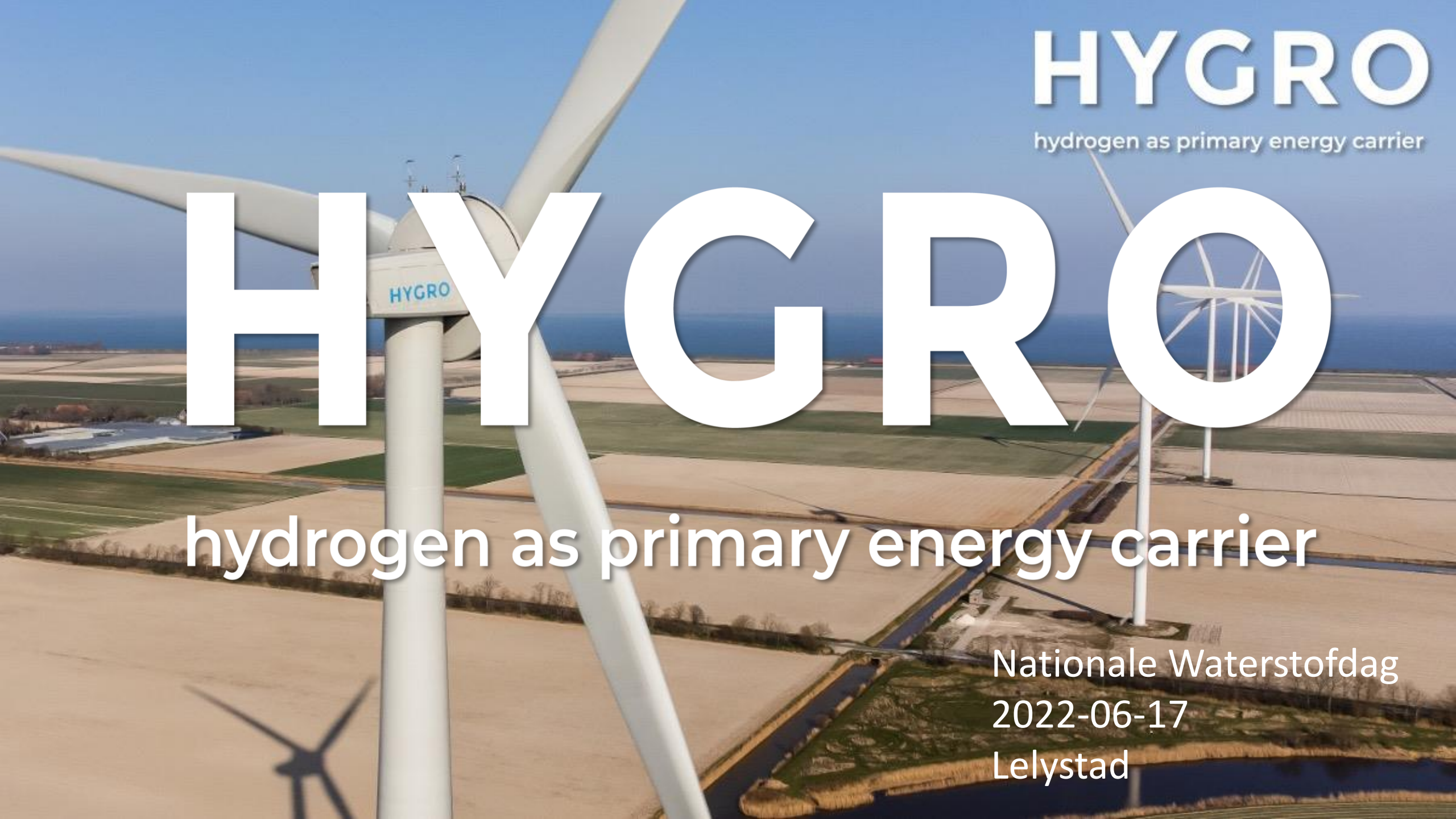




HYGRO

hydrogen as primary energy carrier

HYGRO

hydrogen as primary energy carrier

Nationale Waterstofdag

2022-06-17

Lelystad

Deze presentatie

- Introductie HYGRO
- De potentie van waterstof uit wind
- Het eerste project Duwaal
- Afstemming tussen productie, opslag en vraag naar waterstof is essentieel

HYGRO

Introductie

HYGRO: Het groene waterstof energie bedrijf

Onze visie

Synergie tussen wind, zon, directe elektrolyse en pijpleidingen kunnen de energieopbrengst verdubbelen met een lagere kostprijs per eenheid energie ten opzichte van elektriciteit.

Missie

Het ontwikkelen, bouwen en uitvoeren van een duurzame en geïntegreerde logistieke keten met waterstof als primaire energiedrager.



