



NAM

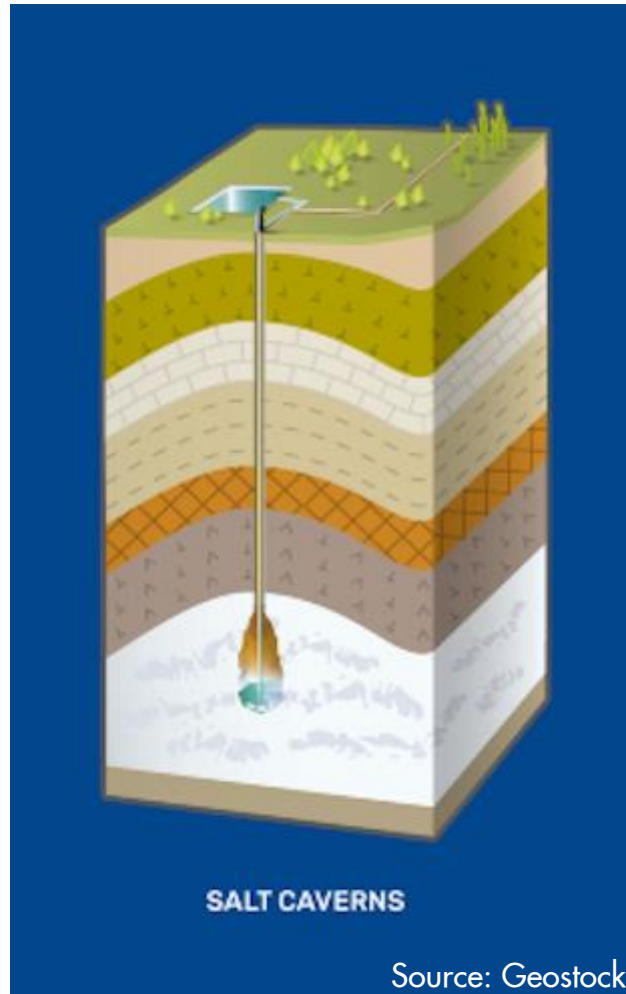
ENERGIEOPSLAG in MOLECULEN

Esther Vermolen

Energy Transition Lead, NAM

ONDERGRONDSE OPSLAG VAN AARDGAS

EnergyStock:
• Zuidwending

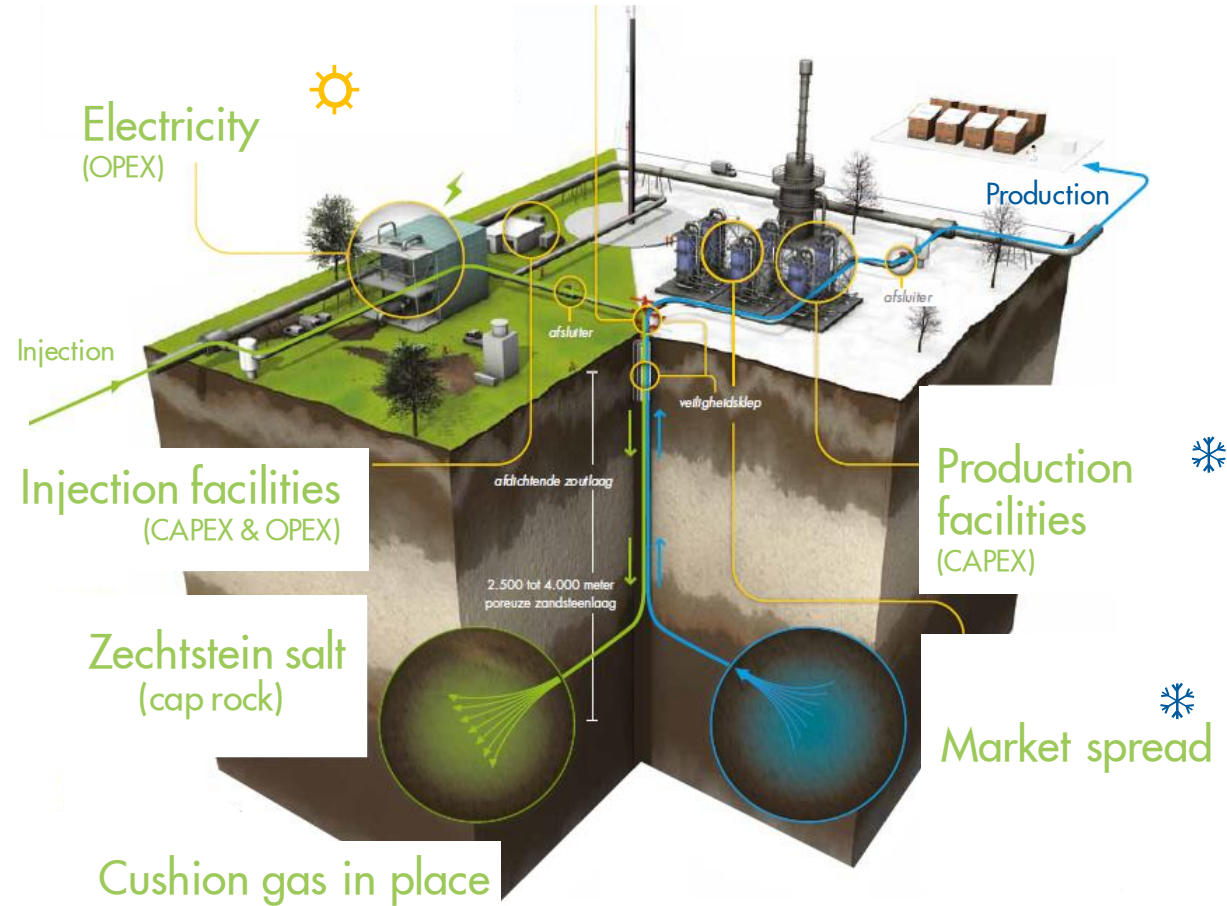
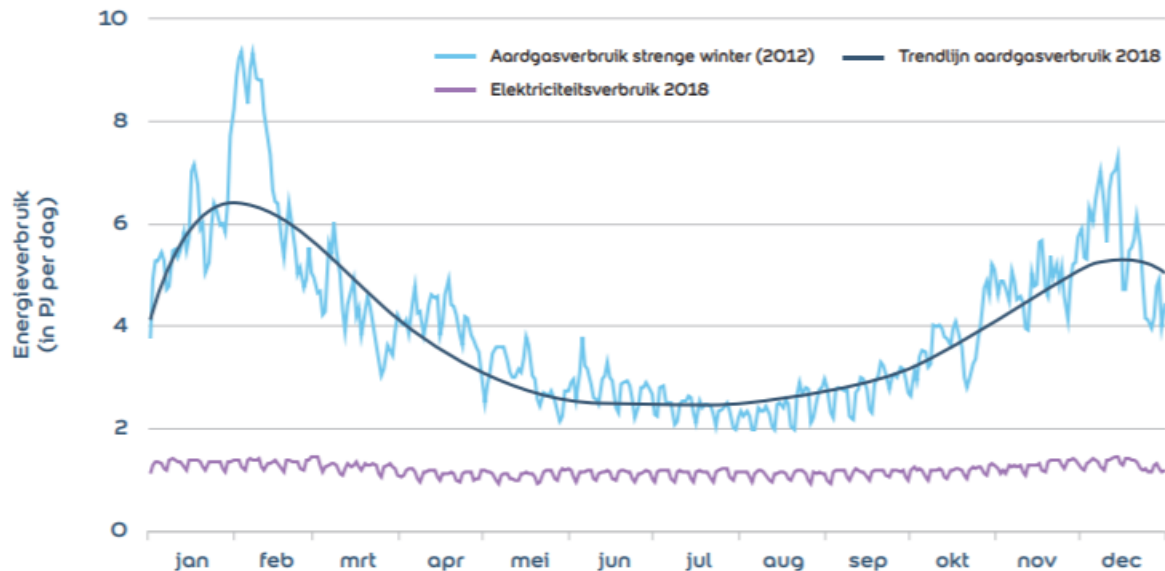


NAM:
• Norg
• Grijpskerk

TAQA:
• Bergermeer
• Alkmaar (piekgasinstallatie)

PRINCIPE ONDERGRONDSE GASOPSLAG

- Reservoirs in zandsteenlagen op 3 km diepte
- In zomer injecteren, in winter produceren
- Groot deel van het gas (kussengas) blijft in de opslag en werkt als “kussen” dat het werkgas er uit duwt.





FUNCTIE ONDERGRONDSE GASOPSLAG

NORG:

- Max. productie capaciteit : ~78 mln Nm³/d ~ 30 GW
- Max. injectie capaciteit : 36 mln Nm³/d ~ 15 GW
- Opslagcapaciteit: max. 7 miljard Nm³ ~ 250 PJ ~ 70 TWh
-

GRIJPSKERK:

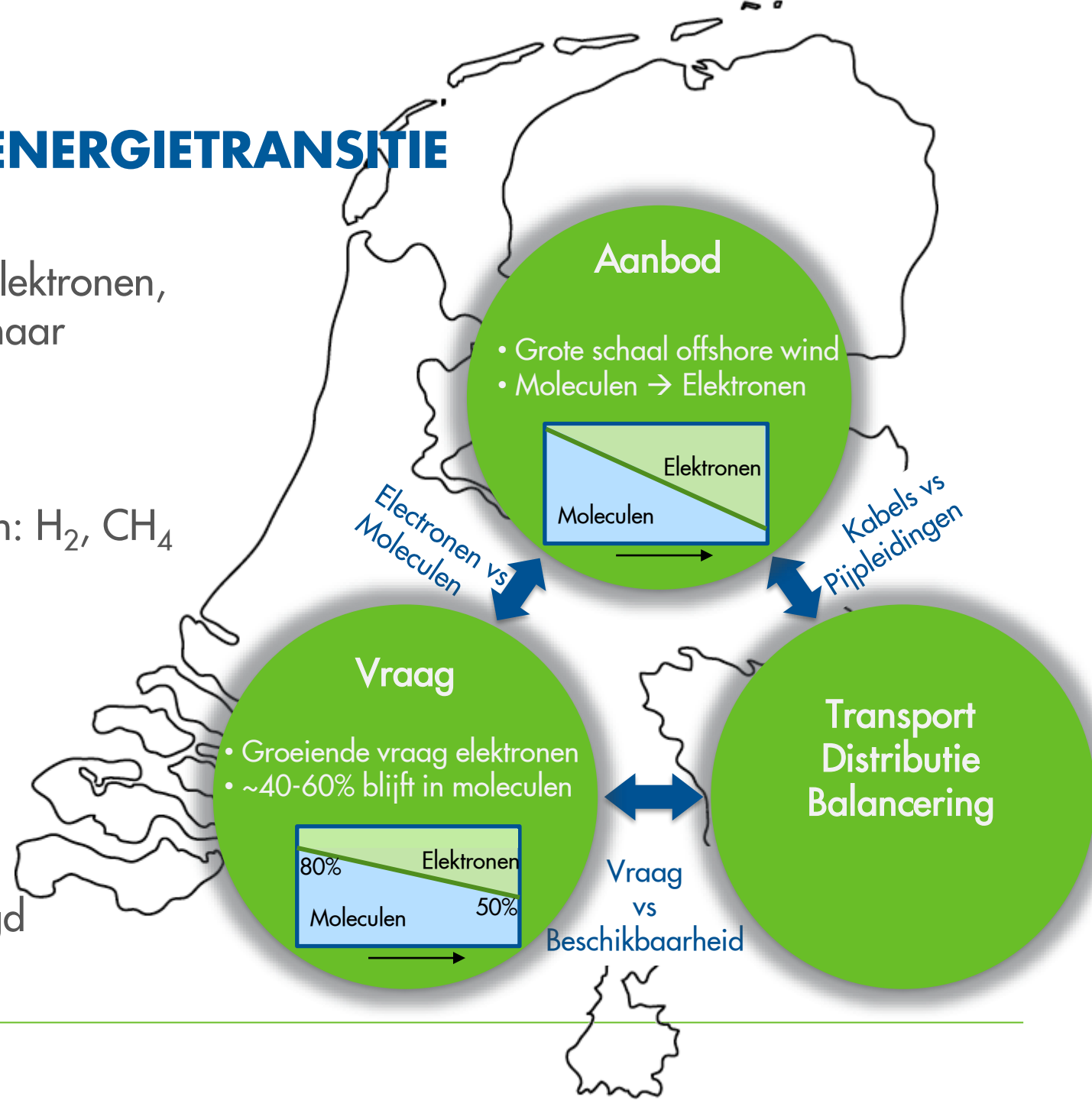
- Max. productie capaciteit : 61 mln Nm³/d ~ 25 GW
- Max. injectie capaciteit : 15 mln Nm³/d ~ 6 GW
- Opslagcapaciteit: max. 2 miljard Nm³ ~ 70 PJ ~ 29 TWh

~10% van NL
energieverbruik
(2400 PJ ~ 670 TWh)

