

Samenvattingen van de gehonoreerde projecten uit de subsidieregeling waterstoftechnologie (2021) van het TKI Nieuw Gas | Topsector Energie (januari 2022)

Algemene informatie

In april 2021 heeft het TKI Nieuw Gas een subsidieregeling gepubliceerd voor projecten op het thema waterstoftechnologie. Een uitgebreide beschrijving van de regeling is [hier](#) te vinden. Op 8 juni 2021 sloot de eerste ronde waarin zogenaamde expressions of interest (eoi's) werden ingediend. Dit leverde 29 eoi's op. Alle eoi's zijn door een onafhankelijke adviescommissie beoordeeld met als resultaat dat 19 voorstellen werden geselecteerd om een uitgewerkt voorstel in te dienen in de volgende ronde. De deadline daarvoor was 22 september 2021. In totaal werden 18 uitgewerkte voorstellen ontvangen. Deze voorstellen zijn opnieuw door de adviescommissie beoordeeld met als resultaat dat 13 voorstellen een positieve beoordeling ontvingen en binnen het beschikbare budget (€ 3 miljoen) werden gehonoreerd. In totaal betreft het hier projecten met een waarde van ruim € 7 miljoen.

Deze notitie bevat de openbare samenvattingen van de 13 gehonoreerde projecten. Dit zijn (op volgorde van ontvangst door het TKI genummerd) de volgende:

- H2-01 SAE: Ontwikkelen en testen SAE 2.0 module en onderzoek opschalingsmogelijkheden
- H2-02 HYPSENS: HYdrogen Purity SENSor - Kosteneffectieve on-line sensor voor het meten van verontreinigingen in waterstof
- H2-07 PEMelec: PEM Elektrolyser systeemoptimalisatie inclusief nabehandeling
- H2-08 Miracel: Minder Iridium door ALD-Coatings in Elektrolyse
- H2-09 Greencode: Een innovatief en industrieel toepasbaar model voor turbulente verbranding van waterstof
- H2-10 EHLAS: Economic Hydrogen Liquefaction And Storage
- H2-11 ROTA BPP: Versnellen van brandstofcelproductie: Rotatieve gereedschappen voor het stansen van bipolar plates
- H2-12 HERO: Nauwkeurige ultrasone H2 flowmeter voor openbare H2 laadinfrastructuur
- H2-14 OMDinH2: Optical Monitoring Devices Integrated H2 Systems – Fuel Cell and Storage Tank for H2FCV
- H2-21 HERSO: Development of a Highly Efficient and Robust Solid Oxide Electrolyzer system for hydrogen production
- H2-23 H2Flex: The development of a hydrogen turbine burner prototype, capable of burning a gas mixture with up to 70 vol.-% of hydrogen
- H2-26 SHPLES: Smart Hydrogen Powered Local Energy Systems
- H2-27 Battolyser

Deze projecten kunnen als volgt thematisch worden gegroepeerd:

- Elektrolyse en elektrolysesystemen: 3 projecten, te weten H2-01, H2-07, H2-21
- Sensoren en meetapparatuur: 3 projecten, namelijk H2-02, H2-12, H2-14
- Branders en/of modelontwikkeling: 2 projecten (H2-09, H2-23)
- Liquefactie en/of opslag: 2 projecten (H2-10, H2-27)
- Productietechnologie: 2 projecten (H2-08, H2-11)
- Complete systemen en systeemintegratie: 1 project (H2-26)

In deze 13 projecten werken in totaal 34 partners samen aan technologie-innovaties op het gebied van waterstof, waarvan 24 unieke partners. Dit betreft 6 kennisinstellingen (TNO, HAN (Hogeschool Arnhem Nijmegen), Universiteit Twente, TU Delft, VSL, Haagse Hogeschool). Verder nemen 15 MKB-bedrijven deel (XINTC BV, HYGRO, HyGear, Magneto, SALDtech, Mateq Process BV, Cryoworld BV, Madern, Liqal, Somni Solutions, Opra, Wintersol, HyET, Nedstack, Battolyser Systems), 2 grote bedrijven (Krohne, Toyota Motor Europe) en één fieldlab (Green Village).

Projectsamenvattingen

H2-01 SAE: Smart Alkaline Elektrolyser – Ontwikkelen en testen van een SAE2.0 module en onderzoek naar opschalingsmogelijkheden

Aanleiding

De mondiale vraag naar waterstof als CO₂-vrije energiedrager ontwikkelt zich in hoog tempo. Er is grote behoefte aan elektrolyzers met een hoge conversiefactor (van kWh naar kg H₂), lage onderhoudskosten en een lange levensduur. Aangezien de stroominkoop 70-80% van de kostprijs van waterstof bepaalt, richt dit onderzoek zich op efficiëntieverhoging, standaardisatie van componenten en kostenverlaging door automatisering van het productieproces. Hierbij kiest XINTC voor een nieuw type alkaline generator dat afwijkt van de conventionele PEM/alkaline systemen. Het beoogde systeem heeft aanzienlijk lagere aanschaf- en onderhoudskosten en is geschikt om optimaal gebruik te maken van een fluctuerend energie-aanbod van PV en/of wind. De belangrijkste eigenschappen van de te ontwikkelen Smart Alkaline Elektrolyser (afgekort SAE 2.0) zijn: modulair ontwerp, eenvoudig schaalbaar, flexibel inzetbaar, korte responstijd en geen edele materialen als platina of goud. Daarnaast is er geen membraan aanwezig, maar een diafragma, is er geen regulier MEA-onderhoud of stackrevisie (normaal elke 3-4 jaar), nominale temperatuur en druk en geen afdichtingsproblemen. Hiermee wordt het systeem nagenoeg onderhoudsvrij met een minimale downtime.

Doel van het project

Het ontwikkelen, bouwen en testen van een kunststofmodule (SAE 2.0) voor de productie van waterstof. Het betreft de doorontwikkeling van een eerder ontwikkeld prototype, de V1.0 stack. De SAE 2.0 modules hebben een groter 'window of operation' m.b.t. de stroomdichtheid om optimaal ten behoeve van een variabel stroomaanbod te kunnen worden ingezet. Een systeem gebaseerd op de SAE 2.0 modules zal een beoogde capaciteit hebben van 150kW tot 50+MW (modulair systeem). Hiermee richt XINTC zich specifiek op het middensegment van de wereldwijde markt voor elektrolyzers.

Technische uitdaging

De SAE 2.0 is, afgezien van de elektrodes, volledig uit kunststof samengesteld. Een goede warmtehuishouding is hierbij cruciaal in verband met de thermische belastbaarheid en vermindering van het risico op plastische deformatie van de gebruikte kunststoffen. Het introduceren van een innovatieve vibratielastechniek voor het samenstellen van de kunststof multimodule, en daarbij af te wijken van het gebruik van pakkingen in de V1.0 stack, levert de volgende technische uitdagingen op:

- **Temperatuurbeheersing.** Onderzoek naar de potentiële warmteontwikkeling onder verschillende conversieniveaus en beoordeling van de realiseerbare capaciteit van een vloeistof/gasdoorstroming. Temperatuurbeheersing in de module en het afbakenen van de thermische belastingsgrens om het risico op plastische deformatie van de multimodule te voorkomen.
- **Materiaalonderzoek.** Onderzoek naar fysisch-chemische eigenschappen van kunststofvarianten op basis van gestelde specificaties, vanuit de reeds gekozen kunststofgroep, die enerzijds goed verwerkbaar is met spuitgieten en vibratielassen en anderzijds goede eigenschappen bezit voor de beoogde toepassing als dichtheid, warmtecapaciteit, treksterkte, E-Modulus, buigsterkte,

slagsterkte, drukvastheid, relatieve diëlectrische constante, warmtegeleidbaarheid, diëlectrische verliesfactor, uitzettingscoëfficiënt en/of hitte-vormbestendigheid.

