



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Recoy en TNO: Waterstofvoor off-grid toepassingen

Sjoerd Wittkampf

Innovation & new business manager
Recoy

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen*



WATERSTOF VOOR OFFGRID TOEPASSINGEN

IS ER IN DE HUIDIGE MARKT EEN CONCURRERENDE BUSINESS CASE TE VINDEN?

ONDERZOCHE TOEPASSINGEN

Selectie van drie meest kansrijke toepassingen

Bouwplaatsen



Festivals & Evenementen

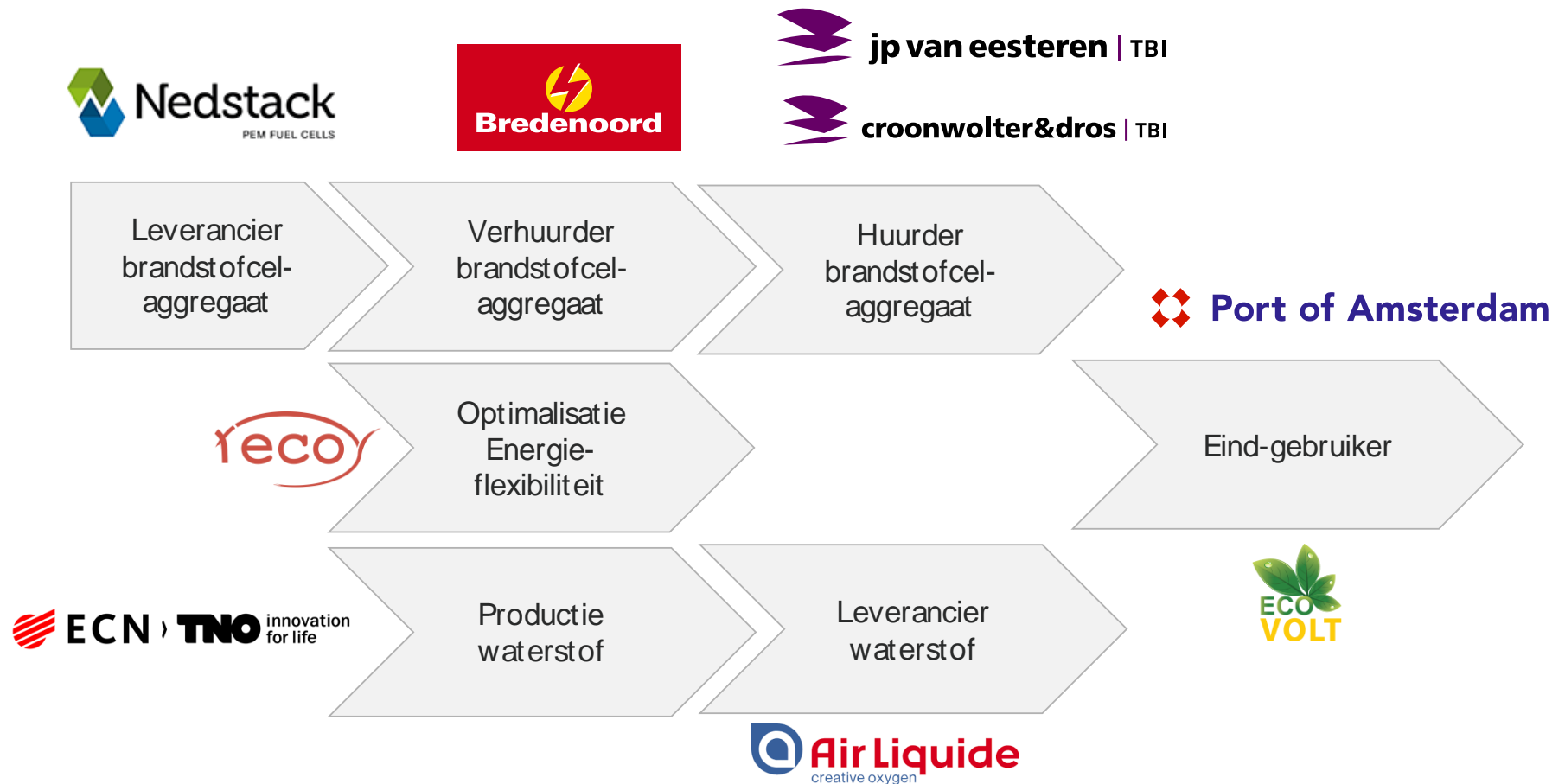


Walstroom



CONSORTIUM

In het consortium was de hele waardeketen vertegenwoordigd



USE-CASE WALSTROOM

Met een 6 MW walstroomaggregaat kan op de cruise terminal een bezetting van 6000 uur/jaar worden gerealiseerd en meer dan 25% van de zee-cruiseschepen van walstroom worden voorzien

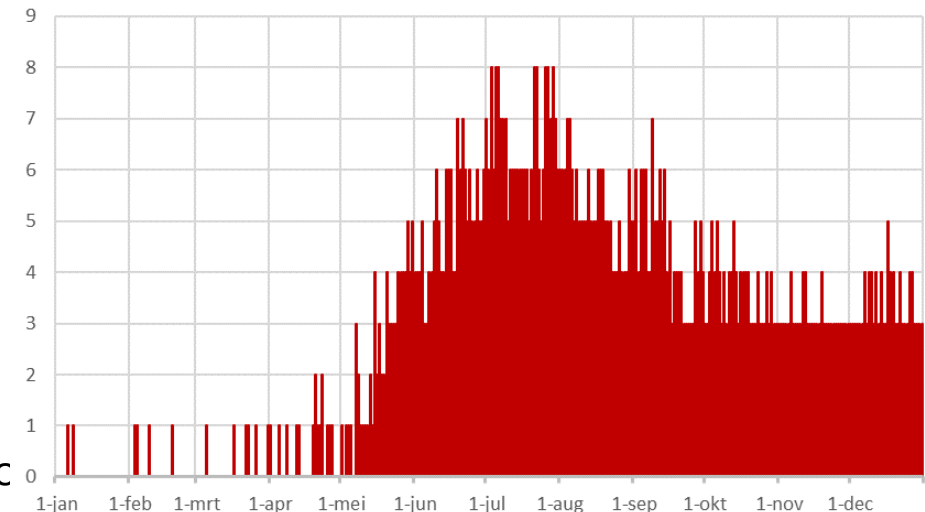
Kenmerken

- Verblijftijd: tussen 12 en 36 uur
- Gemiddeld elektrisch vermogen cruiseschip: 6 MW
- Hulpmotoren ondergrens 2 MW, bovengrens 10 MW

USPs:

- Aggregaten mobiel inzetbaar, hogere benutting mogelijk dan vaste installatie.
- Meeste cruiseschepen hebben stroom op 60 Hz nodig i.p.v. 50 Hz. Er is geen frequentieomvormer nodig (t.o.v. walstroom met netaansluiting)
- Geen fijnstof, geen stank & geluidsoverlast, lagere CO₂ emissies t.o.v. scheepmc op stookolie.

Aangemeerde Cruiseschepen
Port of Amsterdam 2018



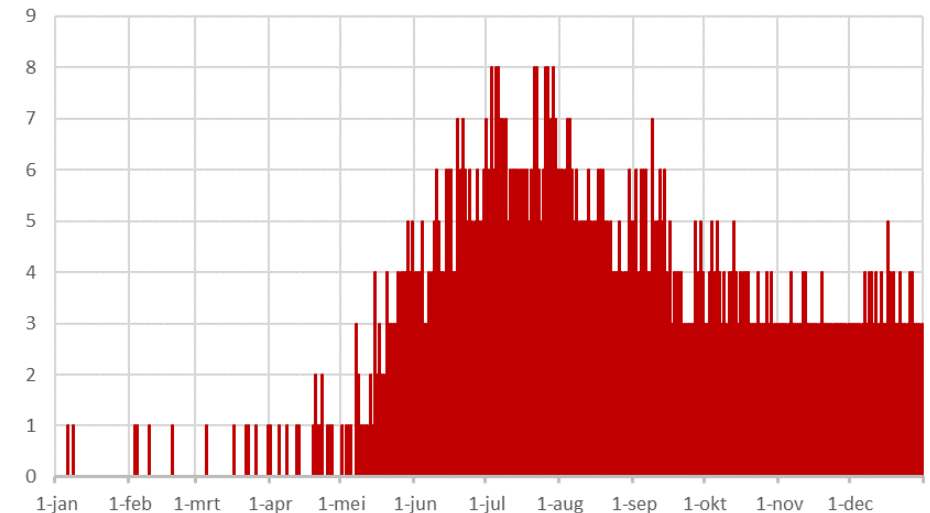
USE-CASE WALSTROOM

Met een 6 MW walstroomaggregaat kan op de cruise terminal een bezetting van 6000 uur/jaar worden gerealiseerd en meer dan 25% van de zee-cruiseschepen van walstroom worden voorzien

Omzetpotentieel 1 unit

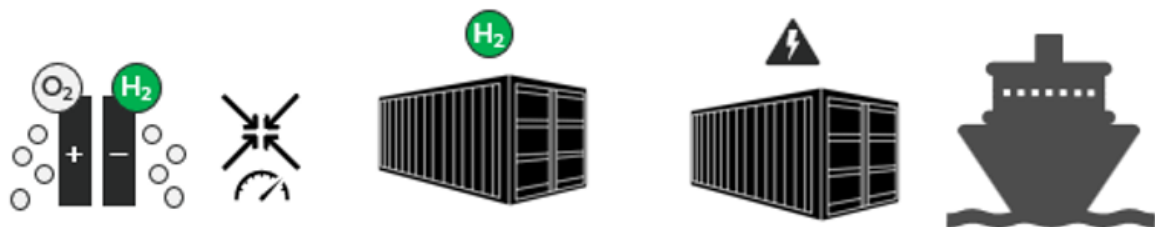
- Prijs walstroom: 22,3 cent/kWh
- 6000 uur @ 6 MW
- => €8 mio/jaar

