

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

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

## Elektrische auto met brandstofcellen als mobiliteitsredder

# Vrij baan voor de brandstofcel

De auto van de toekomst moet schoner en vooral véél zuiniger zijn. Onder de alternatieve aandrijvingen heeft de combinatie van brandstofcellen met elektrische tractie de beste papieren. Toonaangevende ondernemingen pompen momenteel miljarden guldens in het perfectioneren van deze schone technologie, met als doel onze mobiliteit ook in de toekomst zeker te stellen.

Niet alleen de eindigheid van de wereldvoorraad aardolie (aardgas is overigens nog voor eeuwen beschikbaar) maar ook het bij verbrandingsprocessen vrijkomende CO<sub>2</sub> maken het noodzakelijk dat de auto in de toekomst aanzienlijk zuiniger met de brandstof zal omgaan.

Het op zich onschuldige CO<sub>2</sub>, dat door mens en dier wordt uitgeademd en dat de plantenwereld gebruikt voor haar zuurstofbrengende assimilatieprocessen, wordt verondersteld het broeikas effect van de dampkring te versterken, wat zou kunnen leiden tot mondiale klimaatverschuivingen met alle risico's en gevolgen van dien. Een verlaging van het brandstofverbruik beperkt evenredig de uitstoot van CO<sub>2</sub>.

De verlangde substantiële verlaging van het brandstofverbruik door auto's zal van het aandrijfsysteem en van het autogebruik moeten komen. De mogelijkheden tot verlaging van lucht- en rolweerstand beginnen immers uitgeput te raken, terwijl het streven naar verlaging van het wagen gewicht door toenemende luxe, uitrusting en veiligheidsvoorzieningen wordt doorgekruist. Voor de auto-industrie blijft dus de aandrijving van de auto als enige mogelijkheid over, om dáár te trachten substantieel brandstof te sparen. Daarnaast is er natuurlijk nog het maatschappelijk verlangen naar een schoner milieu, dus schonere uitlaatgassen. Ten slotte zullen ook schonere brand-

stoffen (o.a. ontzwaveld!) daarbij nog een handje moeten helpen.

### Oud principe

Van de alternatieve mogelijkheden om een auto voort te bewegen, lijkt de combinatie van brandstofcellen met elektrische tractie vooralsnog de beste optie. Maar uit praktische overwegingen moet de voor de brandstofcellen benodigde waterstof dan wel in de auto zelf bereid kunnen worden uit een brandstof, die de automobilist zoals hij gewend is gewoon kan tanken. Dit concept biedt de volgende voordelen in vergelijking tot de conventionele auto met verbrandingsmotor:

1. hoger rendement, dus lager brandstofverbruik;
2. aanmerkelijk schoner en stiller.

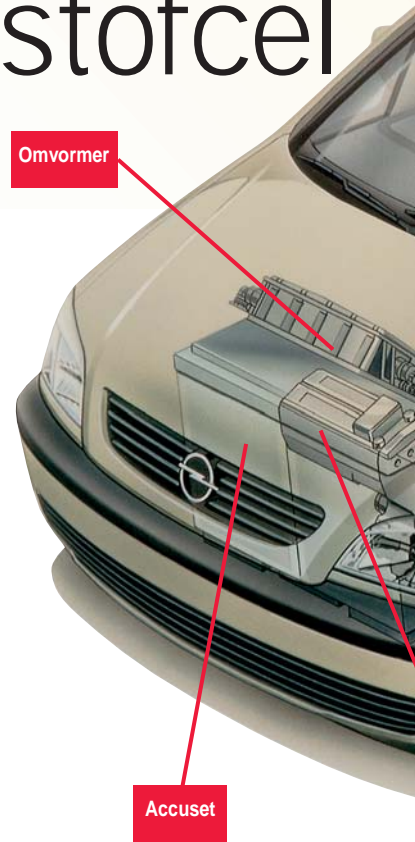
Dit alles terwijl prestatieniveau, actieradius en gebruiksgemak vergelijkbaar zouden zijn met datgene wat we van een huidige middenklasser gewend zijn! Hier dus geen stap terug zoals met andere alternatieve aandrijfconcepten doorgaans wél het geval is.

Beperking van de kostprijs en de omvang van de diverse componenten van de aandrijving met brandstofcellen zijn thans volop in studie, naast de normale procedures van de productontwikkeling en -verbetering. Betrouwbaar en probleemloos functioneren zullen voor een auto in de volgende eeuw nog meer dan nu een vanzelfsprekendheid moeten zijn! Wat dat betreft is de sterk toegenomen samenwerking op dit terrein zeker veelbe-

lovend. Maar eerst nog iets over de historie van de brandstofcel.