- Malontwerp en spuitgieten. Ontwerp, fine-tuning en productie van de mallen (matrijzen) voor het spuitgieten van de verschillende module-componenten, o.a. de diafragma plaat, reactieplaat, kontplaat, cover en evt. tules.
- Vibratielastechniek. Productie van ongelaste modulecomponenten en het ontwikkelen van een lasmethodiek op basis van vibratie waardoor er een vol-vlaks, homogene en duurzaam gas- en vloeistofdichte verbinding ontstaat tussen de onderdelen in de multimodule. Tooling techniek voor het plaatsen van de gelaste componenten in de lasopstelling-machine rekening houdend met automatisering, toleranties, harmonische trillingen en vervormingen van de multimodule.
- Kwaliteit en performance. Testen van de (las)verbindingen en de multimodule op kwaliteit en fysisch-chemische eigenschappen. Performance testing van de SAE module gericht op capaciteit, respons, opschakelbaarheid, en thermische belasting t.g.v. warmteontwikkeling en temperatuurbeheersing door middel van vloeistof/gasdoorstroming. Validatie van verkregen resultaten met de simulaties vanuit een eerder ontwikkeld model.

Partners

Aanvrager is XINTC BV. Het bedrijf richt zich op het ontwikkelen en bouwen van een nieuw type alkaline elektrolyser t.b.v. de productie van waterstof en is al 5 jaar actief op dit gebied.

Onderzoekinstelling en projectpartner is de HAN, Academie Engineering en Automotive | Lectoraat Balanced Energy Systems in samenwerking met de sectie Energietechnologie van de Technische Universiteit Delft. Derden in het project zijn Alligator Plastics in Eindhoven, expert op het gebied van high-end malproductie en spuitgieten van kunststoffen en daarnaast Branson-Emerson (NL/D), expert op het gebied van het high-end vibratielassen van kunststofmaterialen en diverse hiermee samenhangende technieken.

Korte omschrijving van de activiteiten en taakverdeling

Het betreft een gefaseerd project dat zich richt op de volgende activiteiten en taakverdeling:

- Fase 1: Theoretische voorbereiding en materiaalonderzoek gericht op 1) Modelleren en simulatie ontwerp en 2) Materiaalonderzoek grondstof groep-specificatie.
- Fase 2: Ontwikkeling matrijzen t.b.v. productie modulecomponenten gericht op 1) Fine-tuning en definitief matrijsontwerp, 2) Matrijsproductie en testen en 3) Productie ongelaste modulecomponenten.
- Fase 3: Vibratielassen en tooling t.b.v. productie multimodule gericht op 1) Optimalisatie vibratielasmethode, 2) Productie tooling techniek en 3) Productie multimodule.
- Fase 4: Kwaliteitstoetsing en performance testing gericht op 1) Kwaliteitstoetsing gelaste multimodule, 2) Performance testing en validatie warmtehuishouding en 3) Evaluatie, follow-up en afronding.

Resultaat

Module SAE 2.0 is ontwikkeld en de performance is gekarakteriseerd in een testopstelling. Deze dient een verbeterde efficiency te hebben t.o.v. een ongelaste opbouw met pakkingen met het oog op capaciteitsoutput, conversie efficiëntie en gaskwaliteit. De module zal getest worden onder start/stop- en bedrijfscondities volgens normaal operationele parameters en voldoet aan de volgende eisen:

1. nominale werking bedraagt 2.5kW/module
2. piekbelasting bedraagt 150% t.o.v. nominaal gedurende meer dan 1 uur zonder degradatie van performance

3. technische gasdichtheid garantie. XINTC verwacht dat de module een levensduur heeft van 15 jaar.

Andere resultaten zijn:

4. massaproductie van de spuitgietonderdelen is gevalideerd
5. geautomatiseerd assembleren en vol-vlaks vibratielassen van de elektrodes, diafragma's en celplaten is geoptimaliseerd en op kwaliteit en performance gevalideerd
6. thermische belastbaarheid en levensduurverwachting is via simulaties (aanvang) en experimentele validatie (einde project) gevalideerd.

Deelresultaten zijn de matrijs, modulecomponenten, vibratielastechniek, gelaste kunststof gasmodule, tooling, kwaliteitstoetsing en performance testing.

H2-02 HYPSENS: HYdrogen Purity SENSor - Kosteneffectieve on-line sensor voor het meten van verontreinigingen in waterstof

Aanleiding

Voor het gebruik van waterstof als brandstof voor mobiliteit zijn de eisen voor de zuiverheid zeer hoog. Veel mogelijke verontreinigingen die aanwezig kunnen zijn, kunnen de efficiency van de brandstofcel nadelig beïnvloeden of zelfs beschadigen, wat resulteert in een lage levensduur. Waterstof moet vaak gecomprimeerd worden, veelal met mechanische compressoren. Bij een te hoge concentratie water raken deze compressoren beschadigd. Het is dus van groot belang dat de zuiverheid van waterstof wordt gemeten. Zowel bij de productie als bij de eindgebruiker. De economische impact van zuiverheid van waterstof is in potentie zeer groot. Zoals bij lokale productie van groene waterstof te leveren aan tankstations. Indien de kwaliteit van waterstof continu en kosteneffectief gemonitord kan worden op verschillende plekken in de keten, zal dat de ontwikkeling van de waterstofketen versnellen. Dit vraagt om een kosteneffectieve sensor die real-time en online de kwaliteit op verschillende plekken in de keten kan waarborgen.

Momenteel zijn er geen goedkope en snelle oplossingen voor de bepaling van deze verontreinigingen in deze lage concentraties. Alleen duurdere laboratoriumapparatuur is beschikbaar, zoals Gas Chromatografen (GC) met een kostprijs van 50-100k€. Deze instrumenten hebben een hoge OPEX vanwege een benodigd dragergas en frequent onderhoud. Als de kwaliteitscontrole op elke productielocatie of tankstation moet worden uitgevoerd, moeten de CAPEX en OPEX beduidend lager worden.

Doel van het project

Het project draag bij aan het stimuleren van technologieontwikkeling (sensoren voor het meten van zuiverheid van waterstof) die nodig is voor het succesvol inrichten van waterstofketens en die op korte termijn leiden tot betere prestaties: significant lagere CAPEX en OPEX, minder onderhoud, bredere toepassingen. Zoals het monitoren van de kwaliteit bij kleinschalige productie en lokale monitoring, bijvoorbeeld tankstations waar de huidige analyzers te duur zijn. De ontwikkelde technologie versnelt de toepasbaarheid van waterstof bij lokale productie en tankstations. Het project richt zich inhoudelijk op het meten en analyseren van waterstof, met name het meten van verontreinigingen in waterstof onder verschillende condities, inclusief snelle en goedkopere analysemethoden en apparatuur daarvoor.

Partners

TNO: Binnen de unit Energie Transitie wordt gewerkt aan technologieontwikkeling om de toepassing van waterstof te versnellen. Eén van de onderwerpen is het ontwikkelen van technologie voor het meten van de samenstelling van aardgas/waterstof mengsels en zuiverheid van waterstof. TNO is als onderzoeksorganisatie penvoerder, hoofdverantwoordelijke voor de sensor technologieontwikkeling, uitvoeren van laboratorium experimenten en inhoudelijke projectleiding.

Hobré Instruments: Producent van analyzers in de energie sector, potentiële fabrikant van de uiteindelijke sensor. Hobré geeft input vanuit het perspectief van de instrumentbouwer, en faciliteert de lab testen.

HYGRO ontwikkelt, ontwerpt en exploiteert projecten van wind tot en met eindgebruiker. HYGRO geeft input vanuit het perspectief van system integrator en eindgebruiker.

Korte omschrijving van de activiteiten

De werkpakketten in het project zijn er op gericht om een sensor te ontwikkelen en te valideren om in waterstof de aanwezige vervuiling (op ppm en sub-ppm niveau) te meten. Omdat het gaat om verschillende moleculen als vervuiling in waterstof, die allemaal (bij voorkeur tegelijk) moeten worden gemeten met dezelfde sensor, is er gekozen voor een spectroscopische meettechniek. De grote stap voorwaarts in dit project is het gebruik van coatings of dunne lagen die de relevante gassen concentreren, waardoor de detectielimiet met factoren kan worden verbeterd.

