

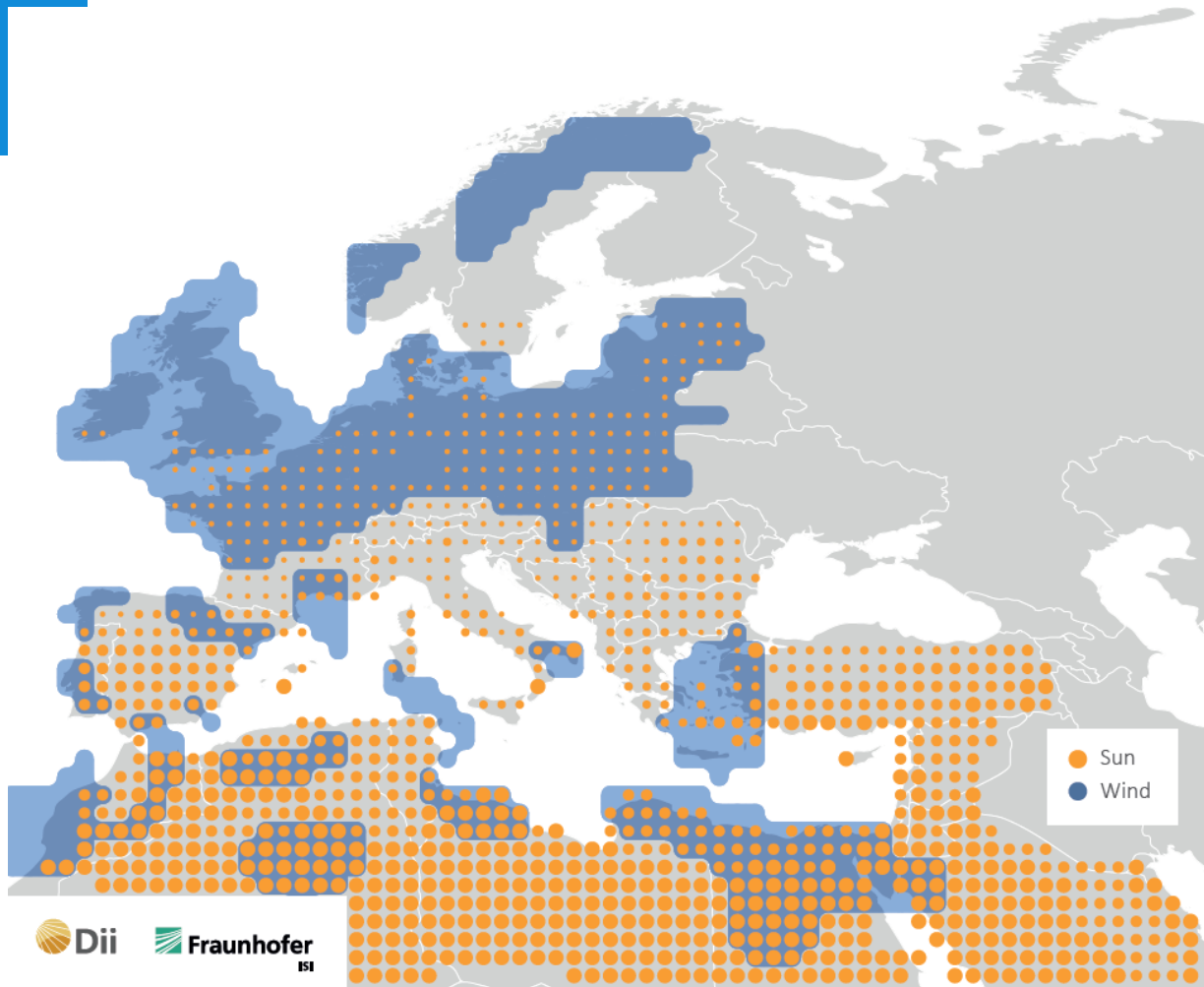


Waterstof als energiedrager

19-2-2021

Prof. Dr. Ad van Wijk

Zonne- en Wind-stroom is goedkoop



Abu Dhabi 2.000 MW Zonne-park

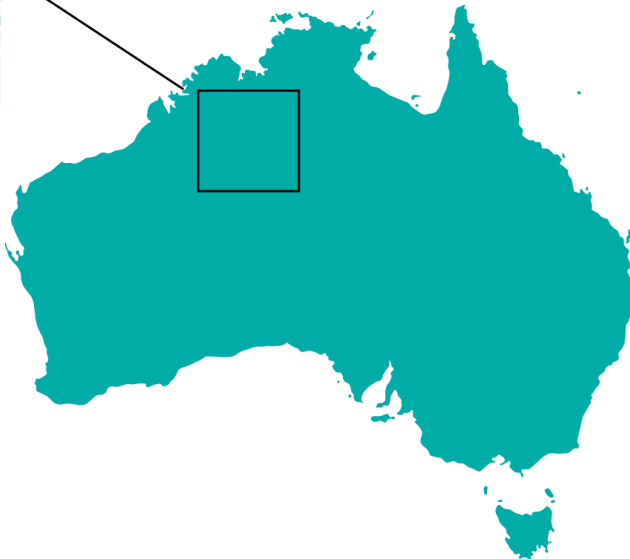
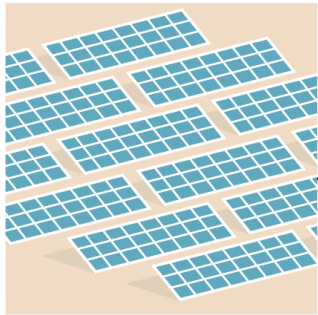
Euro 1.25 ct/kWh Juli 2020

Portugal 700 MW Zonne-park

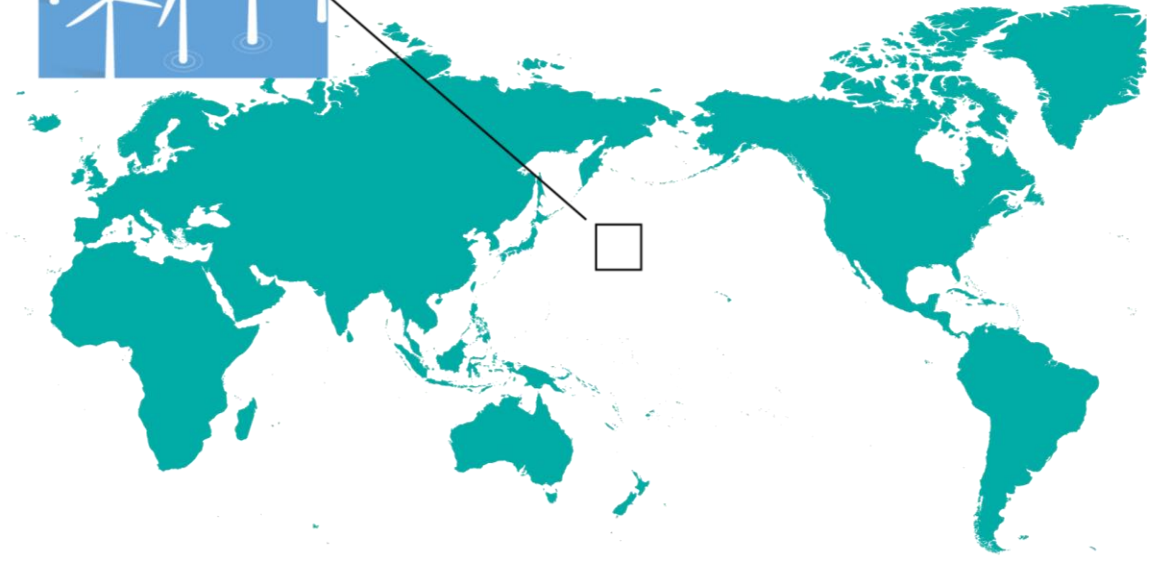
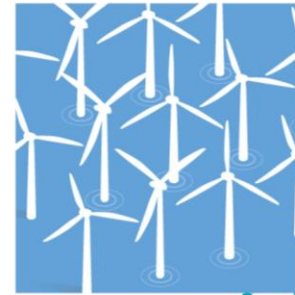
Euro 1.12 ct/kWh Augustus 2020

Er is genoeg plek in de wereld om alle energie uit zon en wind te produceren.

