

**Auto & Motor**  
**TECHNIEK**

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

## 25% lichter met magnesium

# Motorblok op dieet

**Meer aandacht voor veiligheid en comfort levert per definitie een zwaardere auto op. De autofabrikanten zoeken naarstig naar mogelijkheden om de gewichttoename waar mogelijk te compenseren. Door motorblokken uit magnesium te gieten zijn vele kilo's te besparen. BMW zet de trend.**

Er wordt continu gezocht naar wegen om het gewicht van motoren te verlagen. Dat is goed voor het brandstofverbruik, goed voor het prestatieniveau en goed voor het rijgedrag. Elke 100 kg reductie levert een besparing van 0,2 tot 0,7 l/100 km op. Omdat het verbruik wordt omgerekend naar de CO<sub>2</sub>-uitstoot in g/km is gewichtsbesparing ook belangrijk voor de CO<sub>2</sub>-productie.

### Zwaar belast

Ongeveer een kwart van het motorgewicht komt voor rekening van het motorblok als dat van gietijzer is. Het is daarom van groot belang het motorblok lichter te maken. De technische mogelijkheden om dit te bereiken verschillen bij otto- en dieselmotoren. De topdruk bij in serie geproduceerde ottomotoren ligt bij 80 bar voor zelfaanzuigende motoren en 100 bar bij turbomotoren. Bij dieselmotoren zijn we al op 170 bar aangeland en de trend is stijgende. Er is ook nog verschil tussen lijn- en V-motoren. Bij lijnmotoren kunnen de verbrandingskrachten rechtstreeks op de hoofdagerkappen worden overgebracht. Bij V-motoren lukt dat niet en dat heeft hogere materiaalspanningen in het motorblok tot gevolg. Motorblokken voor V-motoren kunnen dus niet zo'n hoge topdruk aan als die van lijnmotoren.

Volgens AVL kan een aluminium motorblok in lijn hooguit 160 bar aan, in V-vorm hooguit 145 bar. Een gietijzeren blok in V-vorm geeft boven de 170 bar problemen, maar kan in lijn de 200 bar wel aan. De vraag is nu: als er een magnesiumlegering wordt gebruikt, welke topdruk is dan mogelijk? Volgens AVL staat hun constructie met ingegoten gietijzeren voeringen een

topdruk van 165 bar toe, iets hoger dus dan een aluminiumlegering, maar niet zo hoog als met gietijzer mogelijk is.

### Waarom magnesium?

Het soortelijk gewicht van ijzer, aluminium en magnesium is respectievelijk 7,87/2,68 en 1,81 g/cm<sup>3</sup>. De trend naar aluminium blokken is daarmee verklaard. Maar magnesium is een lastig materiaal zodra er water in de buurt komt. Er ontstaat dan al snel een elektro-chemische reactie met andere metalen. Het minder edele materiaal wordt daardoor aangetast. Een tweede probleem met magnesium is dat het 'kruipt' bij hoge temperaturen. Dat wil zeggen dat het materiaal langzaam maar zeker bezwijkt als er een trekspanning op staat. Net als bij aluminium is het mogelijk door legeringselementen de kruipneiging tot een aanvaardbaar niveau te beperken.

Magnesium is niet zo sterk, de verbrandings-

druk zou een cilindervoering teveel vervormen. Daarom gebruikt BMW aluminium-silicium cilinders en AVL gietijzeren bussen.

Magnesium is ook geen geschikt materiaal om zuigers en zuigerveren op te laten lopen. Het is dus niet mogelijk het lage gewicht van magnesium volledig te benutten, want de voeringen en versterkingsribben zorgen weer voor extra gewicht.

