

Industrial Heat and Power – Lezing

Praktische kansen voor waterstof in de industrie tot 2030



09-10-2023
Bob Fennis





Te behandelen

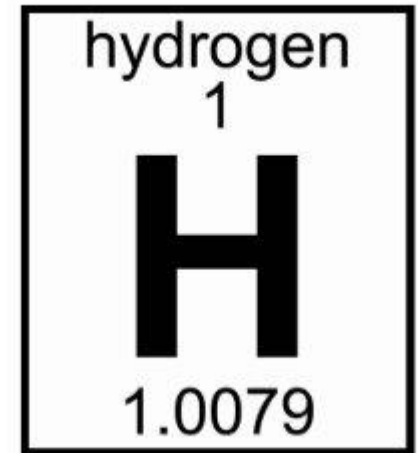
1. Waterstof algemeen
2. Waterstof in Nederland
3. **De praktische kansen tot 2030**
4. Wildcards
5. Tot slot



1. Waterstof algemeen

eigenschappen

- zeer licht
 - Lucht 1,3 kg/Nm³
 - waterstof 0,09 kg/Nm³
 - Aardgas 0,83 kg/Nm³
- Kleurloos & geurloos
- Lage volumetrische energiedichtheid
 - Waterstof 10,8 MJ/Nm³ HHV
 - Aardgas 35,2 MJ/Nm³ HHV
- Hoge gravimetrische energiedichtheid
 - Waterstof 142 MJ/kg
 - Aardgas 42,4 MJ/kg
- Vloeibaar bij -253 °C





1. Waterstof algemeen

noodzaak

- Energie verplaatst via elektriciteitsnet in 2021
 - 391 PJ
- Energie verplaatst via gasnet in 2021
 - 623 PJ
- Waterstof verbruik als grondstof (grijze waterstof)
 - 180 PJ



1. Waterstof algemeen

voor wie?

Toepassing	Toepassing	Toepassing	Toepassing	Toepassing
<ol style="list-style-type: none">1 Grondstof productie kunstmest2 Zeer hoge temperatuur industriële proceswarmte	<ol style="list-style-type: none">1 Grondstof in plastic- en staalindustrie ter vervanging van fossiele grondstof	<ol style="list-style-type: none">1 Balansfunctie energie- infrastructuur (bufferfunctie)2 Niches gebouwde omgeving3 Continentaal vliegen	<ol style="list-style-type: none">1 Hoge temperatuur industriële proceswarmte2 Intercontinentaal vliegen en varen3 Internationaal wegvervoer4 Binnenvaart	<ol style="list-style-type: none">1 Lage temperatuur industriële proceswarmte2 Verwarmen, douchen, koken3 Regionaal en nationaal wegvervoer4 Treinen, regionale bussen, personenvervoer

Bron: [Natuur en milieu](#)