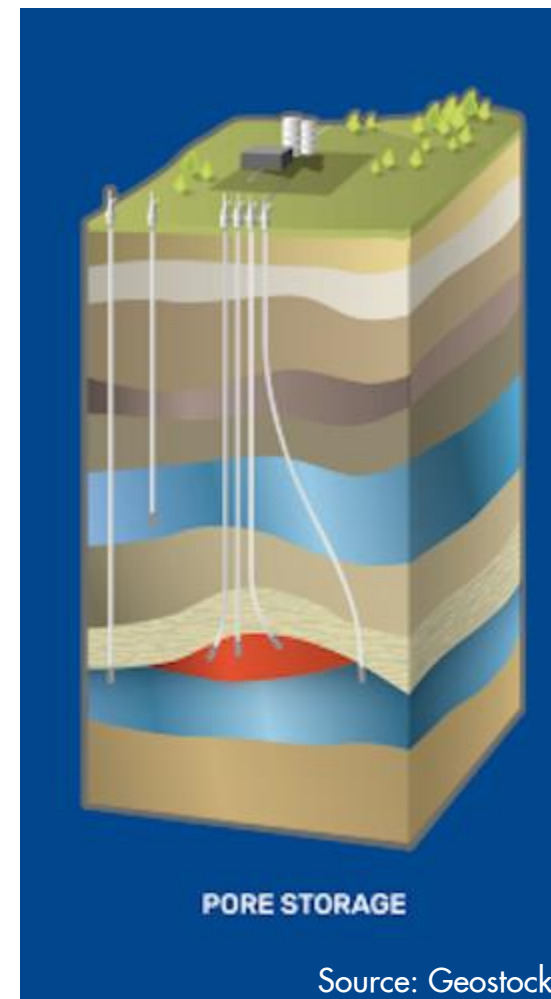
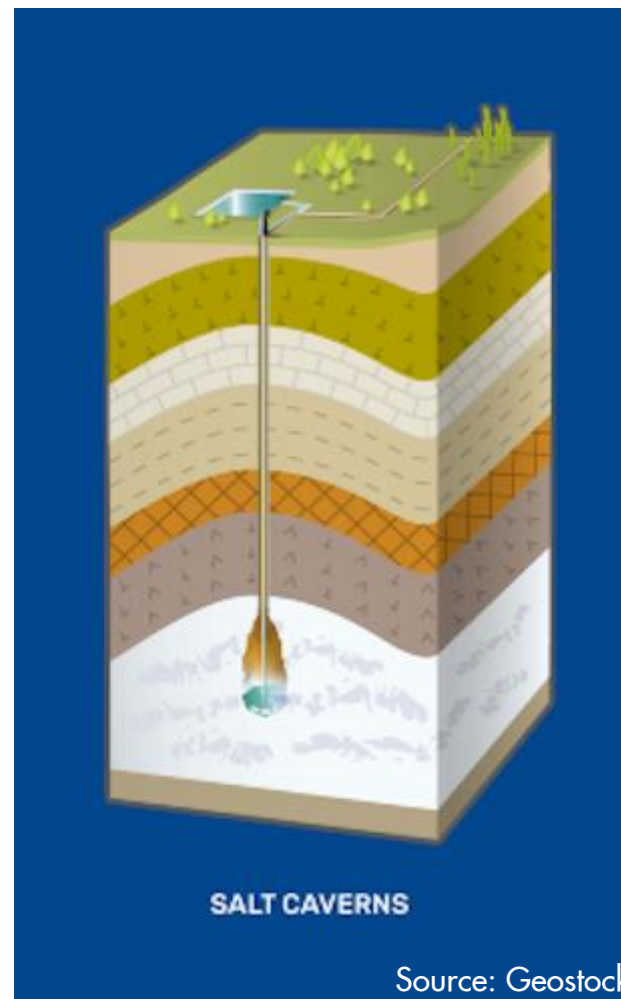
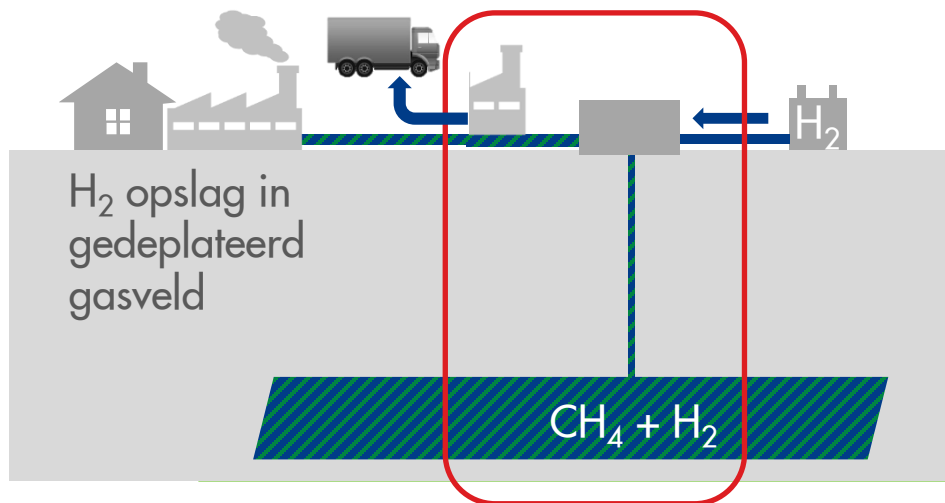
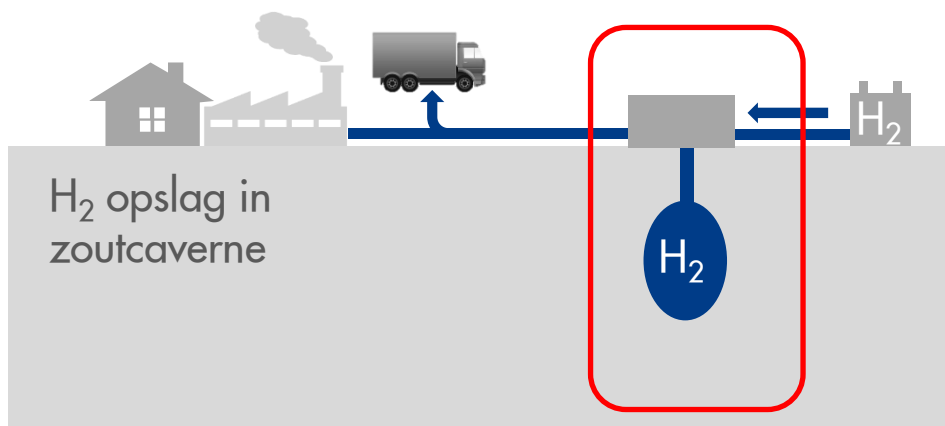


ENERGIEOPSLAG IN DE ENERGIETRANSITIE

- Aanbod verschuift van moleculen naar elektronen, terwijl er nog steeds een grote vraag is naar moleculen.
- Conversie van elektronen naar moleculen: H_2 , CH_4 (Power-to-gas)
- Transport van moleculen: Hergebruik van bestaande infrastructuur
- Grootschalige buffering/opslag benodigd

