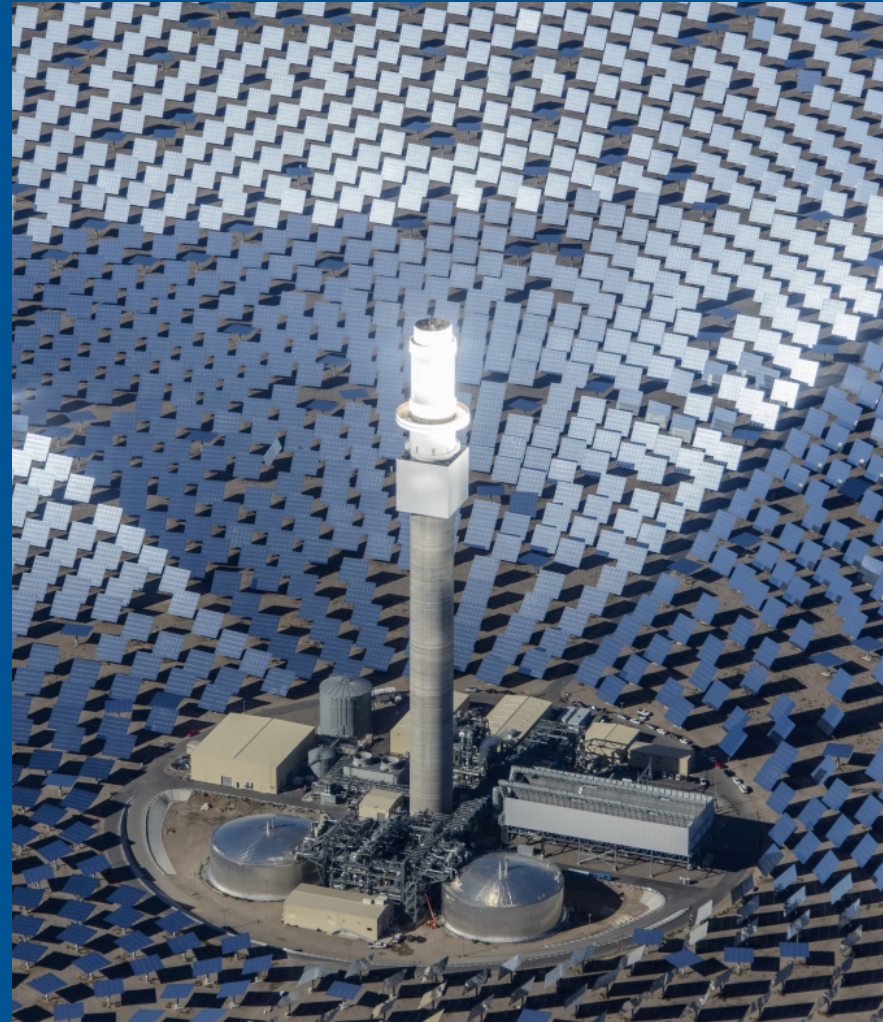


waterstof uit de woestijn

- Wie zijn wij? Vereniging Zonnekrachtcentrales
- Hoe werkt het?
- Brainstorm onderwijsideeën , opgaven en opdrachten aan leerlingen
- Ideeën voor lessen verzameld van de 30 deelnemers

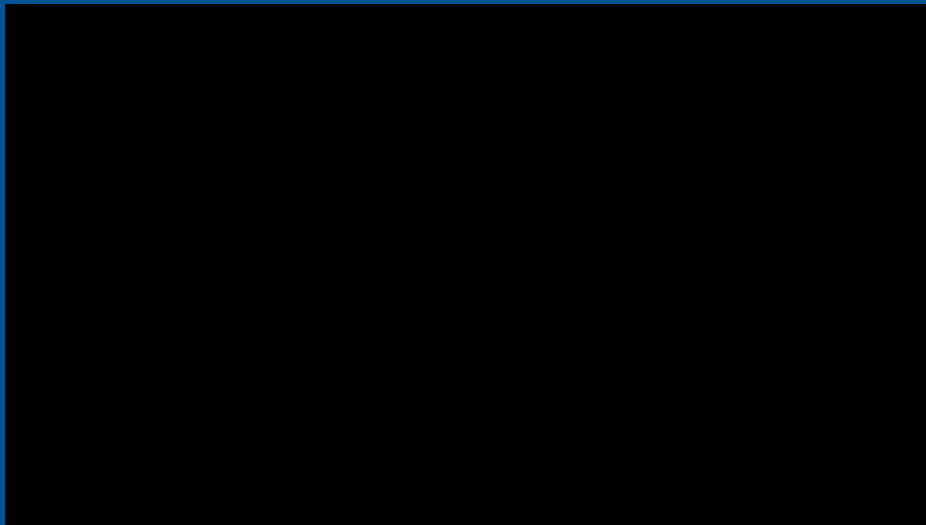


Wie zijn wij?



- Sietse de Haan, Theo van Elzen, Arnoud Pollmann
- Vereniging zonnekrachtcentrales VZKC
CSP, 100 leden. zonnekrachtcentrales.nl
- informatie doorgeven op conferenties, beurzen,
website: zonnekrachtcentrales.nl ,
gedrukte media, Drie conferenties per jaar

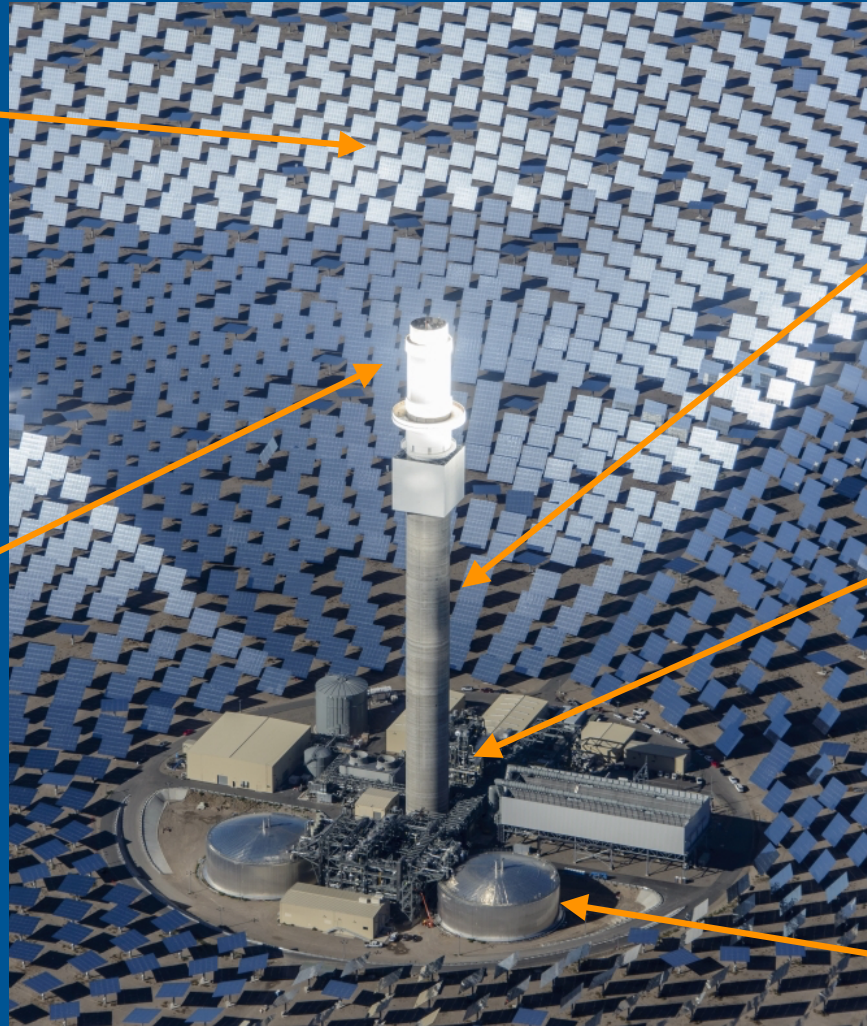
- Inleidende filmpjes en dia's:
- Renewable energy bridging continents mp4
- www.zonnekrachtcentrales.nl/diavoorstellingen_filmpjes.html