Het concept van de brandstofcel is al heel oud. Het dateert van 1839, toen de Britse wetenschapper William Grove er voor het eerst in slaagde om uit waterstof en zuurstof elektriciteit te maken. Voorbeelden van vroege praktische toepassingen zijn onder andere voor de elektrische aandrijving van een Allis Chalmers tractor in 1959 en verder zijn brandstofcellen dankbaar toegepast voor de stroomopwekking in die gevallen, waarin dat op de meer gebruikelijke wijze niet goed mogelijk is, zoals in onderzeeërs en in de ruimtevaart. Opmerkelijke toepassingen zijn ook de 11 megawatt elektriciteitscentrale in Tokyo van 1983 en de demofabriek van Solar-Wasserstoff GmbH in Neunburg vorm Wald van 1991. En zoals het er nu dus naar uitziet, zal in de nabije toekomst de doorbraak plaatsvinden van brandstofcellen voor de aandrijving van auto's maar ook voor stroomopwekking op afgelegen plaatsen.

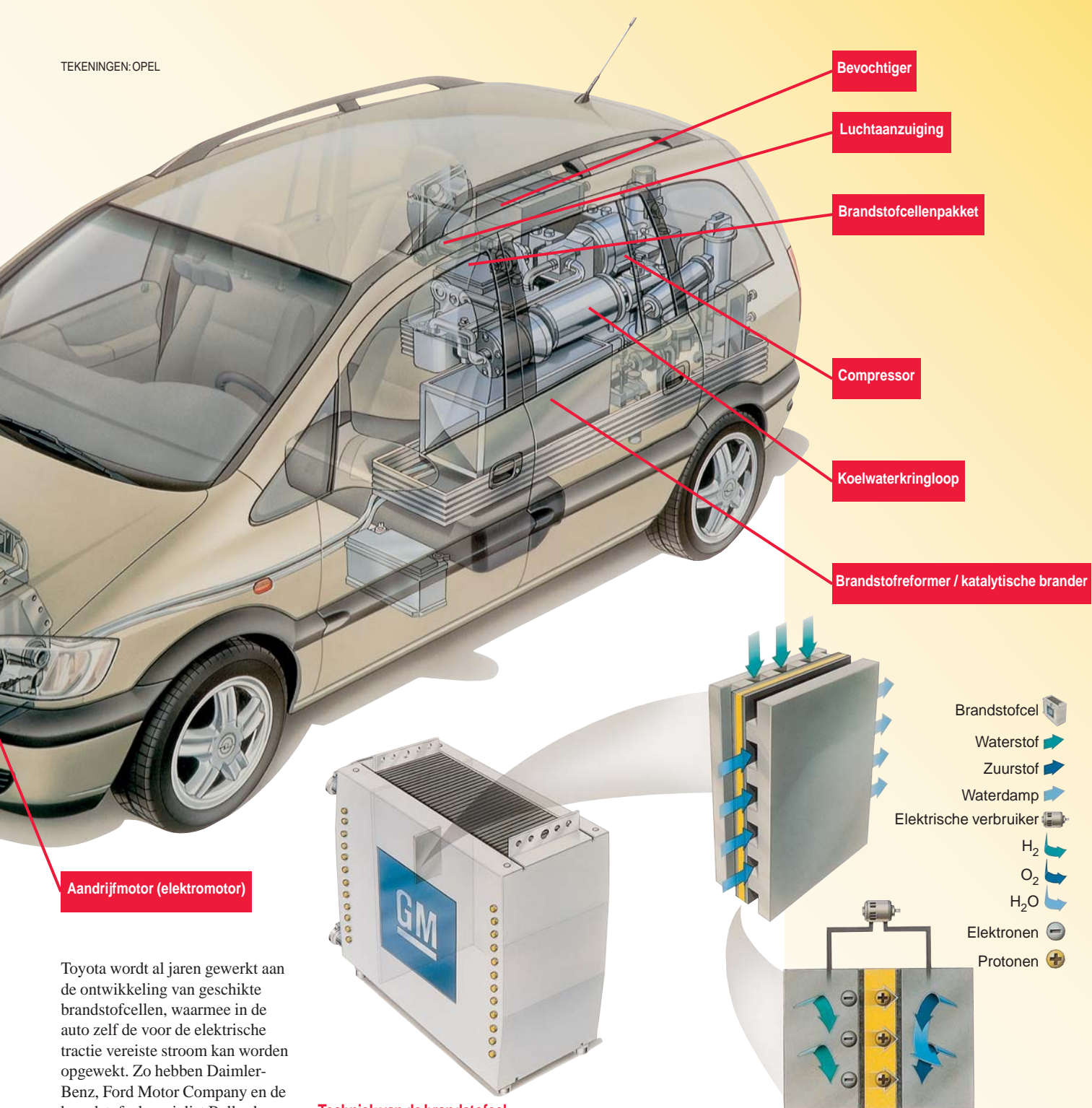
Van de vijf verschillende brandstofceltechnologieën waarvan momenteel de toepassingsmogelijkheden worden onderzocht, zijn de 'Proton Exchange Membrane Fuel Cells' vanwege hun bescheiden werktemperaturen van 20 tot 100 °C het meest geschikt voor toepassing in een auto. De hier afgebeelde experimentele A-klasse Necar 3 is daar mee uitgerust. Drie van de vier overige typen brandstofcel werken zelfs met aanzienlijk hoge-



