

NEXTGENP2H2

**COST REDUCTION INDUSTRIAL PEM ELECTROLYZERS
CONFIDENTIAL REPORT 2017-2019**

AUTHORS: J. ZONNEVELD; P. TEN HOOPEN; F. VAN BERKEL

SAMENVATTING

Aanleiding

Voor de chemische industrie is elektrificatie (vervanging van fossiele energie door duurzame elektriciteit) één van de belangrijkste opties om de CO₂ emissie significant te verlagen. Naast emissies gerelateerd aan de opwekking van (hoge temperatuur) warmte, moeten ook emissies gerelateerd aan fossiele grondstof worden teruggebracht. Elektriciteit kan zowel voor warmte worden ingezet (P2Heat = power-to-heat) alsook als grondstof (P2X = power-to-x). Voor P2X ligt productie van waterstof door middel van elektrolyse voor de hand. De industrie heeft veel belangstelling voor duurzaam geproduceerde waterstof ter vervanging van de “fossiele” waterstof, en ook voor de productie van grondstoffen (bv methaan) uit deze waterstof. Om deze productie mogelijk te maken, moeten de kosten van de electrolyser echter drastisch worden verlaagd en de technologie flexibel inzetbaar zijn om een wisselend aanbod aan duurzame elektriciteit te kunnen opvangen. Ondanks de uitdagingen, zal de markt voor elektrolyse naar verwachting sterk groeien.

Doel van het project

NextGENP2H2 draagt bij aan de CO₂ besparingsdoelstellingen van de industrie, waarbij elektrificatie een belangrijk middel is om fossiele grondstoffen (Als grondstof voor de petrochemische industrie) te vervangen door hernieuwbare elektriciteit. Het voornaamste doel is de ontwikkeling van kosten efficiënte en robuust presterende electrolyzer systemen voor P2X toepassingen, gevolgd door demonstratie van dergelijke systemen in de energie intensieve industriële productie van brandstoffen en chemicaliën en voor grootschalige energie opslag doeleinden:

- Kosten efficiënte electrolyser system met een CAPEX < 1000 €/kW_e
- Dynamisch bedrijf van een electrolyser systeem (Flexibel regelbereik en snelheid; opstart snelheid)
- Opschaling electrolyser systeem tot hoge capaciteit (> MW_e)
- NL-industry as electrolyser component supplier

De Nederlandse industrie kan op drie manieren profiteren van dit project. Op de eerste plaats draagt de nieuwe technologie potentieel bij aan de CO₂ emissie reductie van de Nederlandse industrie, waarbij de stabilisatie van het elektriciteitsnetwerk een additioneel economisch voordeel biedt. Ten tweede wordt er een nieuwe markt voor toeleveranciers van elektrolyzer componenten, stacks, systemen en P2X systemen gecreëerd, hetgeen prima past bij de aanzienlijke aanwezigheid van high-tech bedrijven binnen Nederland, die als potentiële toeleverancier voor de electrolyser markt kan dienen.

De voornaamste doelstellingen van het project zijn:

- Een geoptimaliseerde 50 kW_e PEMWE stack & systeem
- Een concept design van een 1 MW waterstof productie system. Met de ontwikkeling van dit system zal de Nederlandse technologie aansluiting vinden met de internationale stand der technologie.
- Ontwikkeling van een vervolg demonstratie project met test locatie en bijhorende business case
- Kennis en infrastructuur om levensduur testen uit te voeren aan electrolyser componenten voor Nederlandse bedrijven actief in de technologie of als toeleveranciers.

Resultaten

De voornaamste resultaten binnen het project zijn de volgende:

- Drie meest veelbelovende business cases voor de toepassing van PEMWE elektrolyzers zijn geïdentificeerd:
 - Waterstof tank station voor stadsbussen: De business voor on-site productie van waterstof bij het tankstation is positief bij een waterstof kostprijs van 10 euro/kg
 - Waterstof tank station voor vrachtwagens en bestelbusjes: De business voor on-site productie van waterstof bij het tankstation was eveneens positief bij een waterstof kostprijs van 10 euro/kg
 - Ammonia productie: De on-site productie van ammonia met hernieuwbare elektriciteit was de meest positieve case, waarbij de hernieuwbare elektriciteit prijs de voornaamste bepalende factor is. De introductie van CO₂ belastingen zal de business case positief beïnvloeden.
- Een 50 kW_e test platform is gerealiseerd voor het bedienen van een 50 kW_e PEMWE stack met een waterstof productie van 11 Nm³/uur bij waterstofdrukken tot 30 bar.
- Een tweede generatie EEL500 PEMWE stack (50 kW_e) is ontwikkeld met verbeterde energie efficiëntie en een kosten reductie tot 500 €/kW.
- De prestatie van het 50 kW_e PEMWE systeem is gevalideerd in het stroombereik tot 1000 A en waterstofdrukken tot 25 bar. Stabiel bedrijf van het systeem gedurende 1500 uur onder stationaire condities is aangetoond bij een stacktemperatuur van 60°C en waterstofdrukken van 6-7 barg.
- Een concept design voor een 1 MWe PEMWE systeem is ontwikkeld op basis van een modulaire aanpak (10*100 kW_e stack modules). De resulterende systeem kosten incl. de stack komt in het bereik van 1500-2000 €/ kW_e.
- De verwachte levensduur van de gebruikte MEA's voor de tweede generatie EL500 PEMWE stack is significant langer dan 50,000 uren in een stacktemperatuur bereik van 60-70°C. De levensduur is bepaald door middel van stress test procedures zoals ontwikkeld in het voorgaande project Electre.
- Mogelijk vervolprojecten plus test locaties waarin het huidige system kan worden gebruikt zijn geïdentificeerd.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	3
1. Gegevens Project	6
2. Penvoerder en Partners	7
3. Achtergrond en doelstelling van het project	7
3.1 Achtergrond	7
3.2 Project doelstellingen.....	8
4. Werkwijze en resultaten	9
4.1 Werkwijze.....	9
4.2 Results	10
WP1: Business case	10
WP2: Constructie test unit	11
WP3: 50 kW stack development	12
WP4: 50 kW system testen	13
WP5: Next generation Electrolyzer	14
WP6: Management and dissemination.....	15
4.3 Knelpunten.....	15
5. Vervolgprojecten.....	16
6. Bijdrage aan de doelstelling van de regeling.....	16
7. Disseminatie.....	16

1. GEGEVENS PROJECT

Project nummer	TEEI117003
Project titel	Kostenreductie industriële PEM Elektrolyzers (NEXTGENP2H2)
Projectleider	ECN part of TNO
Projectpartners	Hydron Energy B.V. Frames
Projectduur	1 November 2017 – 31 October 2019
Publicatie datum	13-12-2019

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale Regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst van Ondernemend Nederland.

Contactpersonen:

ECN.TNO	Frans van Berkel frans.vanberkel@tno.nl
Hydron Energy	Paul ten Hoopen paul.tenhoopen@hydron-energy.com
Frames	Jordi Zonneveld j.zonneveld@frames-group.com

2. PENVOERDER EN PARTNERS

Naam	Type	Rol in project
ECNpoTNO	Kennisinstelling	ECNpoTNO verzorgt de inrichting van de test-site voor het 50 kW _e test platform en voert de testen daarop uit. Daarnaast brengt ECNpoTNO kennis/kunde en infrastructuur in op het vlak van testen van PEMWE component ten behoeve van de ontwikkeling van kosten efficiënte en robuust presterende PEMWE componenten. Tevens wordt ondersteuning gegeven aan de business case voor de volgende generatie PEMWE systemen. ECNpoTNO is de penvoerder van dit project.
Hydron Energy	MKB	Hydron Energy verzorgt de optimalisatie van de 50 kW _e stack ten aanzien van prestatie en kosten en het concept design voor de 1 MW stack. Daarnaast ondersteunt Hydron Energy de evaluatie van de business case.
Frames	Grootbedrijf	Frames verzorgt de optimalisatie, constructie en commissioning van het 50 kW _e test platform dat geplaatst gaat worden bij ECNpoTNO. Daarnaast zal Frames een opgeschaald 1 MW design van de volgende generatie PEMWE systemen ontwerpen en bijdragen aan de business case.