waterstof uit de woestijn

warmte van grote
oppervlakte oogsten
met draaiende
spiegels

Zeer hoge
temperatuur



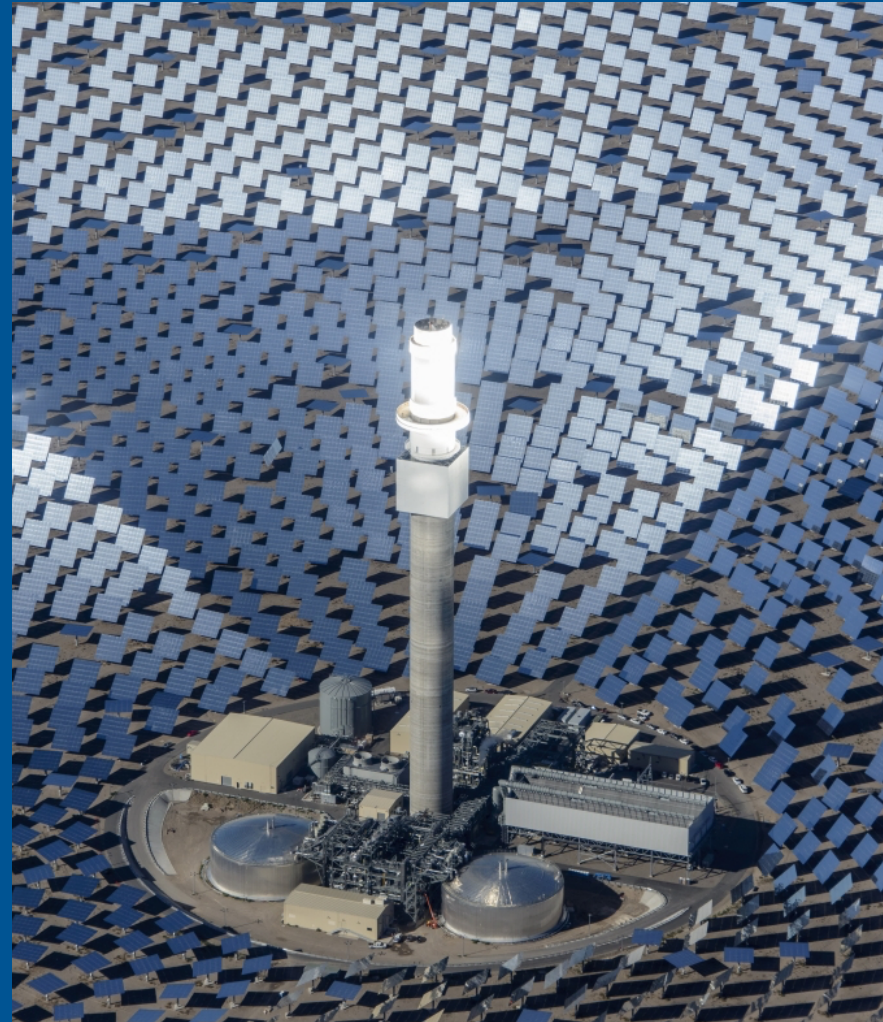
Hete vloeistof
transporteert warmte
door toren naar
beneden

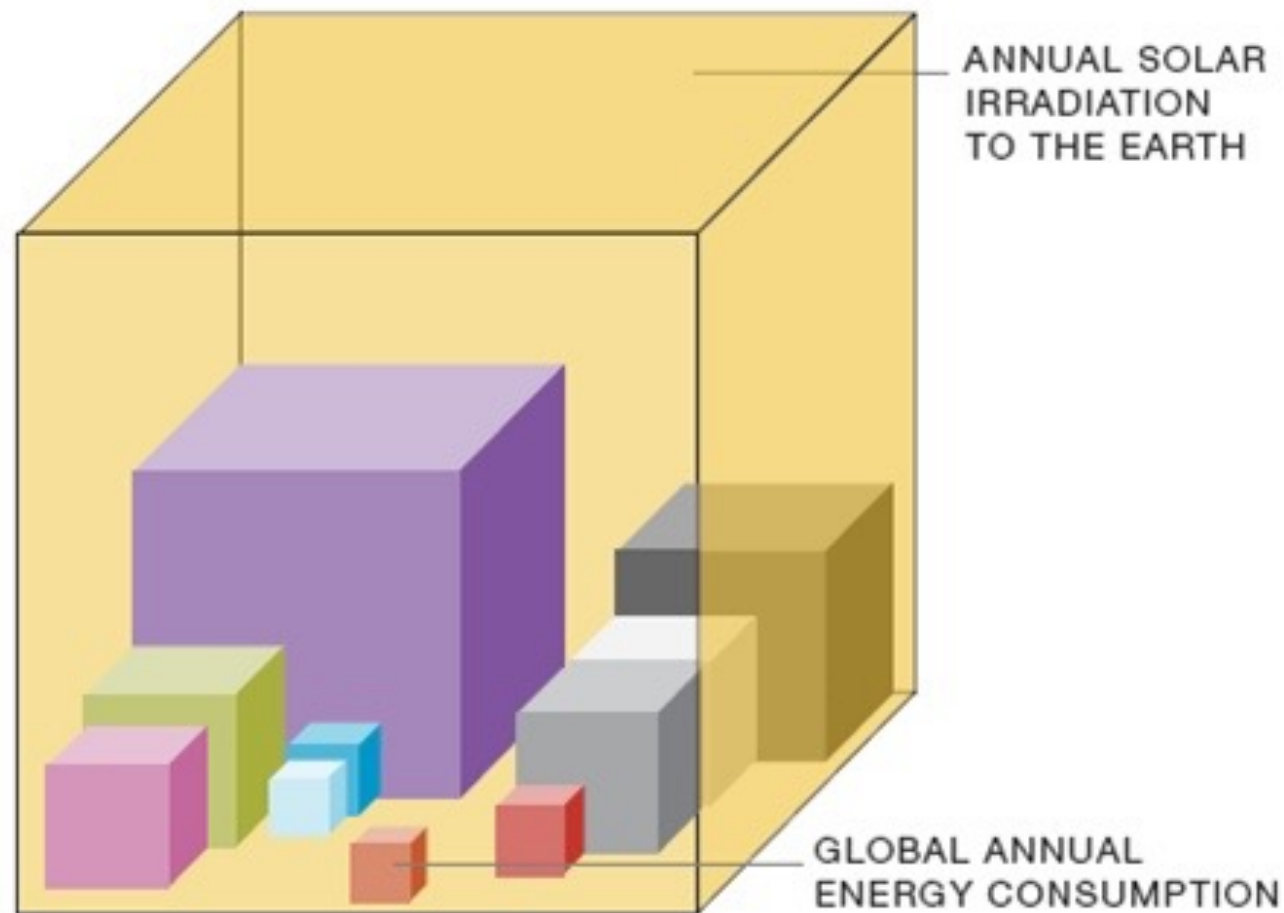
stoomturbine
maakt er
elektriciteit van

overtollige warmte
wordt opgespaard
in zoutkoepels

3 fascinaties:

- 1. Overvloed
- 2. Goedkoop
- 3. allemaal bestaande, bewezen technologie

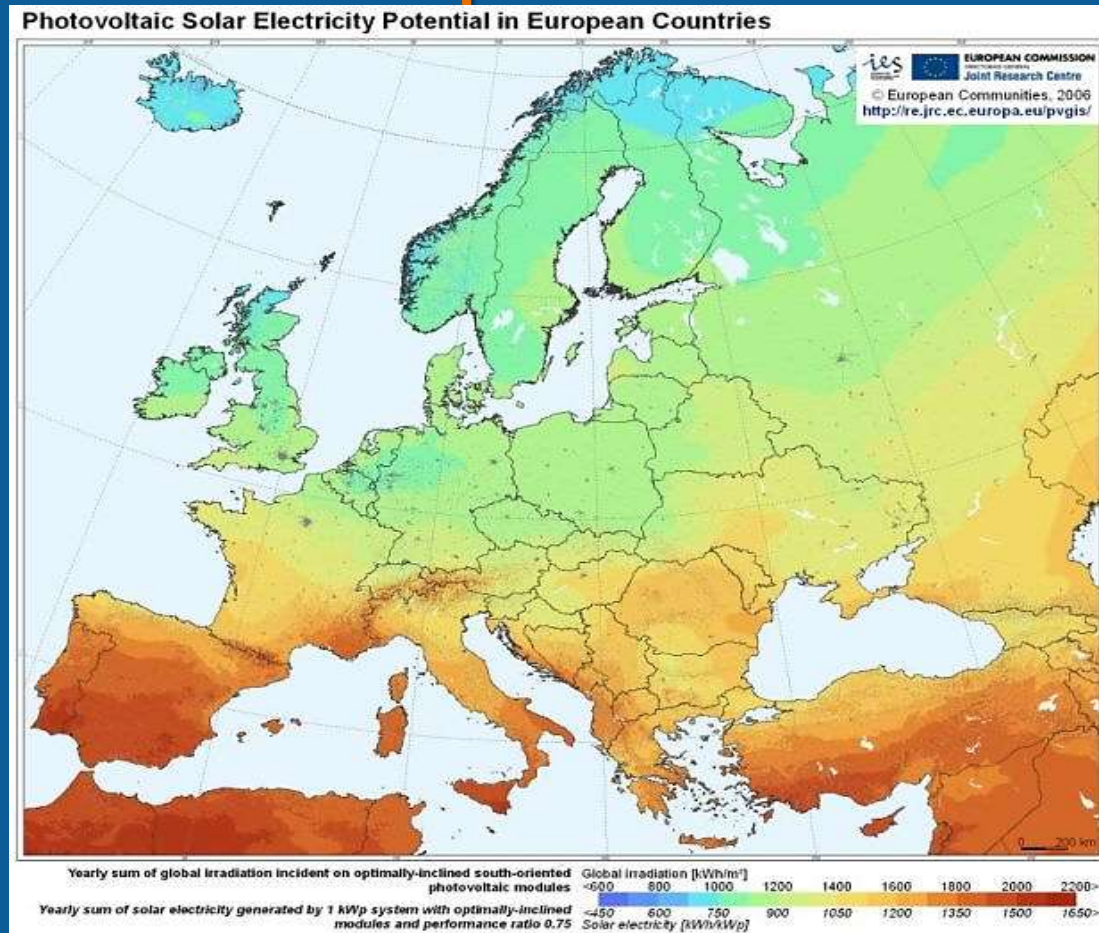




Overvloed

te checken
door leerlingen

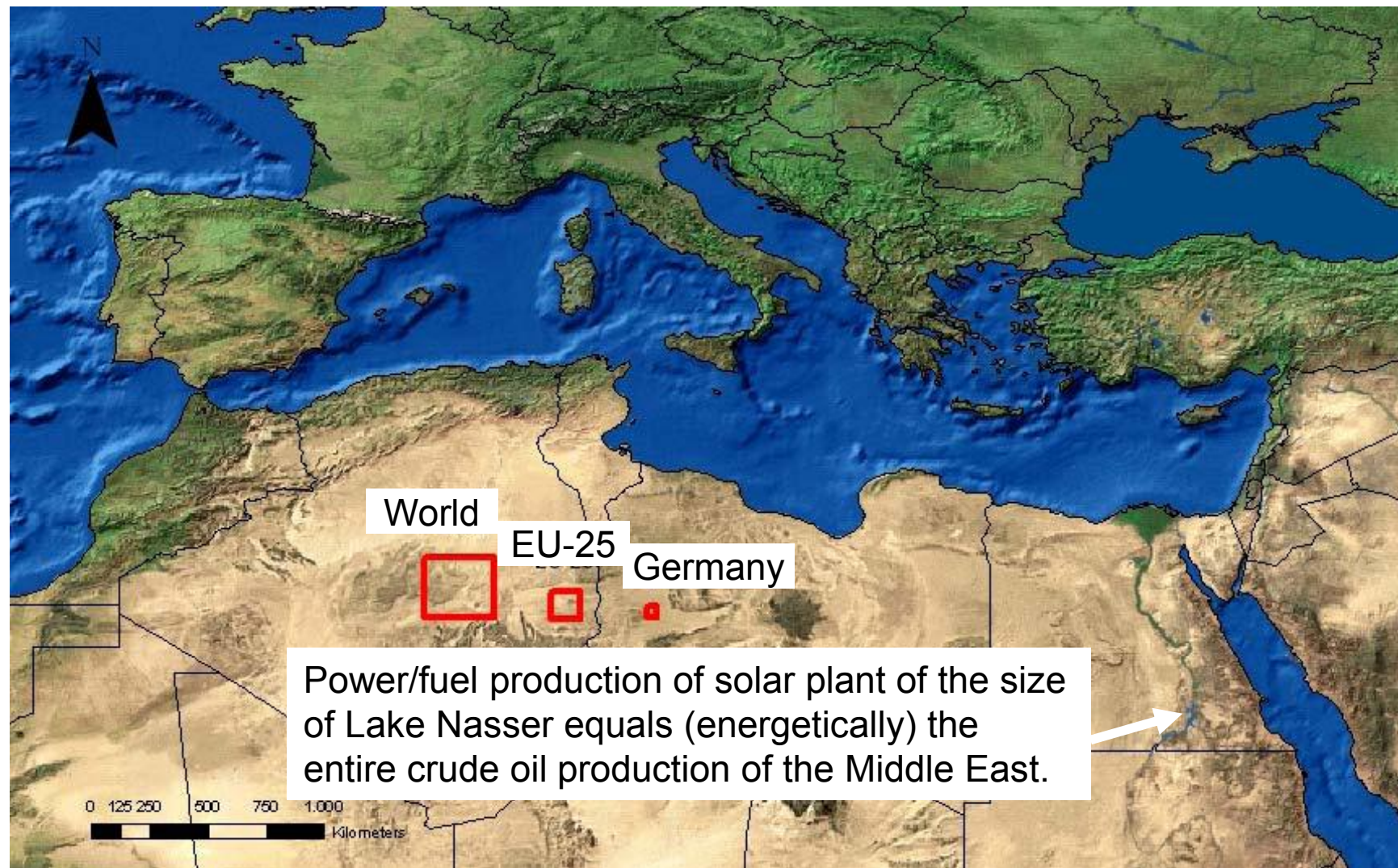
Zonnekaart Europa



- zonneconstante (BINAS) tabel 32C: 1370 W/m^2
- In Nederland op zonnige zomerdag: 900 W/m^2
- Afrika: 1000 W/m^2 , gedurende 250 dagen

**basis om mee te rekenen
door leerlingen**

Potential of Solar Energy



te checken door leerlingen

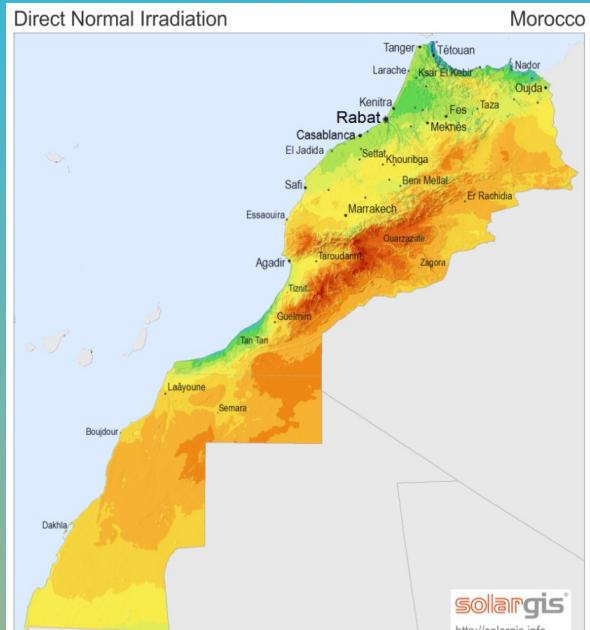
Surface needed to produce all the world's energy $556 \text{ EJ} = 155.000 \text{ TWh}$



