



KONINKLIJKE
VAN TWIST

VOYEX

A 'VOYage EXtraordinaire' powered by hydrogen

Jules Verne - 1874

Thema- en Netwerkbijeenkomst 'Innovatieprogramma Energie & Klimaat'

March 2022

- Developer of Generator Sets
- First ICE running on H₂
 - Zero SO_x
 - Zero PM
 - Zero CO₂
 - Near Zero NO_x
- H₂ Consumption: ca 10 kg/hr
- Supply of H₂ is challenging



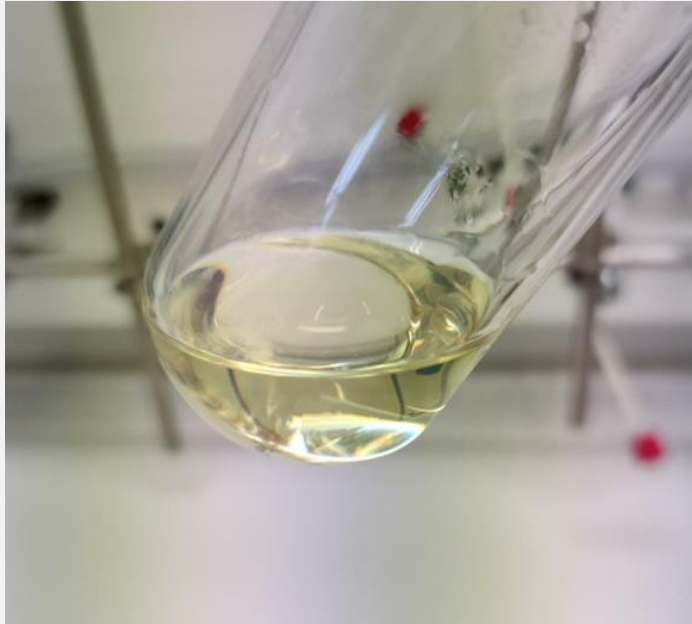
Our mission

We enable the world to use hydrogen as a zero emission **fuel**.

A fuel that is **safe**, **efficient** and can be used **with ease**.

AN IN-HOUSE DEVELOPED TECHNOLOGY AIMED AT DELIVERING A FULLY CIRCULAR PROCESS

STORAGE OIL



HYDROGEN OIL



+/- 59 kg H₂ per ton/m³ of Hydrogen Oil
Liquid between -30<>250 Celsius
Non-toxic, non-flammable
Fast bonding and release of hydrogen

LARGE SPECTRUM OF APPLICATIONS – VOYEX PRIMARY FOCUS ON BUILDING & CONSTRUCTION AND MARITIME

Power Generators (Go-2-Market)



Inland waterway transport



Trucks



Excavators



Various other maritime



Trains



Inhoud

1. Basisbeschrijving van het project en innovatie
2. Belangrijkste onderwerpen
3. Verlopen van project en de samenwerking met projectpartners en FLIE en Energie & Klimaat
4. Resultaten van het project
5. Welke vervolgstappen zijn gepland
6. Grootste uitdagingen voor een goed vervolg

Basisbeschrijving van het project en innovatie

- Onafhankelijke evaluatie van LOHC technologie in scala van H₂ transport & Opslag oplossingen (i.s.m. FLIE/ Voyex)
- (Energetische) Connectie van LOHC technologie en Interne verbrandingsmotor (i.s.m. Voyex/Twist)
 - Note: DeHydrogentie is een endotherm proces

