



Deltalinqs

Climate Program

Webinar 30-03-2021

'Update waterstofprojecten in de mainport Rotterdam'

Vergaderafspraken

Alle deelnemers worden verzocht:



De camera uit te zetten na het starten van de vergadering (voor de stabiliteit van de verbinding).



De microfoon te dempen.



Vragen te stellen door middel van het opsteken van de handicoon of via de chat, ook tijdens de rondvraag.

14.55 uur Digitale inloop

15.00 uur Welkom door Alice Krekt, programmadirecteur Deltalinqs Climate Program

15.05 uur Waterstof als brandstof voor de industrie - Mathijs Groenewegen, BP

15.25 uur De kenmerken van waterstof - Diederick Luijten, Air Liquide

15.40 uur Noodzaak realisatie waterstoftransportnet - Randolf Weterings, Havenbedrijf Rotterdam

16.00 uur Vragen en uitwisseling

14.55 uur Digitale inloop

15.00 uur Welkom door Alice Krekt, programmadirecteur Deltalinqs Climate Program

15.05 uur Waterstof als brandstof voor de industrie - Mathijs Groenewegen, BP

15.25 uur De kenmerken van waterstof - Diederick Luijten, Air Liquide

15.40 uur Noodzaak realisatie waterstoftransportnet - Randolph Weterings, Havenbedrijf Rotterdam

16.00 uur Vragen en uitwisseling



Waterstof als brandstof voor de industrie

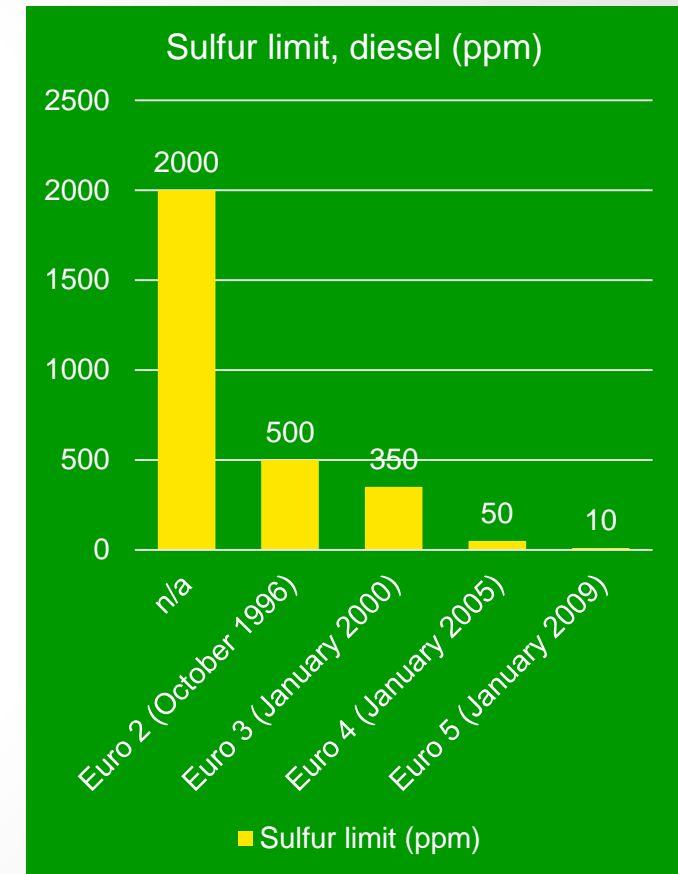
Mathijs Groenewegen, Business Development Engineer

Waterstof: de huidige status



Samenvatting:

- Waterstof is niet nieuw en een integraal onderdeel van de huidige energetische waardeketen
- De grootste vraag naar waterstof bevindt zich in de industriële sector, als *feedstock*. Andere toepassingen voor direct energetisch gebruik of in mobiliteit worden verwacht te groeien in de komende jaren.
- Het productie volume van waterstof in Nederland wordt geschat op ongeveer 1500 kt per jaar, waarbij de regio Rotterdam en het havengebied van Vlissingen het grootste deel van het productievolume voor hun rekening nemen. In Europese context is Nederland de tweede grootste producent van waterstof (volume).
- *Steam methane reforming* (SMR) is nu de dominante technologie voor waterstofproductie. Waterstof wordt ook geproduceerd als bijproduct van andere processen. Het volume dat vandaag de dag wordt geproduceerd d.m.v. elektrolyse is vrijwel verwaarloosbaar.