Aangemeerde Cruiseschepen
Port of Amsterdam 2018



USE-CASE WALSTROOM

Benodigde investeringen



6 MW Brandstofcelaggregaat	€ 14,4 miljoen
Duwbak	€ 0,7 miljoen
22 x H ₂ opslag (20ft container 800kg H ₂ @300bar)	€ 6,6 miljoen
20,3 MW Alkaline elektrolyser	€ 10,6 miljoen
Compressoren en vulstations	€ 3,2 miljoen
Facility/overig	€ 2,8 miljoen
Werkkapitaal	€ P.M.
Totaal investeringen	€ 38,2 miljoen



USE-CASE WALSTROOM

Er bleek helaas nog geen positieve business case mogelijk te zijn.
De prijs voor walstroom van 22,3 cent/kWh is te laag (€3,90/kg geproduceerde waterstof) om een winstmarge te realiseren

Exploitierekening Use Case Walstroom																									
Business model 3: verticaal geïntegreerd	Yr1	Yr2	Yr3	Yr4	Yr5	Yr6	Yr7	Yr8	Yr9	Yr10	Yr11	Yr12	Yr13	Yr14	Yr15	Yr16	Yr17	Yr18	Yr19	Yr20	Yr21	Yr22	Yr23	Yr24	Yr25
Netto omzet	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Kostprijs van de omzet	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Bruto marge	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Personeelskosten(*)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Onderhoudskosten	1,4	1,4	1,4	5,0	1,4	1,4	1,4	3,2	1,4	5,1	1,4	6,8	1,4	1,4	1,4	3,2	1,4	1,4	5,1	3,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
OPEX	1,5	1,5	1,5	5,1	1,5	1,5	1,5	3,3	1,5	5,2	1,5	6,9	1,5	1,5	1,5	3,3	1,5	1,5	5,2	3,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
EBITDA	-0,3	-0,3	-0,3	-3,9	-0,3	-0,3	-0,3	-2,1	-0,3	-4,0	-0,3	-5,7	-0,3	-0,3	-0,3	-2,1	-0,3	-0,3	-4,0	-2,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Afschrijvingen op materiele vaste activa	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Bedrijfsresultaat (EBIT)	-2,4	-2,4	-2,4	-6,0	-2,4	-2,4	-2,4	-4,2	-2,4	-6,1	-2,4	-7,8	-2,4	-2,4	-2,4	-4,2	-2,4	-2,4	-6,1	-4,2	-2,4	-2,4	-2,4	-2,4	-2,4

USE-CASE WALSTROOM

Uit onze sensitiveitsanalyse blijkt dat er wel een positieve business case mogelijk is bij een verkoopprijs van walstroom van ca. 45 cent/kWh. Dit komt neer op €7,80/kg geproduceerde H₂

Sensitiveitsanalyse van de NPV - Walstroom business model 3

Alle bedragen in miljoenen euro's

Verkoopprijs elektriciteit in € per kWh

		0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50
Gemiddelde elektriciteitsprijs in € per kWh	0,005	-14	-7	5	16	28	51
	0,010	-18	-11	1	12	24	47
	0,020	-28	-21	-8	4	15	38
	0,030	-39	-31	-17	-5	7	30
	0,040	-49	-41	-27	-14	-2	22
	0,050	-60	-52	-37	-23	-11	13

Sensitiveitsanalyse van de NPV - business model 3

Alle bedragen in miljoenen euro's

Gemiddelde elektriciteitsprijs (inkoop in €/MWh)

		5	10	20	30	40	50
Capex / kW electrolyzer	300	-7	-12	-21	-31	-42	-53
	350	-9	-13	-22	-33	-44	-55
	400	-10	-15	-24	-35	-46	-56
	450	-12	-16	-25	-36	-47	-58
	500	-13	-18	-27	-38	-49	-60
	550	-14	-19	-29	-40	-50	-61

VERVOLGPROJECT

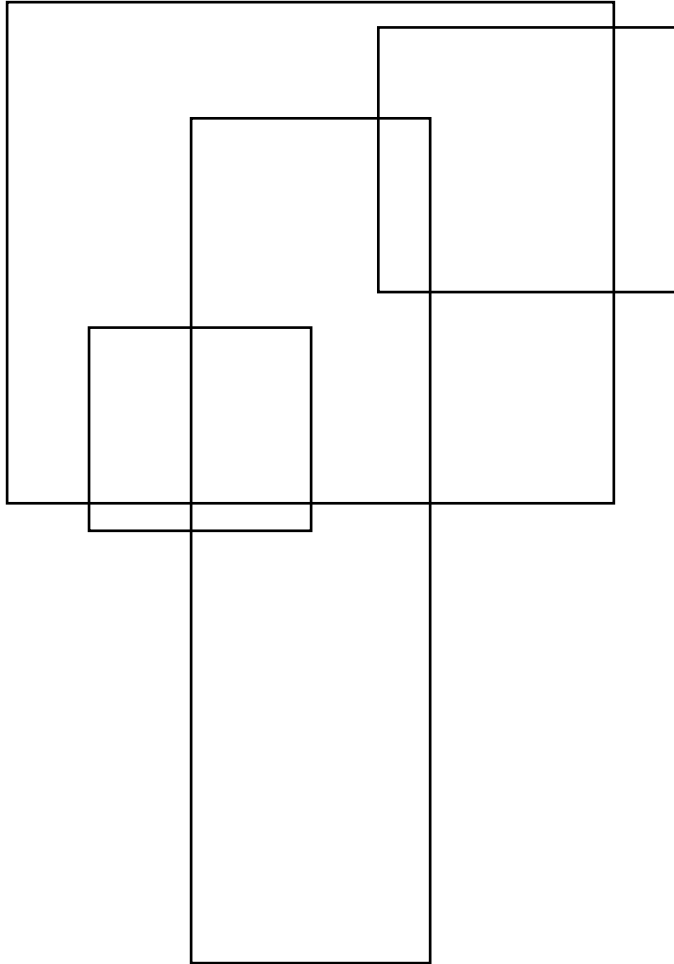
Dankzij subsidie van het Waddenfonds wordt er op dit moment een prototype ontwikkeld dat gedemonstreerd zal worden in de drie waddenhavens



GREEN SHIPPING

Waddenzee





LEARNINGS & AANDACHTSPUNTEN

- Door slim gebruik te maken van variabele elektriciteitsprijzen kunnen de elektriciteitskosten van elektrolyzers met > 30% worden verlaagd
- Bedrijfseconomisch zijn elektrolyzers minder geschikt voor het opslaan van overschotten van duurzame energie. Door hoge CAPEX is het noodzakelijk om veel draaiuren te maken, ze zullen alleen uitschakelen bij hoge prijzen.
- Vervolgonderzoek is nodig naar hoe flexibel elektrolyzers in de praktijk zijn. Mogelijke bottlenecks: snelheid van compressoren & capaciteit on-site waterstofopslag.
- Hetzelfde geldt voor de extra onderhoudskosten van compressoren t.g.v. flexibele aansturing.
- De elektriciteitsprijzen voor de onderzochte toepassingen zijn op dit moment te laag voor een positieve business case. Wij zien dat veel projecten rekenen met waterstofprijzen van 10€/kg voor mobiliteit. Dit is riskant, want voor andere offgrid toepassingen gelden substantieel lagere prijzen.



THANK YOU!



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Alliander: Sinnewetterstof

Ben Tubben

Projectmanager Alliander

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen*

SinneWetterstof Oosterwolde

Waterstof productie op het Ecomunitypark

11-05-2021

© Liander; vertrouwelijk

GroenLeven
zonne-energie

alliander

Project overzicht

Algemene informatie m.b.t. het project SinneWetterstof Oosterwolde



- Project doel : Flexibilisering elektriciteitssysteem Oosterwolde door toepassing waterstofconversie
- Looptijd : juli 2020 – juni 2024
- Budget : 3,5 Miljoen Euro
- Subsidie : 886 duizend Euro
- Partners : Alliander - GroenLeven

