

Sinnewetterstof

Een schat aan ervaring

GroenLeven **alliantie**

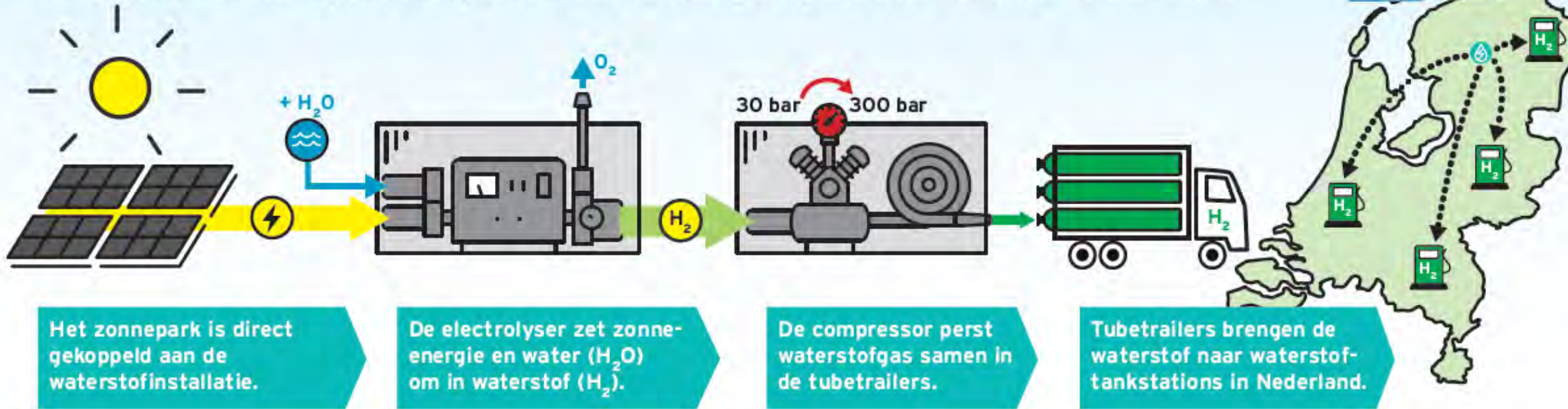






Hier zetten we zonne-energie om in waterstof

Een duurzame oplossing voor het energiesysteem van de toekomst



Het zonnepark is direct gekoppeld aan de waterstofinstallatie.

De electrolyser zet zonne-energie en water (H_2O) om in waterstof (H_2).

De compressor perst waterstofgas samen in de tubetrailers.

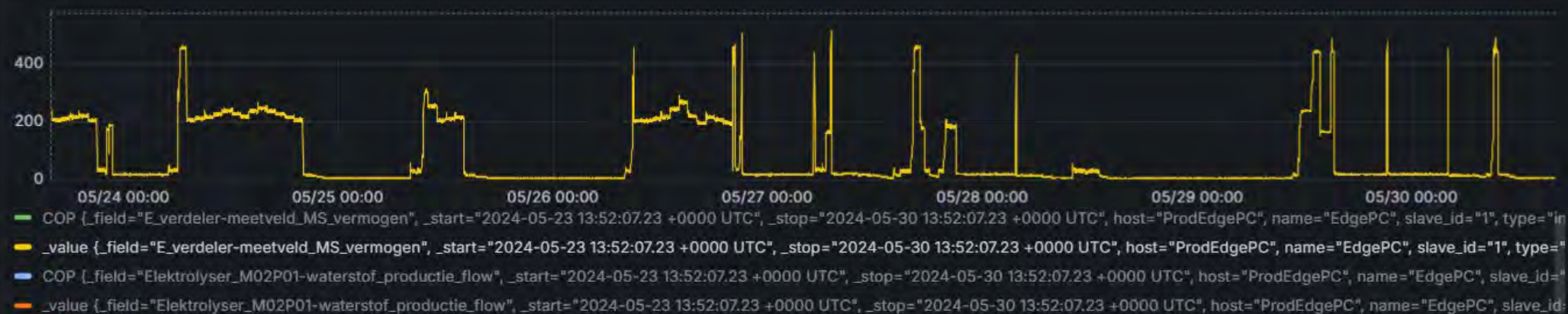
Tubetrailers brengen de waterstof naar waterstof-tankstations in Nederland.



Systemstatus Value + Inter [,01 - ,99] 1s



Average per hour

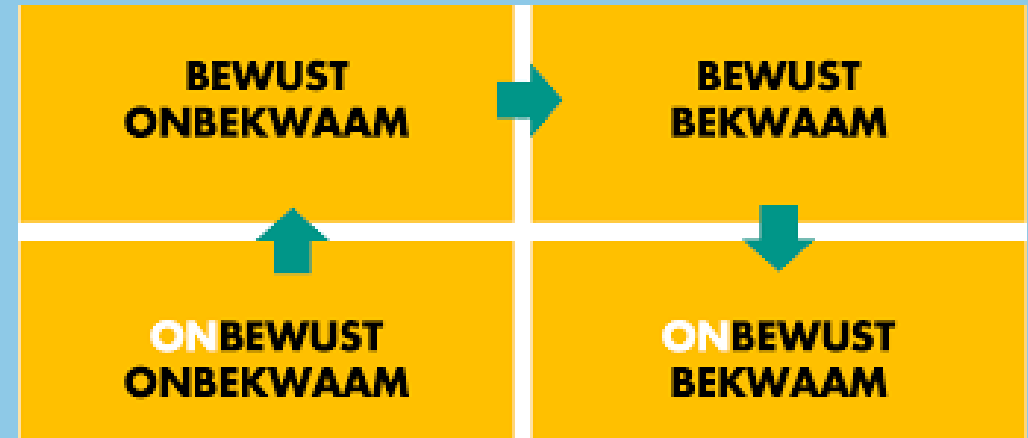


Average per Minute



Vergunning
Ontwerp
Realisatie
Operatie

Veiligheid
Certificering
PPA's
ADR



Doorleren



Dank voor uw aandacht

- > www.sinnewetterstof.nl
- > joep@groenleven.nl



- H₂ in steenbakoven
- XiNTC ontwikkelingen

XiNTC
ELECTROLYSERS

Thorsten Holtmüller

Business Development Manager

T +31 (0)6 22 84 00 23

E tho@xintc.global



Aanleiding & Doel

XiNTC
ELECTROLYSERS

 **Zilverschoon Randwijk**
Steenbakkerij

 **STONE[®]
CYCLING**

- › Steenfabriek Zilverschoon; wil verduurzamen en CO₂ neutraal stenen fabriceren.
- › Stonecycling wil de duurzaam gebakken steen beoordelen op kwaliteit.
- › XiNTC wil hun electrolyser-systeem in een (veel eisende) industriële setting testen.

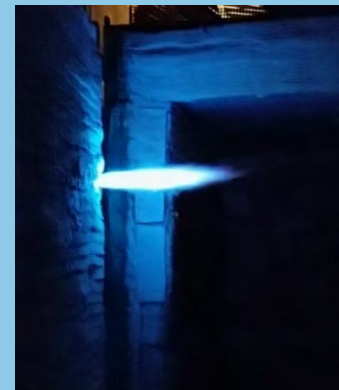
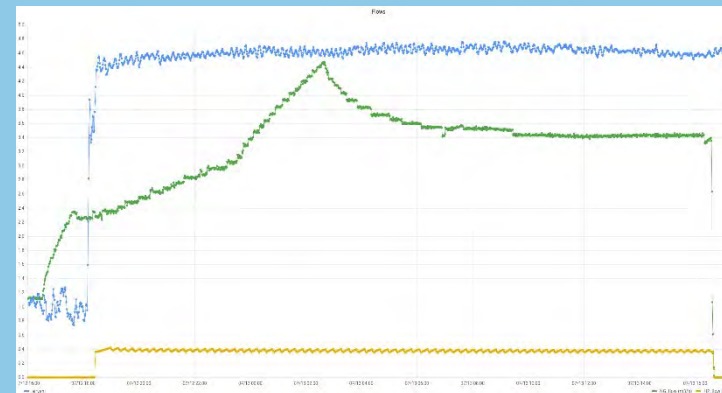


Aanpak

- › Bakoven geschikt maken voor toepassing stoken op waterstof; 10-20-30%vol.
- › Elektrolyse systeem bouwen welke geschikt is voor het produceren van het benodigde volume H₂ en autonoom kan meedraaien met de vraag.
- › Uitvoeren van diverse stook-curves met verschillende steen-recepturen.

Resultaten

- › Steenfabriek Zilver schoon heeft aangetoond dat (groene) waterstof als brandstof een goede mogelijkheid is voor het CO₂ neutraal fabriceren van stenen.
- › Zelfde kwaliteit van stenen op <30%vol toevoeging van waterstof.
- › XINTC's electrolyser-systeem heeft zich bewezen om autonoom te functioneren in een industriële setting.
- › Het stookprofiel wordt gevolgd door de electrolyser (vraaggestuurd).



Vervolg

- › Steenfabriek Zilver schoon gaat met (grijze) waterstof-clusters het traject vervolgen om >30%vol H₂ als brandstof te beproeven op de oven.
- › Stonecycling zal zich verder richten op marktperspectieven.
- › XINTC bouwt aan een nieuw project.



PCM Power & Control Module

PCM

Power Electronics
System Control

GPM Gas Production Module

GPM

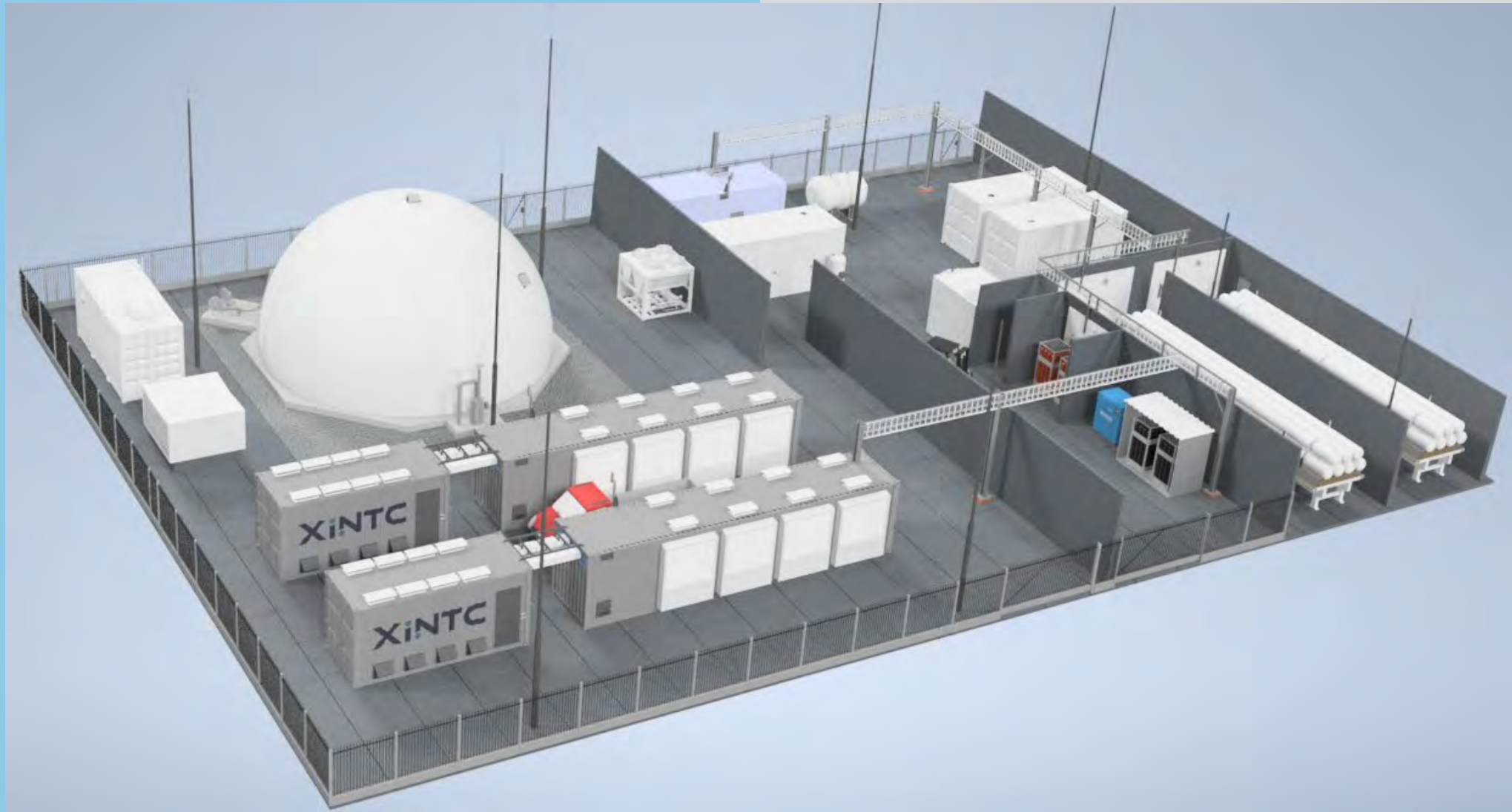
Water Treatment System
Electrolyte Unit
Multi-core gas modules



CPM Compression & Purification Module

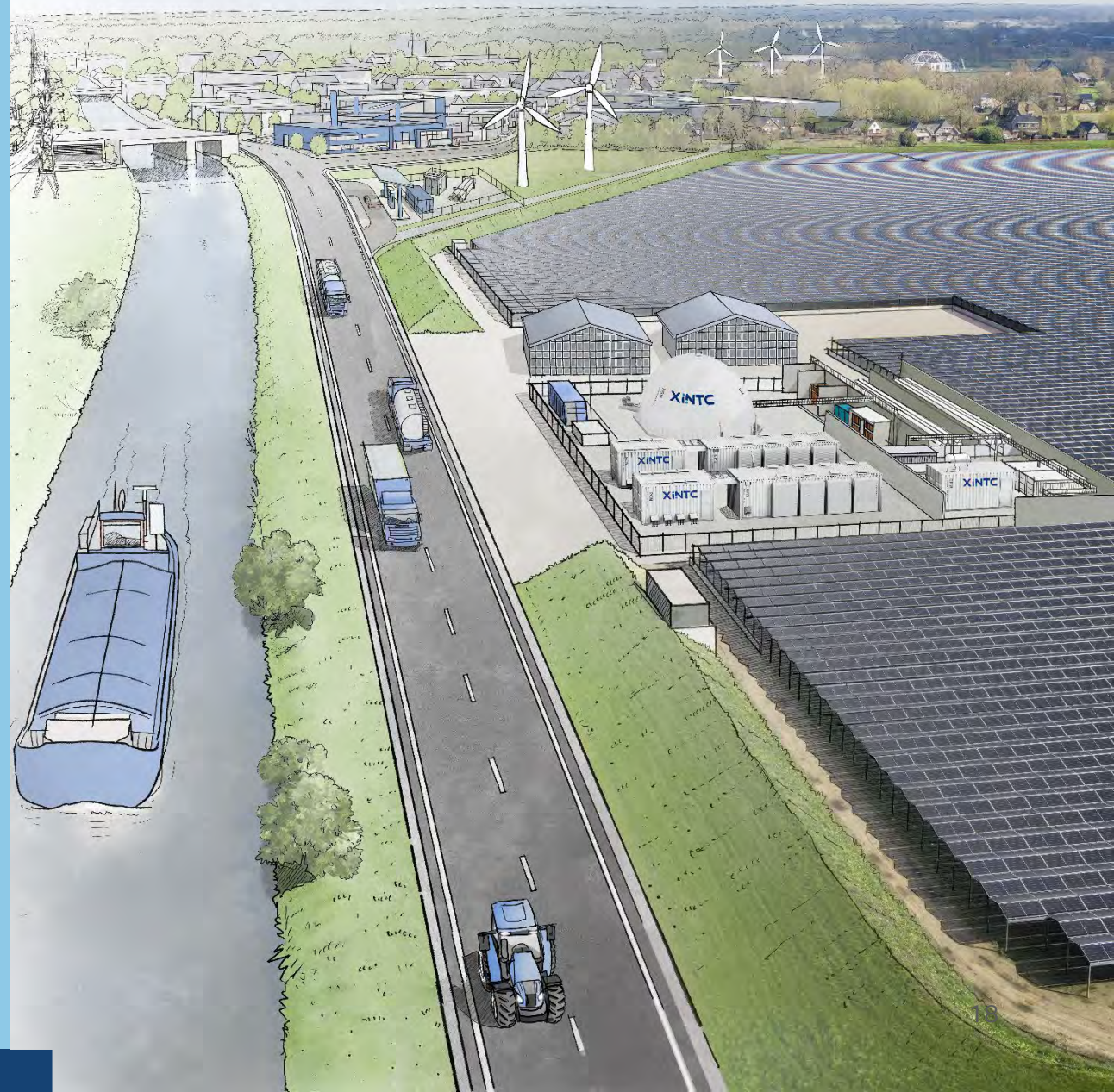
CPM
Pré-compression
Oxygen removal
Gas drying





H₂plein operationeel medio september!