Het project start met het opstellen van eisen door alle betrokken partners. Daarna worden de benodigde coatings ontwikkeld en getest in het lab, dit gebeurt door TNO. Vervolgens wordt er een labopstelling gemaakt, waarin de gecombineerde coatings/spectrometrie technologie wordt gevalideerd op relevante verontreinigingen in waterstof. Dit wordt gedaan door TNO in nauwe samenwerking met Hobré. Tenslotte worden door alle partners de onderzoeksresultaten gebruikt om de condities van een veldtest te definiëren en de benodigde technologieontwikkeling vastgelegd in een roadmap, om te komen tot een prototype sensor dat in het veld getest kan worden (in een vervolproject). Alle resultaten worden door TNO (met bijdrage van de andere partners) vastgelegd in een eindrapport.



Resultaat

In het project wordt sensortechnologie ontwikkeld die in waterstof zeer lage concentraties aan vervuiling kan meten. Het principe van deze sensor is eerder bij TNO aangetoond voor vervuiling in waterstof, die ontstaat bij productie uit aardgas, namelijk H₂S en CO, hoewel de detectielimiet

hiervoor nog niet volledig gehaald is. In dit project zal het sensorprincipe verder worden doorontwikkeld en in eerste instantie gericht zijn op waterstof uit elektrolyse en/of te leveren aan brandstofcelapplicaties, waardoor de initiële te meten onzuiverheden CO, O₂, N₂ en H₂O zullen zijn. Het TRL-niveau aan het einde wordt op 4-5 ingeschat. Dat betekent dat voor alle relevante gassen het concept bij relevante concentraties is aangetoond. Tevens wordt een roadmap voor veldtesten en verdere ontwikkeling tot een commercieel project vastgesteld. Het uiteindelijke product zal een kosteneffectieve en online sensor zijn, met significant gereduceerde OPEX en CAPEX, die het mogelijk maakt om op grote schaal de zuiverheid van waterstof te kunnen meten bij productie en eindgebruikers (bijvoorbeeld waterstoftankstations).

H2-07: PEM-elektrolyser systeemoptimalisatie inclusief nabehandeling

Aanleiding

Op dit moment bewegen de technologische ontwikkelingen van PEM-elektrolyzers en de toepassingseisen van waterstof uiteen. Enerzijds beweegt de productieketen van PEM-elektrolyzers richting het gebruik van steeds dunnere membranen, met als voordeel lagere kosten en een hoger rendement. Het nadeel is een hogere oversteek van zuurstof en water, waarvan de concentraties in het geproduceerde waterstof sterk zal fluctueren bij variërend toegeleverd vermogen, wat het geval is bij directe koppeling aan hernieuwbare bronnen. Dit vereist een flexibelere nabehandeling van het waterstof. Anderzijds blijkt aan de toepassingszijde in de praktijk dat de veelgebruikte tankprotocollen niet compatibel zijn met de gaskwaliteitseisen. Deze protocollen blijken in de praktijk een veel lager dauwpunt (tot 0,3 ppmv) in het waterstof te vereisen dan de ISO-norm van 5 ppmv. Bij deze laatste concentratie bevriest de waterdamp al bij -11°C. Dit levert problemen door ijsvorming in de tankapparatuur. resulterend in apparatuurfalen en extra onderhoud. HyGear verwacht dat gebruikers in de automotive waterstofmarkt steeds hogere eisen aan het waterstofgas gaan stellen om de operationele problemen te reduceren.

Doel van het project

Modelleren, bouwen en testen van een geïntegreerd PEM elektrolysesysteem met verbeterde zuurstofverwijdering en droging dat de gevolgen van variabele deellast goed kan volgen in combinatie met een geoptimaliseerd regelsysteem. De technische doelen zijn:

- Ontwikkelen en valideren van stack- en systeemmodel specifiek gericht op dynamisch gedrag en gasoversteek
- Ontwikkelen van een closed-loop, pressure assisted temperature swing adsorption droger module met een waterstofopbrengst hoger dan 95%
- Ontwikkelen van een adaptief regelsysteem dat fluctuerend vermogen koppelt aan de parameters voor het droogstelsel.

Partners

HyGear levert procesgassen, waaronder waterstof, aan industriële eindgebruikers in diverse applicaties in een combinatie van lokale productie en vervoer over de weg. HyGear ziet een toename in de vraag naar waterstof geproduceerd via elektrolyse.

HAN doet praktijkgerichte onderzoeksprojecten in de waterstoftechnologie. Hierbinnen doen studenten praktijkervaring op en ontwikkelen zij met onderzoekers en bedrijven nieuwe kennis en technologie. Het HAN H2Lab is een speciaal hiervoor ingerichte hybride leerwerkgeving.

Korte beschrijving van de activiteiten

Het project zal uit 6 werkpakketten bestaan met een totale doorlooptijd van 24 maanden:

1. Ontwikkeling en validatie van stack- en systeemmodel (HAN)
2. Katalysator- en sorbentselectie (HyGear/HAN)
3. Ontwikkeling closed-loop, pressure assisted temperature swing adsorption droger module (HyGear)
4. Systeemmodel en process flow optimalisatie (HAN/HyGear)
5. Samenbouw van droogstelsysteem (HyGear)
6. Validatie van systeem en control logic (HyGear/HAN)

Een 320 We PEM systeem is in aanbouw op de HAN en een 70 kWe PEM stack unit met power elektronica is aanwezig bij HyGear. Beide zullen gebruikt worden voor de validatie van het stack-model en in dit project uitgebreid worden met deoxo-dryer systeem.

Resultaat

Het project zal een zuurstofverwijdering- en droogstelsysteem ontwikkelen geschikt voor het zuiveren van waterstof met een variabele zuurstofconcentratie, vochtigheidsgraad en temperatuur en integreren met een compleet elektrolyzersysteem geoptimaliseerd voor waterstofproductie onder variabele last. Uniek zal de lage en constante dampspanning in het geleverde waterstof zijn waardoor bij tanksystemen veel minder onderhoud aan het tanksysteem noodzakelijk zal zijn. HyGear zal de systemen verkopen of deze in een Gas-as-a-Service contract bij eindklanten plaatsen. Middels de waterstofkennis en -technologieontwikkeling met studenten zal dit project ook bijdragen aan de Human Capital Agenda voor de energietransitie.

H2-08 Miracel: Minder Iridium door ALD-Coatings in Elektrolyse

Aanleiding

Polymeer Elektrolyt Membraan (PEM)-elektrolyse is een van de 2 commerciële groene waterstoftechnologieën. PEM-elektrolyse is zeer geschikt voor de productie van waterstof uit variabele stroom (m.a.w., groene stroom), zeker op plaatsen waar de ruimte beperkt is, bijvoorbeeld bij offshore windparken. Echter, PEM-elektrolyse is afhankelijk van de edelmetalen Platina (Pt) en Iridium (Ir), waarvan met name Ir zeer zeldzaam is. Ir wordt gebruikt als elektrokatalysator voor de zuurstofevolutie reactie aan de anode. Bij de huidige stand-der-techniek, zou 122% van de jaarlijkse Ir-winning nodig zijn om te voorzien in de toekomstige Europese vraag naar waterstof. Door de Ir-belading drastisch te verlagen zou nog 6% van de jaarlijkse Ir-winning nodig zijn, volgens een recente TNO-studie. Het drastisch verlagen van de Ir-belading vraagt echter om een revolutionaire innovatie.