Oppervlak nodig om alle energie voor de wereld te produceren 155.000 TWh
Gebruik in Nederland is ruwweg 1.000 TWh



10% SOLAR AUSTRALIË

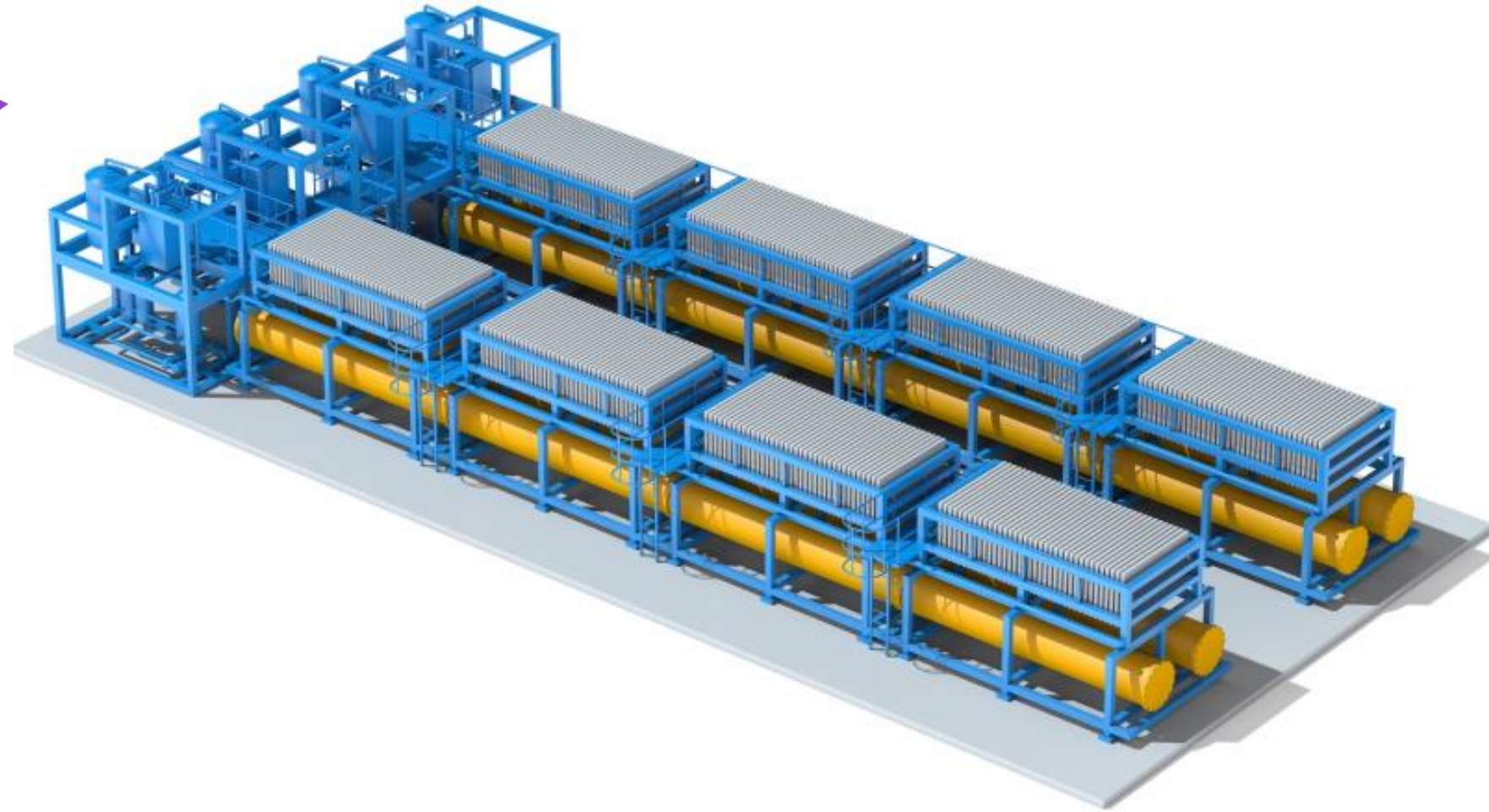
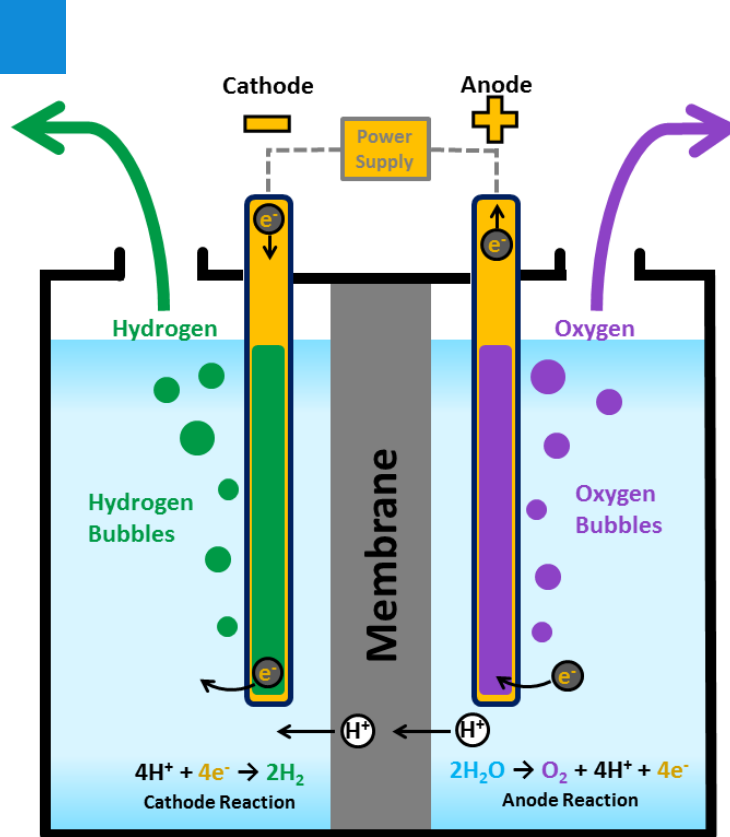


1.5% WIND STILLE OCEAAN

Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Solar Park in Dubai; 2 GW gaat naar 5 GW



Waterstof maak je uit water en elektriciteit, dat proces heet electrolyse



Shell, Gasunie, Groningen Seaports, RWE, Equinor 10.000 MW offshore wind-waterstof



NorthH₂

Gelanceerd Febr. 2020

Green Flamingo project; import waterstof uit Portugal



Portuguese government confirms world record solar price of \$0.01316/kWh

The Portuguese government has revealed some of the preliminary results of the national solar auction which closed on Tuesday. Antonio Delgado Rigal, chief executive of energy forecasting service Aleasoft, said that the 15-year contracts awarded in the auction were the key to understanding the reason of such a low price. This, combined with the rights for land and grid connection guaranteed by the auction, makes attractive bidding at low prices.

