 is uiteraard langer, maar verder een exacte kopie van die van de V6. Verschillen zijn er ook. Zo hebben de 2,5 en 3,0 liter V6 dezelfde klepmaten en dezelfde hartafstanden tussen de klepstelen. De 3,5 liter V6 en de 4,6 liter V8 hebben iets grotere kleppen met iets grotere hartafstanden, terwijl die van de 5,5 liter V8 nog iets groter zijn. Ook aangepast zijn de luchtfilterhuizen: die van de V6 en de V8 zijn uiteraard in grootte, dus ook in volume, verschillend en er zijn 'Komfort' en 'Sport' uitvoeringen om het geluid precies goed te laten klinken.

Elke kilo telt

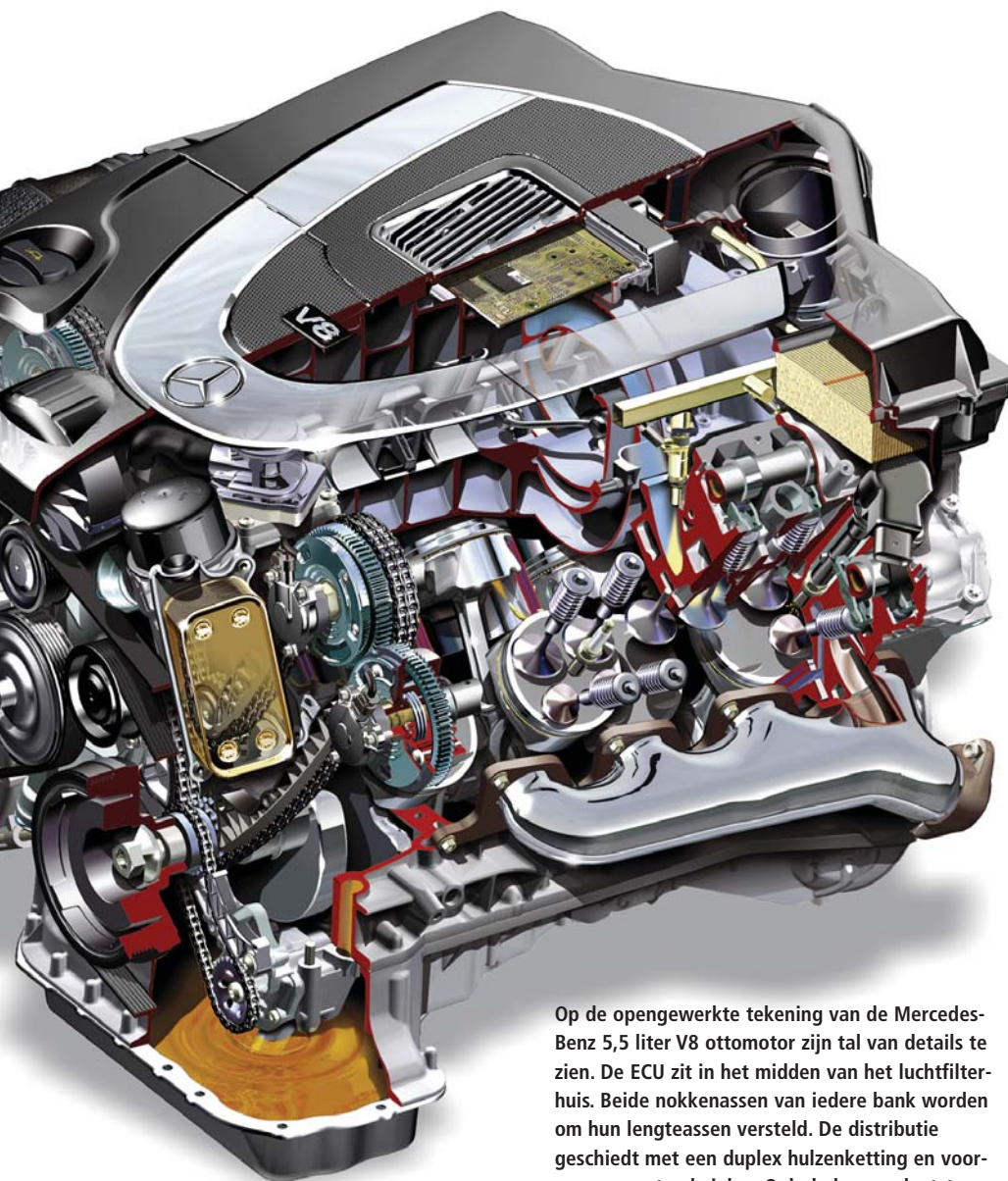
'Hoe lichter de zuiger, hoe lichter de auto'. Hoe dat kan? De massa van de zuiger bepaalt de massa van de drijfstang die in het BDP met alle kleppen open de traagheidskracht moet opvangen. Hoe lichter de zuiger en de drijfstang, hoe lichter het contragewicht op de krukas, dus hoe lichter de krukas. Als je zo consequent door redeneert, blijkt niet alleen de motor lichter te worden, maar daarmee ook de auto. Omdat de zuiger zelf erg licht is, hebben de technici de zuigerpen zo kort mogelijk gemaakt. Het kleine oog is trapeziumvormig zoals dat tegenwoordig steeds vaker gebeurt. Het is



