

Verslag van seminar 'Role and significance of e-fuels in energy transition transport'

Onder leiding van Laetitia Ouillet (TU/e directeur Strategic Area Energy)

17 april 2019 14.30-17.30u

Locatie New Babylon Meeting Centre, Den Haag.

Zie in bijlage de lijst met aanwezigen.

Achtergrond bij dit seminar

In dit seminar is de rol verkend van e-fuels voor de energie transitie in transport. Het seminar maakt onderdeel uit van een bredere verkenning over welke mix van hernieuwbare brandstoffen te verwachten is om aan de klimaatdoelen voor transport voor Nederland te voldoen in 2030 en verder. Dit seminar presenteerde wat er in Nederland gebeurt wat betreft de ontwikkeling van e-fuels. Naast e-fuels wordt overigens ook gesproken van begrippen als elektrofuels, solar fuels of power-to-x.

In het eerste seminar van de reeks keken we naar een analyse van het Duitse 'Biomassaforschungszentrum' en het Europese industrieplatform ETIP Bioenergy. In hun analyse voor de energietransitie in transport zal naast de inzet van duurzame biobrandstoffen, zowel gasvormig en vloeibare duurzame biobrandstoffen er ook inzet nodig zijn van e-fuels. E-fuels staan voor brandstoffen die gemaakt worden vanuit, bij voorkeur hernieuwbare, elektriciteit en koolstof, uit CO₂. Door elektrolyse wordt de energie in de elektriciteit met behulp van waterstof gekoppeld aan een koolstof, waardoor er hydrocarbons ontstaan met een hoge energiedichtheid. De op deze manier ontwikkelende brandstof is heel goed toe te passen in bestaande tankinfrastructuur en in motoren. Bovendien zijn vloeibare en gasvormige energievormen ook een zeer effectieve manier om op grote schaal energie op te slaan en te transporteren. Het derde seminar in deze reeks kijkt naar motorontwikkeling en hernieuwbare brandstoffen.

Eric van den Heuvel, Platform Duurzame Biobrandstoffen over 'de energievraag in cijfers'

Allereerst geeft het schetsen van context het belang aan voor hernieuwbare brandstoffen. Eric van den Heuvel, Platform Duurzame Biobrandstoffen, onderstreepte met cijfers van het Internationale Energie Agentschap uit 2017 hoe fossiele energie wereldwijd, en dat geldt zeker ook voor Nederland, maar weinig aan positie inboet. De transportsector is nog voor meer dan 95% afhankelijk van fossiele bronnen.

In Nederland heeft ons totale finale energieverbruik een omvang van 2005 PJ. Daarvan is 21.7% elektriciteit, 21,9% Transport en 56,4% van de Nederlandse energievraag is voor warmte en koeling. In 2017 is het aandeel hernieuwbare energie op de totale energievraag 6.6%. Dat is als volgt verdeeld: voor elektriciteit ligt het aandeel hernieuwbaar op 13.8%. In transport is 5.9% van de energie hernieuwbaar en in warmte & koeling gaat het om 5.9%. Op Europees niveau is vastgesteld dat lidstaten in 2030 32% hernieuwbare energie zullen moeten rapporteren.

Geredeneerd vanuit het resterende 'Carbon Budget' dat over is om onder de 1,5 C of 2 C te blijven is er echter meer nodig. De Europese doelen voor hernieuwbare energie in 2030 zijn



Platform Duurzame Biobrandstoffen
KvK: 66963850
Triodos bank: NL40 TRIO 0338 4321 24
BTW: 8567.72.999.B01

Kosterijland 15, 3981 AJ Bunnik
contact@platformduurzamebiobrandstoffen.nl
twitter: @PlatfDuurzBiobr
www.platformduurzamebiobrandstoffen.nl

zagezegd van voor Parijs. Het Klimaatakkoord van Parijs vraagt om een versnelling en een stevige, ondubieuze koers naar klimaatneutraal.