3. ACHTERGROND EN DOELSTELLING VAN HET PROJECT

3.1 ACHTERGROND

Voor de chemische industrie, de elektrificatie van de procesvoering (vervanging van fossiele energie bronnen naar hernieuwbare elektriciteit) is een belangrijke optie om CO₂ emissies te verlagen. Emissie reductie betreft niet alleen de generatie van (hoge temperatuur) warmte maar ook de emissie gerelateerd aan het gebruik van fossiele bronnen als grondstof. Hernieuwbare elektriciteit kan worden gebruikt voor zowel warmtegeneratie (P2Heat) als wel als grondstof (P2X). Voor P2X, de productie van waterstof door middel van elektrolyse is een voor de hand liggende keuze aangezien het een alternatief biedt voor huidige energie-intensieve processen, zoals reforming-processen. De chemische industrie is steeds meer geïnteresseerd in hernieuwbare waterstof ter vervanging van de “fossiele” waterstof. Er is grote interesse voor de productie van tussenproducten, zoals methaan, methanol, op basis van hernieuwbare waterstof. Echter om te komen tot hernieuwbare waterstof productie op grote industriële schaal zullen de elektrolyzers opgeschaald moeten worden, een kostenverlaging tot stand gebracht moeten worden, en de electrolyser techniek zal nog flexibeler gemaakt moeten worden om het intermitterend gedrag van hernieuwbare elektriciteit aan te kunnen. Ondanks de uitdagingen om dit te bereiken verwacht men een grote markt voor electrolyzers.

Het huidige project is gerelateerd aan twee vorige projecten: FlexP2G and Electre. In het FlexP2G project de partners Hydron Energy en Frames hebben grote stappen gemaakt in de design en constructie van een 50 kW stack en systeem. Binnen het **NEXTGENP2H2** project zal dit systeem

verbeterd worden en uitvoerig beproefd worden. Vervolgens zal er een concept design voor een opgeschaalde electrolyzer worden gemaakt. De verkregen kennis en test infrastructuur binnen het Electre project zal worden ingezet binnen het **NEXTGENP2H** project om de Hydron stack verder te verbeteren.

3.2 PROJECT DOELSTELLINGEN

Het **NextGenP2H2** project draagt bij aan de CO₂ emissie besparingsdoelstellingen van de industrie, middels vervanging van fossiele grondstoffen door hernieuwbare elektriciteit. Het voornaamste doel is om kosten efficiënte robuust presterende elektrolyse systemen voor P2X toepassingen te ontwikkelen, uiteindelijk strevend naar een demonstratie in een energie-intensieve industriële brandstof en chemicaliën productie omgeving en/of grote schaal energieopslag omgeving:

- Kosten efficiënte elektrolyse system met een CAPEX target < 1000 €/kWe
- Flexibiliteit in bedrijf van het elektrolyse system (turn-down ratio, reactie tijd, opstart tijd)
- Opschaling naar hoge capaciteit (> MWe) elektrolyse systeem
- NL-industrie als leverancier van elektrolyse systeem componenten

De Nederlandse industrie heeft op drie manieren voordeel van dit project. Op de allereerste plaats zal de ontwikkelde electrolyser technologie potentieel bijdragen aan een significante CO₂ emissie reductie van de Nederlandse industrie, waarbij de resulterende stabilisatie van het elektriciteit netwerk een bijkomend economisch voordeel biedt. Op de tweede plaats wordt er een nieuwe markt voor leveranciers/producenten van elektrolyse stacks en P2X systemen gecreëerd. Daarnaast wordt de mogelijkheid gecreëerd voor Nederlandse high tech bedrijven om toeleverancier te worden voor de elektrolyse industrie.

De voornaamste deliverables in het **NextGenP2H2** project zijn de volgende:

- Een geoptimaliseerd 50 kW_e PEMWE stack & systeem
- Een conceptual design voor een 1 MW waterstof productie system. De ontwikkeling van dit systeem helpt in de aansluiting van Nederlandse technologie met de internationale stand der technologie.
- Ontwikkeling van een demonstratie project omvattende test site selectie en business case.
- Kennis en infrastructuur om levensduur testen van electrolyzer component uit te voeren komt beschikbaar voor Nederlandse bedrijven.

4. WERKWIJZE EN RESULTATEN

4.1 WERKWIJZE

Het project is onderverdeeld in 6 werkpakketten. Een overzicht van de individuele werkpakketten met bijhorende doelstelling en resultaatverwachting worden getoond in tabel 1.

