

## Zuiniger motoren in slimmere auto's

# Toekomstblik van BMW

Freude am Fahren is al jaren het credo van BMW. Maar sinds 2006 is rijplezier alleen niet meer genoeg. Zo'n dynamische BMW moet nu ook zuinig zijn. Vandaar EfficiëntDynamics. In de nabije toekomst moet het brandstofverbruik nog veel verder omlaag. Hoe? Met kleinere motoren, verbeterde aerodynamica, lichtgewicht constructies en vooruitdenkende koelsystemen en transmissies. AMT blik in de toekomst van BMW.

Net als andere autofabrikanten ziet ook BMW toekomst in elektrische voertuigen, waterstof-aangedreven auto's en hybrides. Maar eerst en vooral is er in de visie van BMW nog heel veel te verdienen met optimalisatie. Dat betekent in de praktijk een betere aerodynamica, minder massa, een slimmer energiemanagement en natuurlijk efficiëntere motoren.

Om met dat laatste te beginnen: BMW kondigt een compleet nieuwe motorenfamilie aan. Bijzondere loot aan de nieuwe stam is een 1.5 liter driecilinder. Hè, een driecilinder in een BMW? Is dat nog wel 'Freude am fahren'? Voor we aan het

antwoord op die vraag toekomen, duiken we even in de familiebanden van BMW's nieuwe motorenfamilie. Die zijn hecht. De drie-, vier- en zescilinder motoren worden straks zoveel mogelijk opgebouwd uit dezelfde onderdelen. Zo claimt BMW dat de benzinemotoren voor 60% uit gelijke of nagenoeg gelijke onderdelen gaan bestaan. Voor de dieselmotoren geldt hetzelfde cijfer en ook tussen benzine en diesel zit een 30 tot 40% onderdelenoverlap.

Zo hebben alle motoren een, volgens BMW, optimale inhoud van 500 cm<sup>3</sup> per cilinder, een



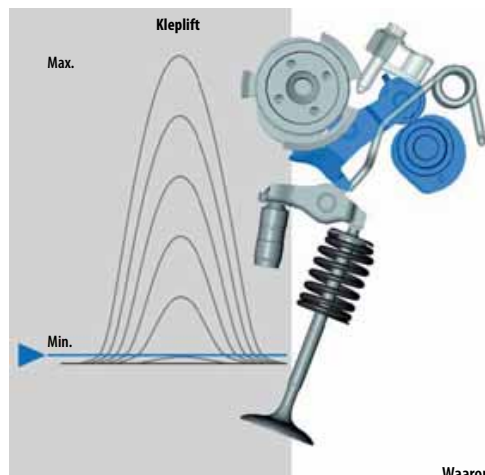
Zo kort is de nieuwe 1.5 driecilinder uit BMW's nieuwe TwinPower Turbo motorenfamilie.

zelfde per vlamboog opgebrachte 0,3 mm dunne cilinderwandcoating en een aluminium motorblok met voor iedere motorvariant een vergelijkbaar design voor de kopbouten, de distributie en de balansas. Verder zijn de bevestigingspunten en de interfaces met koelcircuit, in- en uitlaatspruitstuk en aircodentiek. Niet verwonderlijk dus dat zowel de drie- als de viercilinder zowel in de lengte als dwars in MINI's en compacte BMW's passen. En ook niet vreemd dat BMW de samen met PSA ontwikkelde 1.6 viercilinder geleidelijk gaat uitfaseren.

Overigens blijven er ondanks al die overeenkomsten toch ook verschillen. De standaard cilinder krijgt een boring x slag van 84 x 90 mm. Maar om bij de driecilinder het thermodynamisch rendement nog net een tikkie op te vijzelen koos BMW daar voor 82 x 91,8. Ook bij bijvoorbeeld de waterpomp is de familie niet uniform. Terwijl veel familieleden een elektrische variant krijgen doet de driecilinder benzine het met een mechanische waterpomp. Maar omdat die uitschakelbaar is draait hij niet bij lage temperatuur en lage motorbelasting. "En", horen we van hoofd motorenontwikkeling Dr. Bernardo Lopez Alvarado: "Wellicht volgt er nog een 1.2 liter driecilinder..."



