

Concentrated Solar Power in de energietransitie

1

ir. Sietse de Haan

Voorzitter Vereniging voor Zonnekrachtcentrales

Vertegenwoordiger Desertec in Nederland

voorzitter@zonnekrachtcentrales.nl

Waar gaan we het over hebben

HERNIEUWBARE ENERGIE

- **Situatie in Nederland**
- **Situatie in Europa**
- **Situatie in de Wereld**
- **Ontwikkelingen CSP**
- **Problemen**
- **Oplossingen**
- **CSP als onderdeel van de oplossing**

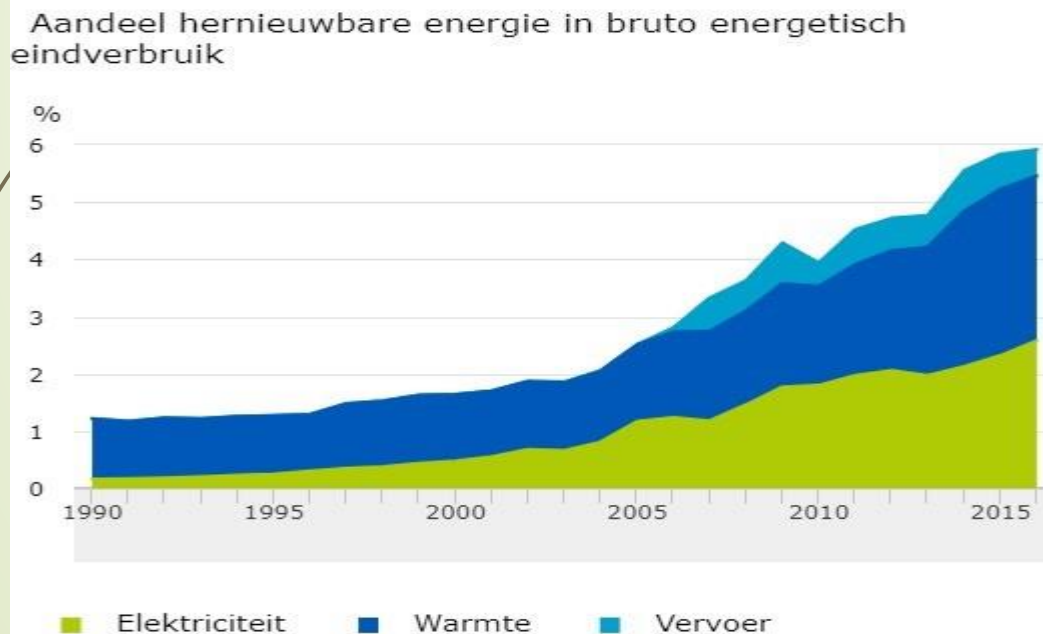


Ashalim grootste centrale in aanbouw: 250 m hoge toren
50000 heliostaten

Situatie in Nederland

Stand van zaken nu

- **14,3 % van de elektriciteit van hernieuwbare bron**



Stand van zaken 2030

- Regeringsverklaring

49% reductie CO₂

voor een belangrijk deel door CO₂
opslag

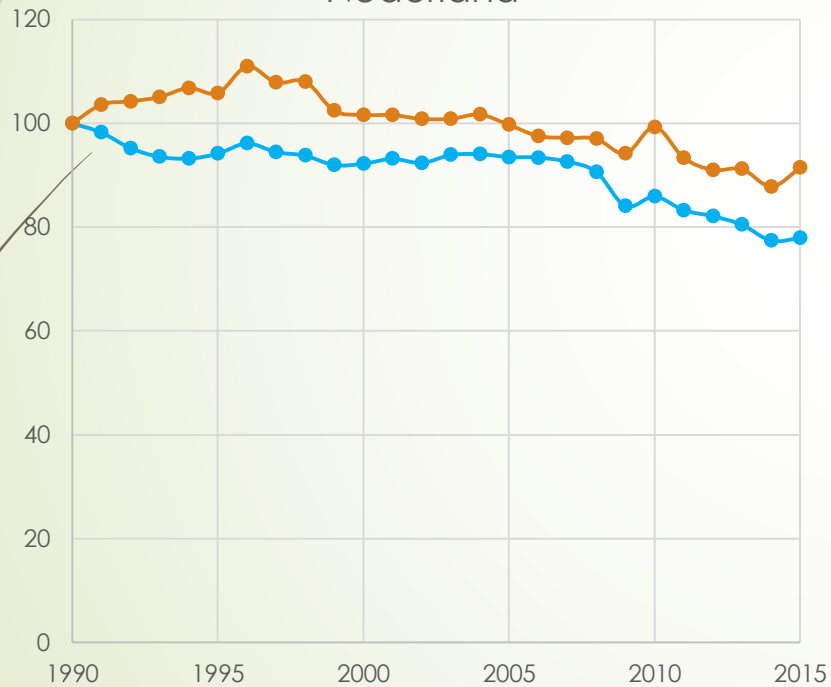
- Analyse ECN/PBL

De te nemen beslissingen in de ons omringende landen kunnen een effect van ordegrrootte van **een kwart van de beleidsopgave** om het 49%-doel te realiseren.