Partners & projectpijplijn

Naam	Duwaal 1ste demonstratie	2de Demonstratie	Pallandt
Locatie	Noord-Holland	Rotterdam	Goeree

Locatie partners

Triodos Bank

TNO innovation for life

Visser & Smit Hanab
brengt energie

Eneco

meewind
ROM InWest
INNOVEREN + INVESTEREN

ebn

SoluForce

Boskalis

COÖPERATIE DELTAWIND

Verwachte realisatie	Q3 2023	2023/4	2025
----------------------	---------	--------	------

Afname partners

nhn

NXT Mobility

AVIA

MOBIHY
hydrogen mobility services

Toepassings partners	     		
----------------------	--	--	--

HYGRO: Het groene waterstof energie bedrijf

Met onze ervaring en kennis bieden wij onder andere:

- (Mede) ontwikkeling van projecten
- Ontwerp & aanpak diensten voor het beste systeemontwerp
- Snelle scans voor wind/zon/waterstof voor een locatie
- Groene waterstof en bijbehorende apparatuur
- Verhuur van (kleine) waterstoftankstations

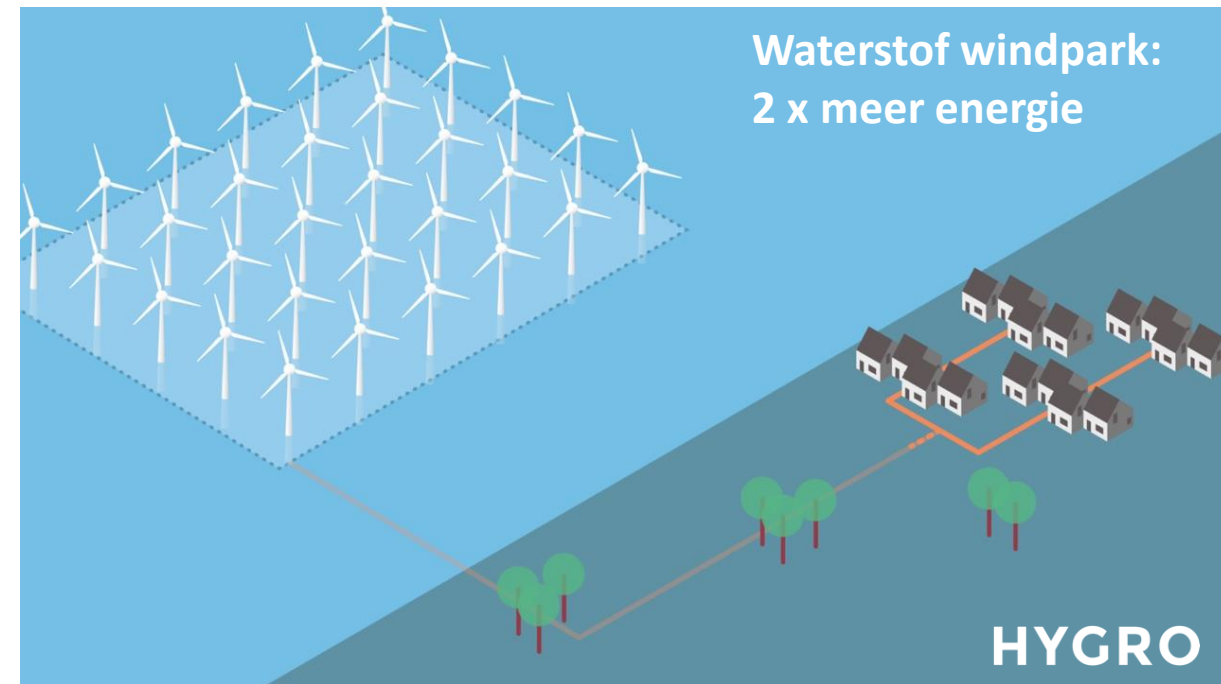
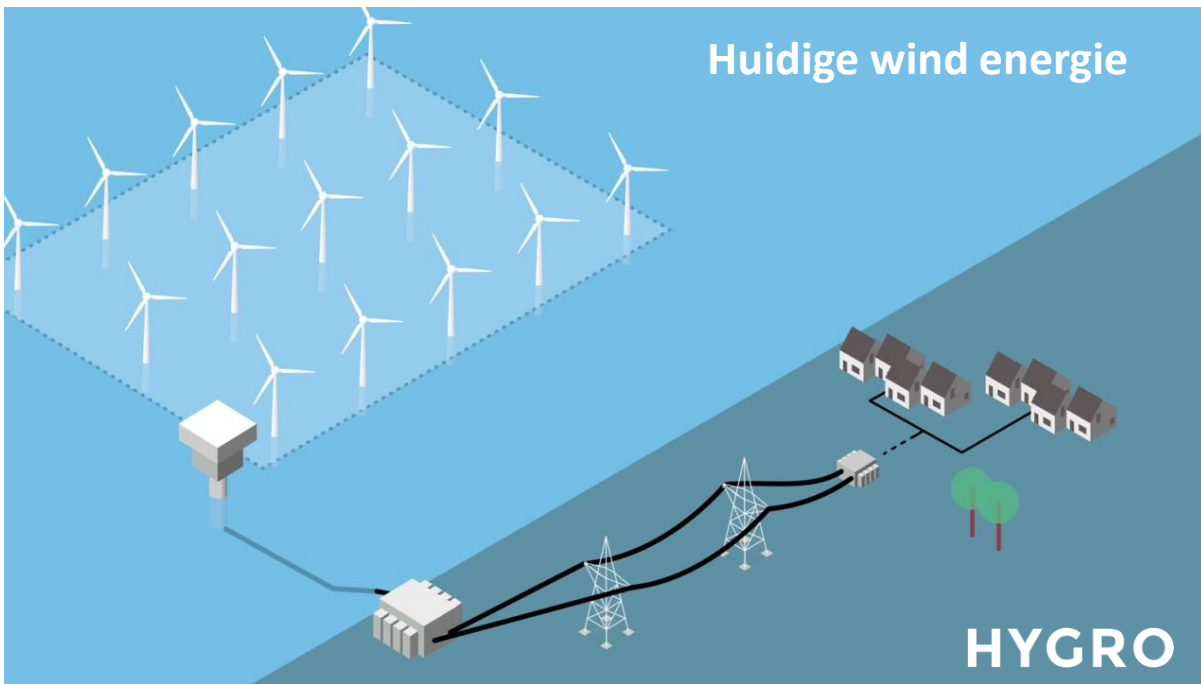


