



Waterstof als vector van elektrische energie

Inhoudstafel:

- Editoriaal : Waterstof, energievectoren in 2050 ? Patrick Lafontaine, Engie
- The Hydrogen Society: More than just a vision ? Dr. Hugo Vandenborre
- Hydrogen-based energy conversion solutions, Filip Smeets, General Manager On-site Generation ; Guy Verkoeyen, Area Sales Manager ; Hydrogenics Europe N.V.
- Waterstof in Vlaanderen en Zuid-Nederland, Adwin Martens, directeur vzw WaterstofNet
- Zero-emissie stadsbussen met waterstof-brandstofcellen, P. Lafontaine, J. Vermeiren, Engie
- Het gebruik van waterstof in de staalindustrie als alternatief reductiemiddel voor koolstof, Eric De Coninck, ArcelorMittal Group
- The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative in the European Union, Bert De Colvenaer, Executive Director
- An overview on R&D projects on Power to Gas in ENGIE, Sandra Capela; Frederique Lebovits ; Isabelle Alliat ; Helene Pierre, DRT-CRIGEN – Centre de Recherche et Innovation pour le Gaz et Energies Nouvelles d'Engie. Jean-Paul Reich, DRT – Direction de la Recherche et Technologie d'Engie

Het nieuws

- Het E Tijdschrift wordt digitaal !

Editoriaal:

Waterstof, energievectoren in 2050?

Patrick Lafontaine, Engie

De Koninklijke Belgische Vereniging der Elektrotechnici dankt haar bestaan aan de invoering van een nieuwe energievectoren in de laatste decennia van de 19e eeuw: elektriciteit. Aanvankelijk werd elektriciteit op kleine schaal opgewekt langs elektrochemische weg in batterijen. Later, dankzij de ontwikkeling van de gelijkstroomdynamo door onze landgenoot Zenobe Gramme en de wisselstroomalternator door Nikola Tesla kon de grootschalige productie van elektriciteit een aanvang nemen in grote thermische of waterkrachtcentrales. Het succes van elektriciteit als energievectoren was in grote mate te danken aan het gemak waarmee de elektrische energie centraal in grote hoeveelheden kon geproduceerd worden, om dan zowel over grote afstanden, via hoogspanningsnetten, als lokaal, via laagspanningsnetten getransporteerd en verdeeld te worden. Daarnaast bleek het mogelijk elektrische energie in een onnoemelijk aantal toepassingen om te zetten in andere energievormen: mechanische en chemische energie, warmte, licht, ...

Electriciteit is een universele energievorm, die opgewekt kan worden met tal van primaire energiebronnen – fossiele, nucleaire, hydraulische, hernieuwbare – en gebruikt voor een oneindig aantal toepassingen. Electriciteit heeft meer dan welke energievorm ook, de geïndustrialiseerde wereld in de 20e eeuw aangedreven. Zonder elektriciteit hadden de steden zich niet kunnen ontwikkelen: elektrische trams en metro's zorgden voor snel transport tussen de stadsrand en het centrum. Zonder elektriciteit was bijvoorbeeld geen industriële productie van aluminium mogelijk geweest, en had de moderne luchtvaart zich niet kunnen ontwikkelen.

Naast een groot aantal voordelen biedt elektriciteit echter ook een belangrijk nadeel: ze kan niet rechtstreeks in grote hoeveelheden worden opgeslagen. De "Revue E Tijdschrift" heeft in 2011 twee nummers (3 en 4/2011) gewijd aan de mogelijkheden voor de indirecte opslag van elektriciteit. Grootschalige opslag is momenteel enkel doenbaar in hydraulische pomp-accumulatiecentrales, zoals deze van Coe in ons land, maar de veralgemening van dit principe is quasi onmogelijk door de ecologische en geografische beperkingen bij de keuze van geschikte sites. In de komende decennia biedt energieopslag in de vorm van ondergrondse samengeperste lucht mogelijk een gedeeltelijke oplossing, maar hier stelt zich ook het probleem van het vinden van geologisch geschikte ondergrondse stockageruimte. De gedecentraliseerde indirecte opslag gebeurt vandaag hoofdzakelijk in oplaadbare batterijen of (voor kortstondige opslag) in supercaps. De mogelijke doorbraak van elektrische auto's zou er voor kunnen zorgen dat de schaal waarop dit gebeurt, toeneemt.