Situatie in Europa

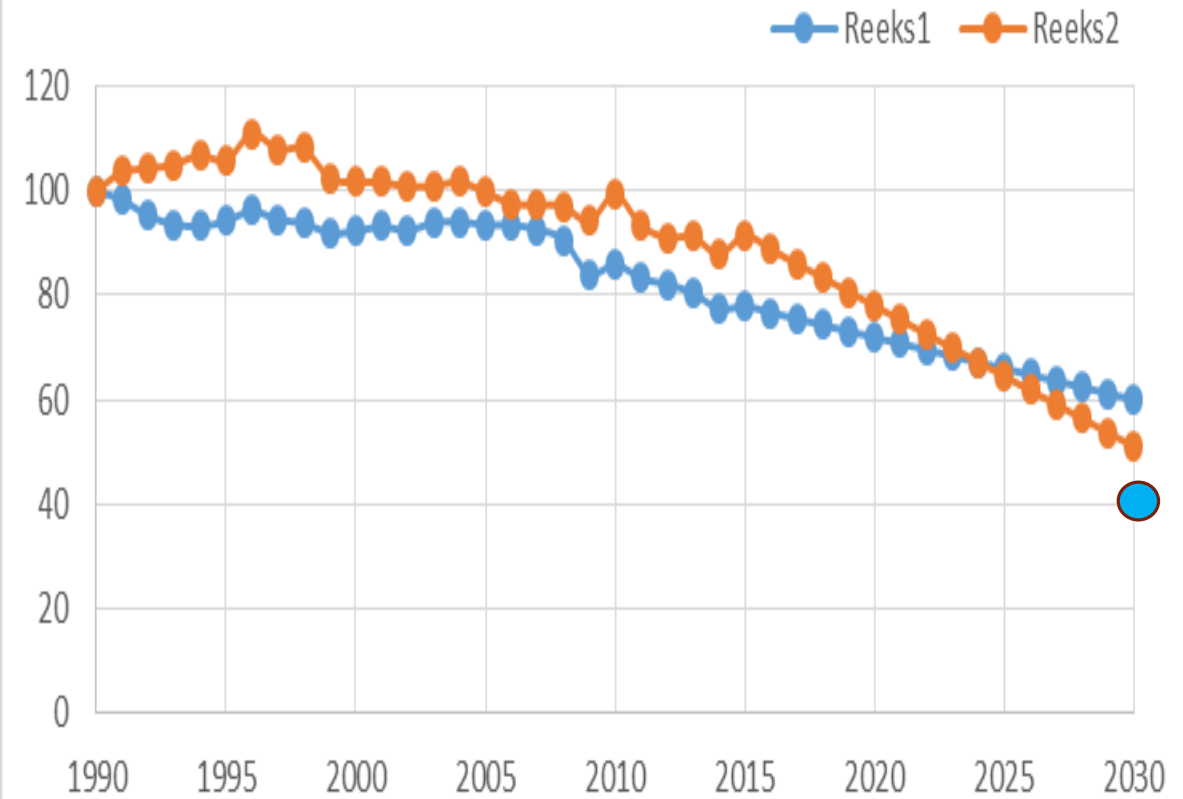
Stand van zaken nu

CO₂ eq. emissies Europa en Nederland



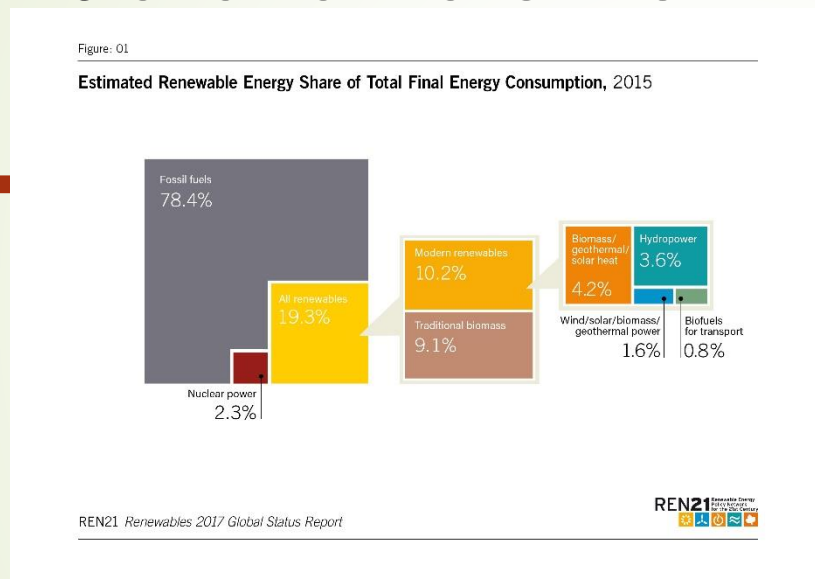
Stand van zaken 2030

CO₂ eq. Emissies in Europa en Nederland



Situatie in de wereld

Stand van zaken nu

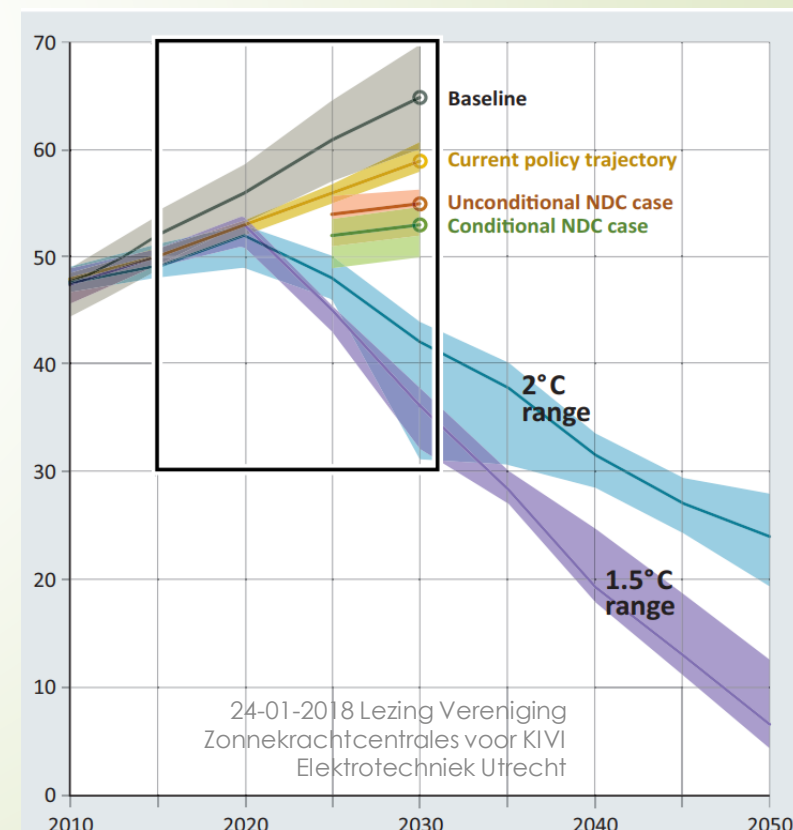


UNEP "THE CHALLENGE"

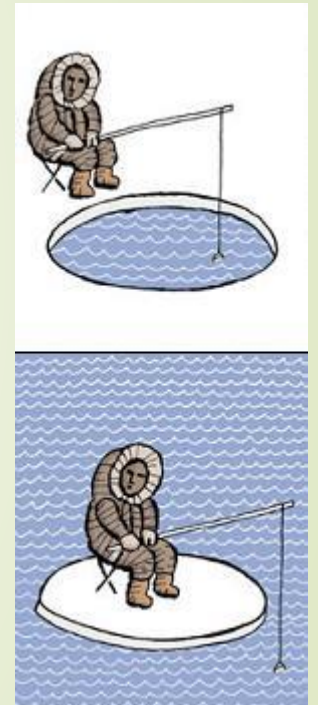
- Even with the pledges made under the Paris Agreement, global temperatures could still rise by up to **3.4°C this century**, forcing people to adapt to extreme new weather patterns.

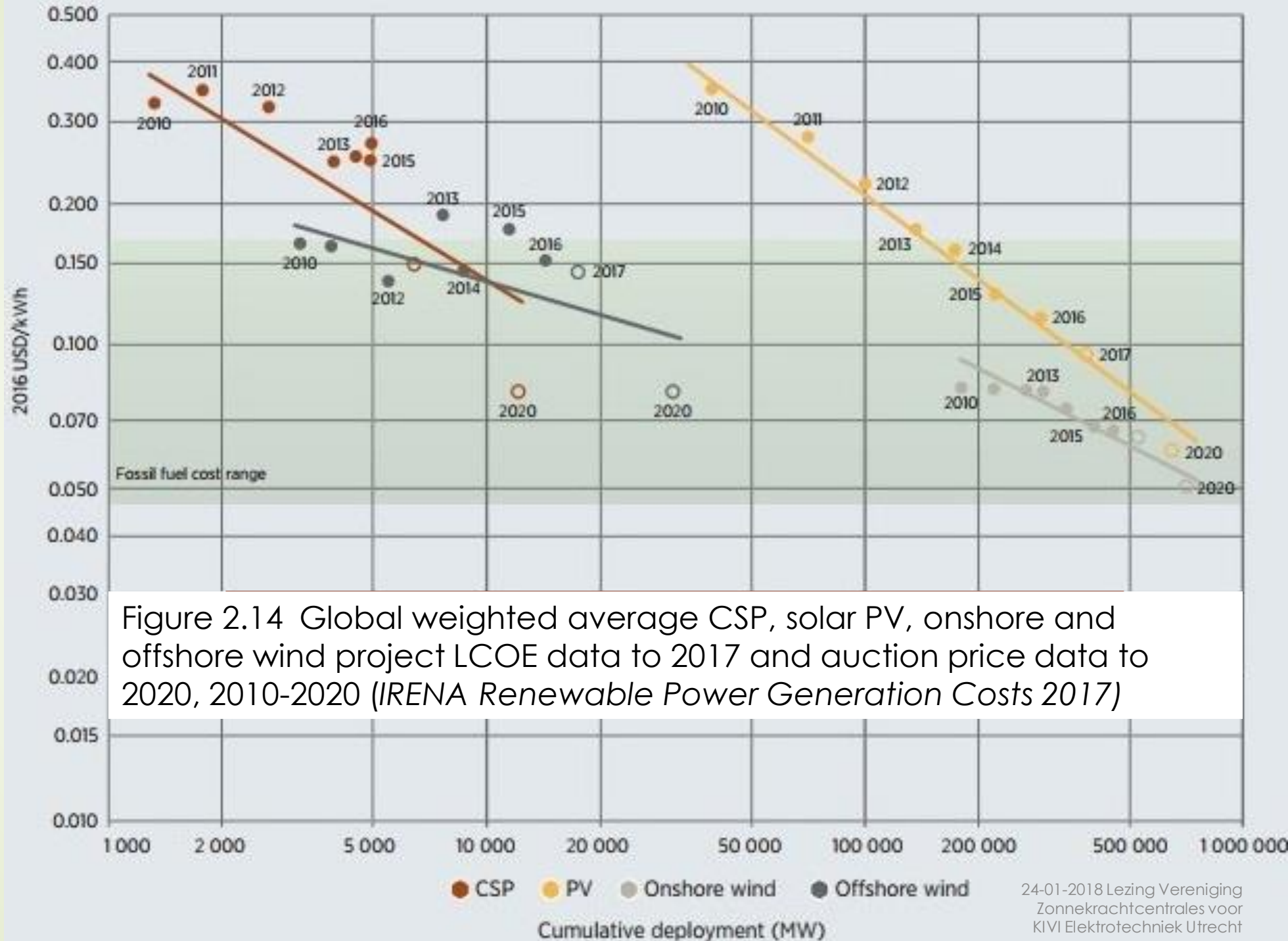
Stand van zaken 2030

- UNEP Global Gap Report 2017



“Global warming may be far worse than thought” The Guardian klimaatakkoord kan de prullebak in





Nog meer positieve ontwikkelingen

- Investerings in hernieuwbare energie voor vijfde jaar op rij het dubbele van investeringen in fossiel

Waar gaan we het over hebben

HERNIEUWBARE ENERGIE

- **Situatie in Nederland**
- **Situatie in Europa**
- **Situatie in de Wereld**
- **Ontwikkelingen CSP**
- **Problemen**
- **Oplossingen**
- **CSP als onderdeel van de oplossing**