Doel van het project

Het doel van MirACEL is de ontwikkeling van een membrane electrode assembly (MEA) met een zeer lage belading van de IrOx katalysator. Dit wordt bereikt door de ontwikkeling van een nieuwe Ir depositietechnologie: spatial Atomic Layer Deposition (sALD). sALD-technologie maakt het tevens mogelijk om de productie op te schalen, zowel qua productgrootte als productievolume, en reproduceerbare en homogene producten te maken. Dit project draagt bij aan de doelstellingen van de call om technologie te ontwikkelen die gebruik maakt van kleinere hoeveelheden schaarse metalen (Ir) én zorgt voor de vereiste nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid op productieschaal. In een voorgaand project (INCOME) is een principeproef gedaan met een nieuwe Ir depositietechnologie. MirACEL zal deze depositietechnologie verder onderzoeken en ontwikkelen.

Partners

MAGNETO special anodes (pervoerder), de originele fabrikant van Ti gebaseerde anoden voor de elektrochemische industrie.

SALDtech, spin-off bedrijf van TNO en ontwikkelt S-ALD machines voor toepassingen in de OLED display en energie markten.

TNO, een van de oorspronkelijke uitvinders van de S-ALD technologie en ontwikkelt innovatieve componenten voor water elektrolyse in het Faraday lab

Korte omschrijving van de activiteiten

In het INCOME project is in een principeproef aangetoond dat IrOx middels sALD kan worden aangebracht op een MEA. In MirACEL wordt de optimale structuur en samenstelling onderzocht door TNO en MAGNETO. Hierbij worden de katalysator eigenschappen en elektrochemische prestaties in een standaard testopstelling onderzocht. Veelbelovende MEAs worden verder onderzocht op activiteit en stabiliteit in een PEM-stack opstelling in het Faraday lab van TNO. TNO en SALDtech zullen de procesparameters van het sALD proces onderzoeken. SALDtech zal een conceptontwerp maken van de Ir-depositieinstallatie op commerciële schaal om een cost-of-ownership analyse te kunnen maken.

Resultaat

De resultaten van het MirACEL project zijn 1) een methode om een ultra lage IrOx belading te realiseren en 2) een ontwerp voor een innovatief, schaalbaar en reproduceerbaar maakproces voor deze MEAs. Deze resultaten dragen bij aan het doel om de kosten van elektrolyse omlaag te brengen richting het doel van 2 \$/kg H₂, door een PEM-stack te ontwerpen met ≤ 0.2 mg/cm² (zoals gesteld door International Renewable Energy Agency (IRENA) in 2020).

H2-09 Greencode: Een innovatief en industrieel toepasbaar model voor turbulente verbranding van waterstof

Aanleiding

Waterstof wordt alom gezien als één van de belangrijkste instrumenten voor een duurzame samenleving. Daartoe zijn o.m. geschikte (industriële) brandersystemen nodig. De nadruk ligt op zowel het efficiënt en betrouwbaar stoken van waterstof als zoveel mogelijk beperken van schadelijke emissies (CO, NO_x, C_xH_y). Stoken van waterstof zonder innovatieve tegenmaatregelen zal tot hoge emissies leiden. Vlamloze thermische oxidatie (MILDcombustion genoemd) wordt als relevante techniek gezien als het doel is ultra-lage NO_x verbranding van hoogcalorische brandstoffen zoals waterstof te realiseren. Het is een methodiek waarbij brandstofgas, teruggevoerde rookgassen en zuurstof zo worden vermengd dat verbranding gelijkmatig en zonder sterke vlamvorming plaatsvindt, zodat emissiewaarden significant lager zijn bij gelijkblijvende efficiëntie. Vlamloze thermische oxidatie kan worden bereikt middels een hoge mate van rookgasrecirculatie en scheiding van kucht- en brandstofstromen. Om wijdverbreide toepassing van MILD-combustion mogelijk te maken, is nauwkeurige modellering van de (chemische) reactiestructuren en hun invloed op performance (gedrag, prestaties, emissies e.d.) nodig.

Doel van het project

Doel is ontwikkeling van een betrouwbare en nauwkeurige code die de turbulente verbranding van waterstof/aardgas-mengsels in sterk verdunde vlammen in combinatie met externe

rookgasrecirculatie zal beschrijven. De chemische reactiekinetiek daarvoor wordt vereenvoudigd middels de toepassing van de techniek Computational Singular Perturbation (CSP) die op een nieuwe en inventieve manier wordt toegepast en waardoor de benodigde rekenkracht en geheugenbehoefte beperkt blijft. Het project zal een model opleveren dat vervolgens wordt geïmplementeerd in CFD software zodat simulaties mogelijk worden. De te ontwikkelen code zal van automatische en bewezen algoritmen gebruik maken, waardoor het vrij eenvoudig in gebruik zal zijn, beperkte hoeveelheid rekenkracht vereisen en de benodigde expertise van de gebruiker niet overmatig hoeft te zijn. Er wordt aldus een code ontwikkeld die breed en tevens commercieel inzetbaar zal worden voor bedrijven die zich bezig houden met ontwikkeling van verbrandingstechnologie voor waterstof. Met behulp van het beoogde verbrandingsmodel kan bijvoorbeeld vooraf een betrouwbare en nauwkeurige voorspelling worden gegeven van gedrag, prestaties en emissies die een brander zal leveren. In toenemende mate worden investeringsbeslissingen door exploitanten mede genomen op basis van dit soort berekeningen zodat aldus een voorsprong op de concurrentie kan worden genomen.

Partners

Het project wordt uitgevoerd door een consortium bestaande uit Mateq Process B.V. en de Universiteit Twente.

Korte omschrijving van de activiteiten

Mateq Process richt zich in dit project primair op het uitwerken van de principiële differentiaalvergelijkingen voor de verbranding van waterstof en mengsels van waterstof met aardgas (mengsels met andere brandstoffen zijn zeer wel mogelijk). Daarnaast richt men zich op het tot stand brengen van de koppeling van de verbrandingscode met bestaande CFD-software alsmede op het uitwerken en demonstreren van de toepassingsmogelijkheden van het verbrandingsmodel bij het ontwerpen van industriële waterstofbranders. Tevens zal zij tezamen met een externe partij de waarde van de code demonstren door enkele branderontwerpen aan de hand van GREENCODE door te laten rekenen. Vanuit haar expertise zal de Universiteit Twente zich in het project vooral richten op het softwarematig inrichten en modelleren van de verbrandingscode. Tevens zal zij de ontwikkelde code aan beschikbare wetenschappelijke data toetsen, zodat aan de hand daarvan validatie van het verbrandingsmodel kan worden gerealiseerd.

Resultaat

Het project levert een operationeel model voor het modelleren van de turbulente verbranding van waterstof/aardgas-mengsels in sterk verdunde industriële vlammen. Het verwachte resultaat is samen te vatten als een verbrandingscode - geschikt voor nauwkeurige voorspelling van verbrandingsgedrag en emissies van industriële ultra-low NO_x waterstofbranders - en werkend middels automatische, gebruikersvriendelijke algoritmes alsmede inzetbaar met beperkte benodigde rekenkracht.

H2-10 EHLAS: Economic Hydrogen Liquefaction And Storage

Aanleiding

There is a need to develop an affordable small scale hydrogen liquefier that offers the user opportunities to have small amounts of liquid hydrogen available at any time. The liquefier should be cheaper than the ones that are currently available in the market.

Doel van het project

New concept and proof of concept for an economic hydrogen liquefier, making it affordable for a growing market. The concept should be scalable to larger capacities, making it interesting for new markets.

Partners

Cryoworld B.V. and University of Twente will join in this project.

Korte omschrijving van de activiteiten

The main activities in this project focus on the development of a new concept for a hydrogen liquefier system. Detailed thermal, process and mechanical calculations will be performed to optimize circumstances and specifications for the liquefier, providing top efficiency of the process. During the project the Technology Readiness Level will be increased from TRL2 to TRL4. A small demonstrator model with dummy loads will be tested in a laboratory environment for proof of concept.

Resultaat

Result of the project will be validation of the technology for an affordable, scalable hydrogen liquefier and storage system.