- › www.XINTC.global
- › info@XINTC.global
- › +31(0)85 070 2548



Electrolyser Innovation MW-test Centre

Project: Advanced Process Control

Public summary project: [Advanced Process Control Hydrohub - Topsector Energie](#)

Unique R&D Facility



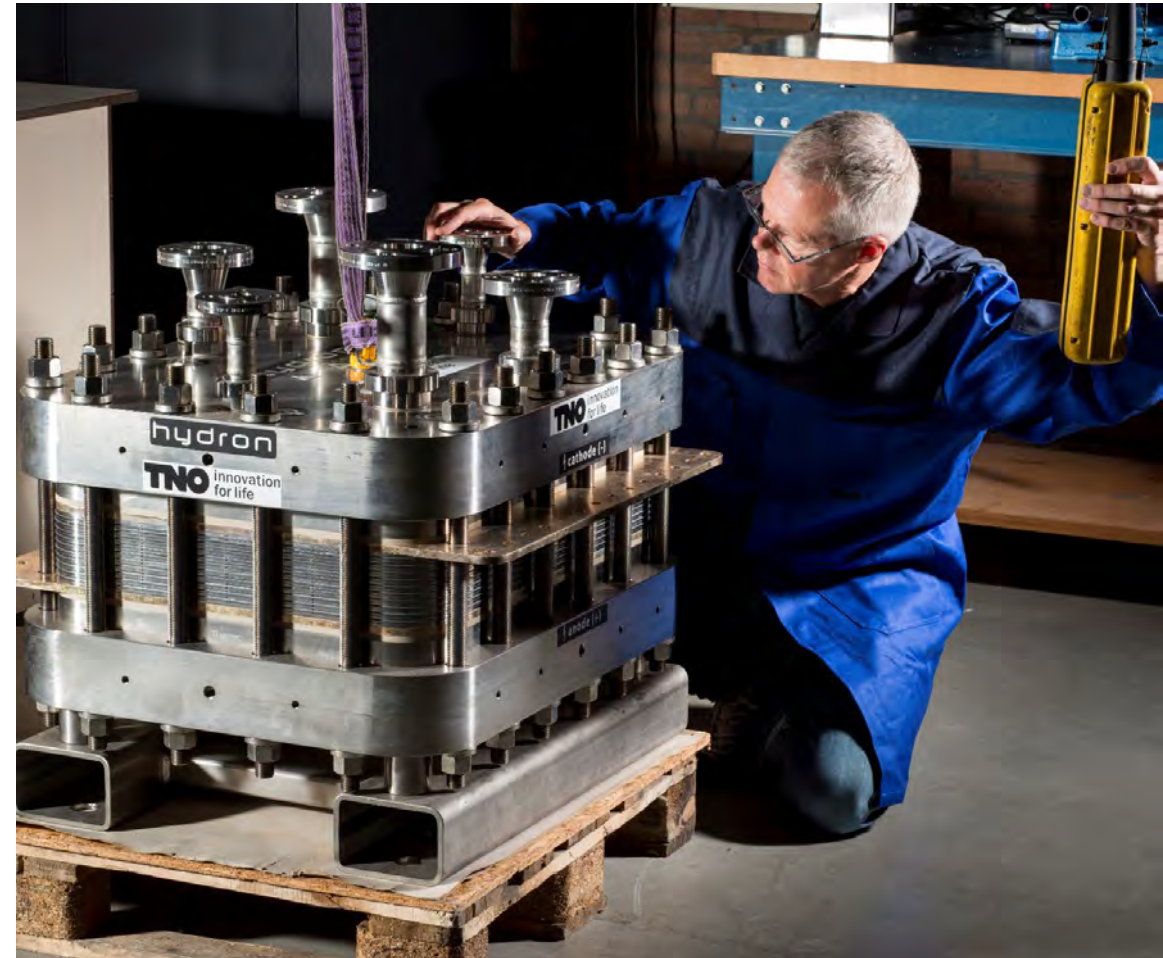
Flexible BoP PEM

- › 12kA/40V/250kW (max, system)
- › Operation range 10-80°C
- › Housing: TNO Reference: Hydron EL-2500; active area 2500 cm²; 1-10 cells; max 5 bar; max 90°C
- › Continuous H₂O feed (15MΩm.cm; 50L/h)
- › Ripples (rectifier): Current: < 10% peak-peak, Voltage: < 5% peak-peak
- › Pressure (system): H₂: 0-50 barg - O₂: 0-50 barg
- › Ramp rate (rectifier): +50/-50 %/s
- › Separate stack cooling loop available ~100 kW
- › Long term testing 24/7
- › Validation of components at full-scale and stacks



Flexible PEM stack

- › Developed by Hydron (now Schaeffler) (design) and TNO (requirements)
- › Relatively simple flow field design enabling sharing geometry (modelling)
- › Designed for 5 bar
- › 3-15 Cells (up to 50 kW)
- › Process flow cooling (anode) but also separate cooling circuit



Goal

“expected 2 - 3 % operational efficiency gain with advanced process control”

- > Production of hydrogen from renewable power sources requires **dynamic operation of electrolysers**

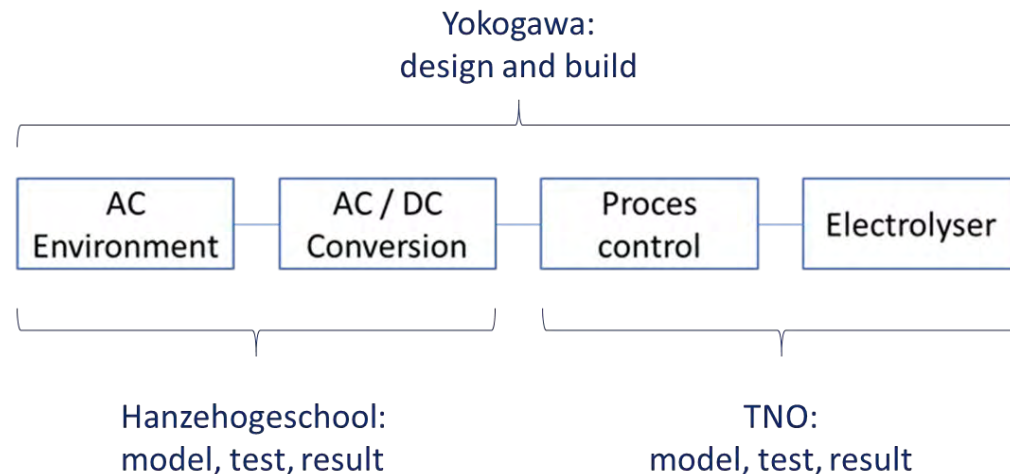


- > Modelling and research the impact of **variable operation on electrolyser performance** and the electricity grid.



- > Define **optimal control strategies** improve overall operational efficiency **using Advanced Process Control** (multi-variable, model based control)

Approach

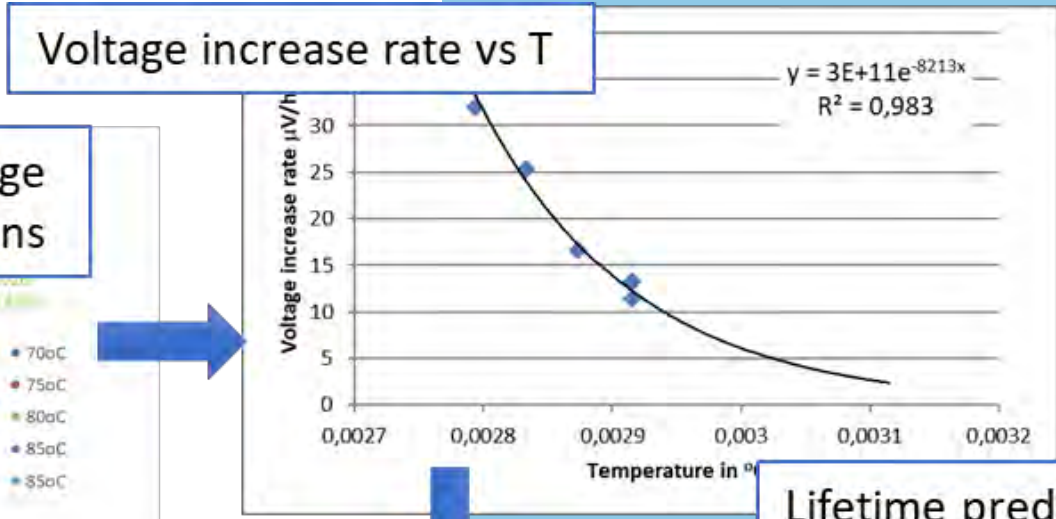
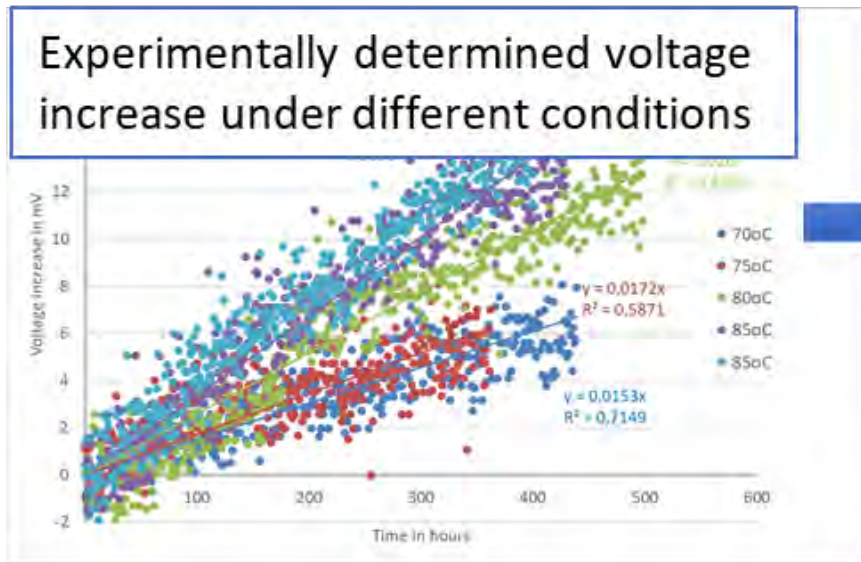


- AC/DC Power unit characterization and modelling (Hanze)
- Stack Modelling (TNO)
- Design and build “Advanced Process Control (Yokogawa)
- Tested to verify improvement of performance at MW Scale (Q2/3 2024)

Results: Optimized control system

Degradation strongly dependent on the temperature

YOKOGAWA



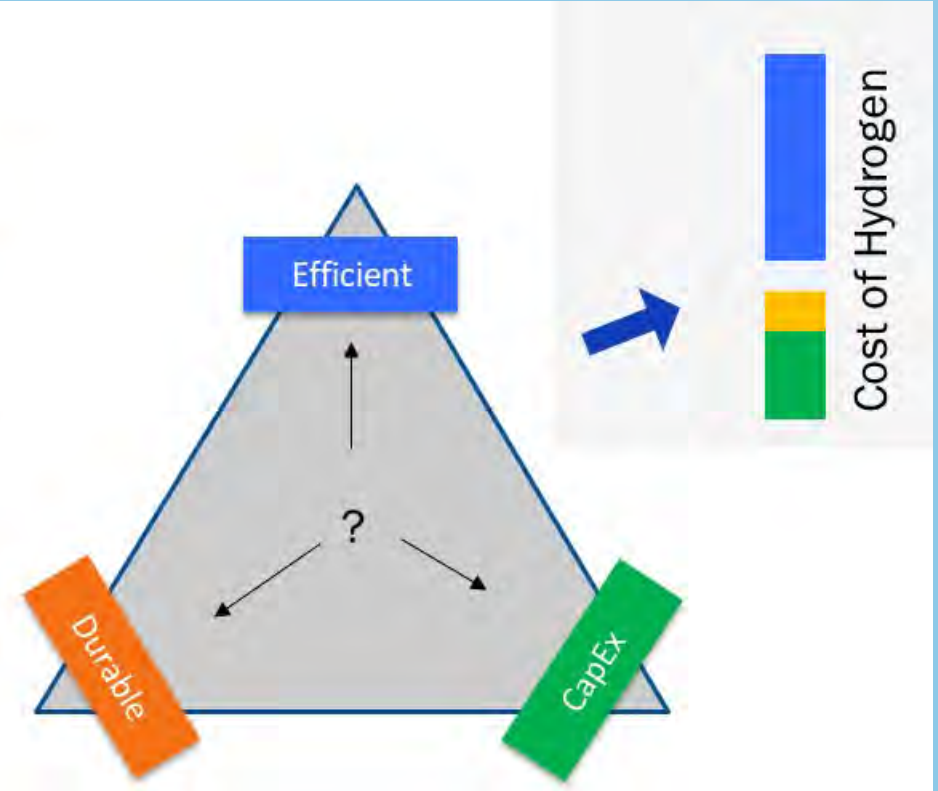
Lifetime prediction based on T

Temperature	Voltage increase rate	EOL 10%	EOL 20%
°C	µV/hr	Hrs	Hrs
60	5	40,000	80,000
70	12	16,667	33,333

Trade off in design & operation

Table: Example of trade-offs in design & operation

		Efficiency	Capex	Durability
Cell design	High catalyst loading	+	-	+
	Thick membrane	-	-	+
Operating conditions	High temperature	+	+	-
	High current	-	+	-



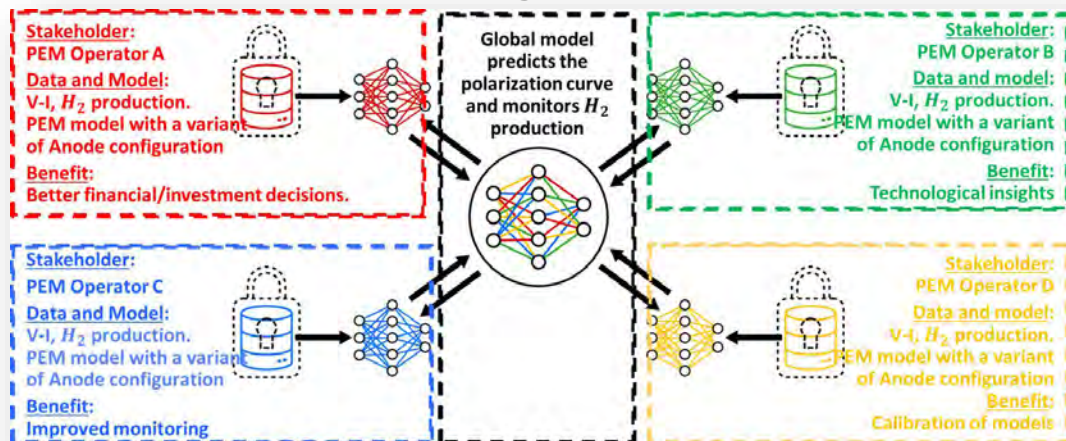
Next steps

Insert In Stack And Start Measuring
Integrated inline multi-parameter fiber optic sensor (FOS) array system

Temperature Flow/velocity Gas analysis

Strain Pressure Chemicals Humidity

Federated learning



- **Verification models** in the field
- Further develop **advance modelling**
- Further **develop sensors** for in cell monitoring
- **Monitor electrolysers** in the field and together with lab data further validate the models and with **federated learning** share with the field
- Further development and valorisation in **joined industry projects**



Thank you

- › Lennart van der Burg,
Cluster Manager Green H2
- › Lennart.Vanderburg@tno.nl
- › 0031 6 43 95 46 85



MOOI - project

HyScaling

*Make better electrolysers,
Make them in a better way*

Tony van Waveren, namens ISPT / Purple Belt
Jochen Löffler, TNO

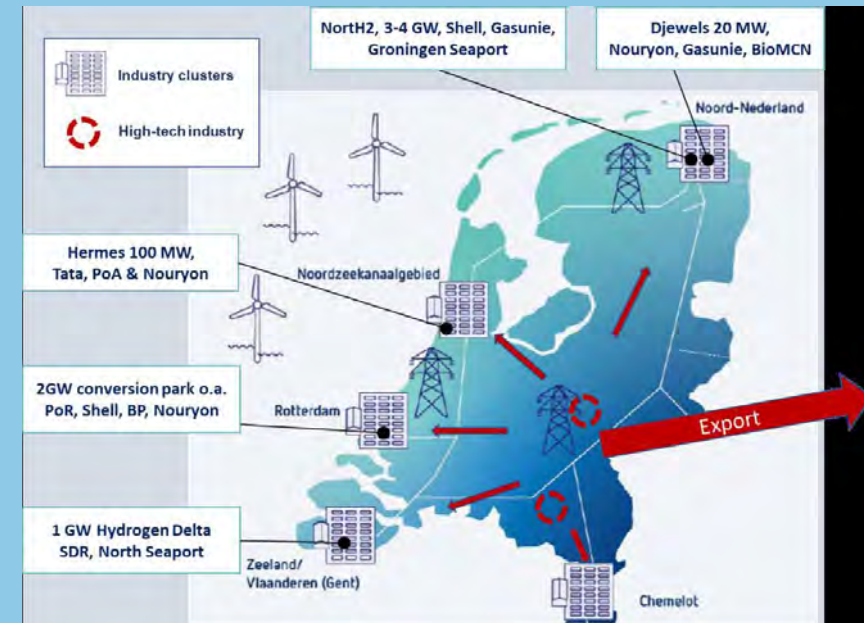


28 partners, afkomstig uit de hele supply chain

Looptijd: 11 juni 2021 – 1 juli 2024

Aanleiding (2019/20)

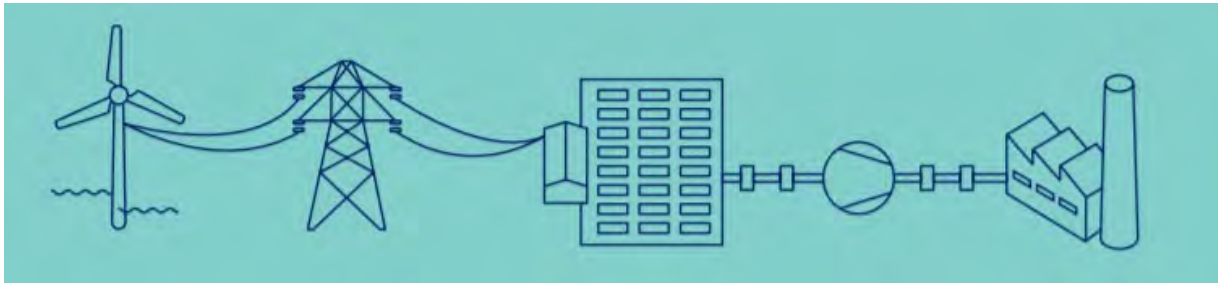
- > 40GW doel in 2030 (EU)



- > Groene waterstof nog te duur
- > Barrières voor opschaling naar GW schaal
 - systeem kosten
 - levensduur van stacks
 - stack en systeem efficiency
 - supply chain maakindustrie + proces industrie