De dwarsdoorsnede van de 5,5 liter V8 toont het in twee lengtes verstelbare inlaatsysteem, de compacte en naar de inlaatzijde 'gekantelde' cilinderkoppen, de klepbediening met hydraulische stelpluniers en slepers met naaldgelagerde rollen. Let op de zeer stevige bevestiging van de gietijzeren hoofdlagerkappen.



Hoe schuin de motorkap afloopt, blijkt uit de langsdoorsnede. Rechtsboven de luchtmassameter met ovale opening. Het koelwater wordt niet alleen over de wand van de verbrandingskamer geleid, maar ook tussen de kleppen. De distributie en de aandrijving van de hulpapparatuur neemt, ondanks de compacte bouw, veel ruimte in beslag.



Op de opengewerkte tekening van de Mercedes-Benz 5,5 liter V8 ottomotor zijn tal van details te zien. De ECU zit in het midden van het luchtfilterhuis. Beide nokkenassen van iedere bank worden om hun lengteassen versteld. De distributie geschiedt met een duplex hulzenketting en voor- en achterspannen tandwielen. Ook de laaggeplaatste oliepomp wordt door een ketting aangedreven.



Het drijfwerk is zo licht mogelijk gehouden zonder tekort te doen aan de buig- en torsiestijfheid van de krukas. De zuigerpennen zijn kort, het kleine oog is trapeziumvormig en geleidt de drijfstang axiaal. Op het vrije eind zitten de distributie- en oliepompkettingwielen en de torsietrillingsdemper met twee aangevulkaniseerde massa's.



Dankzij een kleine klephoek van 28,5° en een goede koeling is het Mercedes-Benz gelukt om een compressieverhouding van 10,7:1 toe te passen. Dat is voor een motor met een boring van 90,5 mm een hoge waarde. Het 'kantelen' van de kleppen en de bougie zorgt voor een fraai verloop van de inlaatkanalen.

een typische dieseltechniek waarbij de verbrandingskracht de bepalende grootte is. Bij benzinemotoren is er tot zo'n 6000 t/min een evenwicht tussen de verbrandings- en traagheidskracht, daarboven overheerst de laatstgenoemde die immers stijgt met het kwadraat van het toerental. Door het axiaal opsluiten van de drijfstang in de zuiger is de penlengte zo klein mogelijk. Zo wordt de translerende (heen en weer gaande) massa beperkt, kijk ook maar eens naar de slanke, lichte, gesmede drijfstangen.

De krukas is torsie- en buigstijf, vijf maal gelagerd, van smeedstaal en inductief gehard op alle lagertappen. Op het vrije eind van de krukas zit een torsietrillingsdemper met twee massa's. Daarmee worden torsietrillingen bij 2200 en 3700 t/min gedempt. Daardoor loopt de motor rustiger, ook boven de 4000 t/min is hij niet 'rauw' maar 'soepel'. Uiteraard zorgt de demper ook voor een rustige distributie, want de aandrijving daarvan vindt ook plaats vanaf het vrije eind. Wat verder nog meehelpt de V8 rustig te laten draaien, zijn de op gewicht gefreesde drijfstangen en de zeer goed bevestigde hoofdagerkappen. Maar liefst vier bouten verticaal en twee horizontaal klemmen het aluminium motorblok vast. Nauwkeurig geplaatste verstevigingsribben op het blok, een stijve transmissie-aansluiting en brede motorlagersteunen dragen hun steentje bij aan een trillingsarme motorloop.