De potentie van waterstofturbines

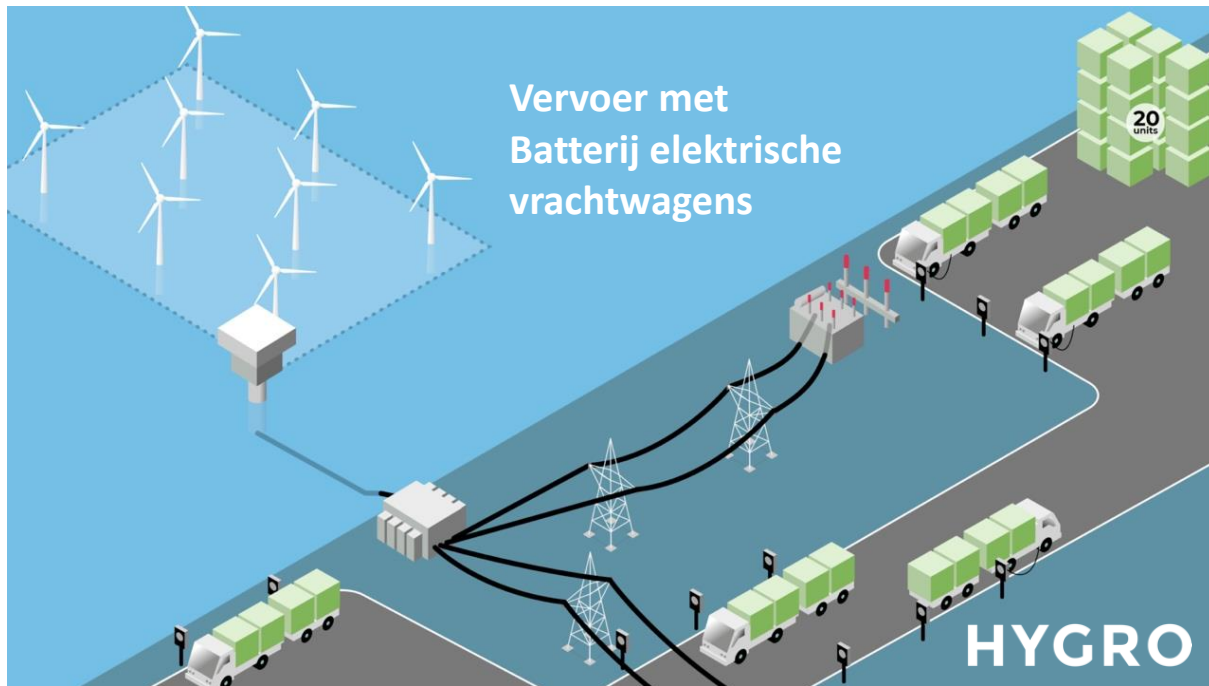
Twee keer de energie met lagere kosten

Synergie leidt tot nieuw economisch optimum voor

- 1) windpark ontwerp → 60% meer energie
- 2) turbine ontwerp → 30% meer energie



Zelfde vracht, minder vrachtwagens, lagere kosten, minder ruimtelijke impact vergeleken met batterij-elektrisch



DUWAAL

Het economische optimum van wind tot wiel

Duwaal in cijfers

4 MW windturbine + 2,5 MW elektrolyse

± 15 GWh/jaar

2 GWh elektriciteit/jaar naar het net

250.000 kg H₂/jr

Vervangt 1,3 miljoen liter diesel/jaar,

± 35 vrachtwagens of

± 70 vuilniswagens

Geïntegreerd opslag- en distributiesysteem

3.500 kg opslag

Vol <=> leeg cyclus: ±5 dagen

Eerste 5 tankstations

1 hub, max capaciteit 1.200 kg/dag

4 satellieten, max capaciteit 270 kg/dag



Hub & Satelliet = max synergie in de keten

Hub:

- **Gekoppeld aan waterstofturbine**
- Compressie voor opslag
- Distributie door verwisselbare hogedruk opslag

Hub & satelliet

Maximale synergie & kostenbesparingen in de keten

- Opslag $\leftrightarrow$ transport (pijplijn en opslagtank)
- 1x compressor (duur) = 5x tankstation

Satelliet:

- **Geen compressor** => goedkoop tankstation
- Snel bijvullen



Waterstof vs Diesel: Verhouding liter/kg

Diesel	36	MJ/liter
hydrogen	120	MJ/kg
liter/kg ratio	3.33	liter/kg

	Power train efficiencies	
	conservative	optimistic
FCEV breaking energy	10%	30%
fuel cell efficiency	45%	60%
Diesel engine	30%	43%

