

Brandstofcelauto staat kort voor massaproductie

Hyundai neemt voortouw met FCEV

Hyundai wil in het jaar 2020 marktleider zijn op het gebied van brandstofcelauto's. Om dat te realiseren staan ze nu al in de startblokken. Het klinkt optimistisch, maar voor de Koreanen staat die ambitie met stip genoteerd. En tot nu toe maken ze hun claims veelal waar. Dit jaar stoomt de Hyundai Motor Company mogelijk al op naar de mondiale top-3 van grootste automobielconcerns.



In Europa denken we bij de ontwikkelingen rond de brandstofcelauto al gauw aan GM, Mercedes en andere grote mondiale spelers in de autowereld. Om heel eerlijk te zijn, staan we op grote autoshow's dus niet al te lang stil bij een Koreaanse FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) en ontlokt de ronkende tekst van het bijbehorende persbericht bij ons minstens één opgetrokken wenkbrauw. We citeren: "Hyundai wil in 2020 marktleider zijn op het gebied van brandstofcelauto's". Bij een bezoek aan de Hyundai Motors ontwikkelingsafdeling in het Koreaanse Namyang gaat

dezelfde wenkbrauw wederom omhoog. Maar nu om een heel andere reden. Heeft er bij ons wellicht een zekere 'informatiemoeheid' toegeslagen door de lawine van nieuws rond elektrisch rijden? Het lijkt de Koreanen namelijk niet alleen menens, maar de trein is zelfs al op gang gekomen. Het ontwerp van de brandstofcel is gefinaliseerd, volgend jaar gaat een gelimiteerde serie van de Hyundai ix35 FCEV de weg op, binnen drie jaar volgt een model voor massaproductie. Ook Hyundai Motor ziet natuurlijk dat er dan wel haast moet worden gemaakt met de bijbeho-

De eerste generatie brandstofceltechniek vroeg nog een Santa Fe om alles onder te brengen. Daarna volgde een Tucson, nu past het nog makkelijker in de opvolger ix35. Onder de motor-kap zijn hier vermogenselektronica, brandstofcel en elektromotor gestapeld.

rende tankinfrastructuur. Naast Duitsland en Japan zit er op hun belangrijkste exportmarkten eigenlijk niet veel beweging in, om de benodigde tankstations voor waterstof in te richten. Daarom brachten vier ix35 FCEV's recent al een bezoek aan een viertal Scandinavische hoofdsteden, inclusief die van IJsland. Noem het een soort charmeoffen-



Met een kleine en een grote waterstoftank onder hoge druk groeit het rijbereik van 370 naar 640 km. Dus hoeven waterstoftankstations weer minder dicht bijeen te liggen.

Een asynchrone wisselstroommotor is uiterst simpel van opbouw, en bevat geen permanente magneten uit exotisch materiaal. Stator en rotor hebben alleen weekijzer-delen, waarin magnetevelden ontstaan door de stroomtoevoer.



sief, een steuntje in de rug van waterstofinitiatieven in de regio.

Groeïend wereldconcern

Dankzij duurzame energiebronnen valt er, met name in IJsland en Noorwegen, veel milieuwinst te boeken. Icelandic New Energy (INE) en het Scandinavische Hydrogen Highway Partnership (SHHP) beijveren zich om hun deel van de wereld als een van de eerste te ontsluiten voor de nieuwe techniek. Voor we naar de hardware gaan kijken, is het misschien goed om Hyundai Motor en zijn ambities even 'op de kaart te zetten'. Bijna onopvallend is het concern de afgelopen jaren uitgegroeid tot de evenknie van Ford. Op ongeveer gelijk afzetniveau bezetten ze eind vorig jaar samen de vierde plek in de wereld. Dat is dan als lichte bedrijfsauto's worden meegeteld, alleen met personenauto's is Hyundai/Kia al derde grootste producent ter wereld, achter Toyota en de Volkswagen-groep. Alleen in het afgelopen jaar groeide de productie al met tien procent. Ook in 2011 verwacht men (er gaan twee nieuwe fabrieken open) weer een forse stap te maken. Samen met dochter Kia zal de

Hyundai-teller ergens bij 7 miljoen auto's stoppen. Saillant detail: door het drama van de Japanse tsunami betekent dat zeer waarschijnlijk een derde plek (inclusief lichte bedrijfsauto's) op de mondiale rangschikking.

Concern-topman Steve Yang reageert overigens gepast ingetogen op de natuurramp, en stelt dat het overnemen van Toyota's eerste plek sowieso niet persé het doel is. Maar hij voegt er in een moeite door aan toe: "Of het moet zijn op het gebied van klanttevredenheid".