H2-11 ROTA-BPP: Versnellen van brandstofcelproductie: Rotatieve gereedschappen voor het stansen van bipolar plates

Aanleiding

Huidige methodes voor grootschalige PEM-brandstofcelproductie zijn snelheid-gelimiteerd door het discrete karakter van productie van de sub-componenten. Er is een toenemende vraag naar PEM brandstofcellen vanuit de markt omdat dit type brandstofcel het meest geschikt is voor mobiele toepassingen. Dit vormt aanleiding voor Madern om samen met de TU Delft een proof of principle te ontwikkelen van innovatieve rotatieve productietooling die de productie van PEM brandstofcellen significant versnelt.

Doel van het project

Doel van het project is onderzoek te verrichten naar engineering tools om de rotatieve stansgeometrie te kunnen bepalen aan de hand van BPP productspecificaties. Dit moet leiden tot een proof of principle van innovatieve rotatieve tooling waarmee Bipolar Plates (BPP) uit plaatstaal kan worden geproduceerd. Hiermee wordt een doorvoersnelheid behaald die minstens vijf keer hoger is dan de huidige productiemethodes, en (hierdoor) lagere operationele kosten met zich mee brengt.

Partners

In dit onderzoeksproject werken Madern en de TU Delft nauw samen. De TU Delft is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de theoretische simulatiemodellen die het vervormingsgedrag van BPP basismateriaal voorspelt bij het rotatief stansen. Madern is verantwoordelijk voor de validatie van dit model en de ontwikkeling en validatie van het proof of principle.

Korte omschrijving van de activiteiten

De TU Delft wil een praktisch toepasbaar simulatiemodel ontwikkelen voor het voorspellen van het gedrag en eigenschappen van zeer dun plaatmateriaal wanneer deze rotatief wordt vervormd. Madern gaat dit model gebruiken om matrijsgeometrie te ontwerpen. Het model moet Madern in

staat stellen om op basis van het BPP-ontwerp een stansgeometrie te bepalen, en het model wordt gevalideerd op basis van eindige-elementenmethode (FEA) en Madern's vervormingsexperimenten. De opgedane theoretische kennis zal de basis vormen voor een iteratief ontwerpproces van rotatieve tooling, om optimale geometrieën te bepalen voor het rotatief stansen van plaatstaal. Hiermee zal een demonstratie worden gedaan om te valideren dat de beoogde snelheden kunnen worden behaald.

Resultaat

De doelstellingen en verwachte resultaten van het project zijn:

1. Het opdoen van fundamentele kennis met betrekking tot de plastische vervorming van dun plaatmateriaal in een rotatieve stans.
2. Het modelmatig voorspellen van optimale stans geometrie voor het rotatief stansen van een bipolar plate.
3. Het onderzoeken van verschillende ontwerpen van de rotatieve tooling middels een iteratief proces, om in combinatie met de opgedane theoretische kennis de optimale geometrieën te bepalen
4. Het opleveren van een proof of principle waarmee snelheden behaald kunnen worden die minstens een factor 5 hoger zijn dan de huidige productiemethodes.

H2-13 HERO: Nauwkeurige ultrasone H2 flowmeter voor openbare H2-laadinfrastructuur

Aanleiding

Huidige Binnen de energietransitie vormt waterstof een veelbelovende nieuwe energiedrager en duurzame brandstof. Waterstof biedt de mogelijkheid om de duurzame energie van wind en zon (tijdelijk) vast te leggen en om deze energie op grote schaal in te kunnen zetten. Een van de toepassingen is de mobiliteitssector waar waterstof een belangrijke mogelijkheid vormt om deze sector te verduurzamen. In veel landen is er dan ook steeds meer draagvlak voor de ontwikkeling van een waterstofinfrastructuur om zo de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Deze infrastructuur bevat een netwerk van waterstoftankstations dat nodig is om de brede acceptatie van voertuigen met waterstofbrandstofcellen mogelijk te maken. Tijdens het tanken van pure waterstof is het van belang om de verplaatste (en dus getankte) hoeveelheid pure waterstof nauwkeurig te kunnen bepalen. De waterstofmeters die op dit moment hiervoor gebruikt worden, zijn echter niet nauwkeurig genoeg. Voor een verdere opschaling van de landelijke H2-laadinfrastructuur zijn daarom nauwkeurigere en ook beter betaalbare en handzamere meters nodig. In dit project wordt de eerste stap gezet in de ontwikkeling van een dergelijke waterstofdebietmeter voor tankstations.

Doel van het project

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een basisdebietmeter voor pure waterstof op basis van een andere meettechniek (ultrasoon) dan de op dit moment gebruikte techniek (Coriolis), waardoor een veel betere meter ontstaat. Dit project sluit daarbij aan bij de doelstelling "Het stimuleren van technologieontwikkeling die nodig is voor het succesvol inrichten van waterstofketens en die op korte termijn (binnen 3-5 jaar) leiden tot betere prestaties". De ontwikkelde flowmeter leidt tot de volgende betere prestaties:

1. door hogere nauwkeurigheid kan worden voldaan aan de wettelijke normen en is er een betere bescherming van de consument

2. lagere investering voor nieuw tankstation en lagere operationele kosten
3. kortere tijd nodig voor tanken wat voordelig is voor zowel de consument als de tankstationhouder (meer omzet mogelijk)
4. mogelijkheid om tank in voertuig verder te vullen waardoor range van het voertuig groter wordt.

Korte omschrijving van de activiteiten

Het project bestaat uit drie werkpakketten (WP):

- In WP1 vinden de onderzoeksactiviteiten plaats die nodig zijn voor de ontwikkeling van de basisflowmeter.
- In WP2 wordt het resultaat van WP1 gebruikt voor het ontwerp en de constructie van de basisflowmeter. Daarnaast wordt in dit werkpakket de basisflowmeter getest en vindt de initiële validatie plaats. Als laatste vindt in dit werkpakket de evaluatie van de basisflowmeter plaats.
- Naast de inhoudelijke werkpakketten is er ook een werkpakket (WP3) voor projectmanagement en kennisverspreiding.

Partners

KROHNE Altometer is penvoerder van het project en zal de meter ontwerpen en construeren, KROHNE New Technologies zal zich voornamelijk bezighouden met de onderzoeksactiviteiten, VSL zal zich richten op de validatie van de meter en LIQAL zal kijken naar de uitgangspunten voor gebruik van de meter in de dispenser van een waterstoftankstation.

Resultaat

Dit project levert als eindresultaat een ultrasone basisflowmeter voor pure waterstof op die goedkoop, nauwkeurig en compact is, gevalideerd is en voldoet aan veiligheidsstandaarden voor waterstofmeters.

H2-14 OMDinH2: Optical Monitoring Devices Integrated H2 Systems – Fuel Cell and Storage Tank for H2FCV

Aanleiding

The main obstacles to widespread adoption of hydrogen (H₂)-based systems are related to hardware costs and weight. Because there is no information on actual operational lifetime behavior of essential components, current H₂ systems for industrial, automotive and aerospace applications are oversized and thus heavy, large and costly. If we could measure their performance we could improve safety, reduce size and lower total cost of ownership (TCO) of H₂ systems including cost of leasing and insurance. It helps to establish valuebased cost-price models. Society therefore urgently needs cheap, safe and reliable measurement technology integrated into H₂ systems. Especially for two hardware components: the fuel cell and the H₂ tank. Fiber optic sensors offer this; they can address specific conditions and requirements of both components, are potentially inexpensive to manufacture, can be placed in subsystems, and thus detect directly at the source. This enables lifetime and safety monitoring, lowers TCO, and enables mass market adaptation. This project is focused on industrial research on three types of sensor technologies, bringing them to TRL3-4, and ready for experimental development.

Doel van het project

Objective is to perform research and initial tests in controlled conditions of three optical fiber sensor systems as optical monitoring devices (OMD) for H₂ applications:

1. Integrated fiber Bragg grating (FBG) quasi-distributed (QD) sensor array systems for critical parameters
2. Hollow Core Photonic Bandgap (HC PBG) gas analyser for monitoring contaminants in H2 fuel
3. Coating based H2 leakage sensor as a safety gauge.