- Het alternatief bepaalt



1. Waterstof algemeen

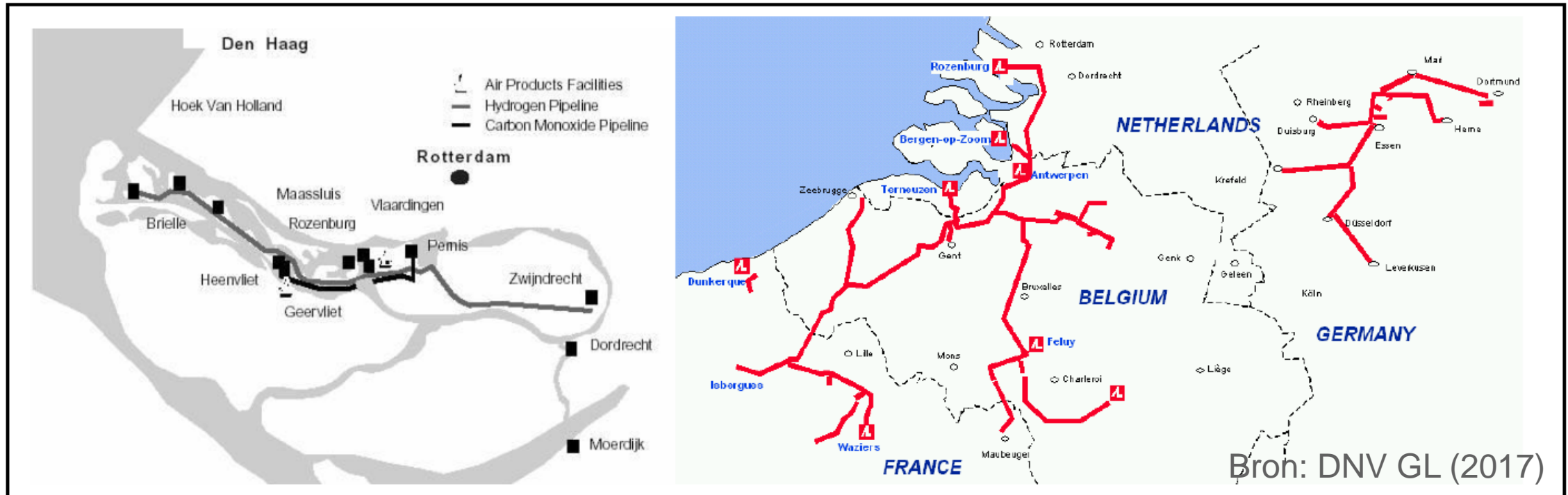
Merit order verduurzaming

- Efficiency verbetering
- Restwarmtebenutting, met warmtepompen
- Hybridiseren energiebron
- Flexibiliseren proces en utilities
- Elektrificatie warmtepompen, IR, magnetron, etc.
- E-boilers
- Lokale duurzame opties
- **H₂ of andere duurzame brandstoffen**



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

Huidige waterstof leidingen



Figuur 6: Bestaande waterstofleidingen (links Air Products, rechts: Air Liquide)

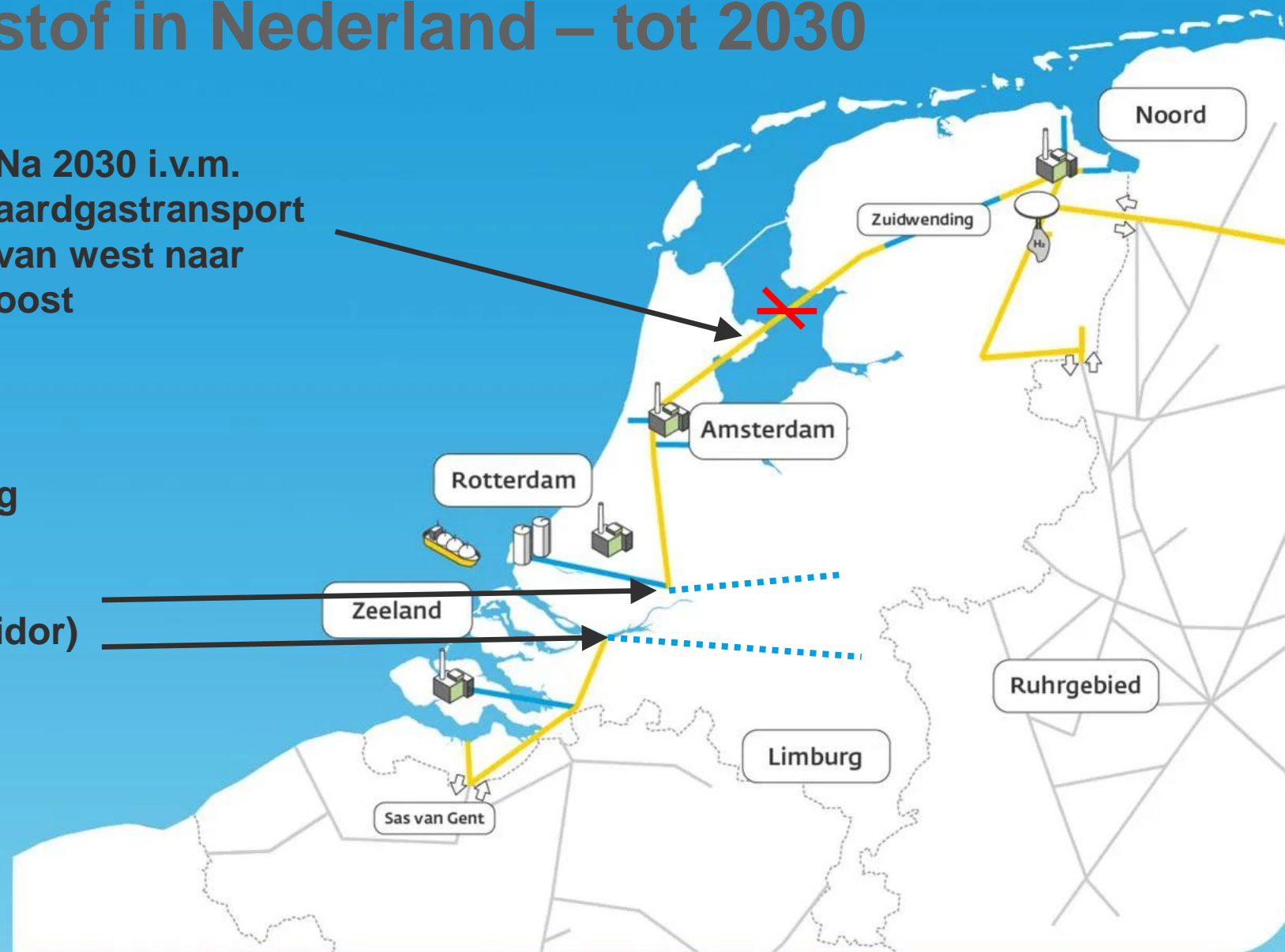
- Hiernaast
- 3,6 km waterstof leiding [GZI next - GETEC PARK.EMMEN](#)