**Veel autofabrikanten experimenteren met een relatief schone en zuinige, elektrische aandrijving met brandstofcellen en een zogeheten brandstofreformer. De laatste om de voor de brandstofcellen benodigde waterstof uit een brandstof te halen die 'normaal' kan worden getankt. Zoals bij deze Opel Zafira is te zien, moet er nog heel wat gebeuren om de omvang van de apparatuur tot aanvaardbare proporties terug te brengen. Daimler-Benz is daarbij overigens met haar A-klasse Necar 3 een stuk verder gevorderd.**

re temperaturen (tot wel 1000 °C!) wat teveel praktische problemen geeft. Hoe een brandstofcel van eerstgenoemd type werkt, is beschreven in AMT 6 van 1996.

Internationale samenwerking Bij autofabrikanten zoals Daimler-Benz, Chrysler, Ford, GM en



Aandrijfmotor (elektromotor)

Toyota wordt al jaren gewerkt aan de ontwikkeling van geschikte brandstofcellen, waarmee in de auto zelf de voor de elektrische tractie vereiste stroom kan worden opgewekt. Zo hebben Daimler-Benz, Ford Motor Company en de brandstofspecialist Ballard Power Systems (Canada) op 7 april jl. in Bazel een overeenkomst gesloten, om gezamenlijk het concept van de brandstofcel/elektrische aandrijving voor personenauto's van de toekomst verder te ontwikkelen en op de markt te brengen. Dat laatste zou al in het eerste decennium van de volgende eeuw mogen worden verwacht!

Daimler-Benz en Ford bezitten thans 20 respectievelijk 15 procent van de aandelen van Ballard, maar de feitelijke doorontwikkeling van de brandstofceltechnologie vindt nu plaats bij de Daimler-Benz

### Techniek van de brandstofcel

De brandstofcel is een galvanische energiebron zoals bijvoorbeeld een accu, waarbij de energie die vrijkomt bij een oxidatie/reductieproces voor het grootste gedeelte rechtstreeks in elektrische energie wordt omgezet. Door vele brandstofcellen in serie aan elkaar te koppelen, verkrijgt men voldoende spanning om een elektromotor en daarmee een auto aan te drijven. Links is een daarvoor toereikend brandstofcellenpakket afgebeeld.

In de figuren rechts is schematisch de werking van de brandstofcel weergegeven. Een membraan houdt de naar de cel gevoerde waterstof en zuurstof (uit de onder druk aangevoerde lucht) gescheiden en het membraan is aan weerskanten met een platina katalysator bekleed, evenals met een elektrode van gasdoorlatend grafietpapier. De waterstofzijde is de anode (-), de zuurstofzijde de kathode (+). De waterstofmoleculen ioniseren door toedoen van de katalysator, waardoor positief geladen waterstofionen (protonen) en negatief geladen elektronen worden gevormd. Doordat het membraan alleen protonen doorlaat, gaan de laatste via het elektrolyt naar de kathode en zo ontstaat aan de waterstofzijde een overschot aan elektronen (de anode krijgt een negatieve lading). Onder invloed van de katalysator nemen de zuurstofmoleculen elektronen op vanaf de tegenoverliggende elektrode en worden zo negatief geladen zuurstofionen. Hierdoor laadt de elektrode zich positief op (zuurstofzijde). Zuurstofionen en protonen reageren tot zuiver water, dat als waterdamp via de koelkanalen wordt afgevoerd. Tijdens de protonenverplaatsing bouwt zich tussen de elektroden een spanningsverschil op. Verbindt men beide elektroden, dan ontstaat een gelijkstroom.

dochter DBB Fuel Cell Engines GmbH in Nabern bij Stuttgart, waarin Ballard en Ford voor respectievelijk 27 en 22 procent deelnemen. De inbreng van Ford is de grote kennis en ervaring op het gebied van de elektrische tractie, plus natuurlijk Ford's sterke marktpositie. De inmiddels door Ford opgerichte firma E-Drive Company (21 en 17 procent van de aandelen in bezit van Ballard en Daimler-Benz) zal de elektrische aandrijving ontwikkelen. In totaal hebben de partners meer dan 700 miljoen dollar in hun samenwerkingsverband gestoken, waarvan alleen al Ford zo'n 420 miljoen.

Ten slotte is op 17 augustus door zowel Shell International als Daimler-Benz een persbericht uitgegeven met de mededeling, dat ook Shell met DBB gaat samenwerken. Dit betekent nog weer een aanzienlijke versterking van de brandstofcellencombinatie, want de inbreng van de oliegi-gigant is een door het Shell Research- en Technologiela-boratorium in Amsterdam ontwikkelde methode, om onder het rijden uit conventionele en gewoon aan de pomp getankte brandstoffen de voor voeding van de brandstofcellen vereiste waterstof af te kunnen scheiden. De methode luistert naar de naam CPO, wat staat voor Catalytic Partial Oxidation, een katalytisch proces dat Shell in het groot reeds in Maleisië toepast om al bij de bron het vrijkomende aardgas in vloeibare koolwaterstoffen om te zetten. Zo wordt daar onder andere heel zuivere benzine uit aardgas bereid.