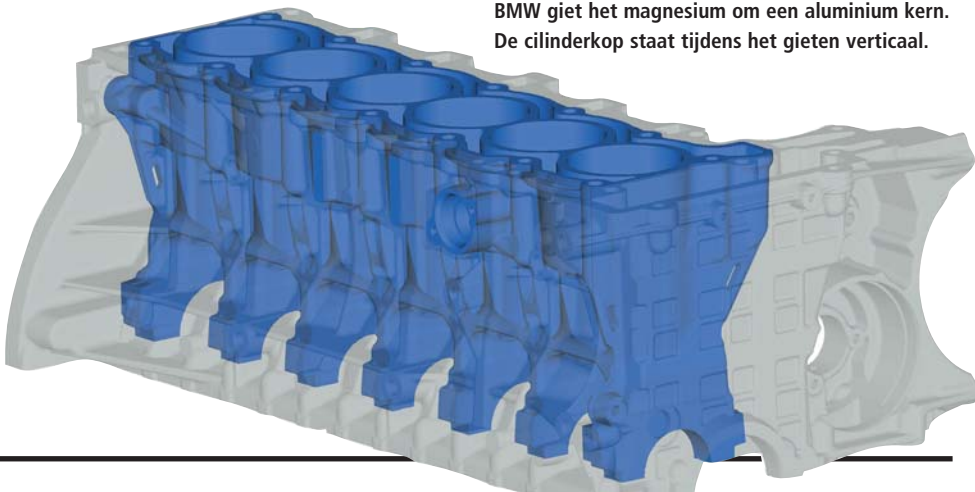
### Lichter maar duurder

Volgens VW weegt een viercilinder motorblok van aluminium 15,0 kg, in magnesium 10,6 kg. AVL heeft het Alu blok van de driecilinder VW Lupo in magnesium uitgevoerd en bespaart daarmee 5 kg. Dat is 25% van het Lupo Alu blok. Door ook andere onderdelen in magnesium uit te voeren, wordt er in totaal zelfs 8 kg bespaard. AVL meent dat er bij een drie kleppen V8 Mercedes-Benz 13 kg en bij de V12 zelfs 20 kg te besparen is.

Recent meldt ook Audi dat het met viercilinder blokken in magnesium bezig is en 25% besparing denkt te halen. BMW noemt de 25% ook en zegt dat bij de zescilinder blokken het gewicht daalt van 40 naar 30 kg.

In 2005 zullen 50% van alle gietijzeren motorblokken vervangen zijn door Alu blokken. Dat levert een gewichtsbesparing van 40 tot 55% op, rechtstreeks op de vooras. Door van Alu op Mg over te stappen, is er nog eens 25% te winnen, maar tegen een fikse prijs. BMW zegt dat de kosten van een Alu blok twee keer zo hoog

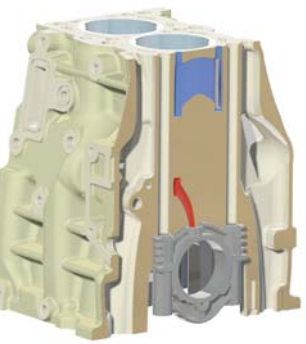
**BMW giet het magnesium om een aluminium kern. De cilinderkop staat tijdens het gieten verticaal.**



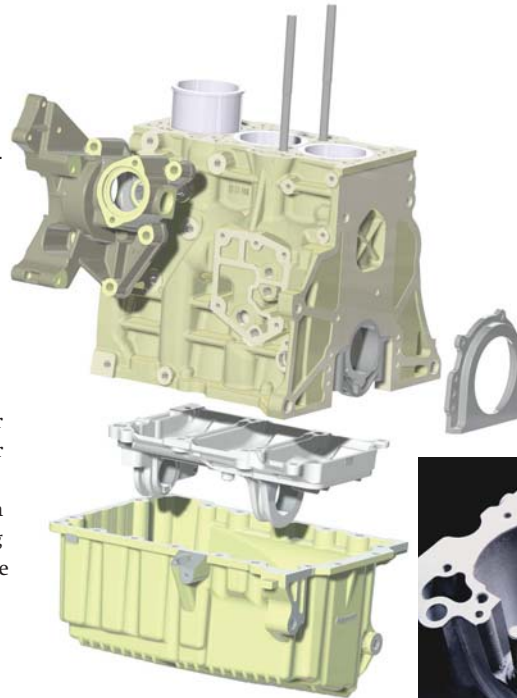


Foto's: BMW/AVL

Twee viercilinder motorblokken uit een BMW-voorserie. Het magnesium motorblok (rechts) is 25% lichter dan het aluminium blok (links). BMW noemt hetzelfde percentage voor de nieuwe magnesium zescilinder.