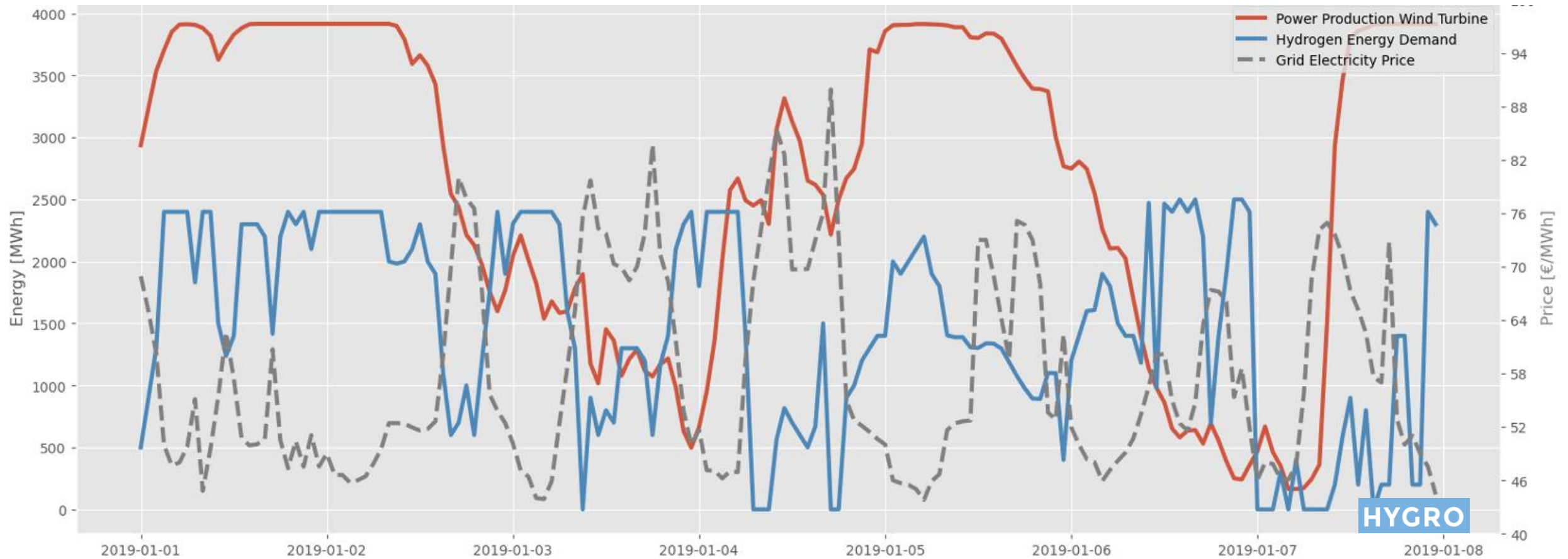
	Fuel cell			
	conservative	optimistic		
liter/kg ratio	5.55	9.52	conservative	Diesel
liter/kg ratio	3.87	6.64	optimistic	engine

*Exacte vergelijking van verhoudingen verschilt sterk per specifieke toepassing.

	Euro/liter	
	temporary	normal
Diesel (19-4-22)	€ 2.10	€ 2.24
Oil	€ 1.31	€ 1.31
exise duty	€ 0.43	0.536
VAT	€ 0.36	€ 0.39
liter/kg ratio	5	5
Reference value hydrogen		
Euro/kg	€ 10.52	€ 11.19
Oil	€ 6.57	€ 6.57
excise	€ 2.13	€ 2.68
VAT	€ 1.82	€ 1.94

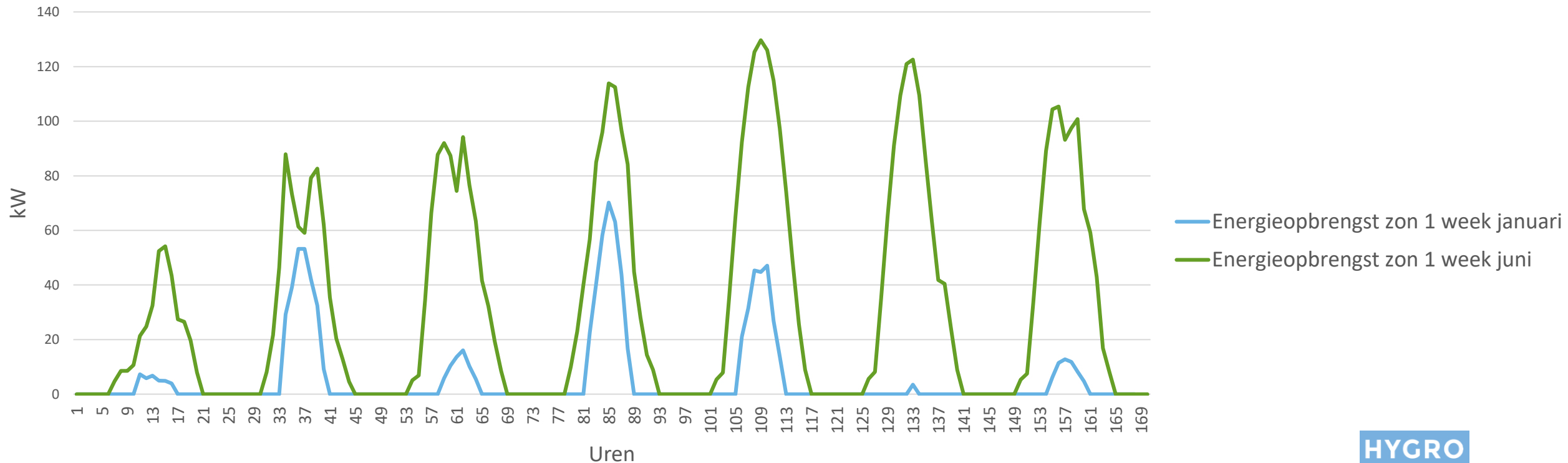
Afstemming tussen productie, opslag en vraag naar waterstof is essentieel

