

• Techniek • IN DE ZOEKTOCHT NAAR ALTERNATIEVEN VOOR HET ALLESVERNIETIGENDE ZORGEN EN DJE OLIE LIJKT WATERSTOF DE GROOTSTE KANSHEBBER

Plannen zat, prototypen van de waterstofmotor en de brandstofcel draaien volop. Met grootschalig gebruik van het veelbelovende energie-alternatief wil het niet vloten. Kostprijs, infrastructuur en veiligheid blijken obstakels. Marco van Kerkhoven

Wachten op de belofte die waterstof heet

HOGE olie-prijzen en klimaatproblemen zorgen ervoor dat de ambitie om een serieus alternatief voor fossiele brandstoffen te vinden, groter is dan ooit. Waterstof duikt in die zoektocht keer op keer op als de grootste kanshebber. Maar de ontwikkeling stukt bij de toepassing. Wetenschappelijk is het product veelbelovend, commerciële of grootschalige toepassingen blijven beperkt.

draagt, als normaal gebruikt product vooral een grondstof voor de chemische industrie. Er ligt al enige tijd een uniek netwerk voor industrieel waterstof dat België, Noord-Frankrijk en het Rotterdamse havengebied koppelt. Als brandstof is waterstof uitsluitend in gebruik bij de lancering van orbitale raketten omdat het zo lekker licht is en toch een relatief grote energie-inhoud per volume-eenheid heeft.

Experimenten met een bredere toepassing van het product zijn zonder uitzondering kleinschalig. Autofabrikant BMW bouwde in de 7-serie

Waterstof is pas duurzaam als het milieuvriendelijk wordt gemaakt

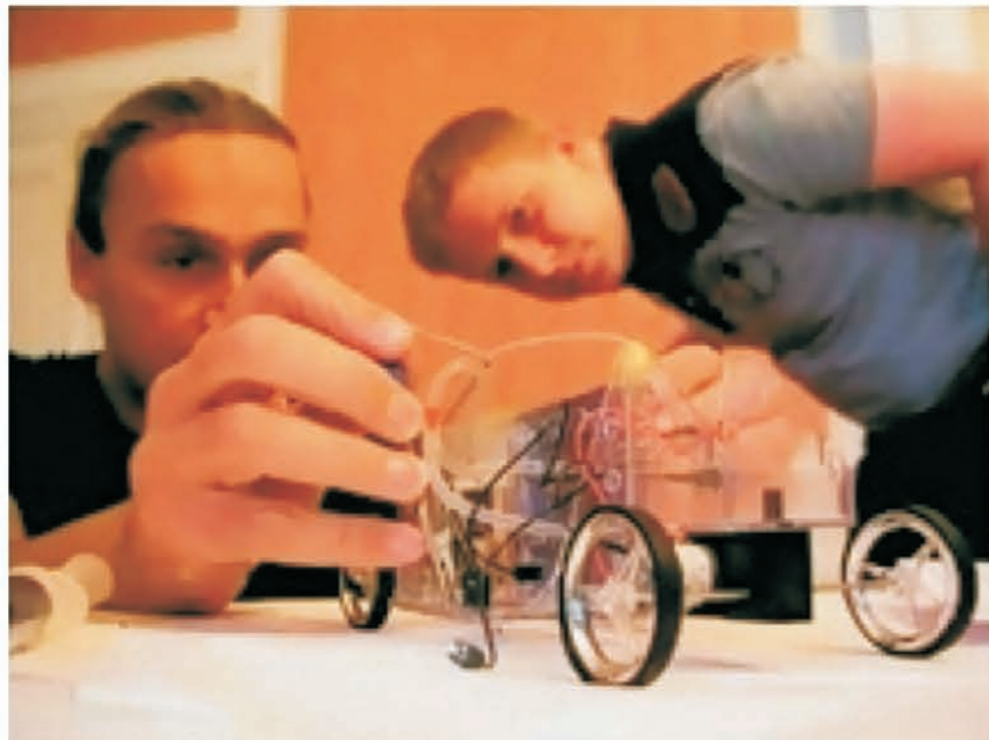
een prototype dat op waterstof rijdt. Ook enkele andere fabrikanten experimenteren met de nieuwe brandstof, zoals Toyota, Mercedes en Volvo. In een aantal landen rijden experimenteel bussen op waterstof dan wel op brandstofcellen. Onder meer in Amsterdam en in Gent.

