

Auto & Motor
TECHNIEK

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

GM Precept: hybride of brandstofcel

Eén koets, twee systemen

Een conceptauto presenteren gebeurt wel vaker. Hetzelfde geldt voor een nieuw aandrijfsysteem. Meestal wordt zo'n aandrijfsysteem dan ook nog gepresenteerd in een conceptvoertuig. General Motors gaat met de Precept een stap verder door één conceptkoetswerk te ontwikkelen en vervolgens de mogelijkheid bieden om deze te voorzien van of een hybride aandrijfsysteem of van een brandstofcelvariant.

De Amerikaanse overheid en auto-industrie hebben in 1993 een overeenkomst afgesloten om een nieuwe generatie voertuigen te ontwikkelen onder de noemer Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV). Het specifieke doel van het PNGV is het realiseren van voertuigen met een sterk gereduceerde uitlaatgasemissie en een brandstofverbruik dat drie maal lager moet zijn dan bij conventionele auto's het geval is. Gedacht wordt aan 80 mijl per gallon, wat neerkomt op 2,94 liter per 100 kilometer. Dit alles zonder in te leveren op gebieden als veiligheid, prestaties, bruikbaarheid en kosten. Het bij het PNGV behorende tijdsplan geeft aan dat iedere partner medio 2000 de eerste concepten moet tonen om vervolgens in 2004 een eerste productie-prototype te laten zien. De Precept geeft weer waar General Motors momenteel staat in het PNGV.

Om het zekere voor het onzekere te nemen heeft GM gewerkt aan twee verschillende typen Precept die aan de door het PNGV gestelde eisen kunnen voldoen. De ene variant is in een hybride voertuig, de andere is er een met brandstofcel. Beiden maken gebruik van dezelfde carrosserie.

Licht en luchtig

Een van de grondbeginselen om een voertuig met een lage emissie en dito verbruik te realiseren is gewichtsreductie. GM heeft deze theorie grondig ter harte genomen. De carrosserie van de vijfzitter weegt zo'n 45 procent minder dan



Voor de hybride versie van de Precept geeft General Motors een luchtweerstandscoefficiënt op van 0,163. Of dit ook geldt voor de brandstofcelvariant is onbekend. Het uiterlijk van beide voertuigen mag dan wel gelijk zijn, onder de diverse motorkappen wijken ze behoorlijk af. Achter de openingen in de carrosserie zal de lucht daardoor andere stromingen en turbulenties ondergaan.



Om de luchtweerstand zo laag mogelijk te houden zijn de achteruitkijkspiegels vervangen door camera's. Volgens General Motors geven conventionele spiegels een zeventien procent hogere C_w -waarde dan nu het geval is. De rolweerstand is tot een minimum te beperken door gebruik te maken van Michelin Proxima's, speciale lageweerstandsbanden. Deze liggen om 16 inch velgen, welke 3,8 kilo per stuk wegen.

een vergelijkbare vierdeursbody. De koets van de Precept is opgetrokken rond een aluminium spaceframe welke niet alleen be-

staat uit plaatmateriaal, maar ook uit geëxtrudeerde delen en gietwerk. Deze laatste twee technieken om het aluminium geheel naast de