Wat zijn de volumes aan energie in transport die moeten worden omgebogen van fossiel naar klimaatneutraal? Allereerst valt op dat de energievraag voor transport nog steeds groeit. Verder is Nederland in Europa a-typisch in de zin dat de bunkers voor internationale zeevaart en luchtvaart in volume groter zijn, dan de energievraag voor nationaal vervoer en transport. De aangrijpingspunten voor beleid richten zich op energiegebruik in transport in Nederland. De omvang van het energiegebruik in transport in Nederland bedroeg in totaal 494 PJ in 2018. Hiervan gebruikt de trein minder dan 7 PJ, het aan Nederland toe te wijzen deel van luchtvaart nog geen 1,5 PJ en het Nederlandse deel van scheepvaart 12,7 PJ. Al het andere energiegebruik komt op het conto van wegtransport en daarin is het aandeel brandstoffen voor personenmobiliteit bij verre het groots.

Het Platform geeft aan dat Nederland voor wat betreft de klimaatpoelen voor transport, in de geest van het Klimaatakkoord van Parijs, in 2030 reeds op een derde deel hernieuwbare energie in transport moet afstevenen, of met andere woorden de inzet van fossiel zal moeten worden gecapt op 2/3 deel maximaal. En deze limiet op fossiele brandstoffen zal in de jaren na 2030 steeds verder naar moeten om op nul uit te komen in 2050. Er is hiervoor kortom een groot volume aan hernieuwbare brandstoffen nodig, zeker als we ook de veel grotere volumes voor internationale scheep- en luchtvaart hierin meenemen. De kernvraag is dan ook welke brandstoffen, grondstoffen en technologieën zijn hiervoor nodig?

Jean-Paul de Poorter, H2 Platform over 'de rol van groene waterstof in de energietransitie voor transport'

Het waterstofplatform zet in zijn bijdrage centraal dat de instroom van elektronen in transport het niet alleen gaat redden. De noodzaak van energieopslag geeft de gasinfra een cruciale positie. Waterstof is in deze systeembenadering een belangrijke 'enabler'. In een systeem gebaseerd op energie uit zon en wind zorgt gas voor tijdelijke opslag. Er is naar 2050 toe een sterk toenemende vraag naar groene waterstof. Daarvoor is op zeer grote schaal hernieuwbare elektriciteitscapaciteit nodig. Voor de productie van 4 Mton groene waterstof is ongeveer 40 tot 50 GW aan bijvoorbeeld offshore wind nodig. 40 tot 50 GW staat ongeveer gelijk aan tienduizend turbines van 4MW. Volgens de berekening voor het Klimaatakkoord zal er in Nederland in 2030 een opgesteld vermogen van ongeveer 16 GW staan. Dit opgestelde vermogen is berekend op de vergroening van de huidige elektriciteitsvraag en houdt nog geen rekening met een additionele vraag voor bijvoorbeeld groene waterstof. Dus de vraag waar haalt Nederland groene waterstof vandaan wordt buitengewoon relevant. Ontstaat er een internationale markt voor groene waterstof? Het waterstofplatform constateert weinig bewustzijn in de huidige discussies over energiebehoefte weinig over de omvang van hernieuwbare elektriciteit die nodig zal zijn voor groene waterstof. Beschikbaarheid van groene waterstof betreft het waterstofplatform bij zijn ontwikkelingsagenda.

Richard van de Sanden, DIFFER over 'New and improved energy technology for the Clean Energy Transition'

Richard van de Sanden, directeur van het Nederlandse Instituut voor fundamenteel energieonderzoek, DIFFER, licht de visie toe op de energietransitie. DIFFER gaat uit van een sterk stijgende wereldwijde energievraag. Er zal steeds meer energie nodig zijn. De maatschappelijke opgaven liggen in oplossingen om hierin te kunnen voorzien door toepassing van elektrochemische opslag en conversie en geconcentreerde energieopwek. DIFFER heeft hierop twee onderzoeksprogramma's lopen naar de ontwikkeling van 'solar fuels' en 'fusion energy'. CO₂-neutrale brandstoffen en chemie hebben een rol in het tijdelijke (seizoens) en regionaal opslaan van energie, leveren energiedichte brandstoffen op voor het langeafstandstransport en voor mobiliteit en zorgen voor duurzame grondstoffen voor de groene industrie.