„Hier in Vlaanderen blijft dat slapen,” zegt de waterstofpionier Koen Grillaert. Hij is intensief betrokken bij het onderzoek naar toepassingen voor waterstof door het Instituut voor Duurzame Mobiliteit van de Universiteit Gent en als directeur is hij actief voor het waterstofbedrijf Hydrothane. Het zijn de „onwetende politiek, de karkassen van de auto-industrie en de oliemaffia”

waar Grillaert zich vooral aan ergert. „Wat wij ons moeten realiseren, is dat het gasproduct waterstof een prima alternatief is voor de zwaar vervuilende olieproducten”, zegt een opgetogen Grillaert. „We hebben al tientallen jaren ervaring met LPG en aardgas, waarom nu ineens zo moeilijk doen over waterstof?”

Het probleem met waterstof is dat het voorlopig geen erg handzaam product is. Althans, nog niet zo handig als olieproducten. De productie van waterstof vraagt een groot ruimtebeslag omdat het een gasvormig product is. Op kamertemperatuur is bij gelijke energiewaarde het volume van waterstof circa vier keer zo groot als dat van benzine. Alleen onder hoge druk samengeperst als vloeistof blijft het volume van waterstof binnen de perken. Maar dat brengt weer veiligheidsrisico's met zich mee. Een auto op waterstof die een voldoende actieradius heeft, die dus zo'n zevenhonderd kilometer kan rijden op één tank, moet met een waterstof-tank rijden onder zevenhonderd bar druk. De prototypen nu rijden allemaal met tanks onder standaard tweehonderd bar druk.

De hoofdredacteur van de Nederlandstalige editie van het populair-wetenschappelijke tijdschrift *Scientific American*, Ed Croonenberg, weet nog wel een paar nadelen. „Waterstof heeft een ongunstige energie-toestand-volumeverhouding” noemt hij als een van de belangrijkste bezwaren. „En een liter waterstof weegt maar zeventig gram. Dat is een voordeel in bijvoorbeeld de ruimte-



Onderzoekers van de Aalborg Universiteit in Denemarken bouwen een werkend schaalmodel van een waterstofauto. © Aalborg University

vaart, maar een nadeel voor toepassingen in bijvoorbeeld bussen.” Verder is waterstof moeilijk op te slaan, moeilijk te transporteren en brandbaar. „En daarmee levensgevaarlijk als het niet goed wordt behandeld.” Bovendien loopt een waterstof-tank spontaan leeg als je

die niet gebruikt. Waterstofmoleculen zijn zo klein dat ze door metalen wanden verdampen. Voor grootschalige stationaire toepassingen is waterstof-technologie verder nog te duur. De gangbare energievormen zijn nog relatief goedkoop en

de productie van brandstofcellen is duur. De kosten voor de productie van de cel zelf worden voor tachtig procent bepaald door de materiaalkosten zoals het dure platina. Volgens Croonenberg zijn het vooral de elektriciteitsproducten die proberen waterstof

teren stevig in de ontwikkeling van waterstof-technologie. „Waterstof heeft wat mij betreft nog te veel weg van een hype. Ik ontwaar voorlopig nog geen grootschalig waterstofnetwerk geschikt voor gebruik door de consumentenmarkt. En daar zal toch de doorbraak vandaan moeten komen.”

Croonenberg ziet wel heil in de brandstofcel. Voor kleinschalig gebruik worden nu al brandstofcellen gemaakt, voor in laptops bijvoorbeeld. „Maar daarin is waterstof meestal nog een kortstondig tussenproduct bij de productie van elektriciteit met behulp van conventionele brandstoffen, gebruikt in de cel. Waterstof is hier zelf geen brandstof.”