Ashalim grootste centrale in
aanbouw: 250 m hoge toren
50.000 heliostaten

Nog even de CSP centrales op een rijtje: De Trogspiegel

- Andasol
- Spanje

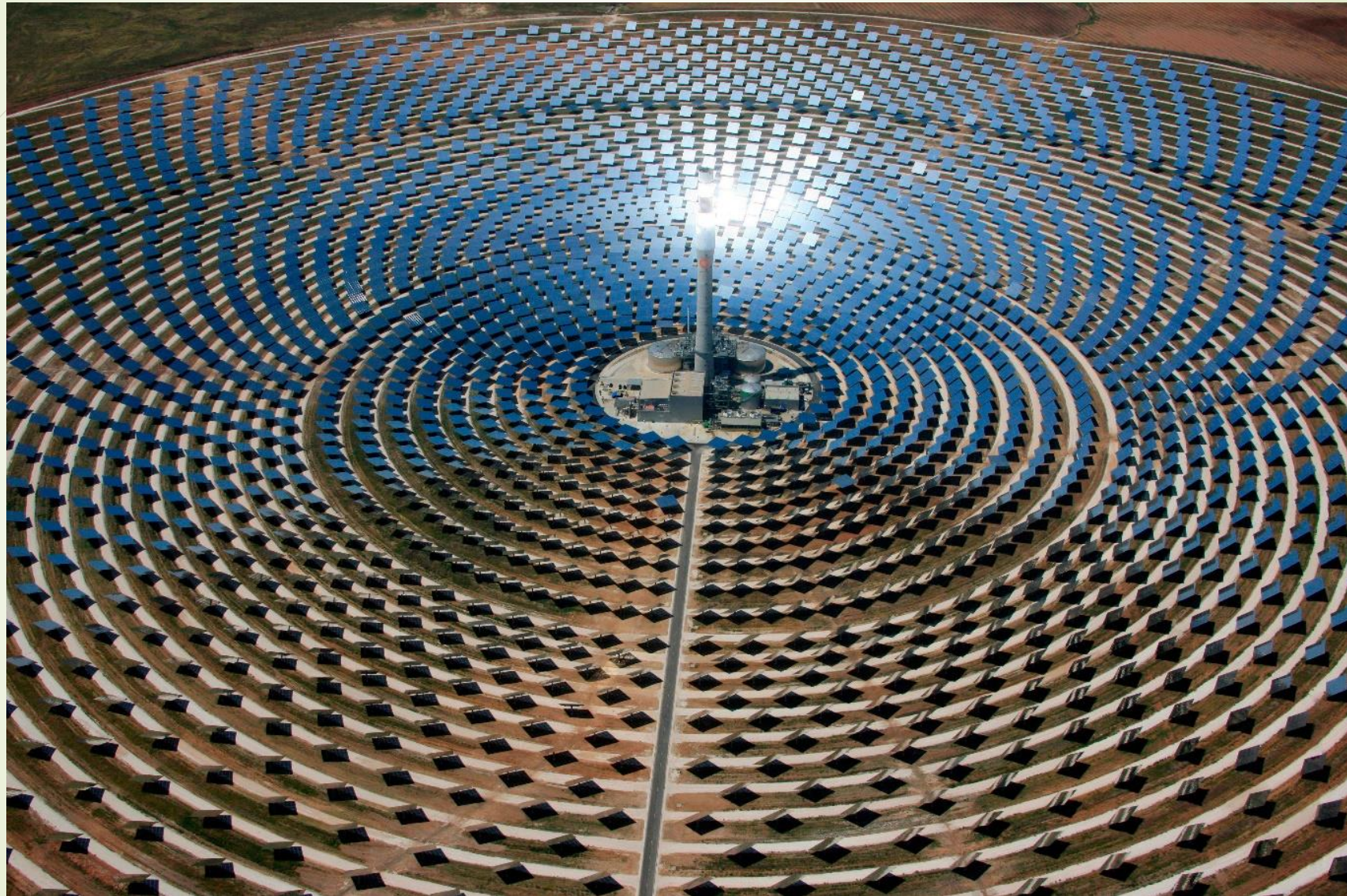


De Trogspiegel



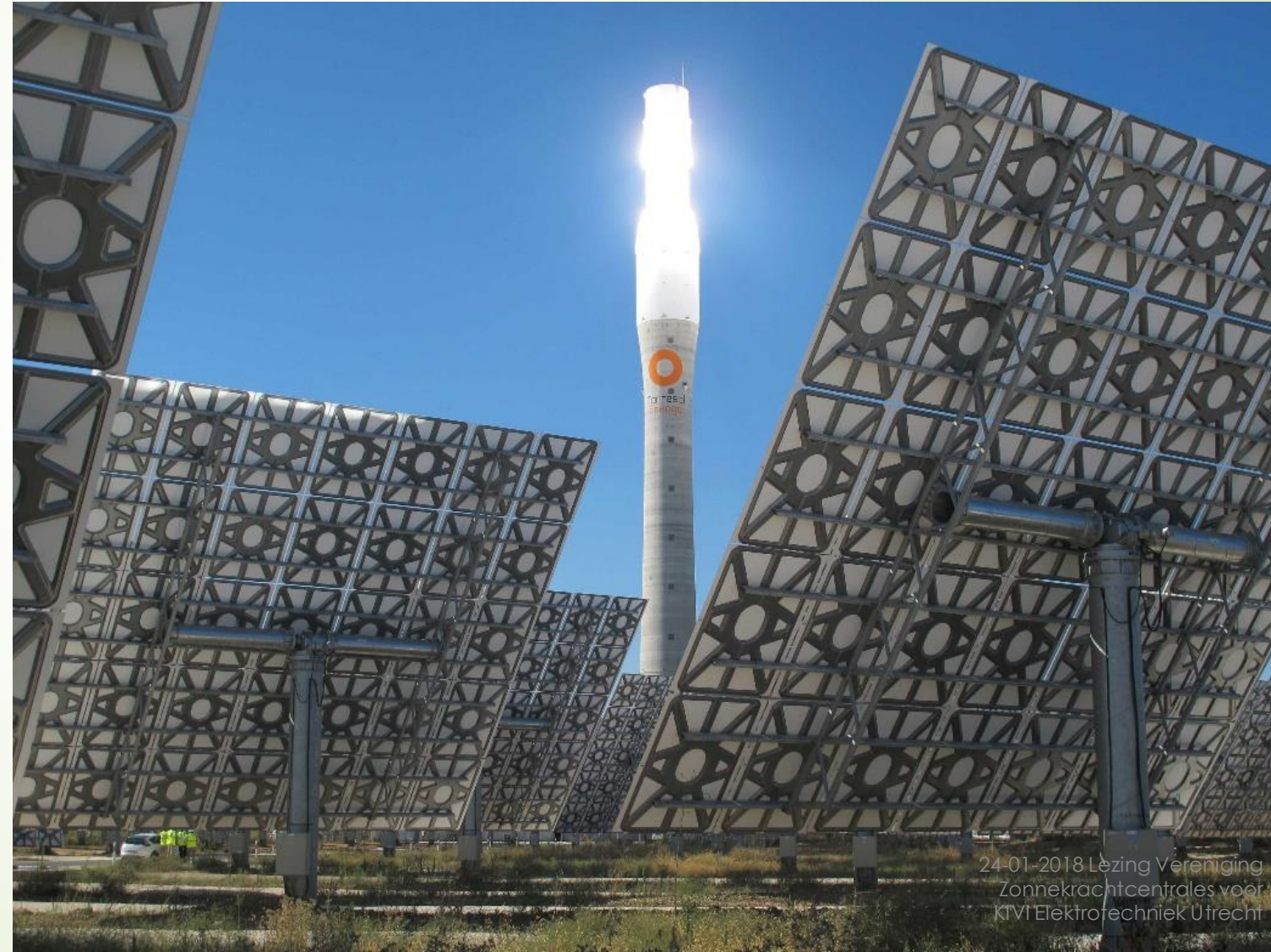
De torenspiegel – gemasolar Spanje

12

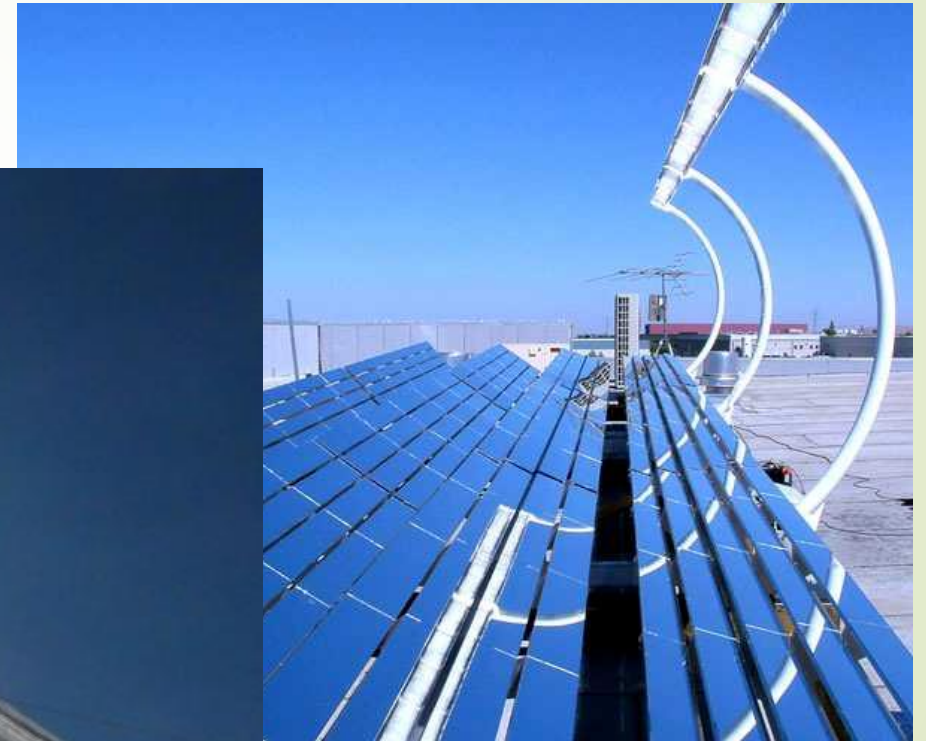


De torencentrale - heliostaten

- Heliostaten
- Soms 1000 per centrale
- Meest ver gelegen op afstand van een km of meer
- Oppervlak tot over de 100 m²