Productietechnologie

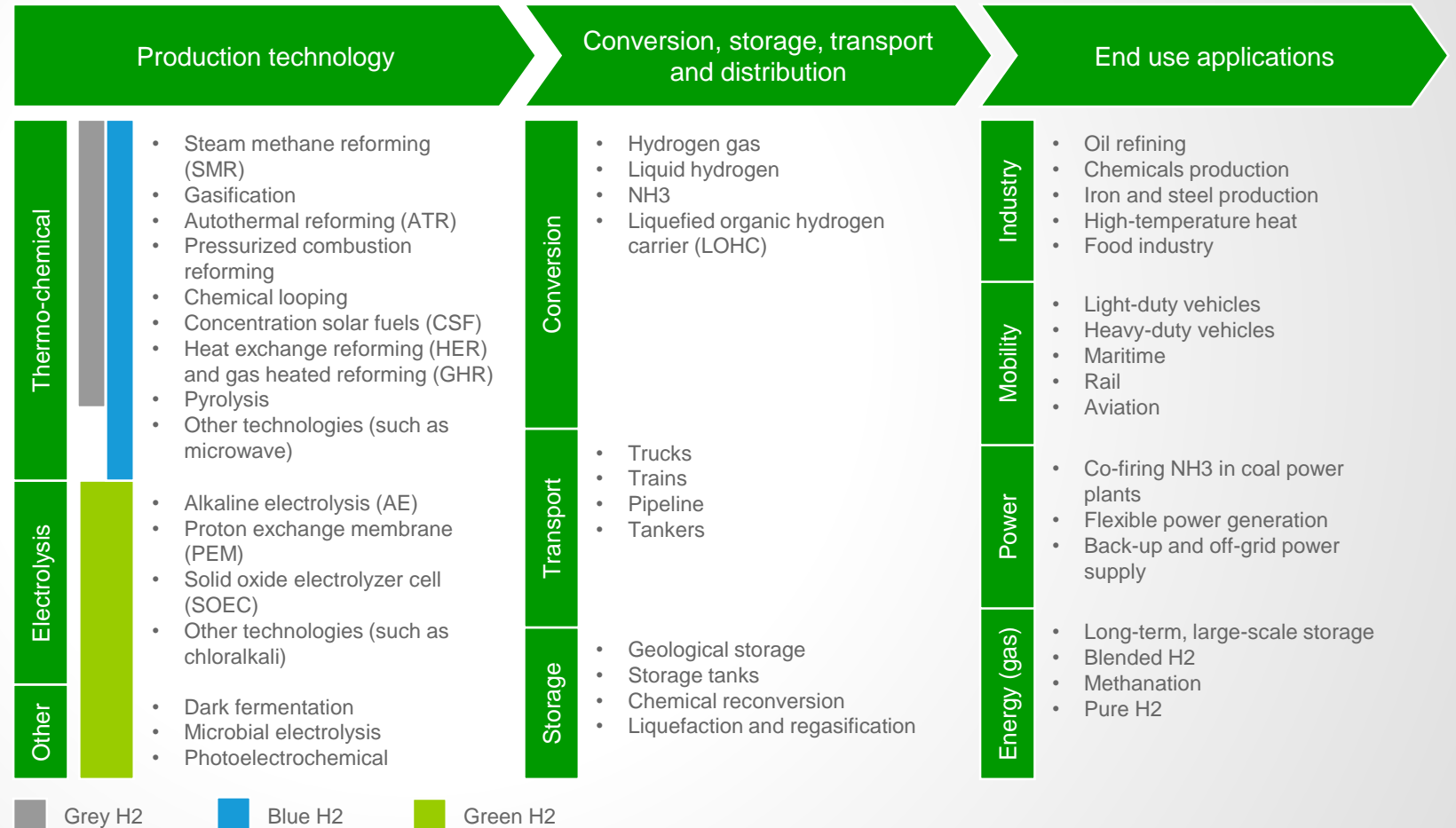


Waterstof kan op veel verschillende manieren geproduceerd en geconsumeerd worden.

Thermo-chemische productie van waterstof is vaak een goedkopere en efficiëntere manier van waterstof produceren, maar moet voorzien worden van CO2-afvang.

In Rotterdam kijkt bp naar zowel nieuwe groene als blauwe waterstofproductie:

- **H-vision:** blauwe waterstof d.m.v. een ATR voor hoge temperatuur warmte
- **H2-Fifty:** groene waterstof van een alkaline electrolyser als feedstock voor raffinage en transport



Source: modified from Kearney Energy Transition Institute

Update: H-vision



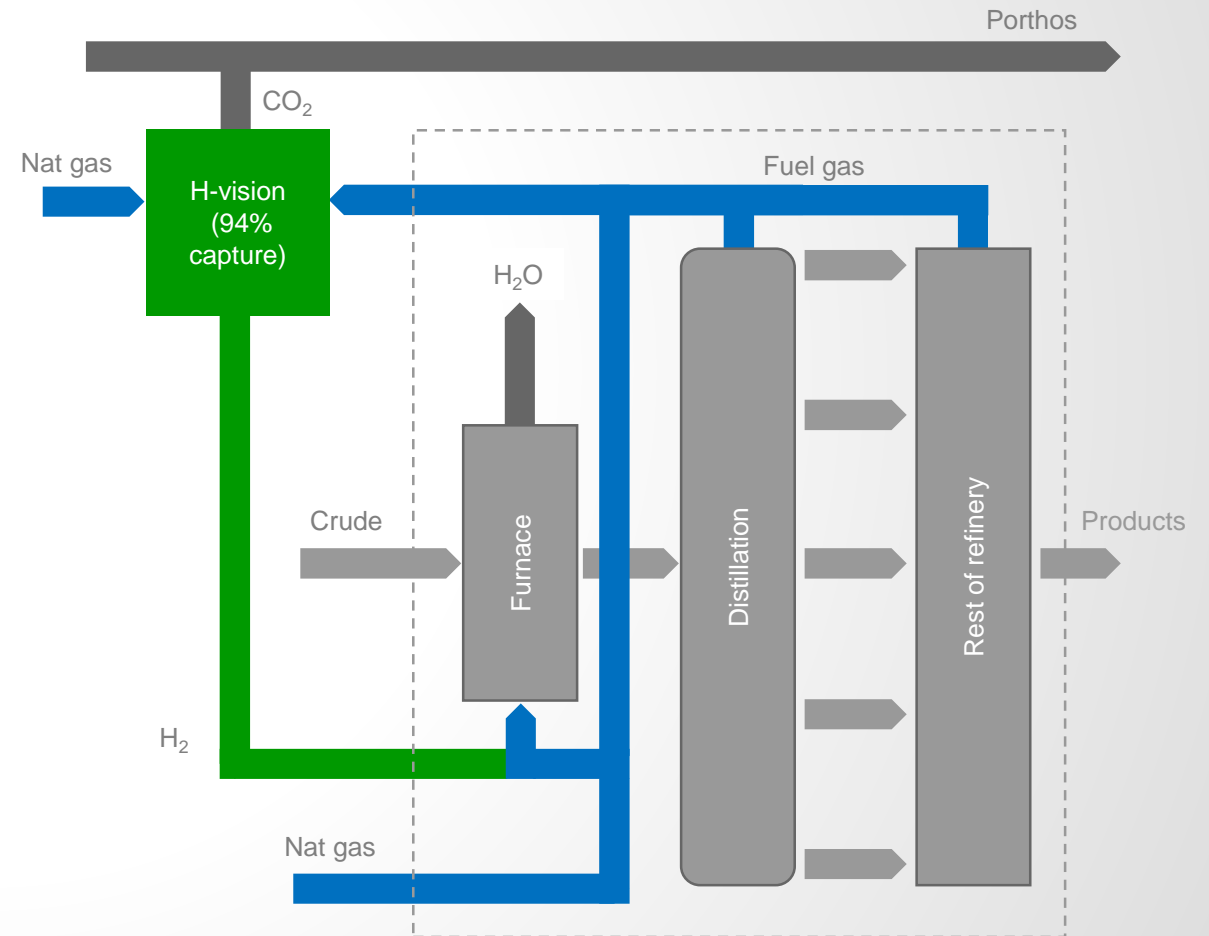
H-vision produceert schone brandstoffen voor hoge temperatuur processen in de Rotterdamse petrochemische industrie (1 Mb/d) door middel van pre-combustion CCS.