AUGUST 27, 2020 EMILIANO BELLINI

Netherlands: Ministers sign MoU on import green hydrogen from Portugal



Haven van Rotterdam Waterstof Strategie

Import 2050; 20 miljoen ton waterstof

WATERSTOF- ECONOMIE IN ROTTERDAM START MET BACKBONE

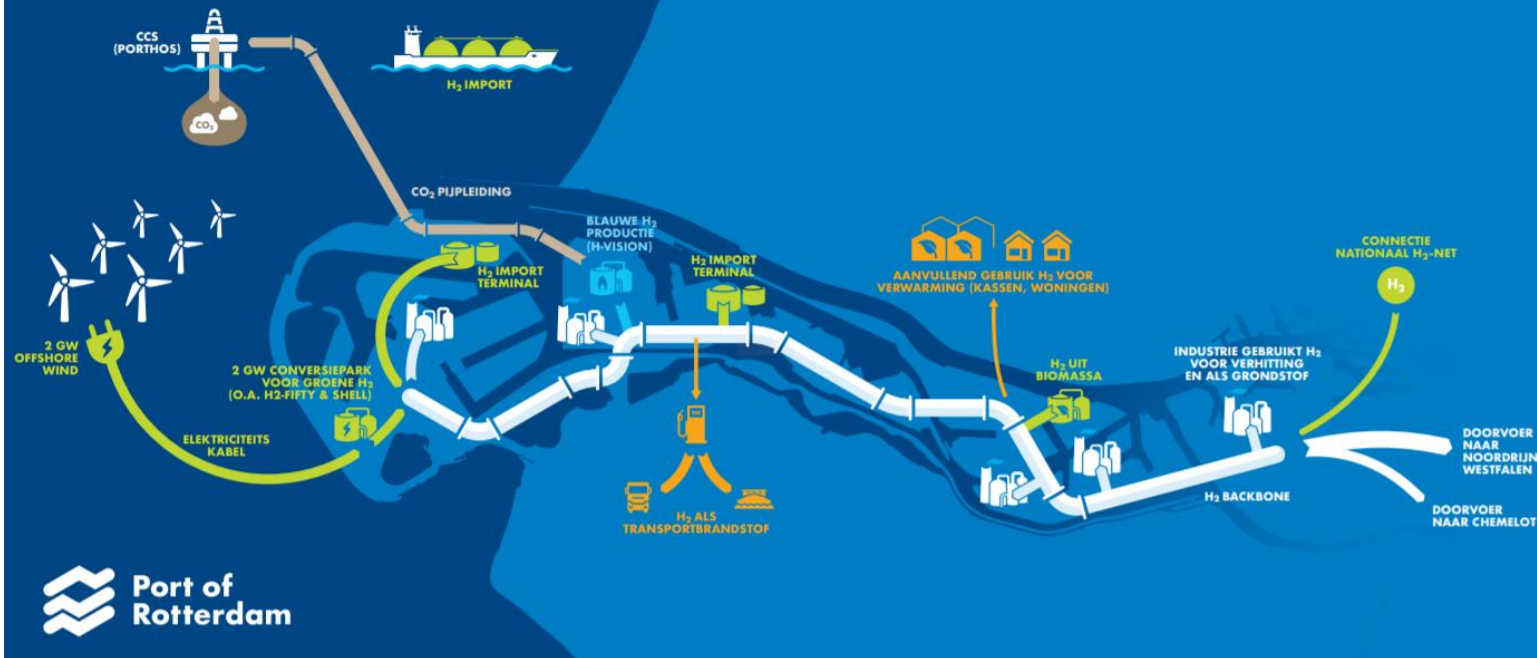
Waterstofsysteem

In de Rotterdamse haven komt een waterstofsysteem dat productie en gebruik in vooral de industrie, maar ook import en doorvoer van waterstof richting andere delen van Nederland en Noordwest-Europa combineert. Havenbedrijf en Gasunie hebben het initiatief genomen om al in 2023 een backbone voor waterstof door de haven in bedrijf te hebben.

Deze hoofdtransportleiding voorziet bedrijven van waterstof die op conversieparken in de haven wordt geproduceerd. De backbone komt in verbinding te staan met de nationale infrastructuur van Gasunie door Nederland en met corridors richting industriegebieden in het Limburgse Chemelot en Noordrijn-Westfalen. Ook is op termijn een terminal voorzien om import van waterstof te faciliteren.

Verdienvermogen

Rotterdam krijgt hiermee een toonaangevende infrastructuur op het gebied van waterstof waarmee de marktontwikkeling wordt gestimuleerd. Behalve een belangrijke bijdrage aan de nationale klimaatdoelstelling draagt een dergelijk waterstofsysteem ook bij aan het nieuwe verdienvermogen van het havencomplex. Daarmee behoudt de haven ook in de toekomst een belangrijke rol voor de Nederlandse economie.



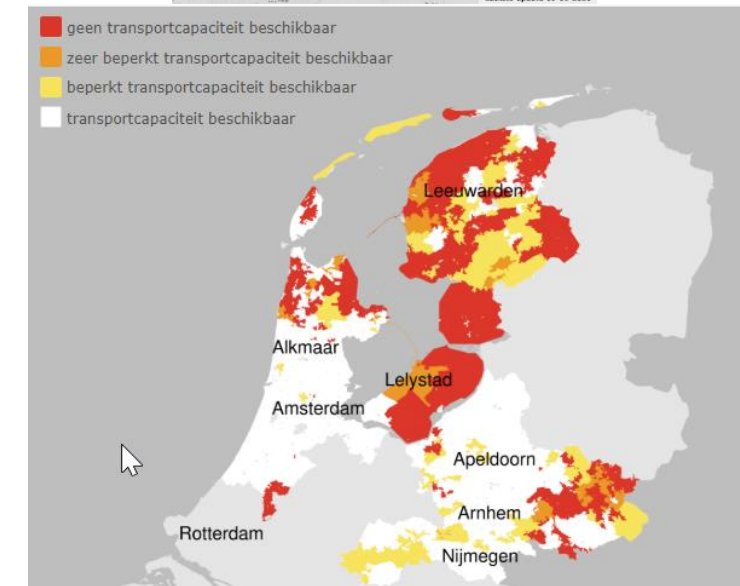
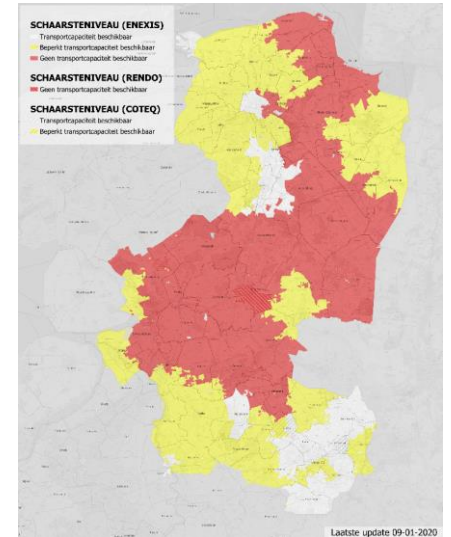
Elektriciteits net is/wordt het knelpunt!