De vraag naar indirecte opslag van elektrische energie is de laatste jaren gegroeid door het toenemend aandeel van intermitterende hernieuwbare energiebronnen in de elektriciteitsproductie: wind-, zonne-, en in de toekomst eventueel golvenenergie. Gedurende meer dan een eeuw hebben we quasi op elk moment de productie van elektriciteit heel precies afgestemd op de vraag, in een permanente, delicate evenwichtsoefening die helaas af en toe resulteerde in een gehele of gedeeltelijke "black-out". De groei van het aandeel van intermitterende hernieuwbare energiebronnen zoals windturbines en zonnepanelen zal nog toenemen waardoor de gekende opslagsystemen zoals pomp-turbinecentrales niet meer zullen volstaan om de tijdelijke over- of onderproductie van elektriciteit door op te vangen.

De Europese Unie heeft er zich toe verbonden om tegen 2050 het de emissie van CO₂ van onze transport- en energiesystemen drastisch te verlagen, en onze economische groei minder afhankelijk te maken van ingevoerde energie- en andere grondstoffen. Als onderdeel van deze politiek stimuleert de Europese Commissie het onderzoek en de ontwikkeling van een innovatieve

energievector: waterstof. Net zoals elektriciteit komt waterstof in de natuur niet in bruikbare vorm voor. Momenteel wordt waterstof vooral gebruikt als hoofd- of bijproduct in chemische processen, en wordt ze hoofdzakelijk geproduceerd vertrekkend van fossiele brandstoffen, voornamelijk aardgas, wat gepaard gaat met de emissie van CO₂. Dit past uiteraard niet in het kader van het mogelijk gebruik van waterstof als energievektor en indirect opslagmiddel voor intermitterende hernieuwbare energiebronnen. Anderzijds gaat de chemische industrie al meer dan een eeuw om met waterstof, waardoor de technologie voor opslag en transport, en de veiligheidsaspecten grondig gekend zijn.

Indien we in de nabije toekomst waterstof willen produceren op basis van hernieuwbare energiebronnen, dan is elektrolyse van water momenteel de meest geschikte technologie. In dit proces wordt water onder invloed van elektrische stroom ontleed in zijn twee elementen, waterstof en zuurstof. In sommige gevallen kan de vrijkomende zuurstof nuttig gebruikt worden, bijvoorbeeld in de staalindustrie. Waterelektrolyse is een aloude technologie, die zowel op kleine als op grote schaal wordt gebruikt. In Egypte staat bijvoorbeeld een grote (160 MWe) productie-eenheid voor ammoniak en meststoffen. De waterstof die nodig is voor de ammoniakproductie komt uit een elektrolyse-eenheid, die haar elektrische energie betreft uit de waterkrachtcentrale nabij de Aswan-dam.

Indien we waterstof als energievorm willen gebruiken, dan moeten we een hoog energie-omzettingsrendement nastreven. Zoals dat in het verleden bij de ontwikkeling van elektriciteit het geval was, heeft ons land een belangrijke bijdrage geleverd tot het verbeteren van het waterelektrolyse-proces. Dr. Hugo Vandenborre, van wie u in dit nummer een bijdrage vindt, slaagde er in de resultaten van zijn researchwerk op industriële schaal uit te werken en te commercialiseren via het door hem opgericht bedrijf Hydrogen Systems. De Canadese Hydrogenics-groep heeft deze activiteit succesvol verder uitgebouwd in België en exporteert hoogwaardige elektrolyse-systemen wereldwijd.

Grootschalige opslag van waterstof is mogelijk in vloeibare vorm. Vloeibare waterstof heeft een grote energiedichtheid per eenheid volume en massa, waardoor ze vaak in de ruimtevaart als brandstof wordt gebruikt. Zonder vloeibare waterstof had de mens geen voet gezet op de Maan. In gasvorm transporteert men waterstof zoals aardgas, op een druk tot 100 bar. Men kan waterstof ondergronds opslaan in zoutcavernes, zoals dat gebeurt met aardgas. Het is ook mogelijk waterstof in beperkte concentraties te injecteren in het bestaande aardgasnet. Voor mobiele toepassingen, in auto's en autobussen, gebruikt men in de regel druktanks uit koolstofvezel. Recent werden tanks en vulsystemen ontwikkeld die waterstof kunnen opslaan op een druk van 700 bar. Een auto die met dergelijke tanks is uitgerust, kan zonder bijvullen een afstand van 600 km afleggen. Dit is aanzienlijk meer dan elektrische auto's met batterijen, die doorgaans een autonomie van maximaal 200 km hebben. Bovendien verloopt het tanken van waterstof veel sneller dan het opladen van batterijen. Vandaar dat verschillende autoconstructeurs overwegen om hun toekomstige elektrische auto's te voorzien van brandstofcellen die waterstof als brandstof gebruiken.