Deze opengewerkte afbeelding van AVL laat zien dat de trekankergaten doorlopen in de hoofdlagerkappen. Er is een ingegoten olietoevoer kanaal (rood) en koelwater ruimte tussen de cilinders (blauw).



Een aluminium kern van cilinders en hoofd-lagerkappen. Het magnesium wordt er omheen gegoten. (BMW)

zijn als van een gietijzeren blok. Van Alu naar Mg worden de kosten nog eens met een factor 2 à 3 opgevoerd. Per kg kost Mg twee keer zoveel als Alu en 3,5 keer zoveel als GY. Kijken we echter naar het volume dat per blok nodig is dan zijn de kosten per dm<sup>3</sup> vrijwel gelijk. De hoge kosten zitten dus vooral in de ontwikkeling en het gieten. Het bewerken is geen probleem, magnesium staat hoge snijnsnelheden toe.

### Ongewone giettechniek

AVL giet het magnesium om gietijzeren voering en hoofdlagerkappen. Gieten onder hoge druk is vrijwel de enige mogelijkheid magnesium in vorm te krijgen. Het materiaal is op zich slecht vervormbaar omdat het een hexagonale (zeshoekige) kristalstructuur heeft. IJzer, Alu en koper hebben een kubische (vierhoekige) structuur die zich beter laat vervormen. Er is een verschil in uitzettingscoëfficiënt tussen AlSi legeringen en Mg legeringen dus is het oppassen bij het gelijktijdig gebruik van deze materialen in vloeibare vorm. Vandaar dat AVL gekozen heeft voor GY voor de cilinders en de lagerkappen.

BMW heeft voor een AlSi kern gekozen die net als het magnesium begint te stollen tussen de 500 à 600°C. In de tweedelige gietmal van 60 ton wordt de Alukern geplaatst. De helften van de mal worden gesloten en met een kracht van 4000 ton tegen elkaar geperst. Het vloeibare magnesium wordt met 700°C en met een druk van 1000 bar in een fractie van een seconde in de mal geperst. Het krimpt om het aluminium dat voorzien is van speciale ribben. Na 10 seconden is het materiaal gestold, na 20 secon-

AVL heeft het aluminium blok van de VW Lupo motor in magnesium gegoten en noemt deze motor Genios LE. Er zijn dunwandige ingegoten gietijzeren cilindervoeringen toegepast en gietijzeren lagerkappen. Alle overige onderdelen zijn ook van een magnesium legering gemaakt.



De ingegoten gietijzeren hoofd-lagerkappen van de Genios LE zijn gebroken op het deelvlak, zoals bekend van drijf-stangen. De tapeinden maken deel uit van lange trekankers. Daarmee wordt de cilinderkop vastgezet.

den gaat de mal open en wordt het complete gietstuk verwijderd. Na een warmtebehandeling is het geschikt voor verdere bewerking. De Landshut fabriek ligt 65 km van München en fabriceert al magnesium gietstukken. Bovendien worden er motorblokken voor de Formule 1-motoren gegoten.

### Geen aantasting

Omdat water voor tal van problemen kan zorgen, dient de magnesium buitenwand alleen om olie af te voeren en om tal van onderdelen aan te bevestigen. Zelfs de kopbouten zijn van een speciale Alu legering en niet van staal. Net als bij AVL zijn de hoofd-lagerkappen van GY ingegoten, bij BMW in het Alu van het cilinderdeel. Zowel BMW als AVL passen een speciale

koelvloeistof toe om de chemische aantasting te voorkomen.

Met de beschreven maatregelen menen beide motorontwerpers dat het mogelijk is om magnesium als materiaal voor watergekoelde motorblokken in serie toe te passen. VW paste al magnesium toe bij de Kever van 1936, zowel voor het luchtgekoelde motorblok als voor het transmissiehuis. Tegenwoordig worden transmissiehuizen nog steeds van magnesiumlegeringen gemaakt. BMW is de eerste fabrikant die het materiaal toepast bij een watergekoelde motor in serieproductie. Hoeveel lichter de nieuwe zescilinder motor werkelijk geworden is, zullen we over enkele maanden weten. ●

**Paul Klaver**