Woekeken met de ruimte in de cilinderkop. Centraal tussen de vier kleppen vond BMW nog ruimte voor zowel bougie als injector. Let op het Valvetronic-mechaniek tussen nokkenas en inlaatklep.



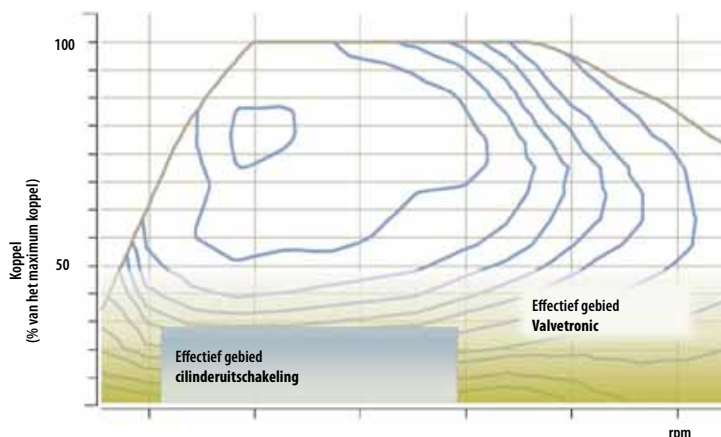
Aanzuigen met een dichte gasklep gaat ten koste van de efficiency van een motor. Door de kleplift te variëren neemt Valvetronic de rol van de gasklep over en vermindert zo de gaswisselverliezen. In combinatie met een turbo biedt Valvetronic ook een snellere gasrespons. Valvetronic regelt immers aan de motor zelf, zodat bij plotseling gas geven de tijd die de extra inlaatlucht nodig heeft om van gasklep tot inlaatklep te komen, vervalt.

#### Wat is TwinPower Turbo?

Als het over de nieuwe motorenfamilie gaat, spreekt BMW van 'TwinPower Turbo Technology'. Bij de benzinemotoren staat dat voor Valvetronic variabele klepopening, directe injectie en één of twee turbo's. Bij de diesels voor derde generatie common rail en één, twee of drie turbo's met in alle gevallen variabele turbogeometrie. Bij de driebcilindermotoren gaat het altijd om single-scroll turbo's. Twin-scroll, zoals we bij viercilinders zien, is door de 240°-verbrandingsafstanden van een driebcilinder overbodig. Die TwinPower Turbo Technologie is op de benzinemotoren goed voor 30 tot 55 kW en 60 tot 80 Nm per cilinder. Voor de diesels geeft BMW 20 tot 45 kW en 75 tot 110 Nm per cilinder op. Dat zijn pittige cijfers, en wie even snel rekent, begrijpt dat deze motorenfamilie acht-, tien- of twaalfcilinders eigenlijk overbodig maakt.

Kan zijn, maar is zo'n driebcilindertje nou echt wel BMW-waardig? Om dat uit te vinden, mogen we vast een rondje rijden in een prototype 1 Serie met de driebcilinder in 125 kW uitvoering. Wow, die komt vlot van zijn plaats, pakt al bij laag toerental goed op, trilt niet en klimt gemakkelijk naar 6500 t/min. Het geluid van de motor lijkt beter bij BMW te passen dan dat van de viercilinders. Ondertussen is de uitlaatsound uitgesproken sportief. "Ietsje te", vindt BMW zelf, "dit is een sportuitlaat". Kortom, als dit de manier is om bij te dragen aan een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot, dan willen wij dat 'offer' wel dragen.