Crucial sensing parameters will be determined by considering sensing needs from the end-user and available sensing solutions in the research field. The project will also address a major drawback of current local-level measurement that hinders widespread use, namely the invasive nature of the measurement. Aim is to obtain the maximum amount of information, while minimizing disturbances to nominal system operation. This project contributes to both goals and two topics of the subsidy. It focuses on new technologies that reduce cost and weight, and increase efficiency, safety and stability - lowering TCO of H2 systems. It introduces new (optical) measurement and analysis techniques for H2 systems which are cheap, scalable, and global replicable for every H2 system.

Partners

This project is an example of impact-oriented industrial research. It brings together a knowledge institute, TNO, with a product owner, Somni Solutions, and an end-user, Toyota Motor Europe. The research institute has the knowledge and facilities, the product owner the specific use-case knowledge and the end user various use-cases as well as the voice of the market. The partners hold key positions in the value chain for smart OMDs to be used in H2 systems:

- Early-stage research on Advanced fiber sensor technology led by research institute TNO
- H2 leakage sensor concept research with and by Somni who will become the product owner
- End-user FCV manufacturer Toyota to conduct joint research and to ensure market validation and acceptance at the end.

Korte omschrijving van de activiteiten

The project consists of five work packages, all strongly related to the main deliverables, and various sub-packages assigned to one or more stakeholders, all classified as I.O.:

1. Define sensing requirement and operating conditions for three optical fiber sensor systems
2. Literature and theoretical study, and design sensor systems for critical sensing parameters
3. Laboratory experimental setup of optical sensor systems and validate functionality, Integration of sensor 1 (FBG QD) in fuel cell and H2 tank composite
4. Testing sensors in applied H2 systems and collecting sensory data
5. Analysis of sensory data to obtain insight for their functionality and obtain proof-of-principle OMDs in H2 systems.

Resultaat

The research will gain new insights to raise the TRL for the OMD systems: reaching TRL3 for sensor 1 and 2; and TRL4 for sensor 3. Furthermore, a number of lab-scale prototypes and proof of principles will be built to support the above research results. After this project, the actual development of the sensors can start in order to have an industrial version ready to be marketed by 2024. The end result for H2 systems in general will be three measurement systems that will significantly improve safety and reduce costs and as such will open up the mass market. With the new knowledge gained, after this project, the consortium can continue to develop dedicated fiber sensors for integration into the fuel cell and tank systems.

H2-21 HERSO: Development of a Highly Efficient and Robust Solid Oxide Electrolyzer system for hydrogen production

Aanleiding

Large scale green hydrogen production through water electrolysis is one of the important solutions towards the Energy Transition and to meet the CO₂ emission reduction goals. Solid Oxide Electrolysis (SOE) offers the most efficient way (20-30% more efficient compared to Alkaline and PEM electrolysis) to produce green hydrogen, due to its operation at high temperature allowing favorable thermodynamics and kinetics for conversion of steam into hydrogen and direct industrial process integration. Especially in countries like the Netherlands, with a large exothermic energy and petrochemical sector (Rotterdam, Geleen, Zeeland and Delfzijl), which all produce excess of steam, SOE becomes highly interesting, due to its capability of direct reuse of steam as feedstock. First field-ready systems, manufactured by Haldor Topsoe, Sunfire, Genvia and Solid Power, are already available on the sub-MW scale while 100MW scale systems are expected to be in operation in 2024. To enhance the competitiveness of SOE even more, we would like to contribute to the CAPEX reduction target (80-90%) which is prognosticated by Hydrogen Europe (EU Joint Undertaking European Industrial & Research parties dealing with electrolyzer systems) in 2030 and to improve system lifetime of SOE electrolyzer systems.

Doel van het project

HERSO aims at the (CAPEX and maintenance) cost reduction of the SOE electrolyzer system, accelerating economic viable integration of the SOE electrolyzer system in the industrial environment.

Partners

The project consortium of HERSO regroups TNO, specialist in SOE cells and stack development and HyGear, specialist in industrial gas production systems, including Balance-of-Plant management for SOE electrolyzer systems. The complementary expertise of the partners within the SOE technology development field facilitates the realization of the project goal.



TNO SOE test set-up.

Korte omschrijving van de activiteiten

The HERSO project goals will be achieved by focusing on increasing efficiency and lifetime of the SOE stack technology and simplification of the SOE system by increasing stack and system operating pressure. The following activities contribute to this focus:

- System design study on the SOE electrolyzer system addressing an improved operational match between stack and balance-of-plant design resulting in lower CAPEX and OPEX (lower maintenance) for the overall SOE electrolyzer system
- Development of robust performing solid oxide cells and a short 1-3 cell stack with improved current density, robustness and lifetime for pressurized H₂-SOE operations (3-10 bar)
- Assessment of the robust SOE electrolyzer system and integration potential in the industrial environment.

Resultaat

The HERSO project will generate the following results:

- SOE system design with improved match of stack properties with the balance-of-plant components resulting in simplified less expensive and robust performing (integrated) SOE electrolyzer systems
- Solid oxide cells and short 1-3 cell stack with increased hydrogen productivity (> 7 ml/min H₂/cm² cell area), increased hydrogen pressure (3-10 bar) and increased stack lifetime (degradation rate < 10 mV/1000 hours)
- Roadmap of the HERSO technology towards implementation and demonstration in the industrial environment; With these results the HERSO project contributes to the realization of economic and technical viable green hydrogen generation value chain within the next 5 years.



TNO photo cell and test housing.

H2-23 H2Flex: The development of a hydrogen turbine burner prototype, capable of burning a gas mixture with up to 70 vol.-% of hydrogen

Aanleiding

With the phasing out of natural gas, hydrogen appears to be a cost-effective solution for continuing to use the gas grid, and at the same time to realize clean electricity and heat in the industry. The combustion of hydrogen leads to solely water and energy as products and avoids any CO₂ emissions. Besides that, turbines can easily be used in environments where there is a large supply of excess renewable electricity that can feed electrolyzers to produce hydrogen. In this way, stored hydrogen can be used in case of direct electricity or heat demand to relieve (for example) the regular grid. Consequently, OPRA notices a large increase in the requests regarding the application of hydrogen in gas turbines.

Doel van het project

OPRA Engineering Solutions B.V. (hereafter: OPRA) and TU Delft will be working together on the development of the next-generation hydrogen combustion technology. This technology will meet the future requirements of a cost-effective, ultra-low emission combustion system for the OPRA gas turbine that can operate on 100% natural gas and 100% hydrogen, and any mix thereof. The challenge is to do this without compromising efficiency, startup times, and emissions of NO_x. This will be achieved by developing combustor designs with an increasing proportion of hydrogen blended with Natural Gas. Moving towards hydrogen gas turbines allows for cleaner combustion processes without any byproducts other than water.

The H2 Flex project contributes directly to technology development that is required for the successful implementation of hydrogen chains and that will lead to improved performance in the short term. Besides that, the technology widens the applications for hydrogen as fuel.

Partners

The OPRA group develops, manufactures and services state-of-the-art gas turbine systems and is headquartered in Hengelo, The Netherlands. The advanced turbine technology has turned the OP16 Gas Turbine into a professional technology allowing to serve global markets with clean, distributed energy solutions. Setting the standard in terms of availability, reliability and low maintenance costs, OP16 Gas Turbines allow for very cost-effective, 'always-on' generation of electricity and heat. OPRA is aiming at becoming the world's leader in on-site gas-turbine-driven energy solutions in the power range 1.5-10 MW. TU Delft is an authority in technical education and research. The Gas Turbine Chair at the Department of Process and Energy of Mechanical Engineering (3ME) at the TU Delft has a long history in delivering high-level education and world-class research in the field of gas turbines. The chair is financially supported by the SGO (Stichting Gasturbine Onderwijs) and has excellent relationships with the Dutch and international gas turbine industry.