2025/2026

2. Waterstof in Nederland – tot 2030

Na 2030 i.v.m.
aardgastransport
van west naar
oost

Twee opties voor verbinding
van oost naar west:
1. Betuwe of
2. Brabant route (delta corridor)
Ch₄, H₂ en mogelijk CO₂



Bron: [Gasunie \(2023\)](#)

2027/2028

2. Waterstof in Nederland – tot 2030



Bron: [Gasunie \(2023\)](#)

2030

2. Waterstof in Nederland – tot 2030



Bron: [Gasunie \(2023\)](#)



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

Illustratie hoofdtransportleidingnet (HTL)

Bron: Gasunie (2020a)

- Voedingsstation(s)
- ⊙ Compressor- en mengstation
- Compressorstation
- ⦿ Mengstation
- ▲ Exportstation
- ◐ Installatie ondergrondse opslag
- Ⓛ Installatie voor vloeibaar aardgas
- Ⓝ Stikstofinjectie
- Ⓣ LNG-terminal
- Leiding – Groningengas
- Leiding – hoogcalorisch gas
- Leiding – ontzwaveld gas
- Leiding – stikstof
- Leiding – waterstof
- Ⓝ Luchtscheidingsinstallatie
- Ⓢ Stikstofbuffer
- Ⓜ Waterstofinstallatie



Bron: [Gasunie transport services](#)



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

De overstap

- **Blueterra en Trinomics doen onderzoek naar de uitrol van het regionale waterstof netwerk in opdracht van EZK**
 - hoofdvragen zijn
 - *wie*
 - *wanneer*
 - *hoe*



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

De overstap

- **volledige overstap:**
 - gezamenlijke overstap is praktisch bijna onuitvoerbaar
 - *Prijsschommelingen door vraag-aanbod verschillen in de toekomst*
 - *Timing van diverse type gasgebruikers*
- **dual fuel overstap:**
 - extra leiding kosten (afnameverplichting)
 - geleidelijke overstap



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

Prijzen

- | | | | | |
|---------------|-----|-------------|-------|-----------|
| – Tanken | nu: | 10-27 €/ kg | 2030: | 5,5 €/ kg |
| – Pijpleiding | nu: | ? | 2030: | 2-4 €/ kg |
| – Produceren | nu: | 8 €/ kg | 2030: | 4-5 €/ kg |
- Energie-inhoud waterstof: 33,3 kWh/kg
 - 2 €/kg = 60 euro/MWh
 - Inschatting BlueTerra: Waterstof is in 2030 voor \approx 6000 uur per jaar duurder dan elektriciteit



2. Waterstof in Nederland – tot 2030

Transport

Bron: [Mahytec](#)



500 bar
90 kg H₂
2,9 MWh

Bron: Air Liquide



180-500 bar
1800 kg H₂
60 MWh

Bron: Gasunie



30-60 bar



3. De kansen tot 2030

Hoofdzaak

- Indien je bij of in een cluster zit krijg je waterstof
- Indien je niet bij een cluster zit
 - Check waterstofkaart voor lokale initiatieven [waterstofkaart](#)
[missieH2](#)



3. De kansen tot 2030

Praktische kansen - nu

- Tunneloven 450 °C
 - Direct gestookte brander retrofit
- Jenbacher WKK
 - 100% waterstof of mix



A POWERFUL portfolio

Bron: [Jenbacher](#)



Electrical output (kWel)	H ₂ in pipeline gas		Gas ¹ /H ₂ engine		
	<5% (vol)	<25% (vol) ²	0-100% (vol)	100%	
Type 4	█ J412, J416, J420	✓	✓	100	✓



3. De kansen tot 2030

Praktische kansen - 2030

- **Battolyser (elektrolyser)**
 - Voornamelijk een elektrolyser met als voordeel
 - *Accu capaciteit*
 - *Schakelt en regelt snel, geschikt voor groene opwekprofielen*
- **Goedkopere brandstofcellen**
 - $\approx -300\%$ t.o.v. nu
- **Goedkopere electrolysers**
 - $\approx -30\%$ t.o.v. nu