Table 1: Werkpakketten overzicht

WP	Korte beschrijving	Doel	Resultaten
1	Business case	Inzicht in de impact van een 1 MW elektrolyse system op de P2X case: <ul style="list-style-type: none"> - Business case endgebruikers - Markt analyse - Concurrentie analyse - Spreadsheet model TCO &ROI - Marketing & sales strategie 	Rapport over de business-case voor de eindgebruiker omvattende markt, concurrentie analyse en TCO en ROI
2	Constructie test unit	Een veilig en flexibel testplatform voor kleine tot middel grote PEM electrolyser stacks.	Realisatie van een 50 kW electrolyser test platform dat voldoet aan zowel bedrijfs- als wel veiligheidseisen
3	50kW stack ontwikkeling	50 kW PEMWE stack omvattende: <ul style="list-style-type: none"> - Geoptimaliseerde MEA ontwerp - Geoptimaliseerde cel ontwerp - Geoptimaliseerde stack ontwerp - Reproduceerbaar fabricage proces 	Realisatie van een 50 kW stack met verbeterde waterstof productie efficiëntie
4	50kW system testen	Demonstratie van de 50 kW systeem prestatie: <ul style="list-style-type: none"> - Base-line gedrag voor de electrolyser onder steady-state vol-last - Karakterisering van de prestatie onder dynamische vermogens patronen - Levensduur test >1000 uren 	Test rapport omvattende gedrag in steady-state full load, Prestatie in dynamische mode en een totale testduur > 1800 uren
5	Next Generation electrolyzer	Ontwerp van een volgende generatie PEMWE stack and systeem: <ul style="list-style-type: none"> - Ontwerp concept PEMWE stack voor MW scale waterstof generator - Versnelde stress testing op lab-schaal cellen voor het vaststellen van de impact van dynamisch bedrijf op levensduur. - Definitie van robust presterende kosten en energie efficiënte cel samenstelling 	Rapporten betreffende de volgende generatie PEMWE: <ul style="list-style-type: none"> - PEMWE stack 1 MW - PEMWE systeem 1MW - Next generation cel samenstelling - Versnelde stress teste naan geoptimaliseede MEA's
6	Mgmt. & disseminatie	Management + Disseminatie project <ul style="list-style-type: none"> - Resultaat gedreven uitvoering van het project - Effectieve interne en externe communicatie 	<ul style="list-style-type: none"> - Mid-term rapport - Finale rapport - Symposium opening van 50 kW PEMWE systeem

4.2 RESULTS

WP1: BUSINESS CASE

Doel:

- Dit werkpakket heeft als doel inzicht te geven in de business case voor P2X technologieën voor een eventueel vervolgproject. De voornaamste onderzoeksvraag is op welke wijze een 1 MW waterstof productie systeem bijdraagt aan de business case van de eind-gebruiker.

Resultaten:

- Een rapport beschrijvende de business case voor de eindgebruikers, zoals opgesteld in samenwerking met de Erasmus Universiteit. Het rapport identificeert lokale P2Ammonia-case en waterstoftankstations voor bussen, bestelbussen en trucks als voornaamste instap bedrijfscasus.

Resultaatbeschrijving:

De meest veelbelovende drie business cases zijn geselecteerd uit een lijst van mogelijke business voor toepassing van PEMWE systemen op basis van de volgende criteria:

- Waarde: Economisch en ideologisch
- Levensvatbaarheid: Interne en externe barrières en bedrijfskosten
- Markt volume
- Weerbaarheid: Competitie op de markt en alternatieve opties

De drie geselecteerde business cases met de hoogste ranking op basis van bovengenoemde criteria zijn de volgende:

- Waterstof tank station voor stadsbussen: De business voor on-site productie van waterstof bij het tankstation was al positief bij een waterstof kostprijs van 10 euro/kg
- Waterstof tank station voor vrachtwagens en bestelbusjes: De business voor on-site productie van waterstof bij het tankstation was eveneens positief bij een waterstof kostprijs van 10 euro/kg
- Ammonia productie: De on-site productie van ammonia met hernieuwbare elektriciteit was de meest positieve case, waarbij de hernieuwbare elektriciteit prijs de voornaamste bepalende factor is. De introductie van CO₂ belastingen zal de business case positief beïnvloeden.