Een week wind productie



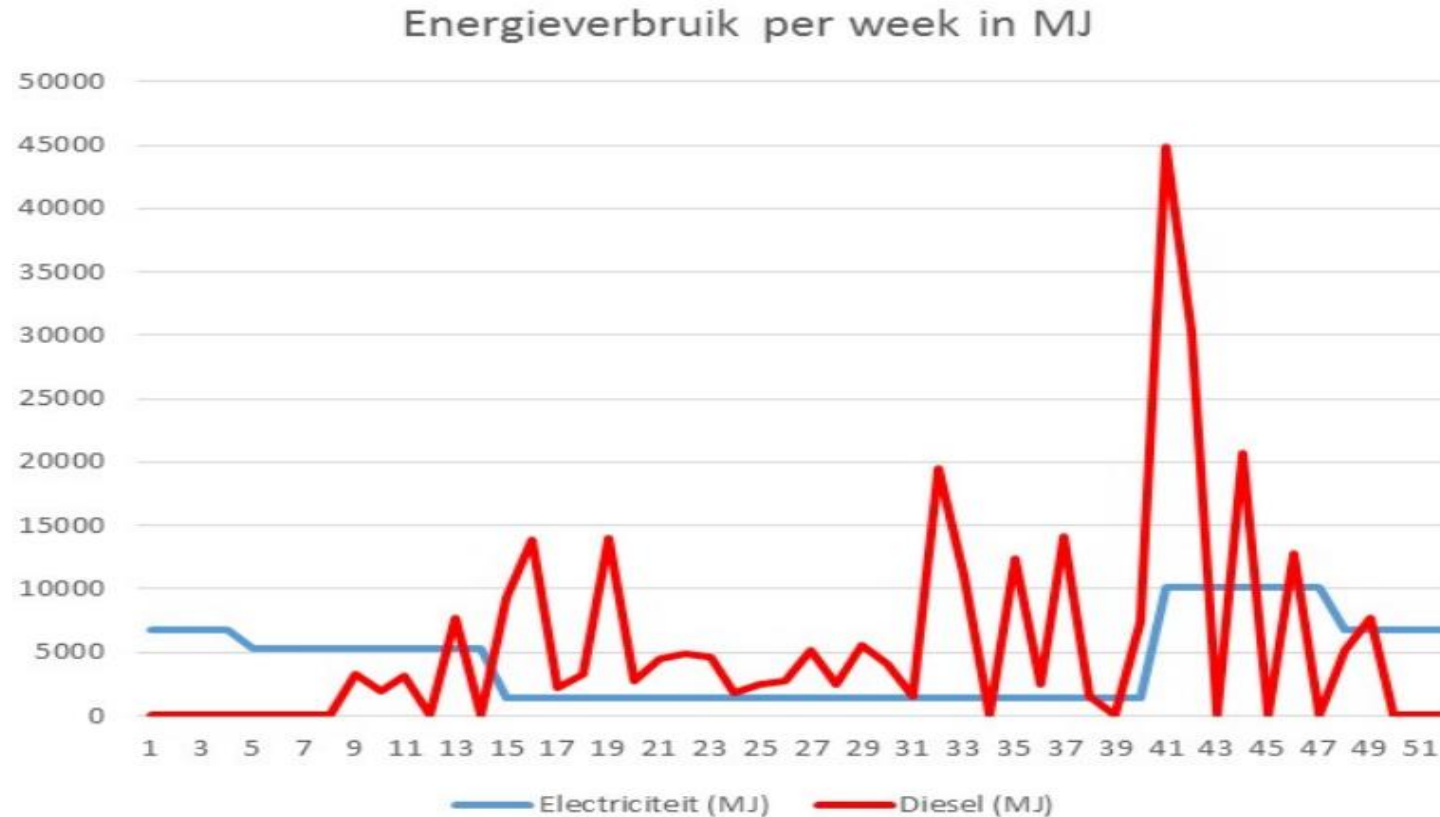
Energie productie zon gedurende 1 week zomer en winter verschil