Toekomst is aan FCEV

Hoe ziet de Hyundai CEO de toekomst van duurzame mobiliteit? Zijn antwoord klinkt verrassend veel net als dat van General Motors en VW-beleidsmakers. "Op korte termijn is er een hoofdrol weggelegd voor hybride en batterij elektrische aandrijving, de verbrandingsmotor is ook niet zomaar verdwenen. Maar op den duur gaan we toch naar de brandstofcel. Dat zal sneller gaan dan menig een nu denkt. Daarom starten we vroeg met die technologie, ook in de productie, om een voorsprong op te bouwen.

Voorheen keken wij naar Toyota, VW en Honda,



Dit is hem dan, de nieuwste brandstofcel-'stack' die 100 kW elektrisch vermogen kan leveren.

maar ik denk dat ze nu ook wel eens naar óns kijken. Hyundai Motor Company ambieert toonaangevend zijn in de autowereld." Op de testbaan in Namyang mogen we dat onder andere ontdekken in de compacte Hyundai BlueOn (i10) elektrische auto en een Sonata (i40) hybride. Niet voor Europa, want wij krijgen iets dergelijks volgend jaar in de vorm van de nieuwe generatie i30. Maar de doelstellingen gaan als gezegd verder. Met het oog daarop is inmiddels een speciale brandstofcelgroep in het leven geroepen, onder leiding van Byung Ki Ahn. Mogen we bij hem bijzonderheden noteren over de Hyundai FCEV? "Jazeker, want het pad is uitgestippeld. We mikken voor het rijden op waterstof met name op de Noord-Europese markt. Volgend jaar zitten we in fase vier van de ontwikkeling: de prototypes voorbij, met gecontroleerd gedistribueerde commerciële auto's. We kunnen er tot duizend per jaar produceren. In 2015 start de massaproductie met een capaciteit tot 10.000 per jaar. De richtprijs ligt rond de 50 mille of liefst een stukje lager. Aanvankelijk spelen we daarmee nog niet break even, maar vergeet niet dat de Prius er al vanaf 1997 is en die kost Toyota nog steeds geld. Zo lang verwachten wij er niet over te doen. Wij schatten dat je 50.000 brandstofcelauto's per jaar moet leveren om uit de rode cijfers te komen. Dat denken we al binnen een paar jaar te halen. Tegen 2020, en dat is echt niet zo ver weg als het klinkt, zullen er naar schatting een half miljoen tot een miljoen brandstofcelauto's op de weg zijn."

Eigen ontwikkeling

De volgens Hyundai Motor (en andere mondiale autogiganten) grote toekomst van de brandstofcel heeft de Koreanen doen besluiten de benodigde techniek zelfstandig te ontwikkelen. Dat gebeurt onder andere in een van de andere grote R&D-vestigingen in hun thuisland. Vooralsnog mag het resultaat er zijn, merkten we tijdens een rij-indruk met de nieuwste versie van de ix35 Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle. >

Technische evolutie

Afgezien van de meer compacte afmetingen zie je aan de nieuwe FCEV technisch gesproken niet gek veel af. Toch zijn er belangrijke stappen genomen. Zo wordt bij de bipolaire platen in de PEM (Proton Exchange Membrane) brandstofcel nu gebruik gemaakt van metaal, in plaats van het veel kostbaarder en moeilijk te produceren grafiet. Ook het gebruik van edelmetaal als katalysator is, zoals we overigens ook al bij GM zagen, dusdanig fors teruggedrongen dat een gewone drieweg uitlaatgaskatalysator er nu meer van nodig heeft.

Hoe de vork van de bipolaire platen precies in de steel zit laten we ons tijdens de Challenge Bibendum uitleggen door Jon Moore van Intelligent Energy, leverancier van brandstofcellen voor bijvoorbeeld een Suzuki brandstofscoter die Intelligent Energy ontwikkelt. Binnenkort starten praktijktests, en ook dit FCE-voertuig moet binnen drie, vier jaar in productie gaan. Met een beoogd prijspeil, volgens Moore, rond de 8 mille. Dus zeker niet extreem duur.

Wat is de meerwaarde van metalen platen? "Hart van de zaak blijven de drie lagen van de MEA,



In deze brandstofcel van Intelligent Energy ziet u mooi dat hij bestaat uit een stapel ('stack') van platen, waar lucht en waterstof in wordt geleid.