H-vision is a consortium of 12 partners in the Rotterdam area, aiming to send fuel gases from three refineries to a **hydrogen production facility** (1500 MW).

The **hydrogen** will be used **as fuel** in the refineries, yielding water as exhaust. CO₂ will be captured and stored via the Porthos pipeline under the North Sea.

GHG emission reduction of up to 3 Mta, significantly contributing to the industry target of the Netherlands Climate Agreement (14,3 Mt).

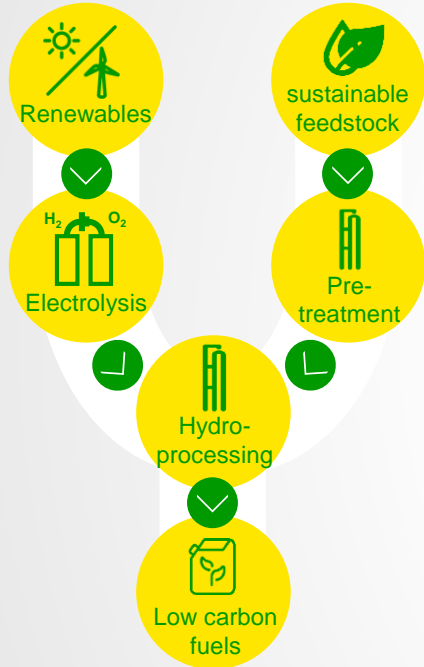
Large scale supply of blue H₂, paving the way for a clean hydrogen economy and abating CO₂ emissions from HT processes that have **no considerable alternatives**.



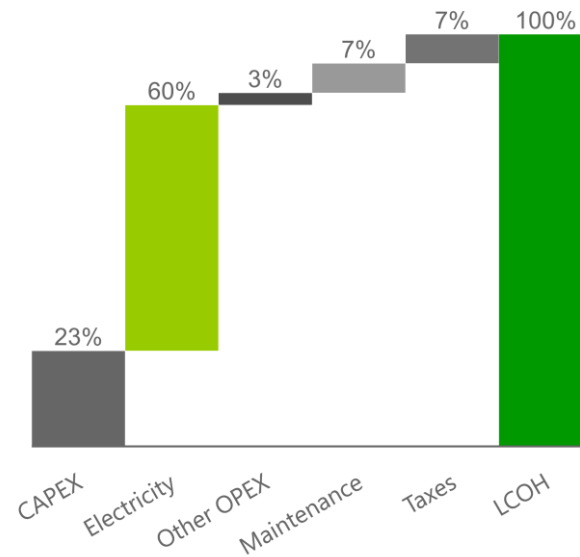
Update: H2-Fifty



In het H2-Fifty project werken Nobian en bp samen aan de realisatie van een 250 MW alkaline electrolyser. De groene waterstof wordt geleverd aan de bp raffinaderij voor ontzwaveling.



LCOH breakdown – alkaline example



The production costs of green H₂ are determined by the power price. At today's power prices, **incentives and bio-credits** are essential for the business case of green H₂.

Hydrogen infrastructure



Joint infrastructure development with Germany and Belgium will pave the way to a pan-European hydrogen economy and enable cross-border integration of supply & demand.



Conclusie

De verwachtingen voor waterstof zijn de afgelopen jaren enorm gegroeid. Vooraleer het die verwachtingen kan waar maken, moeten er nog belangrijke obstakels overwonnen worden.

Momentum en potentie:

- H2 kan voor enorme CO2-reductie zorgen in 2050 met een aandeel van 16% energetisch gebruik (*bp energy outlook*)
- Het momentum groeit over de hele wereld: elk jaar publiceren nieuwe landen hun waterstofstrategie.

Belangrijke uitdagingen:

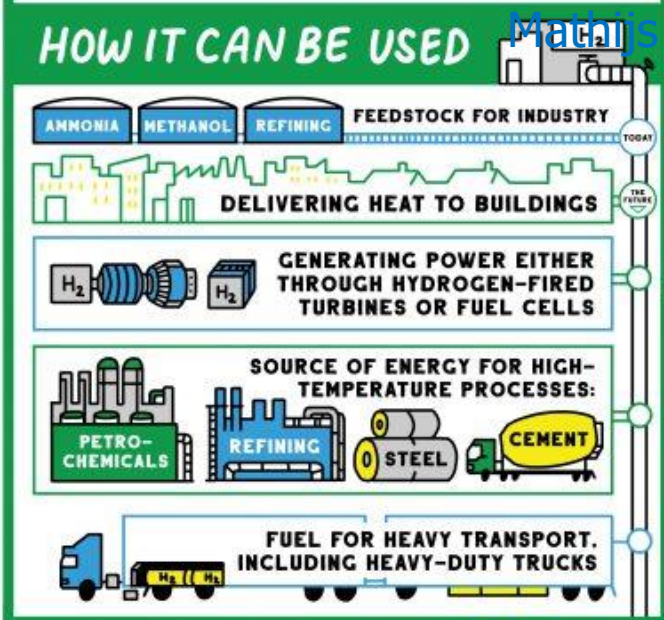
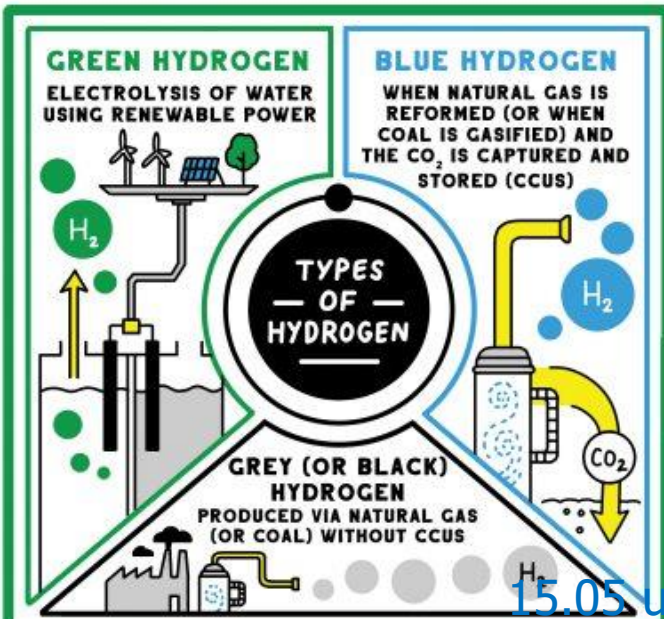
- Er bestaat nauwelijks vraag voor schone **H2**
- De gerealiseerde **H2 infrastructuur** loopt uit de pas met de ambities
- Er is nog veel onzekerheid over **technische en financiële prestaties** van nieuwe productietechnologie
- **Veranderend beleid** zorgt voor onzekerheid voor langere termijn investeringen
- Slechts een handvol toepassingen van schone waterstof zijn vandaag **rendabel**