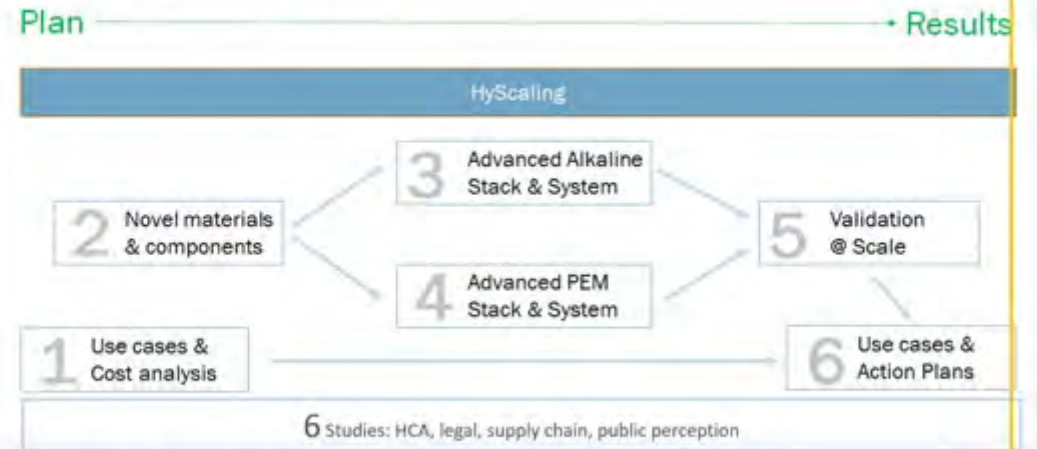
Doel

- › Reductie van LCOH met 25 – 30% t.o.v. state-of-the-art 2020
- › Opbouw van een Nederlandse electrolyser industrie en community
 - ❖ Markt gedreven – use cases
 - ❖ Standaardisatie testprotocollen
 - ❖ Componentoptimalisatie PEM
 - ❖ Componentoptimalisatie AWE
 - ❖ Validatie op schaal
 - ❖ Optimalisatie kleine units AWE
 - ❖ Studies CBAM, HCA, publieke perceptie, meeteisen, netcongestie, benodigd industriebeleid, kansen maakindustrie
 - ❖ Actieplannen



Aanpak

Project overview



Institute for Sustainable Process Technology

TNO innovation for life



Grootschalige groene waterstofproductie t.b.v. staalindustrie

Waterstofproductie voor voeden landelijk net



Waterstofproductie o.b.v. zon in Portugal



Oplossen netcongestie door lokale overproductie duurzame elektriciteit

5 HyScaling Use Cases

Inzet middelgrote electrolyzers, voor 6^e, maatschappelijk – industrieel cluster

Resultaten

- Successen voor
 - individuele bedrijven (unieke proposities)
 - ecosysteem & netwerk
- Highlights Technologie
 - Benchmarking (TNO, TU/e, Magneto, ...)
 - PEM
 - PFAS vrij membraan (Teijin)
 - Electrode coatings (Ionbond, Magneto)
 - Ultra-low Ir katalysator (Powall)
 - Stack / systeem integratie (MTSA)
 - AWE
 - AWE 50kW stack + BOP voor grote oppervlaktes (VDL)
 - Low-cost AWE stack voor decentraal PV geïntegreerd systeem
 - Geavanceerde 3-d electrode structuren (Veco)
 - Electrode coatings (Magneto, SALD, TNO)
 - Hogere efficiency door toevoeging Fe aan elektrolyt (TU/e)
- Studies: Use cases, CBAM, netcongestie, industriebeleid, publieke perceptie, HCA, autonome waterstoffabrieken, meeteisen

Vervolg

- › Action plan per innovatie
- › Road maps / initiatieven van individuele bedrijven
- › 3 projecten in Groeifonds NXTGEN HIGHTECH
 - ZEF + consortium
 - Phoenix Alkalina (VDL + consortium)
 - Gen3 Electrolyzer 16 partners, TNO coördinator: AWE, PEM (ook AEM, SOE, CO₂)
- › HyPro - WP1 
- › ...

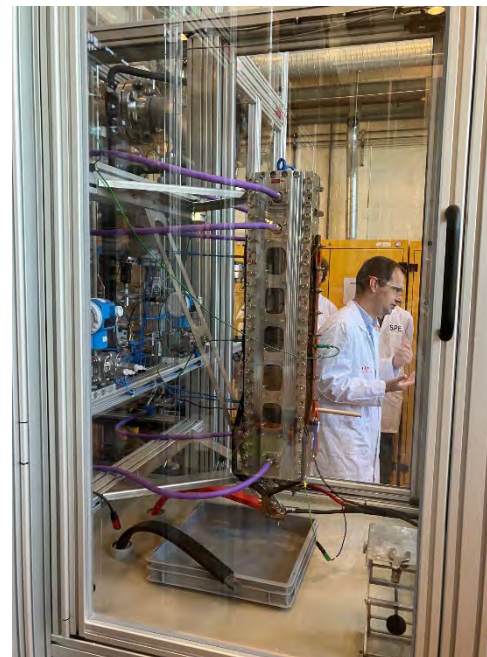
Contactgegevens

Website:

<https://ispt.eu/projects/hyscaling-establishing-a-dutch-electrolyzer-industry/>

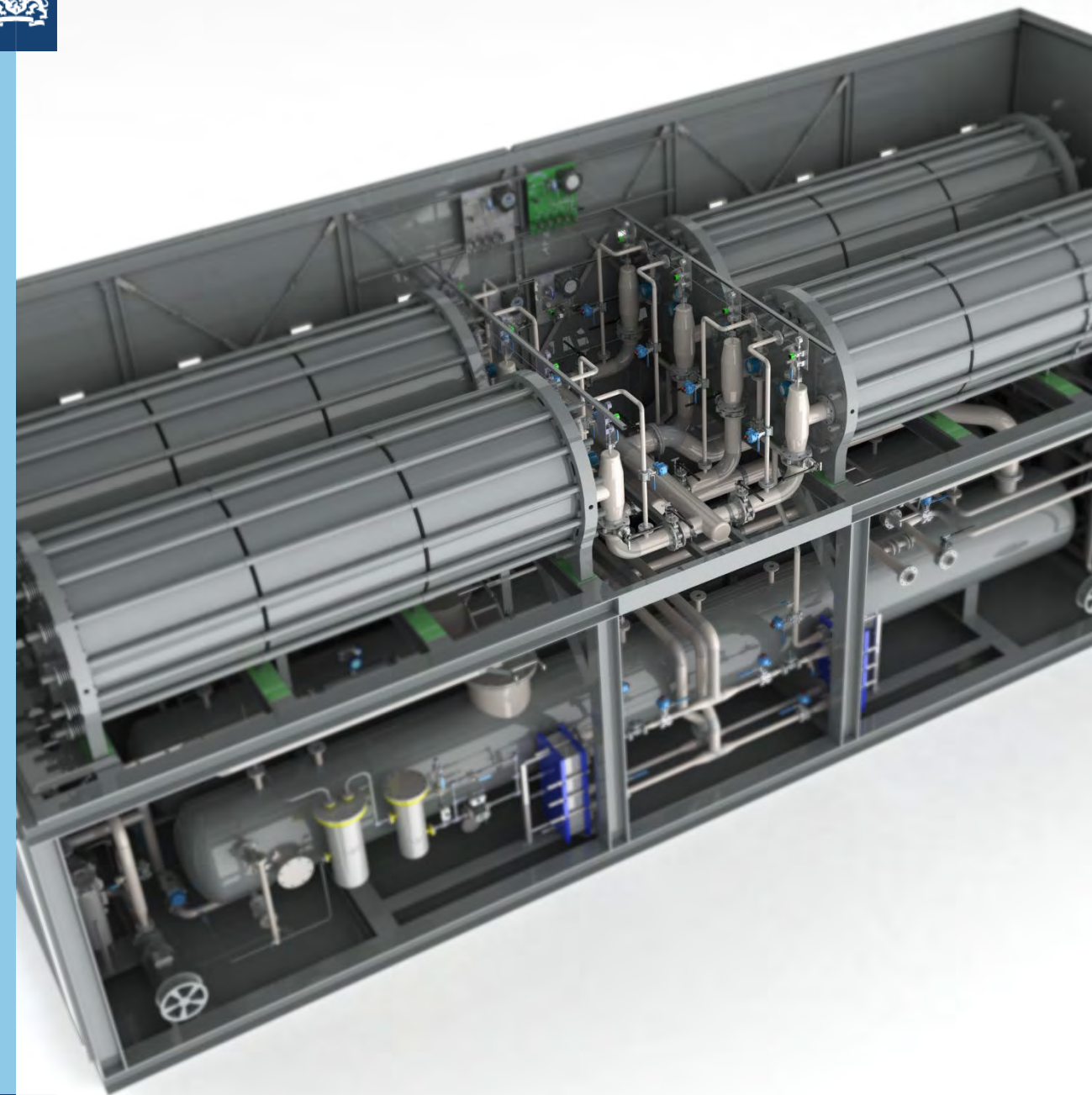
Mail:

- > ISPT: carol.xiao@ispt.eu
- > TNO: lennart.vanderburg@tno.nl



Symbatt

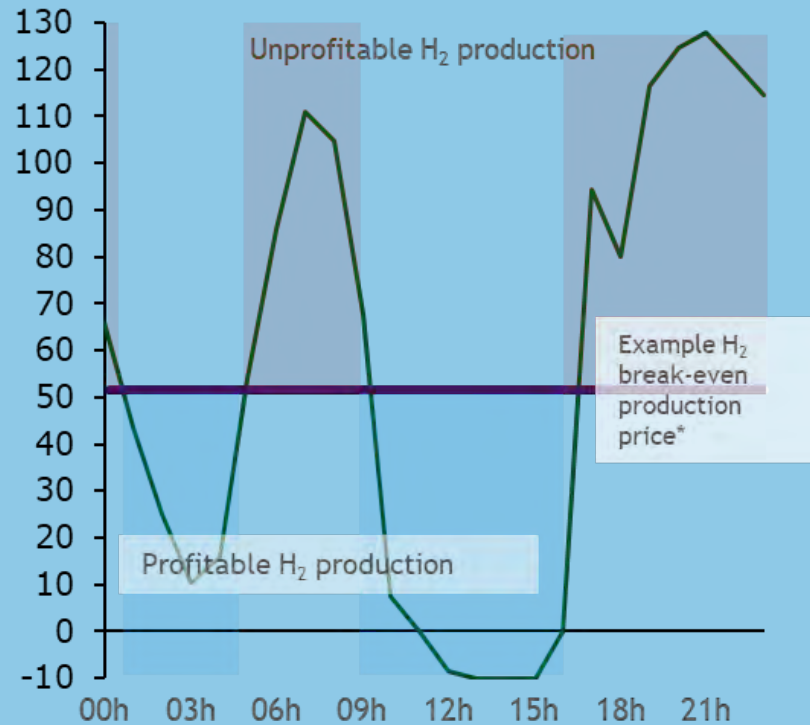
Developing a full hydrogen value chain



Background

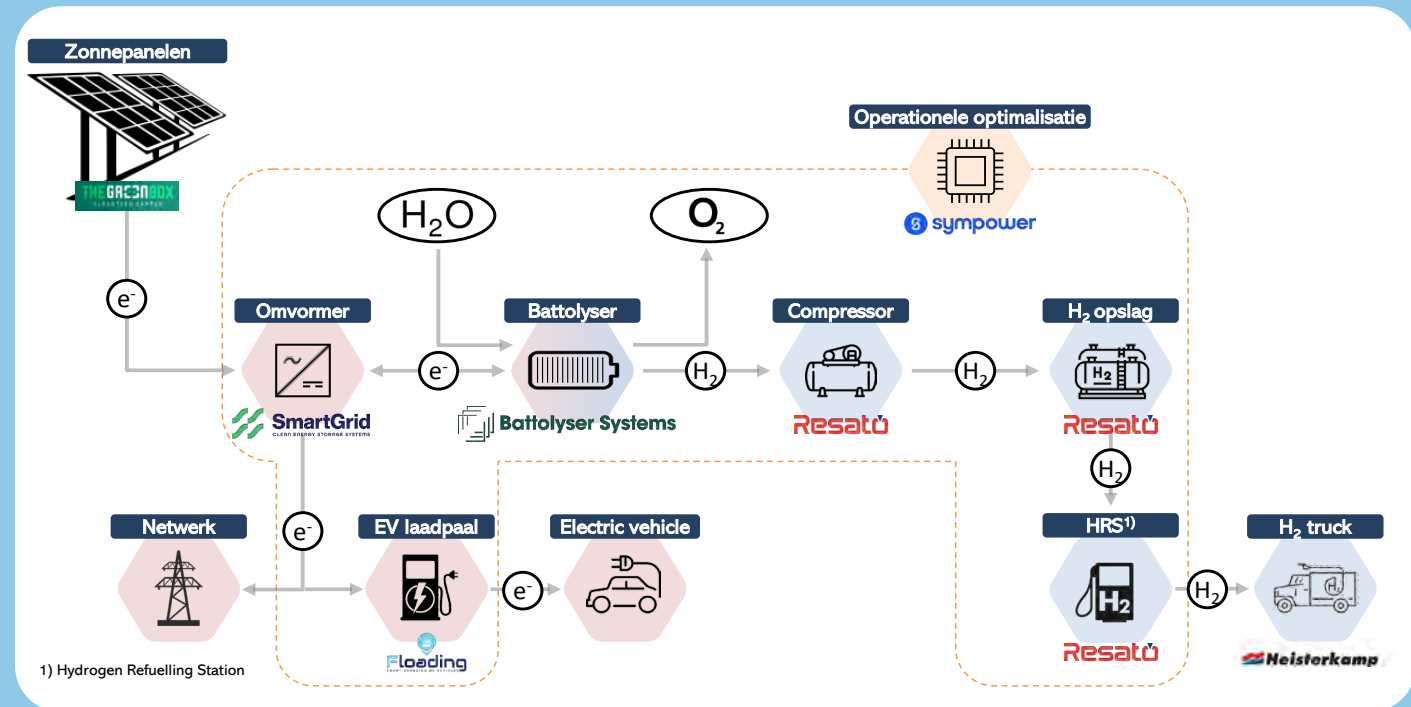
Volatile power prices demand flexible operation for profitable H₂ production

Example NL day-ahead price curve (€/MWh; 3/7/2023)



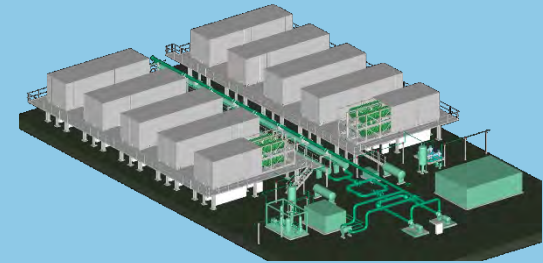
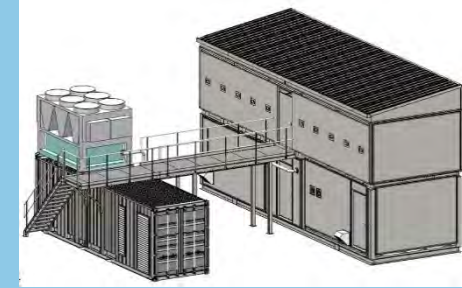
Goal

- Develop integrated hydrogen system: PV input to produce green H₂ for a transport offtaker at 2MW scale
- Optimise system for a mobility use case in Netherlands



Results

- Development of full value chain (electrical, hydrogen & system control infrastructure)
- Plan for large-scale roll out of Battolyser
- Fundamental electrode research