BMW claimt dat de nieuwe driebcilinder 10 kg lichter en 5 tot 15% (BMW vindt het nog te vroeg



Waarom een driebcilinder en geen cilinderuitschakeling, zoals Volkswagen doet? "Omdat cilinderuitschakeling alleen brandstof spaart in een heel beperkt belasting-toerengebied. Valvetronic verlaagt het verbruik in een veel groter gebied", zegt BMW.

voor nauwkeuriger cijfers) zuiniger is dan de huidige 1.6 viercilinder. Beide waarden zijn voor BMW reden te kiezen voor een driebcilinder en niet voor cilinderuitschakeling: "Dat spaart geen gewicht en het spaart alleen brandstof in een heel beperkt belasting-toerengebied. Bovendien kost het onmerkbaar maken van de overgang van vier naar twee en van twee naar vier ook brandstof. De praktijkwinst is daardoor minimaal". De plug-in hybrid i8 is de eerste serie-BMW die met de driebcilinder wordt uitgerust. De MINI- en kleinere BMW-modellen volgen vanaf 2014. De driebcilinder debuteerde overigens al op de recente Autosalon van Parijs. Daar was hij te bewonderen onder de motorkap van conceptmodel Active Tourer. In deze hybride staat de motor naast de elektromotor. Dat maakt een ander voordeel van zo'n driebcilinder duidelijk. Hij is meer dan 7 cm korter dan de huidige viercilinder. En dat is, zeker bij dwarse plaatsing in een hybride, mooi meegenomen.

#### Besparen op gewicht

Meer optimalisatie zoekt BMW in de strijd tegen overgewicht. Niet alleen omdat iedere kilo minder direct merkbaar is in brandstofverbruik en rijdynamiek, maar ook omdat minder kilo's zich bij elektrische aandrijving direct laten vertalen in een grotere actieradius. En dus worden de carrosserieën van de komende elektrisch aangedreven i3 en plug-in hybrid i8 uit carbonvezel opgetrokken. Het carbonafval dat daarbij overblijft gaat BMW nu inzetten om achterbankschalen uit te produceren. Die zijn 25% lichter dan de huidige glasvezel exemplaren. Carbon is natuurlijk lang niet het enige materiaal dat lichtere auto's mogelijk maakt. BMW onderzoekt de bruikbaarheid van talloze andere lichtgewichtmaterialen. Een mooi voorbeeld is zinkschuim. Dat is licht genoeg om in water te blijven drijven. Als vulmateriaal in bijvoorbeeld een aluminium profiel vergroot zinkschuim de

stijfheid van een constructie. BMW ziet toepassingen in de kreukelzones van auto's. Een lichtgewichtmateriaal dat we al wat langer kennen is magnesium. BMW toont nu een complete dashboarddrager uit magnesium. Een groot en complex onderdeel dat eruit ziet alsof je het niet zomaar optilt. Dat valt mee. Door de combinatie van het lichte magnesium en slim construeren is het zelfs 30% lichter dan een traditioneel exemplaar. Uit een nieuw ontwerp van een stoelframe blijkt dat er niet altijd exotische materialen nodig zijn om gewicht te besparen. De ontwerpers hebben 15% van het framemateriaal achterwege kunnen laten door slimmer te construeren. Zo zijn de hoogte- en rugleuningverstelling ontkoppeld, is een tussenstukje bij het scharnier weggeconstrueerd en kon met dunner staal worden volstaan door de randjes om te krullen. Totale gewichtsreductie: 15%. Een mooi voorbeeld is ook de kunstof motorsteun. Die heeft gunstiger eigenfrequenties dan een stalen exemplaar dus geeft hij minder



Driebcilinder in een BMW 1 Serie. De motorafdekplaat is een maatje te groot en tussen radiator en motor is nog een zee van ruimte. Bij dwarse plaatsing is de geringe inbouw lengte een groot voordeel. Zeker bij een hybride.



Achterbankschaal uit carbonafval. Een kwart lichter dan glasvezel.



Zinkschuim is licht genoeg om in water te blijven drijven. Als vulmateriaal in bijvoorbeeld een aluminium profiel vergroot het de stijfheid van een constructie.

trillingen door. Dat biedt de mogelijkheid die steun op de mechanisch meest gunstige plaats te bevestigen: onderaan het carter. Wel is de thermische belasting van het kunststof kritisch. Zo'n ontwerp is dan ook alleen mogelijk dankzij nauwkeurige simulatiemethoden. Maar die betalen zich terug. De kunststof motorsteun is 40% lichter dan de stalen constructie.