Membrane Electrolyte Assembly. Samen met de bipolaire platen vormen ze een cel van de brandstofcelstack. Bij Intelligent Energy passen we ook metalen platen toe, om meerdere redenen. De klassieke grafietplaten zijn dikker. Bij de gangbare 'stapel' van vele tientallen cellen wordt de brandstofcelstack dus al gauw relatief groot. Bovendien kan de grafietplaat makkelijker beschadigd raken



Voor de FCEV moeten allerlei nieuwe, compacte onderdelen in productie komen. Zoals deze elektrische luchtpomp om de brandstofcel te voeden.

wanneer hij schokken te verwerken krijgt. Metalen bipolaire platen zijn dun en kunnen op industriële schaal goedkoper worden geproduceerd. Een kwestie van stansen. Dat klinkt eenvoudiger dan het is, want het resultaat moet perfect glad zijn, en uiteraard moeten er aan weerszijden van een plaat minuscule kanaaltjes in zitten om lucht en waterstofgas naar de MEA te voeren. Maar bij grootschalige productie is het vooralsnog de meest efficiënte oplossing."

Terug naar de ix35 FCEV. Diezelfde kostenbesparende koers wordt in de rest van de hybride-aandrijving gevolgd. Zo stapte men af van supercondensatoren in de vorige generatie FCEV, naar een meer klassiek lithiumpolymer-accupakket. De Koreanen verwachten dat de prijs daarvan door de snel groeiende fabricage zal dalen. Om diezelfde reden schakelden ze om van een elektromotor met permanente magneten uit zeldzame materialen naar een iets minder efficiënte wisselstroom inductiemotor zonder zulke magneten. De technici zullen hebben gemord, maar de marketeers wensen het risico niet te lopen dat de prijzen van het benodigde magnetische materiaal uit de hand lopen. De grondstoffen zijn beperkt beschikbaar en de prijzen zijn in de afgelopen jaren al enorm gestegen.

Het nieuwste brandstofcel-studiemodel HND-6, bijgenaamd Blue2, laat zien dat de techniek ook in een gewoon sedanformaat past.



De keuze voor een suv-model is kennelijk ingegeven door praktische aspecten als de benodigde ruimte voor beide 700 bar waterstoftanks. In de cabine biedt de ix35 FCEV de gangbare nuttige ruimte, alleen is de laadvloer vanzelfsprekend wel wat hoger. Ook het rijbereik van 650 kilometer, en snel tanken zijn de troefkaarten van het H2-rijden. Als de tankinstallatie tenminste niet hapert, want dat schijnt bij de huidige praktijktestexemplaren hinderlijk vaak te gebeuren. Daar sta je dan, zonder alternatieve tanklocatie...

In Namyang is dat geen probleem. Op pad dus. Zoals eigenlijk bij elke elektrisch aangedreven auto valt meteen op hoe soepel de 100 kW elektromotor zijn werk doet. Optrekken verloopt

zo vlot als bij een (in dit geval geluidloze) turbodiesel, maar dan zonder enige trekkrachtonderbreking bij schakelen. Nauwelijks verwonderlijk, daar de elektromotor voor zijn maximale trekkracht van 300 Nm geen toeren hoeft te maken. Overigens is de topsnelheid afgeregeld op 161 km/h, ofwel 100 mijl per uur.

Het moet gezegd dat de ontwikkelingstechnici de regeling van de energiestromen goed in de greep hebben gekregen. Het terugwinnen van de kinetische energie bij afremmen wil in veel auto's met een of andere vorm van elektrische aandrijving nog wel eens een wat merkwaardig gevoel bij remmen opleveren. De soepele overgang tussen de mechanische remmen en de generator is lastig te vinden,

maar in dit geval gaat dat vloeiend in elkaar over. In bochten voel je al snel dat de auto nogal wat gewicht in de schaal legt, 1.700 kilogram volgens onze technische begeleider op de testbaan, en dat heeft zijn invloed op de levendigheid en het rollen van de carrosserie. Vragen naar de functies van de diverse extra 'standen' op de schakelpook hadden we achterwege kunnen laten. Het blijkt (nog) een onderdeel uit een normale ix35. Instelmogelijkheden voor de regeneratie komen pas later in de productieversie.

Opvallend is wel dat we in het vooronder vaag het geluid van een pomp menen te horen. Dat heeft GM kennelijk al wat beter onder de knie, want behoudens andere meters verradt daar eigenlijk

niets welk type elektrische aandrijving er aan het werk is. Aan de prestaties van de Koreaan zal het niet liggen, overigens.

Flinke vooruitgang geboekt

Hoe verhoudt de technische stand van zaken zich eigenlijk tot die van E-auto's? De ontwikkeling van de accutechniek in elektrische auto's lijkt vooralsnog een zaak van evolutie: kleine stapjes vooruit. Dat is bij de brandstofcel zeker niet het geval. In luttele jaren tijd is enorm veel vooruitgang geboekt. In relatieve stilte, want de FCEV-auto leek in de media uit beeld.