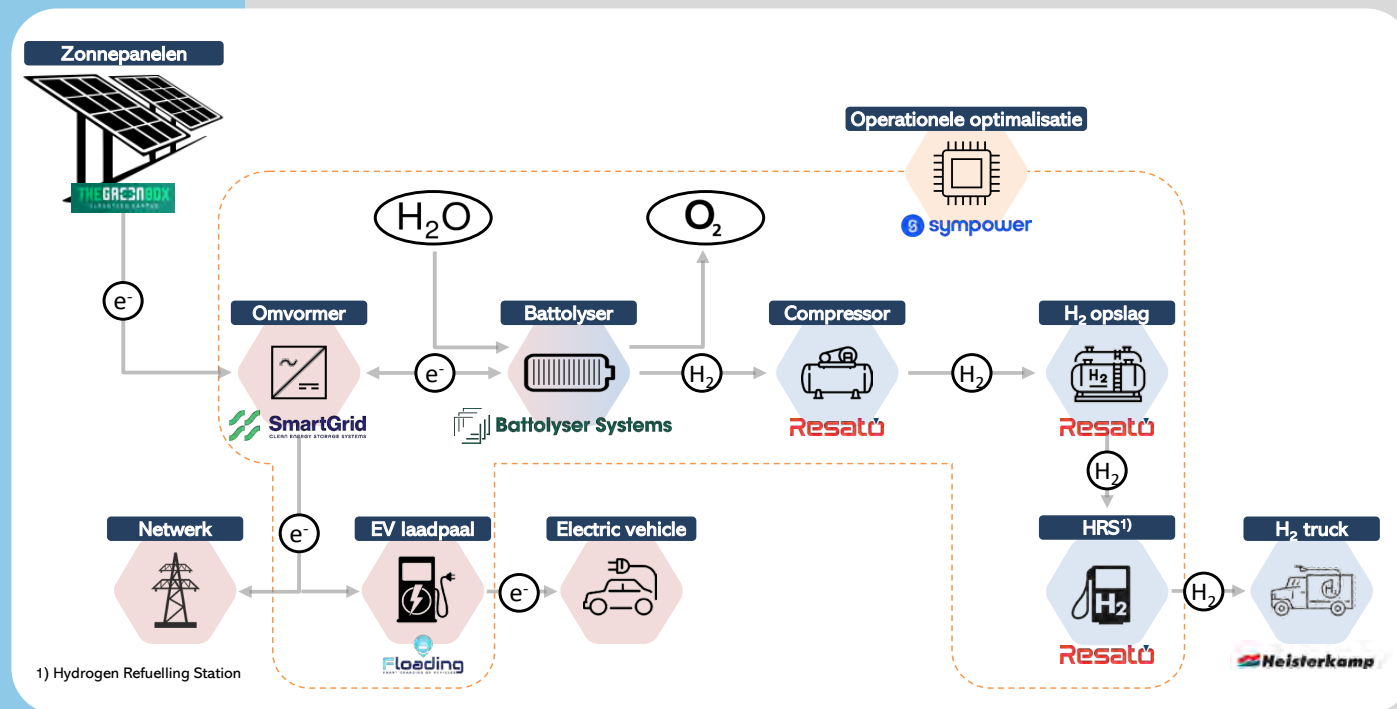


Next steps



Symbatt

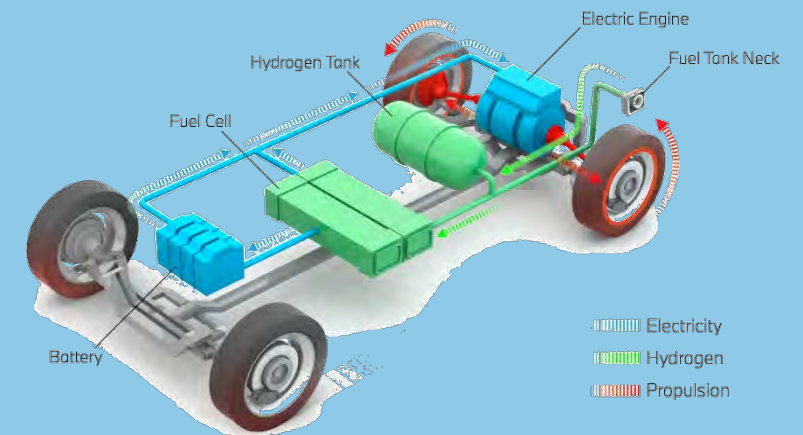
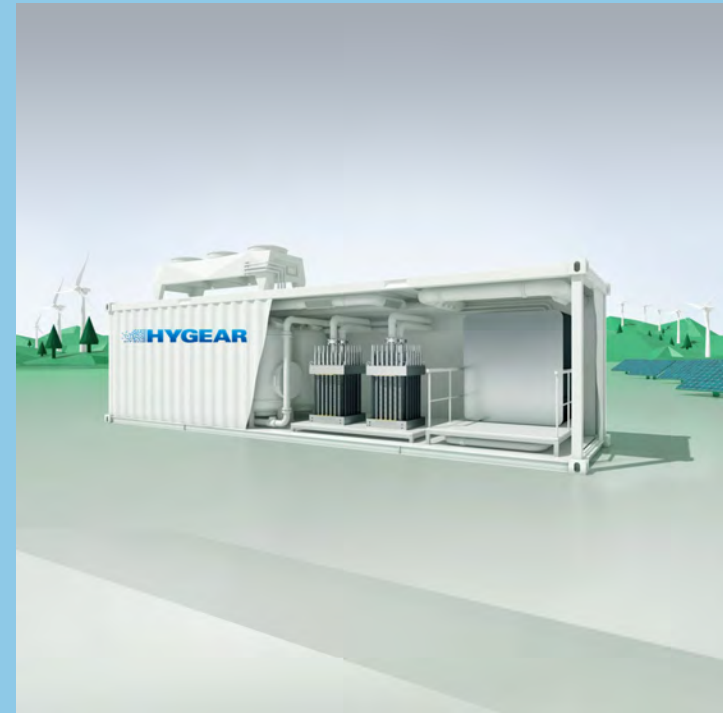
> geert@battolysersystems.com



PEMelec

PEM ELEKTROLYSER SYSTEEMOPTIMALISATIE
INCLUSIEF NABEHANDELING

Aanleiding



Doel

Waterstof productie
doormiddel van PEM
elektrolyse met
toekomstbestendige
zuiveringsstappen voor
brandstofcel kwaliteit →

$\text{H}_2\text{O} < 0.3 \text{ ppm}$

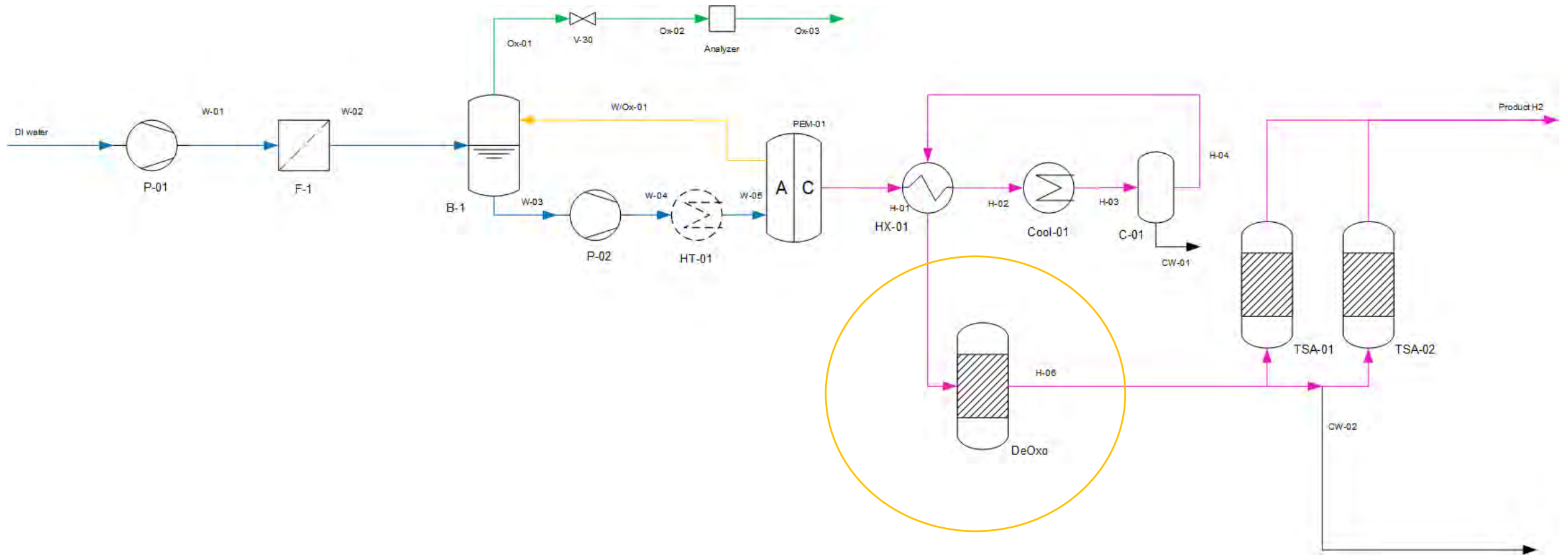
$\text{O}_2 < 5 \text{ ppm}$

Aanpak

- Ontwikkeling en validatie van stack- en systeemmodel (HAN)
- Katalysator- en sorbentselectie (HyGear/HAN)
- Ontwikkeling closed-loop, pressure assisted temperature swing adsorption droger module (HyGear)
- Systeemmodel en process flow optimalisatie (HAN/HyGear)
- Samenbouw van droogsysteem (HyGear)
- Validatie van systeem en control logic (HyGear/HAN)



Process flow diagram



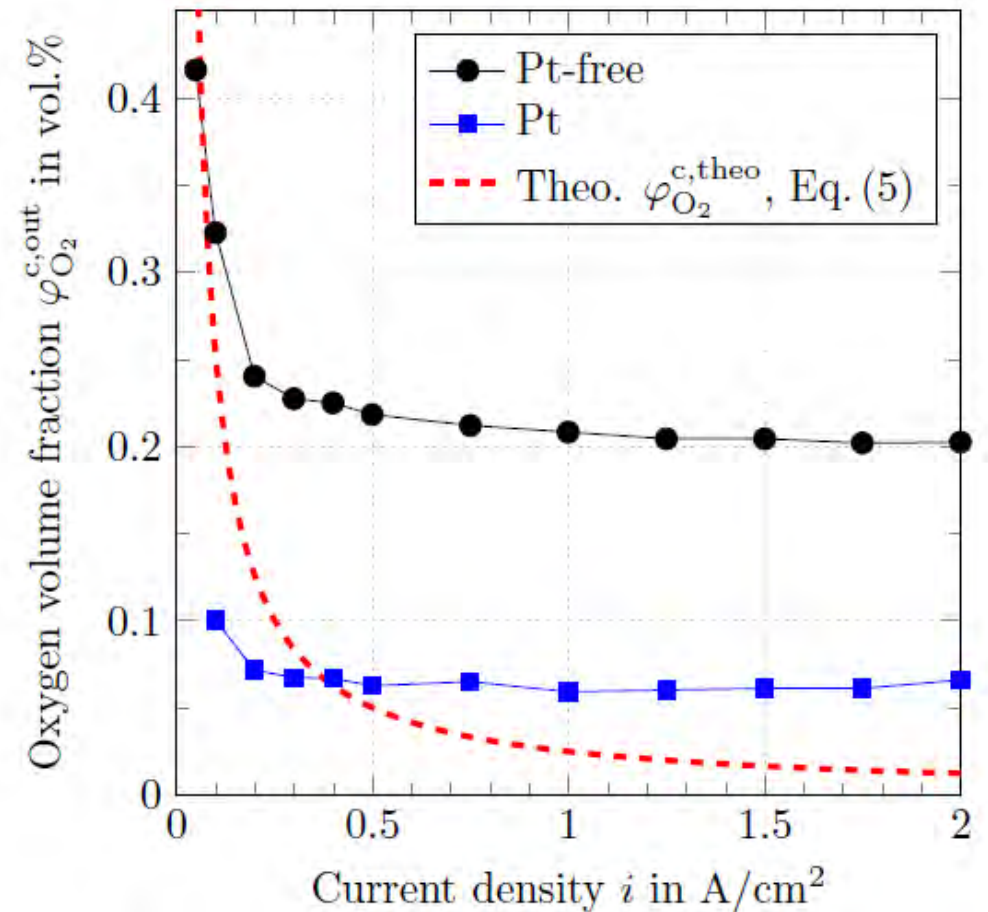


Model voor O₂ crossover

Aangenomen dat zuurstof alleen opgeloste zuurstof in water doormiddel van diffusie en electro-osmotische drag vervoerd naar de cathode:

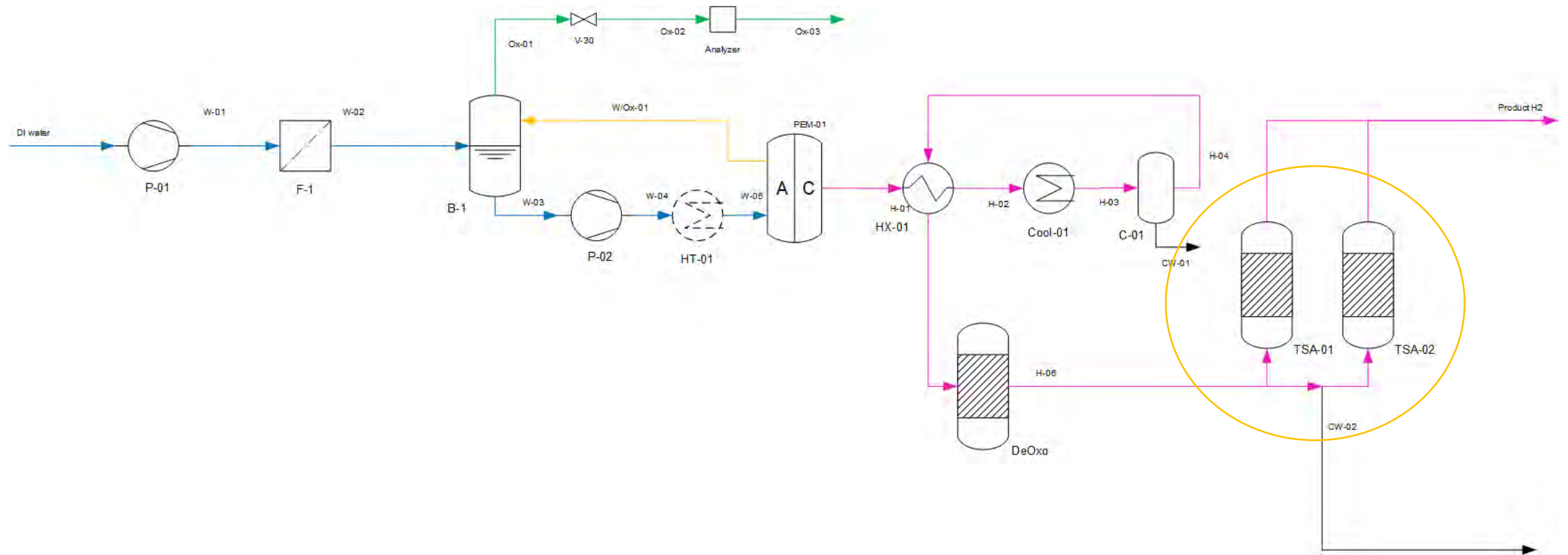
$$N_{O_2} = D_{O_2}^{eff} \cdot S_{O_2} \cdot s \cdot \frac{P_{O_2}}{t_m} + q_{V,H_2O} \cdot S_{O_2} \cdot s \cdot P_{O_2}$$

- Zuurstof concentratie aan cathode kant kan worden verwaarloosd
- Hierin zijn de diffusie coëfficiënt en oplosbaarheid onafhankelijk van de stroomsterkte en de cathode druk, maar wel afhankelijk van temperatuur
- s is de supersaturatie factor
- Water flow: q_{V,H_2O} bepaald door water crossover (diffusie en electro-osmotische drag)