Naar aanleiding van de gesloten overeenkomst gaf de leider van het brandstofcellenproject bij Daimler-Benz, dr. Ferdinand Panik, blijk van zijn overtuiging dat de brandstofcel het aandrijfsysteem van de toekomst is! "Daimler-Benz werkt er sinds 1992 hard aan om de individuele mobiliteit ook voor de komende eeuw zeker te stellen. Onze strategische alliantie met Ballard en Ford moet de mogelijkheden scheppen om in 2004 elektrische auto's met brandstofcel op de markt te kunnen brengen. Sinds kort zijn wij erin geslaagd de vereiste componenten zodanig te ver-

kleinen, dat ze in een A-klasse Mercedes-Benz kunnen worden ingebouwd. Wij zijn zeer verheugd dat wij voor het bereiken van dit gezamenlijk doel nu ook met Shell kunnen samenwerken", aldus dr. Panik.

Shell's CPO-technologie CPO, het werkingsprincipe van de door Shell ontwikkelde brandstof-reformer, is voor de elektrische auto met brandstofcellen daarom zo belangrijk, omdat het daarmee mogelijk is om 'aan boord' de voor de voeding van de brandstofcellen vereiste waterstof vrij te maken uit brandstoffen, die gewoon aan de pomp kunnen worden getankt zoals benzine, diesel en LPG. Zonodig is dat ook met aardgas of brandstoffen op basis van biomassa mogelijk, zoals biodiesel of methanol. Daimler-Benz koos voor haar experimentele Nekar 3 methanol, bereid uit aardgas (ook door kolenvergassing te bereiden).

Het in de brandstofreformer bereide synthesesgas is rijk aan waterstof, maar bevat verontreinigingen waaronder CO. Dat CO moet er eerst worden uitgehaald, voor het gas naar de brandstofcellen kan gaan. Daarvoor kan onder andere een door DBB ontwikkeld procédé zorgen, dat 'watergas shift process' wordt genoemd. De reden dat de CO uit het gas moet worden verwijderd, is dat het anders de platinakatalysator in de brandstofcellen (afgezet op de kunststof membranen) zou 'vergiftigen'.

Hoewel een auto met brandstofcellenaandrijving en brandstofreformer geen 'zero-emission vehicle' kan worden genoemd, is hij toch zeer schoon te noemen. Waterdamp en kooldioxide zijn nage-nog de enige uitlaatbestanddelen, stikstofdioxide, zwaveldioxide en roet ontbreken volledig.

Nu men werkingsproces en vereiste minimalisering van de omvang van de diverse hoofdc-componenten al aardig onder de knie begint te krijgen, resten nog twee te nemen hindernissen. De eerste is de kostprijs, want het moet allemaal wel betaalbaar blijven natuurlijk. De tweede hindernis is het probleem dat de aandrijving van