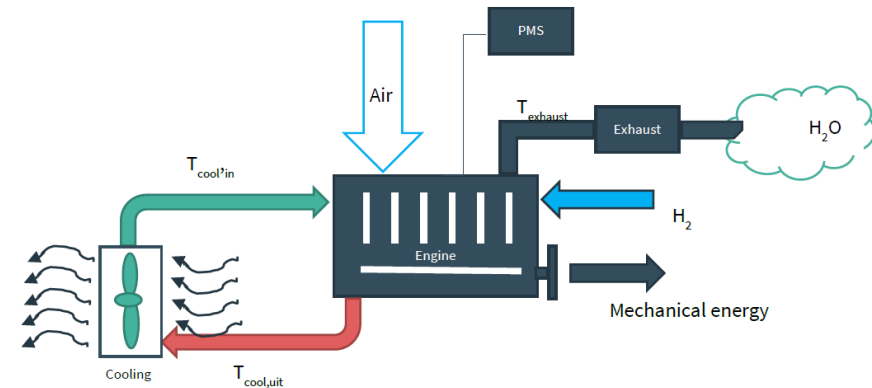
Belangrijkste onderwerpen

- Review bestaat uit drie onderdelen:
 - Environmental impact
 - Practical application & safety
 - Economics

Ref “E-fuels: towards a more sustainable future for truck transport, shipping and aviation”

- ICE connectie:

	% Energy	125 kW Engine	Temp
Mechanische energie	37%	125 kW	-
Uitlaat	30%	101 kW	Ca 450 - 500 °C
Koeing	20%	68 kW	85-95 °C
Intercooler	7%	24 kW	125 °C
Fricie/radiatie/overig	6%	20 kW	-



Verlopen van project en de samenwerking met projectpartners en FLIE en Energie & Klimaat

- Koste enige tijd om juiste format te vinden voor contract met FLIE
- Project en scope eenmaal duidelijk -> zeer vlotte en strakke uitvoering
 - Goed georganiseerd
 - Experts met juiste achtergrond kennis

Resultaten van het project

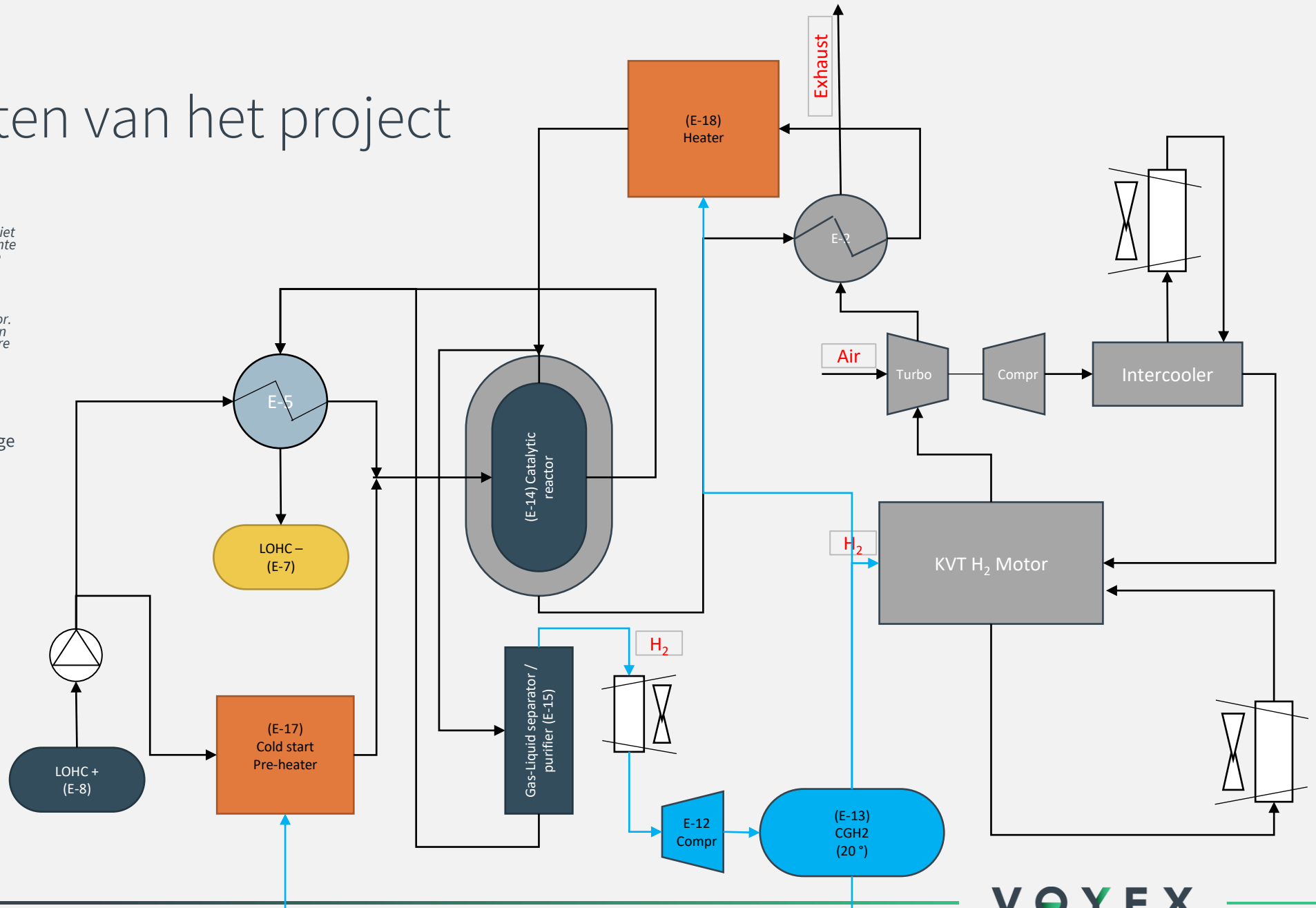
- Review (doc)