Voor het aansluiten van zon en windvermogen op het elektriciteitsnet

Gas transportnet 15 keer zo groot als elektriciteitstransport net

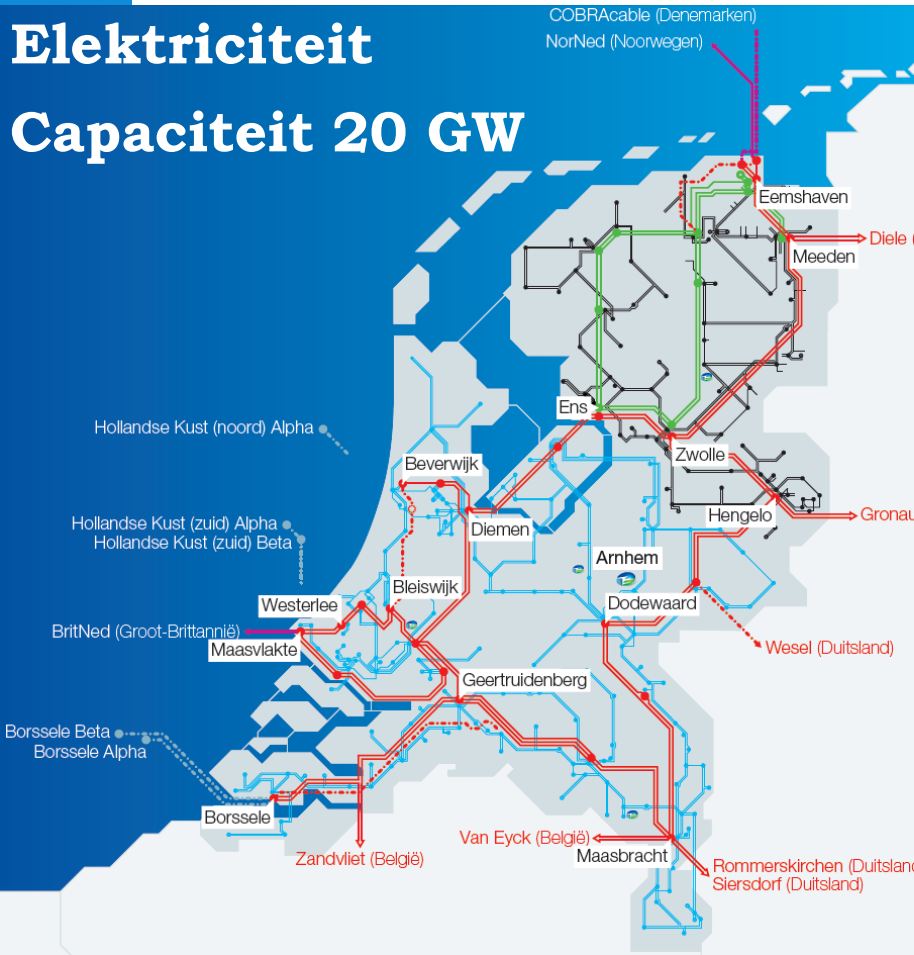
Voor het aansluiten van warmtepompen, Zon op dak en elektrische auto's op elektriciteitsnet

Gasaansluiting huis 10 keer zo groot (30 kW) als elektriciteitsaansluiting (3 kW)

