

Auto & Motor
TECHNIEK

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

V10 met meer dan een snufje racetechniek

Een tien voor BMW Mo

Vooruitgang moet er wezen, dus mochten we voor de M-uitvoering van BMW's 5-serie iets heel speciaals verwachten. De voorgaande M5 was al zo'n kanon, met een vijf liter V8 die 294 kW levert. Al gauw na het debuut van de huidige 'vijf' begonnen de geruchten over een tiencilinder M5. Met die nieuwe V10 bevestigt BMW zijn faam als motorconstructeur.

De overweging om een totaal nieuwe motor op te zetten voor de M5 was dat BMW Motorsport niet simpelweg meer vermogen wilde, maar meer sportiviteit. Overigens zullen er vast meer M-modellen komen met deze motor, zoals een nieuwe M3 en M6, anders zet je geen nieuw motorontwerp op. De met Formule 1 motorbouw opgedane ervaring in uiterst flexibele onderdeelproductie, bij de gieterij in het nabij München gelegen Landshut, was cruciaal om een speciale M-motor te kunnen gaan bouwen. Het moest een motor worden die altijd snel aanspreekt en in elke rijdsituatie bijzondere acceleratie biedt. Daarom werd het geen turbo, die af en toe vertraagd reageert, en evenmin domweg een grotere motor die meer weegt en niet vlotter zou reageren dan de V8 van de vorige M5. Nee, het moest een soort raceconcept worden dat zijn prestaties haalt uit hoge toerentallen.

Vergelijk met F1

Zo kwam men op een V10, compacter en lichter dan een V12, met kleinere cilinders en bewegende massa's dan de voorgaande V8 met gelijke inhoud. Met de nodige trots verwijst BMW naar de Formule 1 ervaring, al heeft de M5 motor behalve het cilindertal niets uitstaande met de Williams-BMW F1 motor. De nieuwe V10 haalt zijn maximum vermogen bij liefst 7750 t/min, waar de oude V8 al veel eerder (bij 7000 t/min) door de toerenbegrenzer werd beteugeld. Bij de V10 is het pas bij 8250 t/min elektronisch afgelopen.

Niet onterecht noemt BMW het een unicum in productiewagens, dat een zo grote motor zo snel kan draaien. Het levert bovendien 373 kW/507 pk op, welgeteld 79 kW meer dan de 5.0 V8 had (bij 6600 t/min). Alleen het koppel groeide niet veel, met 520 Nm bij 6100 t/min ofwel 20 Nm extra. Niet zo raar, bij een extreem korte



Hoewel BMW zo op voorraad V8 en V12 motoren heeft staan mocht de Motorsport afdeling een totaal nieuwe V10 opzetten. Geïnspireerd op de deelname in de Formule 1 met V10 motor, bovendien exclusief omdat Chrysler verder het enige andere merk is met een V10.

slaglengte (boring en slag meten 92 x 75,2 mm) om hoge toerentallen mogelijk te maken, en gelijke inhoud als de V8. Hiermee loopt de zuigersnelheid toch op tot 20 m/s bij maximum toerental. Dat is veel, zij het nog niet hetzelfde als in een F1 motor die welis-

waar kleinere cilindermaten heeft, maar zeker 18.000 t/min of meer kan draaien. Met een corresponderende zuigersnelheid van 25 m/s, nog draaglijk omdat een F1 motor met minder dan 1000 km al gereviseerd moet worden.

Anderzijds is een vergelijking met de eerste M modellen interessant: 25 jaar geleden begon het met de uiterst exclusieve M1. Diens 3.0 liter zes-cilinder met 210 kW/286 pk werd ook gebruikt voor het eerste echte serieproduct M3, en had dus al 95 pk per liter. Relatief meer dan de V8 uit de vorige M5 (5.0 liter, 400 pk), terwijl de

torsport

De cilinderkop heeft twee VANOS-verstellingen voorop de met tandwielen gekoppelde nokkenassen. Een simplex ketting drijft de inlaatkant aan vanaf de krukas. Elke cilinder heeft zijn eigen gasklep, het bedieningsasje erboven wordt door een stappenmotor aangedreven. Merk op hoe dun de klepstelen zijn om de gaswisseling zo min mogelijk te storen, en dat een enkele klepveer wordt toegepast om gewicht te sparen.

nieuwe nu wel een stap verder gaat met 101 pk per liter. De huidige M3 zit overigens nog iets hoger, met 343 pk bij 7900 t/min uit 3.3 liter (104 pk/liter).