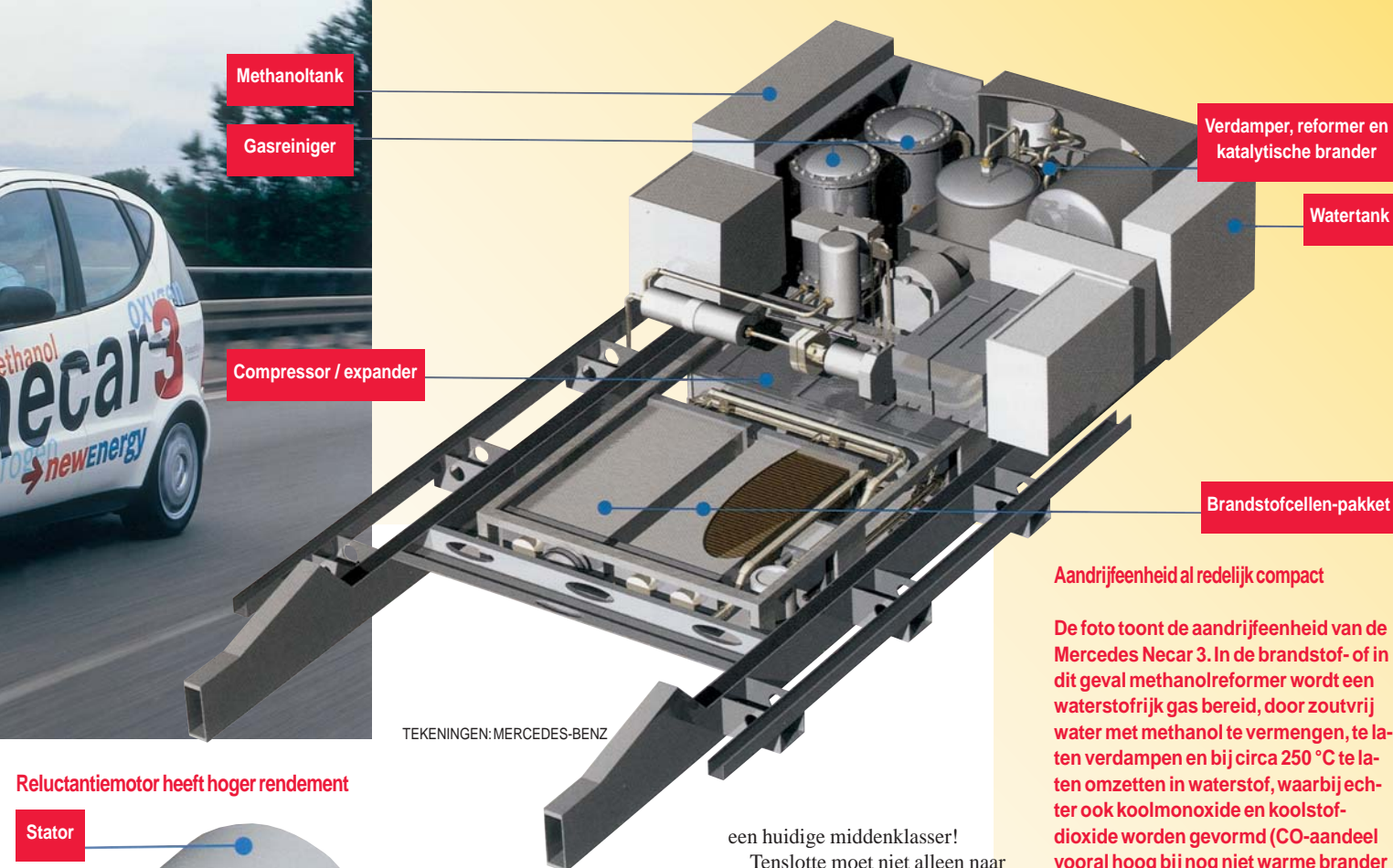
**De experimentele Nekar 3 op basis van de Mercedes-Benz A-klasse rijdt elektrisch. De vereiste stroom wordt opgewekt in een tweetal pakketten van elk 150 brandstofcellen met een gezamenlijk elektrisch vermogen van 50 kW, ondergebracht in de dubbele bodem van de auto. De brandstof voor de brandstofcellen, dat is waterstof, wordt in de auto bereid uit methanol in de zogenoemde brandstofreformer. De daartoe behorende componenten nemen samen nog de ruimte van de achterbank in beslag, maar zullen zeker in omvang kunnen worden teruggebracht. Met gevulde methanoltank (38 liter) kan Nekar 3 circa 400 km afleggen; de maximum snelheid is op 120 km/h begrensd. De enige geluiden die de aandrijving onder het rijden maakt zijn, naar verluidt, een zacht zoemen van de elektromotor en een licht snorren van de luchtcompressor. We nemen aan dat ze in de praktijk wel geheel of grotendeels door de overige rijgeluiden zullen worden overstemd.**

een auto onder voortdurend wisselende belastingen zijn werk moet doen. Niet bepaald gunstig voor een arbeidsproces met brandstofcellen dat zich van nature meer leent voor continuïteit in de stroomproductie. In een auto moet de stroom naar de elektromotor echter precies in de pas blijven lopen met de bewegingen van het 'gaspedaal'. Dit betekent dat dit

ook zou moeten gebeuren met de waterstofleverantie door de brandstofreformer! Geen eenvoudige opgave om dat met minimale reactietijden tot stand te brengen. Natuurlijk kan een accuset als tijdelijke hulp worden gebruikt, maar deze uitweg kost geld, ruimte en gewicht, zaken die het concept van de elektrische tractie met brandstofcellen nu juist kan missen als kiespijn. Shell verwacht dat haar CPO-technologie in de toekomst voldoende snel op de belastingswisselingen zal kunnen reageren, om zo'n accuset uit te kunnen sparen. Bij de Nekar 3 zou nu al een reactietijd van enkele seconden zijn bereikt, dus dat zal over enige tijd nog wel vlugger gaan.

Als dat ook met CPO lukt, kan pas goed het beloofde spaar- en milieupotentieel van de brandstofcel worden verenigd met het praktische voordeel van de directe beschikbaarheid van het bestaande brandstofdistributienetwerk. De automobilist kan dan gewoon zijn brandstof aan de pomp blijven tanken! Dat is een groot praktisch voordeel boven de tot voor kort gebouwde prototypen, waarin de waterstof onder hoge druk in cilinders samengeperst of geabsorbeerd in metaalroosterstructuren in de auto wordt meegevoerd.