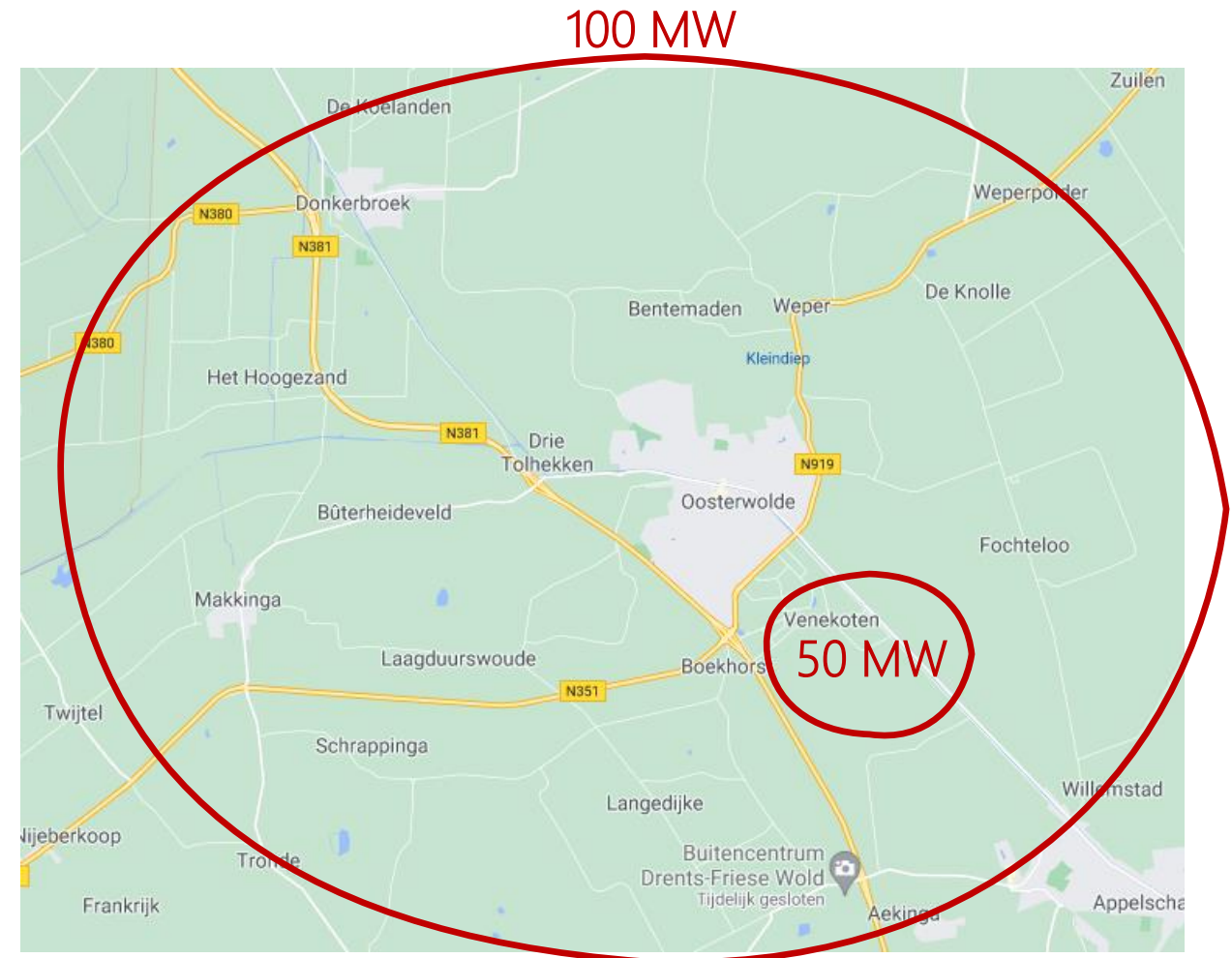
Alliander realiseert de installatie. GroenLeven huurt de installatie, koopt elektriciteit in en verkoopt de waterstof.

Achtergrond

Congestie management door H₂ conversie bij grote opwekinstallatie

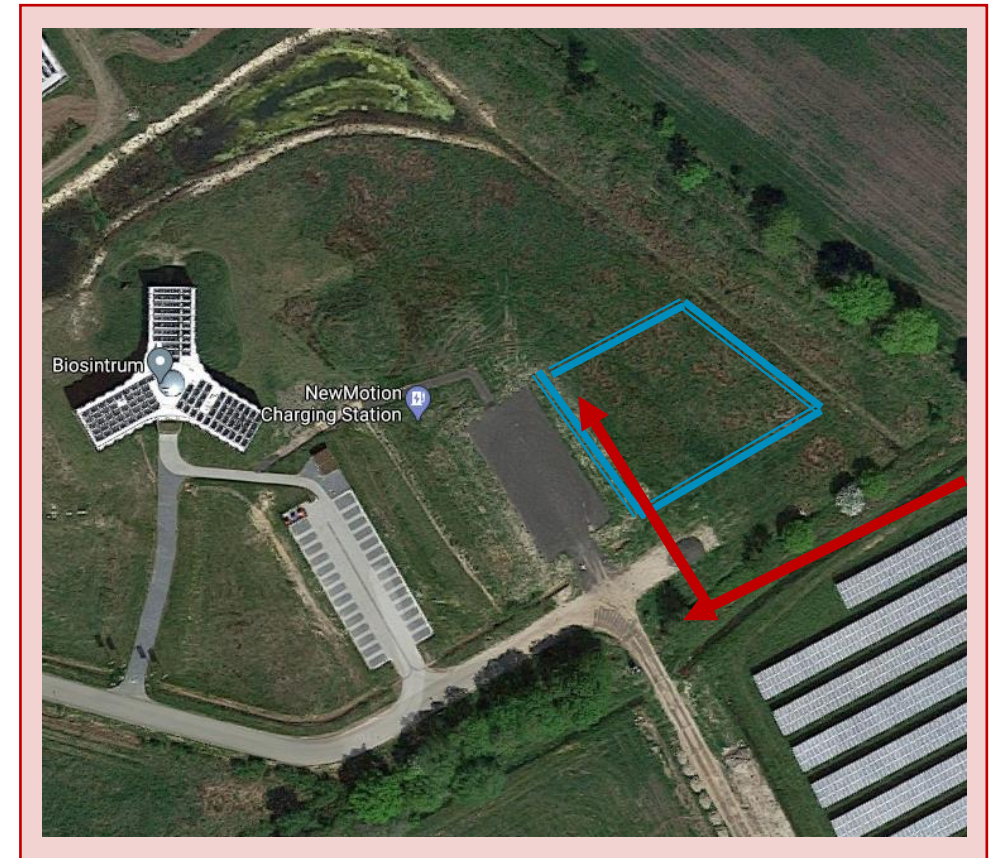
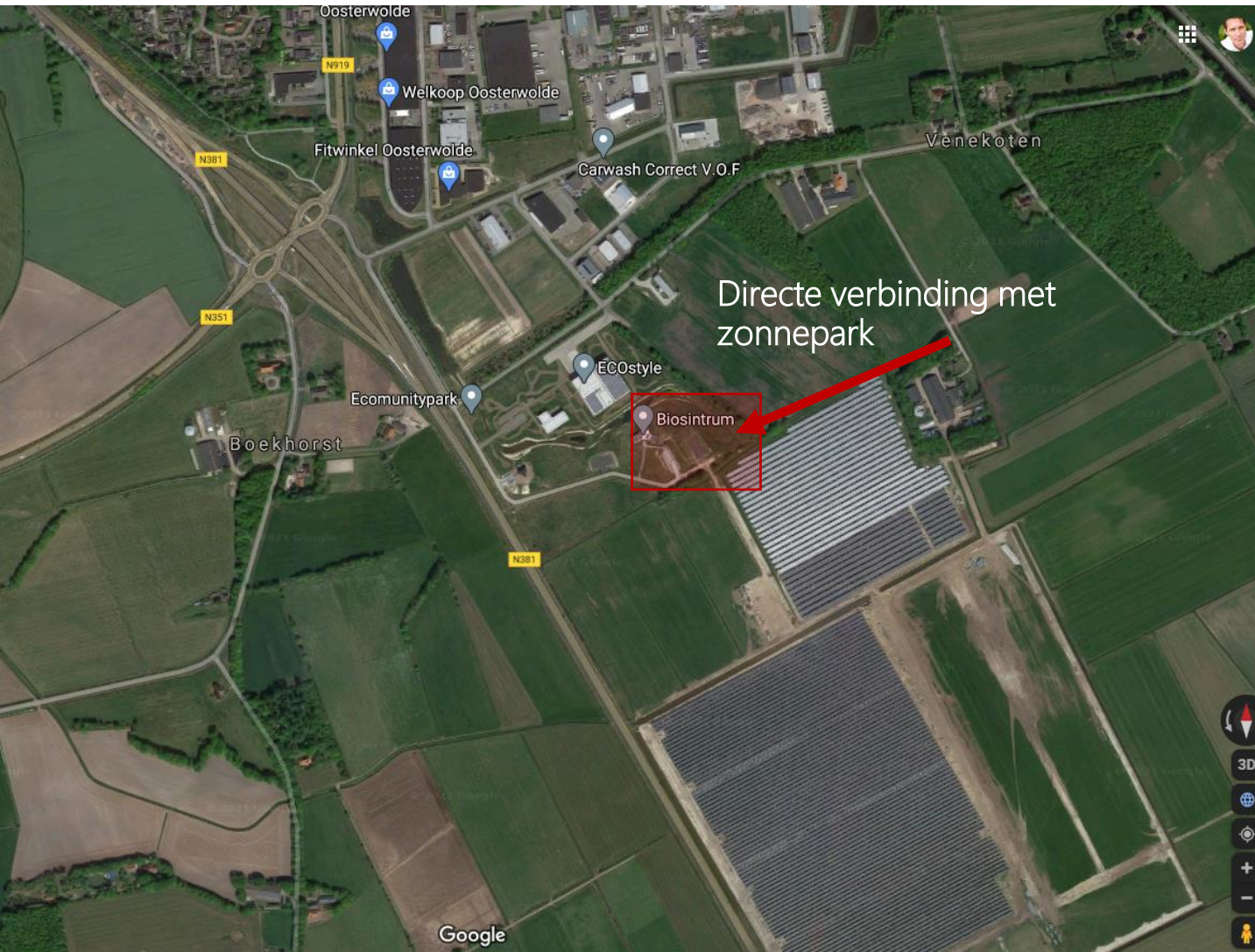
Onderstation Oosterwolde