EXPERTS geloven dat de kansen voor waterstof vooral liggen in de vervoer- en de transportsector en bij specifieke toepassingen waarvan de prijs per eenheid energie relatief hoog is, zoals batterijen in laptops. „Mits de productie van waterstof op een goedkope manier kan plaatsvinden”, zegt Roger Sierrens, hoogleraar vervoerstechniek aan de Universiteit Gent. Hij ziet in waterstof een goed alternatief als brandstof. „Voor auto's en transport is waterstof waarschijnlijk als eerste concurrerend. Wij hebben al vijftien jaar drie motoren lopen op waterstof. We laten zelfs al lang een bus rijden op een mengsel van aardgas en waterstof in Kortrijk. Waterstof is wel een knalgas, maar niet gevaarlijker dan benzine.” Met brandstofcellen heeft Sierrens niet zoveel op. „Die slurpen alle budgetten

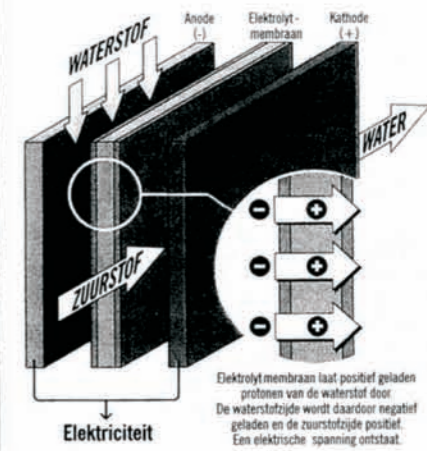
op en er komt voorsnog erg weinig vooruitgang uit.” Adwin Martens, van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en coördinator van het Vlaams Samenwerkingsverband Brandstofcellen (VSB), een door de Vlaamse overheid ondersteund netwerk van dertig bedrijven, denkt daar anders over: „Beide technologieën maken een kans”, zegt hij. „Ik zie op korte termijn mogelijkheden voor waterstof als brandstof en op de lange termijn zal de waterstofcel mogelijk het meest bruikbaar blijken.” Bovendien, zo benadrukt hij, als de grote industrieën als

Weerstand komt van onwetende politiek, karkassen in de auto-industrie en de oliemaffia

de autobouwfabrikanten gaan investeren in de nieuwe technieken, dan zullen budgetten sowieso geen probleem meer zijn. Ook de Europese Commissie heeft haar hoop gevestigd op waterstof. Eind januari zegde ze 5,8 miljoen euro toe aan een Europees consortium dat zogenaamde *Large Solid Oxide Fuel Cell-based (SOFC)* centrales moet gaan ontwikkelen. Het project zal drie jaar duren en heeft een totaalbudget van ruim elf miljoen euro. Het vertrouwen in de brandstofcel is wel begrijpelijk, licht Marten toe. „Het energierendement

uit een brandstofcel ligt rond de vijftig procent. Het rendement van een verbrandingsmotor is amper twintig procent.” Welke van de twee technologieën ons ook gaat redden van onze olieverlating, in beide gevallen is een groot voordeel de emissiereductie van CO₂, NO_x en fijn stof. Toch is waterstof niet automatisch een duurzaam product. Waterstof wordt nu voor zeker tachtig procent uit aardgas gemaakt. En de verbranding daarvan is nog altijd niet zonder vervuiling. Pas als waterstof met behulp van elektriciteit uit windenergie gemaakt zou kunnen worden, wordt het in dat opzicht een interessant product.