Om bovenstaande business cases te realiseren zullen de volgende acties ondernomen moeten worden:

- Verdere verlaging van de kosten van een elektrolyser systeem om deze aantrekkelijk te maken in vergelijking met stoom methaan reforming processen.
- Overtuig de eindgebruikers van de levensvatbaarheid van de business case: De levensvatbaarheid van de business zal aangetoond moeten worden middels simulatie voor verschillende scenario's.
- Samenwerking met installatiebedrijven voor waterstof tank stations: Het creëren van een netwerk van partners om zodoende de business case opbrengst zeker te stellen.
- Onderzoek naar potentieel van groen labelen of certificeren van kunstmest stoffen: Het creëren van de mogelijkheid tot hogere ammoniak prijzen door het groene karakter van de lokaal geproduceerde ammoniak te belonen.
- Het overtuigen van de beleidsmakers van het potentieel van groene waterstof: Demonstratie van de voordelen van groen waterstof aan beleidsmakers.

Doel:

- De optimalisatie en constructie van een robuust en veilig 50kW PEMWE test platform.

Resultaten:

- Optimalisatie van een 50 kW test platform, zoals eerder geconstrueerd in het project FLEXP2G
- Factory Acceptance test (FAT) van de 50 kW test platform bij Frames
- User Acceptance Test (UAT) op locatie ECNpoTNO, Petten
- Volledig bedrijfsklaar 50 kW PEMWE test platform

Resultaatbeschrijving:

Binnen dit werkpakket is de optimalisatie en constructie van een robuust en veilig werkend 50 kW_e PEMWE test platform gerealiseerd. De 50 kW Balance of Plant is aanzienlijk verbeterd ten opzichte van de FLEXP2G versie. De functionaliteit van de aangebrachte verbetering zijn aangetoond gedurende het totaal van meer dan 2000 uur testen, zoals uitgevoerd in WP4. Figuur 1 toont het 50 kW_e systeem na plaatsing bij de test site bij ECNpoTNO. Het systeem is daar geïmplementeerd met de aanwezige infrastructuur voor off-gas, elektriciteit toevoer en ultra-puur water toevoer. Ondanks de verbeteringen kon het systeem, zoals ervaren tijdens de testen uitgevoerd in WP4, niet bedreven worden bij waterstofdrukken hoger dan 15 bar voor langere duur. De reden voor dit euvel is geïdentificeerd en kan relatief makkelijk verholpen worden voor toekomstig gebruik van het systeem. In het algemeen is er in dit werkpakket veel kennis opgedaan om te komen tot uiteindelijk commerciële inzet van deze systemen.



Figuur 1. De container met de 50 kW BoP system, zoals geplaatst bij ECNpoTNO in Petten. De interface met de ultra puur watertoevoer, elektrische bekabeling en afgasbuizen met de ECN poTNO site is zichtbaar.

Doel:

- Een kosten en energie efficiënt robuust presterende 50 kW_e PEMWE stack platform

Resultaten:

- Optimalisatie van de Membraan Electrode assemble (MEA), cel en stack ontwerp met verbeterde prestatie en betrouwbaarheid
- Constructie van het 50 kW stack platform gebaseerd op de ontwerp verbeteringen
- In-huis validatie van het 50 kW stack platform bij Hydron Energy

Resultaat beschrijving:

Het doel van dit werkpakket is de optimalisatie en demonstratie van een kosten efficiënt en robuust presterende 50 kW_e PEMWE stack platform. Uitgangspunt voor de optimalisatie was de 50 kW_e stack zoals ontwikkeld in het FLEXP2G project (EL500GEN1). Een toename in energy efficiëntie werd verkregen door verbetering van de membraan electrode assembly (AEM) resulterend in een cel voltage bij 2 A/cm² van 2100 naar 1920 mV. Daarnaast is een kosten reductie gerealiseerd voor de stack naar 500 €/kW. De efficiëntie verbetering op het enkel-cel MEA niveau kon direct vertaald worden naar het stack niveau, waar dezelfde energie efficiëntie verbeteringslag werd gedemonstreerd. Het gerealiseerde 50 kW_e stack platform (EL500GEN2), zie figuur 2, is bij Hydron gevalideerd bij waterstofdrukken van 35 bar en input vermogen van 30 kW_e. De energie efficiëntie zoals gemeten gedurende deze test is tussen 75-90% in de stroomsterkte range van 24-1000 Ampere. Na deze validatie test is de stack in het 50 kW_e test platform te Petten geplaatst.