CPO is een speciaal ontwikkelde methode, om een mengsel van lucht en een koolwaterstofverbinding om te kunnen zetten in een



TEKENINGEN: MERCEDES-BENZ

### Aandrijfeenheid al redelijk compact

De foto toont de aandrijfeenheid van de Mercedes Nekar 3. In de brandstof- of in dit geval methanolreformer wordt een waterstofrijk gas bereid, door zoutvrij water met methanol te vermengen, te laten verdampen en bij circa 250 °C te laten omzetten in waterstof, waarbij echter ook koolmonoxide en koolstofdioxide worden gevormd (CO-aandeel vooral hoog bij nog niet warme brander en tijdens acceleratie). Voor de benodigde warmte zorgt een brander die gestookt wordt met waterstofrestanten uit de brandstofcellen, die ongeveer een kwart van de aangeboden waterstof ongebruikt laten. In gevallen waarin dit restgas ontoereikend is voor de vereiste temperatuur, wordt aanvullende energie vanuit de methanoltank betrokken. Aangezien de op de membranen van de brandstofcellen afgezette platinakatalysatoren niet tegen CO kunnen, moet dit eerst worden verwijderd of tot onschadelijk CO<sub>2</sub> worden geoxideerd. Daarvoor zijn diverse methodes ontwikkeld. Een technisch hoogstandje voor de ingenieurs is het voor elkaar te krijgen dat de waterstofleverantie aan de brandstofcellen zich snel genoeg kan aanpassen aan elke wijziging in de vraag naar vermogen door de bestuurder. De techniek moet ook hier de bevelen van het 'gaspedaal' stipt kunnen uitvoeren!

een huidige middenklasser!

Tenslotte moet niet alleen naar de emissies van een auto worden gekeken. Wat telt is het totaal aan emissies van de gehele brandstofketen, dus vanaf de bron tot aan de aangedreven wielen van de auto. Indien zo beoordeeld, kan een elektrische auto met brandstofcellen en brandstofreformer zelfs extra gunstig uit de bus komen, vergeleken met een auto met conventionele aandrijving. Bij gebruik van methanol kan de CO<sub>2</sub>-emissie nog enigszins worden geneutraliseerd, als bij de bereiding van de brandstof de CO<sub>2</sub> wordt gebruikt die bijvoorbeeld in de energiecentrales vrijkomt.

### Kritische kanttekeningen

In hoeverre de participanten in het brandstofcellenproject zich in hun enthousiasme hebben laten meeslepen waar het hun toekomstverwachtingen betreft, is nu nog moeilijk vast te stellen. Enige nuchtere terughoudendheid is hier echter op zijn plaats, zeker met betrekking tot bovenvermelde prognose dat al in 2004 een elektrische auto met brandstofceltechnologie op de markt kan worden gebracht. Nieuwe ontwikkelingen plegen altijd veel meer tijd in beslag te nemen dan oorspronkelijk verwacht, vooral omdat ze moeten concurreren met een gedegen product, dat zelf óók nog volop in ontwikkeling

is. Zo staat ook nog te bezien wat er in 2004 of daarna van de beloofde halvering van het brandstofverbruik nog over zal zijn! De introductie van de eerste 'drieler' auto in de vorm van een speciale uitvoering van de Volkswagen Lupo, geeft nu al te denken...

Een niet genoemd minpunt van de brandstofcel is nog dat alleen bij deellast, en dus vooral bij rijden in de stad, het rendement hoog is

Methanoltank

Gasreiniger

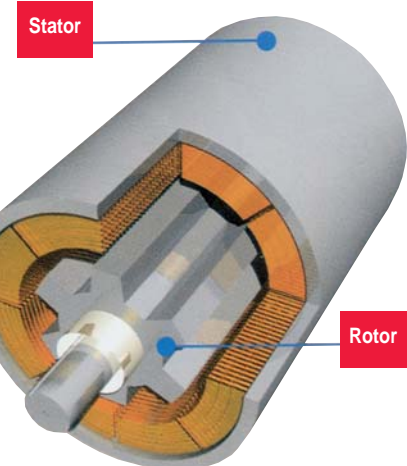
Verdamper, reformer en katalytische brander

Watertank

Compressor / expander

Brandstofcellen-pakket

### Reluctantiemotor heeft hoger rendement



Stator

Rotor

Voor de elektrische aandrijving worden nu nog asynchrone motoren gebruikt, maar het is de bedoeling die op termijn te vervangen door goedkopere, efficiëntere elektromotoren van het reluctantietype. Dat zijn robuuste motoren die qua bouw het meest eenvoudig zijn en die we al kennen sinds 1859 (ook bekend als reactiemotoren). De naam is afgeleid van het Engelse reluctance, de magnetische weerstand waarop het werkingsprincipe berust. Kenmerkend hierbij is het ontbreken van wikkelingen op het anker en dat betekent een besparing op de bouwkosten. Het grootste voordeel is echter het hoge rendement in deellastbedrijf. Kleine reluctantiemotoren worden in de Nekar 3 al gebruikt voor de koelcirculatie en de ventilatie.