Factoren voor succes:

- **Strategisch samenwerkingsverbanden** zijn cruciaal om commerciële en technische risico's te minimaliseren
- Er is nog veel **innovatie** mogelijk bij het opschalen van deze nieuwe technologie
- **Flexibiliteit** tussen blauwe 'regelbare' waterstof en groene 'hernieuwbare' waterstof zorgt voor hogere systeem-efficiëntie en lagere kosten.

Energy Illustrated

HYDROGEN



WHAT IS HYDROGEN?



HYDROGEN IN A NET ZERO WORLD 2050

ACCOUNTS FOR AROUND 16% OF (COMBUSTED) TOTAL FINAL ENERGY CONSUMPTION

58 BILLION BILLION JOULES OF ENERGY PER YEAR – THE EQUIVALENT TO NEARLY 2 MONTHS OF THE ENTIRE WORLD'S ENERGY DEMAND

25% TRANSPORT

40% INDUSTRY

18% POWER

17% BUILDINGS

100% FROM GREEN & BLUE HYDROGEN

BOTH ARE IMPORTANT TO AVOID TAKING AWAY RENEWABLES FROM A KEY JOB IN DECARBONISING POWER SECTOR

DECARBONISE

THINGS DIFFICULT TO ELECTRIFY SUCH AS STEEL MANUFACTURING

SOURCE: bp's ENERGY OUTLOOK

15.05 uur Waterstof als brandstof voor de industrie - Mathis Groenewegen, BP

14.55 uur Digitale inloop

15.00 uur Welkom door Alice Krekt, programmadirecteur Deltalinqs Climate Program

15.05 uur Waterstof als brandstof voor de industrie - Mathijs Groenewegen, BP

15.25 uur De kenmerken van waterstof - Diederick Luijten, Air Liquide

15.40 uur Noodzaak realisatie waterstoftransportnet - Randolph Weterings, Havenbedrijf Rotterdam