10% SOLAR AUSTRALIA



1.5% WIND PACIFIC OCEAN



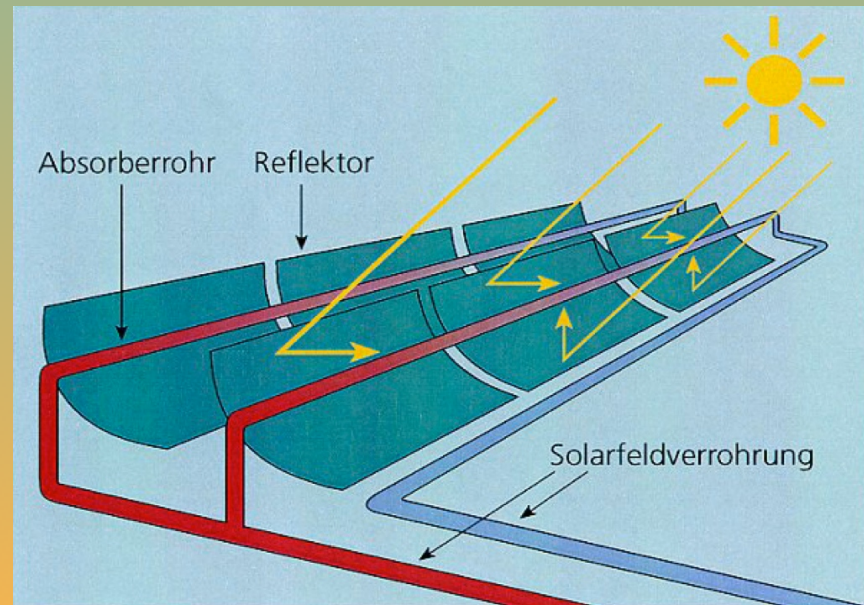
Noor Ouarzazate Solar Complex, Morocco



The Noor Ouarzazate Solar Complex is being developed 10km north-east of the city of Ouarzazate. Phase one of the project involved the construction of a 160MW concentrated solar power (CSP) plant named Noor I, while phase two involves the construction of the 200MW Noor II CSP plant and the 150MW Noor III CSP plant,



grootschalig gebruik
zonne-energie





Marokko, 4 centrales

Opslag in zout, 700 gr.C

Toren 150m hoog

Vermogen 500 MW, 2500 ha



In Afrika:

Marokko, 4 centrales, 500 MW

EU steunt plannen voor 5GW in Afrika:

Tunesie, in 2020

Mauritanië

Benin, 25MW

Niger, 43 MW

Nigeria, 100 MW

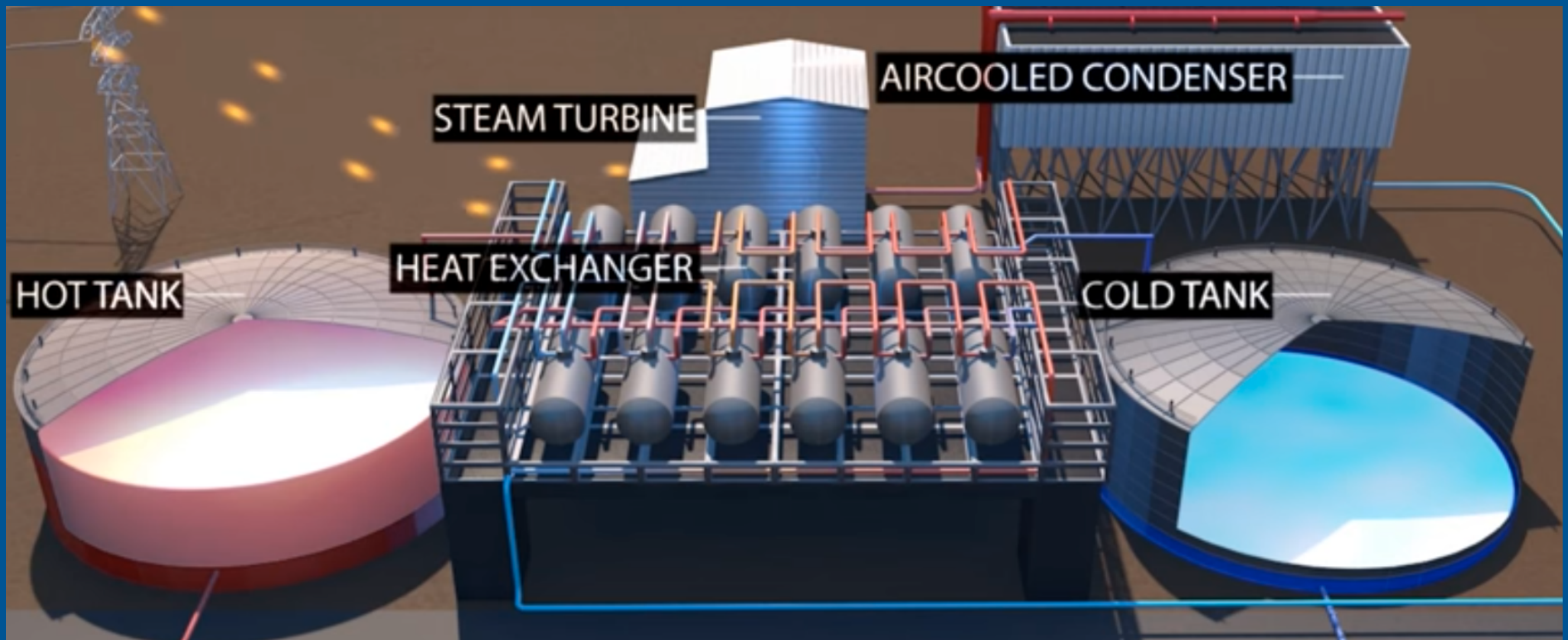
Tsjaad, 30 MW

bron: juistmagazine.nl/sahara-zonnestroom

Wereldwijd staat nu een vermogen van
43 Gigawatt aan CSP-plants opgesteld.
20 grote centrales, > 100MW
verwachte verdubbeling in 3 jaar.

site die dit bijhoudt: helioscsp.com

opslagprobleem opgelost



- huidige recordhouder, 300 MW in woestijn Australia, 5 €ct per kWh,
- 24 / 7 productie, buffervoorraad enkele etmalen

lessen natuur- en scheikunde

PV en CSP vergeleken

(natte vinger)

Opbrengst per ha.

PV: 3 a 4 GWh/ha
(zonder opslag)

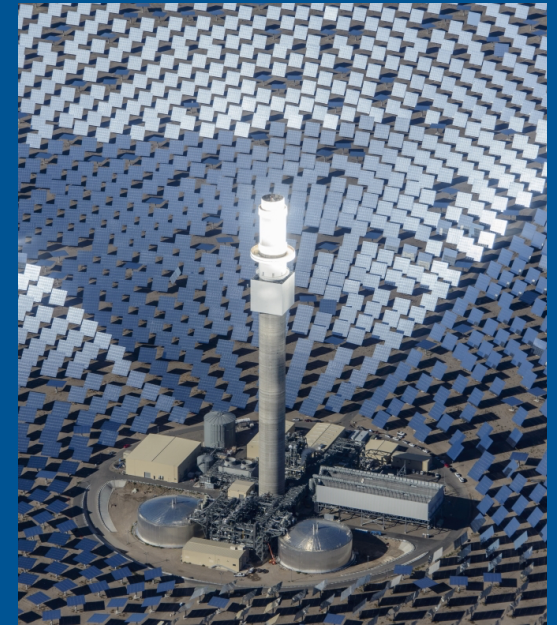
CSP: elektrisch
ongeveer gelijk aan PV.