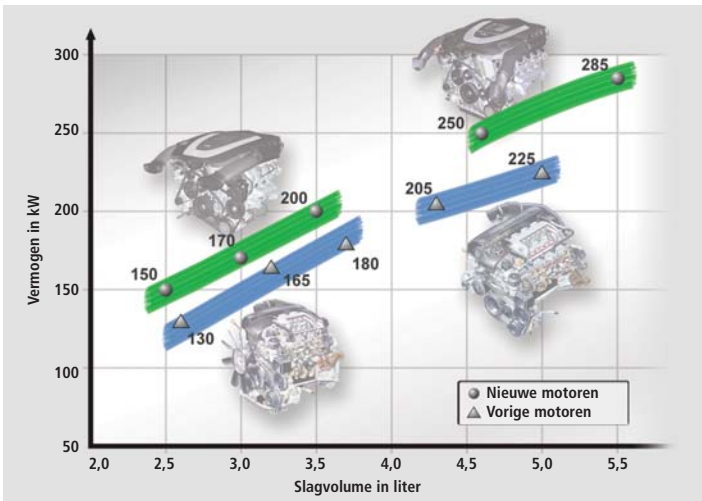
Het aluminium motorblok met 90° V hoek heeft de bekende ingegoten Silitec-voeringen (een AlSi-legering). Mede daardoor blijft het gewicht beperkt tot 33 kg. Tussen de cilinders is in de dam van 8 mm breed een koelkanaal aangebracht. Daardoor daalt de klopneging en blijft de voering beter in model. Dat is gunstig voor de beheersing van het oliebruik.

Slimme cilinderkop

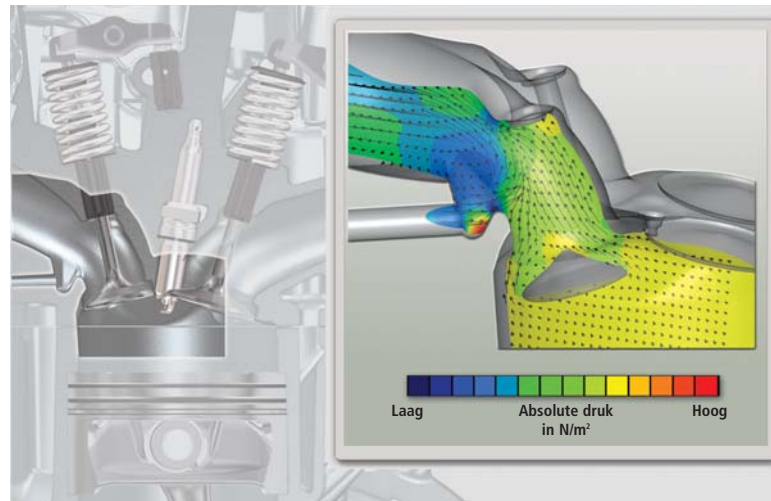
De cilinderkappen zijn constructief gelijk aan die van de V6, uiteraard aangepast aan de eisen van de V8 motoren. Zoals al vermeld is, zijn de klepmaten en de hartafstanden aangepast aan de cilinderinhoud. De klephoek bedraagt 28,5° en wel zo dat de inlaatkleppen een hoek van 17,5° en de uitlaten een hoek van 11° met de cilinderhartlijn maken. De bougie is 8° gekanteld. Op die manier stroomt het mengsel fraai de cilinder in, geholpen door de 'Tumble Valve' ofwel tuimel- of koprolwervelklep. Deze kleppen zorgen ervoor dat het mengsel richting klepgeleiders wordt gestuurd. De zwaardere benzinedruppeltjes gaan daardoor richting bougie. Dat zorgt niet alleen voor een goede koeling van de bougie-elektroden, maar ook voor een mengsel dat arm is in de buurt van de

MOTOREN

Techniek nieuwe Mercedes-Benz V8 ottomotor



Links de V6, rechts de V8 modellen. De vermogenstoename ten opzichte van de vorige motoren met drie kleppen per cilinder is fors. Dat is bij de V8 motoren mede het gevolg van een toegenomen cilinderinhoud, bij de V6 motoren is het slagvolume juist kleiner geworden.