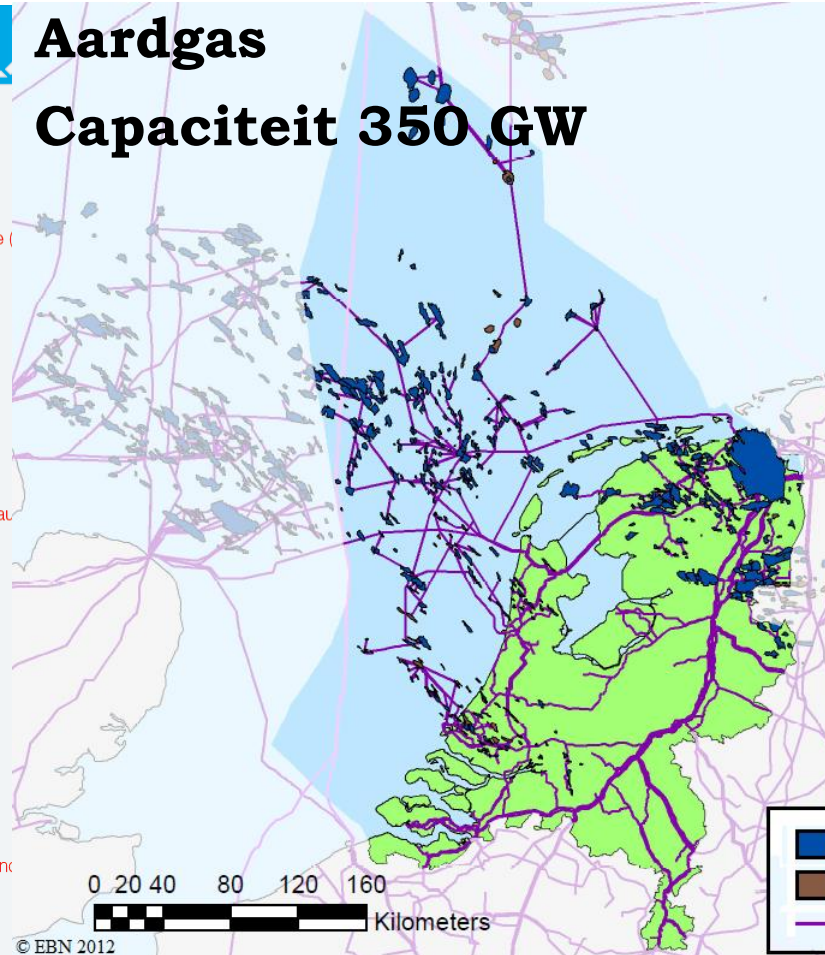


Gastransport 10 X duurder dan elektriciteit transport

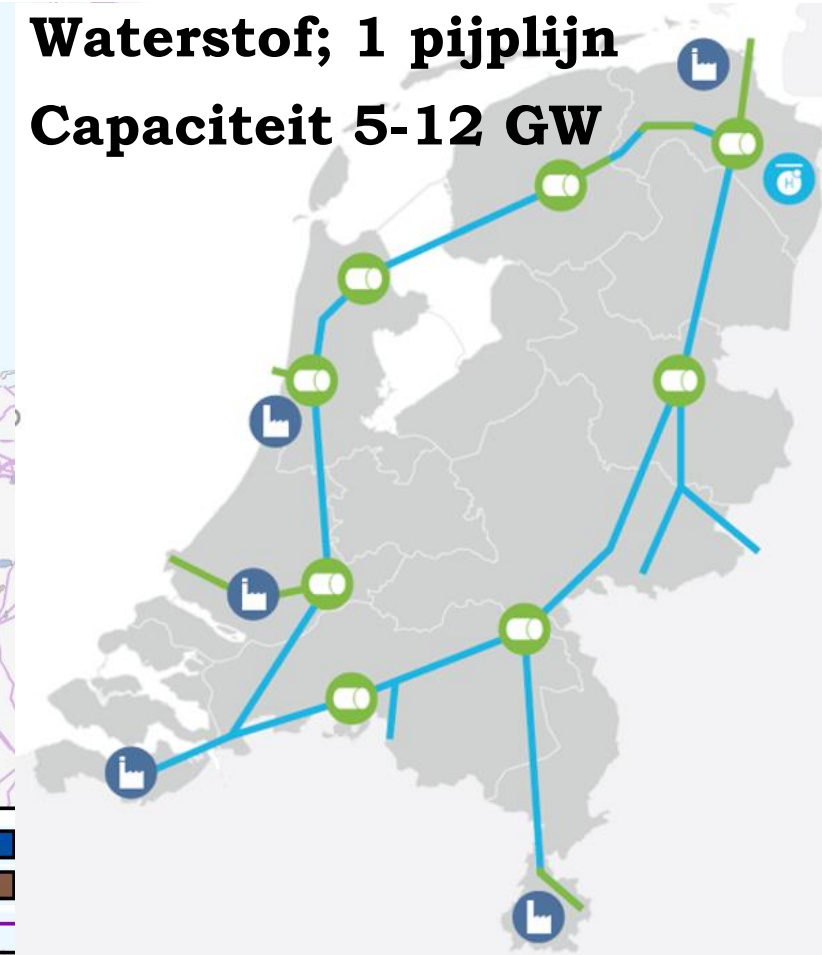
Elektriciteit Capaciteit 20 GW



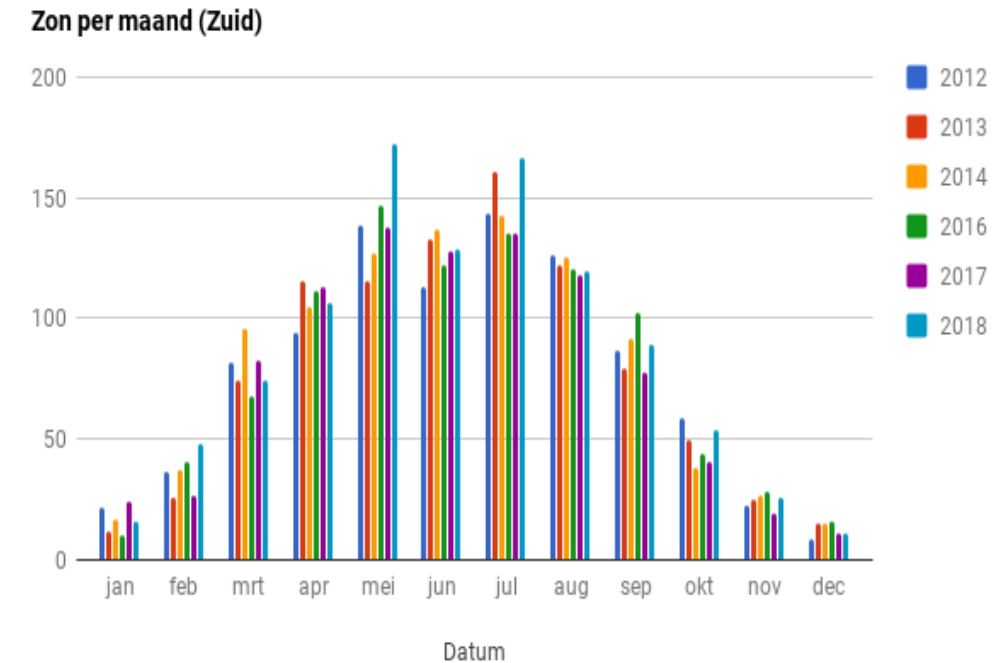
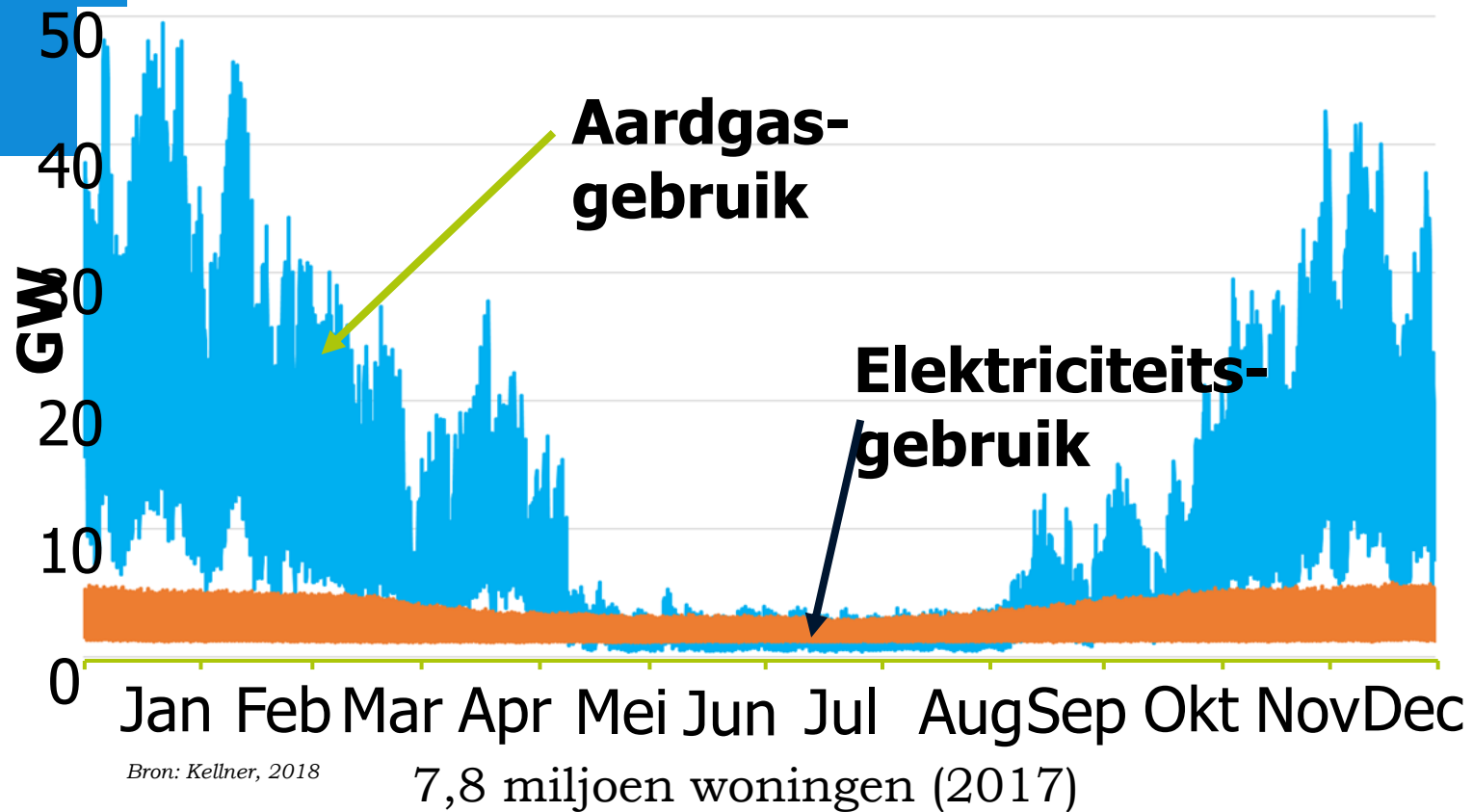
Aardgas Capaciteit 350 GW



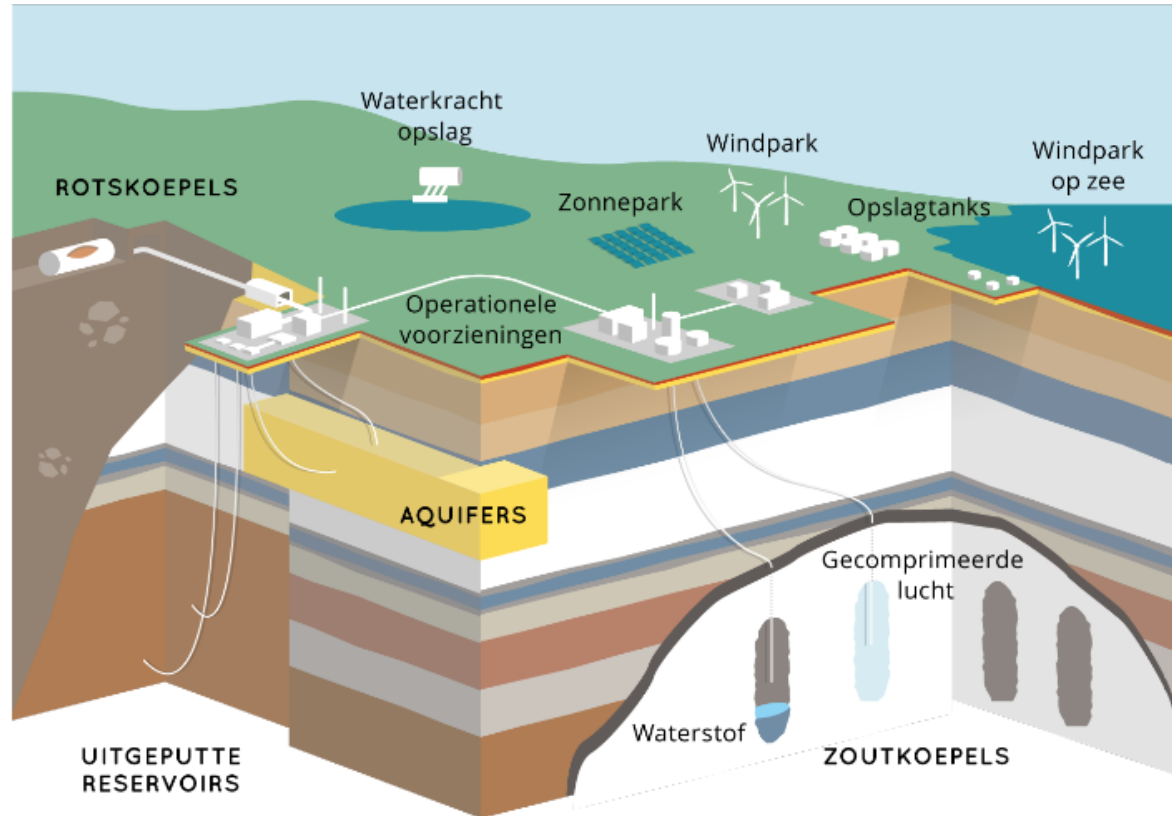
Waterstof; 1 pijplijn Capaciteit 5-12 GW



