



Verlag lezingavond – donderdag 28 mei 2026

“Rijden op waterstof en de nieuwste inzichten”

Deze lezingavond is gezamenlijk door de ATC Rotterdam en 's Gravenhage georganiseerd en wordt gehouden in het praktijklokaal van het Techniek Collega Rotterdam. (locatie Scheepsbouwweg) Ton Zuiderwijk heet namens beide afdelingen Adriaan van Broekhoven van harte welkom.

Adriaan is naast ANWB trainer dé praktijkexpert op het gebied van waterstof en neemt ons vanavond mee in de kansen voor waterstof als alternatief naast de voortschrijdende elektrificatie. Adriaan en collega Tim hebben tevens een waterstof Hyundai ANWB auto meegebracht en de belangrijkste componenten in de praktijkruimte uitgesteld.

Gebruik als brandstof of als energiedrager

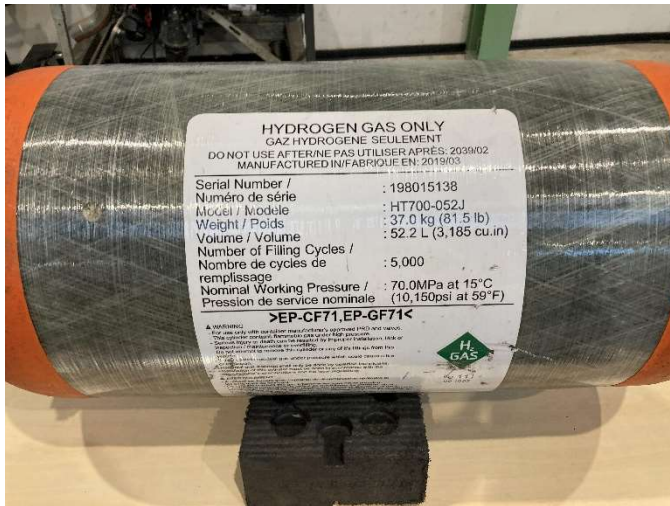
Er zal dieper worden ingegaan op waterstof als energiedrager maar ook de sterk verbeterde mogelijkheden om waterstof, al dan niet bijgemengd, direct in te spuiten in een verbrandingsmotor. Door de sterk gestegen brandstofprijzen, de komende tolheffing voor zware dieselloertuigen en het in diverse provincies overbelaste netwerk wordt rijden op waterstof, zonder forse subsidies, weer aantrekkelijker.



Hoofdvraag : Wat is waterstof eigenlijk en hoe kunnen aanbod en de vraag binnen het E-netwerk meer in balans worden gebracht?

- Energieopslag - De E-auto als huisbaterij / ontlasten van het netwerk op kritische momenten
- Energieoverschot als waterstof opslaan in zoutlagen - rendement hiervan is sterk toegenomen
- Energie in waterstof vorm (vloeibaar LH2) importeren vanuit bv. Marokko (veel zonne-uren)
- Waterstof productie uit E-overschotten havengebied Rotterdam (Nat. Waterstof programma)

Transport van vloeibaar waterstof is technisch uitdagend (temp. – 253 gr C) dus eerst als energiedrager omzetten naar groene Ammoniak, Hydrozine, natrium-boor verbindingen of Ethanol zijn tevens opties. Sinds 2023 worden in Europa ook grote hoeveelheden ‘Witte waterstof’ in de bodem aangetroffen. (Op 3.000 m diepte een bel van zo,n 46.000.000 ton in de driehoek België – Duitsland – Frankrijk maar ook in het voormalige Oost-Duitsland)



De techniek & details

Na deze algemene uitleg duiken we dieper in de techniek. Sommige technische details zullen al bekend voorkomen bij diegenen die nu of in het verleden met LPG of CNG voertuigen te maken hebben gehad.

- Uitleg over het 'Joule Thomson' effect – In tegenstelling tot veel andere gassen / koelmiddelen wordt waterstof warm bij expanderen. (net zoals helium en neon gas) Dat vraagt dus om speciale voorzieningen bij tankstations.
- Er zijn in NL momenteel zo'n 24 betrouwbare tankstations waar altijd getankt kan worden.
- Bij het 'tanken' met 700 bar zet de tank uit, en krimpt weer bij het afnemen van de druk. Na zo'n 4.000 – 5.000 tankcyclussen dient de tank te worden vervangen)
- Tijdens het vullen is er one way infrarood communicatie / er zijn altijd veiligheidsvoorzieningen
- DE auto beschikt over een "snuffel sensor" – bij > 2% waterstof percentage verschijnt er een waarschuwing op het dashboard.