16.00 uur Vragen en uitwisseling



Sustainable Transport **HyTrucks** Challenges

Agenda

**Air Liquide Group - short
Key Figures
Business model
Ambition, trends**

Air Liquide and hydrogen - a long history

Sustainable Transport

HyTrucks

Challenges in the project



Key figures of the Air Liquide Group



~67,000
EMPLOYEES



PRESENT IN
80 COUNTRIES



MORE THAN
3.7 MILLION
CUSTOMERS &
PATIENTS



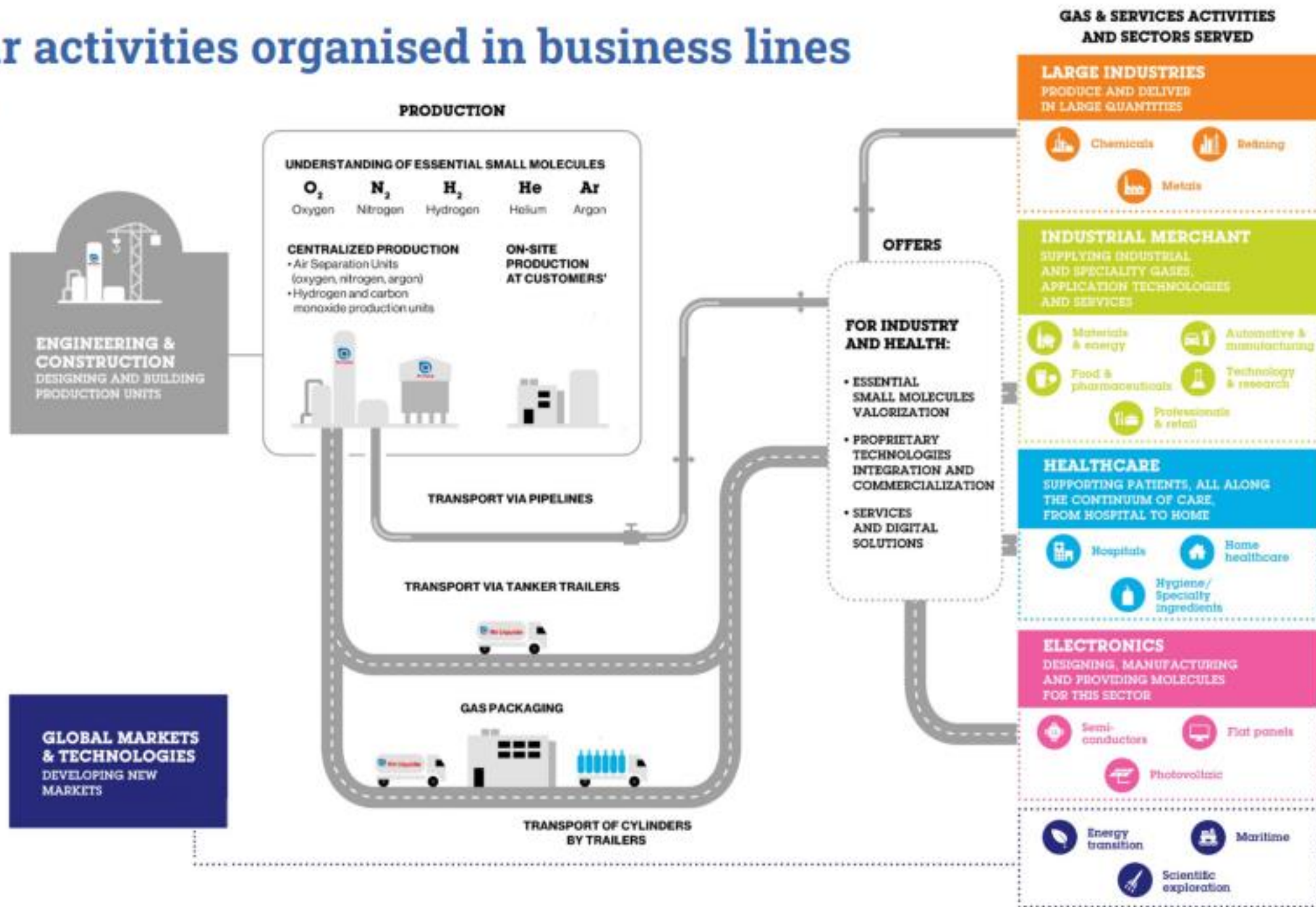
REVENUE
€20.5bn



INVESTMENT
DECISIONS
€3.7bn



Our activities organised in business lines



Our ambition



BE A LEADER
in our industry



DELIVER
long-term
performance



Contribute to
SUSTAINABILITY

Air Liquide [sustainability program](#)
announced 23/03/2021

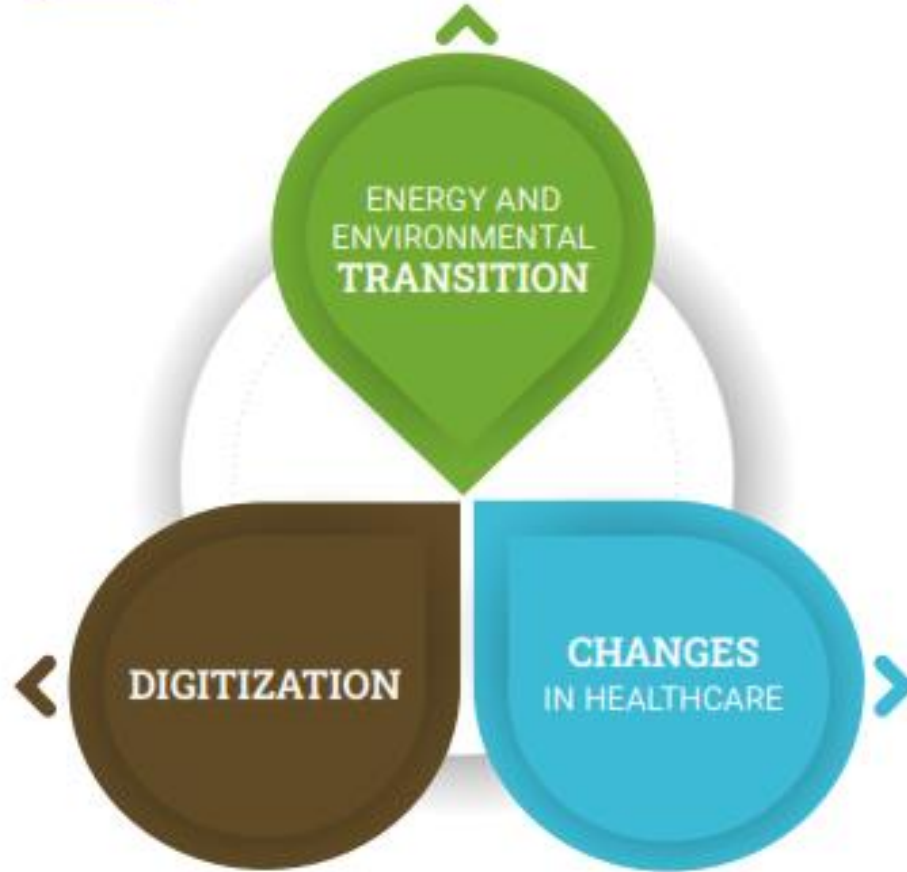
Major Trends are Shaping our Markets



- Global warming
- Degradation of air quality
- Natural and energy resource constraints
- Increasing environmental concerns



- Development of connected devices and infrastructures that can store massive amounts of data
- New needs and new usages (new ways of living, working, traveling, communicating, etc.)



- Longer life expectancy
- Increase in chronic diseases
- Increasing demand for hygiene products
- Growing demand for medical treatment
- Evolution of healthcare systems
- Increasing importance of health and well-being

40+ years of development in Hydrogen for our customers

Production & Supply chain

Production



Supply-chain



Distribution Networks



- Hydrogen
- Oxygen
- Nitrogen
- Synthetic gas
- Hydrogen and/or carbon monoxide facility and hydrogen source
- Oxygen and nitrogen facility
- Cogeneration facility
- Synthetic gas facility

Markets Segments

Process industries

Oil & Gas



Steel, Glass



Electronics



Mobility Space



Key Figures

- > 1.2 Mt of H₂/year
- > 1,850 km H₂ pipeline
- > 53 large H₂/CO plants
- > 40 electrolysers in operation
- > 2 bn € sales

Hydrogen mobility markets: Ready to scale TODAY!!