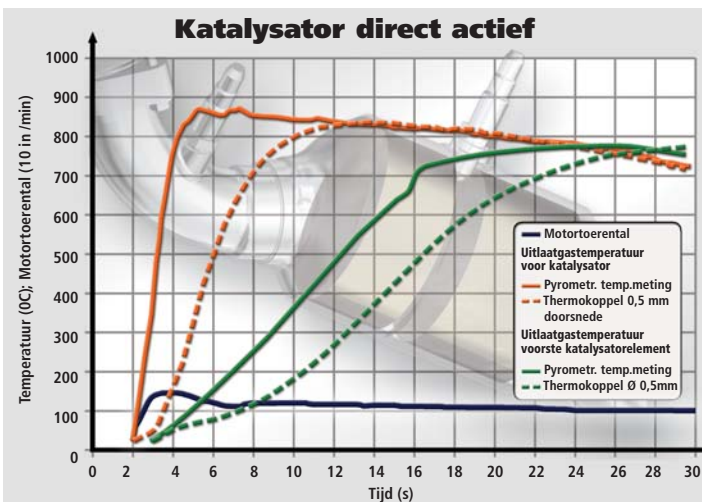


De secundaire luchttoevoer in de uitlaatkanalen gebeurt op een plaats waar onderdruk heerst. Zo wordt de lucht optimaal vermengd met het uitlaatgas. Er is een duidelijke overeenkomst met de werking van een venturi zoals die in een carburateur wordt toegepast.

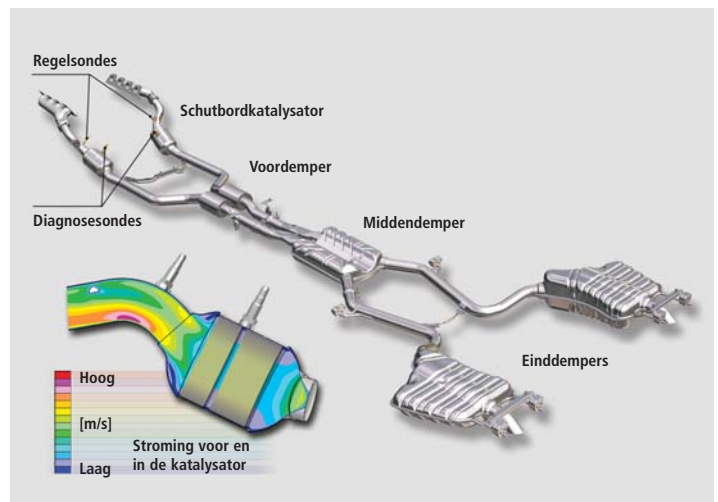
cilinderwanden. Dat voorkomt olieoverdunning. Beide nokkenassen zijn, net als bij de V6, hol met opgeperste nokken. Ook de verstelling is met 40 krukgraden gelijk aan die van de kleinere motoren. De duplex hulzenketting heeft een steek van 8 mm en drijft beide inlaatklinken aan. De uitlaatklinken worden door 'schaartandwielen' aangedreven, dat zijn tandwielen waarbij de smalle helft onder veerspanning staat ten opzichte van de brede aandrijf-helft. Zo 'verdwijnt' de tandspeling. Dankzij Computer Aided Engineering (CAE) zijn

de klepentijden per nok geoptimaliseerd. Het ontwerpen met behulp van de computer maakt het bijvoorbeeld mogelijk de sluitsnelheid van elke uitlaatklep gelijk te krijgen en voor gelijke hoeveelheden restgas in elke cilinder te zorgen. Daartoe is bij een kleplichthoogte van 2 mm bij de cilinders 3,4,5 en 7 een klepopeningstijd van 180° toegepast, terwijl cilinders 1,2,6 en 8 gedurende 190° open staan. Al deze gedetailleerde maatregelen hebben zowel een hoger volumetrisch rendement in het lage en midden toerengebied tot gevolg als