#### Motorcooling op maat

Natuurlijk is ook in de windtunnel nog steeds winst te behalen. Al in 2003 verscheen de eerste 5 Serie met beweegbare lamellen in de grille. Dat trucje keek BMW af van Rolls-Royce dat het in de jaren 50 van de vorige eeuw al toepaste. Belangrijk is echter dat het werkt. Een dichte grille heeft een significant lagere luchtweerstand dan een waar rijwind doorheen kan stromen. En dus is het slim de grille af te sluiten als de motortemperatuur dat toelaat. Nu presenteert BMW de tweede generatie van deze 'Active Air Flap Control' of gewoon: beweegbare lamellen. Belangrijkste verschil met de eerste generatie: behalve open en dicht kunnen de lamellen nu ook alle mogelijke standen daartussenin innemen

en meer en betere sensoren bieden de input om de lamellen ook daadwerkelijk zo nauwkeurig aan te sturen. In de praktijk biedt het systeem drie voordelen. Eén: De luchtweerstand is precies zo laag als de motorcooling toelaat. Twee: de motor is sneller op temperatuur. En drie: de motor blijft na afzetten langer op temperatuur, zodat een eventuele vervolgrit zuiniger begint.

Een stapje verder nog gaat het Predictive Thermal Management (PTM). Dat kijkt vooruit op het navigatiesysteem om te zien wat de reis in petto heeft. Wijst die info op een lage motorbelasting, dan wordt de motortemperatuur naar boven bijgesteld om een hogere brandstofefficiëntie te bereiken. Is juist een hogere motorbelasting te verwachten, dan gebeurt het omgekeerde zodat er voldoende reserve is voor die zware belasting. Ook de automatische transmissie kan op die manier profiteren van het navigatiesysteem. Dat zagen we al eerder in trucks, maar BMW presenteert het nu ook. Dankzij dat Predictive Drivetrain Management (PDM) kan de automatische transmissie rekening houden met hellingen en bochten, zodat onnodige gangwissels worden voorkomen en de auto altijd in

de juiste versnelling rijdt. De informatie uit het navigatiesysteem gebruikt BMW overigens al sinds vorig jaar om de automobilist te helpen zuiniger te rijden. We proberen die Predictive Driving Assistant (PDA) uit in een BMW 7 Serie. We rijden op een secundaire weg en hebben gekozen voor de Eco Pro-stand. Nog voor we de rotonde in de verte in zicht hebben, toont het dashboard een voet-van-het-pedaal symbooltje. Direct na het liften van de voet, wordt de motor ontkoppeld en freewheelen we richting rotonde. Met stationair draaiende motor, dat dan weer wel. "Dat is zuiniger dan nog even doorrijden en daarna met afgesloten injectiesysteem op de motor afremmen", verzekert BMW. Alleen de motor helemaal uitschakelen is nog zuiniger, maar dat vereist de grotere batterij van een hybride.

#### Efficiënte interieurverwarming

Temperatuur is ook een hot issue in elektrisch aangedreven auto's. Met dit verschil dat het dan niet om de motor- maar om de interieurtemperatuur gaat. De reden is duidelijk. Een verbrandingsmotor zet meer chemische energie om in warmte dan in beweging. Na een korte opwarmtijd is al die



Stoelframe, links nieuw, rechts oud. Onder meer door de hoogte- en rugleuningsverstelling te ontkoppelen is het linkerframe 15% lichter.



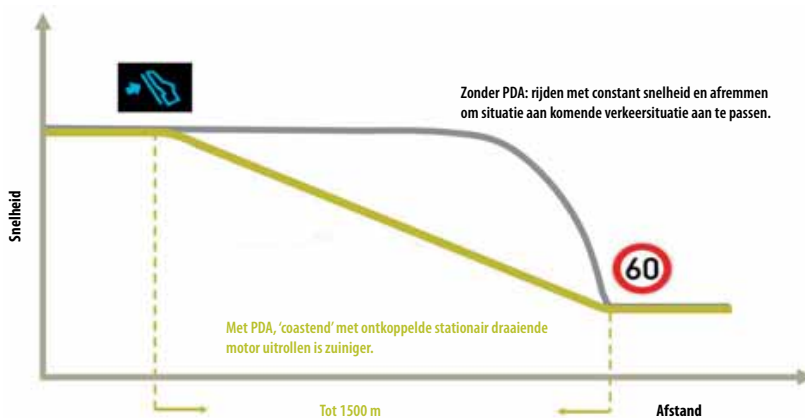
Magnesium dashboarddrager. Wat hier de onderkant is, is in de auto naar de inzittenden toegekeerd. Door materiaal en constructie is deze drager 30% lichter dan een traditioneel exemplaar.