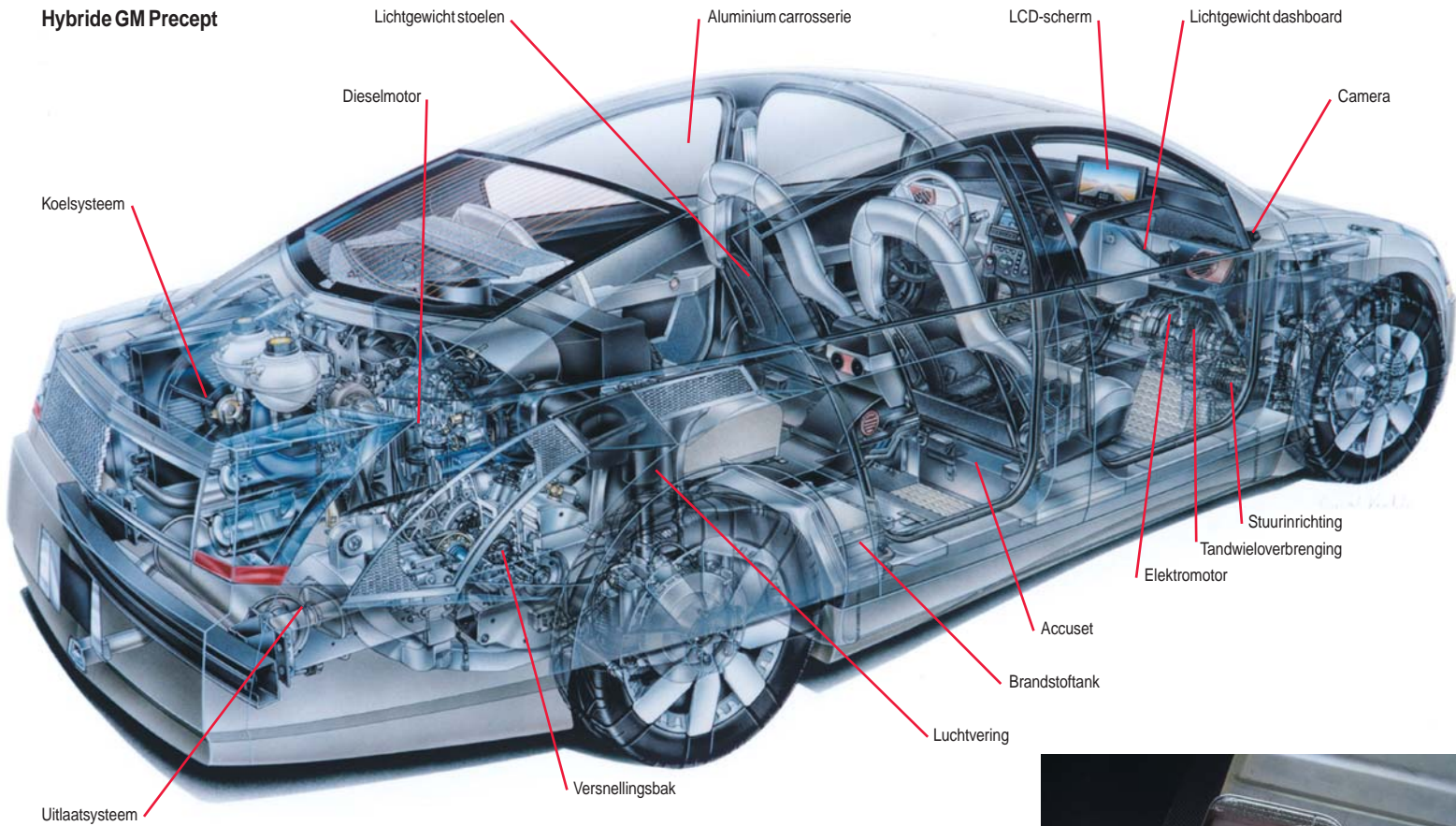
gewenste vorm ook nog voldoende stijfheid te geven. Met extrusie en gieten zijn namelijk vormen te realiseren die uit plaat niet of nauwelijks te maken zijn. Het plaatwerk wat aan het spaceframe gemonteerd wordt, bestaat uit aluminium en composietdelen. Voor de bumperbalken wordt zelfs carbonfiber gebruikt. Alles lijkt uit de kast gehaald om het gewicht te reduceren. Zelfs het interieur is 'light'. De stoelen bestaan uit gepoedercoate frames met een minimum aan schuimrubber. Zittingen en rugleuningen zijn niet meer dan in de frames gespannen gaas.

Vernieuwingen aan de rondom onafhankelijke wielophanging worden gedomineerd door de luchtvering. Deze is computergestuurd en levert indirect een bijdrage aan de lucht- en rolweerstand. De voertuighoogte kan namelijk geoptimaliseerd worden, waardoor snelheidsafhankelijk de laagste weerstand ingesteld wordt. Dit uiteraard mede dankzij de vlakke wagenbodem. Een andere invloed die het luchtveersysteem heeft op de weerstand is het op de ideale spanning houden van de banden. Deze worden bijgevuld vanuit het luchtdruksysteem van de vering. De rolweerstand is bij de Precept op deze manier zelfs tien procent lager dan bij GM's eerste elektrisch aangedreven productieauto, de EV1.

Parallele aandrijving

In tegenstelling tot de brandstofcelversie beschikt de hybride Precept nog over een herkenbare verbrandingsmotor met een mechanische

Hybride GM Precept



In tegenstelling tot de hybride Precept vinden we achterin de waterstofvariant geen motor maar een vrij grote ruimte met slechts een leidingstelsel plus een aantal verdampers waar waterstof en zuurstof geschikt worden gemaakt voor gebruik in de brandstofcel.