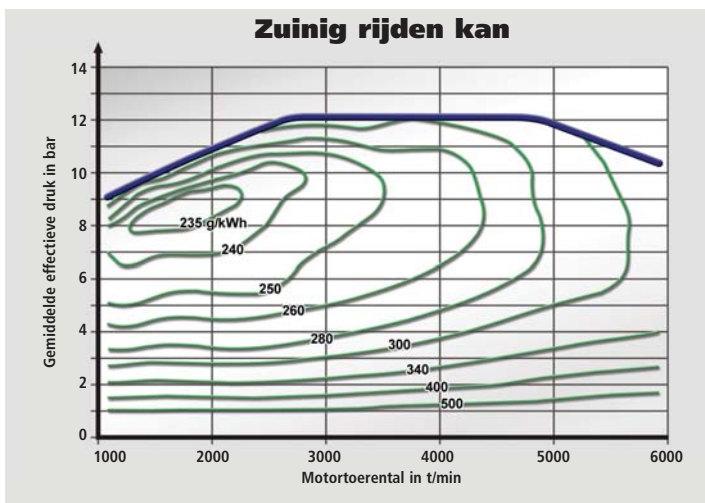
een verbetering van de klopgrens. Daardoor kan het ontstekingstijdstip vroeger worden gezet, met als resultaat een levendiger of zuiniger motorgedrag. Ook wat de koeling betreft, zijn de cilinderkoppen gelijk aan die van de V6, dus met het koelwater over de wanden van de verbrandingskamer, tussen de klepzittingen en langs de bougie. Opvallend daarbij zijn de in langs- en dwarsrichting geplaatste ribben die de stroming geleiden en voor de nodige stijfheid zorgen.



Het effect van de secundaire luchttoevoer op de uitlaattemperatuur is zo groot dat een thermokoppel van 0,5 mm doorsnede de temperatuurstijging niet goed volgt. Met een optische temperatuurmeting (pyrometrisch) lukt het wel. Dankzij de zeer hoge gastemperatuur warmt het voorste katalysatorelement snel op.

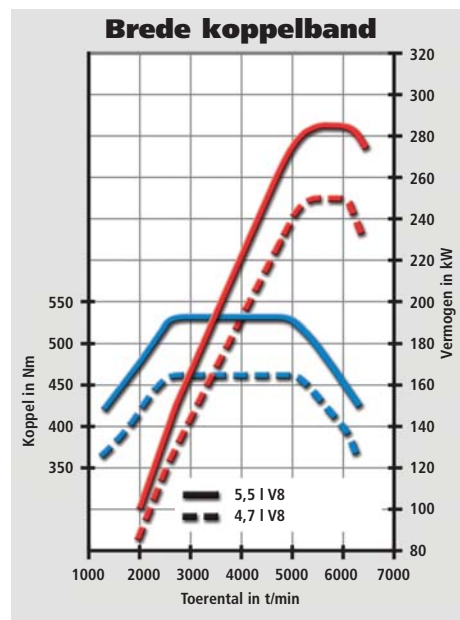


Het RVS-uitlaatsysteem van de 5,5 liter motor zoals die in de S-klasse wordt toegepast is emissie- en geluidstechnisch geoptimaliseerd. Ook de gelijkmatige aanstroming van de katalysatoren heeft de nodige aandacht gehad. Let op de plaats van de breedbandsensor in de bocht en de sprongsensor tussen de beide monolieten.



Het 'eierdiagram' van de 5,5 liter V8 toont de lijnen van gelijk specifiek brandstofverbruik. Het laagste specifiek verbruik is 233 g/kWh, midden in het 'ei' omgeven door de 235 g/kWh. Bij 2000 t/min en een gemiddelde effectieve druk van 2 bar is het specifiek verbruik 345 g/kWh, een toename van 47%.

De koppelkrommen van de beide V8's hebben een breed toereengebied waarover de hoogste waarde wordt geleverd. De zeven-traps automatische transmissie is uiteraard afgestemd op deze karakteristiek. Voor een motor met een slag van 98,0 mm draait de 5,5 liter V8 een tamelijk hoog toerental, terwijl er bij 2000 t/min al 100 kW beschikbaar is.



Heel veel lucht

Door het sterk toegenomen vermogen verpompt de 5,5 liter V8 veel lucht. Mercedes-Benz geeft 1100 kg/uur op, dat is 234 l/s, om 285 kW te leveren. Daaruit volgt dat er 1,22 kW geleverd wordt per liter lucht per seconde. Audi geeft voor de 3,2 liter V6 FSI motor 750 kg lucht per uur op, dat is 160 l/s, om 188 kW te leveren. Dat is 1,18 kW per l/s lucht, dat scheelt maar 3%. Ten opzichte van de vorige V8 met 225 kW gaat er maar 15% meer lucht door de motor. Die motor had 203 l/s lucht nodig en leverde dus 1,11 kW per liter lucht per seconde, een verschil van 9%.