Meest opvallend is misschien wel dat de productiekosten van de stack, het hart van de brandstofcel, volgens Byung Ki Ahn in een handvol jaren met zo'n 90 procent zijn gedaald. De hele auto bouwen kost nu nog maar een vijfde van eerdere testseries. Dat zal overigens ook moeten, om het beoogde prijspeil te halen. En daarmee de techniek levensvatbaar te maken.

Een ander praktisch aspect: de nieuwe brandstofcel start ook nog bij minus 25 graden. De techniek zorgt ervoor dat geen vocht in het systeem kan achterblijven. Het enige restproduct dat na gebruik uit het waterstofgas ontstaat, kan op de verkeerde plek bij winters weer dodelijk zijn voor het systeem.

Deze nieuwste generatie FCEV heeft een aanzienlijk grotere actieradius dan de voorgangers. Zo'n driekwart meer dan de oorspronkelijke range zelfs: een kleine 650 kilometer. Deels is dat terug te voeren op een 15 procent efficiënter werkende brandstofcel, maar de Koreanen geven hem ook heel pragmatisch aanzienlijk meer brandstof mee. De druk werd verhoogd van 350 naar 700 bar, dat betekent dat hij 5,6 kilogram waterstof aan boord heeft (voorheen 3,5 kilogram).

De technici rekenen voor dat je het verbruik van het gas kunt vergelijken met een benzineversie die 3,36 liter op 100 kilometer zou rijden. Niet gek, voor een auto van 1,7 ton. Dus met waterstof niet alleen een heel schone, maar ook een zuinige verbranding.

Vertrouwen op de brandstofcel?

Hyundai Motors derde generatie FCEV, en dat geldt dus ook voor zijn Kia-broeder, illustreert goed hoe snel het in deze tak van sport gaat. De kosten van de brandstofcel zijn razendsnel gedecimeerd. Bij de nieuwste stap werd het hart van het systeem 20 procent kleiner, zodat het ook in een gewone hatchback en zelfs een slank sportwagenkoetswerk past. Dit getuige het laatste studiemodel dat op de Seoul autoshow is getoond, de Blue2, spreek uit: blue kwadraat. Hyundai Motor wenst het duidelijk niet bij één FCEV-model te houden.

Niet alleen de stack zelf is gekrompen, ook alles daaromheen werd veel beter geïntegreerd. Vergelijk het met een kloek injectiesysteem van vroeger dat nu formaatje luciferdoosje is. Omvormer en hoogspanningsgedeelte gingen diezelfde route.

Afgezien van de beschrijving niks bijzonders aan te zien, deze Hyundai die in het Verre Oosten nog steeds Tucson heet. Rijdt ook best normaal, met een op 160 km/h begrensde topsnelheid.



Collega Kia gebruikt nog het oude brandstofcelsysteem, met supercondensatoren in plaats van accu's, in de 'full size' mpv Borrego, nog wat groter dan de Sorento die wij kennen.



Moderne tanks uit vezelversterkte kunststof houden het gewicht beperkt. Bijna alle merken zijn nu overgestapt van 350 naar 700 bar tankdruk, zodat de tanks wat kleiner kunnen.

Ook dat draagt overigens weer bij aan een veel eenvoudiger, goedkopere, productie. Alleen voor de opslag van het waterstofgas is nog geen handzame oplossing beschikbaar. In het Eco-Tech R&D-centrum in Mabuk, de tweede ontwikkelingsafdeling in Korea, wordt daar volgens de experts wel aan gewerkt. Maar welke vorm dat aanneemt wil men nog niet kwijt. Overigens lijkt Hyundai Motor zich niet te laten afschrikken door de mogelijk beperkte infrastructuur van waterstofgas. Als we Steve Yang goed tussen de regels beluisteren, schroomt hij niet om desnoods zelf in die tak van sport te stappen. Als brandstofleverancier dus. Als gezegd: het is de Koreanen menens. Een reeks van grote autoconcerns, ook Hyundai, tekende in het najaar van 2009 een verklaring dat

ze vanaf 2015 brandstofcelauto's zullen produceren. Dit was bedoeld als uitnodiging om dan ook tijdig te zorgen voor tankstations, een oproep die met name aan Duitsland was gericht. Met een concrete belofte wil de auto-industrie de kip-en-ei situatie doorbreken, dat er zonder tankstations voor waterstof geen brandstofcelauto's komen, maar andersom geen tankstations ontstaan zolang er geen auto's bij zijn. Permanent houdt nu de Duitse belangenvereniging Clean Energy Partnership, waarvan zojuist ook Honda lid is geworden, zich bezig met de promotie van waterstof als brandstof. Er is nog geen breed vertrouwen dat alle ondertekenaars van het manifest uit 2009 werkelijk over vier jaar al brandstofcelauto's zullen produceren, maar wat Hyundai betreft gaat het echt gebeuren.