De technologische uitdaging ligt in ontwikkeling van efficiënte conversietechnologieën die zijn op te schalen en die gebruik maken van hernieuwbare energie en elementaire moleculen om daarmee CO₂-neutrale brandstoffen en chemicaliën te kunnen opbouwen. DIFFER werkt aan twee routes een elektrochemische en een photo-elektrochemische route. In elektrochemie gaat het om de conversie van CO₂, H₂O en N₂ en hernieuwbare energie chemicaliën en brandstoffen te produceren. Specifiek liggen uitdagingen op bijvoorbeeld de energie/elektron interfaces en op

het vinden van een robuuste en op aarde voldoende voorkomend materiaal voor electrocatalyse. Ook is het nodig om te komen tot een efficiënte reductie van CO₂ en N₂ in het elektrochemische proces. In de photo-elektrochemische route zorgt photo-catalyse in de omzetting van CO₂ of H₂O in chemicaliën en brandstoffen. De uitdagingen hier liggen bijvoorbeeld in het verbeteren van de photon absorptie en de geleiding. Ook hier is het nodig om een robuuste en veelvoorkomend materiaal voor photo-catalyse te vinden. DIFFER leidt het Europese onderzoeksproject, Keroogeen, voor het verkennen van synthetische kerosine uit CO₂, water en zonlicht.

In conclusie: het grote belang van het verder brengen van de elektro-chemische conversie route ligt in de mogelijkheid om op veel grotere schaal energie te leveren dan ooit behaald zal kunnen worden in de thermochemische route. Het idee is om met hernieuwbare energie overvloedig beschikbare grondstoffen op deze planeet zoals CO₂, H₂O, N₂ op grote schaal om te zetten in brandstoffen en chemicaliën.

Wiebren de Jong, TU Delft, 3mE, over 'The need to scale up novel process concepts to store electricity in fuels and bulk chemicals'

Wiebren de Jong benoemt hoe 'de large scale energy storage section' van de faculteit 'Process & Energy' werkt aan drie routes: de biomassa opslagroute, de 'indirecte opslagroute' en 'directe' opslagroute'. Bekend is dat wind en zonenergie variabele vormen van energie zijn. Wereldwijd is er bovendien een 'mismatch' in vraag en aanbod van hernieuwbare energie. Gegeven deze kenmerken is er behoefte aan energieopslag. Er zijn verschillende vormen van energieopslag. Elektriciteit is op te slaan in batterijen maar ook in chemical bonds zoals waterstof, ammonia, hydrocarbon, of in een brandstof.

Gezien de klimaatopgave zijn er voor de petro-chemische industrie oplossingen nodig. Al in het Klimaatakkoord heeft de Nederlandse industrie een CO₂-reductiedoel van 14.3 Mton voor 2030 meegekregen. Er zijn verschillende routes voor de toekomstige productie van chemicaliën en brandstoffen. De conventionele route aangevuld met CCS en de inzet van biomassa voor de productie van bijvoorbeeld ethanol, een basis chemische component. Een andere is om met een indirecte route via Power-to-X dezelfde producten te maken en er is een directe route mogelijk op basis van elektrochemische CO₂-conversie. Deze route staat centraal in het Delftse e-refinery programma.

e-Refinery wil op basis van water, lucht (CO₂/N₂), biomassa en elektriciteit, in elektro-synthese komen tot bulk chemie, van waaruit brandstoffen en chemicaliën geproduceerd kunnen worden. De CO₂, afvalstromen en emissies die vrijkomen in het proces zijn gelijk ook weer grondstof voor de electro-synthese. e-refinery verbindt bestaande onderzoekslijnen in een gezamenlijk doel naar een versnelde ontwikkeling van het opzetten van het elektrochemische proces dat op schaal kan gaan produceren. De zoektocht is het kunnen behalen van brandstoffen en producten met de huidige energiedichtheid door gebruik te maken van overvloedige aanwezige materialen. Doel is om TRL-levels te versnellen om sneller van idee naar pilot komen. De ambitie is om te komen tot een 100kW electrolyser voor de productie van ethyleen.

Remco Detz, TNO over 'The future of Renewable fuels. When could they become competitive?'