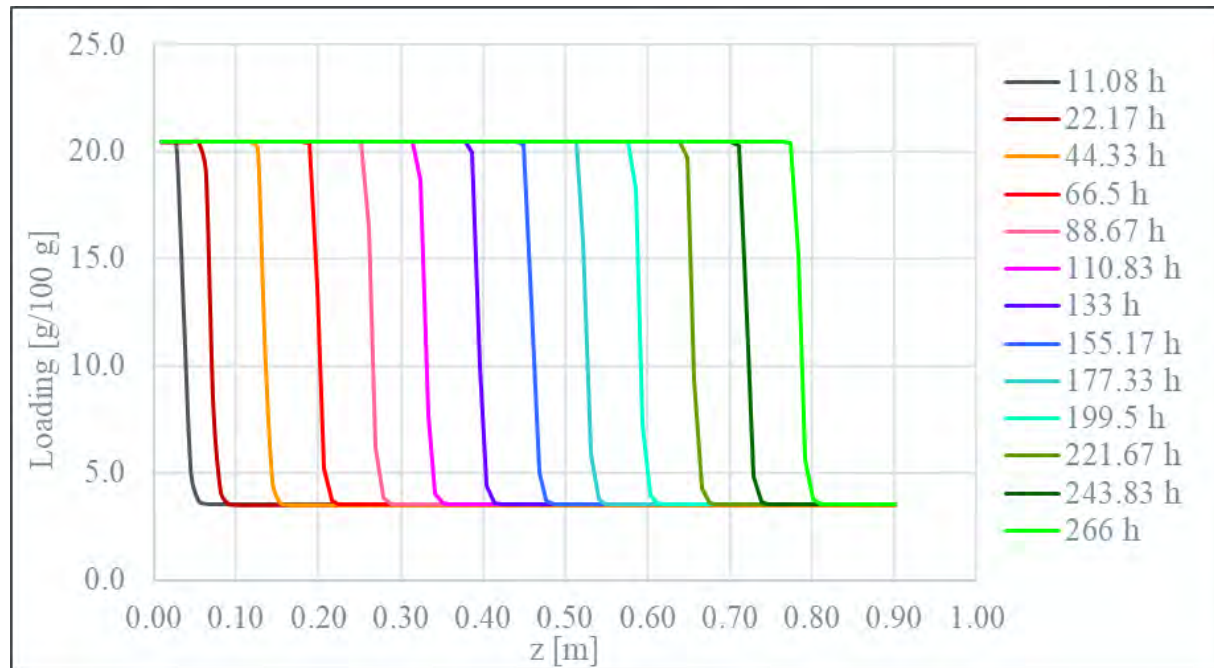
Process flow diagram



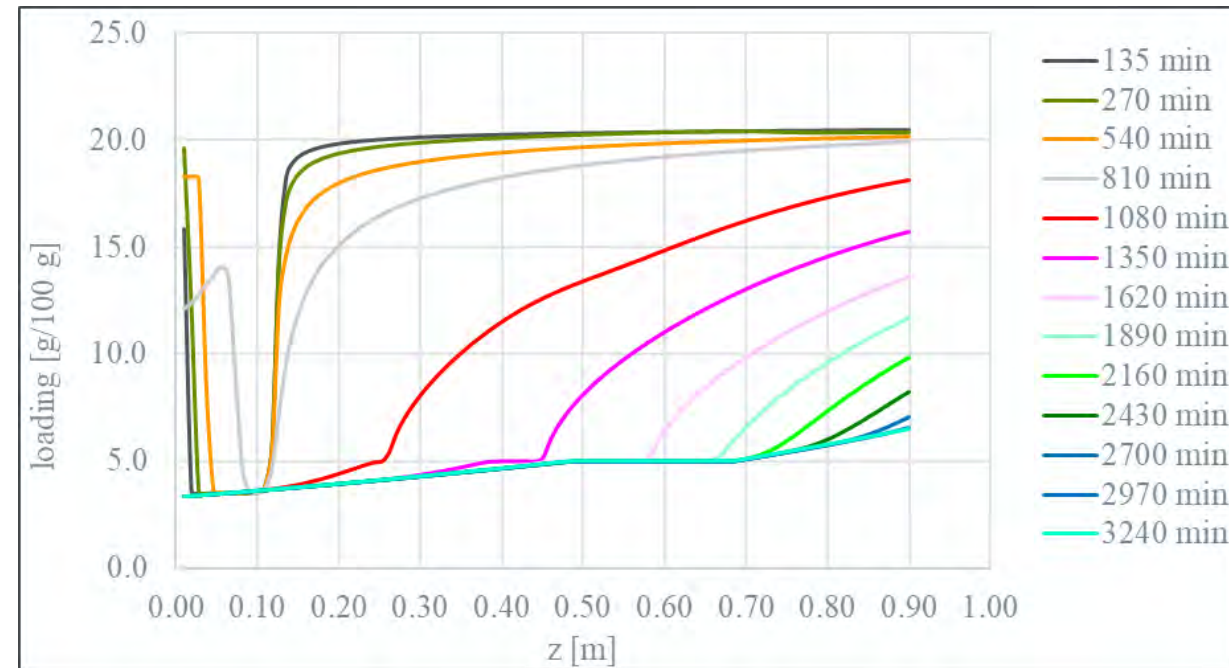


TSA modellen

Adsorption



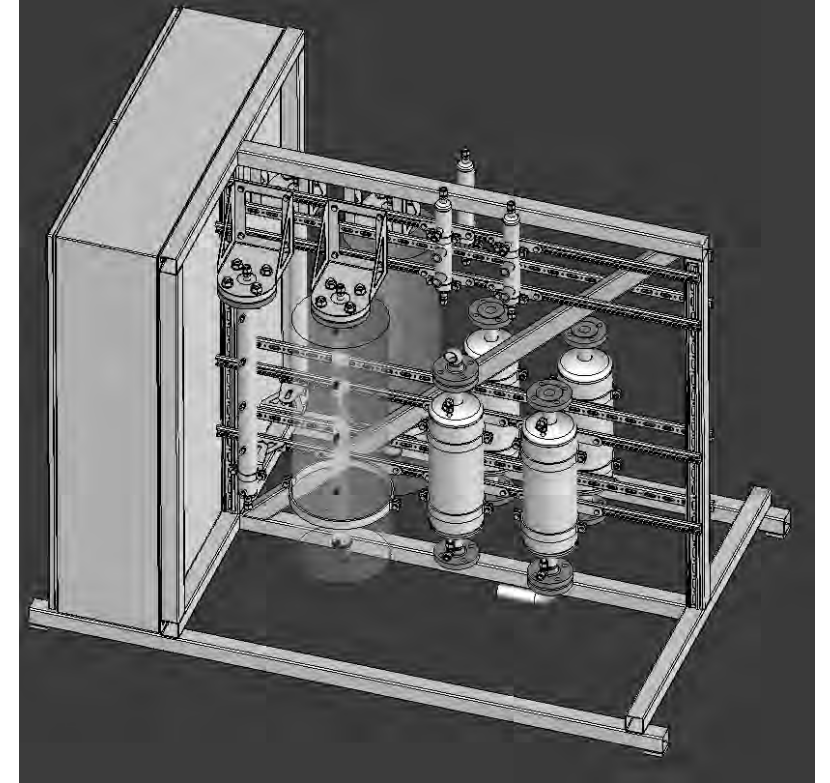
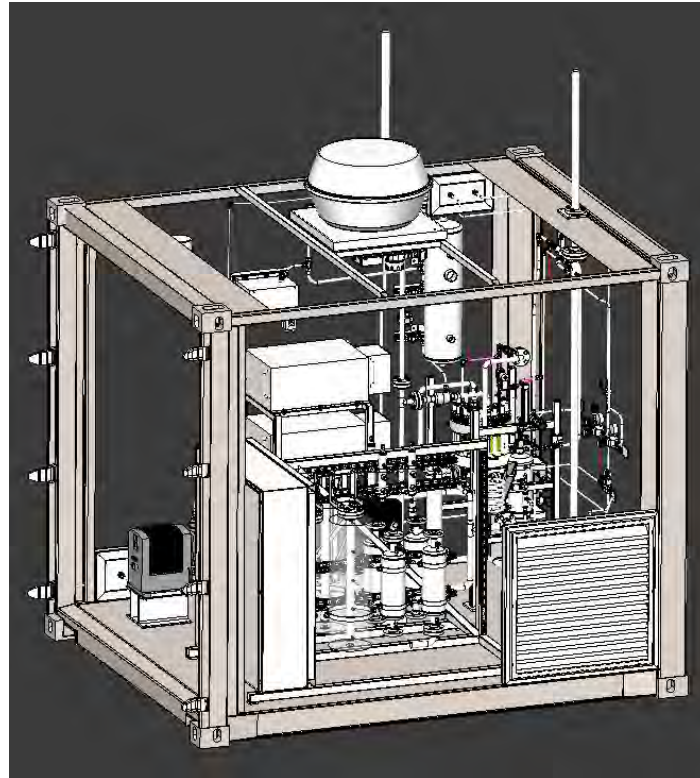
Desorption





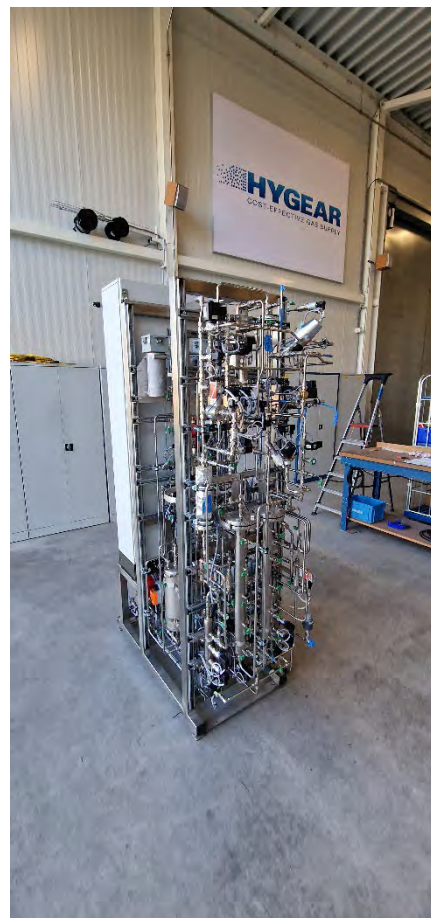
Full system

- 70 kWe PEM electrolyzer
- 10 ft container
- 1-10 Nm³/h
- 10-40 bar(g)





Bouw van het systeem





Resultaten

- Geen O₂ gedetecteerd dus onder ppm level
- Hele lage temperatuurstijging in deoxo reactor
 - Hoeveelheid Pt in electrolyzer
 - Dikkere membranen dan state of the art
- TSA ontwerp werkte perfect
 - Geen waterstof verlies
 - Geen blower nodig
 - Minder onderhoud



Vervolg

- › Scale up naar > 1 MW systemen



Pauze

Innovatiedag Waterstof

5 juni 2024, Arnhem

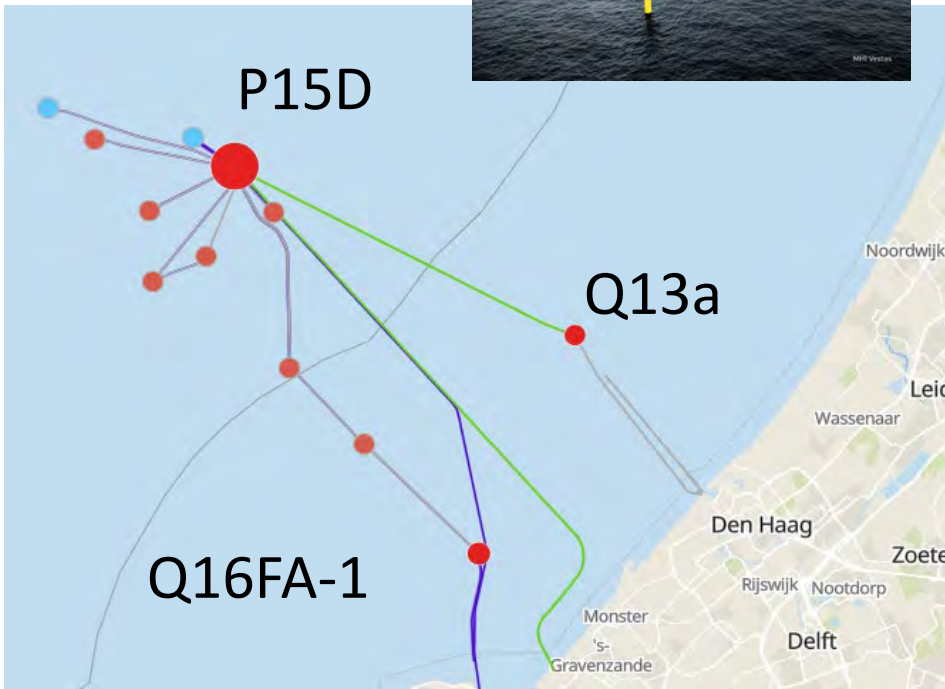
PosHYdon

PILOT FOR OFFSHORE HYDROGEN PRODUCTION

Background



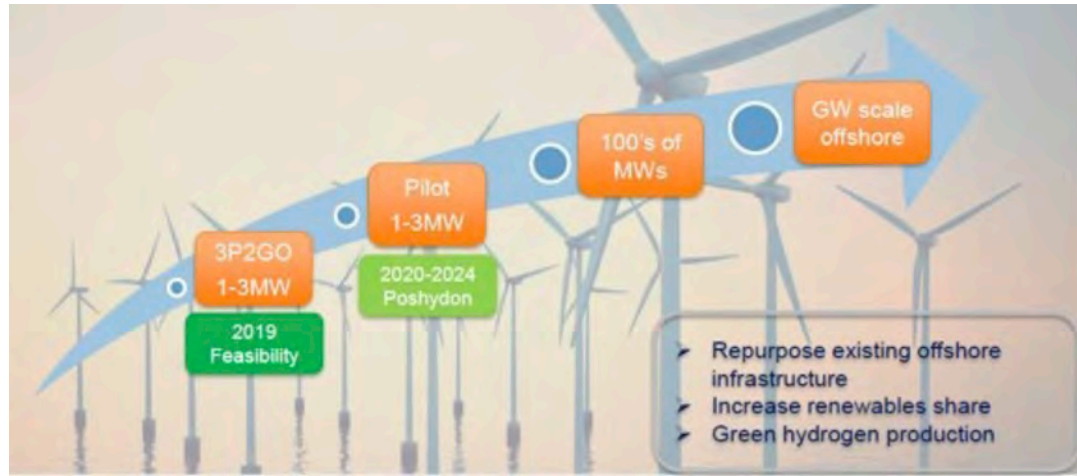
Luchterduinen
windpark
(Eneco)



Q13a platform
(Neptune Energy)

- Unique energy innovation pilot
- Offshore green hydrogen production at 1 MW scale at the operational Q13a O&G platform Neptune Energy
- An already electrified platform located near the Dutch coast, 13 km's of the coast of Scheveningen
- Power from Eneco Luchterduinen offshore wind park
- Hydrogen admixed in gas stream
- Production expected to start Q3 2024

Goal



- 1-year **offshore pilot** project with start H₂ production end of 2024
- Pilot of the **first 1MW seawater-based electrolysis system** to demonstrate that H₂ can be produced and processed offshore with transport via an existing pipeline to shore
- Demonstrate the overall **feasibility of blended H₂** (safety, stakeholders, technical, commercial, legal aspects etc.)
- Prove **repurposing/ co-using** of existing infrastructure for blended H₂ (offshore platforms, pipelines, reception facilities and onshore systems)
- Evaluate the **impact of offshore conditions** on the integrity, reliability and performance of the electrolysis system using a simulated wind power profile
- Provide H₂ research and **system performance** outputs to support **assessment of economics** for large scale offshore H₂ production



Kijk hier voor Ondersteuning: This project is supported by the Demonstration Energy and Climate Innovation (DECI) scheme that the Netherlands Enterprise Agency (RVO) carries out on behalf of the Ministry of Economic Affairs & Climate Policy.

Approach



2021

2022

2023 - 2025

2030 +



- > 9 Work Packages
- > 15 Partners

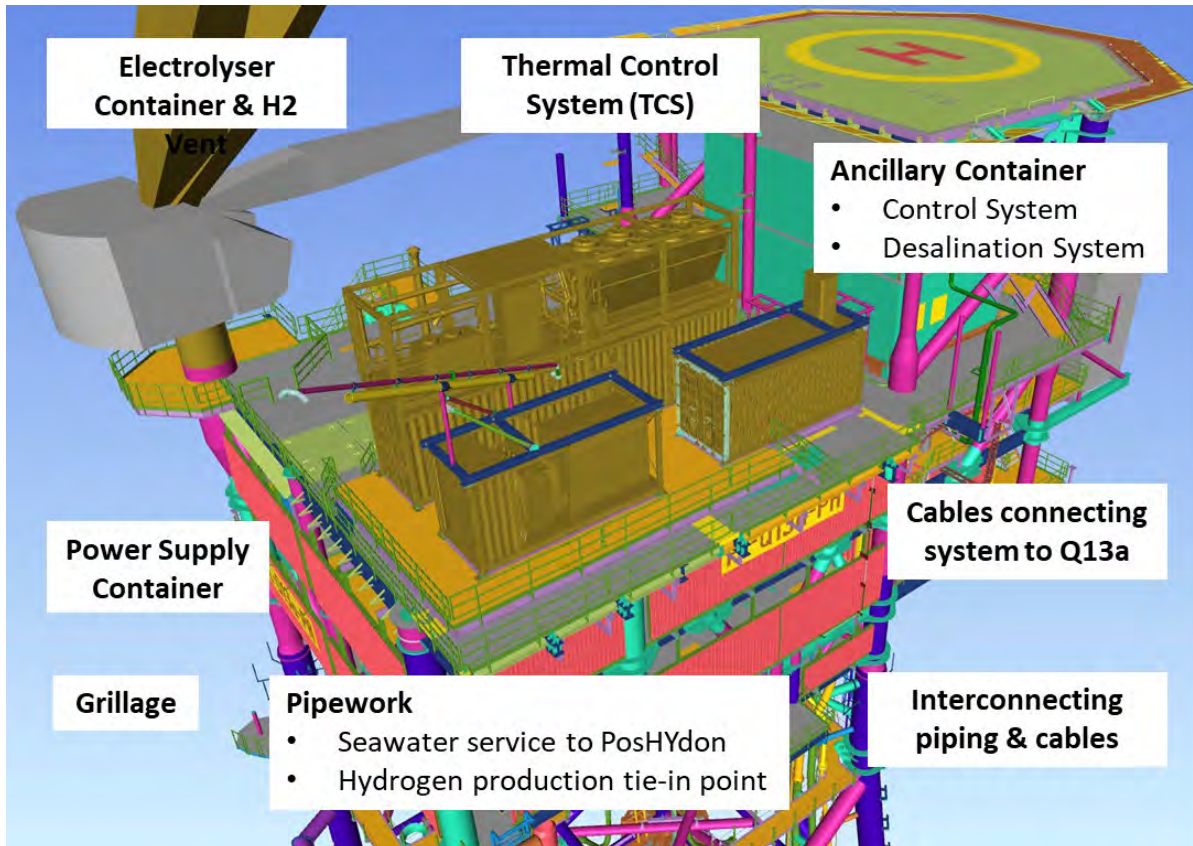
Rijksoverheid - Dit project is gesubsidieerd door de Demonstratie Energie en Klimaat Innovatie (DEI+) scheme, dat de Nederlandse Enterprise Agency (RVO) organiseert op initiatief van het Ministerie van Economische Zaken & Klimaatbeleid.