Als restwarmte benut
wordt opbrengst CSP 2 à 3x meer

Kosten

2 ct/kwh

(nu nog) 5 ct/kwh
Maar incl. opslag 24/7



andere voordelen

- schoon drinkwater maken, vooral in ontwikkelingslanden
- ontzilting, door omgekeerde osmose. Slechts 3 kWh/m³ Vruchtbaar maken van dorre woestijn!
- directe verdamping zoals in de natuur: 'Solar Stills'
- hydrofuels NH_3

lesstof natuur- scheikunde



5 GW Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Solar Park in Dubai



Largest CSP project in the world

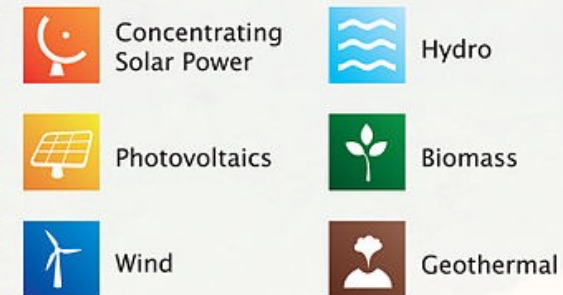
- 700MW CSP,
 - \$3.9 billion investment
 - Central Tower
 - Parabolic Troughs
 - Auxiliary solar PV
 - Tariff
 - PPA
 - Dispatch:
- 15 hours storage
- 100 MW
3x200 MW
4x33 MW
7.3 ct/kWh
35 years
between 4pm and 10am

checken:
transport
via HVDC
verlies ca
3%/1000 km

CSP collector areas
for electricity



DESERTEC-EUMENA



DESERTEC
FOUNDATION

Productie in het zuiden, consumptie in het noorden.

IRENA =

International
Renewable
Energy
Agency

irena.org

rapport
vrij te downloaden

HYDROGEN FROM RENEWABLE POWER

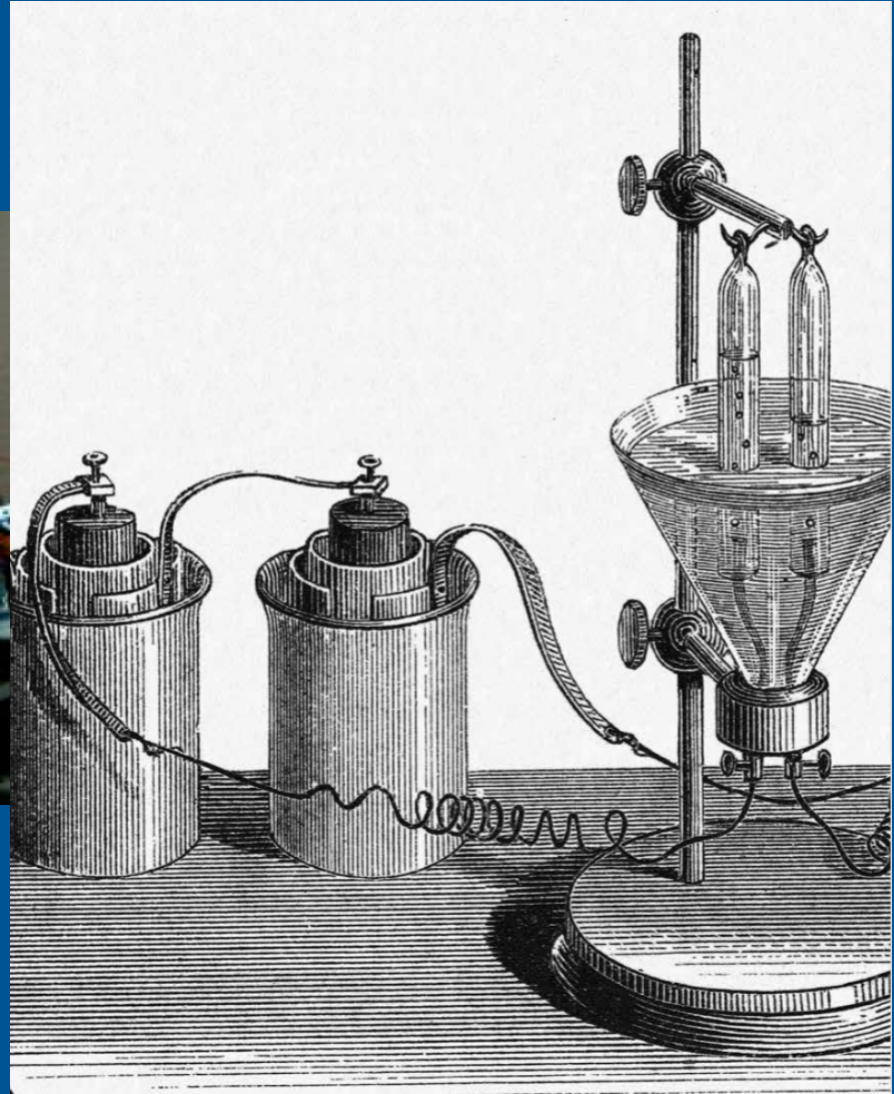
TECHNOLOGY OUTLOOK
FOR THE ENERGY TRANSITION