Figuur 2: EL500 30 cells stack, zoals geconstrueerd in NEXTGENP2H2 met een actief oppervlak vanaf ~500 cm²

Doel:

- Evaluatie van de prestatie van het 50 kW PEMWE systeem

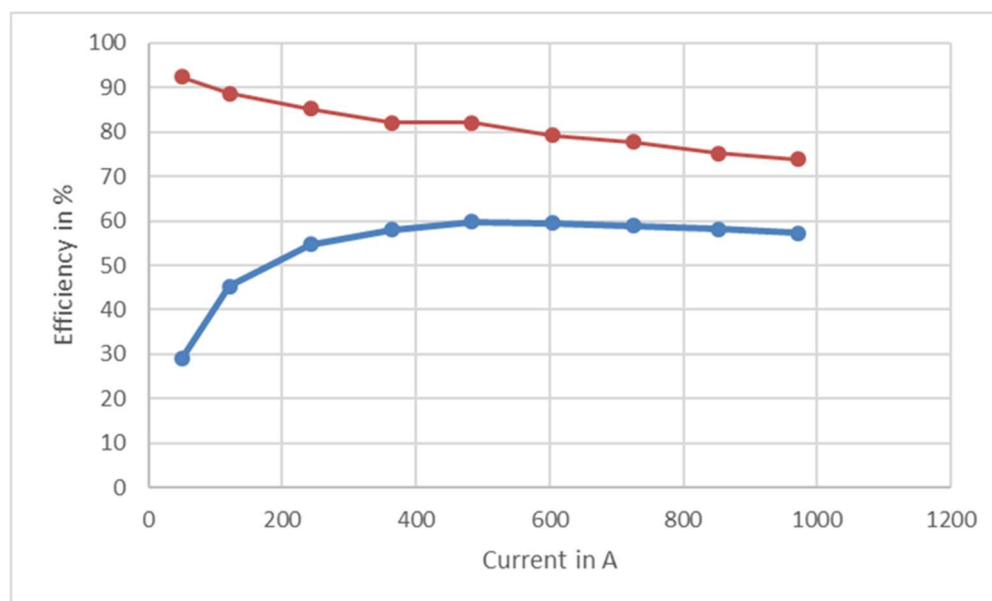
Resultaten:

- Infrastructuur en bijhorende vergunningen voor het plaatsen van het 50 kW systeem op het ECNpoTNO terrein.
- Validatie van het 50 kW test platform middels 3-cel short-stack testing
- 50 kW stack installatie in 50 kW test unit
- Stationaire test van 50 kW PEMWE systeem bij half en vol vermogen > 1500 hours
- Test van het 50 kW PEMWE systeem onder dynamische condities omvattende koude opstart

Resultaat beschrijving:

In dit werkpakket zijn twee testen uitgevoerd. Op de eerste plaats een inbedrijfstelling van de 50 kW_e test platform door een 3-cel short stack te testen. De test is uitgevoerd gedurende een periode van 4 weken, waarin het systeem is beproefd op 25 bar waterstofdruk en stroomsterkte tot 1000 A. Tevens is er gekeken hoe het systeem zich houdt onder dynamische stroom cycli, waarbij na 15 cycli bij een waterstofdruk van 17 bar er geen prestatie verlies werd waargenomen. De inbedrijfstelling procedure heeft geleid tot verdere optimalisatie van het 50 kW_e test platform. Hierna is de feitelijke 50 kW_e stack platform ingebouwd. Deze is succesvol bedreven, waarbij de volgende testen zijn uitgevoerd:

- Lange duur test onder steady-state condities gedurende 1500 bedrijfsuren. Gedurende deze looptijd werden er geen significante prestatieverliezen geconstateerd.
- Koude opstart: Er zijn verschillende koude opstarten gemaakt waarbij de beoogde stroomsterkte direct wordt gehaald, maar het stack voltage meer tijd (3 uur) behoeft om te stabiliseren, vanwege het oplopen van de stack temperatuur.
- Efficiëntie van de stack en systeem overall: Zie figuur 3 voor de efficiëntie van de stack en het systeem bij een bedrijfstemperatuur van 60°C. De verkregen efficiëntie is in lijn met literatuur data.



Figuur 3. Efficiëntie (HHV) van H₂ productie in % op systeem en stack niveau.

