



# De waterstofeconomie: enkele globale getallen

Catrinus J. Jepma

Bijeenkomst SER Noord  
Groningen, 15 februari 2018

Founding partners

gasunie

GasTerra

 **GAZPROM**  
JUST-ENERGY COMPANY



 university of  
groningen



# Wat kost het om een kilo waterstof te produceren?

---

- Grijs/blauw/groen

## **Grijs**

- ca. € 1 – 1,50,  
maar per kg H<sub>2</sub>, 13 kg CO<sub>2</sub> de lucht in
- Geproduceerd volume in Nederland (ECN): ca 7 bcm,  
voornamelijk op basis van steam reforming en aardgas



# Wat kost het om een kilo waterstof te produceren?

---

## **Blauw**

- 'Noorse variant'
- Wederom splitsing van aardgas, door steam reforming, maar opslag van CO<sub>2</sub> in de ondergrond (offshore) d.m.v. CCS:
- ca € 2,50/kg (NUON/Vattenfall)



# Wat kost het om een kilo waterstof te produceren?

---

## Groen

- Productie uit water m.b.v. elektrolyse gevoed met groene stroom: geen CO<sub>2</sub>-footprint
- Bij onshore elektrolyse: ca € 3 à 4/kg
- Mogelijke kostprijs in 2025 bij onshore elektrolyse: ca € 2 à 3/kg
- Bij offshore elektrolyse (afgeleverd aan shore) inclusief besparingen op stroomnet: ca € 2 à 3/kg
- Mogelijke kostprijs in 2025 bij offshore elektrolyse (afgeleverd aan shore) inclusief besparingen op stroomnet: ca € 1,50 à 2/kg



# Conclusie

---

- Als CO<sub>2</sub>-emissies serieus worden belast (> € 50 per ton CO<sub>2</sub>) en publieke grid-besparingen worden ingeprijsd, kan groene waterstof binnen een decennium waarschijnlijk commercieel worden geproduceerd
- Ontwikkeling van conversie-, transport-, opslag- en toepassingsopties moet gezien de lead times dus nu ter hand worden genomen
- Belangrijke voordelen van opslag van wind- en zonne-energie d.m.v. waterstof:
  - Vergroening gassysteem
  - Verbetering business case renewables
  - Bijdrage aan oplossen van balanceringsprobleem
  - Benutting stranded assets en uitsparing e-gridkosten



# Hoe kan groene waterstof worden afgezet?

---

## Rekenvoorbeeld

- Stel, de offshore wind-capaciteit van Nederland in 2030 bedraagt 10 GW (2017: 1 GW)
- Stel, de helft van de offshore stroomproductie wordt geconverteerd in waterstof
- Stel, dat de elektrolysecapaciteit in het optimum een niveau heeft van 80% van de achterliggende windcapaciteit,
- Dan moet in Nederland in 2030 4 GW elektrolysecapaciteit voor waterstofproductie zijn geïnstalleerd