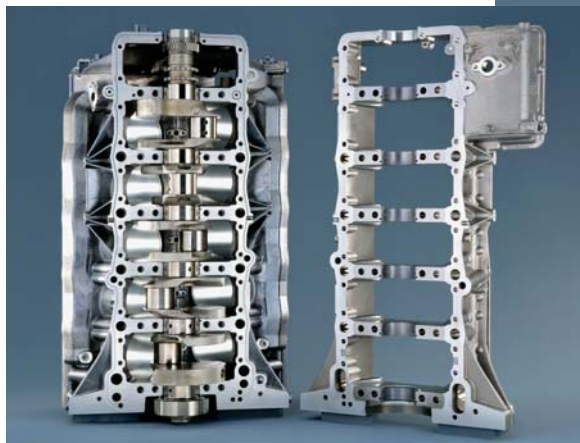
Zo mager mogelijk

Voorop in de motorconstructie stond een laag gewicht, lichte bewegende delen helpen ook aan een snelle motorreactie. Het motorblok wordt geheel van aluminium gemaakt, zonder cilindervoeringen. Een hoog siliciumgehalte in de cilinders en ijzeren voeringen om de zuigers zorgen voor een gezonde loop. Om het motorblok voldoende stijfheid te geven zit er, net als bij racemotoren, een stijve aluminium plaat onder het blok met daarin de onderste krukaslagers, gevat in ingegoten ijzeren lagersteunen. De ééndelige cilinderkoppen kregen bijzonder slanke kleppen aangemeten, met een schacht van maar 5 mm dik zodat de stroming door de in- en uitlaatkanalen minimaal verstoord wordt. Ook de hydraulische klepstoters werden lichter gemaakt, en zo kon men voor deze lichte kleppen en stoters toe met enkele klepveren wat weer gewicht spaart. Om ook bij gematigde toerentallen een goede motorreactie te hebben zag BMW niet af van zijn beproefde VANOS nokkenasverstelling op alle nokkenassen. Om dit VANOS extra snel te laten reageren is de werkdruk voor de hydraulische verstelling verhoogd naar 80 bar, geleverd door een radiale zuigerpomp in het carter.

Niet overall kreeg gewichtsbesparing voorrang. Bijzonder is dat elke cilinder zijn eigen smookklep heeft, net als bij racemotoren, wat samen met welgevormde inlaattrechters een zeer spontane reactie geeft bij gas geven of loslaten. Per cilinderbank bedient een elektronisch gestuurde stappenmotor de smookkleppen. Extra onderhoudspunt dus: controleren of de smookkleppen nog goed gesynchroniseerd staan.

Heel speciale klopsensor

Een hoog vermogen komt niet alleen uit een hoog toerental, de V10 draait op een compressie van liefst 12:1. Dat gaat niet goed zonder klopsensor. Overigens maakt BMW Motorsport ook al zelf het motormanagement, dat uiteraard evenzeer zwaar belast wordt door hoge toerentallen. Dit MS S65 systeem bevat liefst drie 32-bit processors, die onder meer zorgen voor twee



smookklep stuurprogramma's, de bestuurder kan met een knop kiezen voor een meer of minder directe gaspedaalreactie. Afzonderlijke elektronica-modules op elke cilinderbank verzorgen de ionenstroom meting die als klopsensor dient.

Hierbij krijgen de bougies een extra taak, ze dienen als klopsensor die werkelijk per cilinder meet of de verbranding normaal verloopt. Bij een normale verbranding ioniseert rond de bougie door de hoge temperatuur het brandend mengsel. Een geïoniseerd medium geleidt elektriciteit. Door op de centrale elektrode van de bougie een gelijkspanning te zetten kan de geleidbaarheid van het vlamfront in de cilinder gemeten worden. Verloopt de verbranding niet normaal of slaat de betreffende cilinder over, dan verandert de geleidbaarheid en volgt een signaal naar het motormanagement.

Koeling en smering

De hoge motorbelasting vraagt uiteraard om goede koeling. BMW gebruikt al bij andere motoren het effectieve dwarsstroom principe dat daarvoor goed genoeg werkt. Daarbij levert een soort 'common rail' het koelwater aan uitlaatzijde bij elke cilinder af, waarna het langs de cilinders aan inlaatzijde ook weer centraal wordt afgevoerd. Zo wordt overall een gelijk koel-effect bereikt.

Voor de smering zet BMW wel een speciaal systeem in. Het moet rekening houden met extreme versnelling in dwars- en langsrichting, die de olie wegslingert zodat aan één kant de



Foto's: BMW

Het aluminium motorblok zonder losse cilindervoeringen wordt versterkt met een zogenaamde 'bedplaat' eronder, eveneens van aluminium maar met ingezette gietijzeren lagerkappen. Uiteraard staan de krukcappen op 72° van elkaar voor een regelmatige ontstekingsvolgorde, er is niet gekozen voor een bijzondere V-hoek om trilling in de tiencilinder beter te balanceren.