Veel meer opslag is nodig om vraag en aanbod van energie op elkaar af te stemmen

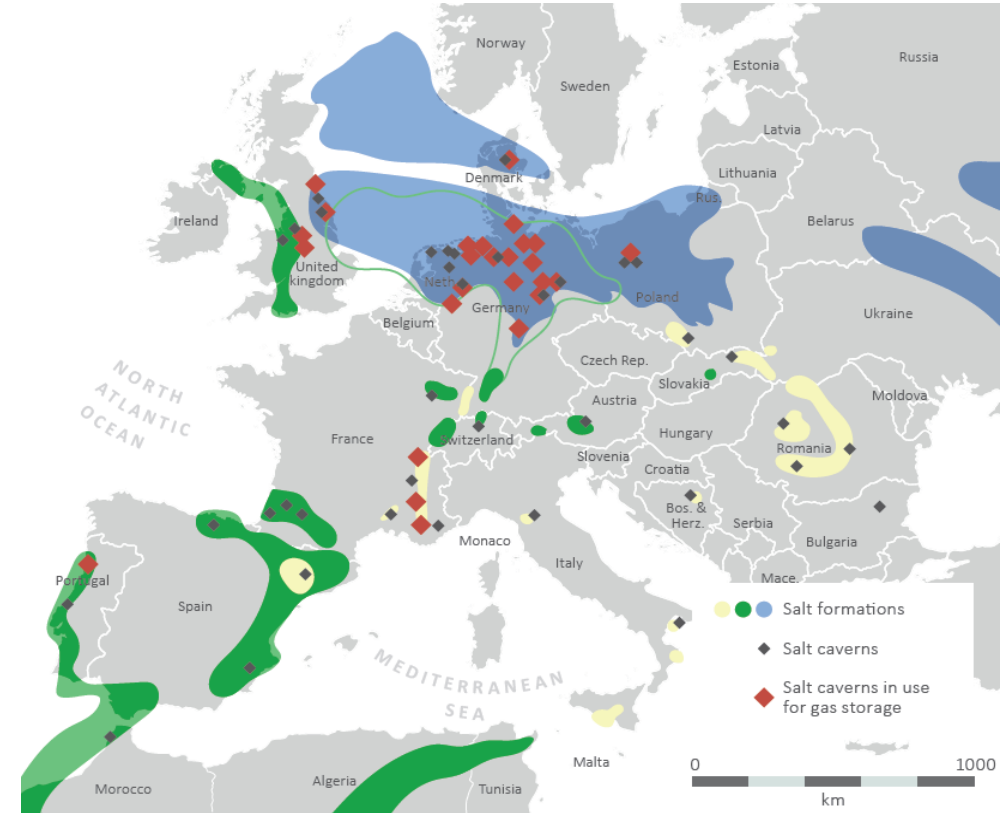


Waterstof opslag in zoutkoepels ruim 200 keer goedkoper dan elektriciteit opslag in batterijen



1 zoutkoepel kan 6,000 ton=236 miljoen kWh waterstof bevatten
Investerings 100 miljoen Euro

Dat zijn 24 miljoen batterijen van 10 kWh
Investerings (100 Euro/kWh) 23,6 miljard Euro



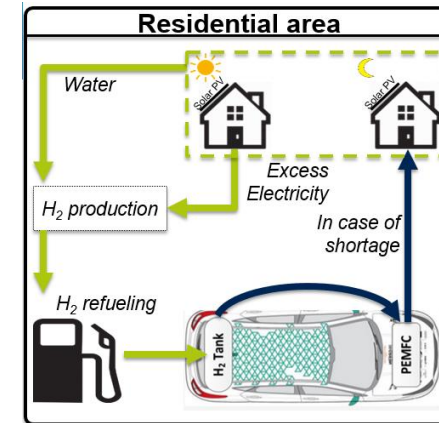
Rood zijn zoutkoepels in gebruik voor gasopslag
Zoutkoepels ook al decennia in gebruik voor waterstofopslag

Waterstof markten

Industrie; grondstof, HTwarmte



Electriciteit Balancing



Transport



Verwarming



De toekomst is elektrisch!