Praktische toepassingen en wat zijn de verschillen

H2DF = Bijmengen in bestaande dieselmotor. Waterstof bevat geen koolstof, geeft geen CO2 uitstoot maar er komt tijdens de verbranding wel NOx vrij. Dit wordt gezien als een 'low emission' aandrijflijn.

- ✓ Bi-Fuel oplossing : Kan nog altijd op Diesel rijden
- ✓ Ontsteking door inspuiten van Diesel
- ✓ Tot 65% bijmengen van waterstof mogelijk zonder vermogensverlies
- ✓ Is niet gevoelig voor de zuiverheid van de ingespoten waterstof
- ✓ Heeft geen EGR systeem, motor blijft veel schoner, wel DPF en Adblue nodig

HICD = Directe waterstof injectie – Is inmiddels geaccepteerd als Zero Emission aandrijflijn.

- ✓ MAN Trucks – zeer succesvol met 4 x 56 kg tank = 600 km range en in 10-15 minuten tanken
- ✓ Is een substantiële 2.300 kg lichter t.o.v. Fuel cell oplossing en veel goedkoper
- ✓ Je hebt wel een ontstekingsysteem en bougies nodig
- ✓ Motor rendement > 50 % hetgeen zeer hoog is voor een verbrandingsmotor
- ✓ Nauwelijks Nox uitstoot dus slechts een gering Adblue gebruik, motor blijft heel schoon



Mercedes Trucks start eind 2026 met de productie 100 trucks die op vloeibare waterstof (LH2) rijden.

Deze voertuigen kunnen middels 2 fuel cell sets ondersteund door een 101 kWh batterijpakket zo'n 1.000 km ver komen.

Waterstof in personen & lichte bedrijfsauto's

HICEV = Directe injectie van Waterstof. Vooral Toyota en BMW zijn actief op dit gebied. Naast de Fuel cell Mirai kent Toyota nu al prototypen met een verbrandingsmotor op waterstof. (1.6 en 2.0 liter inhoud) De nieuwe Corolla zal naast een fuel cell variant mogelijk ook als direct ingespoten waterstof variant leverbaar worden.

- Verdere activiteiten : Waterstof is volgens Mazda ook goed te combineren met een wankelmotor als range-extender. BMW overweegt v.a. 2028 serieproductie de iX 5 als waterstof variant.
- Machinebouwers als JCB, Liebherr en Deutz leveren inmiddels waterstof aandrijflijnen voor bouwmachines, kranen en de agrarische sector.

De brandstofcel – hoe functioneert deze en verdere aandachtspunten

Na de pauze bekijken we meer specifiek de brandstofcel. Dit is eigenlijk een omgekeerd elektrolyseproces. Deze oplossing met een Fuel cell wordt regelmatig toegepast voor een levensduur verlengende ombouw van bestaande machines. Je hebt dan een 'Zero Emissie' machine.

Tevens kijken personenautofabrikanten weer meer naar waterstof. Dit men name voor gebieden met een matige E-netwerk infrastructuur. Dit zijn meestal parallel Hybride voertuigen met een klein (1-2 kWh) batterijpakket. Deze batterij vangt de vertraging van de fuel cell op wanneer er, tijdens acceleratie, snel extra vermogen wordt gevraagd.

Adriaan toont ons vervolgens aan de hand van 3 fuel cell platen de werking van de fuel cell. Er is dus een anode, kathode en membraamplaat. De werkdruk in de Fuel cell zelf is overigens laag, zo'n 2 bar. Waterstof moleculen zijn extreem klein en afdichtingsproblemen moeten worden voorkomen.



Een handicap is dat een fuel cell verontreinigd kan raken. Er wordt derhalve een speciaal luchtfilter toegepast om dit te voorkomen. Hyundai past een luchtbevochtiger toe om uitdroging van het membraam te voorkomen. Toyota past, om uitdroging te voorkomen een speciale coating op de membraamplaat toe.

Het 'droogföhnen' wordt toegepast om bevriezing in de winter te voorkomen. (bevriezing heeft schade aan de fuel cell tot gevolg) Bij de Toyota Mirai kun je het vrijkomende water via een knopje op het dashboard zelf lozen. Let op : De fuel cell wordt gekoeld met een speciale koelvloeistof die een hoge isolatiewaarde heeft. Er is dus een gescheiden koelsysteem voor het EV aandrijflijnpakket en de fuel cell.

Sluiting : Tot slot bedankt Ton Zuiderwijk een bevoegen Adriaan van Broekhoven namens beide ATC afdelingen voor zijn uitvoerige en heldere presentatie. We hebben in een paar uur tijd heel veel praktische kennis over het rijden op waterstof kunnen opdoen! Er volgt nogmaals luid applaus!

Verslag door Arjan van Doorn

Secretaris afdeling 's-Gravenhage