Remco Detz van TNO energy transition studies bespreekt in 'the future of renewable fuels' een tijdspad voor wanneer hernieuwbare brandstoffen concurrerend kunnen gaan worden op de markt. Detz onderscheidt vier conversieroutes naar hernieuwbare brandstoffen: thermoconversie, elektroconversie, bioconversie en photoconversie. Het gebruik van hernieuwbare brandstoffen wordt met name gehinderd door hoge productiekosten in vergelijking met die van fossiele brandstoffen. Detz laat zien hoe in een optimistisch scenario tussen 2025 en 2048 de concurrentie met fossiel kan worden bereikt voor alle onderzochte productiepaden van hernieuwbare energie: voor waterstof, syngas, methanol en diesel. Twee technieken leveren break-even kosten op vóór 2050, zelfs in een conservatief basisscenario: H₂-productie door elektrolyse en dieselproductie door Fischer-Tropsch-synthese. Beide processen maken gebruik van 'solid oxide-elektrolyse', deze route profiteert van snelle kostenbesparingen en een hoge efficiëntie.

Detz concludeert dat de kosten om hernieuwbare brandstoffen te produceren kunnen de komende decennia aanzienlijk dalen. Voor meerdere routes kan dit kostenbesparingsproces snel genoeg om binnen tien jaar een competitief break-even te bereiken. Hiervoor is geïntensiveerd

fundamenteel onderzoek nodig samen met verhoogde investeringen in demonstratie-installaties en productiefaciliteiten. Deze maken de grootschalige inzet van technologieën voor de productie van hernieuwbare brandstoffen mogelijk. En zullen door de leereffecten ook snel kosteneffectieve opties zullen worden. Om hernieuwbare brandstofproductieroutes echt concurrerend te maken zijn vele factoren nodig, zoals geïnstalleerd capaciteit, belastingen, subsidies, ander beleid en de prijs van CO₂. Er zijn daarom voldoende investeringen nodig in hernieuwbare brandstofroutes. De leereffecten kunnen de productiekosten van de brandstoffen snel verlagen.

TUe, Bart Somers, 'The Zero Emission Combustion Lab. The Benefit of fuel flexibility of engines'

Tot dusver gingen de presentaties over hernieuwbare brandstofroutes voor transport. In de presentatie van Bart Somers Zero Emission Combustion lab wordt het perspectief op hernieuwbare brandstoffen vanuit de motortechniekontwikkelingen toegevoegd. In principe stelt Somers zijn motoren flexibel en kunnen verschillende brandstoffen interessant zijn. The Zero Emission Lab werkt aan commerciële voertuigen die ultra schoon en ultra-efficiënt rijden, flexibel zijn ten opzichte van vloeibare of ook gasvormige brandstoffen.

Somers stelt dat elektrificatie van zwaar transport moeilijk is en niet nodig. De moeilijkheid ligt in de energiedichtheid van de energiedrager die nodig is, het aanleggen van nieuwe infrastructuur en de CO₂-intensiteit van de huidige elektriciteitsmix. Er zijn goede mogelijkheden gebaseerd op klimaatneutrale brandstoffen zoals op korte termijn geavanceerde biobrandstoffen en op de langere termijn electrofuels, deze kunnen worden toegepast in de huidige infrastructuur op basis van bewezen en robuuste technologie.

De batterij kan niet op tegen de energiedichtheid van brandstoffen. De energiedichtheid van batterijen is op dit moment te laag. Verder is voor het opladen van zware voertuigen een grote vraag naar elektriciteit nodig. Somers rekent voor dat om in een half uur één gemiddelde truck met een batterij van 7200 kg, voor een range van 805 km op te laden, een hypercharger nodig is met een capaciteit van 2 MW.

Twee belangrijke uitdagingen voor motorontwikkeling vormen allereerst het adresseren van lokale emissies, NO_x/Fijnstof, met schone verbrandingstechnieken en nabehandeling en ten tweede de CO₂-uitstoot, wat om grotere efficiëntie vraagt en klimaatneutrale brandstoffen.