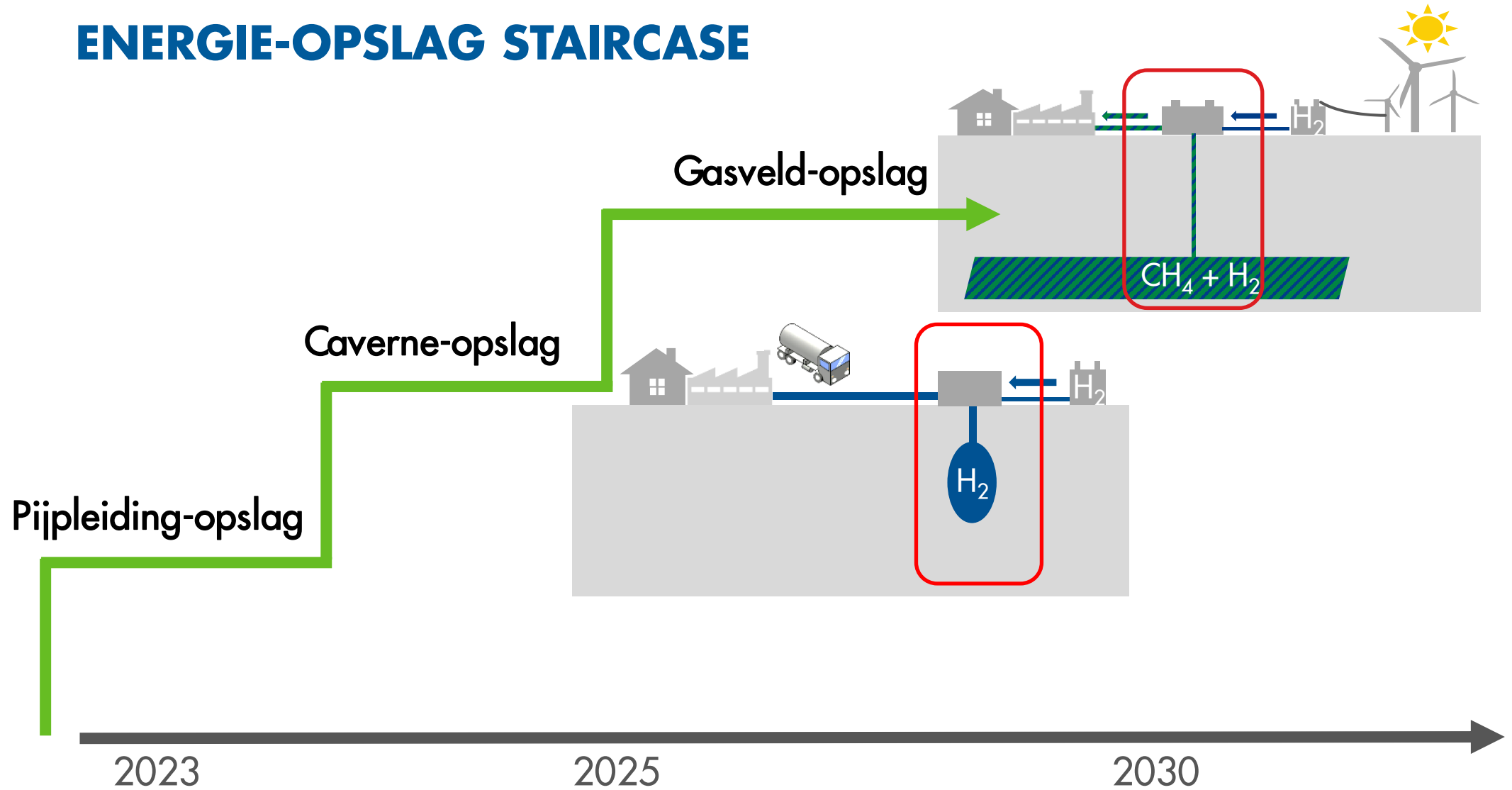


ONDERGRONDSE OPSLAG VAN WATERSTOF CONCEPTEN



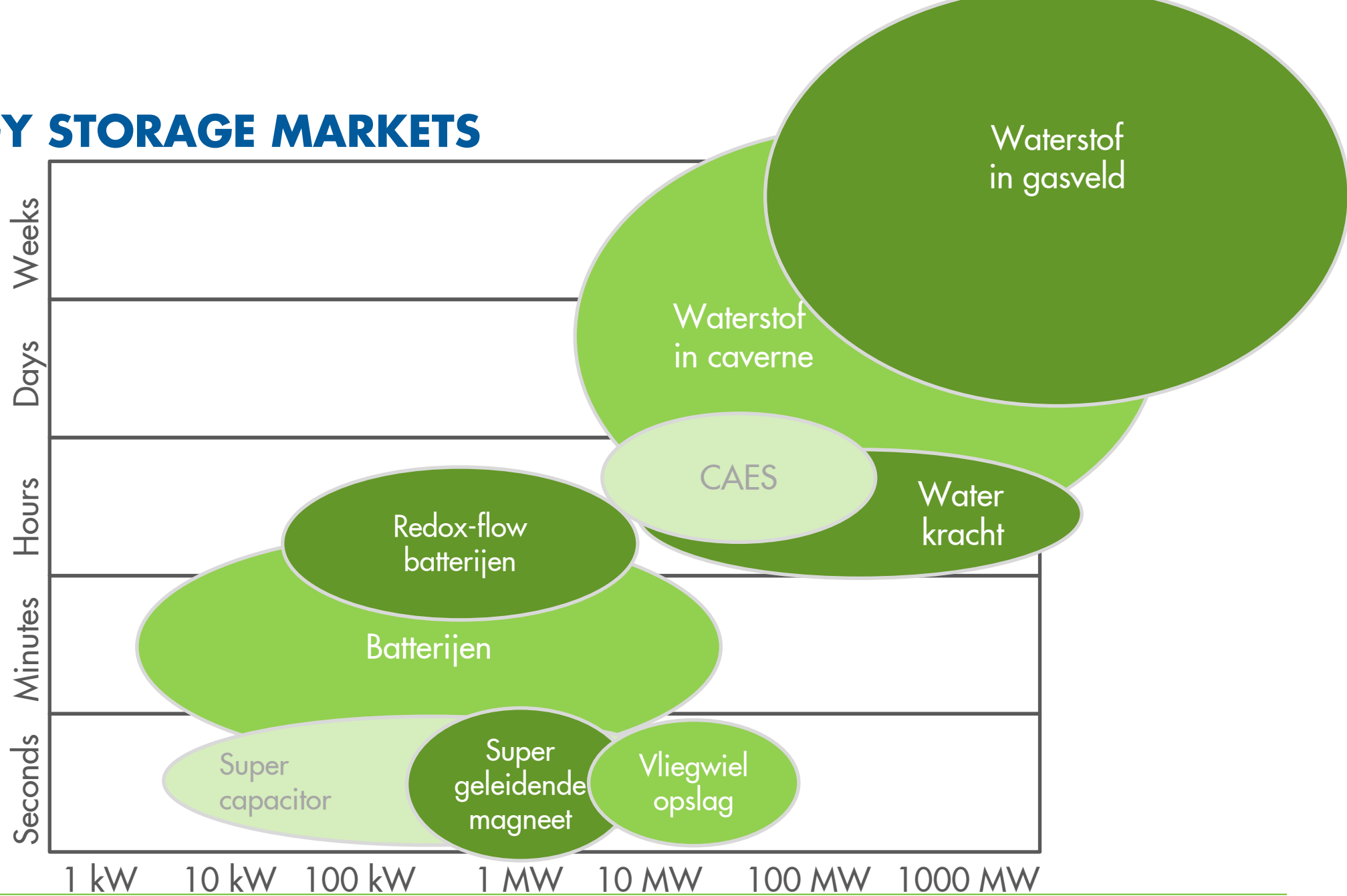


ENERGIE-OPSLAG STAIRCASE



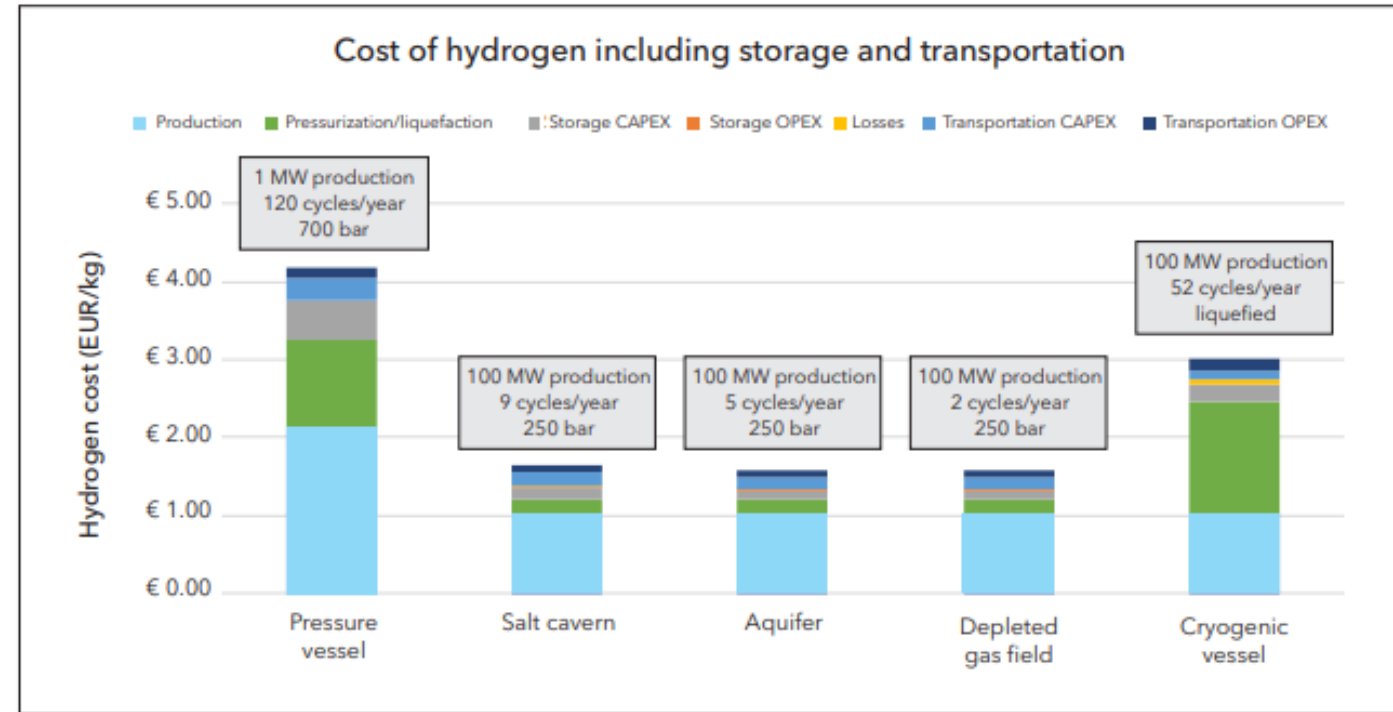
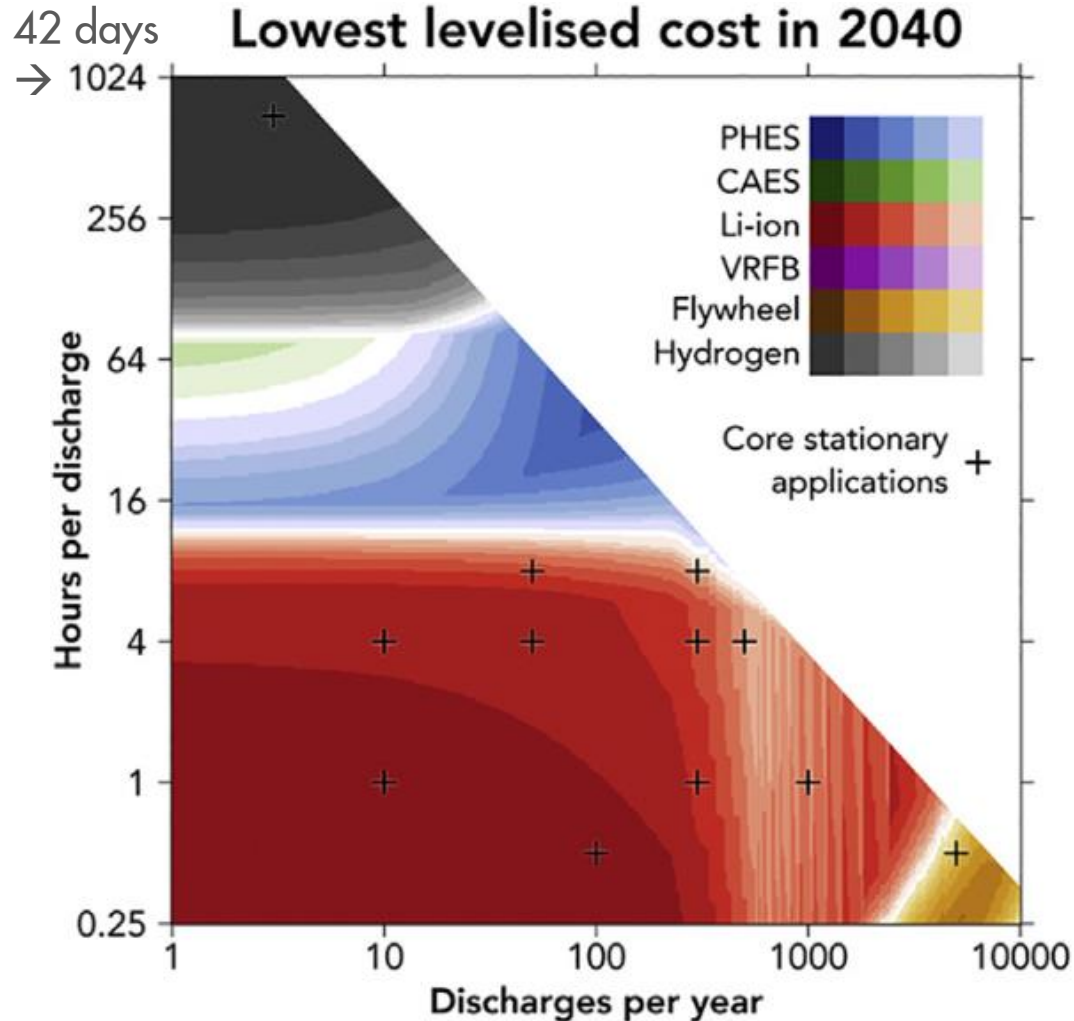


ENERGY STORAGE MARKETS





GOEDKOOPSTE OPLOSSING VOOR GROOTSCHALIGE OPSLAG



Source: DNV GL, Position Paper 2019,
Hydrogen in the electricity value chain

VRFB = Vanadium Redox Flow Battery

Schmidt et al., Joule 3, 81–100
January 16, 2019 © 2018 Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.12.008>



WATERSTOFOPSLAG BEHOEFTE (NL, 2050)

Bcm = billion cubic meter

Source:	TWh	PJ	Bcm H ₂
1. Gebaseerd op huidige NL swing capacity	139 TWh	500 PJ	40 Bcm
2. HyUnder 2050 estimate (2014)	43 TWh	155 PJ	14 Bcm
3. TNO & EBN – Ondergrondse opslag (2018)	7-14 TWh	26-52 PJ	1.3-7.5 Bcm
4. SODM Toekomstscenarios (2018)	28 TWh	100 PJ	8 Bcm
5. TNO Large Scale Energy Storage (2020)	1.5-3 TWh	5-10 PJ	0.4-0.8 Bcm
6. Berenschot & Kalavasta (2020)	57 TWh	200 PJ	16 Bcm



HOE KUNNEN WE IN DEZE BEHOEFTE VOORZIEN?