Energieopbrengst 150 kWp PV-systeem gedurende 1 week



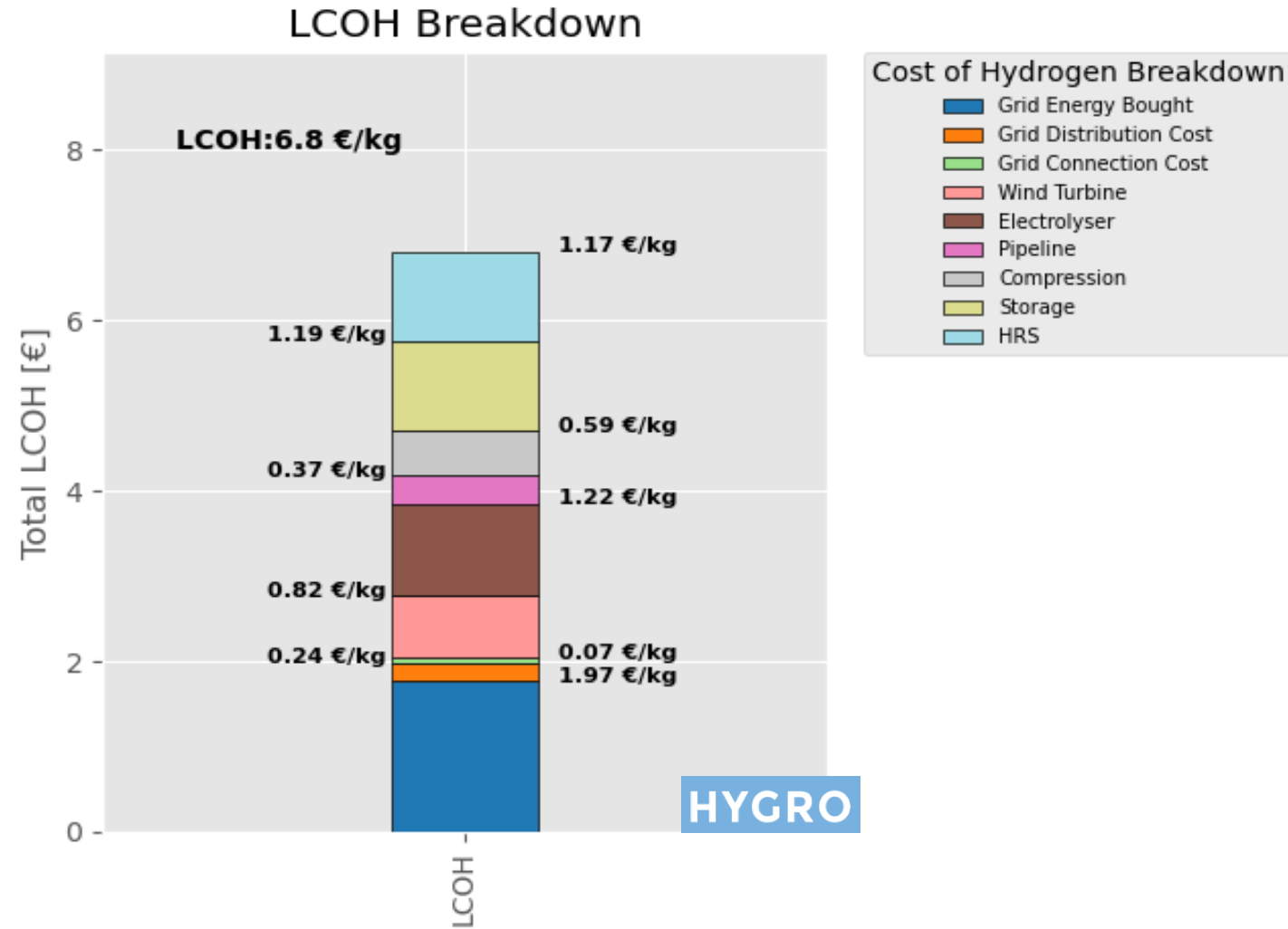
HYGRO

Energievraag per week



Energieverbruik per week in Mega Joule (MJ) van een akkerbouw bedrijf uitgesplitst in elektriciteit en diesel
(WUR: Van der Voort & Timmerman, 2019)

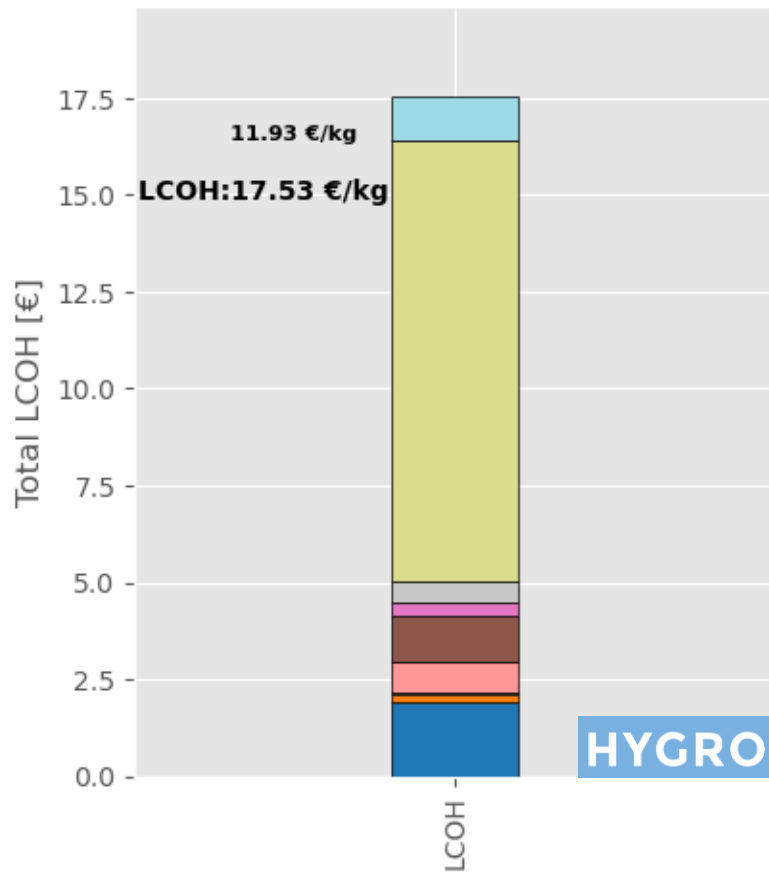
Wind tot wiel in Euro/kg (zonder subsidies)