Results



- Secured Ministry of Economic Affairs & Climate agreement to amend gas entry specification from 0.02% to 0.5% Hydrogen blend
- Completed integrated Hydrogen Generation System engineering with all Technology Partners. FATs completed
- Completed HAZOP for HGS integration on Q13a-A Platform
- Completed construction at the onshore test location – Functional tests have started
- Wide recognition for the project, both in the industry and beyond

Next steps

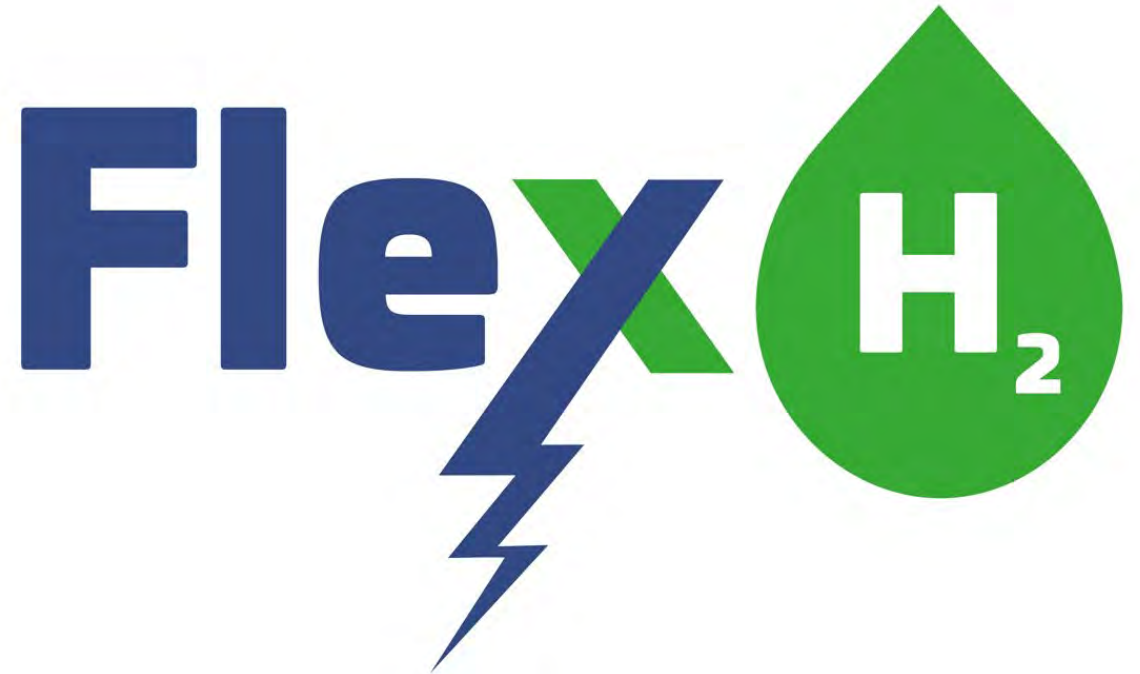


- Onshore System Acceptance Tests
- Q13a-A modifications → Offshore construction
- P15 modifications → Offshore construction
- Q13a-A & P15 preparatory activities requiring shutdown → modifications planned on both assets during planned shutdowns
- Guarantees of Origin pilot - HyXchange
- Hydrogen startup → forecast end of 2024

FlexH2 Project

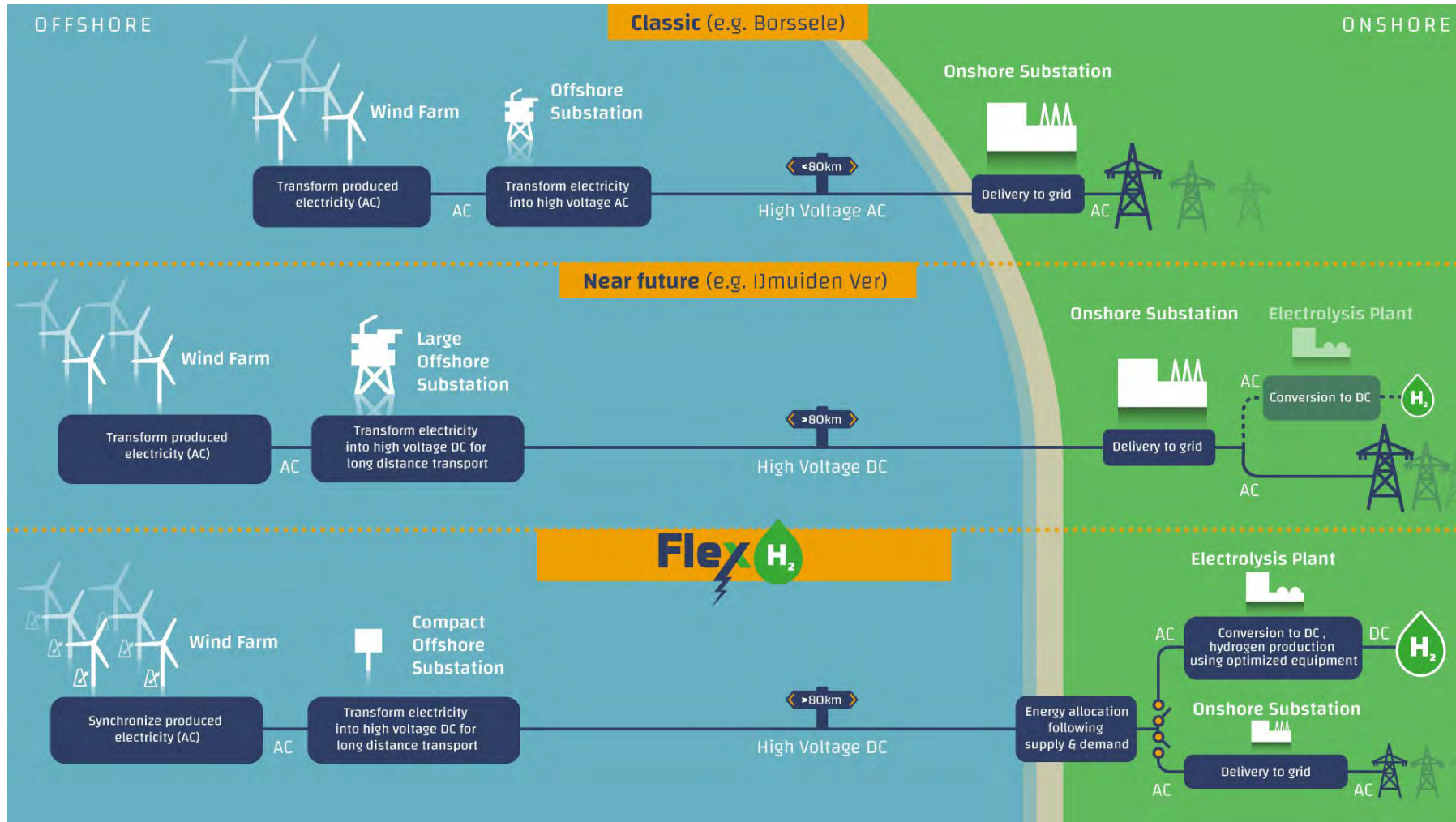
Flexible Offshore Wind Hydrogen
Power Plant Module

- › dr.ir. Yin Sun
- › Shell Global Solution International B.V.
- › yin.sun@shell.com
- › 2023.11.01



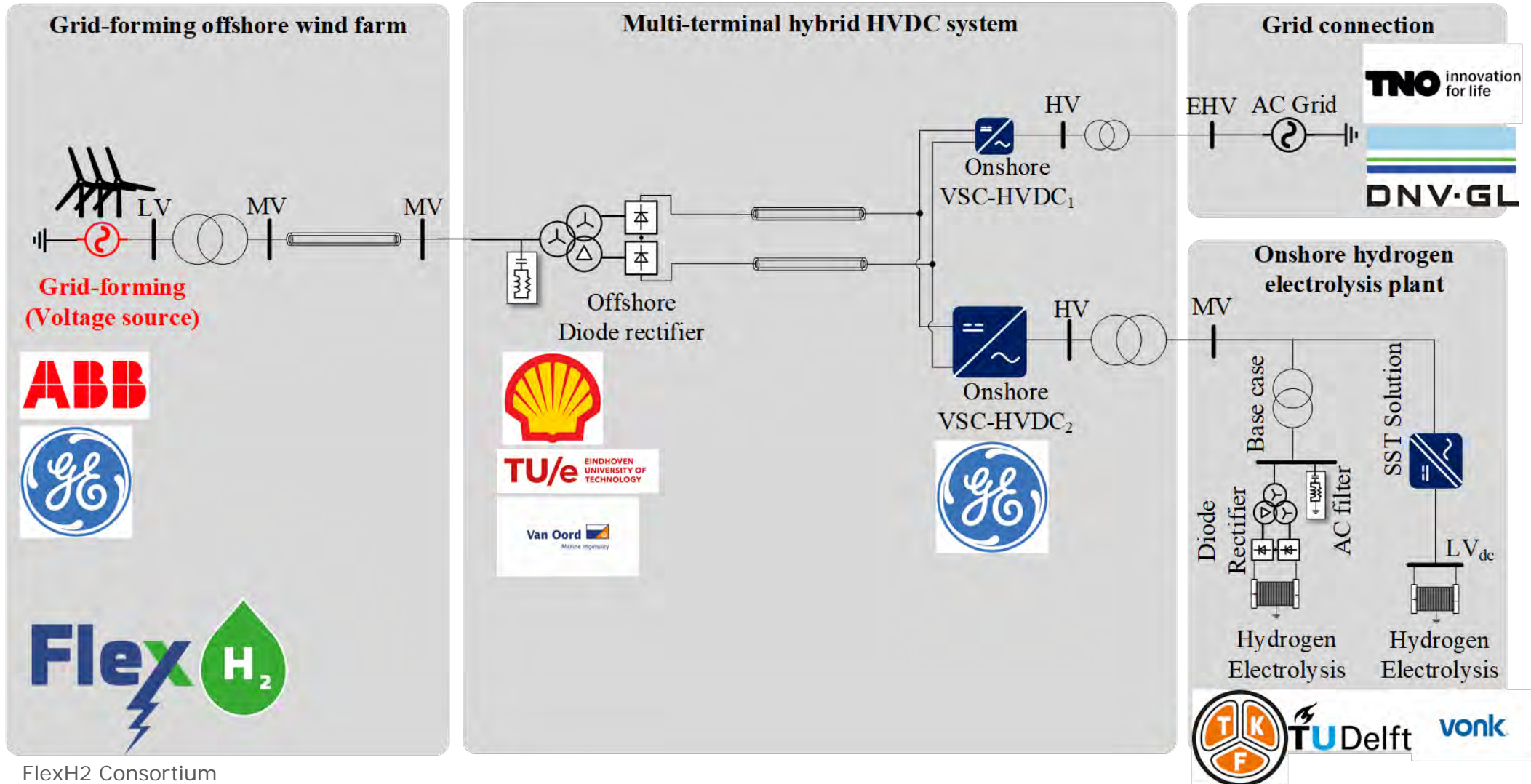


Technology Concept for P2X





FlexH2 – Cost Reduction Path Through Technology





Objectives

HVDC Transmission

- Line-commutated converter (LCC) offshore
- Enabled by grid-forming (GFM) wind turbines

Offshore
transm.
LCOE ↓ 30%

Grid interface

- Easy regulation of power export/import

Flexibility ↑

Power electronics for H2

- MW-level AC/DC solid-state transformer (SST)

Weight &
volume ↓ 20% &
30%

Energy management system

- Optimal integration with both electric infrastructure and hydrogen infrastructure

LCOH ↓ 0.35 €/kg



Results

Technology research & development

- Increase TRL: GFM wind turbine technology; AC/DC SST for MW electrolysis; plant controllers for offshore wind to hydrogen production

Functional specifications

- GFM wind turbine specification that enables connection to LCC; AC/DC SST specification for MW electrolysis; onshore VSC specification

Performance specifications

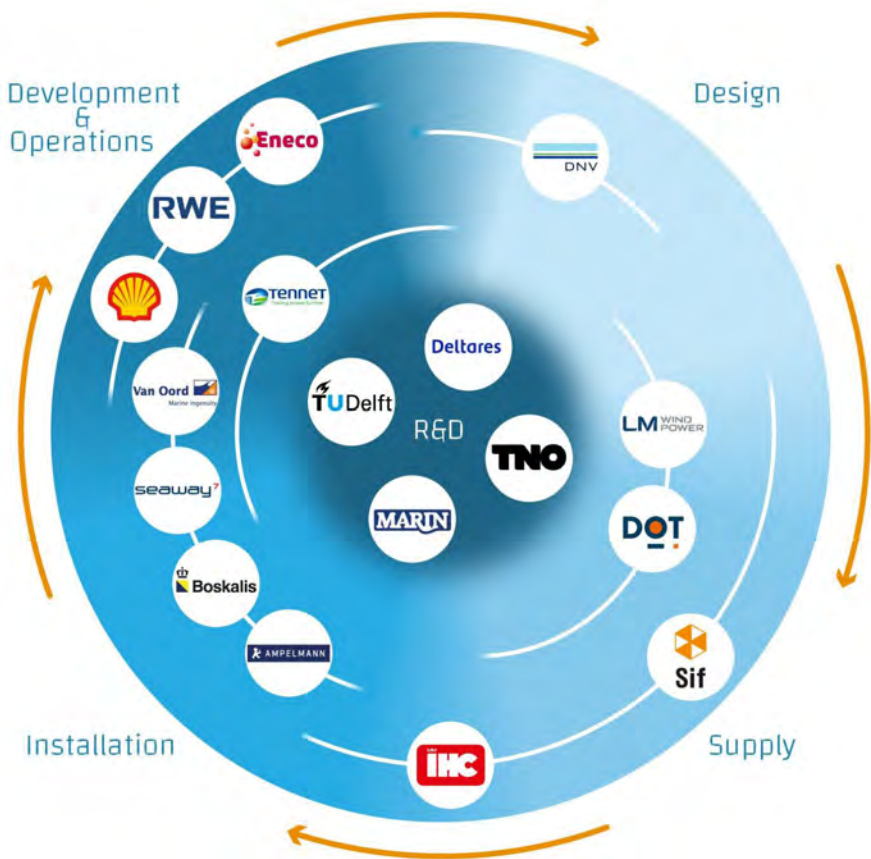
- Definition of the optimal operational philosophy of the flexible offshore wind hydrogen power plant module