- Transport capaciteit : 100 MW
- Geprognostiseerde opwek : 200 MW
- Mismatch transport vs gewenste capaciteit
- Zoektocht:
 - met huidige infra duurzame opwek inpasbaar maken
 - Flexibiliteit van een waterstof installatie tbv congestiemgt
 - nieuwe vormen van aansluiten testen
- Conversie bij de opwek:
 - Waterstof installatie naast het zonnepark



Zichtbare waterstof keten op Ecomunitypark

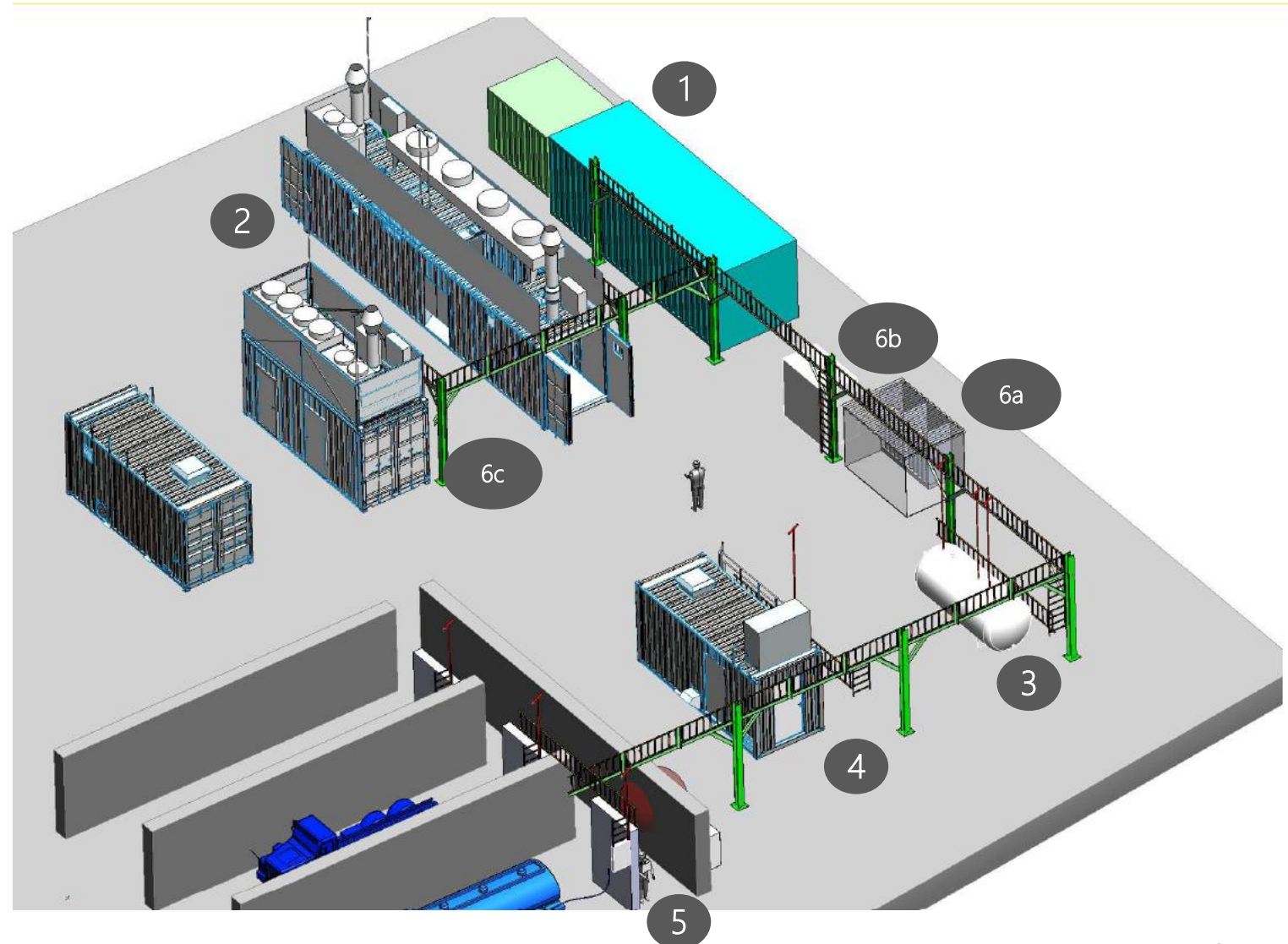
Creëren van de zichtbare duurzame energieketen. Unieke gelegenheid op Ecomunitypark



Opbouw installatie op basis van standaard componenten

Detailengineering fase

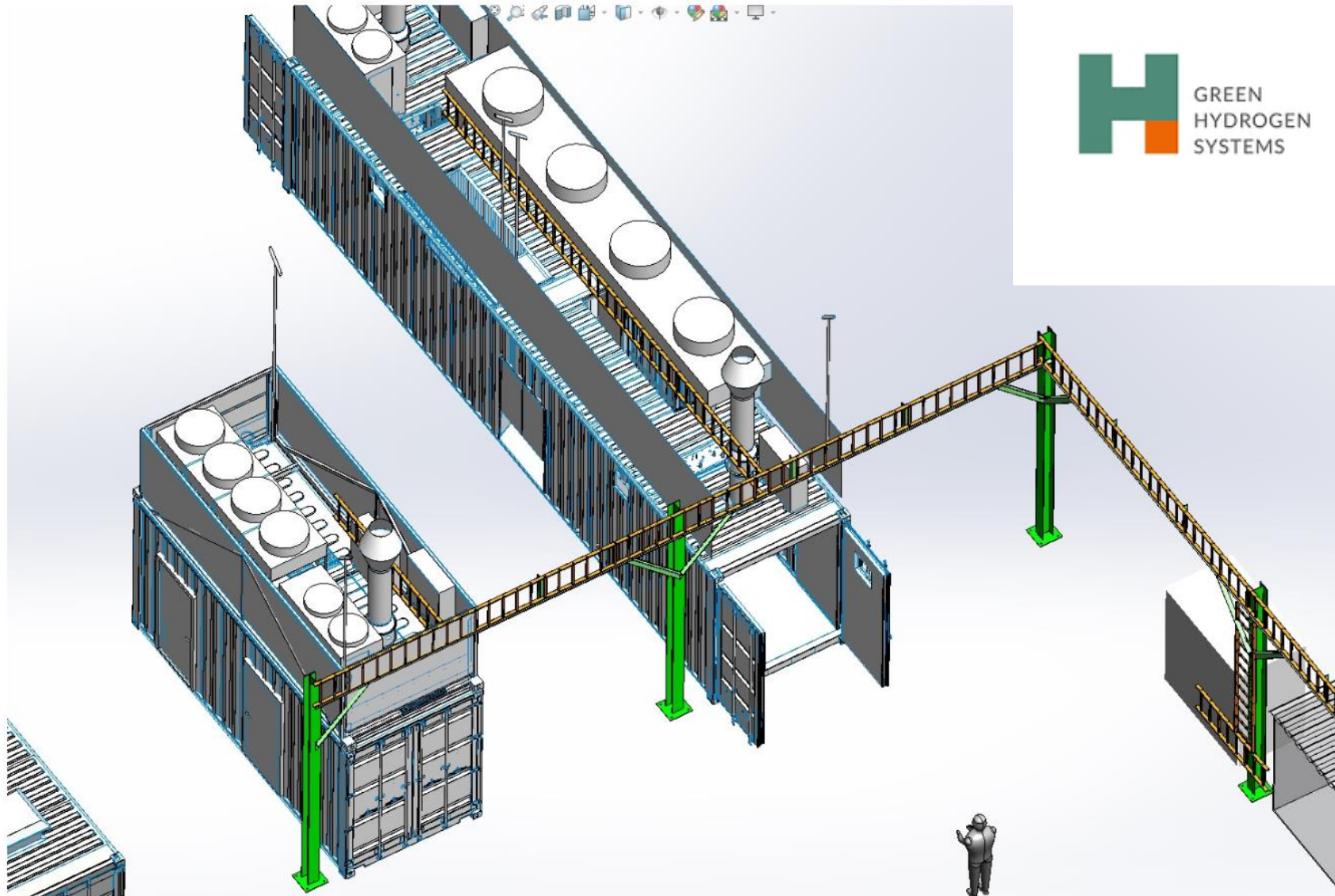
1. Elektrotechnische installatie
2. Elektrolyser
3. Buffer
4. Compressor
5. Vulpunt
6. Overig
 - a) Stikstof
 - b) Perslucht
 - c) Kabelbruggen