Kunststof motorsteun, ontworpen voor bevestiging op het mechanisch meest gunstige punt: onderaan het carter.



Tweede generatie beweegbare lamellen. Omdat de lamellen achter de (hooggeplaatste) BMW-nieren het meeste invloed hebben op de luchtweerstand, blijven die het langst dicht. Deze situatie met de onderste lamellen open en de bovenste dicht komt voor in bijvoorbeeld stop-and-go stadsverkeer.



De Predictive Driving Assistent gebruikt het navigatiesysteem om de bestuurder te wijzen op een komende snelheidslimiet. Lift de bestuurder inderdaad zijn voet, dan ontkoppelt het systeem de motor en de auto rolt stationair draaiend uit.

warmte prima in staat om zelfs op winterse dagen het interieur behaaglijk te houden.

In een elektrisch aangedreven auto is veel minder afvalwarmte beschikbaar. Die is immers al grotendeels vrijgekomen in de elektriciteitscentrale. En dus moet de energie voor de interieurverwarming uit de batterij komen. Dat heeft forse consequenties voor de actieradius. Op stadstempo

vraagt de aandrijving niet meer dan 5 kW. Is de buitentemperatuur 0°C dan vraagt de elektrische interieurverwarming ondertussen zo'n 3 KW. Vandaar dat BMW zoekt naar alternatieven voor de traditionele interieurverwarming in elektrische auto's, die nu nog elektrische energie gebruikt om water op te warmen. Een eerste alternatief is de warmtepomp. Die fungeert als een

omgekeerde airco. In de rijwind achter de grille is een verdamp(er) opgenomen. Die neemt warmte op uit de koude buitenlucht. Het gasvormig koudemiddel (of moeten we zeggen: warmtemiddel?) stroomt vanaf de verdamp(er) de compressor in en gaat vanaf daar naar een warmtewisselaar die fungeert als condensor. Terwijl het koudemiddel condenseert staat het warmte af aan de waterstroom die in de kachel die warmte weer afstaat aan het interieur. En omdat die warmte uiteindelijk afkomstig is uit de buitenlucht vraagt zo'n warmtepomp minder energie dan een traditionele elektrische verwarming. "Bij 0°C geeft een warmtepomp een elektrische auto daarom zomaar 26% meer actieradius", zegt BMW.

Een tweede alternatief is stralingswarmte. Infraroodstraling geeft direct warmte af zonder eerst de omgevingslucht te moeten opwarmen. Door straal-elementen op plaatsen als de deurpanelen, de voetenruimte, het dashboard en de middentunnel in te bouwen, is het mogelijk bijvoorbeeld alleen de bestuurder op te warmen en niet het hele interieur.

Zo toont een blik in BMW's toekomst dat er nog ontzettend veel te optimaliseren is in de auto. Niet alleen in die met verbrandingsmotor, ook in die met alternatieve aandrijving.



Bij lage buitentemperaturen gaat een behaaglijk interieur in een elektrische auto nogal fors ten koste van de actieradius. Infrarood straalverwarming kan dat effect verminderen.

[WWW.AMT.NL](http://www.AMT.NL)

**BMW-ontwikkelingen in bewegend beeld**

Ga er maar even voor zitten, want het maandossier op [www.AMT.nl/oktober2012](http://www.AMT.nl/oktober2012) toont een reeks BMW-ontwikkelingen in bewegend beeld. Allereerst stelt BMW zijn nieuwe motorgeneratie voor. In een tweede animatie zien we hoe een balansas de driecilinder bevrijdt van trillingen. Een derde video toont de werking van het Predictive Thermal Management en in een vierde animatie zien we hoe een warmtepomp warmte aan de koude buitenlucht onttrekt om het interieur te verwarmen.