waterstofrijk gas. Hoe dat precies in zijn werk gaat, laat Shell om begrijpelijke redenen graag nog even in het midden. De productie van waterstof uit conventionele motorbrandstoffen met behulp van de CPO-technologie is volgens Shell een methode die, vergeleken met andere opties zoals de omzetting van de agressieve en beperkt beschikbare methanol waarmee bijvoorbeeld Daimler-Benz experimenteert, belangrijke voordelen kan hebben. Brandstoffen die op de raffinaderij zijn geproduceerd, behouden namelijk veel meer van de primaire energie waarvan ze zijn gemaakt en uiteraard zijn ze ook wereldwijd verkrijgbaar. Schone waterdamp

Het gaat hier inderdaad om een schone technologie, want het afvalproduct van de brandstofcel is in feite schone waterdamp. Omdat er zich geen verbrandingsprocessen in afspelen, worden zoals gezegd geen stikstofoxiden, zwaveldioxide en roet gevormd. De CO<sub>2</sub> die bij het omzetten van de getankte brandstof in waterstof vrijkomt, is van geringere omvang dan bij een conventionele auto, omdat het brandstofverbruik lager is. Eén liter op dertig kilometer zou zelfs volgens Shell haalbaar moeten zijn voor een auto met de prestaties van

(volgens optimisten zou een rendement van meer dan 60 procent haalbaar moeten zijn!). Onder vol-last stort het rendement namelijk behoorlijk in, zodat het beloofde verbruik van 1 op 30 met de prestaties van een huidige middenklasser, zo dit in de praktijk al haalbaar zou blijken, alleen betrekking kan hebben op rijden met lage belastingen en snelheden. Dat zijn omstandigheden waaronder zowel benzine- als dieselmotor óók steeds zuiniger zal gaan lopen. De eerste dankzij directe inspuiting en de mogelijkheid om weer op zeer arme mengsels te kunnen gaan draaien, de laatste dankzij directe inspuiting onder steeds hogere drukken.

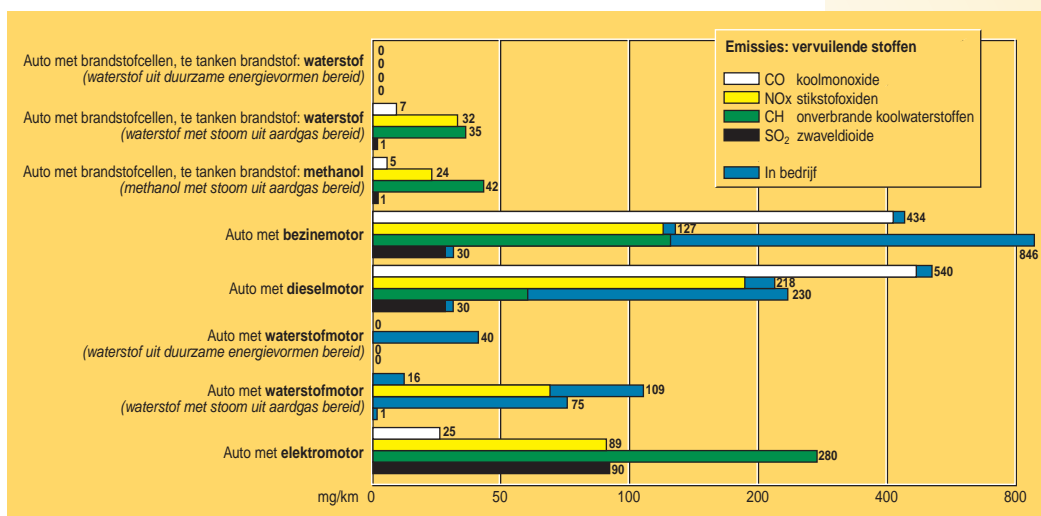
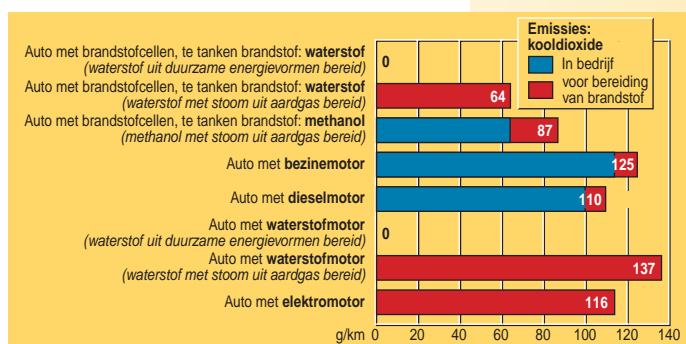
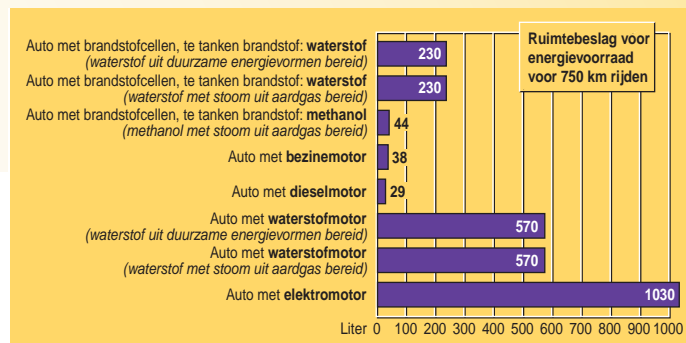
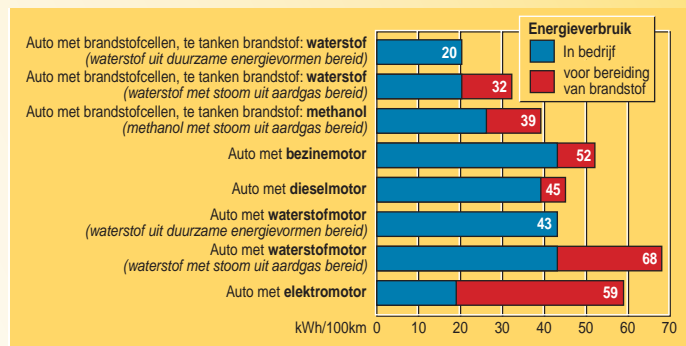
Onduidelijk is nog wat het totale rendement van de brandstofcellen-aandrijving met brandstofreformer nu eigenlijk is. Betrokkenen noemen wel het inderdaad gunstige rendement van de brandstofcel, maar 'vergeten' erbij te vertellen met welk rendement de brandstof-reformer werkt. En in geval van de Necar 3 ligt er nog het feit dat de aanmaak van methanol ook al de nodige verliezen kent. Ziet het plaatje er op de keeper beschouwd echt wel zo fraai uit als wordt voorgesteld? Zeker is dat het in de techniek steeds meer zal draaien om zo hoog mogelijke rendementen.