Electrolysers: GreenHydrogen Systems

Keuze op basis van Europees tender traject

SUNNEWETTERSTOF



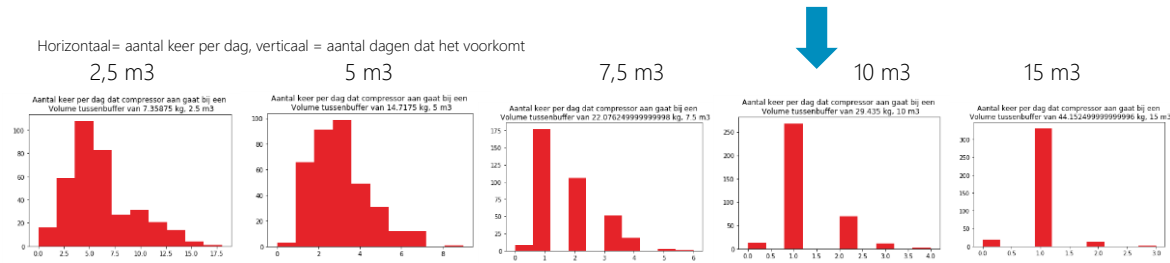
Totaal 1,4 MW

3 stacks/ modules

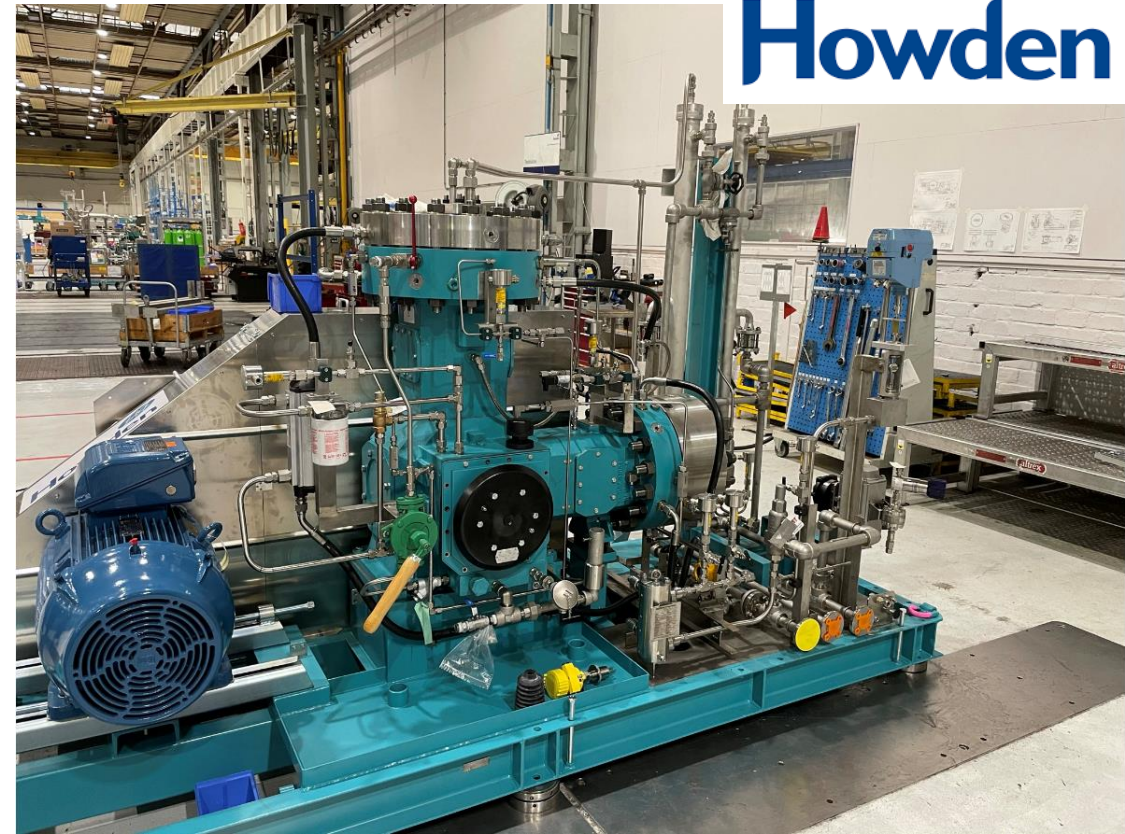
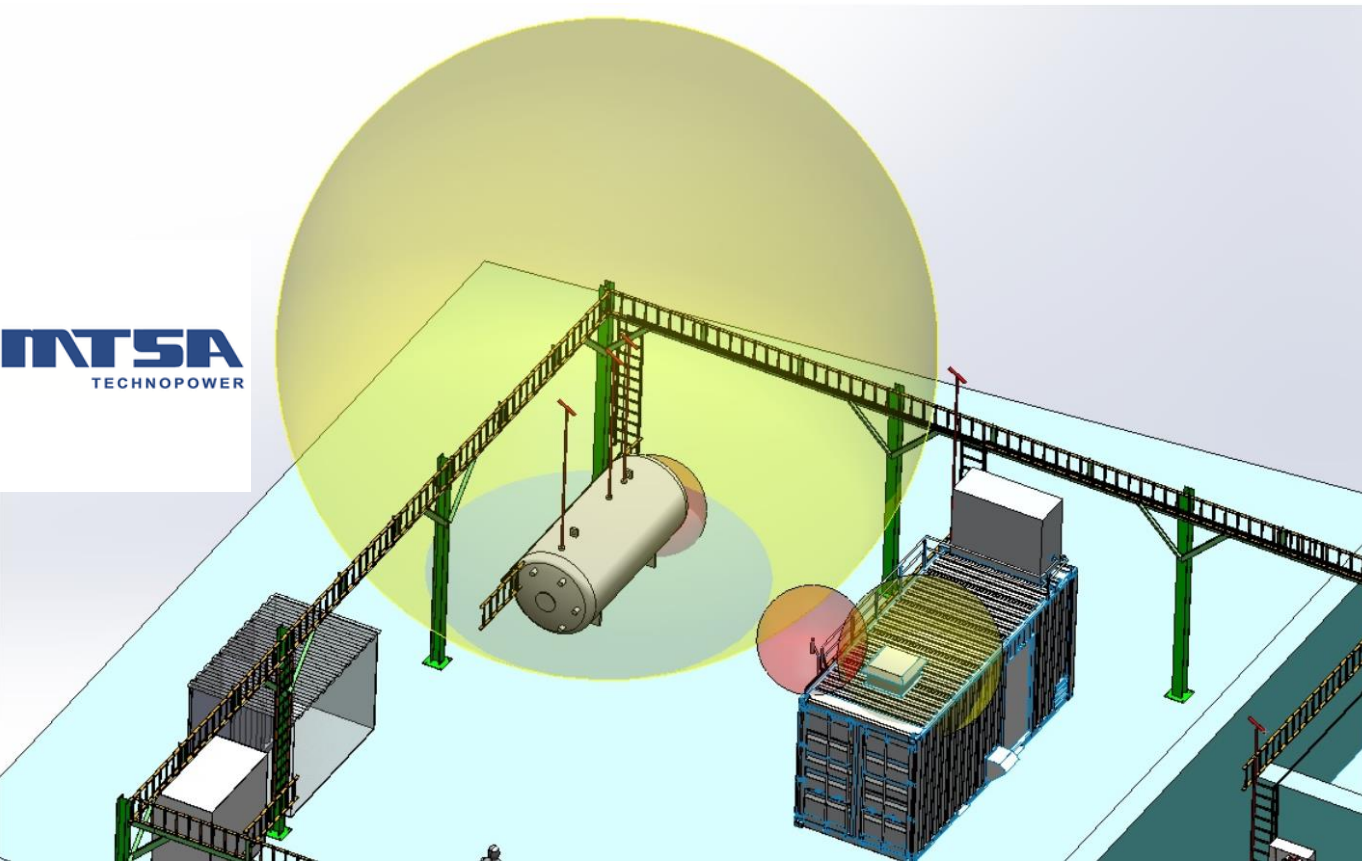
1 master controller

Buffervat (MTSA) en compressor (Howden)