elektriciteit —> waterstof

- elektrolyse
- andere methoden?
- rendementen?
- elektrolyseer van 50 MW

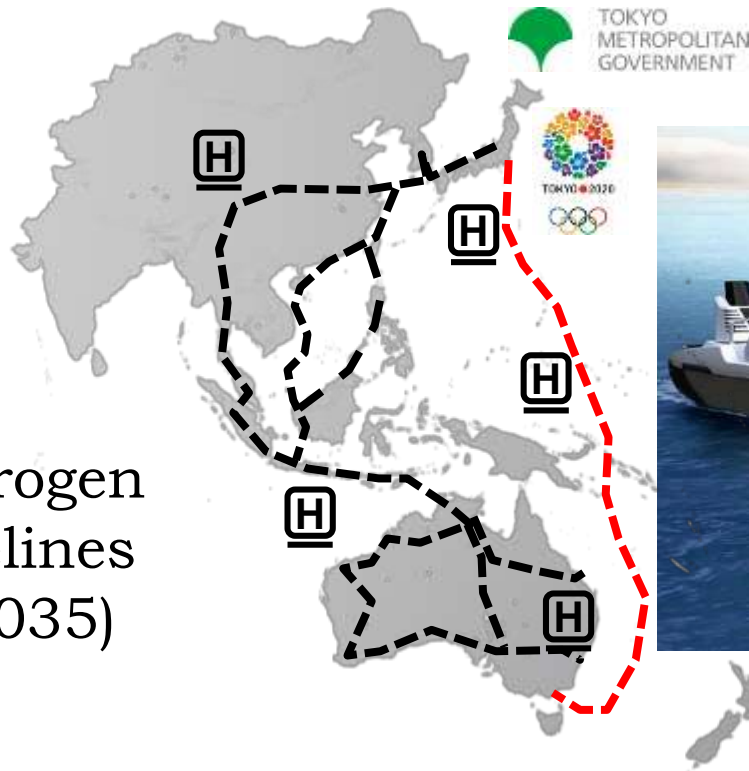
natuur- scheikunde les



Tokyo Olympic Games 2020



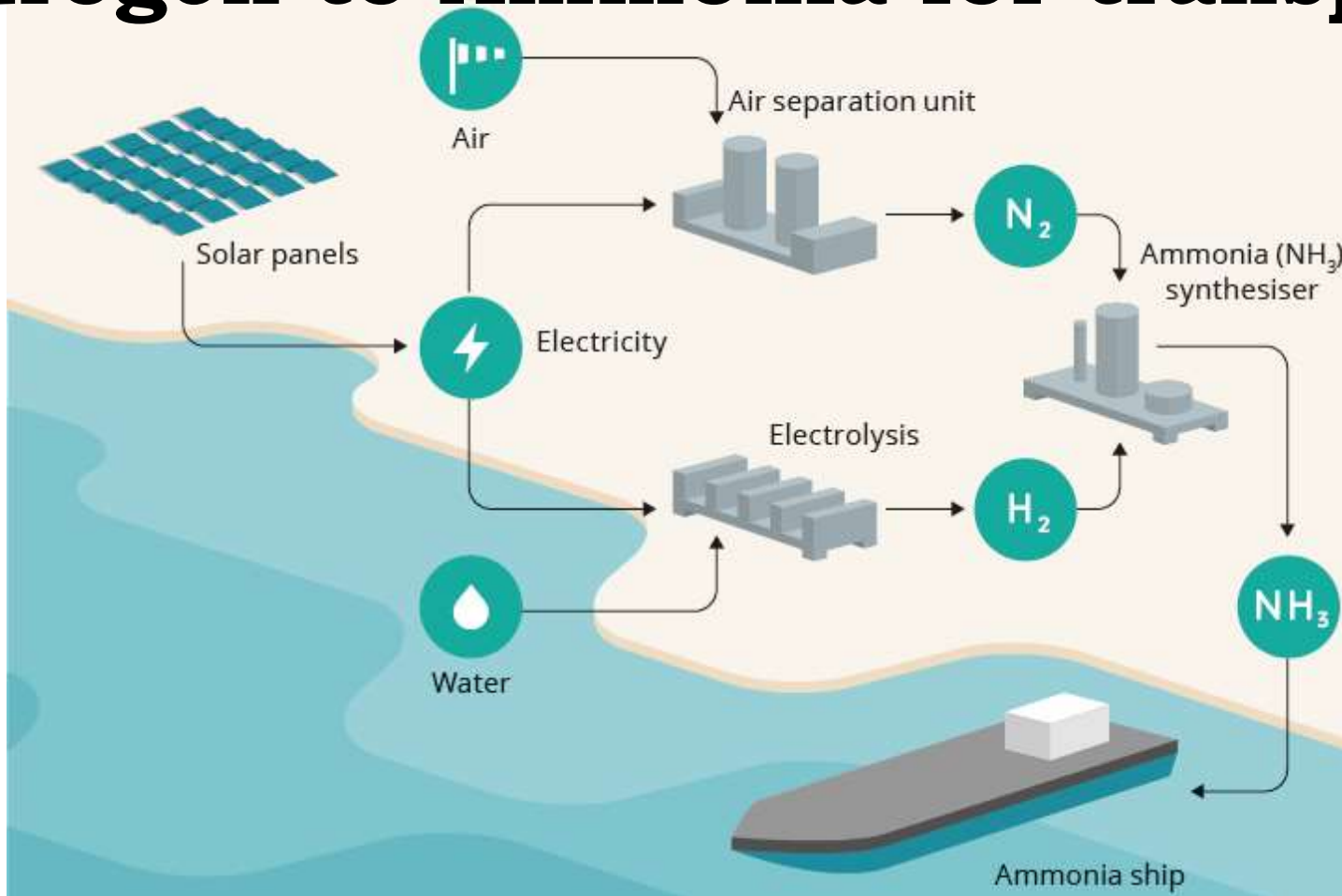
Hydrogen
Pipelines
(~2035)



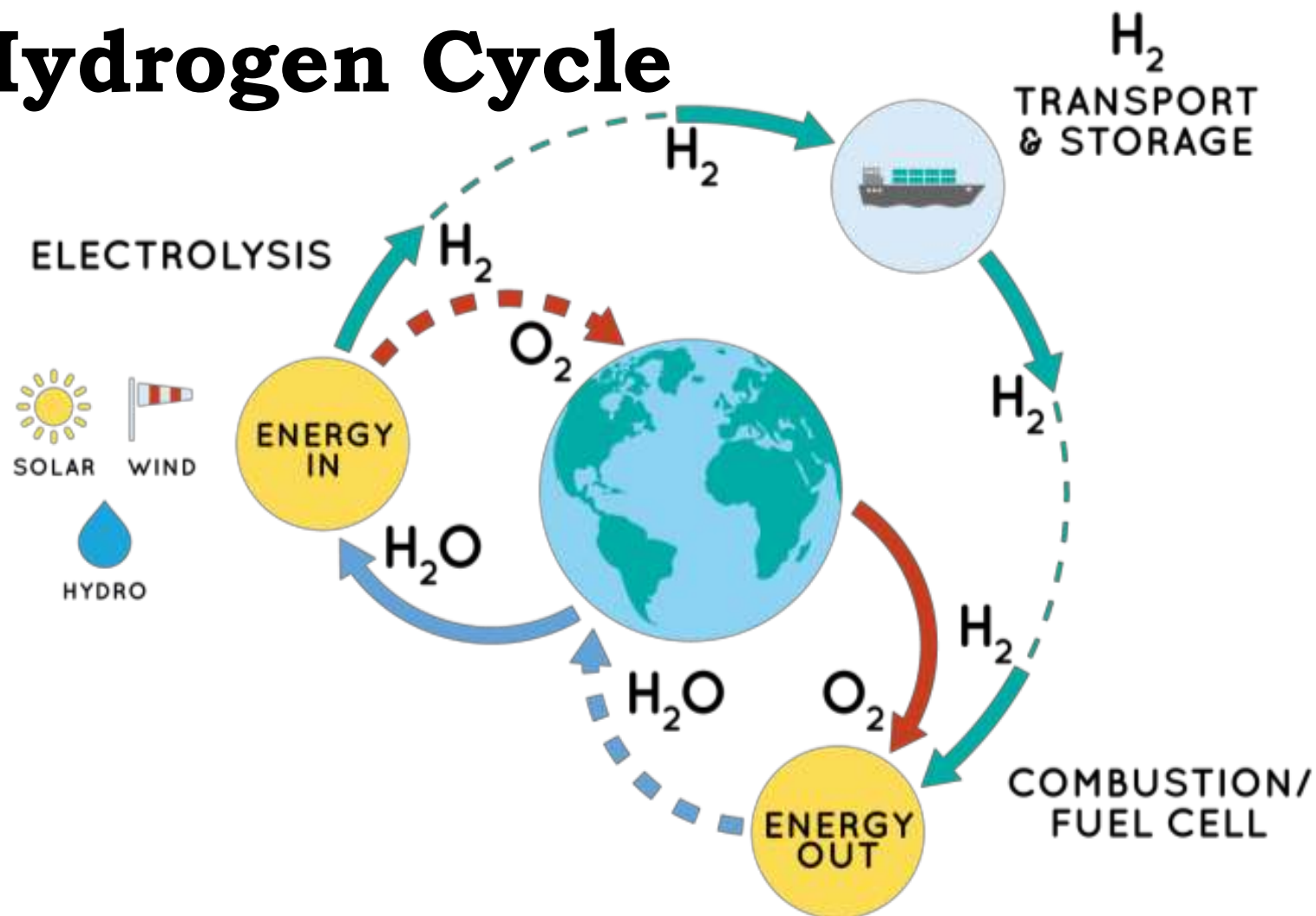
Hydrogen
Shipping
(~2025)