FOTO'S/TEKENING: GENERAL MOTORS

versnellingsbak. De motor is een 1,3 liter driecilinder turbodiesel die de achterwielen aandrijft. Deze motor, voorzien van common-rail-techniek en directe injectie, levert 40 kW. Aan de voorkant worden de wielen aangedreven door een 35 kW sterke driefase wisselstroom elektromotor.

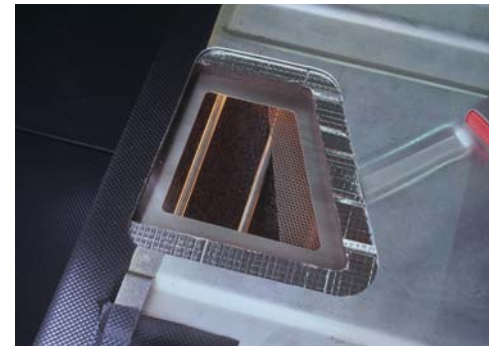
Voor de achterin gelegen ver-



Informatie wordt via een display in beeld gebracht. Deze display is zo veel mogelijk naar de voorruit geplaatst, zodat de ogen zich minimaal hoeven te focussen wanneer er van de weg even naar het scherm gekeken wordt. Drie hoofdsornten informatie kunnen worden weergegeven: de beelden van de achteruitkijkcamera's, voertuig gerelateerde gegevens zoals snelheid of brandstofbehoefte en secundaire informatie zoals entertainment en klimaatgegevens. Alles op verzoek van de bestuurder.

snellingsbak is men bij GM uitgegaan van een handgeschakelde vijfversnellingsbak uit de Opel Astra. Echter, wanneer men de uiteindelijke toepassing in de Precept bekijkt is er van het origineel weinig meer terug te vinden. De vijfde versnelling is komen te vervallen, evenals de oorspronkelijke achteruitversnelling. Het schakelen zelf

wordt evenals de bediening van de koppeling automatisch geregeld door een computer. Schakelen duurt 0,7 seconden. Een 'normale' automatische versnellingsbak of CVT kan het weliswaar sneller, maar de verliezen in die systemen zijn volgens GM aanzienlijk groter. Bij het achteruitrijden wordt alleen de elektromotor gebruikt om



De huidige opslag- en transportmethodes voor waterstof worden beperkt door afmetingen, gewicht en prestaties. Toch is de brandstofcel Precept voorzien van een waterstofopslagtank. Er wordt nog niet gewerkt met een 'tussenvloeistof' zoals methanol die in de auto omgezet wordt naar het voor de brandstofcel benodigde waterstof.

de voorwielen aan te drijven. Met tiptoetsen op het dashboard kan gekozen worden uit de welbekende standen P, R, N en D. Om de auto te starten dient men eerst een vijf-cijferige code in te toetsen, gevolgd door een druk op de RUN-knop.

Alles onder controle Het grote brein achter het gehele hybride aandrijfsysteem is een 32-bits, 266 MHz processor, gelijkwaardig aan die in de gemiddelde PC. Deze processor staat in contact met tal van sensoren en actuatoren die voor de voortbeweging van de

Zafira met brandstofcel

Kathode verdamper

Watertank

Waterpomp

Gelijkstroomomvormer

Koelwaterpomp

Brandstofcel eenheid

Anode verdamper

Koelradiator

Elektromotor

Koelwaterreservoir

Hoogspanningsaccu

Luchtfilter

Katalytische brander/blazer

Compressor

Waterstoftank

Zafira met brandstofcel in Genève

Ruim een jaar geleden presenteerde Opel een Zafira met brandstofcel-aandrijving. De hiervoor benodigde waterstof werd verkregen door omzetting van methanol. Dit vond plaats in een installatie die een groot deel van het interieur in beslag nam. Waarschijnlijk is de technologie tegenwoordig al zo ver dat een compacter systeem mogelijk is, maar de onderzoeksafdeling gooit het nu over een andere boeg. Bij de brandstofcel-Zafira die dit jaar voorgesteld is, is de hele methanolomzetting verdwenen. De brandstoftank bevat nu kant en klare waterstof.

De brandstofcel is een module met membranen waar waterstof en zuurstof met elkaar reageren tot water (damp). Tijdens dit proces ontstaat er een elektrische spanning. De hieruit afkomstige energie wordt gebruikt door een 55 kW sterke driefase wisselstroommotor die in dit geval de voorwielen aandrijft. Het koppel bedraagt 251 Nm. De maximale opbrengst van de brandstofcel bedraagt 80 kW, het is dus in principe mogelijk om een iets forsere elektromotor te monteren.