Ferries
1 T/day



Cruise ships
10 T/day



Material handling vehicles
100 kg/day per site

Trucks
100 kg/day per truck



Buses
20 kg/day per bus

Trains
150 kg/day per train



Individual cars
100-200 kg/day per station



Airplanes Applications

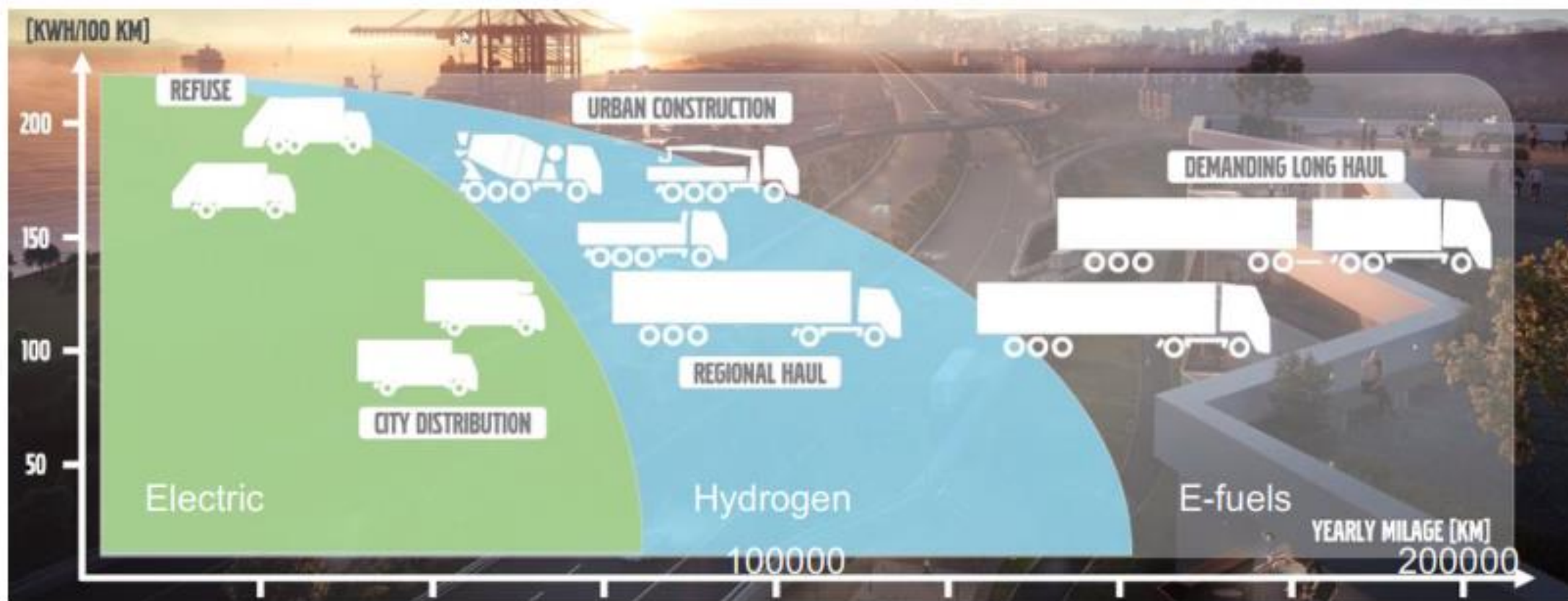


In Europe: a big change to come.....

- **European heavy-duty market**
 - 300k new registrations per year, growing
 - 20% of EU transport-related GHG emissions; 5% overall
- **Strong pressure to reduce CO2 emissions**
 - o EU regulation reduction targets: -15% CO2 in 2025, -30% CO2 in 2030
 - o 2030 target impossible to meet without ZE trucks, but the high fines could be fatal to OEMs
 - o Low emissions zones enforced all over Europe, clear national ambitions
 - o Societal pressure on transport pollution
- **Strong demand from customers for greener road transport**
 - o Need of transport companies for a ZE solution meeting their operational requirements
 - o Shippers and end-users are eager to lower the carbon footprint of their operations
- **BUT, there is currently**
 - No offer from European OEMs for ZE heavy-duty trucks (high market entry cost, large technical and value chain challenges)
 - No consensus on refuelling technical solution yet (350/500/700b, LH2, refuelling protocol)



Sustainable fuels - use case for blue or green Hydrogen



Advantage FCEV vs BEV:

- Quick recharging (10 min); less weight
- No need for high capacity power grid: 500 KW)

BUT

- Higher CAPEX
- Lower TCO with intensive use / long haul

HyTrucks: a project in 3 member states



Purpose

- Lower CO2 emissions in heavy duty transport sector
- Help to reach GHG objectives in 2030
- Shift from diesel to hydrogen
- Make hydrogen tractors commercially viable for transport companies asap
- In and between Ports of Rotterdam, Port of Antwerp, Port of Duisburg

Benefits

- Construction of renewable power generation
- Production of blue or green hydrogen for the transport sector
- Roll-out large scale modern hydrogen tractors
- Build HRS infrastructure for HDV, but also for buses, rigid trucks, LCV and harbor handling equipment
- Scalable to all other major logistics hubs



Countries first phase: Netherlands, Belgium, Germany



Why to accelerate in Rotterdam, Antwerp and Duisport?

1. Start in Europe's largest and densest logistic AND CO2 hotspots



Logistic Hotzones– Prologis – 2017




CO2 emissions – Endrava - 2017

2. Leverage existing AL pipeline structure



>990 KM AL hydrogen pipelines

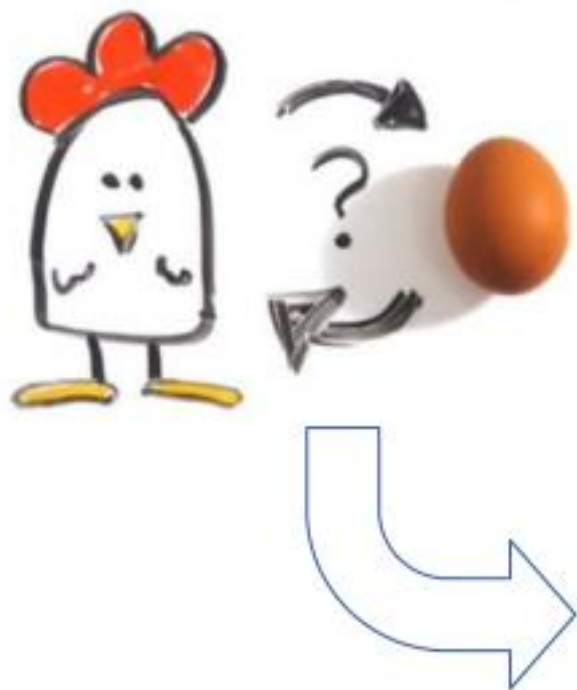
3. Focus on Ports = Europe's largest H2 production, storage, pipeline and hydrogen consumption hubs AND DCs

	MTEU/y	Mt/y
 Port of Rotterdam	15	469
 Port of Antwerp	12	238
 duisport	4	61



Ten-T Corridors

How to scale? By Solving the Chicken and Egg dilemma



- Build in a short time the entire value chain to go fast
 - Find partners along the value chain
 - Find funding
 - Use existing technologies
 - Leverage existing assets / pipeline
 - Get European /National and local support
 - Get a consortium of the investing
-
-

Challenges for HyTrucks as scale-up project



- **Short term availability of trucks**
- **Obtain the right public funding**
- **Legislation influencing the design**
- **Finding shippers and transport companies ready to invest**
- **Design to cost and downwards roadmaps for HRS and OEM's**
- **Finding / producing enough renewable energy**



Q&A

THIS DOCUMENT IS **CONFIDENTIAL**

AIR LIQUIDE, A WORLD LEADER IN GASES, TECHNOLOGIES AND SERVICES FOR INDUSTRY AND HEALTH

15 | Hydrogen Energy

Deltalinqs
30.03.2021

 Air Liquide

Thank you

"Hydrogen is really at the heart of the energy transition."