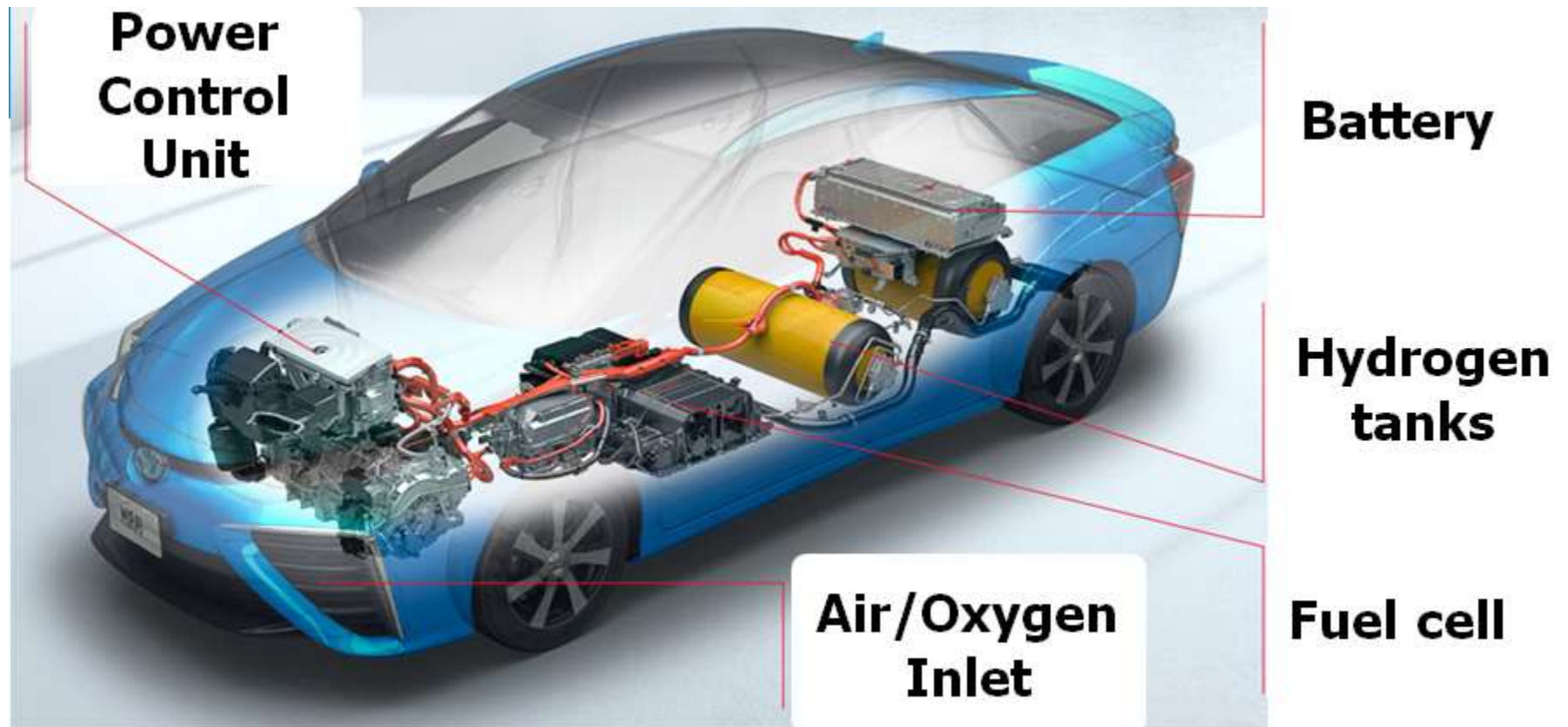
Hydrogen to Ammonia for transport



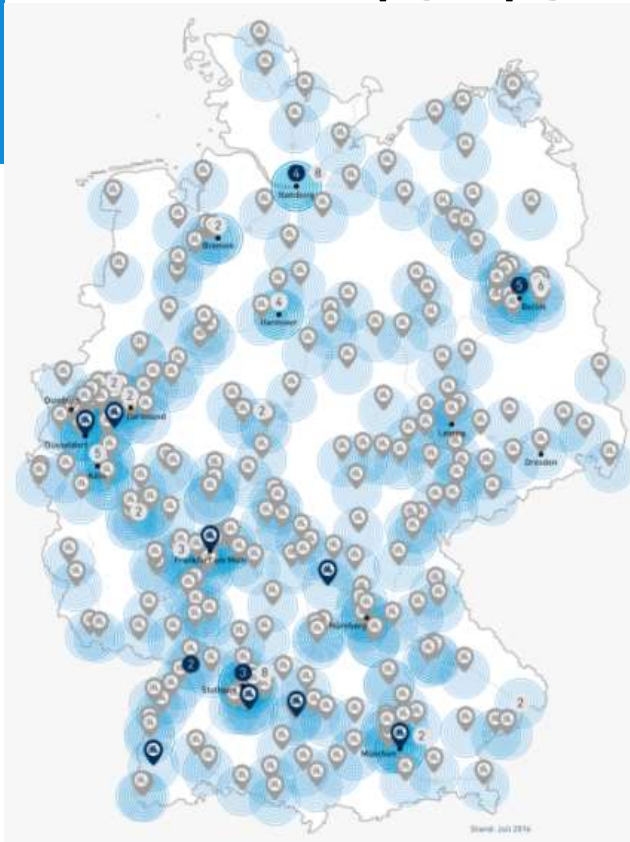
The Hydrogen Cycle



Toyota Mirai; Fuel cell car



Duitsland 400 waterstof tankstations in 2023



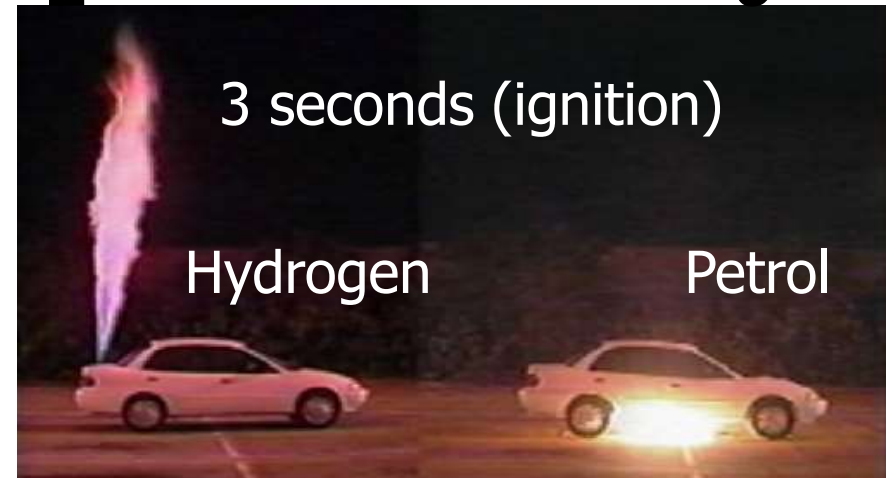
400 waterstof tankstations in 2023, bij bestaande tankstations.

Investerings: 350 miljoen Euro, half overheid, half bedrijven.

Consortium: Shell, Total, Linde, Air Liquide, OMV, Daimler, BMW, Volkswagen, Toyota, Honda, Hyundai, NOW (Duitse Overheid)

Veilig ?