Zoals de auto nu gepresenteerd is, is hij in staat om een topsnelheid te bereiken van 140 km/h. De sprint van nul naar honderd duurt zestien seconden en de actieradius van de 1575 kg zware Zafira bedraagt ongeveer 400 kilometer. De benodigde waterstof wordt vloeibaar opgeslagen in een 75 liter tank bij een temperatuur van -253 graden Celsius. Voor gebruik in de cel moet het vloeibare waterstof omgezet worden naar een de gasvormige fase. Dit gebeurt door de druk te verlagen en de temperatuur te verhogen. In de brandstofcel is de bedrijfstemperatuur tachtig graden boven nul. De brandstofcel zelf is overigens vrij compact: 590 x 270 x 500 mm. De meeste ruimte wordt ingenomen door de randorganen.

auto van belang zijn. Hierbij moet gedacht worden aan de gas- en rempedalen, de PRND-toets, een energie-managementsysteem, een tractiecontrole-systeem, het motormanagement van de dieselmotor, de bediening van de versnellingsbak en tevens aan een intelligent verwarmingssysteem. In totaal bevat de Precept 47 computermodulen. Al deze kunstmatige intelli-

gentie draagt bij aan het lage verbruik. Wanneer er bijvoorbeeld gearemd moet worden (al dan niet alleen op de motor), wordt de hierbij vrijkomende energie voor een groot deel omgezet in elektriciteit. Dit kan later weer gebruikt worden voor de aandrijving, maar ook voor andere functies zoals het intelligente verwarmingssysteem. Dit verwarmingssysteem wordt intelli-

gent genoemd omdat het in staat is om bijvoorbeeld al voordat de voorruit beslaat te beginnen met ontwasemen.

Vooruit op waterstof
De tweede manier die GM gebruikt om de Precept aan te drijven is op basis van een elektromotor en brandstofcel-technologie. Dit laatste is een methode die ook in de ruimtevaart gebruikt wordt om elektriciteit op te wekken. De energievoorraad bestemd voor de brandstofcel bestaat uit vloeibare waterstof dat zit opgeslagen in een speciale tank. Het inwendige van de tank bestaat in de Precept uit een chemisch hydridemateriaal, voor een optimale opslag. Het resultaat is een actieradius die ongeveer twee maal zo groot is als bij een benzinetank met gelijke afmetingen: 800 kilometer. Net als bij de laatste versie van de Opel Zafira met brandstofcel wordt er in de Precept dus geen gebruik gemaakt van een omzettingproces van methanol waar water uit ontstaat. In toekomstige modellen zal dit wel het geval zijn, omdat men bij GM inziet dat methanol makkelijker te distribueren en op te slaan is dan waterstof. Desondanks hebben de Amerikanen een vulsysteem met een hele serie afsluiters in de Precept geplaatst waarmee het mogelijk is om de auto in vijf minuten af te tanken. De in de brandstofcel benodigde zuurstof wordt overigens nog gewoon uit de lucht gehaald.

In totaal bestaat de Precept brandstofcel uit 400 cellen die bij elkaar een vermogen leveren van 100 kW en natuurlijk de voor de elektromotor benodigde spanning van 260 tot 340 Volt. In de cel wordt gewerkt met zuurstof en waterstof onder lage druk. Om dit ook bij koude starts en acceleratie te realiseren kan een deel van de tank elektrisch verwarmd worden, waardoor er voldoende waterstof beschikbaar is voor de cel. Het resultaat wat GM opgeeft is dan ook zeker niet slecht, van 0 tot 100 km/h in 9 seconden. Het gemiddelde brandstofverbruik bedraagt 100 mijl per galon wat overeenkomt met 2,35 liter per 100 kilometer, zeg maar ongeveer 1 op 42,5.

Hoe lang nog?

Welke techniek we rond 2004 in het kader van het PNGV tegen komen is moeilijk te zeggen. Wanneer de Amerikanen elkaar serieus nemen hangt het hoofdzakelijk af van de snelheid waarmee een distributienetwerk voor methanol (pure waterstof lijkt uitgesloten) opgezet kan worden. Dit is niet veel ingewikkelder dan ons LPG-netwerk. Wanneer dat achter blijft bij de voortgang van de technologieën zal het waarschijnlijk een hybride opvolger van de Precept worden die in 2004 het levenslicht ziet. Wellicht als tussenoplossing tot de tijd dat aardolie te schaars wordt om in een auto opgestookt te worden.

Cornelis Kit