We have created a momentum and now it's all about scaling up and acting smart!"

14.55 uur Digitale inloop

15.00 uur Welkom door Alice Krekt, programmadirecteur Deltalinqs Climate Program

15.05 uur Waterstof als brandstof voor de industrie - Mathijs Groenewegen, BP

15.25 uur De kenmerken van waterstof - Diederick Luijten, Air Liquide

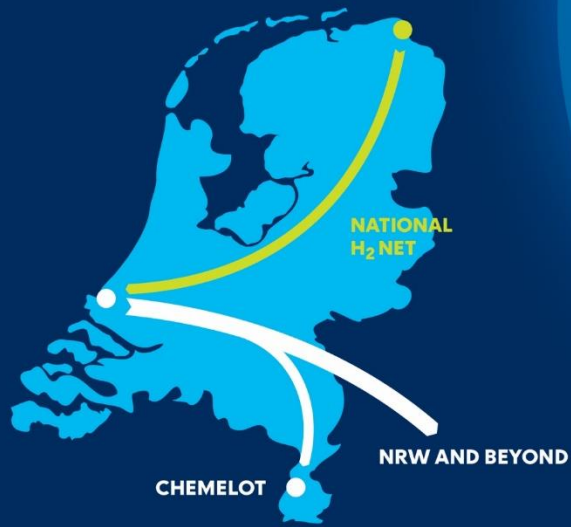
15.40 uur Noodzaak realisatie waterstoftransportnet - Randolph Weterings,
Havenbedrijf Rotterdam