Hydrogen versus petrol safety



Transport van woestijn naar Nederland

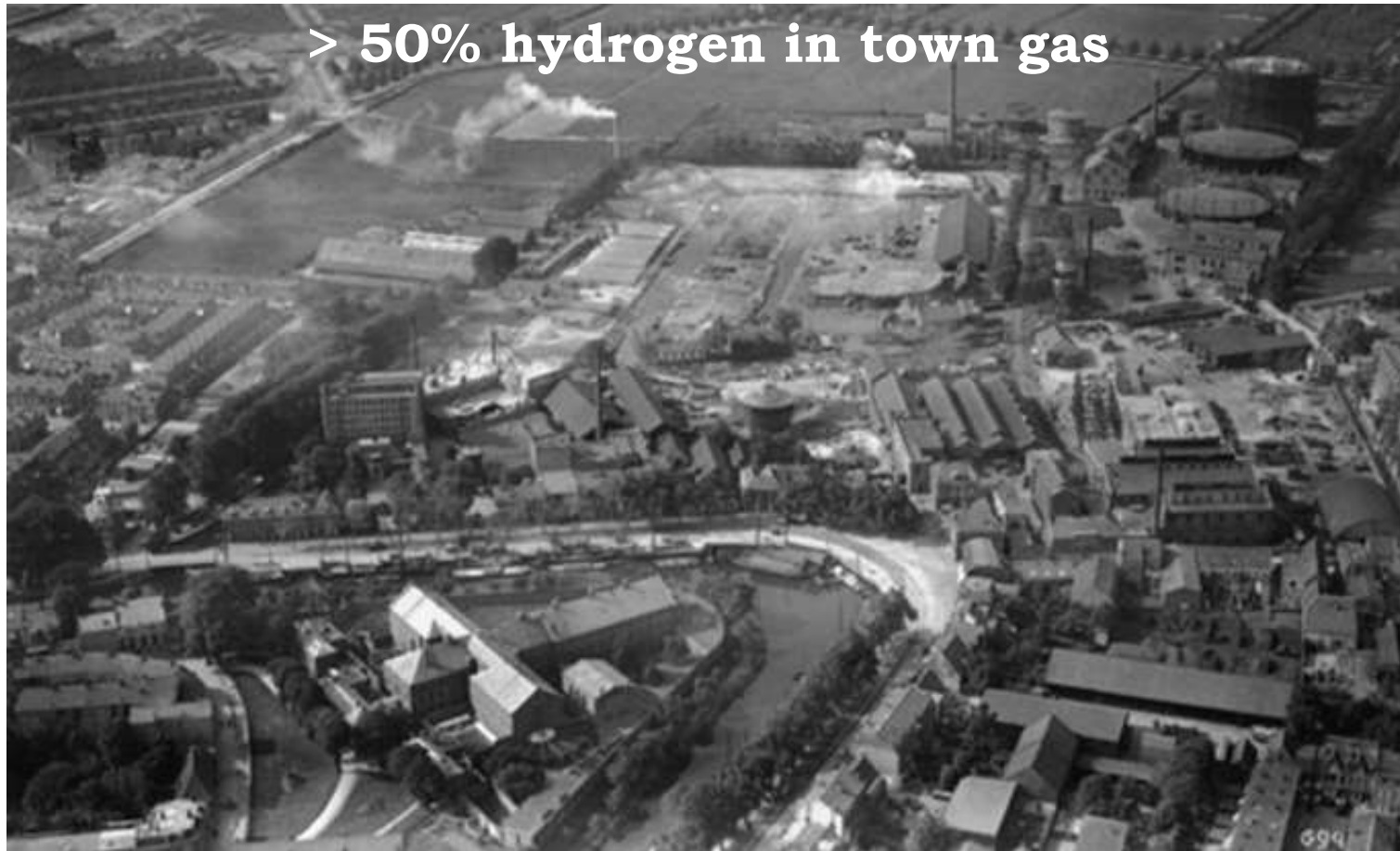
- bestaande tankervloot (LPG)
- koelen
- omzetten in ammoniak (hoger kookpunt, -33 ipv - 253 gr)
- in Nederland weer omzetten in H₂
- N₂ bijmengen —> bestaand gasleidingen-net



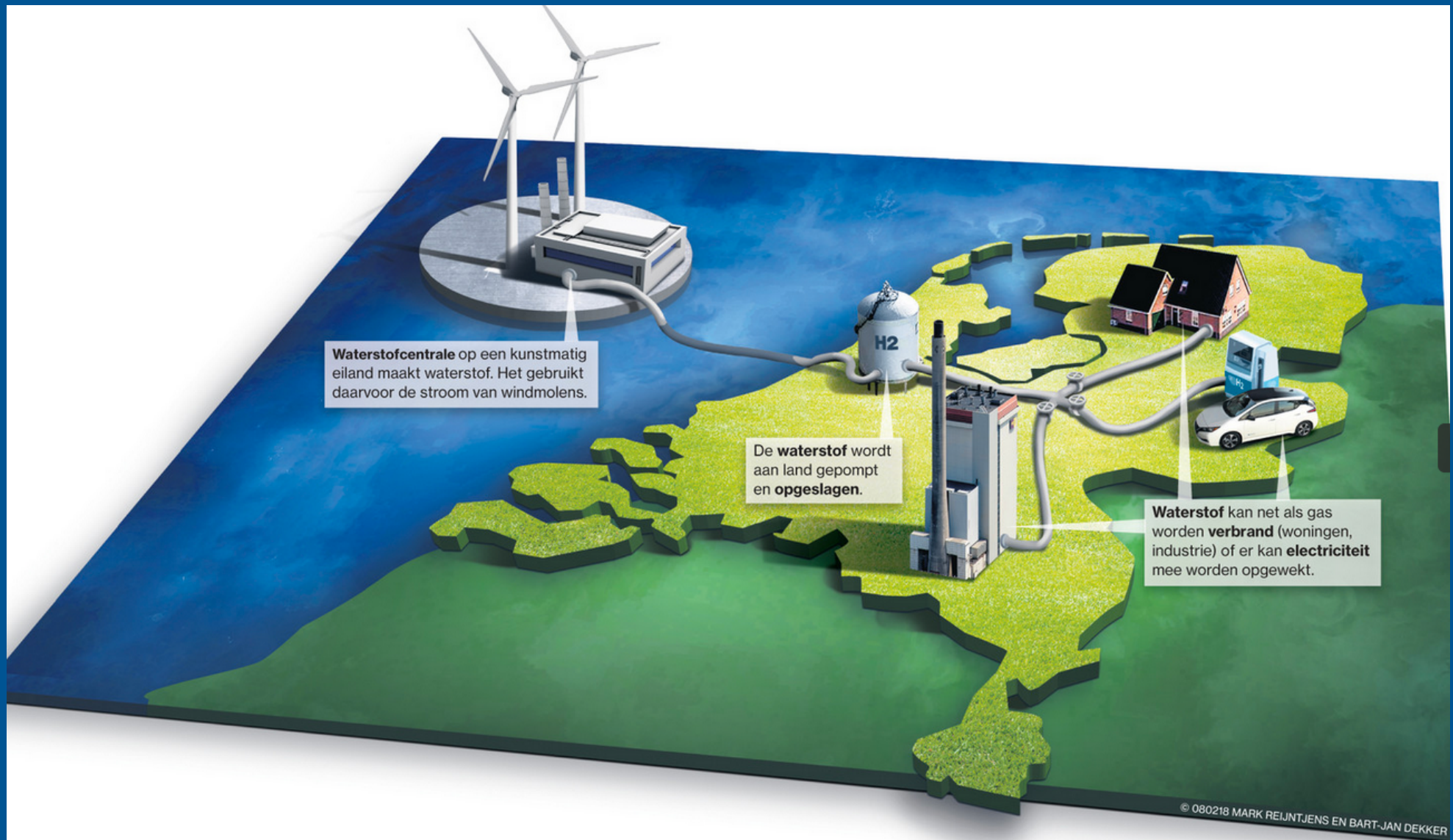
Het bestaande gasnet kan gebruikt worden,
wel gemoderniseerd

Town Gas production Utrecht 1862-1959

> 50% hydrogen in town gas



Waterstof uit de Noordzee



‘Waterstof is het nieuwe aardgas’ – A sustainable energy supply for everyone pdf, te downloaded. Prof. Ad v. Wijk, Delft

Kan CSP ook in Nederland?

Ja

Geschikt voor warmtetoepassingen in industrie

75% van ons energiegebruik draait om warmte!

CSP installatie in Denemarken

experimenten met modellen
in de klas, ook 'solar cooking'

€ 79,-

Normaal: € 93,83

Artikelnr. 503820

Zonneoven, satellietschotel Ø1,5 m

- Zonlicht omzetten in warmte-energie om te kunnen koken.
- Kookt 250 ml water in 10 minuten (bij voldoende zonlicht)
- Demonteerbaar



dank

- bronnen:
- Vereniging zonnekrachtcentrales.nl
- houdt CSP situatie globaal bij: helioscsp.com
- Ad van Wijk, universiteit Delft profadvanwijk.com



En nu: in de klas!

- voorbeelden: lespakket Desertec.
- video VPRO Tegenlicht, 2015:
'Energie in overvloed'
- **workshop: Hands on!**
- in groepjes van 4: 20 minuten brainstorm:
- welk onderwerp past in de les?
- natuur of scheikunde?
- NLT module?
- Energieproject op school?

Wie helpt?

- lespakket ontwikkelen ,
passend in huidige curriculum?
- NLT module?
- melden svp bij
arnoudpollmann@gmail.com