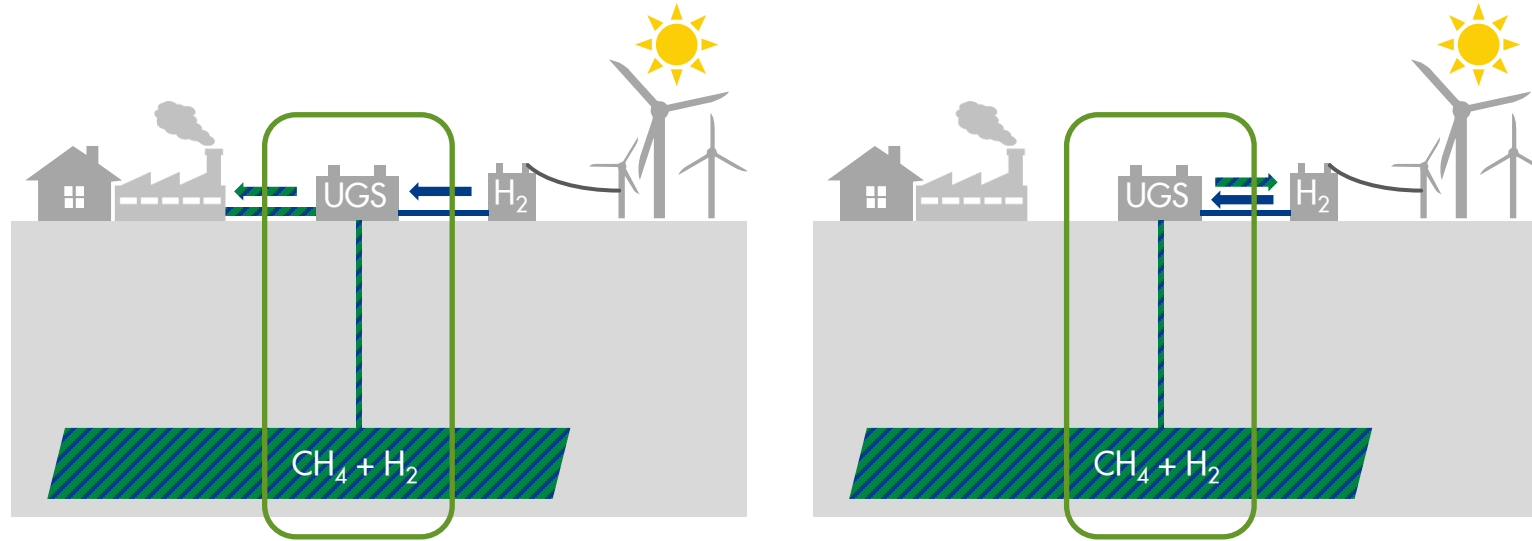
- Voor 2 miljard m³ waterstofopslag:

Storage location	Geometrisch volume (10 ³ m ³)	Werkvolume H ₂ (GWh)	Benodigde elektrolyse vermogen* (MW)	Aantal benodigde opslagen
Caverne	500	150	50	40
Klein gasveld (1 bcm)	4000	1000	300	6
Middelgroot gasveld (10 bcm)	40000	10000	3000	1

Ter vergelijking:
Grijpskerk gasveld ~ 11 bcm
Groningen gasveld ~ 2700 bcm

* Vermogen per opslag voor het vullen in een half jaar
Elektrolyse efficiëntie 75%.

BUSINESS MODELS - INKOMSTENSTROMEN



Energie handelaar

Goedkoop inkopen en duur verkopen van energie als inkomstenbron

vs.

Energie "hotel"

De waterstof verandert niet van eigenaar. Inkomsten zijn gebaseerd op een opslag-vergoeding

Waarde-proposities:

- Voorkomen van net-congestie
- Een hogere uptime van zon/windenergie (geen curtailment)
- Volledige decarbonisatie (geen backup fossiele energie nodig)
- Strategische reserve

In beide gevallen:
draagvlak is
essentieel



CONCLUSIES

- Grootschalige opslag van hernieuwbare energie zal een cruciale component zijn in de energietransitie.
 - Ondergrondse opslag van waterstof is de goedkoopste vorm van seizoensopslag van hernieuwbare energie.
 - Het zou rendabel kunnen worden als:
 - De waterstofmarkt ontwikkelt tot een nationale of internationale handelsmarkt of
 - Industrie of overheden een opslagbehoefte identificeren en hier een opslagvergoeding voor willen betalen.
 - Draagvlak onder de bevolking is essentieel voor de ontwikkeling van een ondergrondse opslag.
-



NAM