Dat betekent dat de nieuwste V8 iets meer vermogen uit een liter lucht haalt dan de Audi V6 en heel wat meer dan de vorige V8. Grote invloed op dit resultaat hebben de luchtbrandstofverhouding bij vollast en het mechanisch rendement van de motor. Om deze enorme hoeveelheid lucht met een zo laag mogelijke weerstand en in een kleine ruimte te kunnen meten, heeft de hittefilm luchtmassameter (HFM) een ovale doortocht.

Het luchtfilter zelf is ruim bemeten om de doorstroomweerstand te beperken. Het inlaatspruitstuk is uitgevoerd in magnesium en het heeft twee inlaatlengten. In het spruitstuk zijn ook de verstuivers en de koproplwervelkleppen geplaatst. Allemaal net zo als bij de V6, maar dan aangepast voor de V8.

Supersnel opwarmen

Zoals bekend worden de emissies van benzine-motoren sinds enkele jaren ook bij min 7°C gemeten. Er worden daarbij relatief veel onver-

brande koolwaterstoffen (HC) en koolmonoxide (CO) geproduceerd. Omdat de katalysatoren nog koud zijn, liggen de emissiewaarden te hoog. De Mercedes-Benz technici hebben een aantal maatregelen getroffen om de uitwerp van schadelijke gassen te beperken. HC en CO laten zich met zuurstof omzetten in waterdamp (H₂O) en kooldioxide (CO₂). Daarom wordt er een uitgekende vorm van secundaire luchttoevoer in de uitlaatpoorten toegepast. De nokkassen staan daarbij in een speciale stand opdat er uitlaatgas terugstroomt naar de inlaat en de ontsteking wordt laat gezet. Daardoor ontstaat er al heel kort na de start een uitlaattemperatuur van 850°C. De temperatuurstijging gaat zo snel dat een thermokoppel van Ø0,5 mm het niet kan volgen. Met een optische temperatuurmeter (pyrometrisch) lukte het wel.

Het resultaat van de genoemde maatregelen is dat de katalysatoren zo snel opwarmen dat niet alleen de emissiewaarden gunstig zijn, maar er ook minder edelmetaal nodig is. Daardoor wordt er geld bespaard. Wat ook meehelpt, zijn de zeer fijne kanalen in de katalysatorbedden. Maar liefst 600 cpsi ofwel cells per square inch, dat is 93 cellen/cm²! Dat is 50% meer dan bij de meeste motoren. De voorste bedden zijn 50 mm lang, de achterste 70 mm met een controlesensor er tussenin. Die reageert daardoor sneller dan gebruikelijk. De katalysatorbedden hebben samen een volume van 1,32 liter. Mercedes-Benz gaat er vanuit dat de V8's niet alleen aan de komende Euro5 emissie-eisen voldoen, maar ook aan de strengere Super Ultra Low Emission Vehicle SULEV-norm in de VS.

Het uitlaatsysteem is verder geoptimaliseerd

voor het geluid, de tegendruk en de gelijkmatige aanstroming van de katalysatoren. Deze zitten voor het schutbord, daarachter komen twee voordempers van 1,6 liter, één middendemper van 9,9 liter en twee einddempers van 15,3 liter. Alle dempers zijn absorptiedempers, alleen de einddempers hebben nog een reflectiedeel dat gebruikt wordt om het geluid aan te passen. Beide voordempers hebben pijpen van 60 mm doorsnede, terwijl er bij de middendemper één pijp van 55 mm wordt toegepast. Kennelijk is het uitlaatgas dan al flink afgekoeld en neemt het dus een veel kleiner volume in.

Speciale bobines

Het aangepaste Bosch ME9 motormanagement regelt het koppel van de motor. Het in- en uitschakelen van apparatuur en de transmissie gaat dus ongemerkt. Er zijn twee microprocessors met een taktfrequentie van 56 MHz en een 2MB Flashgeheugen zoals dat zo fraai wordt omschreven. Om de Elektro Magnetische Verdraagzaamheid (EMV) zo hoog mogelijk te krijgen, is de ECU in het midden van het luchtfilterhuis aangebracht.

Er zijn acht aparte bobines met een kern die niet uit ijzerplaatjes is opgebouwd, maar een gesinterde kern heeft van heet geperst ijzerpoeder. Daardoor is de vormgeving gunstiger en is een verdeelde lichtspleet mogelijk. Die voorkomt dat de spoel abrupt verzadigd wordt. De elektronica die het primaire deel aanstuurt, is opgenomen in de bobine.

Paul Klaver

Tekeningen: Mercedes-Benz