Optimalisatie start/stops van compressor door toepassing buffervat



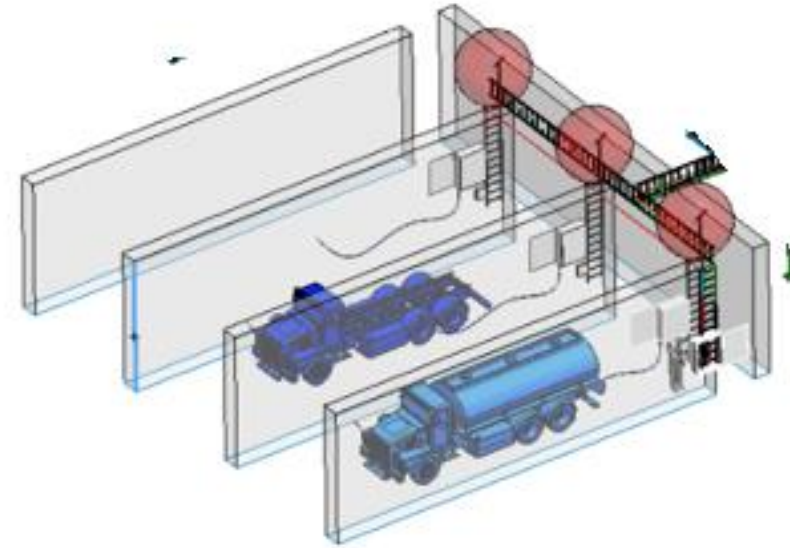
MTSA
TECHNOPOWER



Aflevering waterstof in Tubetrailers

300 bar

Eigen ontwerp; geen standaard oplossing

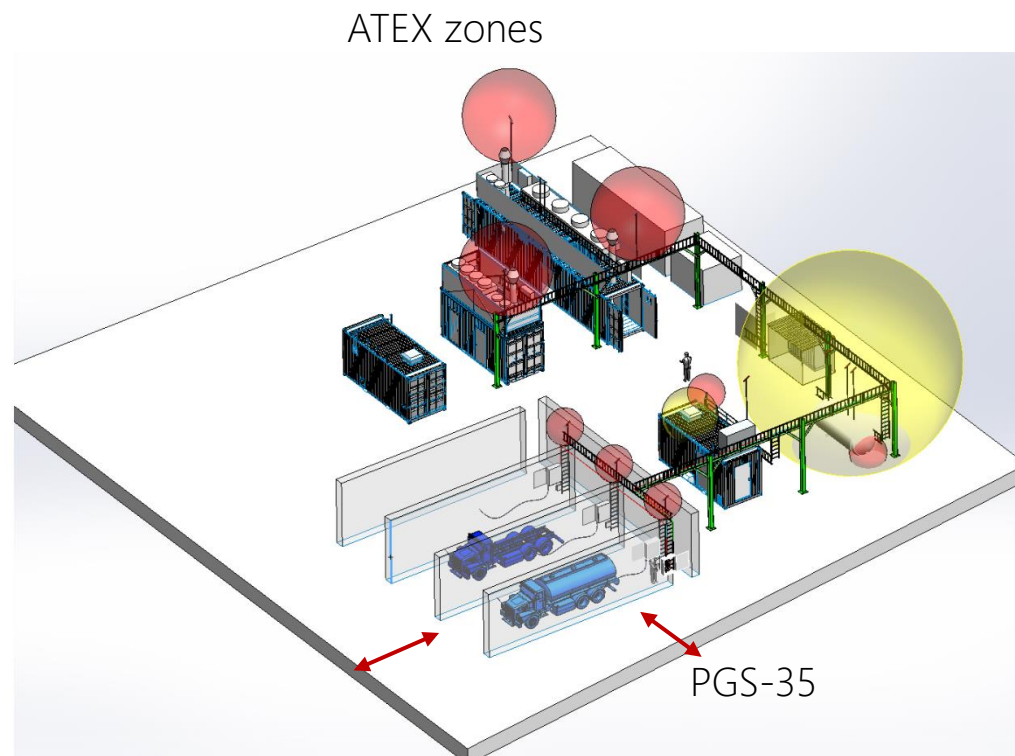


Veiligheid

Zelf opzetten van veiligheid filosofie tot en met uitvoeringsrichtlijnen

Leerpunten

- Weinig voorbeelden
- Normen van tankstations als basis
- Bepalend voor layout



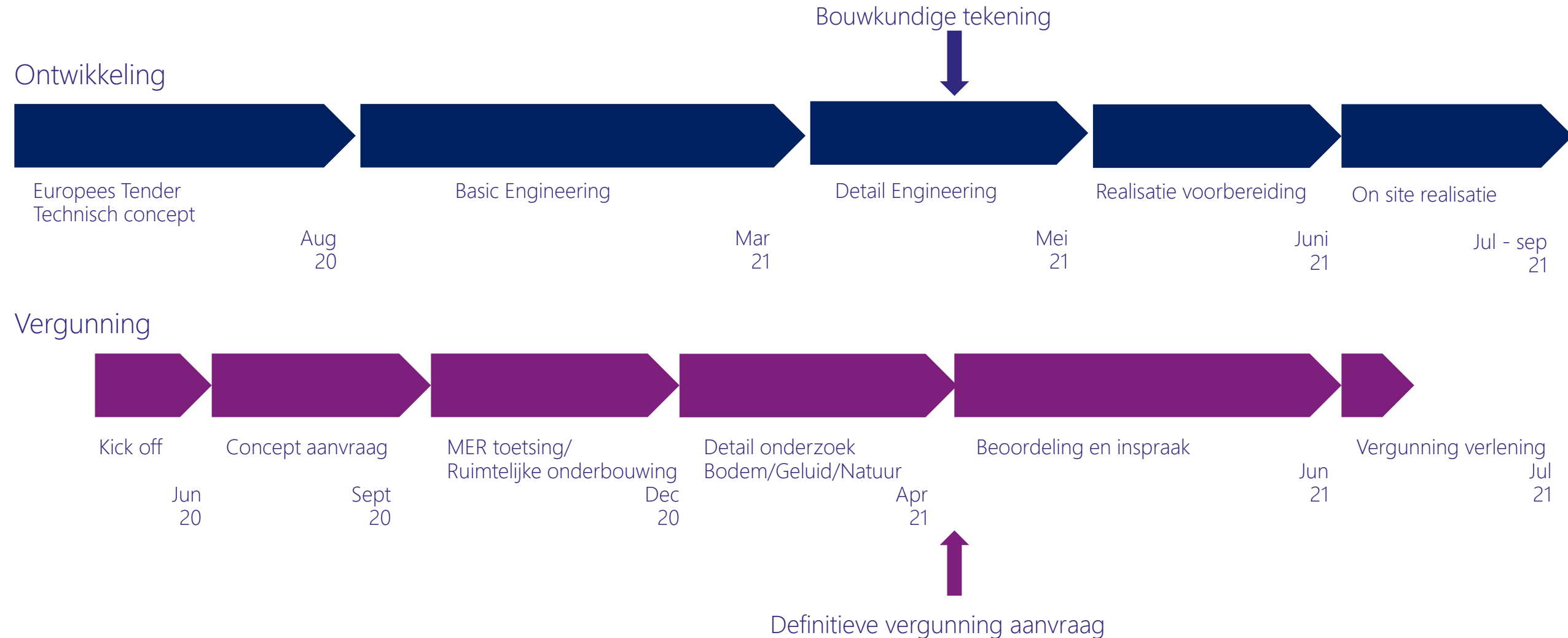
Safety philosophy

ESD

PGS-35 als basis

Vergunningtraject versus ontwerp stadia

Mismatch informatie behoefte en beschikbaarheid details



Informatie



Website: www.sinnewetterstof.nl

Diverse media uitingen

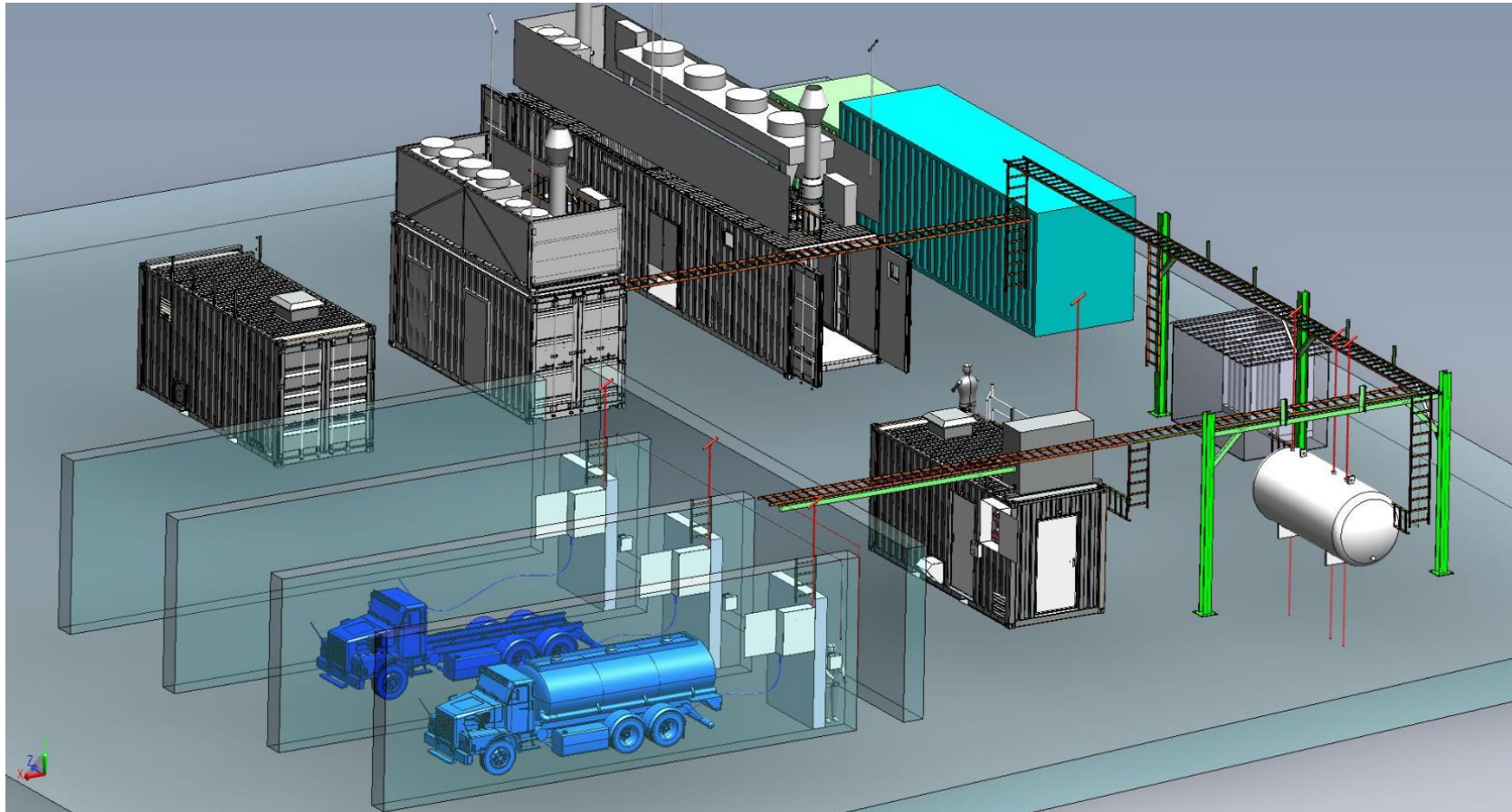
Contact

Willem de Vries- GroenLeven: willemdelvries@groenleven.nl

Ben Tubben - Alliander: ben.tubben@qirion.nl

SinneWetterstof impressie

Vragen?