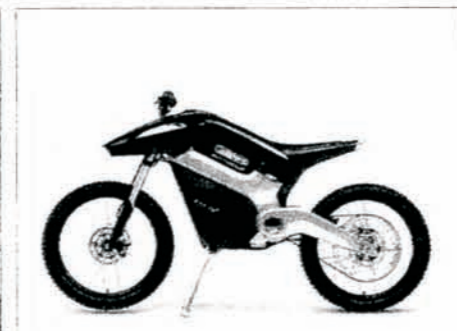
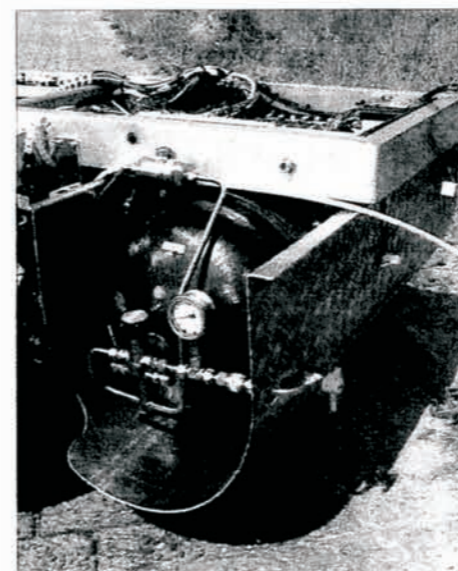
Voor de consument laat de dag dat hij zijn eerste waterstofauto zal kunnen kopen, nog wel even op zich wachten. „De automarkt is moeilijk”, zegt Martens. „Je moet concurreren met de auto van vandaag en zomaar omschakelen is niet mogelijk.” Toch gaan de ontwikkelingen door. Zo heeft de Amerikaanse regering grote plannen met het actieprogramma *Hydrogen Fuel Initiative*. Voor 1,2 miljard dollar zal onder meer een kust-tot-kustnetwerk van waterstof-transport en productie-installaties worden gebouwd. Eén van de doelstellingen van het project is om in 2040 alle Amerikaanse auto's op waterstof te kunnen laten rijden. Daarvoor is per jaar een productie van 150 miljoen ton waterstof nodig. Martens: „Kijk, op het moment dat president George W. Bush zegt: 'we gaan ervoor', dan komt er wel in beweging in de markt.”



Wat is waterstof?

Waterstof is zowel een direct bruikbare brandstof als een tijdelijke energiedrager in verschillende typen brandstofcellen. Als brandstof is het met aanpassingen te gebruiken in een verbrandingsmotor. Dat heeft het nadeel van de beperkte opslagcapaciteit. Waterstof is een gas en neemt veel ruimte in. Wordt het opgeslagen in vloeibare vorm, dan moet dat onder hoge druk gebeuren. Dat brengt risico's met zich mee.

product van te maken, moet je voor de productie van waterstof wel schoon geproduceerde elektriciteit of grondstoffen gebruiken. Waterkracht, windenergie of warmwaterbronnen zijn hiervoor te gebruiken. De productielocatie van waterstof hoeft ook niet in de buurt van de gebruiker te zijn, waterstof is te vervoeren. Duurzaam geproduceerd waterstof direct als brandstof gebruiken in een verbrandingsmotor, heeft als voordeel dat het gebruik van fossiele brandstoffen wordt teruggedrongen, en daarmee de emissie van klimaatgassen zoals kooldioxide (CO₂) beperkt. Zeker tachtig procent van het waterstof dat nu wordt gebruikt in de chemische industrie en in experimenten met waterstof in verbrandingsmotoren of brandstofcellen, wordt gemaakt uit aardgas. Waterstof is als energiedrager is op deze manier niet schoner dan fossiele brandstoffen omdat bij de productie van waterstof nieuwe CO₂ vrijkomt. (mvk)



Boven: De ENV is de eerste motor op waterstof. Ontwerper Intelligent Energy bouwde de *Emissions Neutral Vehicle* met één kilowatt brandstofcel die een snelheid haalt van tachtig kilometer per uur en 160 kilometer ver rijdt. © foto ENV

Rechts: Eerste waterstof tankstation, geopend eind april 2003 in Reykjavik, als onderdeel van het *Ecological City Transport System*. © foto ECTOS

Links: Een tank waterstof zoals wordt gebruikt in experimenten met stadsbussen.