Vooraan de cilinderkop zien we het ionenstroommeetsysteem van deze cilinderbank, dat de bougies als klopsensor gebruikt. Let ook op de aanzuigkelken voor elke cilinder apart, voor ideale lucht aanzuiging zonder dat de cilinders elkaar onderling kunnen storen.

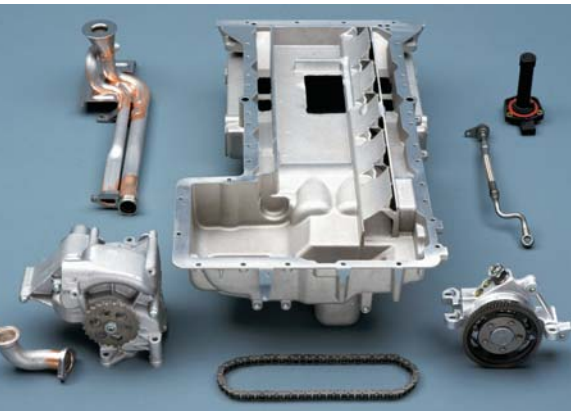
aanzuiging gevaar loopt en aan de andere kant de afvoer gehinderd wordt. Daarom heeft de V10 in elke cilinderkop een elektrische pomp die boven een bepaalde dwarsversnelling (0,6g) aanslaat in de cilinderkop aan de buitenkant van de bocht, om afvoer van de olie zeker te stellen.

Daarnaast is er een constructief noodzakelijk 'semi-dry sump' systeem. De motor steekt over de dwarsdrager heen waaraan de voorwielophanging is bevestigd, voor die drager is een uitsparing in het carter van de motor gemaakt.

TECHNIEK

BMW maakt V10 voor M5

Om twee redenen moest de gloednieuwe V10 heel licht gebouwd worden. De gewenste hoge toeren-tallen zijn anders niet haalbaar en de prestatie-winst mocht uiteraard niet wegvallen tegen de gewichtstoename. De V10 is met 240 kg dan ook nauwelijks zwaarder dan de voorgaande 5.0 V8.



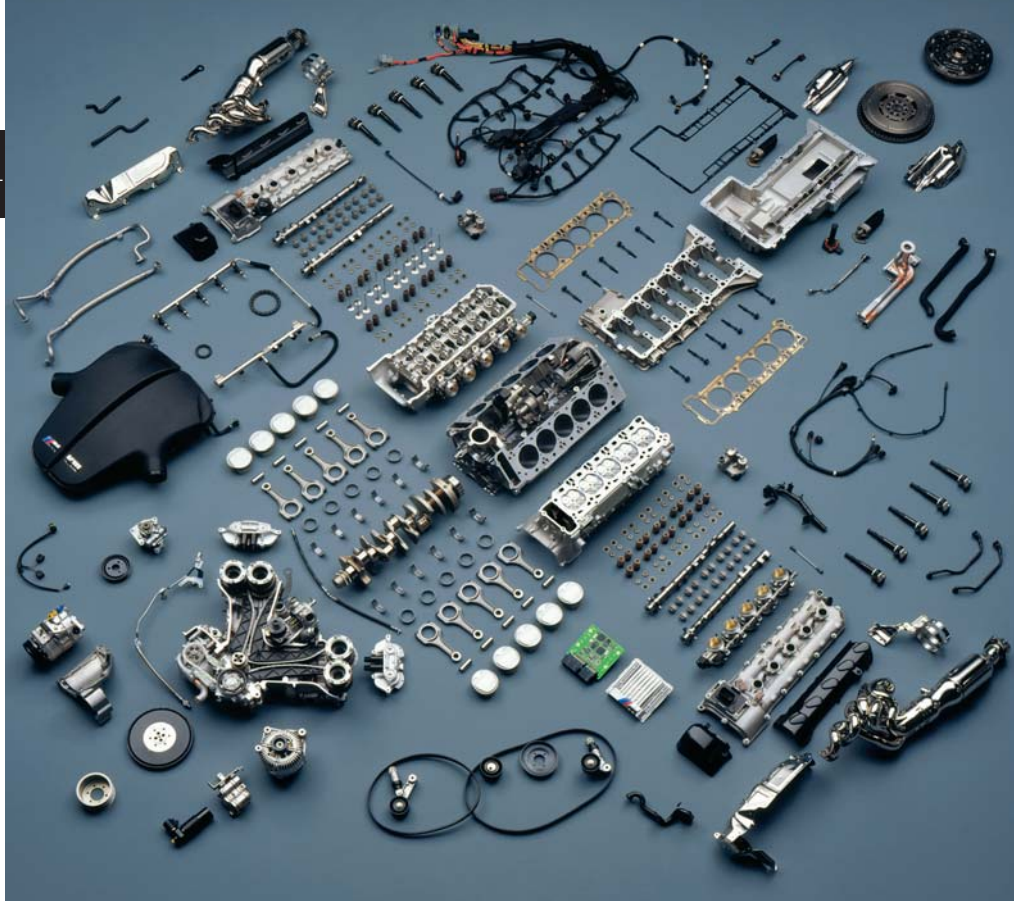
Het carter is feitelijk tweedelig, een helft ligt voor de draagbalk van de vooras en een helft erachter. De linker pomp met variabele opbrengst is voor de centrale smering. De rechter pomp voert olie uit het voorste deel van het carter naar het achterste, waar de oliepompe aanzuigt. Er zijn nog twee oliepompen in de cilinderkoppen.