Overigens kan de elektrische auto met brandstofcellen, net zoals auto's met verbrandingsmotor, wél constant een hoog vermogen blijven leveren, althans zolang de brandstofvoorraad strekt. Dit in tegenstelling tot een auto met hybride-aandrijving, die al snel het volle vermogen terugschroeft om de accuset voor uitputting te behoeven. Juist wanneer de bestuurder motorkracht het meest nodig heeft, zal hij bemerken dat zijn hybride-auto met een wel erg zwakke verbrandingsmotor is uitgerust!

Gevaar voor bevriezing? Tot slot nog een opmerking: met de winter voor de deur zal de lezer zich wellicht afvragen, hoe het nu zit met de waterhuishouding in zo'n brandstofcellenauto als... het vriest! Zeker, in de brandstofcellen is het warm genoeg om bevriezing van het gevormde water te voorko-

### Minder energie, minder emissies, grotere actieradius

**Een vergelijking van de diverse alternatieve aandrijfsystemen met die van de conventionele is alleen eerlijk als er wordt gemeten met vergelijkbare autotypen en onder identieke rij-omstandigheden. De hier weergegeven waarden zijn gebaseerd op een denkbeeldige auto met een rijklaar gewicht van 730 kg. De motorisering komt overeen met een 600 cm<sup>3</sup> benzine-motor van 28 kW. Voorzien van het gewicht van twee inzittenden (150 kg) zijn de metingen verricht overeenkomstig de nieuwe Europese rijcyclus, dus inclusief buitenweg-traject. Bij de auto's met alternatieve aandrijving is ook het ruimtebeslag van extra tanks meege-rekend. Naast brandstofverbruik en uitlaatemissies van de aandrijf-systemen zelf zijn die ook van het vereiste energietraject daarvóór gegeven, dus vanaf energiebron via raffinaderij of krachtcentrale naar de brandstof tank (accuset) van de auto.**



men, maar wat gebeurt er als de auto lange tijd in de vrieskou stilstaat? En er is ook nog een water-tank aanwezig. Vreemd genoeg komt in geen van de publicaties, waarover ondergetekende beschikt, dit toch niet onbelangrijke aspect aan de orde. Een telefoontje naar DBB Fuel Cell Engines GmbH leerde dat dit wat hun be-

treft niet zo vreemd is, want de ontwikkelingen richten zich nog alleen op de realisatie van een brandstofcellenaandrijving, die qua werking, bedieningsgemak, kostprijs en levensduur kan concurreren met de klassieke aandrijving, niet teveel ruimte in beslag neemt maar minder energie verbruikt en schoner voor het milieu

is. Pas als dat is gelukt, komen de bijzaken aan de orde. Het 'winter-taughlich maken' is daar één van en dat zal ons zeker lukken', zo werd verzekerd. Met deze gerust-stelling zullen we het voorlopig moeten doen...

D.J. Boosman