Doel:

- Conceptueel ontwerp van de volgende generatie PEMWE stack en systeem voor MW-scale waterstof productie
- Versnelde stress testen aan lab-schaal testen met samenstelling zoals gebruikt in in 50 kW stack
- Definitie van robuust presterende kosten en energie efficiënte cel samenstelling

Resultaten:

- Formulering van de volgende generatie 1 MW PEMWE stack
- Formulering van de volgende generatie 1 MW PEMWE systeem
- Formulering van de volgende generatie kosten efficiënte MEA samenstelling
- Rapportage van de versnelde stress test uitgevoerd aan geoptimaliseerde MEA's

Resultaat beschrijving:

In dit werkpakket is er gewerkt aan de ontwikkeling van de volgende generatie 1 MW_e PEMWE systeem. Op stack niveau worden er twee mogelijke opties gegeven voor de 1 MW_e stack configuratie, namelijk een 10 x 60 cel EL500GEN2 stacks met een vermogen van 100 kW_e elk, of een enkele stack bestaande uit 50 cellen met een actief electrode oppervlak van 5000 cm². In de huidige ontwikkelingsstatus van PEMWE gaat de voorkeur uit naar de modulaire configuratie gezien de beschikbaarheid van materialen/componenten, het gemak van vervangen van een module en als laatste het ontbreken van een volwassen waterstof markt voor PEM elektrolyzers. Op het moment dat de markt voor PEMWE systemen wel gaat groeien is het zeer waarschijnlijk gunstiger om te gaan naar grote electrode oppervlakken en daarmee hogere vermogen capaciteit PEMWE systemen. Tevens zal een meer volwassen elektrolyser component supply chain de stap naar grotere actieve oppervlakken vergemakkelijken. Naast de 1 MW_e stack configuratie is er een concept 1 MW_e PEMWE systeem ontwikkeld op basis van de hiervoor genoemde modulaire aanpak (10 x 100 kW stack eenheden). De toename in vermogen capaciteit van de 50 kW_e-systeem, zoals ontwikkeld in dit project, naar een 1 MW_e systeem resulteert in een significante reductie in systeem kosten van 9000 €/kW naar 1500-2000 €/kW.

Een andere doelstelling binnen dit werkpakket is het bepalen van het lange duur gedrag van membraan-electrode assembly's (MEA). Twee type MEA's zijn er getest. Een van de twee typen vertoonde een significante verbetering in efficiëntie voor waterstofproductie en op basis van de accelerated stress testen bepaalde levensduur > 50,000 uren bij een bedrijfstemperatuur in de range van 60-70°C. Dit type MEA is gebruikt in de EL500GEN2 stacks in dit project.

Doel:

- Dagelijks projectvoortgangsbewaking, rapportage en controle van project financiën
- Disseminatie van de project resultaten

Resultaten:

- Mid-term report
- Final report: Vertrouwelijk en openbaar
- Symposium “Opening All-Dutch 50 kW PEMWE system” for envisaged industrial, governmental and academic stakeholders

Result description:

Het NEXTGENP2H2 project werd gecoördineerd door ECNpoTNO. Regelmatig terugkerende project voortgangvergaderingen zijn georganiseerd om de voortgang te monitoren, resultaten te bespreken en vervolgstappen te definiëren. Additionele vergaderingen zijn georganiseerd in WP1 met de Erasmus Universiteit om te komen tot de business case definities en selecties, in WP2 en WP4 tussen de project partners om afstemming te bereiken over de aanpassingen van het 50 kW_e systeem.

In het laatste kwartaal van het project was er een symposium georganiseerd rondom de “Opening All-Dutch 50 kW PEMWE system”, waar 50 industriële, overheid en academische stakeholders aanwezig waren.

4.3 KNELPUNTEN

Hieronder volgt een korte lijst met knelpunten, die zich hebben voorgedaan in het project. Het moet benadrukt worden dat ondanks deze knelpunten de belangrijkste doelstellingen in het project zijn behaald.

1/ Na de interne inbedrijfstelling bij Frames van het 50 kW_e test platform en plaatsing bij ECNpoTNO in Petten, behoefde het een langere tijd dan voorzien om de installatie te laten voldoen aan de veiligheidseisen van ECNpoTNO. Intense samenwerking tussen Frames en ECNpoTNO heeft geleid tot het wegwerken van deze knelpunten.