Contact

Willem de Vries- GroenLeven:
willemdelvries@groenleven.nl

Ben Tubben - Alliander:
ben.tubben@qirion.nl

Project website:
www.sinnewetterstof.nl





Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Frames Energy Systems: Flex-P2G

Jordi Zonneveld

General manager Frames Group

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen*



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



TNO innovation
for life

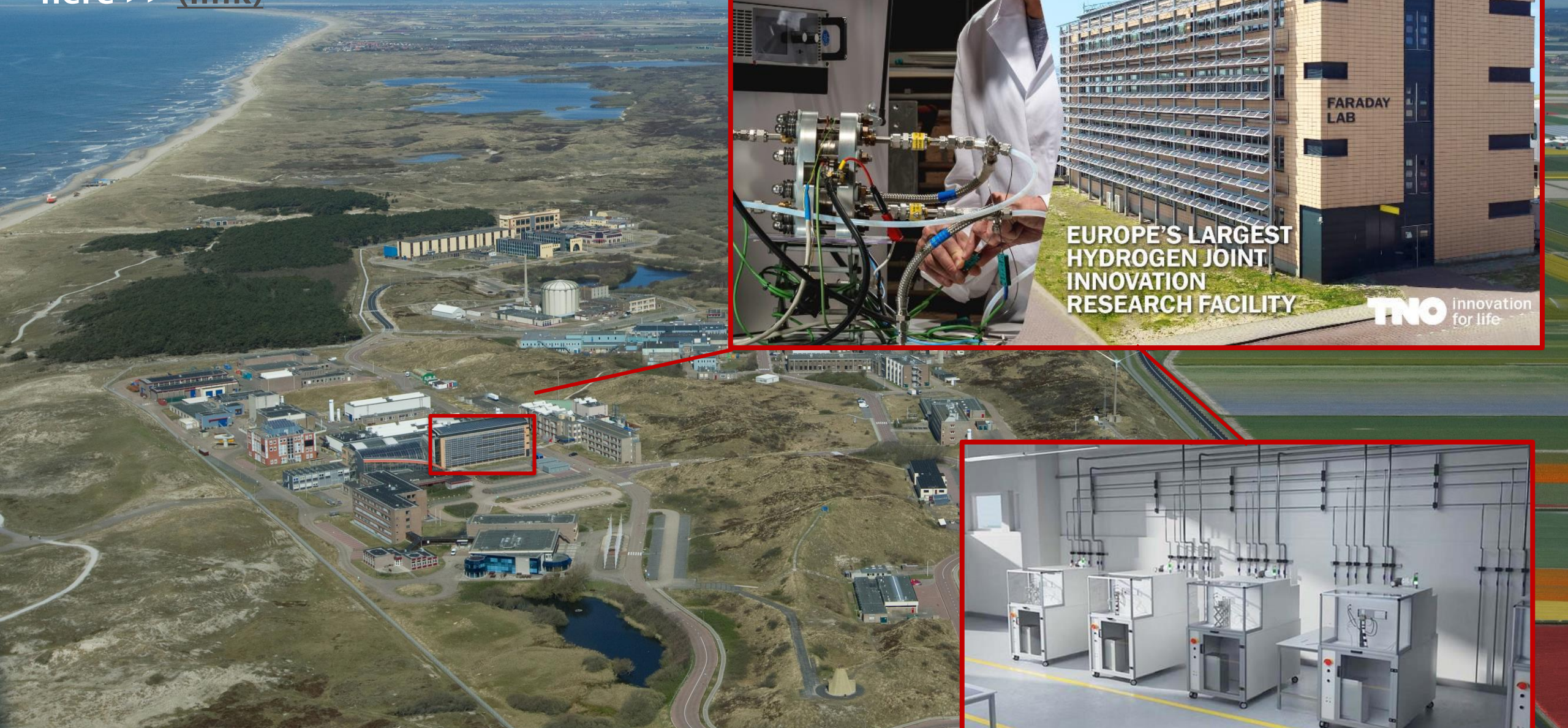
hydron energy



**System integratie van een
electrolyzer (Flex P2G)**



Electrolyser R&D
Do a virtual tour in the new TNO lab
here >> [\(link\)](#)



Flex P2G Electrolyzer container

The logo for FRAMES, featuring a stylized yellow and blue circular icon to the left of the word "FRAMES" in a bold, blue, sans-serif font.

50 kW
Hydrogen Electrolyser

The logo for FRAMES, featuring a stylized white circular icon to the left of the word "FRAMES" in a bold, white, sans-serif font.

Electrolyzer

End user	Confidential
Contractor	Confidential
Project	25kW Plug and Play Electrolyzer
Year	2020
Location	Confidential

- Plug-and-Play electrolyzer for generation of Green Hydrogen from PV Power
- Integrated water- and hydrogen treatment (99.999% pure)
- Customized Compact GRP Enclosure



Example Hydrogen refueling installation



Project Hydrogen Refueling Infrastructure

Year 2021

Location Pesse, The Netherlands



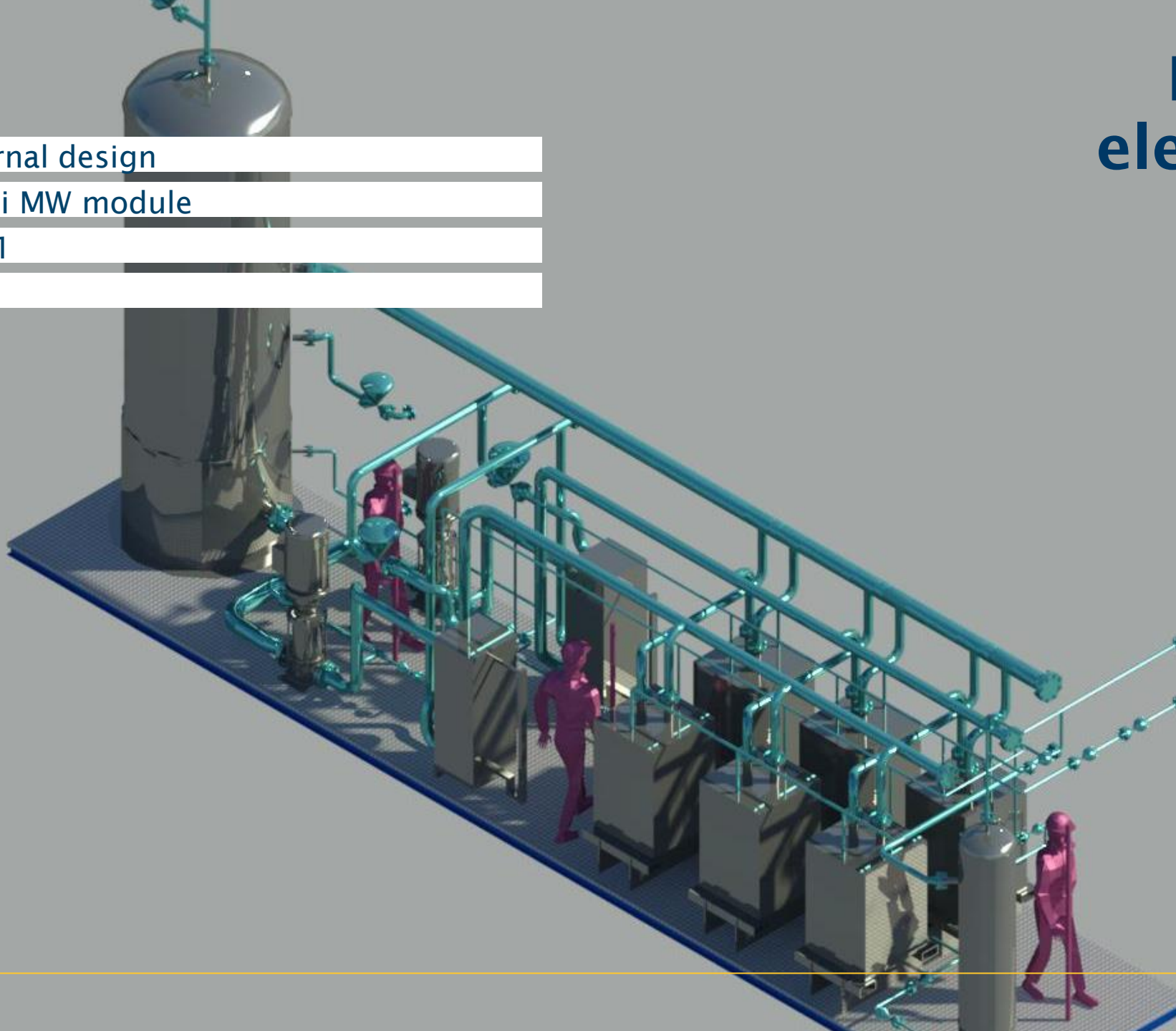
Multi MW electrolysis module

Customer	Internal design
-----------------	-----------------

Project	Multi MW module
----------------	-----------------

Year	2021
-------------	------

Location	N/A
-----------------	-----



1GW Design Study

Platform	Institute for Sustainable Process Technology
Project	Design of BoP for 1GW Electrolysis plant
Year	2020 / 2021