Bron: [battolyzer 500](#)



vanaf 2025

in 2030

in 2030



3. De kansen tot 2030

Subsidies

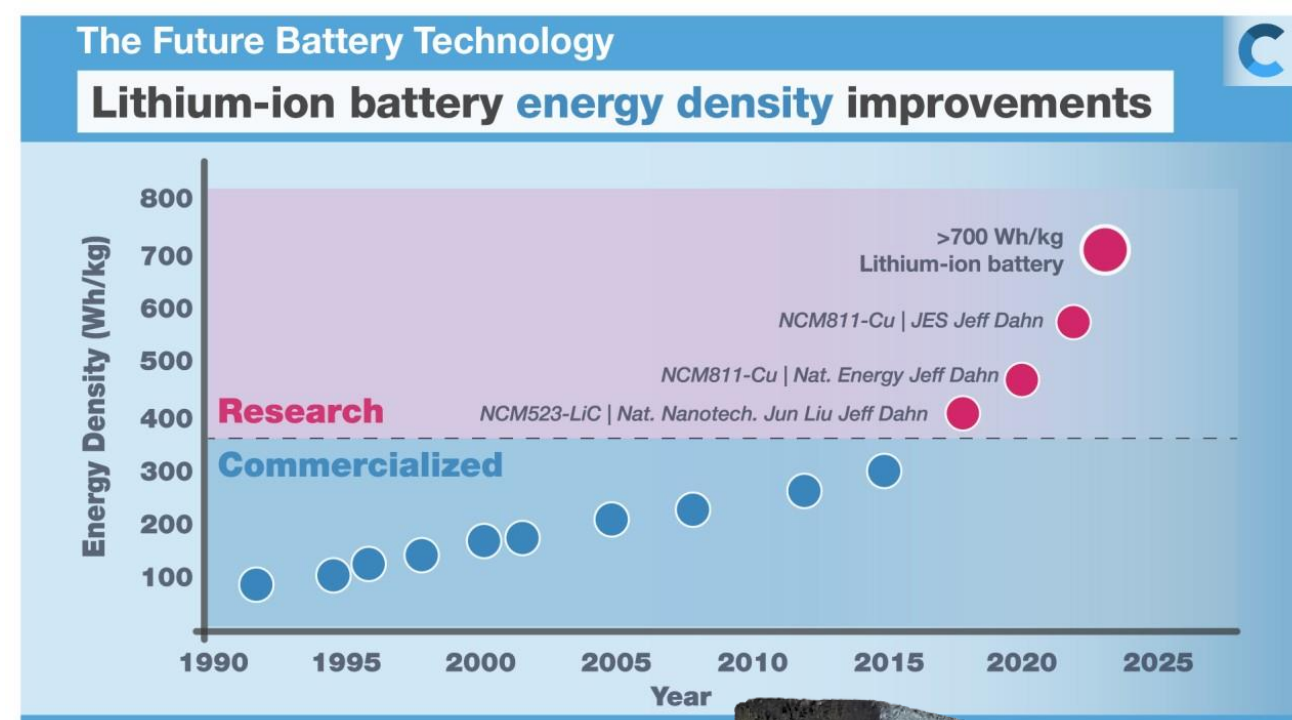
- bekijk subsidie mogelijkheden [Nationaal waterstof programma](#)
- Kleinschalige elektrolyse 0,4 – 50 MW (OWE)
- Haalbaarheidsstudies en samenwerkingsprojecten (MIT)
- Groene chemie: R&D, Pilots en scholing (GroenvermogenNL)



Wildcards

Wat kan het speelveld veranderen?

- Witte waterstof
 - In Spanje 140 PJ
 - In Frankrijk 6.500 PJ
- Waterstof import
 - Mauritanië - Conjuncta & IPH – 1.100 PJ/jaar
 - Geopolitiek
- Doorbraken in
 - Thermische opslag: Joule Hive thermal battery
 - Batterij opslag: Investeringsen zijn in 5 jaar maal 36 gegaan



Bron: C, [Post](#) & [Paper](#)



Bron: [electrified thermal solutions](#)



Tot slot

1. Maak lange termijn strategie voor CO2 neutrale productie
2. Oriënteer je op waterstof mogelijkheden
3. Onderzoek of, en waar, waterstof een plek heeft in je strategie
4. Maak je wens kenbaar [HYNETWORK](#)
5. Denk na over fundamentele zaken zoals
 - *Vestigingsplaats*
 - *Levensvatbaarheid van het product in 2050*
 - *De CO2-voetafdruk van de hele keten (Scope 1,2,3)*