Effect van lange doorloop tijd op de kosten

Doorlooptijd (vol ⇌ leeg) 30 dagen

LCOH Breakdown

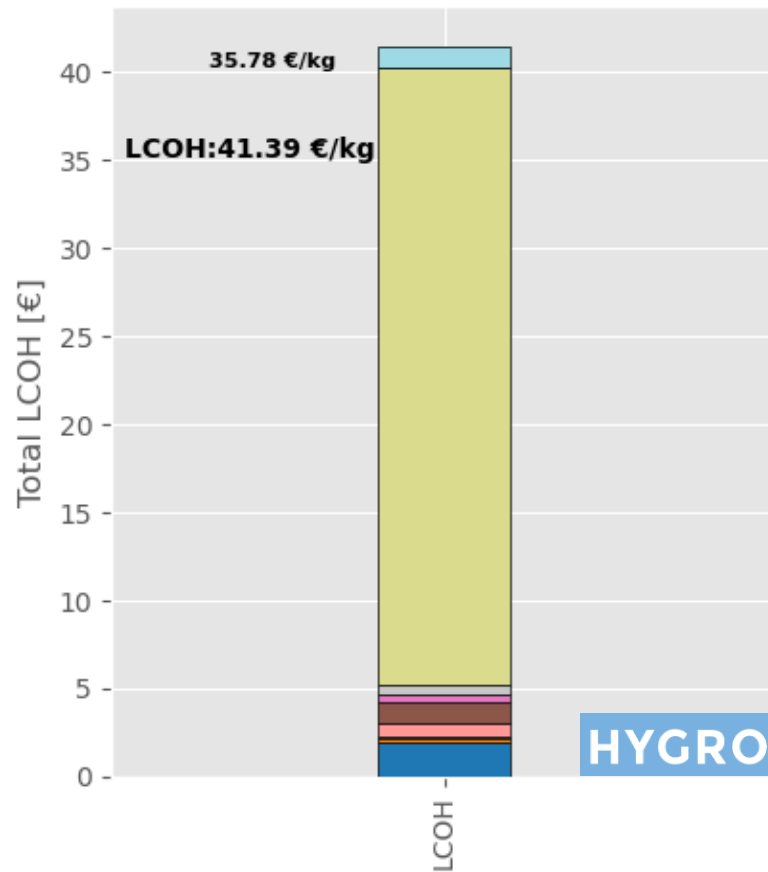


Cost of Hydrogen Breakdown

- Grid Energy Bought
- Grid Distribution Cost
- Grid Connection Cost
- Wind Turbine
- Electrolyser
- Pipeline
- Compression
- Storage
- HRS