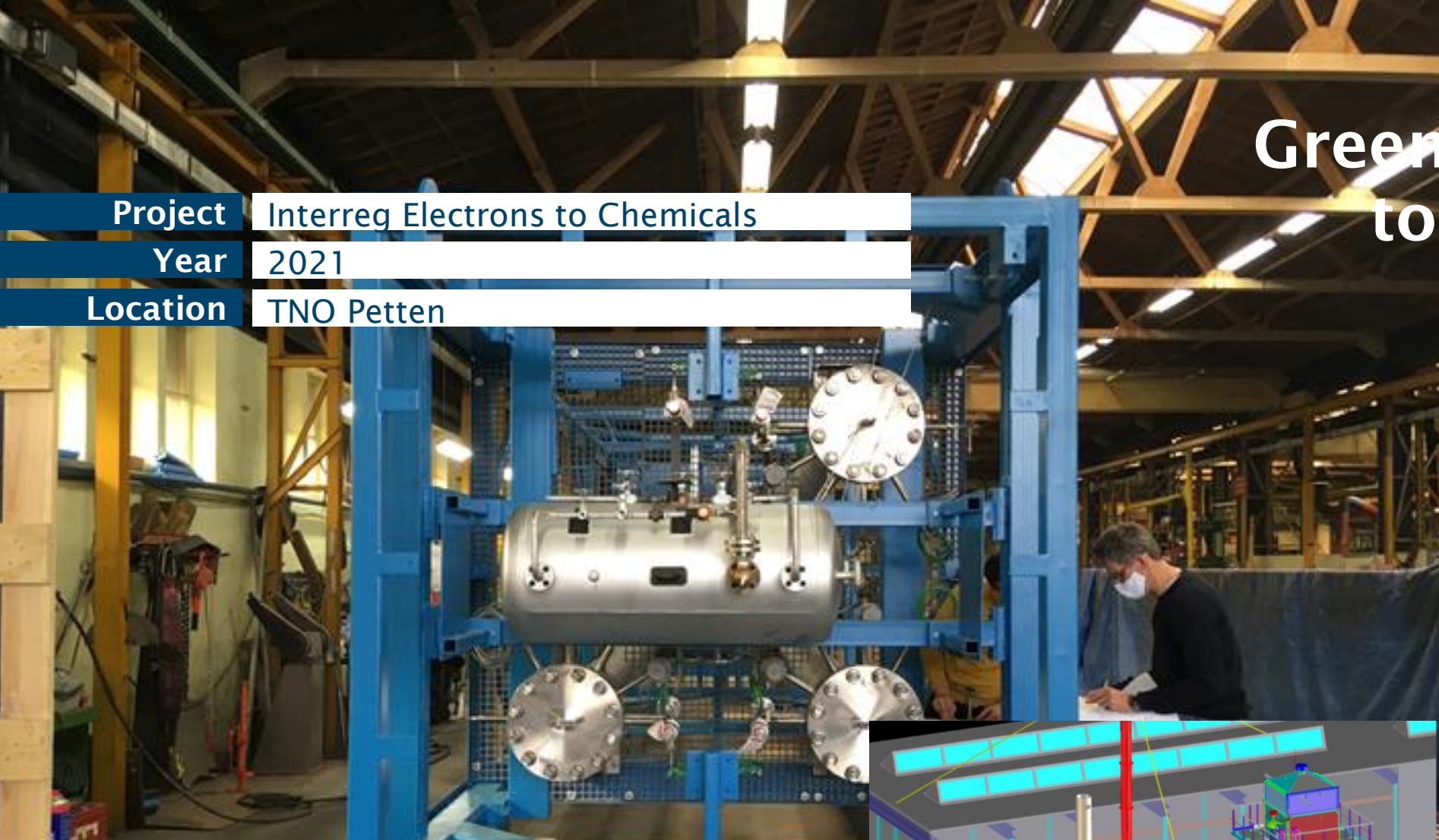
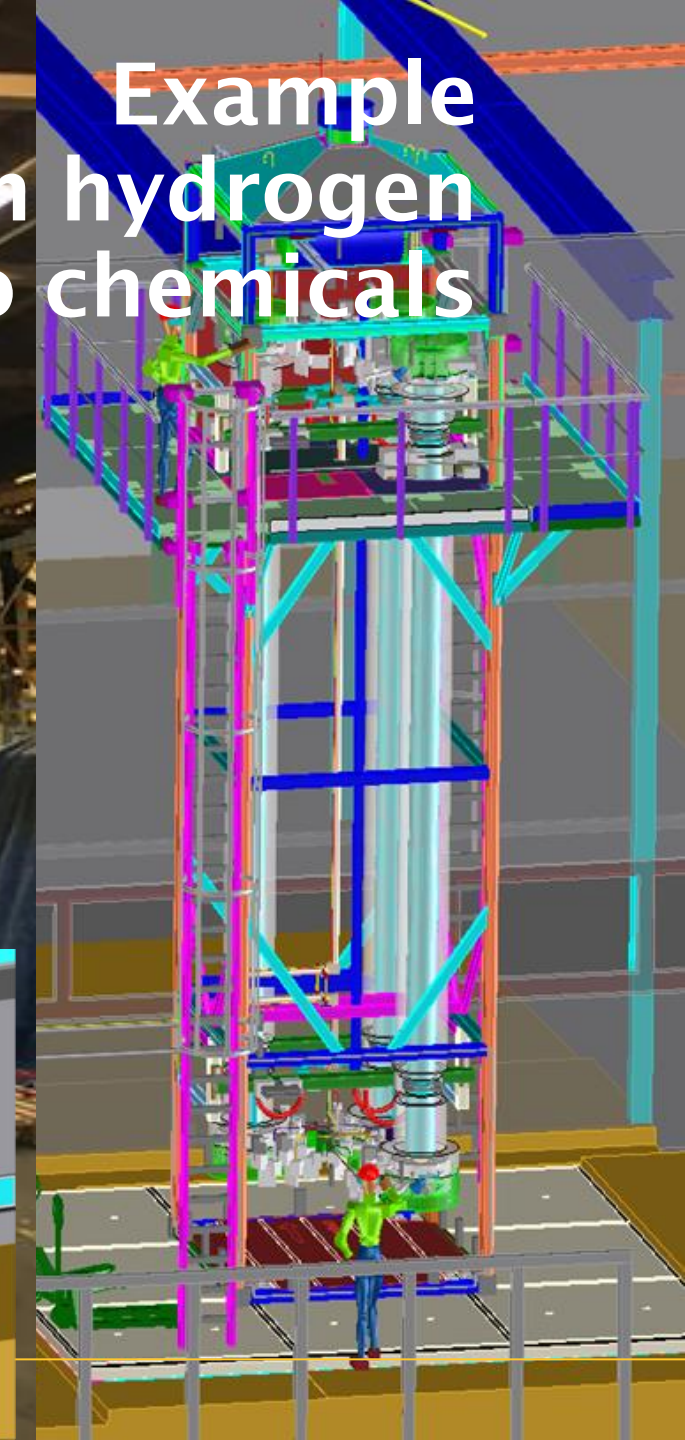
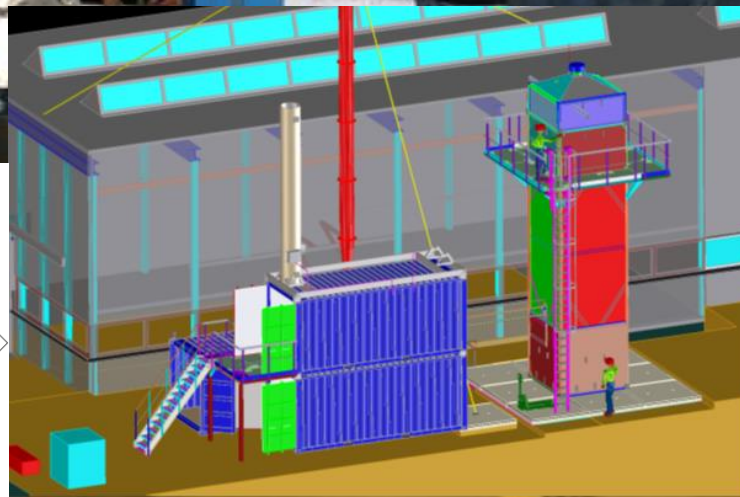
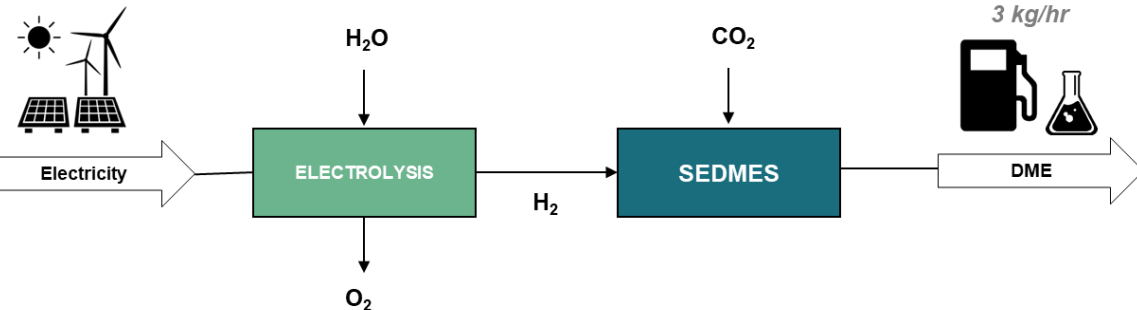


Example Green hydrogen to chemicals

Project Interreg Electrons to Chemicals

Year 2021

Location TNO Petten



Contact details



Jordi Zonneveld
General Manager – Frames Renewables

+31 6 516 877 54
j.Zonneveld@frames-group.com

<https://www.framesrenewables.com>