16.00 uur Vragen en uitwisseling

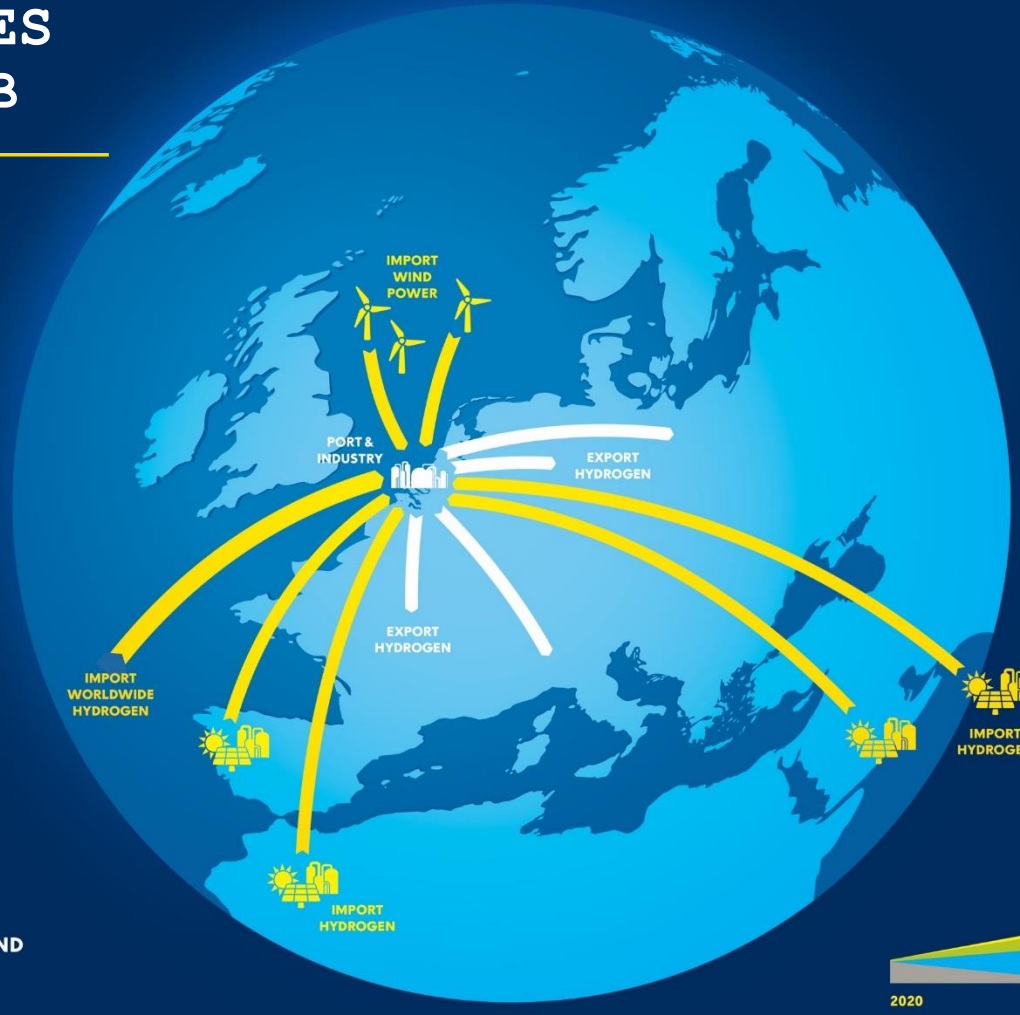
HYDROGEN IN THE PORT OF ROTTERDAM



ROTTERDAM BECOMES KEY HYDROGEN HUB



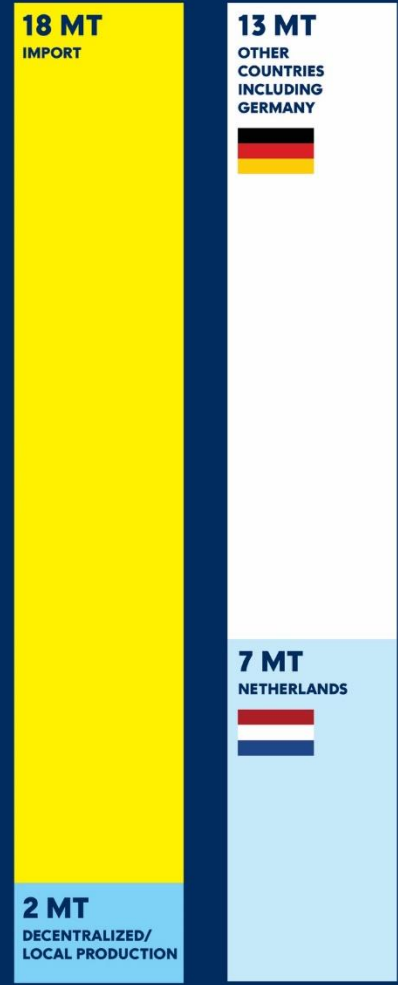
Connection with national H₂ grid, Chemelot and North Rhine–Westphalia (NRW).



Strong growth in hydrogen flow through Rotterdam due to imports.



Grey hydrogen
Blue hydrogen
Green hydrogen
Imported hydrogen



Green & Blue hydrogen made with 20-25GW offshore wind.
Estimated use of 20 MT hydrogen by country.

Hydrogen vision: <https://bit.ly/32M6WrI>

Current situation in Rotterdam



Position of Rotterdam in the current energy system (2018 figures)

- 8.800 petajoule (PJ), 13% of the energy consumption of Europa (more than 3x the Dutch energy consumption).
- For the production of steam, heat and electricity in the Port of Rotterdam, 430PJ of energy was used (29 Mton CO2 emissions / 20% of the total Dutch emissions).

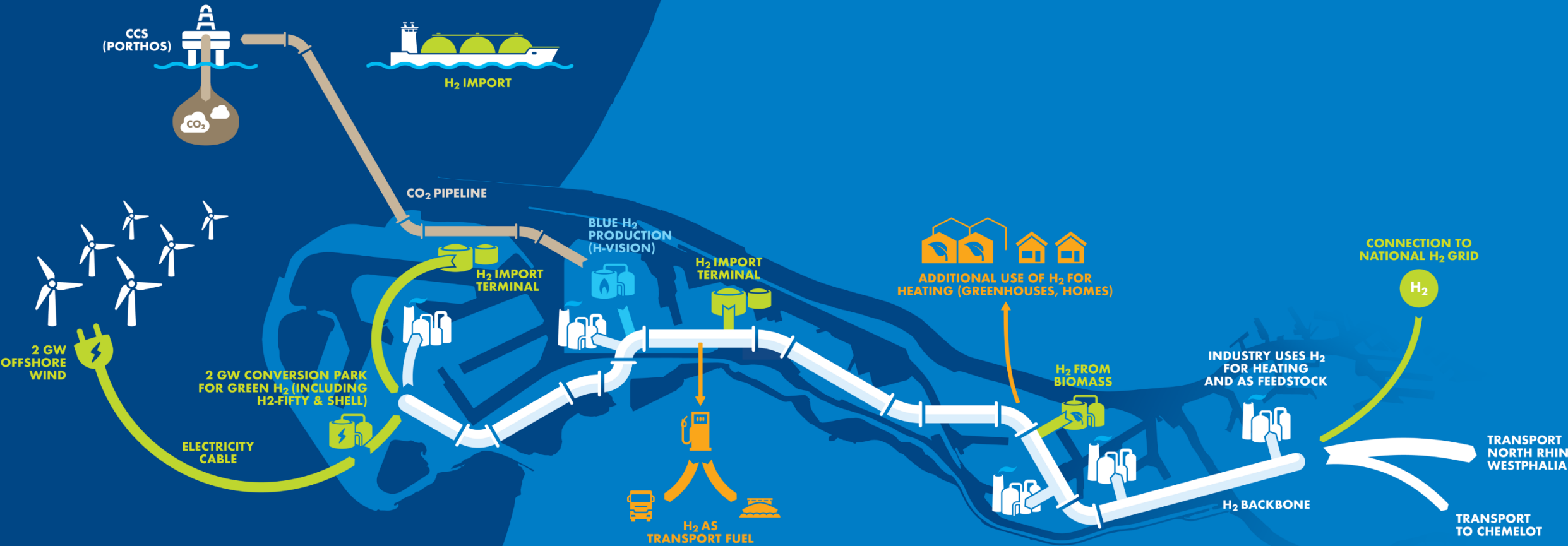
Current hydrogen market in Rotterdam

- Current hydrogen demand per year in Rotterdam is 450 kt, mainly used for oil refinery
- In the Port of Rotterdam 2 hydrogen grids exist from Air Products (local network) and Air Liquide (international network)



Pipeline network of Air Liquide, hydrogen in RED

HYDROGEN ECONOMY IN ROTTERDAM STARTS WITH OPEN ACCESS BACKBONE



The locations depicted are approximate.

Conversion park on the MAASVLAKTE port area

- **Powered by Dutch offshore wind**
- **Installed capacity:** 500MW before 2025, 2 GW before 2030
- **System integration:** Electricity, Hydrogen & Heat
- **Customers:** Shell, Nouryon & BP, and 2 others



FIRST PROJECTS OPERATIONAL IN 2023

2023

Shell 150-250 MW
electrolyser operational
on conversion park

2024

Hydrogen backbone
operational

LOHC import at
industry scale

Green ammonia import
terminal operational

2025

Road transport:
1000 hydrogen
powered trucks of
which 500 in
Rotterdam

RH₂INE 12 inland
barges operational

2026

H-vision
operational (blue
hydrogen)

LH₂ terminal
operational

2028

Pipelines to
Chemelot and
North Rhine –
Westphalia
operational

2030

2 – 2,5 GW
electrolyzers
operational

**POWER UP
YOUR IDEAS
MAKE IT HAPPEN**

Randolf Weterings
rfm.weterings@portofrotterdam.com

LET'S CONNECT



LARGE-SCALE ELECTROLYSERS MAASVLAKTE



Hartelijk dank voor uw aandacht



Deltalinqs
Climate Program

<https://www.deltalinqs.nl/deltalinqs-climate-program>