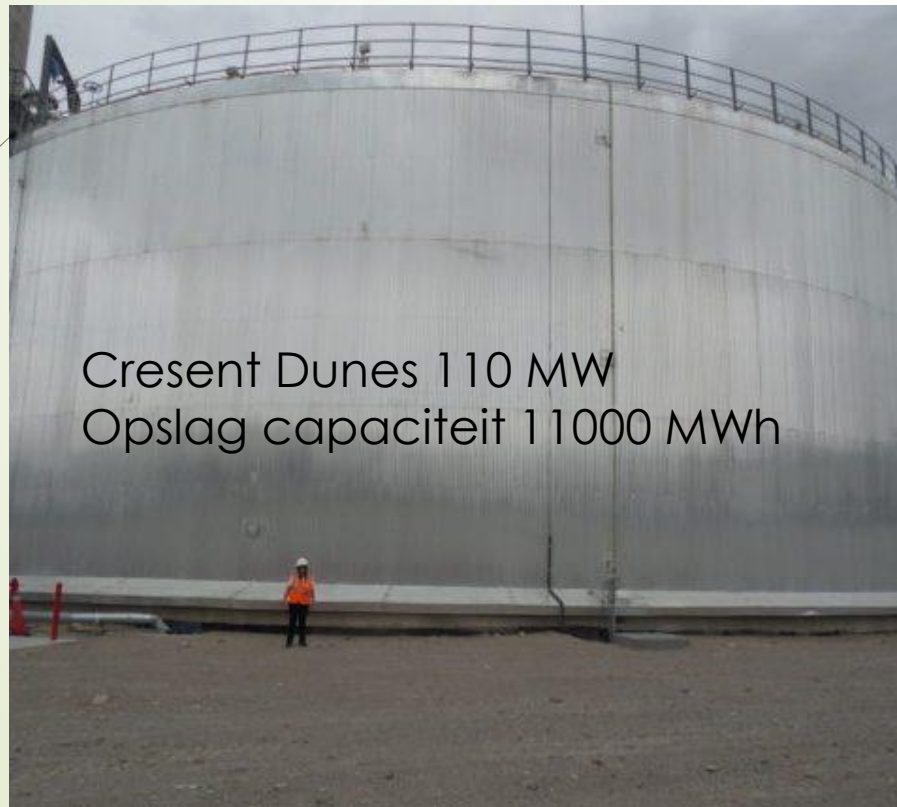


Fresnel spiegelcentrale

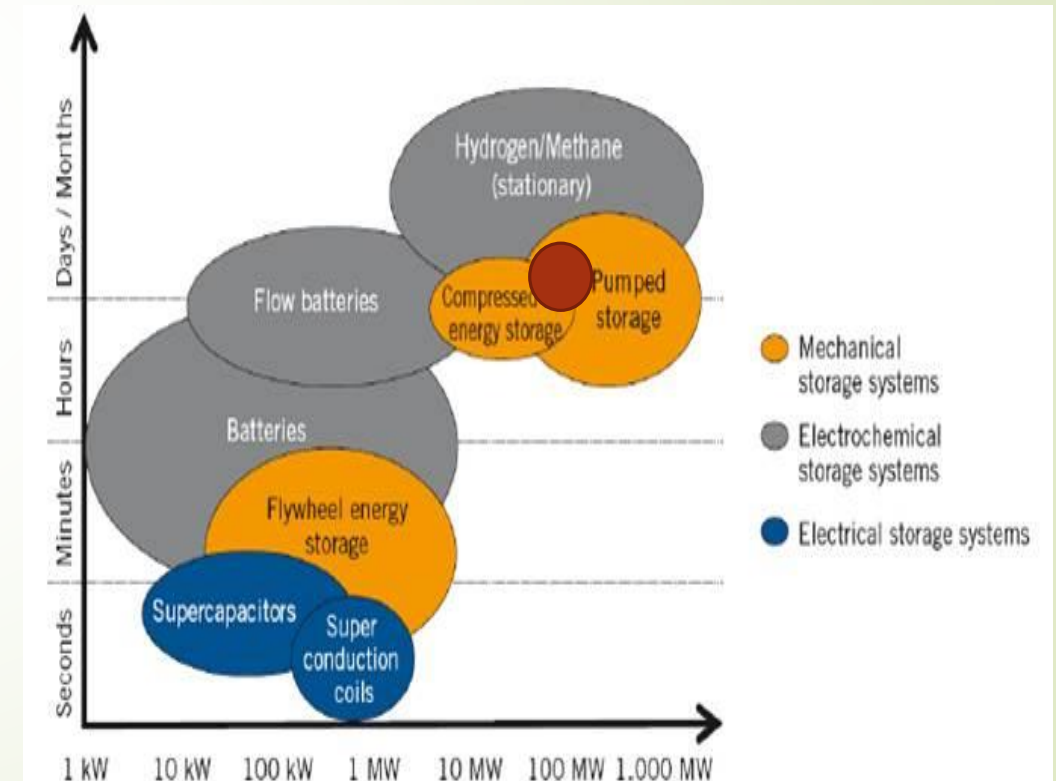


Opslag

CSP centrales oogsten warmte en kunnen die dus opslaan



Investering laag
Eindeloos te regenereren



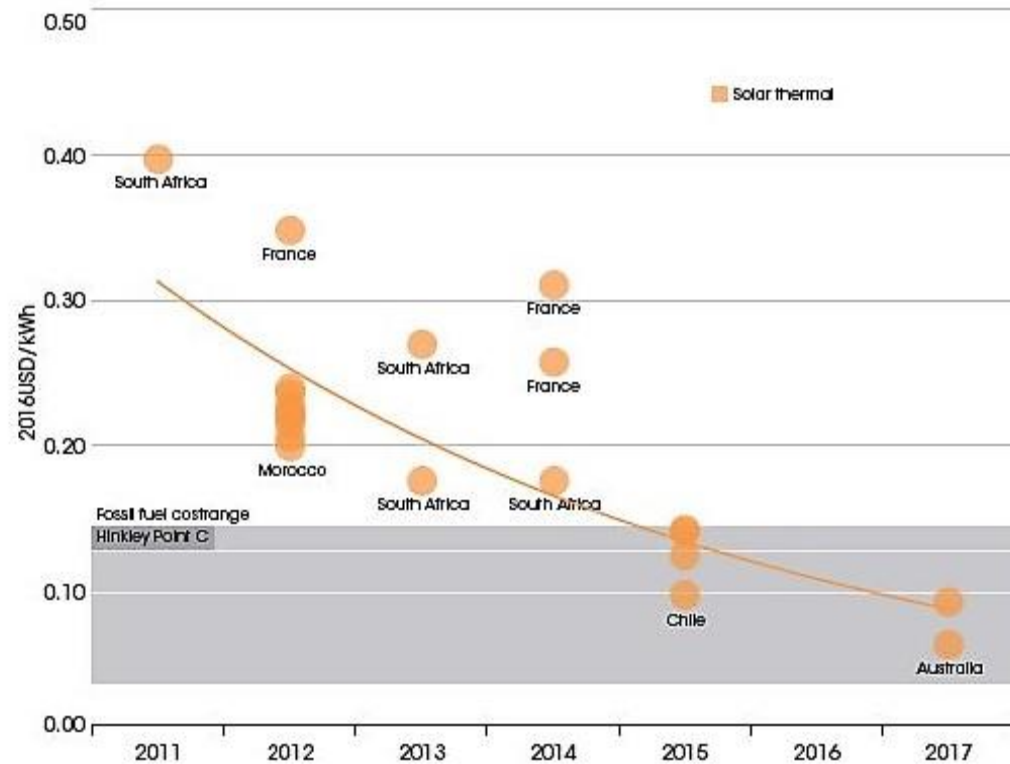
Parabolische Dish centrale met sterling motor



Ontwikkelingen CSP

Prijzen

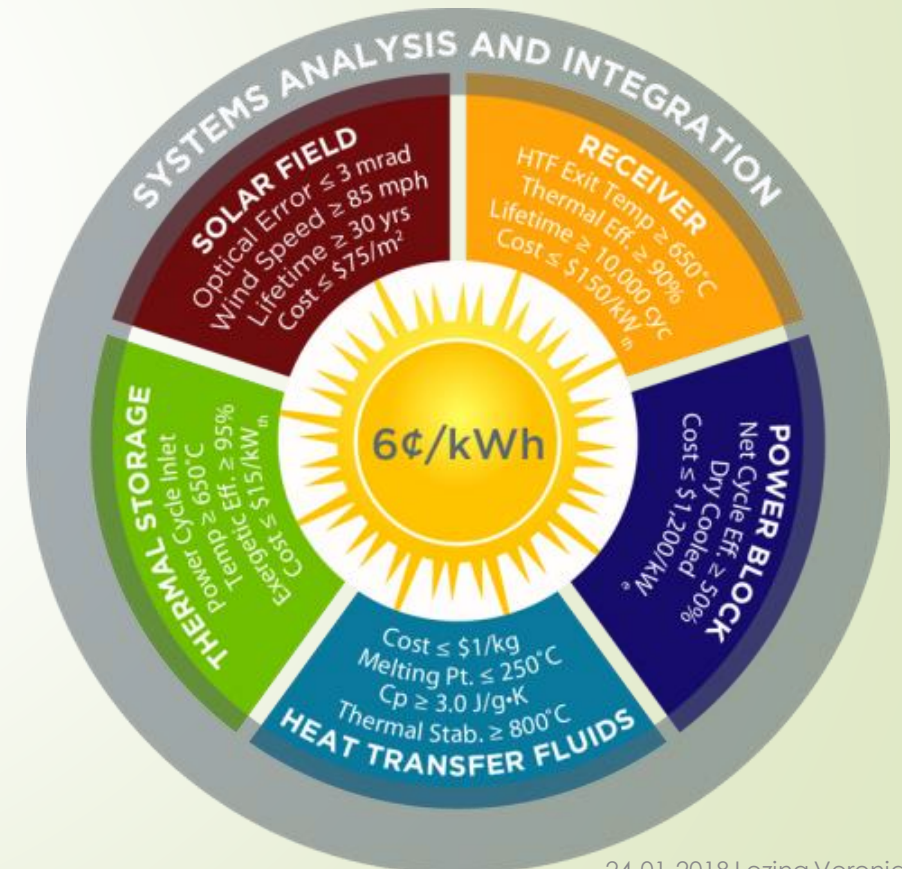
Figure 53: Concentrating solar power tender and auction results by year of announcement, 2011-2017



Source: IRENA, 2017a.