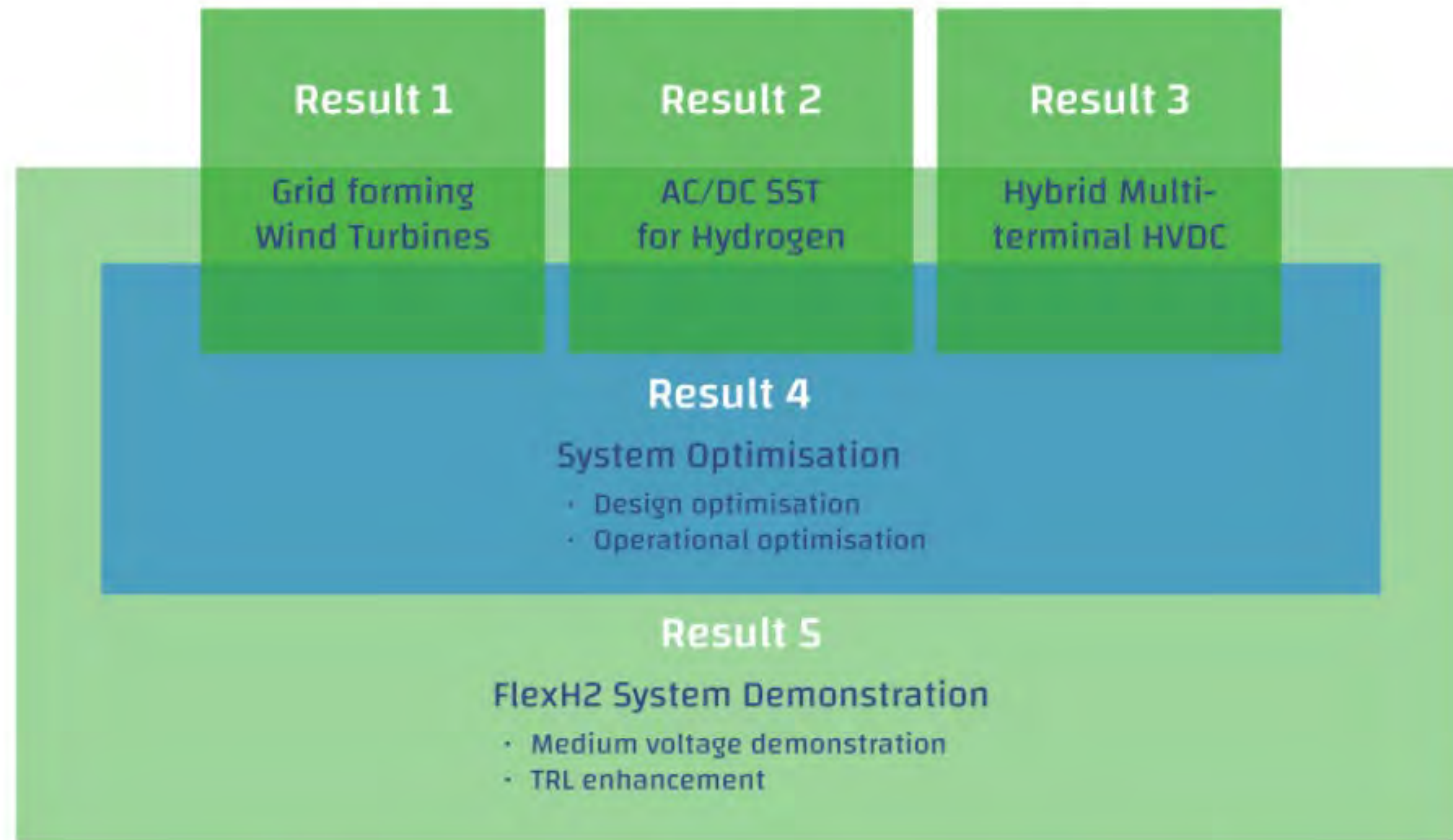


Results

GROW partners



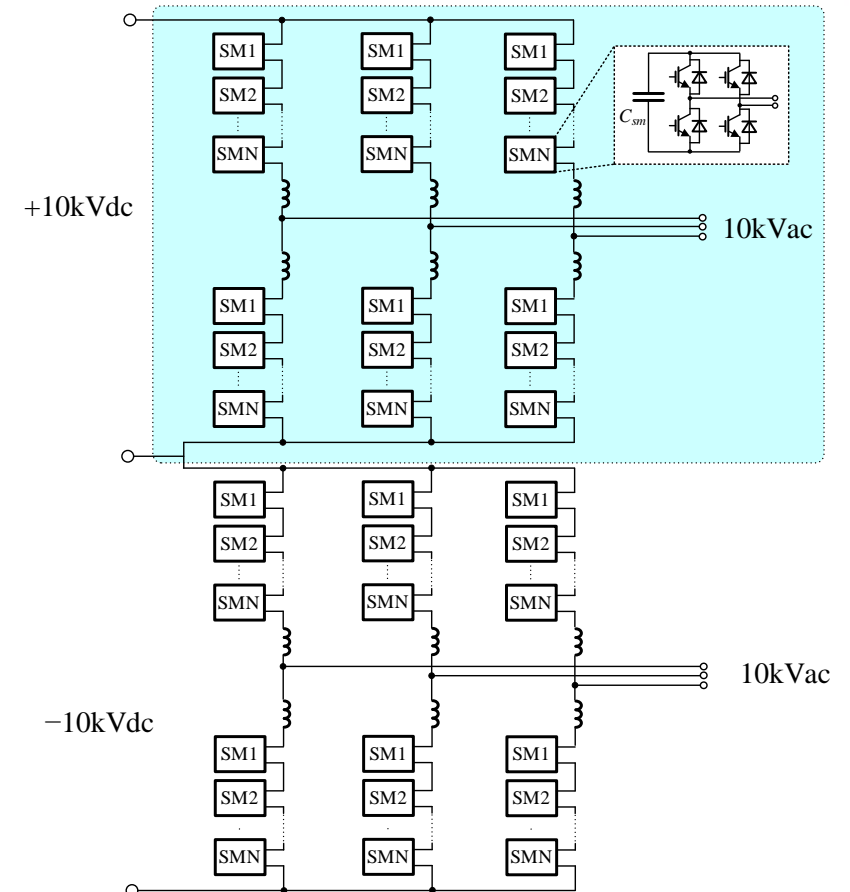
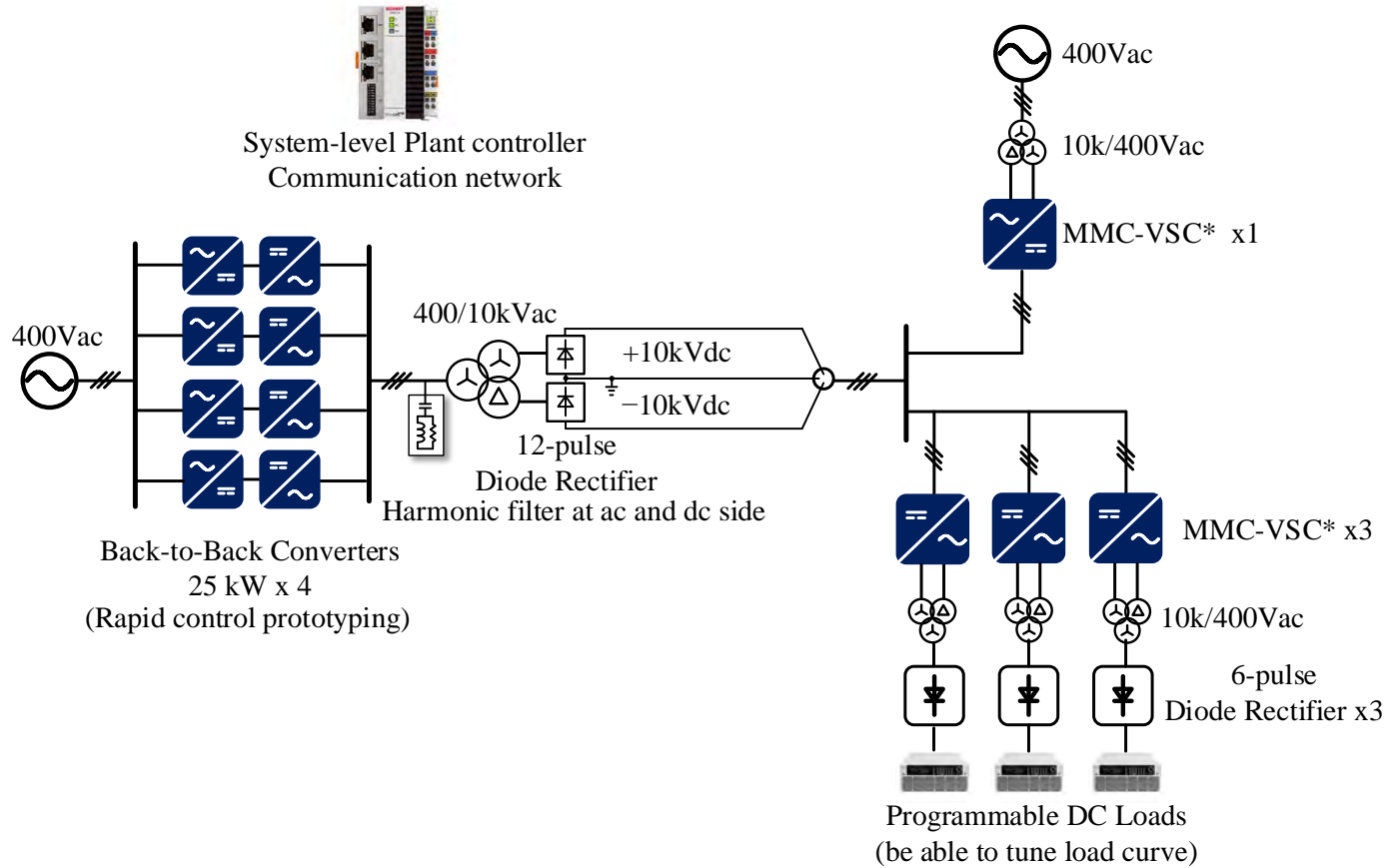
Technology Innovation Pillars



Cost-competitive solution for CO₂ reduction

Results

Lab demonstrator: ± 5 kV; 100kW

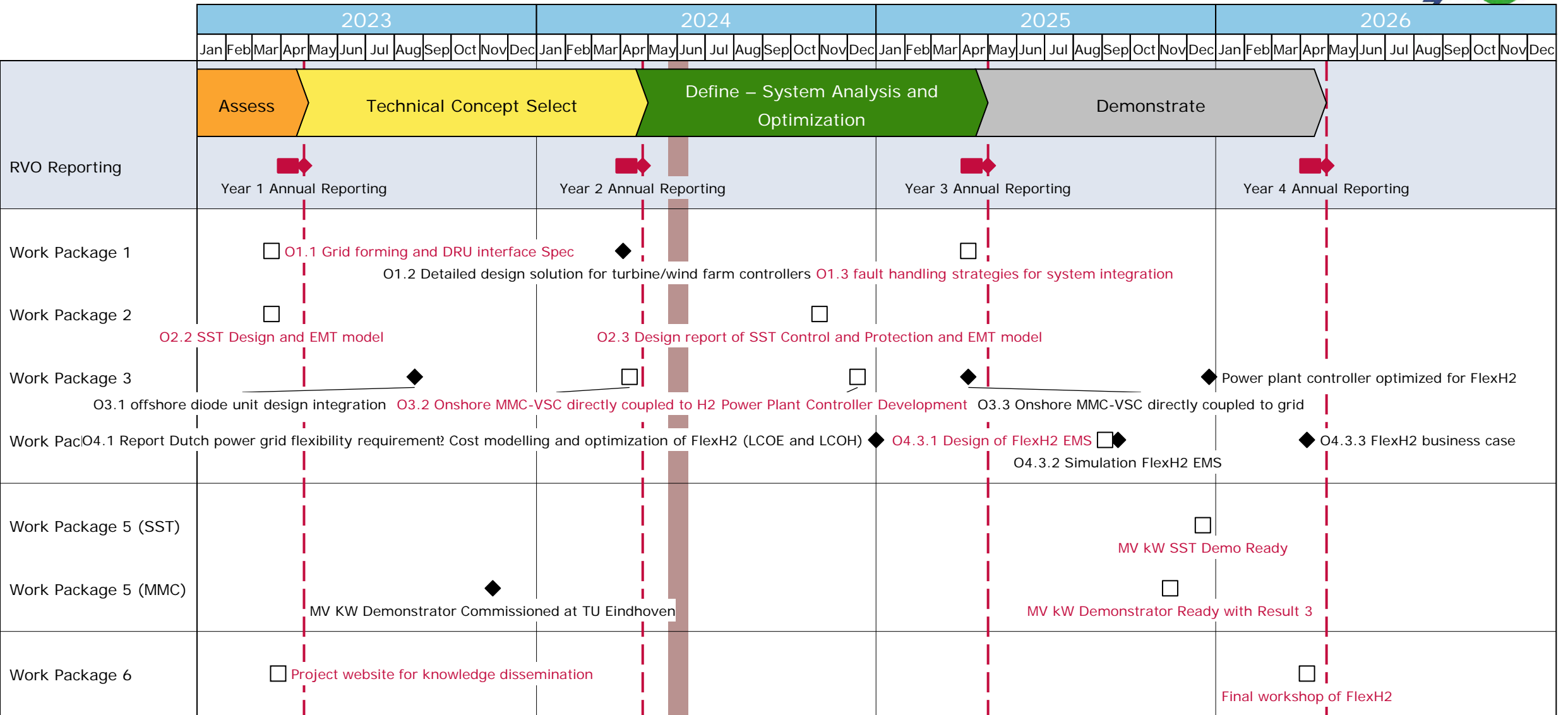


* MMC-VSC
--Bipolar Configuration
--Full bridge module
--15kVdc/10kVac 35kW

L1 Decision Roadmap – FlexH2



- Project milestone
- Work package milestone



Today





Project partners ([Website](#))

FLEX-H2



grow

ABB



TU Delft



Van Oord



DNV

TNO



TU/e EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

vonk



Netherlands Enterprise Agency



TKI WIND OP ZEE
Topsector Energie



Thank you

Name:	dr. ir. Yin Sun
Role:	FlexH2 Coordinator
Contact:	Yin.sun@shell.com

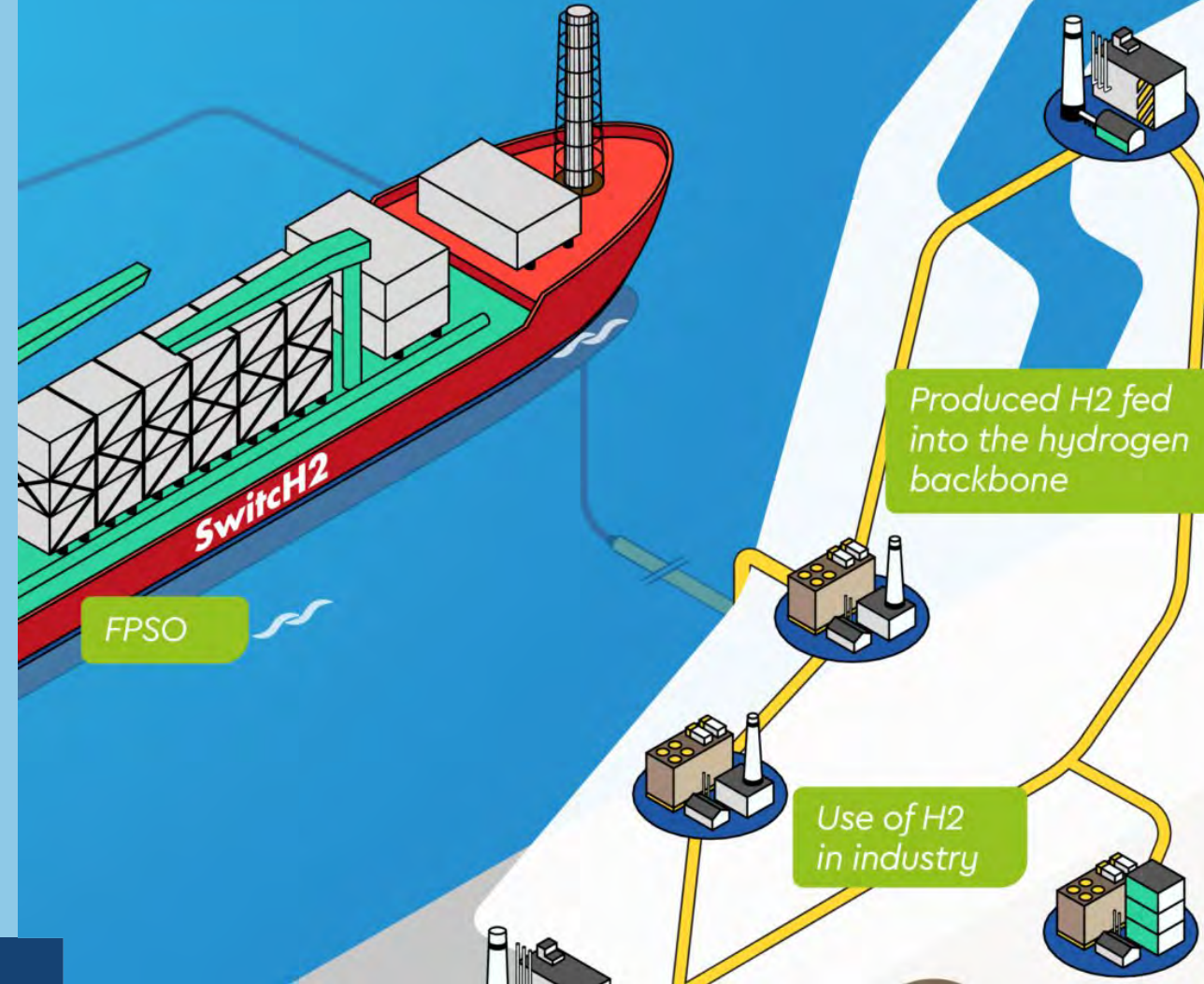
Offloading H2 through subsea gas pipelines



SwitchH2 B.V.

SeaWater into Clean Hydrogen

OFFSET – Offshore Floating
Storage of Energy and
Transfer



Aanleiding

> De energie transitie en de productie van moleculen

> Uitdagingen

1. Grid congestie
2. Energiezekerheid
3. Land tekort en vergunningaanvragen



> Consortium van 5 partners



BW OFFSHORE

Strohm



SwitchH2 B.V.
SeaWater into Clean Hydrogen

Doelen

1. Het ontwikkelen van een **geïntegreerde productie, opslag en offloading unit (FPSO)**
 - Het onderzoeken van **directe zeewater elektrolyse**
 - Validatie van een **thermocomposietbuis**
 - Ontwerpen en testen van **golfenergie module**
2. Groene waterstof **competitiever** maken in de huidige markt

Atomische
schaal

Aanpak

Project
schaal



Directe zeewater elektrolyse
proof-of-concept



Validatie van thermo
composietbuizen (TCP)



Marinisatie van elektrolyse
systeem



Oscillating water column test
(OWC) en TCP test



SwitchH2 B.V.
SeaWater into Clean Hydrogen

Consortiumleider en
integratie van alle
werkpakketten

Resultaten

Atomische
schaal



Component
schaal



TU Delft

- > Twee experimenten
 1. Membraan onderzoek voor gebruik van zeewater
 2. Bescherming van anodes en katodes
- > Verschillende materiaal- en lab opstellingen
- > Kosten en baten analyse

Strohm))

- > TCP pijp geschikt maken voor waterstof en de offshore motions
- > Variabelen: druk, temperatuur, flow, levensduur
- > Proof of Concept van ontwerp
- > Test in Marin basin

Resultaten



Test
schaal

Ontwerp
schaal

Project
schaal

MARIN

- › Schaal model ontwikkeld (1:50)
- › Test met twee OWC
- › 5% van de totale energiebehoefte kan hiermee gedekt worden

BW OFFSHORE

- › Marinisatie van elektrolyse systeem
- › Kosten en topsides ruimte optimalisatie



Switch2 B.V.
SeaWater into Clean Hydrogen

- › Integratie van resultaten
- › Stakeholder management
- › Kennisdeling

Vervolg

 TU Delft

> **Ongoing**

Strohm))

- Verder onderzoek aan membraan en bescherming van anodes en cathodes
- Verdere TCP buis ontwikkeling

 BW OFFSHORE

> **2025:** afronding van marinisatie van het ontwerp



Switch2 B.V.
SeaWater into Clean Hydrogen

> **2026** Basis ontwerp FPSO en HAZOP en HAZID studies

 MARIN

> **2027:** Validatie van OWC principe en TCP buis op schaalmodel in test basin

Bedankt!

- > switch2offshore.com
- > info@switch2offshore.com
- > +31 6 53 67 48 24
(Bob Rietveldt – directeur)



Voyex Project – Janus

Janus is de Romeinse god van 'het begin en het einde', van 'het openen en het sluiten'. Met de vloeibare waterstof drager ("LOHC-technologie") van Voyex willen we de deur openen voor de Nederlandse industrie om groene waterstof competitief in te zetten in industriële processen en om flexibiliteit te bieden aan de industrie.

Wiard Leenders

Co-founder & Directeur



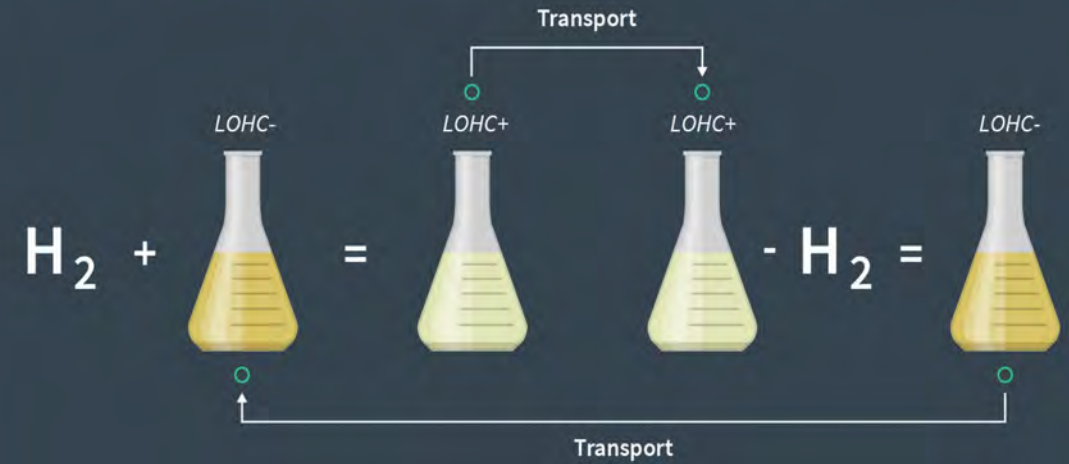
Aanleiding

- › Grote rol voor groene waterstof om CO₂ reductie in de industrie te bewerkstelligen.
- › Waterstof direct als feedstock, tbv hoge temperatuur warmte en flexibiliteit in elec net.
- › Noodzaak voor schaalbaar transport en opslag van waterstof voor die industrieën die niet zijn verbonden met backbone.
- › Conventionele technieken als NH₃, CGH₂ en LH₂ kenmerken zich door hoge kosten, technische complexiteit en veiligheidsbeperkingen.
- › Kansrijke optie is LOHC technologie.
- › Voyex ontwikkelt een LOHC die veiliger is dan diesel, veel waterstof kan opslaan en energetisch en kosten efficiënt ingezet kan worden.
- › De technologie wordt sinds 2020 in een lab omgeving ontwikkeld en bereikt nu de fase waarin naar pilot schaal toegewerkt wordt.