Brandstofcellen zetten waterstof rechtstreeks om in elektrische stroom, volgens een elektrochemische reactie die verwant is aan elektrolyse van water, maar dan in de omgekeerde zin: waterstof en zuurstof uit de lucht verbinden zich tot water, waarbij stroom wordt geproduceerd; het enige bijproduct is waterdamp.

In het begin van de 21e eeuw kwam de PEM (Proton Exchange Membrane of Polymer Electrolyte Membrane) technologie tot rijpheid, die zowel in waterelektrolyse- als in brandstofcellen kan toegepast worden. PEM vervangt gaandeweg de klassieke alkali-technologie

die met vloeibare elektrolyten werkt. De PEM-technologie laat toe de energiedichtheid van elektrolyse- en brandstofcellen gevoelig te verhogen waardoor deze compacter en lichter worden. Tevens zijn het dynamisch gedrag en de koudstartcapaciteit aanzienlijk beter, wat van groot belang is wanneer men de waterelektrolyse laat werken met elektriciteit die afkomstig is van intermitterende hernieuwbare energiebronnen; en voor mobiele toepassingen waarin de vraag naar vermogen uit de brandstofcellen sterk en snel fluctueert.

Vooraleer waterstof op grote schaal als energievector kan gebruikt worden, zal men nog heel wat technische en economische problemen moeten oplossen. De Europese Commissie heeft met dit doel belangrijke financiële steunmaatregelen uitgewerkt, in de vorm van privaat-publieke samenwerking met bedrijven, industrieën en onderzoeksgroepen.

Of waterstof tegen 2050 een even belangrijke energievector zal zijn als elektriciteit, valt nu niet te zeggen. Misschien leest u daarover meer in het eerste nummer van de “Revue H Tijdschrift”.

Patrick Lafontaine

° Gent (1953)

Burgerlijk Elektrotechnisch Ingenieur (1975)

Executive Master of Business Administration (1989)

Werkt sinds 1987 in diverse bedrijven van de ENGIE groep, in de domeinen van elektrische energie en transportsystemen.

The Hydrogen Society: More than just a vision ?

Dr. Hugo Vandenborre

Samenvatting:

We cannot change our transportation and energy system in one stroke, but with the right strategy we can gradually bring about an evolution in the way we use our transportation system, store our energy and heat our homes and buildings. Many of the technological breakthroughs to enable this future have already been accomplished and a gradual transition to hydrogen as a fuel can begin today. Of course additional improvements to current technology and new technological breakthrough will continue, but a political will is needed to begin the transition today. By making the right decisions now, hydrogen can cause our economy to grow and make our whole world cleaner, more livable and sustainable.

Hydrogen-based energy conversion solutions

Filip Smeets, General Manager On-site Generation; Guy Verkoeyen, Area Sales Manager, Hydrogenics Europe N.V.

Samenvatting:

Oplossingen voor het energievraagstuk die gebaseerd zijn op het gebruik van waterstof kunnen een antwoord geven aan de toenemende behoefte om hernieuwbare energiebronnen te integreren. De toename van wind- en zonne-energie, en het gebrek aan gelijktijdigheid van vraag en aanbod bieden mogelijkheden om deze energie naar andere sectoren over te brengen, zoals de productie van “groene” chemische producten. Het opnieuw omvormen van waterstof naar elektriciteit voor

het distributienet op momenten dat er weinig wind en zonne-energie wordt geproduceerd, biedt een systeemoplossing die voor een permanente energievoorziening kan zorgen. De injectie van waterstof in het aardgasnet is eveneens een elegante oplossing, maar de relatieve hoeveelheid waterstof zal beperkt moeten blijven om redenen van netveiligheid, netcapaciteit en de geschiktheid van de apparatuur bij de eindgebruikers. De voornaamste uitdaging is eerder van economische van technische aard. Kostenreductie is essentieel, maar de toepassingen moeten op zich ook waarde creëren. De overheid dient een robuuste en duurzame politiek op lange termijn aanhouden, en zo een oplossing bieden tegenover de catastrofale gevolgen van de klimaatverandering.