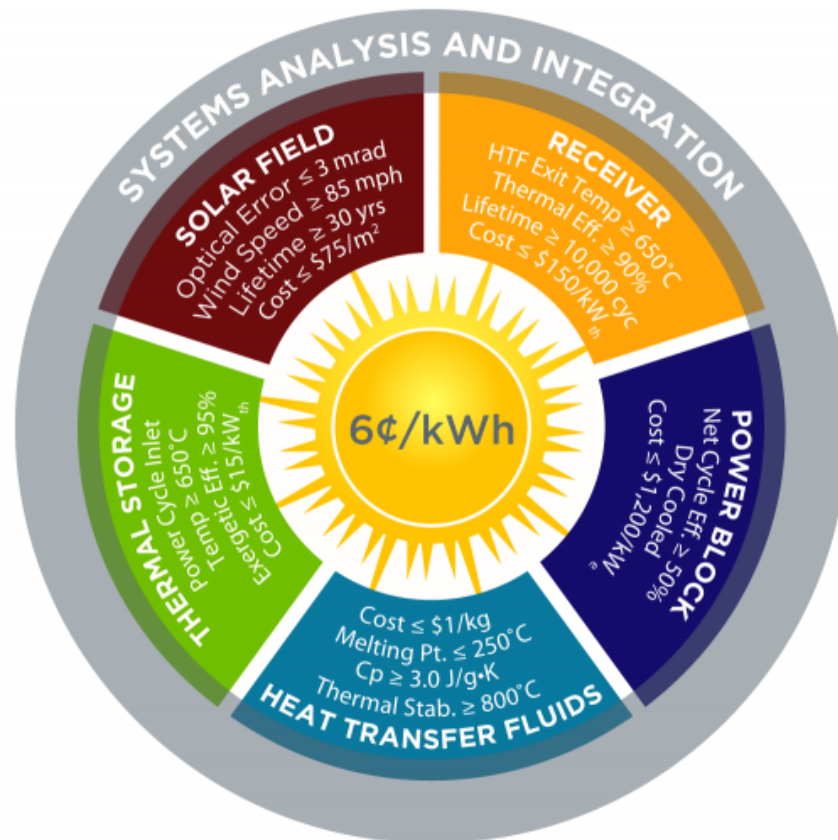
Note: Data is for the year of announcement. The year of commissioning is typically three to five years following this date.

Techniek

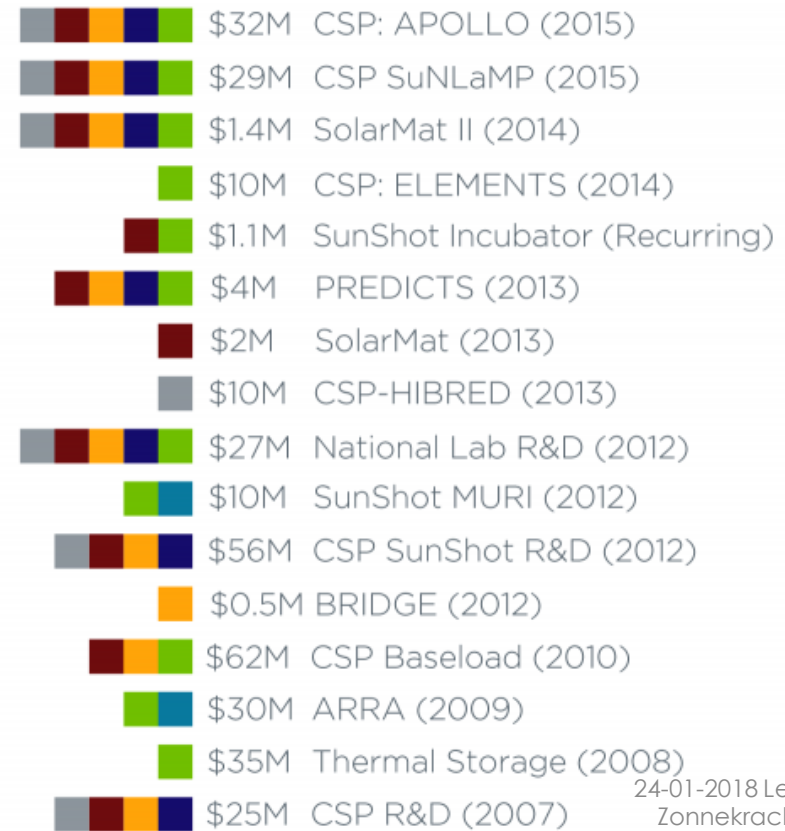


Uitwerking Techniek het Sunshot programma

Deconstructing 6¢/kWh



Competitive Programs



Uitwerking techniek solarfield

Solar reserve (kampioen in prijs) realiseerde een goedkoper spiegelveld door:

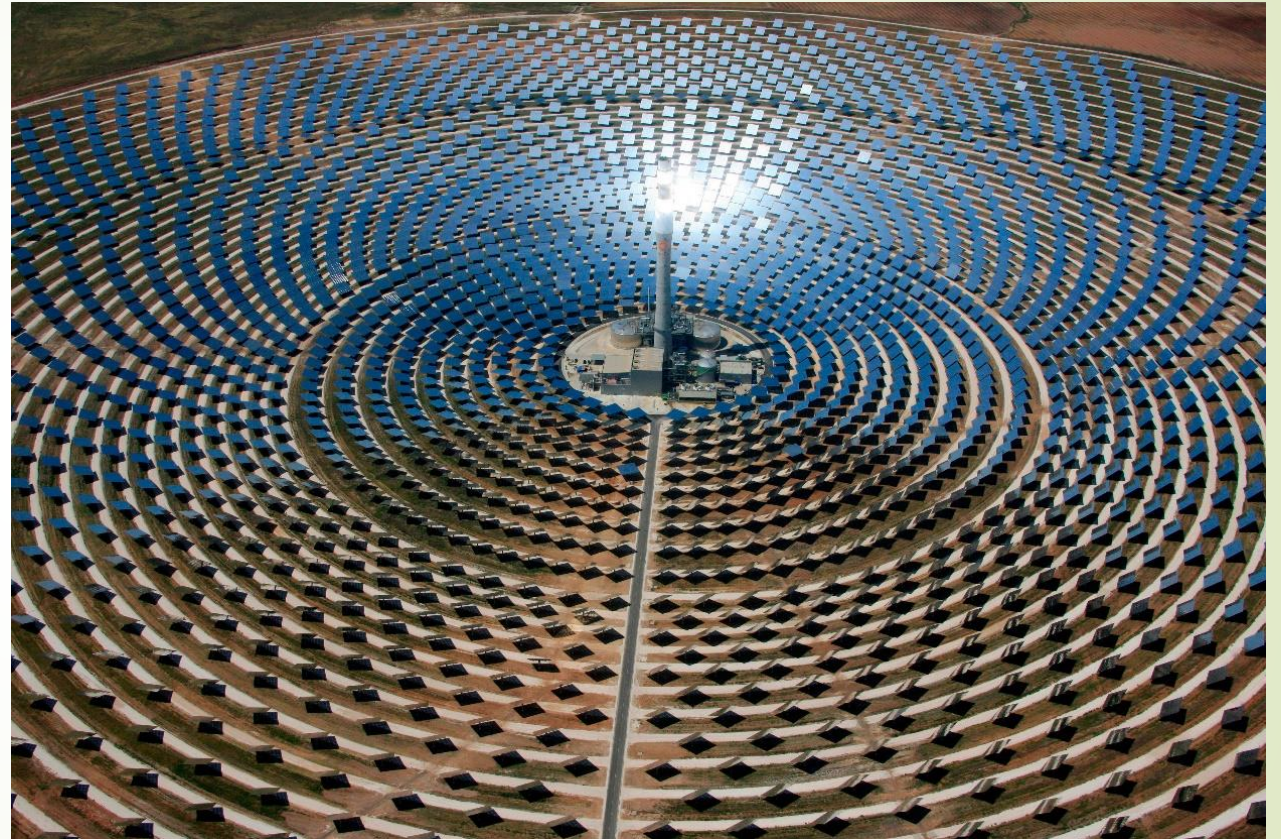
Lichter staal

Dunner glas

**Efficiëntere aandrijving
heliostaten**

**Goedkoper,
lichter en
accrater**

**Hierdoor ook goedkopere
fundering**



Uitwerking Techniek receiver

De ontvanger

Fractal receiver

Normaal 80 à 90 % absorptie

5 % uitstraling/ reflectie

**Verwachting 20 % verbetering,
dan boven 90% efficiency**

Bovendien

3D geprint dus:

**Betere opbrengst en lagere
prijs.**

**Bron Sandia Laboratories
press release**



Uitwerking techniek

Power Blok rendement boven 50% bovendien goedkoper

**In plaats van Rankine
cyclus gebaseerd op
Stoom**

**Brayton cyclus gebaseerd
op superkritisch $s\text{CO}_2$
hoge temperatuur $700\text{ }^\circ\text{C}$
en druk 25 MPa**

**Eventueel dubbele cyclus,
na de Brayton cyclus op
basis van $s\text{CO}_2$ nog een
Rankinecyclus op basis
van stoom iets lagere
temperatuur**



Uitwerking techniek:

Opslag 25 % kostenreductie, efficiency 95 tot 99%

Terracaps

Bolletjes met materiaal met fase overgang.