Korte omschrijving van de activiteiten

OPRA has set a target of being able to offer Gas Turbines capable of burning 100% hydrogen across the operational range and is further developing its Dry Low (NO_x) Emissions (DLE) combustors to service the expected demand as a result of the unfolding hydrogen economy. The challenge is to do this without compromising efficiency (e.g. flashback combustion control and injection strategy), startup times, and emissions of NO_x. This is being achieved by developing combustor designs with an increasing proportion of hydrogen blended with Natural Gas. H2 Flex contributes directly to technology development that is required for the successful implementation of hydrogen chains and that will lead to improved performance in the short term. Improved performance is defined as

significantly lower investment and/or operational costs, higher efficiency, less maintenance, wider applications, greater measurement accuracy, less use of scarce materials, and reduced spatial impact compared to the state of the art.

Resultaat

The overall result of H2 Flex is a developed and tested hydrogen turbine burner prototype, capable of burning a 70 vol.-% hydrogen mixture. This development specifically addresses the goal 'Burner technology for hydrogen' of the tender which includes topics such as modifications to turbine burners (taking into account possible effects on product quality) and burners for high-temperature heat avoiding emissions of other harmful components (such as NO_x). During H2 Flex, the aim will be to achieve a 70 vol.-% hydrogen mix for the burners since CO₂ reduction improvement develops non-linear after 50 vol.-%. The estimates are realistic, as OPRA has already been able to carry out tests with a 30 vol.-% hydrogen mix. It is expected that the biggest technical challenge will be to rise above 50 vol.-% hydrogen.

H2-26 SHPLES: Smart Hydrogen Powered Local Energy Systems

Aanleiding

Door de energietransitie zal het aandeel van elektrische energie sterk stijgen. Echter reeds nu al worden door Tennet en de Regionale Netbeheerders (RNB) capaciteitsproblemen op het elektriciteitsnet gemeld. De vraag dringt zich op of het mogelijk is een betere balans tussen lokale en duurzame opwekking en verbruik te realiseren waardoor er minder transport op het netwerk nodig is. Hiervoor zal op slimme wijze lokale vraag en aanbod van duurzame energie optimaal op elkaar afgestemd moeten worden. Oplossingen voor langdurige opslag van duurzame energie (van zomer tot winter) zijn hierin essentieel.

Binnen het SHPLES-project gaan we een compleet geïntegreerd duurzaam residentieel energiesysteem (opwek-opslag-gebruik) ontwikkelen met behulp van PV en een combinatie van energieopslag in de vorm van elektriciteit in een batterij en waterstof. Het prototypesysteem wordt zo ontworpen en gebouwd dat het in een gebouwde omgeving in een buurt of wijk kan worden gebruikt.

Doel van het project

Het doel van het 'SHPLES-project' is om een lokaal en CO₂ vrij energiesysteem gebaseerd op hernieuwbare energiebronnen te ontwikkelen dat autonoom en real-time haar performance optimaliseert en de gewenste controlemogelijkheden biedt aan operators van het systeem. Dit kunnen energiebedrijven, netbeheerders, maar ook zogenaamde prosumers (energiecorporaties / gebruikers die zelf opwekken, bufferen) zijn. Het systeem wordt ontworpen voor en gedimensioneerd naar gebruik in de gebouwde omgeving. Het te ontwikkelen systeem gebruikt waterstof als tijdelijk energie-opslagmedium. Daarvoor is een slimme koppeling tussen verschillende technologieën (elektrolyzer, compressie, opslag en brandstofcel) nodig en een besturingssysteem die het energiesysteem optimaal en vraaggestuurd laat opereren. Dit nieuw te ontwikkelen geïntegreerde besturingssysteem maakt gebruik van slimme algoritmen en zou de 'lingua franca' kunnen worden voor het aansturen van dit soort decentrale energiesystemen die gebruik maken van waterstof.

Het project zal leiden tot nieuwe kennis op het gebied van het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving en inzicht geven hoe effectief waterstof is als medium om energienetten te balanceren op

wijkniveau. Het consortium heeft voorafgaand aan dit project al het systeemontwerp gemaakt en de hardware aangeschaft. Met dit project wil het consortium een volgende grote stap maken in de technologische ontwikkeling die nodig is voor het realiseren en verbeteren van de prestaties van dit soort energiesystemen. Het eindresultaat van het project is een complete geïntegreerde, robuuste en efficiënte oplossing die aantrekkelijk zou moeten zijn voor de beoogde gebruikers en die gevalideerd en geoptimaliseerd is in een living lab en klaar is voor opschaling in de openbare ruimte.

Partners

- Lead partner: The Green Village (field lab). The Green Village is een fieldlab dat de ontwikkeling van duurzame energieoplossingen ondersteunt en versnelt. Ten behoeve van dit project heeft The Green Village geïnvesteerd in de hardware. Binnen het project gaat The Green Village ervoor zorgen dat de 3 MKB-bedrijven en TU Delft en De Haagse Hogeschool nauw samenwerken aan de integratie van de verschillende elementen van het systeem. Verder zorgt The Green Village ervoor dat het prototype ook echt in werking gesteld mag worden (milieuvergunning). Als proeftuin voor radicale innovaties ten behoeve van de energietransitie stelt The Green Village haar experimentele energie-infrastructuur ter beschikking van het project en zal de bewoners van de The Green Village opleiden tot gebruikers van het lokale energiesysteem.
- TU Delft (kennisinstituut): De TU Delft is verantwoordelijk voor de karakterisering van de prestatie van de elektrolyzer binnen het systeem, ontwikkeling van de aansturing van de elektrolyzer en zij brengt essentiële kennis in met betrekking tot het optimaliseren van de werking van de elektrolyzer bij een systeemintegratie. Daarnaast is de TU Delft verantwoordelijk voor de ontwikkeling, karakterisering en modelering van het geïntegreerde intelligente aansturingssysteem en brengt zij kennis in met betrekking tot het bouwen van aansturingssystemen en het gebruik van AI voor de aansturing van energiesystemen.
- Wintersol (SME): Wintersol is verantwoordelijk voor de operatie van het gehele systeem. Wintersol brengt kennis in met betrekking tot het realiseren van decentrale energiesystemen, heeft kennis met betrekking tot de technische aansluiting tussen de verschillende systeemcomponenten. Wintersol zal tevens ondersteuning bieden binnen het HSE- (health, safety and environment) en vergunningstraject.
- HyET (SME): HyET is verantwoordelijk voor de compressor en de optimale aansturing daarvan. HyET brengt kennis in met betrekking tot waterstofcompressie en -opslag.
- Nedstack (SME): Nedstack is verantwoordelijk voor de brandstofcel. Zij brengen kennis in met betrekking tot het toepassen en optimaliseren van een brandstofcel in het totale systeem.
- Haagse Hogeschool (kennisinstituut): De Haagse Hogeschool (lectoraat Energy in Transition (EiT)) is binnen dit project verantwoordelijk voor de warmteconfiguratie in relatie tot de balans en de andere dragers en de systeemkeuzes daarin. Hieronder vallen warmteopslag en dimensionering in relatie tot piekbelasting. Zij brengt daarbij kennis in met betrekking tot duurzame systeemkeuzes en ervaringen uit aanpalende EiT-onderzoekstrajecten waaronder het project Hydrogen Heating Studies.

Korte omschrijving van de activiteiten

Het SHPLES-project is een belangrijke stap naar de ontwikkeling van een energiesysteem dat een hele wijk het gehele jaar van duurzame energie kan voorzien. Het is dan ook de bedoeling dat na afloop van het project dit type systeem op meerdere locaties in Nederland kan worden ingezet om netproblematiek op te lossen. De activiteiten die we binnen de looptijd van het SHPLES-project willen uitvoeren, zijn gefocust op het optimaliseren van de gehele hardware configuratie van de productie, opslag en gebruik van waterstof, de slimme aansturing, en op basis van de eerste gebruiksgegevens het verder in kaart brengen van de haalbaarheid in relatie tot latere voorziene opschaling.