LOHC Technologie

> Technologie Introductie



KEY DIFFERENTIATING CHARACTERISTICS OF VOYEX LOHC



Flashpoint higher than diesel
Hazard potential similar to diesel

Stored at room temp. & atm. Pressure
Sustainable starting materials

60 kg H_2 / ton LOHC
<220°C for H_2 release

Doel

- › Het doel is het uitvoeren van een haalbaarheidsstudie om te bepalen of die opschalingstap kansrijk is.
- › Technische, economisch/commerciële haalbaarheid van
 - een pilot fabriek voor LOHC productie,
 - hydrogenatie (H_2 binden) en
 - de-hydrogenatie (H_2 ontbinden) onderzocht.
- › Haalbaarheid maakt de inzet van groene waterstof voor klein-tot-middelgrote industriële toepassingen mogelijk én het biedt lokaal flexibiliteit in elektrificatie van processen.

Aanpak

- › Bepaal Basic Design voor geïntegreerde pilot.
- › Bepaal assemblage strategie voor pilot de-hydrogenatie systemen.
- › Haalbaarheid certificering milieu- & gezondheidsimpact LOHC.
- › Robuustheid en opschalingsproeven
- › Bepaal Business Case.

Resultaten

- › Afgeronde Basic Designs voor geïntegreerde pilot met kostencalculaties.
- › Vastgestelde assemblage strategie voor pilot de-hydrogenatie systemen
- › Afgeronde haalbaarheid certificering van milieu- & gezondheidsimpact LOHC -> 'veiliger dan diesel'.
- › Uitgevoerde robuustheid en opschalingsproeven t.b.v. bestendigen pilot design -> fundamentele proces stappen bewezen in het lab.
- › Gedetailleerde Business Case: Locatie, eindgebruikers en waterstof in zicht voor pilot -> interessante commerciële case wanneer industrialisatie bereikt wordt.

Vervolg

- › Daadwerkelijke opschaling ontwikkelen in de vorm van geïntegreerde Pilot keten.
- › REACH registratie van vloeistoffen.
- › Aanvraag DEI+ subsidie.

Dank voor uw aandacht

- › www.voyex.nl
- › Wiard.Leenders@voyex.nl
- › +31 6 1382 9171



Iron Fuel Technology

Van ontwikkeling
naar implementatie



Aanleiding

- › Industrie en elektriciteitssector verantwoordelijk voor 52% van de Nederlandse CO₂-uitstoot
- › Druk vanuit markt, politiek en maatschappij om CO₂-emissies te verlagen, en fossiel te vervangen voor duurzame alternatieven
- › Huidige alternatieven zoals waterstof en elektrificatie hebben beperkingen (bijv. ontoereikende netwerken, of operationele problemen)
- › Behoeftte aan innovatieve oplossingen voor industriële warmte: introductie Iron Fuel Technology

Doel

- › Demonstratie van de technologie op TRL7
- › 1MW iron fuel boiler en 200kW iron fuel productiesysteem gerealiseerd
- › Praktisch gevalideerde technologische eisen
- › Ontwikkelde en geïntegreerde waardeketen
- › Gecreëerde leeromgeving
- › Maatschappelijk draagvlak voor vervolgpilot op TRL 8/9

Aanpak

- › Ontwerp en bouw van 1MW boiler en 200kW productiesysteem
- › Ontwikkelen van theoretisch model en levenscyclusanalyse
- › Valideren van KPI's in praktijktests (Helmond en Arnhem)
- › Betrekken van stakeholders in de waardeketen
- › Opzetten van leeromgeving voor training en ontwikkeling
- › Regelmatig uitvoeren van project- en communicatie-activiteiten

Resultaten

- › Iron Fuel Boiler en Iron Fuel Production systemen zijn gebouwd; (bijna) klaar voor uitvoeren van de tests
- › Publicatie van whitepaper, dynamisch model e.a.
- › Succesvol gestart met samenwerken/partnerships met waterstof-partijen
- › Wet- en regelgeving die van toepassing is in kaart gebracht en gevalideerd

Vervolg

- › Start tests met gerealiseerde systemen, validatie van KPIs
- › Doorontwikkeling community en netwerk

Ondersteunen?

- › Komen graag in contact met producenten van groene waterstof
- › Zijn voor opschaling naar commerciële systemen nog afhankelijk van financiering, kansen grijpen we graag aan

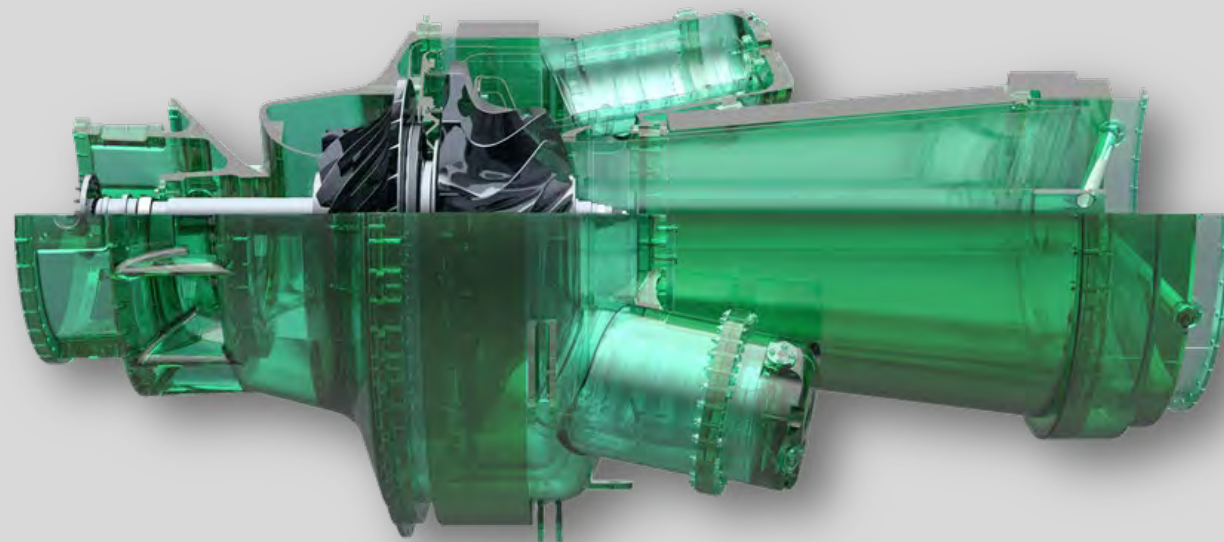
Contact

- › www.ironfueltechnology.com
- › info@ironfueltechnology.com

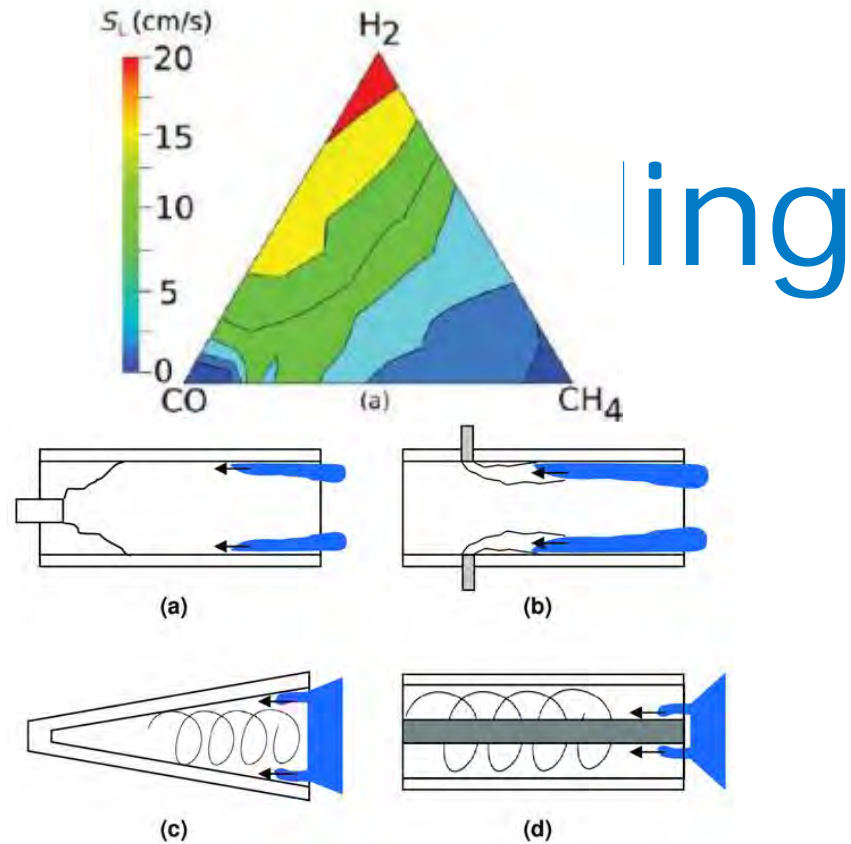


H2Flex

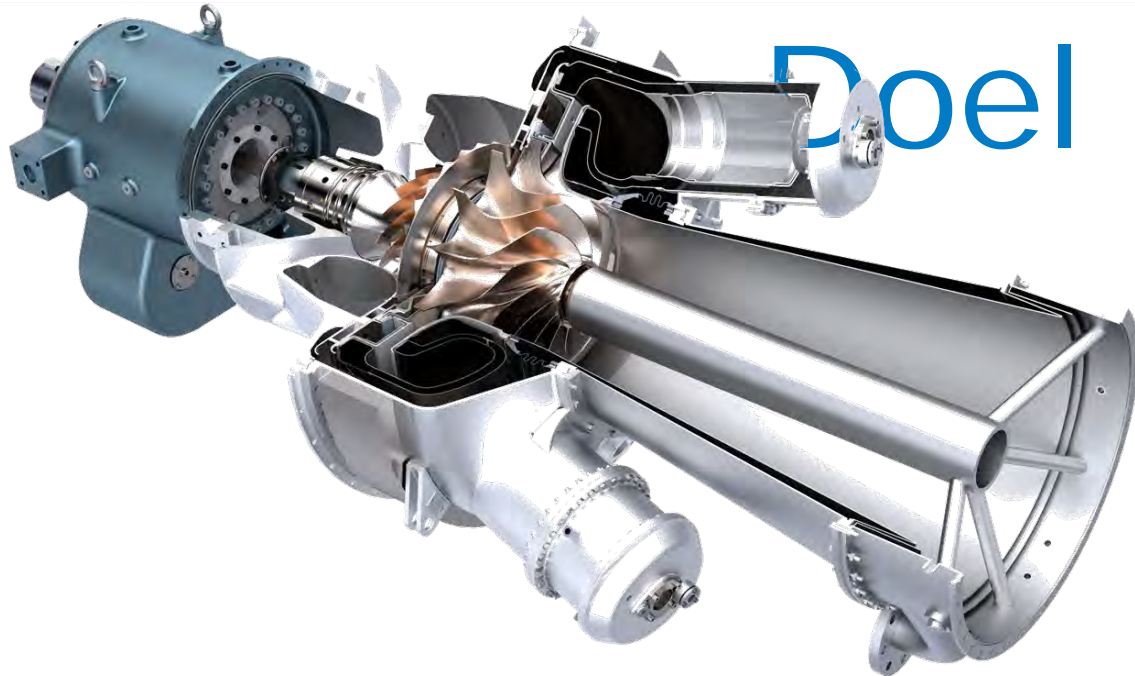
Ontwikkeling van een gasturbine
brander prototype voor waterstof



Destinus'  **TU Delft**



- › Industriële vraag naar warmte en elektriciteit met WKK installaties zijn belangrijk onderdeel van energiesysteem
- › Destinus Energy wil haar gasturbines gereed maken voor waterstof met lage NO_x ("stikstof") emissies
- › Verbrandingsnelheid van waterstof is substantieel hoger dan aardgas → grote kans op vlamterugslag en schade aan brander

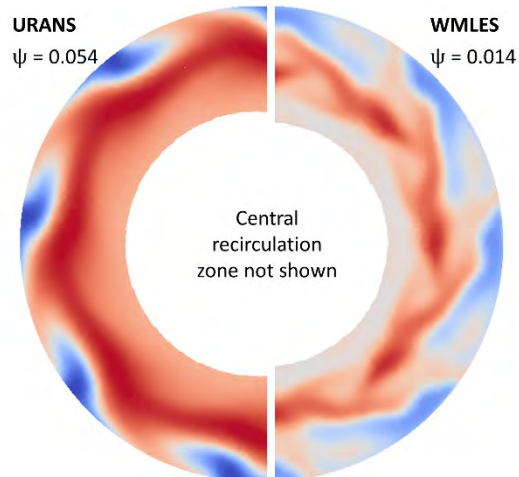
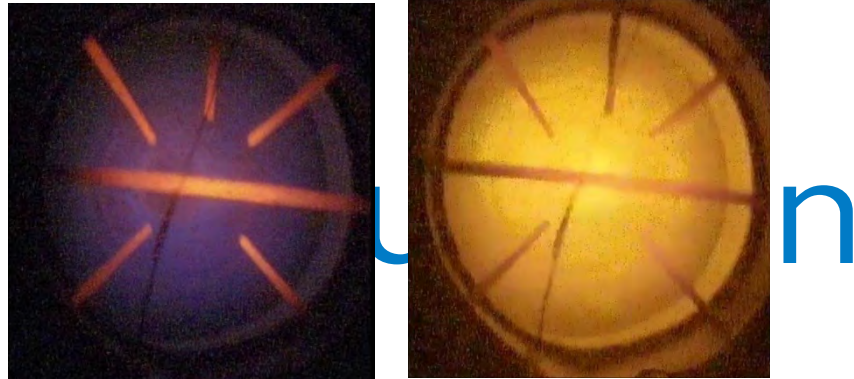


- › Gevalideerd rekenmodel voor voorspellen van vlamterugslag in gasturbinebranders
- › Kosten effectieve aanpassing van bestaande gasturbinebrander voor mengsels tot 70 vol% H₂ als tussenstap naar 100 vol%
- › Testen van geoptimaliseerd prototype met 70 vol% H₂
- › Evalueren van de impact van waterstof op de levensduur van gasturbinecomponenten



- › Gecombineerde experimentele en numerieke aanpak
- › Zeer gedetailleerde simulaties van mengen van waterstof en lucht (CFD)
- › Uitvoeren van atmosferische verbrandingsexperimenten met full-scale brander bij Destinus Energy
- › Modellen en ontwerp verbeteren met resultaten

- > Vlamterugslag en hoge NO_x emissies voor waterstoftoevoeging bij aardgasbrander
- > Conventionele simulatiemethodes zijn minder nauwkeurig voor waterstofmenging door groot dichtheidsverschil
- > Diverse veelbelovende geoptimaliseerde branders zijn gefabriceerd
- > Eerste testen van geoptimaliseerde brander laten significante verbetering in NO_x zien



Proceedings of ASME Turbo Expo 2024
Turbomachinery Technical Conference and Exposition
GT2024
June 24-28, 2024, London, United Kingdom

GT2024-123831

SHEAR-DRIVEN HYDROGEN-AIR MIXING IN OP16 DLE COMBUSTOR: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN
URANS AND LES

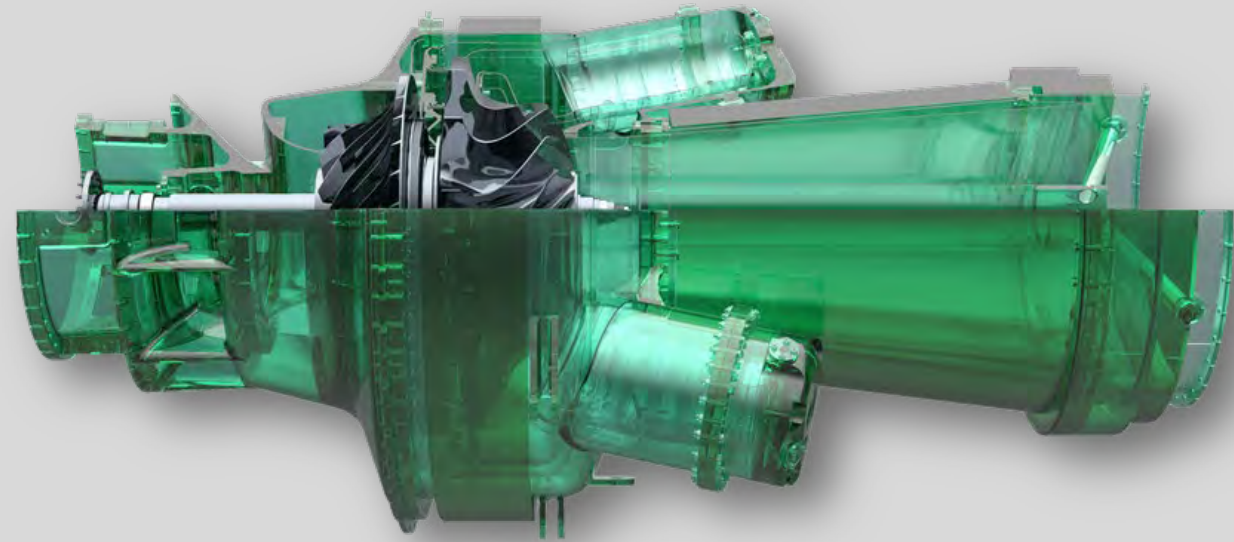
Teja Donepudi¹, Rene Pecnik¹, Jurriaan W. R. Peeters¹, Sikke Klein^{1,*}, Thijs Bouten², Lars-Uno Axelsson²,

¹Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

²Destinus Energy, Hengelo, The Netherlands

- › Afronden van testcampagnes van geoptimaliseerde branders
- › Vergelijken experimenten en simulaties
- › Uitvoeren van test met geavanceerde meettechnieken t.b.v. impact op levensduur
- › Presentatie simulatie resultaten bij ASME Turbo Expo conferentie in Londen
- › Na dit project:
 - Implementatie in volledige gasturbine
 - 100% waterstof
 - Ultra-lage emissies

- > www.destinus.energy
- > www.tudelft.nl
- > thijs.bouten@destinus.energy
- > 074-245 21 21





Hartelijk dank voor uw

aandacht, tot zo bij de borrel

Innovatiedag Waterstof



Innovatiedag Waterstof

5 juni 2024, Arnhem