Nog een aparte pomp brengt olie van de ene naar de andere kant van het carter, langs die dwarsdrager. Dit zorgt meteen dat bij hoge remvertraging de olie niet geheel naar de voorkant van het carter kan wegllopen, maar teruggepompt wordt naar het achterstuk waar de centrale oliepompe aanzuigt.

Zo is overal geoptimaliseerd, ook in de uitlaat. Het roestvast stalen systeem met per cilinderrij twee katalysatoren is zo berekend dat de spruitstuklengte aan elke cilinder gelijk is. Dat wordt mede bereikt door het spruitstuk uit naadloze pijp te maken via hydroforming, het onder hoge druk van binnenuit vormen. Daarbij blijft een wanddikte over van maar 0,8 mm.

Vernieuwde SMG transmissie

De M5 wordt uitsluitend geleverd met geautomatiseerde mechanische versnellingsbak, in BMW terminologie SMG transmissie (Sequentiëles Manuëles Getriebe). Voor de M5 is een geheel nieuwe bak ontwikkeld. Daarin werd om te beginnen een zevende versnelling toegevoegd, vanzelfsprekend om de hoogtoerige motor altijd in een werkgebied te houden waar hij krachtig aanspreekt. Verder is het schakel-systeem herzien om nog 20% sneller te werken dan de bestaande zesversnellings SMG.



De elektro-hydraulische bediening van koppeling en schakeling is nu in de transmissie ondergebracht, in plaats van buitenop als aangeschroefd onderdeel. Het schakelen werkt met vier hydraulische ventielen die direct op de schakelassen aangrijpen, een vijfde ventiel stuurt de hydraulische koppelingsbediening. Ook zijn nieuwe functies toegevoegd. Een daarvan is een motorslepmoment regeling, als bij terugschakelen door de motorremwerking wiel-slip optreedt zal de koppeling even (opnieuw) geopend worden. Wat in de F1 niet meer mag heeft de M5 wel: een automatische regeling voor acceleratie uit stilstand. Antislipregeling DSC uitzetten, pook in het sportiefste schakel-programma naar voren duwen en vasthouden, volgas geven, pook loslaten. Het motormanage-ment geeft eerst gas tot het optimale starttoe-mental, de SMG bak regelt de koppeling, en schakelt vervolgens automatisch bij het beste toeren-

Door het pomphuis middels de nok linksonder iets te kantelen varieert de opbrengst van de schot-tenpompe (hier op maximaal ingesteld), zodat olie naar behoefte circuleert en de pompe geen motor-vermogen verspilt.

tal verder door.

Niet minder dan elf schakelprogramma's krijgt de rijder geboden, zes voor sequentiële handbe-diening en vijf voor automatisch schakelen. Hoe sportiever het gekozen programma, hoe sneller het schakelmechanisme werkt. Daarnaast staat de rijder voor nog meer keuzes, ook motorka-rakter en DSC antislipregeling zijn instelbaar. Deze regeling, zeg maar BMW's eigen versie van ESP, kan behalve aan en uit ook in 'circuit' stand worden gezet. Daarbij drukt DSC niet meteen elke opkomende slip de kop in, maar grijpt pas in als de M5 zijn maximale sliphoek gaat benaderen.

Een beetje twijfelachtig lijkt ons het nut van de automatische vermogensbegrenzer. Bij starten zal de M5 maximaal 400 pk willen leveren, met een knopje in de pook moet bewust gekozen worden voor vol vermogen. Met als derde mo-gelijkheid het eerder genoemde programma voor een directer gaspedaalreactie daarbij. Het enige wat niet uitschakelbaar is: de snelheidsbegren-zer die de top beperkt tot 250 km/h. Er wordt toch voorzichtig gezinspeeld op wat mogelijk zou zijn: de snelheidsmeter loopt tot 330, waar de M5 zonder begrenzer en ongecorrigeerd voor teller-afwijking aardig in de buurt zou komen. ●

Peter Fokker