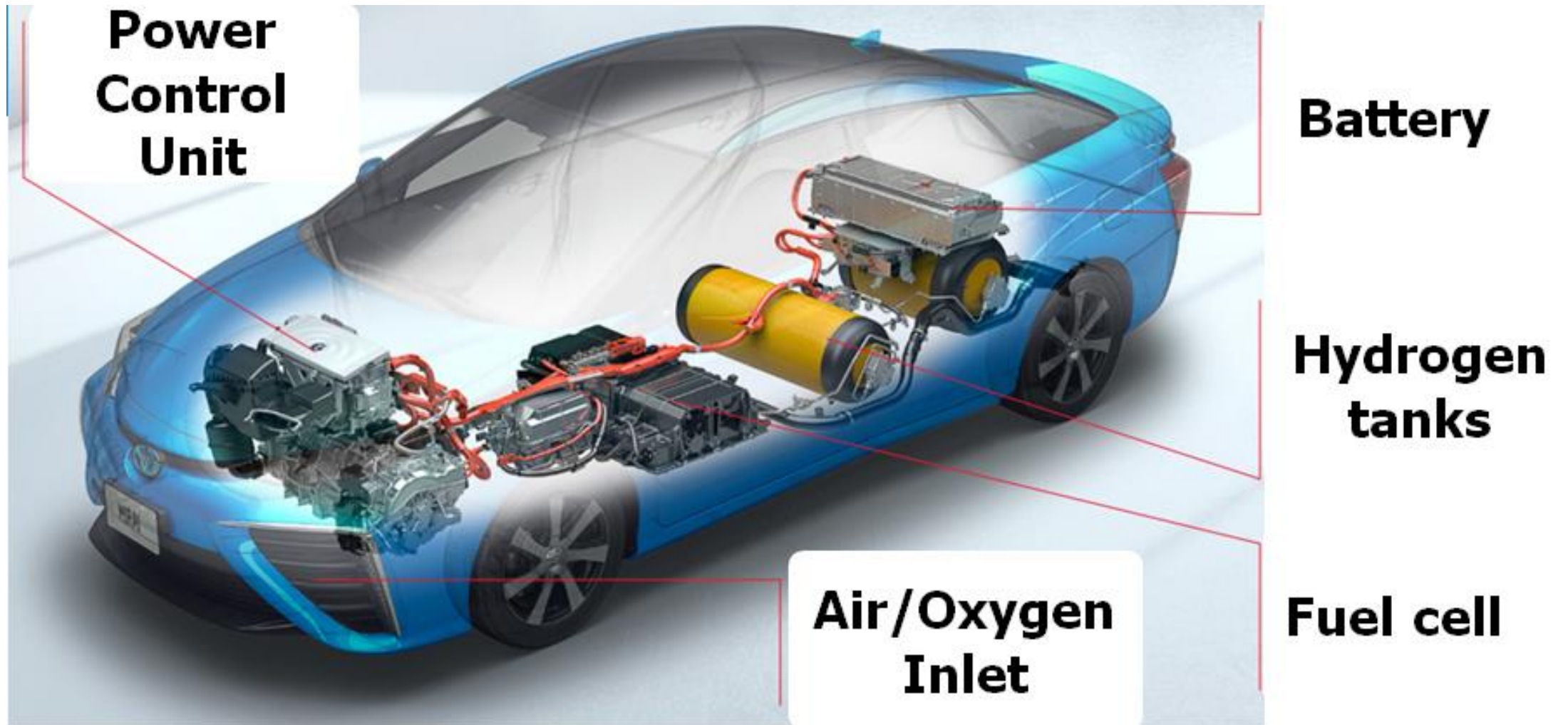


Tesla Model S

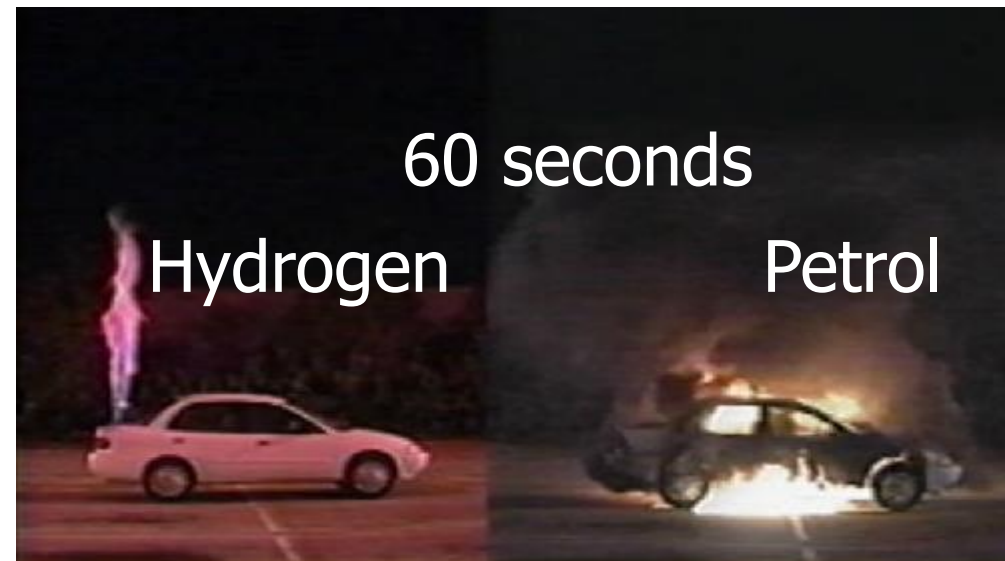
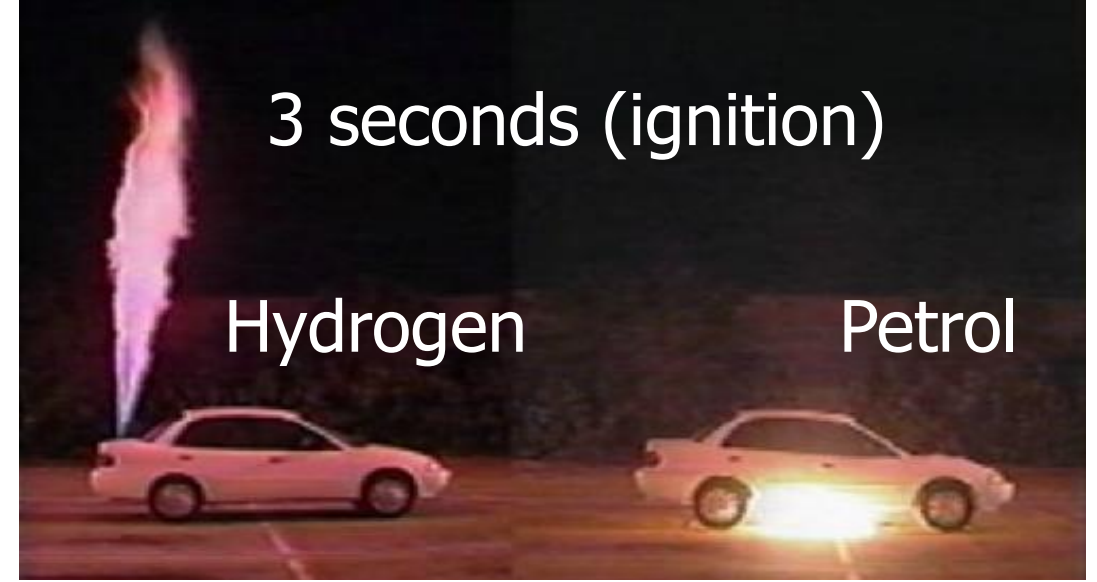
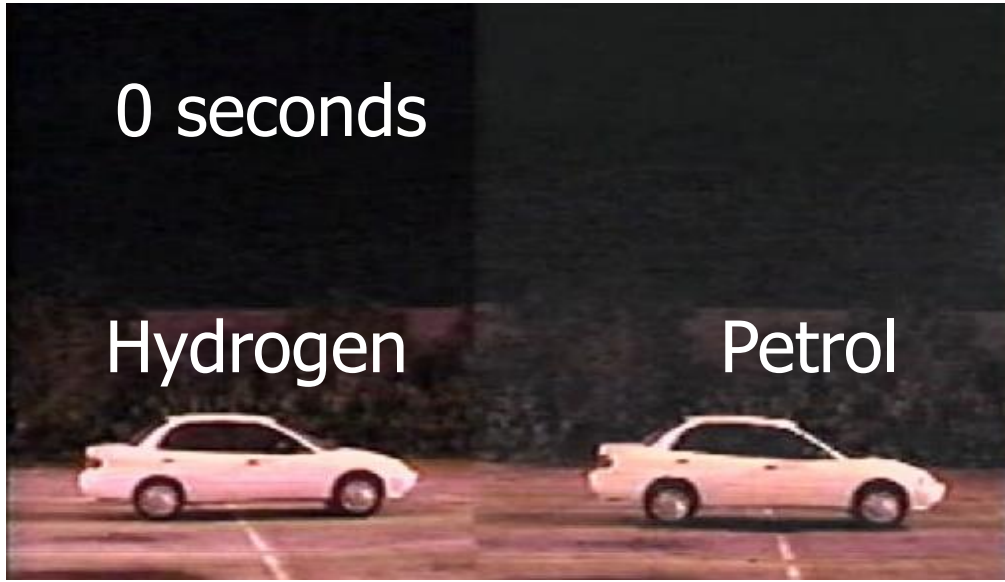