Probleem: bolletjes moeten bestand zijn tegen uitzetting tijdens stollen

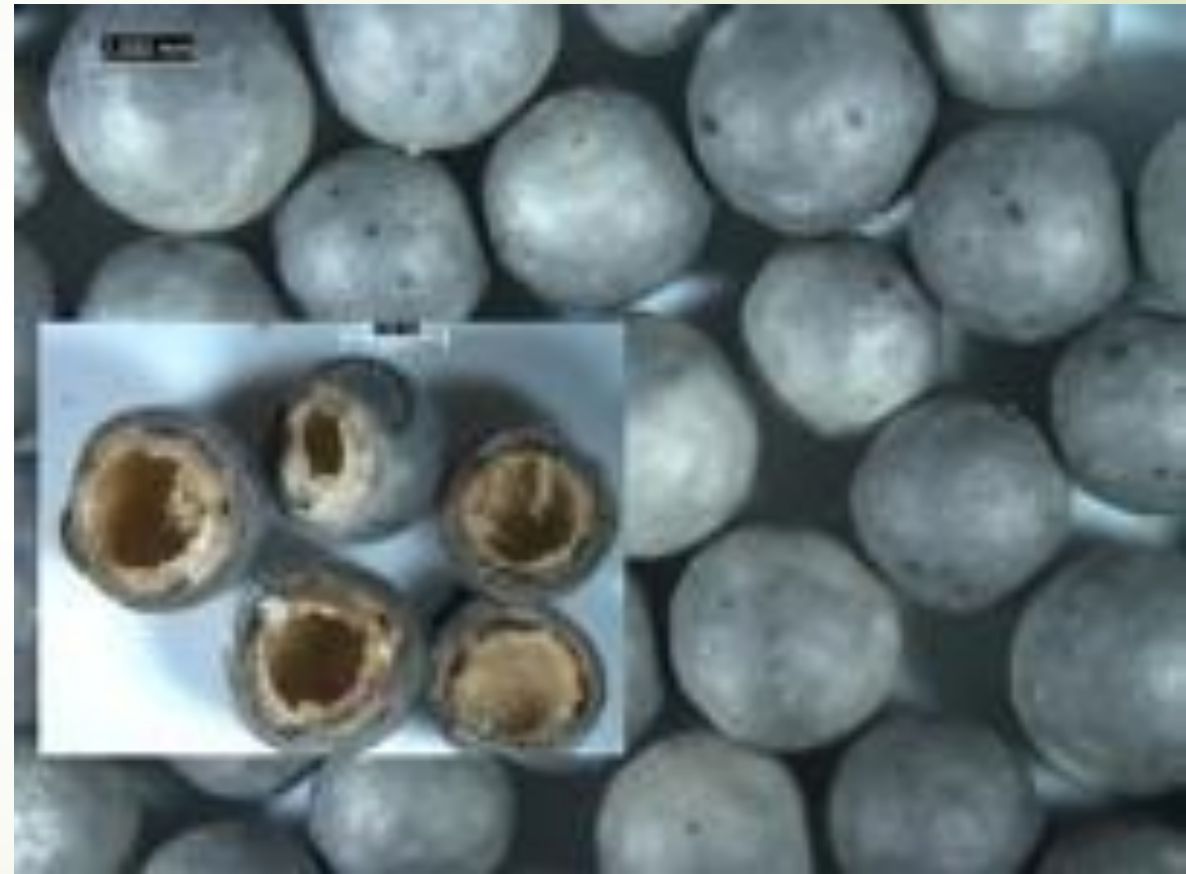
Gas moet de warmte overnemen

Verschillende faseovergangen

Daardoor cascade effect

Meer dan 50% extra opslag in dezelfde ruimte

Andere veelbelovende opslag vallende deeltjes: ijzeroxide en siliciumoxide



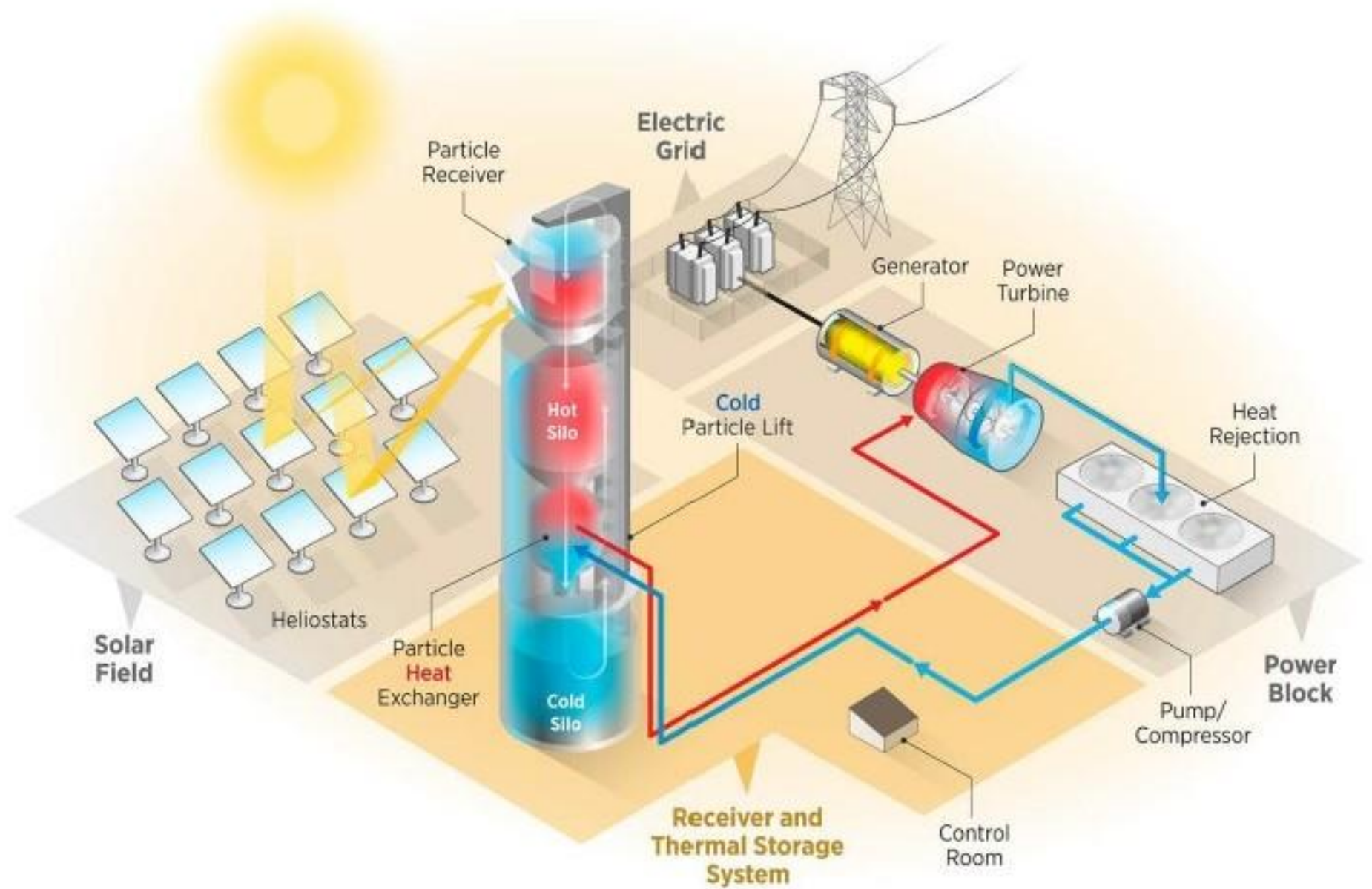


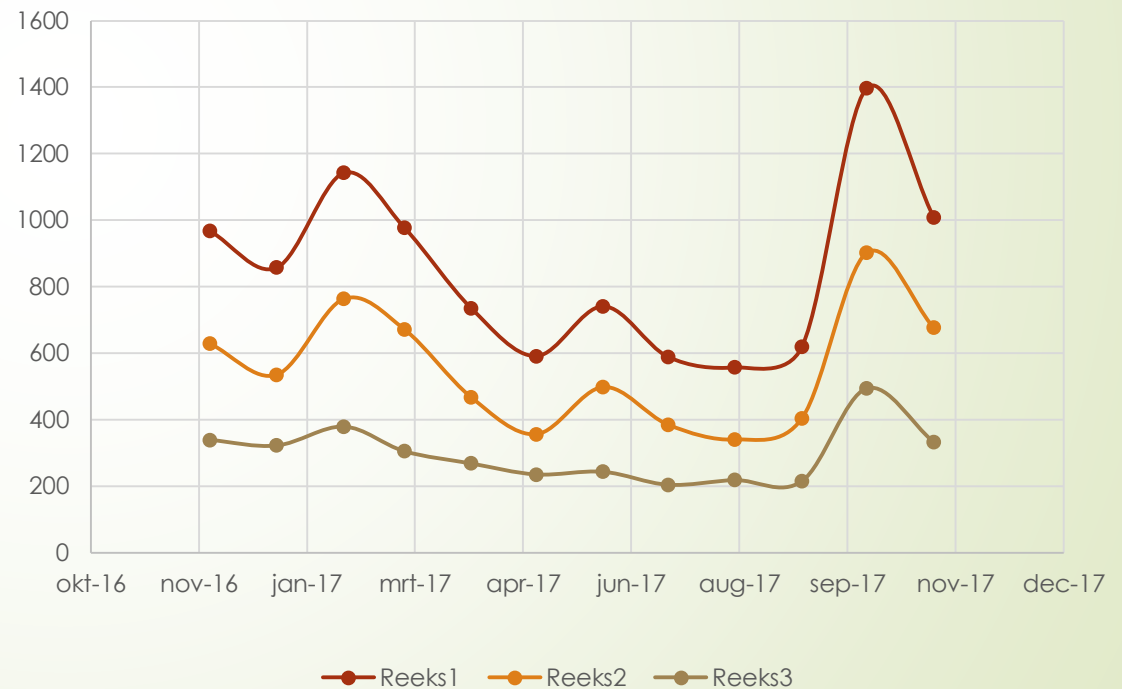
Figure 15. Falling-particle receiver system with integrated storage and heat exchange for a power cycle [47].