Motoren met luchtcomprimerende zelfontbranding onder druk (Compression Ignition) (zoals diesel motoren) en brandstoffen met een hoog octaan gehalte (zoals benzine achtige brandstoffen) kunnen zorgen voor ultra-schone en ultra-efficiënte verbrandingsmotoren die goed zijn in te stellen zijn op klimaatneutrale brandstoffen. Essentieel is de controle op het verbrandingsproces. De combinatie van dieseltechniek met benzine-achtige brandstoffen hebben geen nabehandeling nodig en brengen uitstoot van stikstof en fijnstof terug tot praktisch nul. Interessante brandstoffen voor deze motoren zijn benzine, maar ook minder geraffineerde brandstoffen zoals Nafta, verder ook CNG/LNG, alcoholen (ethanol of methanol), brandstoffen op basis van lignine en solar fuels met 5-20% diesel, wat ook biodiesel FAME/ HVO kan zijn. Biomethanol,-ethanol -butanol, alcoholen in het algemeen zijn interessante transitie brandstoffen naar e-fuels toe. En voor de oudere bestaande verbrandingsmotoren geldt dat dieselachtige hernieuwbare brandstoffen eventueel e-fuel DME, OME en dual fuel approaches interessant oplossingen kunnen bieden.

Somers geeft aan de Europese CO₂-emissie standaard voor Heavy Duty voertuigen stuurt op het verlagen van tank-to-wheel CO₂-uitstoot en daarmee een technologiekeuze maakt. Voor nieuwe vrachtwagens moet de uitstoot in 2025 15% lager zijn ten opzichte van 2019 en voor nieuwe voertuigen in 2030 zal de reductie ten minste 30% lager moeten liggen. In deze sturing telt de inzet van klimaat-neutrale brandstoffen niet mee en moet de CO₂-besparing komen van grotere efficiëntie van het voertuig. Voertuigen op waterstof, CNG of LNG zouden nog voldoende efficiëntie kunnen bereiken. Deze richtlijn staat de ontwikkeling naar deze nieuwe concepten voor zero emissie verbrandingsmotoren in de weg. Daarom is het van belang om in de evaluatie van 2023 hierop wijzingen aan te brengen.

Conclusie

Hoe kan de huidige verdere ontwikkeling naar thermochemische biobrandstoffen gekoppeld worden aan de toekomstige elektrochemische route. In het thermochemische conversiepad staat

de ontwikkeling van een schoon syngas centraal van waaruit de ontwikkeling van koolwaterstoffen weer kan worden opgebouwd. Een belangrijke kennisstap is om vanuit synthese gas met een Fisher-Tropsch proces synthetische brandstoffen te produceren. Dat is een stap die in zowel de thermochemische route als in het elektrochemische proces van belang is voor de productie van biobrandstof/synthetische hernieuwbare brandstof. De elektrochemische route biedt perspectief op opschaling en grote volumes.

In de discussie over de e-Refinery is een tijdspad geschetst. Het is de bedoeling om na 2030 de eerste pilot te kunnen ontwikkelen en vanaf 2040 op schaal te kunnen gaan produceren. Power2x routes zouden mogelijk eerder kunnen produceren. Het is bekend dat het TNO Voltachem hieraan werkt. Het was niet mogelijk om voor dit seminar vanuit Voltachem een spreker te krijgen.

Zoals Detz laat zien zou hernieuwbare diesel rond 2035 val concurrerend kunnen zijn met fossiele diesel. Voorts laat Detz het belang zien van de incrementele leereffecten in de verschillende routes die gezamenlijk bijdragen aan het kostencompetitief maken van de verschillende hernieuwbare brandstoffen. Detz maakt duidelijk dat zowel fundamenteel onderzoek als investeringen in demonstratie-installaties en productiefaciliteiten nodig zijn.

Met vervolgens inzicht in motorontwikkelingen lijkt zowel verdere ontwikkeling van hernieuwbare dieselachtige brandstoffen en hernieuwbare brandstoffen op basis van alcoholen toekomstbestendige brandstoffen te zijn.

Het Platform Duurzame Biobrandstoffen zal de uitkomsten van dit seminar betrekken bij strategische positionering van hernieuwbare brandstoffen in Nederland. Dit seminar laat zien dat er alle reden is om in Nederland verder te investeren in de verdere ontwikkelingen van conversieroutes. En ook om de thermochemische routes nauw te verbinden een elektrochemische ontwikkelingen. Zeker ook om met leereffecten te werken aan verdere kostenverlaging. Hiermee ontstaat een toekomstbestendig pad naar hernieuwbare brandstoffen met een hoge energiedichtheid.