Waterstof in Vlaanderen en Zuid-Nederland

Adwin Martens, directeur vzw WaterstofNet

Samenvatting:

In het kader van een grensoverschrijdende samenwerking in de regio Vlaanderen-Zuid-Nederland realiseert WaterstofNet vzw concrete projecten voor de productie van waterstof uit groene elektriciteit via water elektrolyse; voor de valorisatie van waterstof als bijproduct uit de chemische industrie in brandstofcellen, die de waterstof rechtstreeks omzetten in elektriciteit; voor het gebruik van waterstof als brandstof in “zero-emission” voertuigen. Er wordt nauw samengewerkt met de Europese Commissie, die voor de periode 2014-2020 belangrijke budgetten inschrijft voor verdere toepassingen van waterstof en brandstofcellen. Hierdoor kunnen in de toekomst nieuwe, grootschalige projecten van stapel lopen.

Zero-emissie stadsbussen met waterstof-brandstofcellen

P. Lafontaine, J. Vermeiren, Engie

Samenvatting:

De stand van de waterstoftechnologie laat toe, zero-emissie stadsbussen te bouwen met brandstofcellen die de waterstof rechtstreeks omzetten in elektrische stroom. Het beste energetisch rendement wordt bereikt in een hybride configuratie. De rijeigenschappen (acceleratie, snelheid, actieradius) zijn evenwaardig met deze van klassieke dieselbussen. Mits een oordeelkundige schikking van alle componenten in de bus kan men het lagevloerconcept handhaven en behoudt men de nodige beschikbare ruimte voor de reizigers.

Het gebruik van waterstof in de staalindustrie als alternatief reductiemiddel voor koolstof

Eric De Coninck, ArcelorMittal Group

Samenvatting:

De staalindustrie heeft aanzienlijke inspanningen geleverd om haar koolstof-voetafdruk te verminderen. De limiet is nu bereikt met de klassieke productiemiddelen in Europa. Andere

wegen worden verkend om te voldoen aan de strengere milieuregels van de Europese Unie. Het gebruik van aardgas voor de reductie van ijzererts zou toelaten de emissie van broeikasgassen met 30 % te verminderen, maar in de afwezigheid van schaliegas is aardgas te duur in Europa. De injectie van zuivere waterstof in de hoogoven is een alternatief dat momenteel vooral door de Japanse staalindustrie wordt bestudeerd. Intussen wordt steeds efficiëntere elektrolyse-apparatuur ontwikkeld. Zodra beide studies afgewerkt zullen zijn, zal goedkope waterstof die geproduceerd wordt op basis van elektriciteit afkomstig van hernieuwbare energiebronnen, de staalindustrie toelaten haar koolstof-voetafdruk verder te beperken.

The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative in the European Union

Bert De Colvenaer, Executive Director

Samenvatting:

De Europese Unie heeft er zich toe verbonden haar transport- en energiesystemen om te vormen naar lage-koolstofsysteem tegen 2050, en de economische groei los te koppelen van de behoefte aan grondstoffen en energie. Als gevolg van een in 2008 door de Europese Raad aangenomen Reguleringswet werd een publiek-private samenwerking “Gezamenlijk Technologie-Initiatief voor Brandstofcellen en Waterstof (FCH JU)” opgericht. Deze biedt financiële hulp aan bedrijven, industrieën en onderzoeksgemeenschappen die onderzoeks- en demonstratieprojecten uitvoeren in de verschillende toepassingsgebieden van waterstof en brandstofcellen. In het financieel meerjarencader van de Europese Commissie (2014-2020) werd recent de tweede fase van de FCH JU goedgekeurd.

An overview on R&D projects on Power to Gas in ENGIE

Sandra Capela; Frederique Lebovits ; Isabelle Alliat ; Helene Pierre, DRT-CRIGEN – Centre de Recherche et Innovation pour le Gaz et Energies Nouvelles d’Engie. Jean-Paul Reich, DRT – Direction de la Recherche et Technologie d’Engie

Samenvatting:

Via zijn Directie Onderzoek en Technologie en de CRIGEN zet de groep ENGIE zich actief in voor de ontwikkeling van de “Power to Gas”-lijn, aan de hand van diverse R&D-projecten. “Power to Gas” zou over 5 tot 10 jaar op de markt kunnen verschijnen; vooraf dienen echter tal van technische en economische uitdagingen overwonnen te worden. De voornaamste doelstelling van projecten zoals GRHYD en MINERVE is een bijdrage te leveren tot de technische en economische levensvatbaarheid van deze ontwikkelingslijn.