Problemen hernieuwbare energie

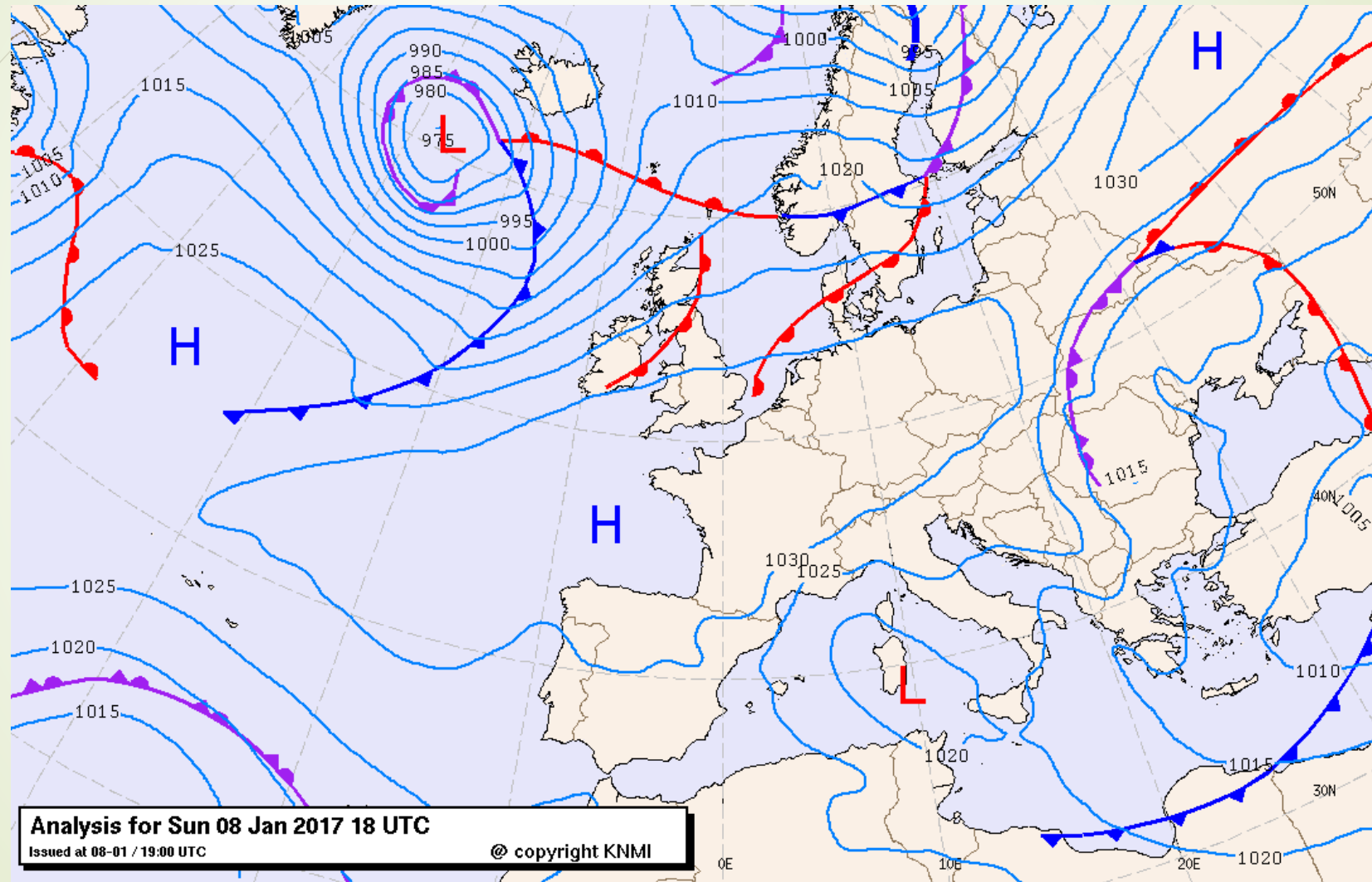
Wisselend aanbod

- Wind in Nederland
- Opbrengst afgelopen 12 maanden

Opbrengst windenergie in miljoenen kWh



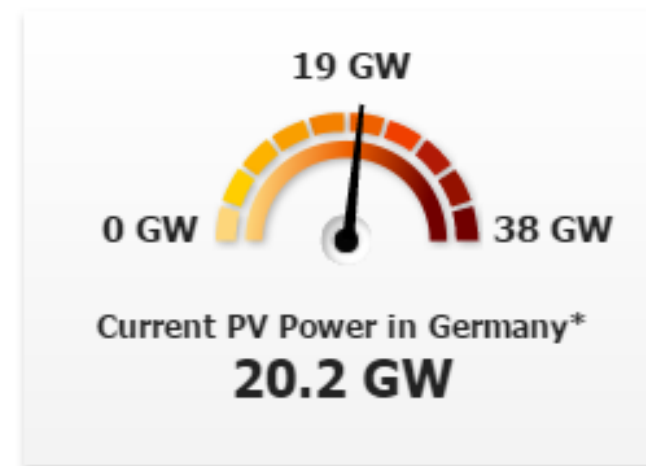
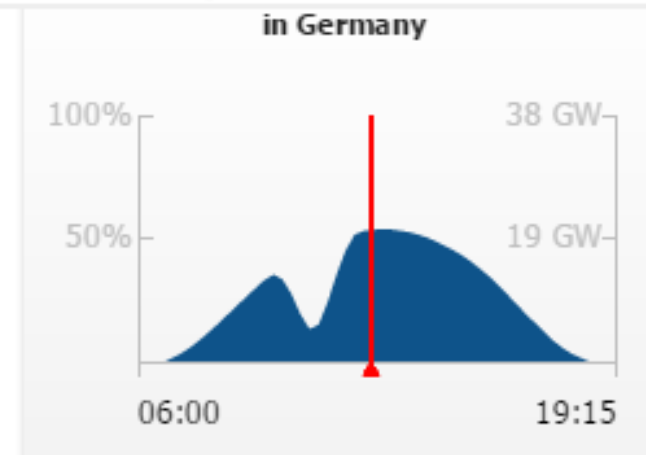
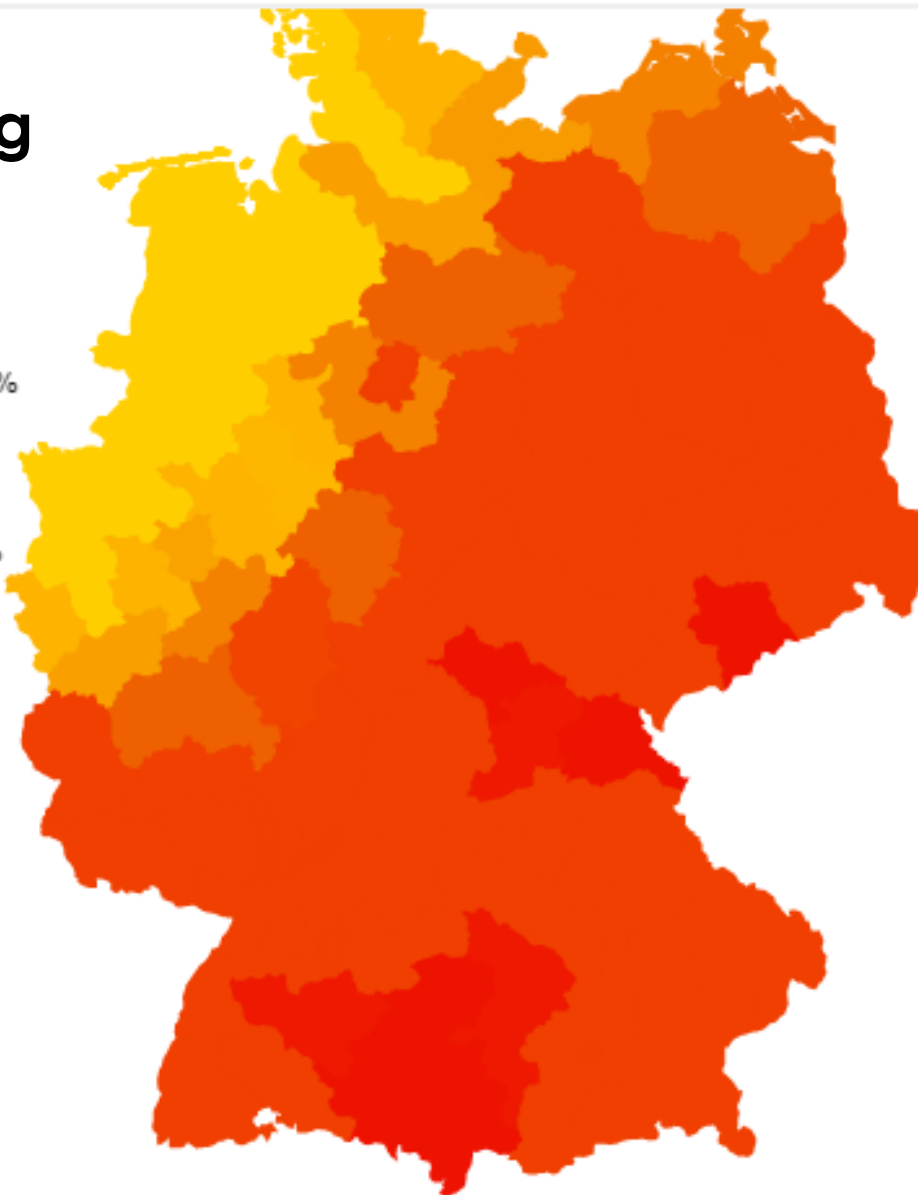
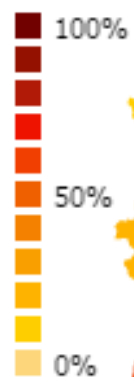
Weersystemen Europa



Daily Variation of PV Power

26

zonsverduistering maart 2015



*projected current output of all PV plants installed before 31.01.2015 with a total 37.76 GW nominal power according to the German Federal Network Agency.