Toyota Mirai

Toyota Mirai; Brandstofcel auto



Waterstof versus Benzine



Brandstofcel waterstof vorkheftrucks



Hyzon and Holthausen gaan waterstof trucks in Groningen maken July 2020



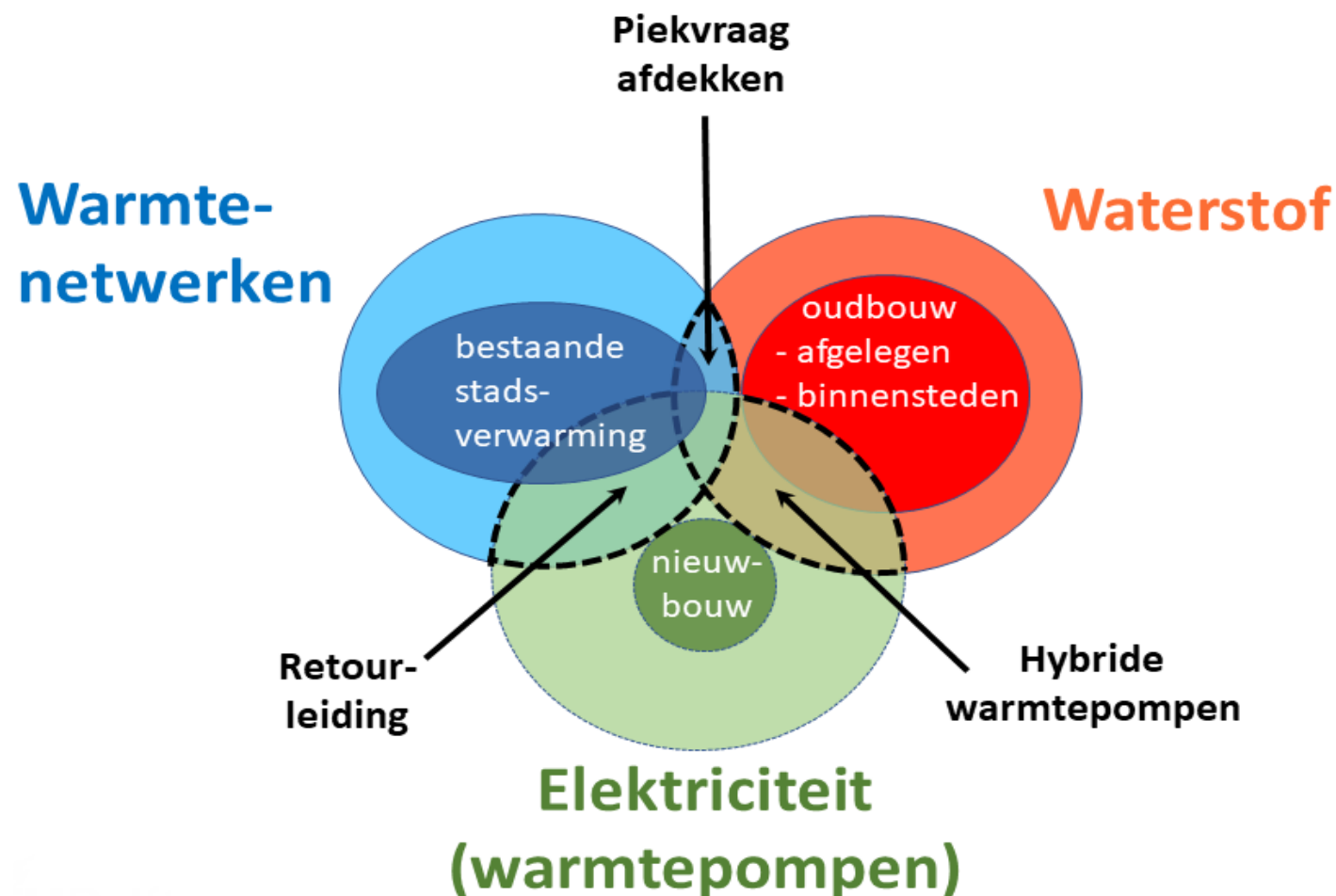
H₂ Dual fuel tractor

Waterstof in diesel engine 60-80%



2 October 2020

Duurzame verwarmingsopties



Verwarmen met waterstofketels

Remeha



Remeha HYDRA

	Hydrogen	Natural gas	
CO ₂	0	9	%
	0	190	g/kWh
	0	2500	kg/jaar*
CO	0	48	ppm
NOx	20	30	mg/kWh Hs
Efficiency**	115	108	% LCV
	97	97	% HCV
Output Heating	24	24	kW
Output DHW	28	28	kW

* At average gas consumption

** Tretour = 30°C, 30% load

Waterstofketel
(Maart 2019 gelanceerd)

Worcester Bosch



Gasketel die geschikt is voor waterstof
(15-11-2019 gelanceerd)

Slimme hybride oplossing, kosten efficient en weinig overlast:

- Isoleren wat eenvoudig en goedkoop kan**
- Warmtepomp voor basislast; COP 5,2 ipv COP 3,4**
- Waterstofketel voor pieklast in winter**



CO₂ emissies voor verwarmen en rijden

CO ₂ emissie	Bron g/kWh	Verwarmen g/kWh thermisch	Rijden g/km
CO₂ emissies in 2020			
Gas***	204	210 (ketel 97% efficiency)	154**** CNG verbrandingsmotor
Mix elektriciteit (2020)**	475	140 (Warmtepomp COP=3,4)	95 BEV: 5 km/kWh
CO₂ emissies in 2030			
Blauwe waterstof (90% afvang)	28	29 (ketel 97% efficiency)	11 FCEV: 100 km/kg H ₂
Mix elektriciteit (2030)*****	150	44 (Warmtepomp COP=3,4)	30 BEV: 5 km/kWh

*https://www.certifhy.eu/images/media/files/CertifHy_2_deliverables/CertifHy_H2-criteria-definition_V1-1_2019-03-13_clean_endorsed.pdf 10,9 kg CO₂/kg H₂

**<https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2020/05/CO2-emissiefactoren-stroom-Milieu-Centraal-25-februari-2020.pdf>

***<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/Nederlandse-energiesdragerlijst-versie-januari-2020.pdf>

****<https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2019/01/co2emissiefactoren-2018.pdf>

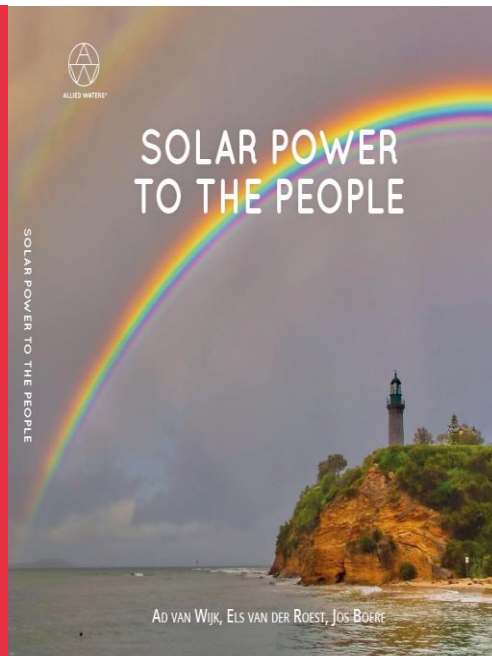
*****<https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-klimaat-en-energieverkenning2020-3995.pdf> 18,8 Mton CO₂, 125 TWh Klimaatakkoord

Meer lezen over waterstof

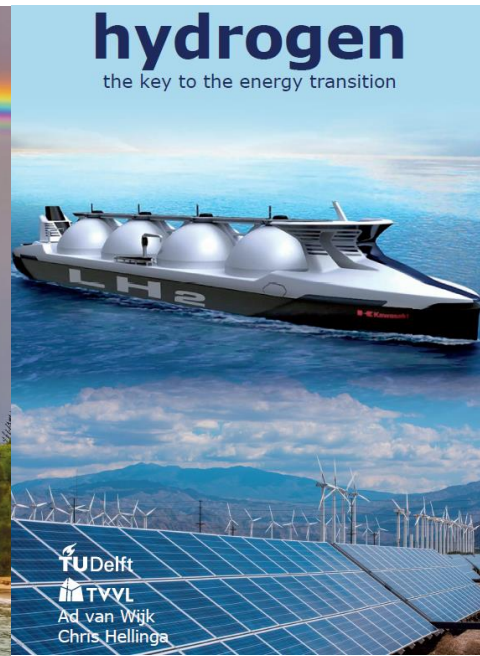
www.profadvanwijk.com



April 2017



November 2017



May 2018



September 2019



April 2020