- WP1: Systeemanalyse en -optimalisatie
- WP2: Ontwikkelen slimme aansturing
- WP3: Onderzoek naar kosten van concept bij opschaling en inzicht in vergunningsaspecten

Resultaat

Een compleet geïntegreerd en gevalideerd lokaal energiesysteem dat aantrekkelijk is voor gebruikers en het elektriciteitsnet ontlast. De ontwikkeling van dit product zal leiden tot:

1. Versnelling van de uitrol van decentrale lokale energiesystemen
2. Vergroting van de kennis over de combinatie van batterij- en waterstofopslag als flexibele energievoorziening voor residentiële toepassing
3. Verbetering van de flexibiliteit en betrouwbaarheid van onze duurzame elektriciteitsvoorziening door batterijopslag optimaal te combineren met waterstofopslag in één systeem
4. Inzicht in en oplossingen voor het wettelijke kader met betrekking tot het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving in samenspraak met de Omgevings Dienst Haaglanden (ODH).

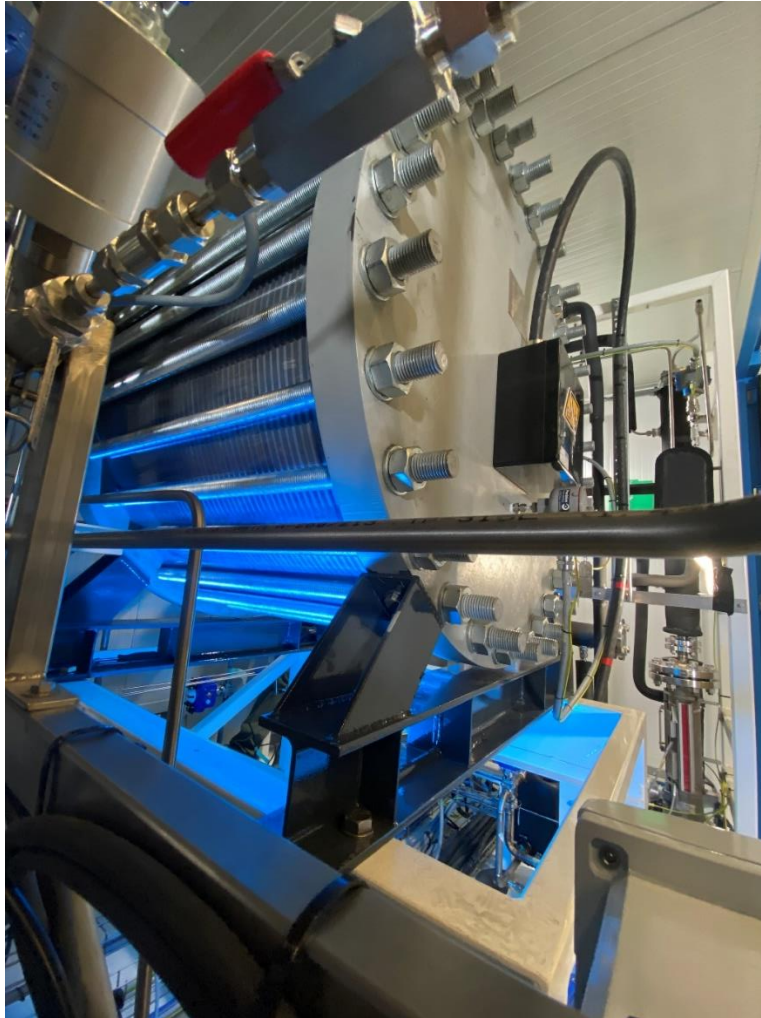
H2-27 Battolyser

Aanleiding

Om de doelstellingen voor de implementatie van hernieuwbare elektriciteitsopwekking en CO₂-reducties in 2030 en 2050 te kunnen halen, zal op een efficiënte manier een keten gerealiseerd moeten worden die opgewekte elektriciteit optimaal benut en voor toeleveringszekerheid kan zorgen. Hiervoor zal de grote variatie van de opwekking van zonne- en windenergie op zowel de korte als lange tijdschalen aangepast moeten worden aan de maatschappelijke vraag. Korte-termijn elektriciteitsopslag en lange-termijnopslag van energie in waterstof zullen beide voor energieproducenten een essentiële factor gaan vormen. Dit om de leveringszekerheid enerzijds en de afzetgarantie anderzijds bij hoge productie te realiseren. De Battolyser technologie biedt korte termijn energieopslag (batterij) en lange termijn energieopslag (via waterstofproductie) in één unit, en kan geheel flexibel de duurzame elektriciteitsopwekking en vraag volgen. Hiermee wordt toename en inpassing van duurzaam opgewekte energie in het systeem mogelijk met minder druk op het elektriciteitsnet, en kan waterstof efficiënter en goedkoper worden geproduceerd voor toepassing in o.a. industrie en mobiliteit.

Doel van het project

Doel van dit project is de ontwikkeling en opschaling van de Battolyser voor commerciële toepassingen. Hiervoor moeten specifieke componenten, elektroden, cel- en stackontwerpen ontwikkeld en getest worden. Battolyser Systems is na de realisatie van een TRL-7 pilot op 15kWh/15kW schaal klaar om op te schalen naar MWh/MW capaciteit. Hiermee wordt de technologie gereed gemaakt voor commerciële toepassingen op industriële schaal. De elektroden, celontwerpen en materiaalgebruik worden geoptimaliseerd om een hogere efficiëntie, gereduceerde kosten, en daarmee lagere waterstofproductiekosten voor de gebruiker te bereiken. Tegelijkertijd moeten de componenten geschikt worden gemaakt voor nauwkeurige grootschalige productie. De onderdelen worden getest in een testopstelling op The Green Village, het “buitenlaboratorium” op de TU Delft Campus, in een omgeving met gesimuleerde grid-interfaces. Deze zal tevens onderdeel worden van het “24/7 Sustainable Energy Project” aldaar, dat als doel heeft een geïntegreerde systeemomgeving voor groene stroomopwek (PV), opslag en conversie naar waterstof, en aangesloten lokale gebruikers en netwerken te realiseren in de gebouwde omgeving.



Battolyser-stack.

Partners

Battolyser Systems en Technische Universiteit Delft

Korte omschrijving van de activiteiten

1. Optimaliseren elektrodes en celontwerpen • Ontwerp verbeterde cellen • Materiaalselecties • Ontwerp verbeterde elektrodes
2. Fabricage geoptimaliseerde cellen in testoplage • Productie nieuwe celcomponenten • Assemblage nieuwe cellen
3. Testen van geoptimaliseerde celontwerpen in gesimuleerde omgeving The Green Village • Testen • Feedback naar ontwerpteam (WP1) • Kennisdeling

Resultaat

Het resultaat van dit project is een geoptimaliseerd ontwerp in combinatie met materiaal- en assemblagekeuzes van de cellen en elektrodes voor de Battolyser unit, waarmee de cellen gereed worden gemaakt voor massaproductie en commerciële toepassing op industriële schaal (TRL-8).

Voor het testen van de geoptimaliseerde celontwerp zal Battolyser Systems een onderzoeksfaciliteit ontwikkelen op The Green Village in Delft. Hiermee verwacht het project ook een bijdrage te kunnen leveren aan de volgende zaken in de technologieontwikkeling van de waterstofketen in Nederland:

- Simulaties van operationele situaties van de Battolyser en ervaring opdoen met operationele veiligheid
- Nieuwe toepassingen en business modellen te testen
- Ervaring opdoen met vergunningen in en rondom de gebouwde omgeving
- Een mogelijkheid voor afstudeerwerk voor studenten elektrotechniek, chemie, werktuigbouwkunde, duurzame energie of vergelijkbaar
- Systemintegratie van de Battolyser technologie met het elektriciteitsnetwerk en PV Solar op The Green Village (mogelijke vervolgfase)
- Systemintegratie met het waterstofnetwerk van The Green Village (mogelijke vervolgfase).