Doorlooptijd (vol ⇌ leeg) 90 dagen

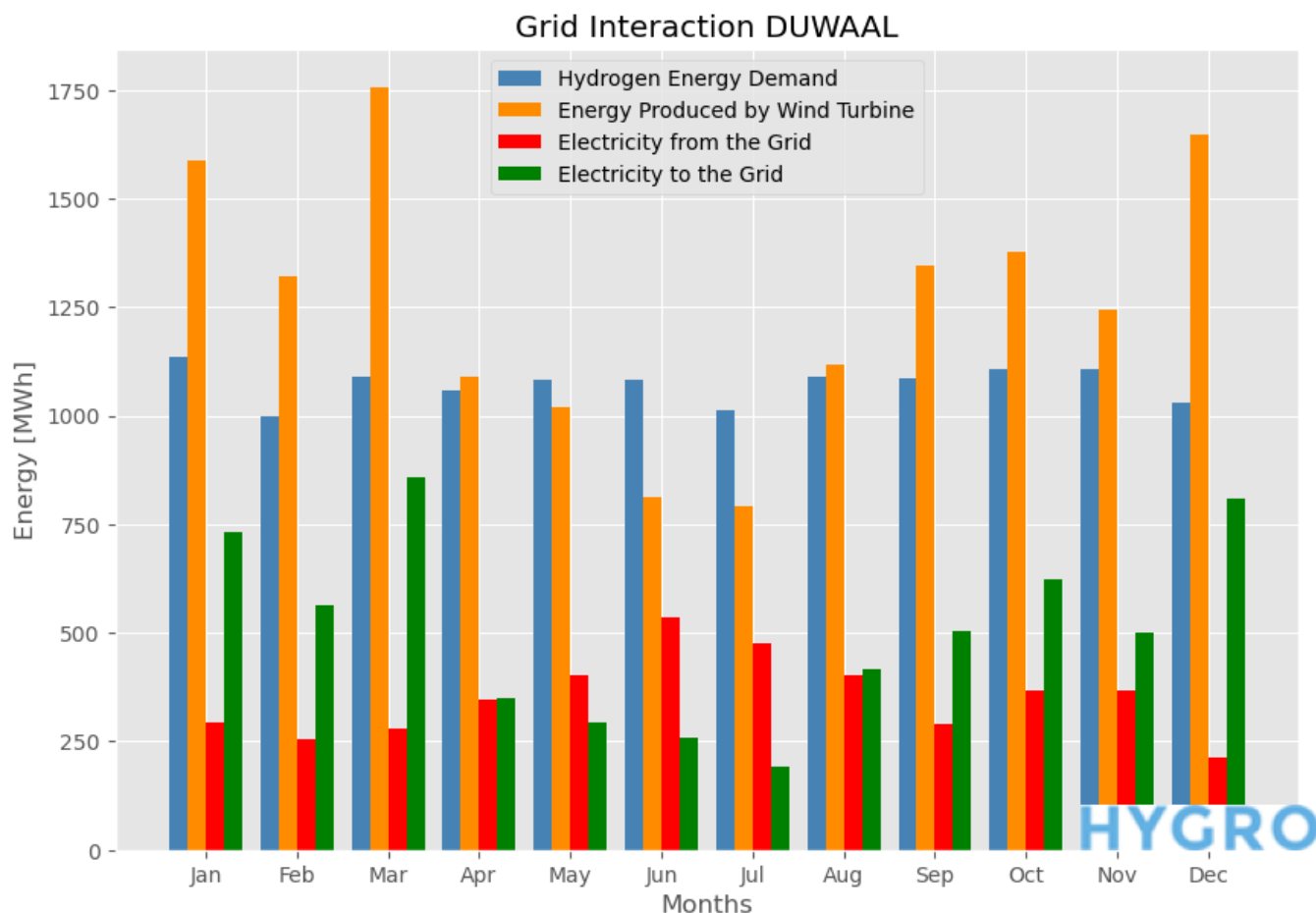
LCOH Breakdown



Cost of Hydrogen Breakdown

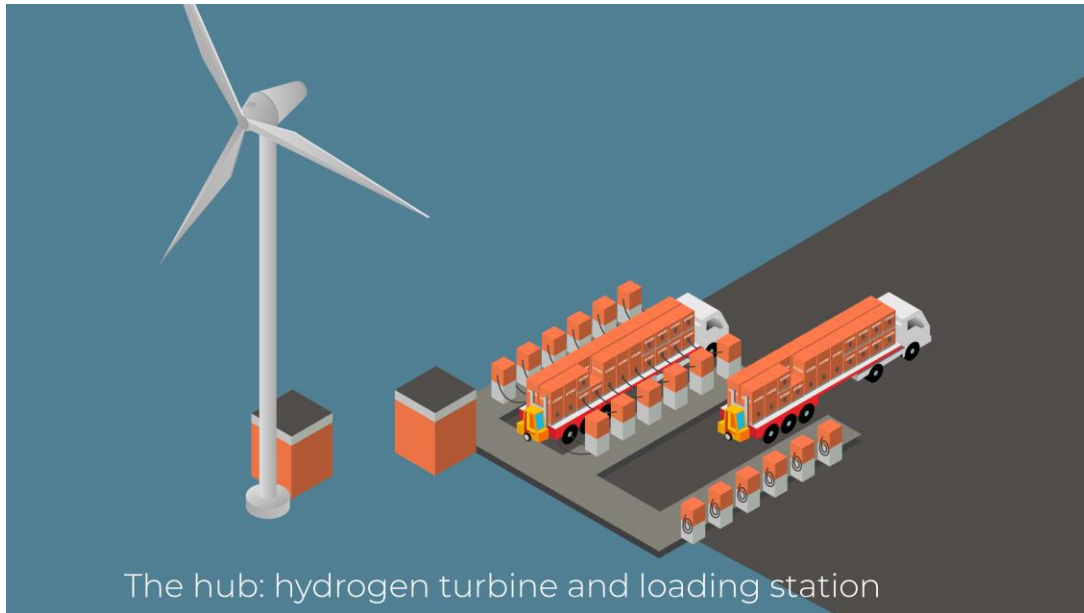
- Grid Energy Bought
- Grid Distribution Cost
- Grid Connection Cost
- Wind Turbine
- Electrolyser
- Pipeline
- Compression
- Storage
- HRS

Opslag & distributie: het centrale punt in de keten



- Grote verschillen in windopbrengst
 - Per jaar
 - Per seizoen
 - Per week
- Opslag paradox: meer opslag
 - Meer flexibiliteit & goedkopere productie
 - Des te meer de kosten van opslag...
- Gemiddeld in project Duwaal
 - 4 dagen cyclus 1,2 euro/kg
 - 90 dagen cyclus 36 euro/kg

HYGRO Energy



- Eigenaar van de opslag
- Operator van de productie & logistiek
- Biedt vulcapaciteit aan HRS-eigenaren
 - Lease prijs in capaciteit per dag
 - Plus kosten per kg

HYGRO

hydrogen as primary energy carrier

Douke Visserman

dvisserman@hy-gro.nl

+31 6 28490811