# Hoe kan groene waterstof worden afgezet?

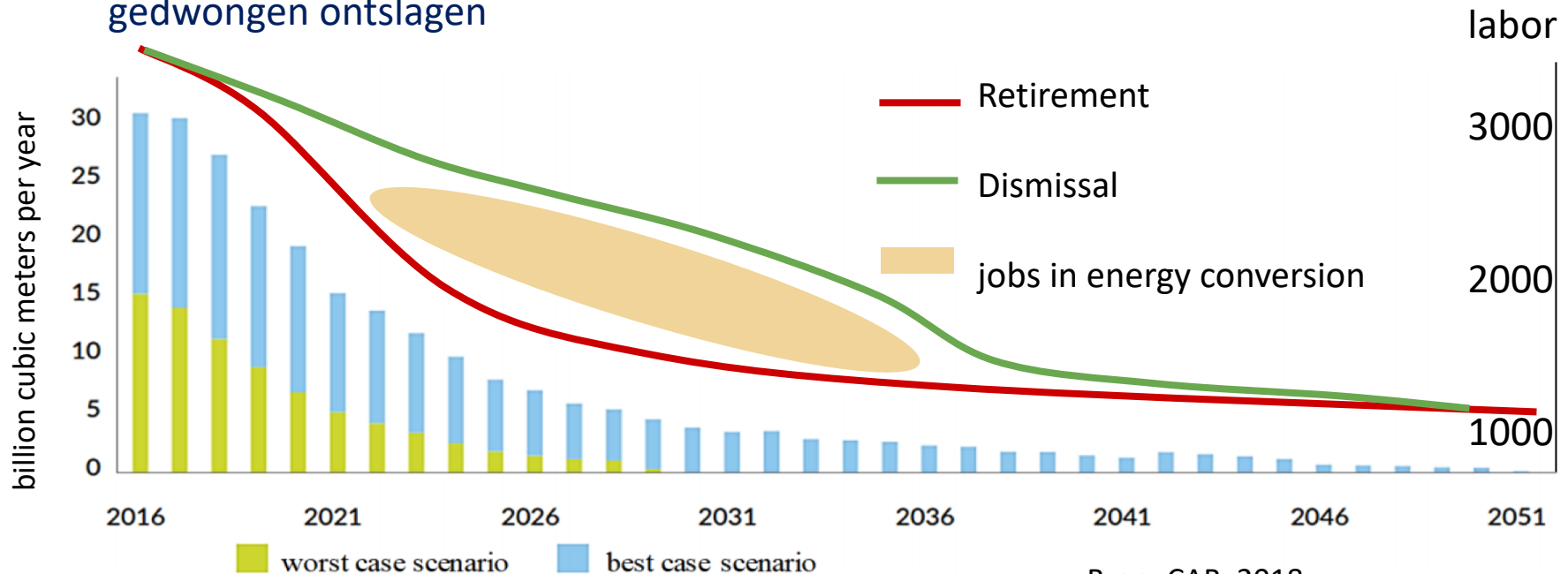
---

- Stel, Noord-Nederland introduceert in enkele jaren 10% van de gewenste 4 GW = 400 MW elektrolysecapaciteit, bijvoorbeeld bij de Eemshaven,
- Stel, dat de electrolyzers 6000 vollasturen per jaar (3/4) draaien,
- Dan produceert deze unit 36 miljoen kg groene waterstof per jaar (0,43 bcm per jaar)
- Dit is voldoende om:
  - Óf alle circa 6200 lijnbussen in Nederland op groene waterstof te laten rijden
  - Óf het Nederlandse aardgasverbruik energetisch voor 0,41% te vergroenen (thans EU: 4% met vergistingsgas)
  - Óf 6,2% van de huidige NL productie van grijze waterstof te vergroenen (en daarmee bijvoorbeeld 10% van de kunstmestproductie)



# Wat zijn de werkgelegenheidseffecten van de waterstofeconomie?

- Meeste gegevens boterzacht, maar, stel, de waterstofeconomie komt er en offshore wordt O&G-productie vervangen door wind
- Stel, Noord-Nederland is hierbij voorloper,
- Wat betekent dat voor werkgelegenheid?
- Olie en gas offshore verdwijnt per 2030 bijna geheel, dus ca. 1000 fte gedwongen ontslagen



Bron: CAB, 2018





# Wat zijn de werkgelegenheidseffecten van de waterstofeconomie?

- Ten aanzien van de uitbreiding van windcapaciteit:
  - *“Zeker ook regionale havens kunnen profiteren van deze ontwikkeling. De verwachting is dat de werkgelegenheid in Nederland groeit van 2150 banen in 2010 naar 10.000 banen in 2020. Een groei van meer dan 10 gigawatt (GW) tussen 2020 en 2030 betekent een verveelvoudiging van dat aantal banen.” (NWEA Visie 2030, 2016)*

| Offshore Wind                     | FTE NL<br>90 foundations | FTE NL annual<br>Basis - 600<br>foundations | carried out on-<br>/offshore |
|-----------------------------------|--------------------------|---|------------------------------|
| Government                        | 400                      | 80  |                              |
| Project development<br>finance    | 65<br>5                  | 20<br>5                                     |                              |
| Engineering                       | 16,5                     | 55  |                              |
| Assembly wind turbine             | 375                      | 400   |                              |
| Assembly balance of plant         | 975                      | 1000  |                              |
| Management during construction    | 17,5                     | 35  |                              |
| Building foundations and turbines | <b>120</b>               | <b>500</b>                                  | <b>offshore</b>              |
| Balance of Plant                  | <b>120</b>               | <b>500</b>                                  | <b>offshore</b>              |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>240 (2094)</b>        | <b>1000 (2595)</b>                          |                              |

Per jaar 1000 banen offshore

Bron: CAB, 2018



## Wat zijn de werkgelegenheidseffecten van de waterstofeconomie?

---

- Maar er is een mismatch tussen de afnemende O&G- en toenemende wind-werkgelegenheid door:
  - Verschil in technologie
  - Verschil in beloningsniveau
  - Geringe animo voor offshore
  - Sterke mate van internationaal aanbod voor aanleg van windparken
- Gevolg: grote kans op een netto afname werkgelegenheid voor Nederlanders in energie-activiteiten, met name ook door de dalende werkgelegenheid in het aardgascluster (ruim 16.300 mensen in de upstream aardgasindustrie en toeleverende bedrijven, waarvan 2.000 tot 2.500 offshore; NOGEPA 2013),
- Tenzij: ...



# Wat zijn de werkgelegenheidseffecten van de waterstofeconomie?

---

- Tenzij een waterstofcluster wordt ontwikkeld:
  - Conversie
  - Opslag
  - Transport
  - Toepassingen
  - Kennis
- Bij circa 4 GW conversiecapaciteit in 2030 en een jaarproductie van waterstof van ca 4,3 bcm kan een directe conversie-gerelateerde werkgelegenheid ontstaan van circa 400 banen
- De werkgelegenheid in de rest van de waterstofketen is moeilijk in te schatten maar zou kunnen uitkomen in de richting van de huidige aantallen in de aardgassector



voor nadere informatie: [c.j.jepma@rug.nl](mailto:c.j.jepma@rug.nl)

Founding partners