2/ Het testen van de stack onder dynamische belasting door middel van stroom cycles kon niet uitgevoerd worden in dit project vanwege technische problemen in de laatste twee weken van het project. Gelukkig zijn de testen onder dynamische belasting wel uitgevoerd met de 3-cel stack.

5. VERVOLGPROJECTEN

Er wordt op het moment van schrijven bekeken of het 50 kW_e PEMWE systeem gebruikt kan worden in Power-2-X gerelateerd projecten, waar het electrolyser systeem gekoppeld wordt aan een catalytische reactor voor de conversie van CO₂ naar DiMethylEther (DME).

Binnen het kader van het HydroHub project wordt er gekeken naar de inzet van een Hydron Energy MW_e stack platform en een Frames MW_e test platform tesamen met ECNpoTNO.

Hydron Energy is bezig op het moment van schrijven met het opzetten van een consortium, omvattende verschillende stakeholders in de supply chain, voor de ontwikkeling, fabricage en demonstratie van een kant-en-klaar electrolyser gebaseerd op de EL500GEN2.2 stack platform.

6. BIJDRAGE AAN DE DOELSTELLING VAN DE REGELING

Het doel van de Programmalijn Waterstof is: “het ondersteunen van onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten die bijdragen aan het realiseren van kostenreductie voor de inzet van waterstof als energiedrager in verschillende toepassingen (industrie, mobiliteit, energiesector en gebouwde omgeving) in 2030 door het verlagen van de investeringskosten en operationele kosten van bestaande en nieuwe technologie en systemen voor productie, transport, opslag en toepassing”. Het NextGenP2H2 project heeft een concrete bijdrage geleverd aan de hierboven beschreven doelstelling. Er is veel kennis en kunde ontwikkeld betreffende het opzetten van een 50 kW_e stack en test platform en het bedienen van zo'n systeem. Daarnaast is er een uitrol richting opschaling tot 1 MW_e PEMWE systemen gerealiseerd. Hiermee is de kennispositie voor Nederland op dit gebied sterk uitgebreid, hetgeen een goed uitgangspunt verschaft om de supply chain voor component toeleveranties nog beter vorm te geven in de nabije toekomst. De ontwikkeling van electrolyser MEA's, verbetering van de celconfiguratie en stack configuratie heeft bijgedragen aan aanzienlijke kostenreductie voor het stackplatform. De studie naar opschaling van het 50 kW_e systeem tot 1MW_e schaal heeft eveneens een aanzienlijke kostenreductie met minstens een factor 6 laten zien. Op basis van de verkregen inzichten op het gebied van de opschaling en de ervaringen opgedaan met het bedienen van het systeem is het de verwachting dat verdere verbeteringen aan het systeem kunnen worden uitgevoerd leidend tot verdere kostenreducties.

7. DISSEMINATIE

Gedurende de duur van het project zijn verkregen resultaten en ervaringen gedeeld op verschillende gelegenheden:

- Mondelinge presentatie bij de ECCM, June 2018, Den Haag, Netherland: “Lowering the time-to-market of PEMWE”; F.P.F. van Berkel, Sander ten Hoopen and Arend de Groot
- Poster presentatie bij de International Conference on Electrolysis, June 2019, Loen, Norway: “PEMWE developments at ECN part of TNO”; Frans van Berkel et al.

Exposure gedurende verschillende conferenties, beurzen en belangen organisatie evenementen:

- 17-Sept-2019, Agro-PPP, bijeenkomst voor veehouders
- 8-Okt-2019, Offshore Energy, Nieuwe energie technologieën bedoeld specifiek voor het Midden Oosten

- 9-Okt-2019, Vakbeurs Energie, FME Energy Storage, hydrogen as energy carrier/storage
- 19-Nov-2019, Event OmgevingsDienst Midden-Holland (ODMH), driving on hydrogen

De volgende publikaties zijn verschenen naar aanleiding van het NextGenP2H2-project:

- Interview BNR, podcast Augustus 2019: <https://www.bnr.nl/podcast/techniektour/10387889/de-techniek-achter-waterstof>
- Noord-Hollands Dagblad, 13-Sept-2019
- Leidsch Dagblad, 13-Sept-2019
- Persoonlijke als wel bedrijfsgerelateerde LinkedIn feeds en social media