- Quote mbt ICE: "...Het is niet evident dat uitlaatgaswarmte van de H₂ motor voldoende bruikbaar is voor de dehydrogenering. Dat kan verbeterd worden door een hybride aandrijving met kleinere, hoog belaste motor. Een FCE aandrijving levert in veel gevallen geen bruikbare warmte (door laag temperatuurniveau), waardoor extra H₂ voor verwarming nodig is..."

- Connectie zeer goed mogelijk (aangetoond middels uitvoerige berekeningen)

- Max 3-9% H₂ op te offeren tbv verwarming maar mede afhankelijk van operationele temp

- Componenten grotendeels geselecteerd



Welke vervolgstappen zijn gepland

- Target : Bouw en test van daadwerkelijke opstelling
 - Doorontwikkeling LOHC synthese, hydrogenatie en De-hydrogenatie
 - Doorontwikkeling LOHC technologie van labschaal bench scale (van gr naar kg)
 - Doorontwikkeling LOHC technologie van van bench scale naar prototype (van kg naar ton)
 - Prototype de-hydrogenatie doorengineeren en bouwen en koppeling maken met ICE
 - Dual fuel: Diesel en H₂ (50%-70% CO₂ besparing)
 - Single fuel: H₂ (max CO₂ besparing: 100%)

Grootste uitdagingen voor een goed vervolg

- Funding, funding, funding...
 - Ontwikkeling en realisatie van Synthese en Hydrogenatie unit tbv LOHC vereist significante CAPEX en expertise
- Know-How
 - Proof of principle is aangetoond maar er zijn nog veel aspecten om te onderzoeken en te optimaliseren => opschalen van team
- Sourcing H₂
 - Voldoende betaalbare H₂ beschikbaar voor heavy duty toepassing -> strategische lokatie voor hydrogenatie
- Good to know:
 - Veel gesproken met markt partijen;
 - men ervaart de urgentie van de energietransitie (zowel CO₂ als NO_x gedreven)
 -maar vindt H₂ erg complex...en nog ver weg (vergelijk LNG is vaak gemaakt)
 - Veel interesse in combi ICE en H₂ en daarmee in LOHC als transport en opslag oplossing
 - Dichtbij huidige manier van werken en engineeren
 - Bestaande assets bruikbaar in de toekomst
 - Men is op zoek naar 'nieuwe standaard'

MEET THE TEAM

Wiard Leenders



NL based – The Hague Area
12 years experience in Maritime
Technical | Business Dev
Wiard.leenders@voyex.nl
+316 1382 9171

Fabian Benschop



NL based – Amsterdam Area
8 years experience in Energy
Commercial | Business Dev | Finance
Fabian.Benschop@voyex.nl
+316 2207 2769

Ali Hashempour



NL based – Eindhoven Area
5 years experience in Chemical Engineering and
Process and Equipment Design
De-hydrogenation | application integration

VOYEX

Hydrogen Powered