Seizoenen

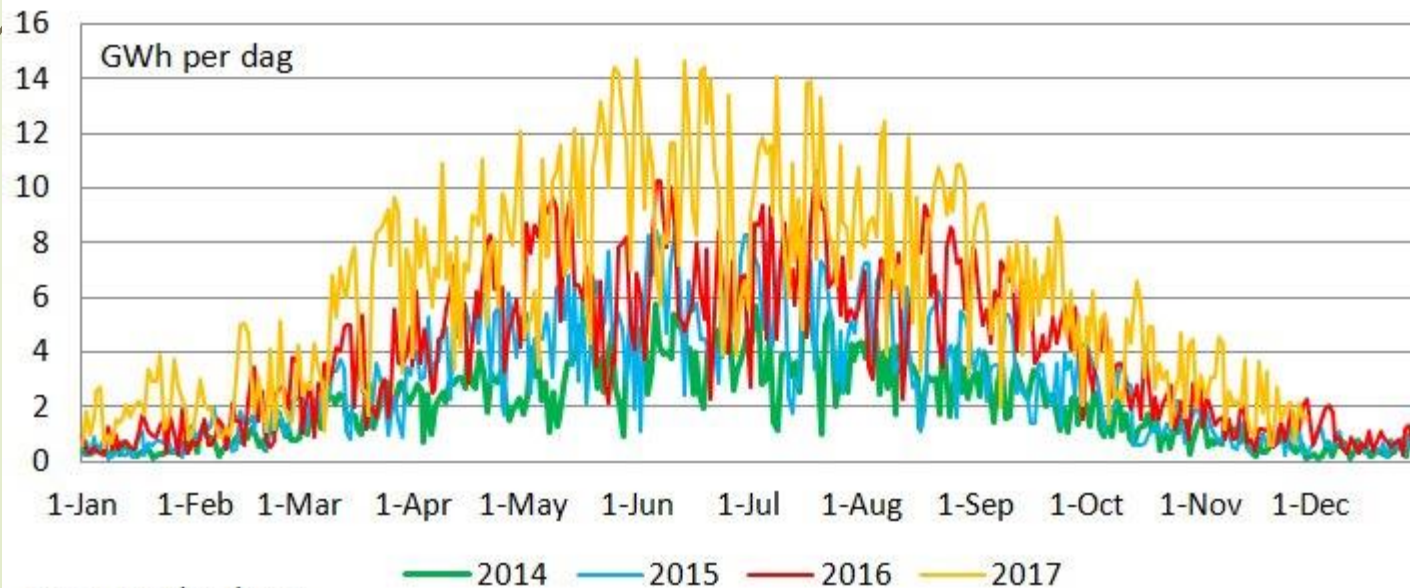
Zon doet in de winter weinig

A-typische maand juli 2016

Verschillen per dag nog veel
groter

Zonne-energie in NL per dag

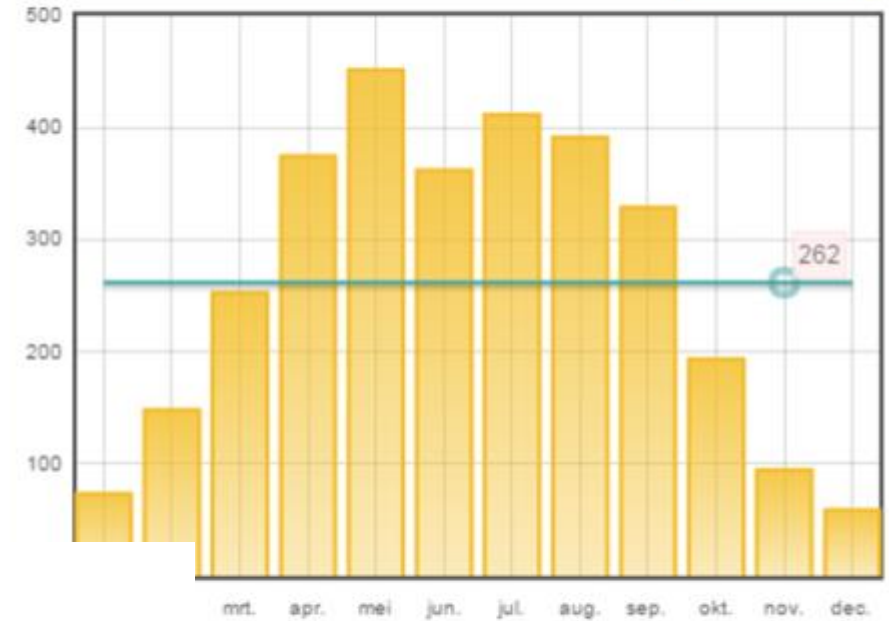
piek 2014: 6 GWh; 2015: 8 GWh; 2016: 11 GWh; 2017: 15 GWh



Entrance database

Jaarproductie in kWh

2016



3500 Wp installatie

Mogelijke oplossing

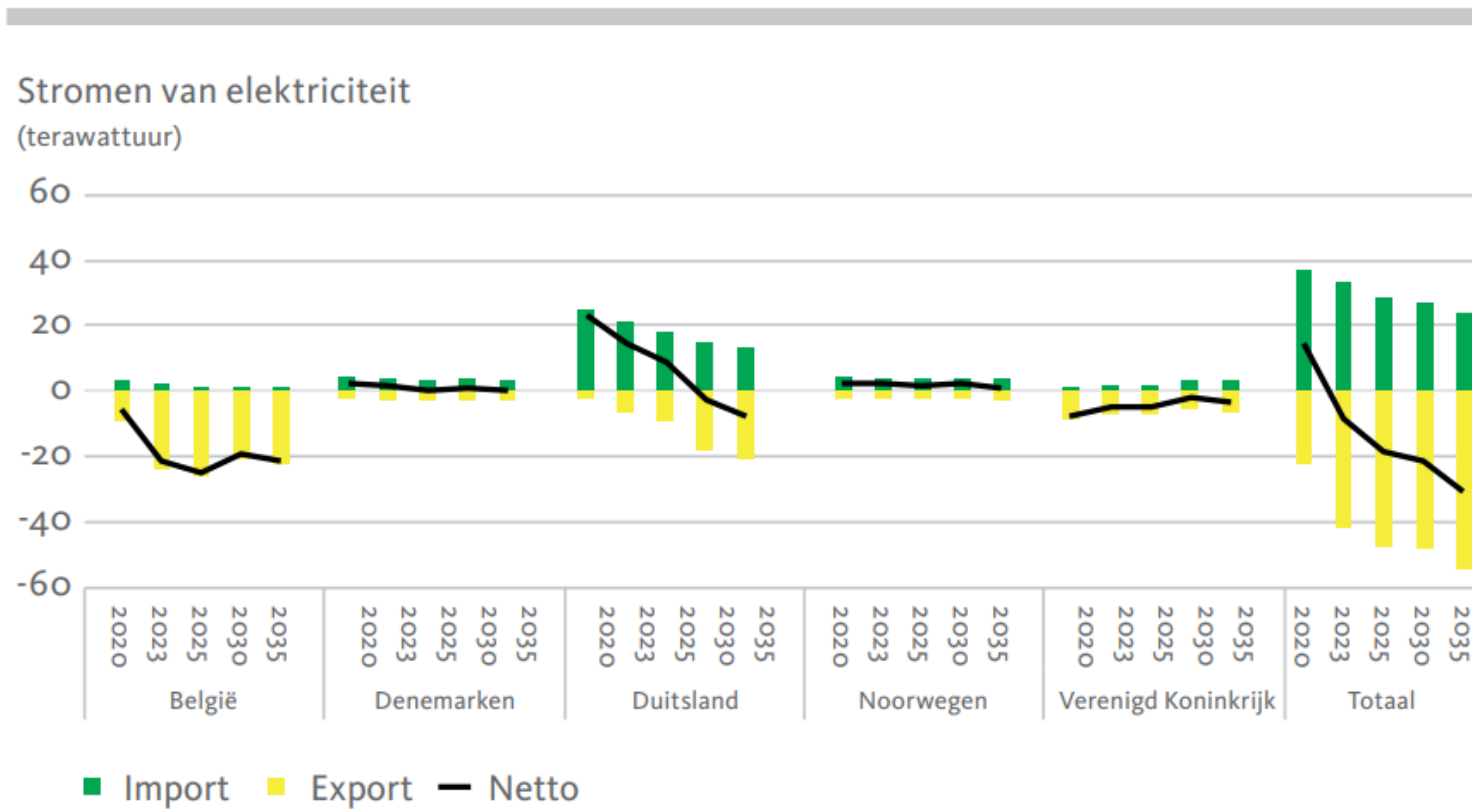
- **Opslag systemen, batterijen**
- **Power to gas, overtollige energie omzetten in waterstof of ammoniak**
- **Vraag kant reguleren met b.v. warmtepompen en flexibel opladen**

- **Nog steeds problemen**
- **Van de verwachte opgestelde hernieuwbare energie 26 GW (in 2035)**
- **Waarvan 25 GW weersafhankelijk**
- **Wordt slechts 3 GW structureel meegeteld**
- **Gigantische overcapaciteit nodig om leveringszekerheid te halen**

Andere oplossingen

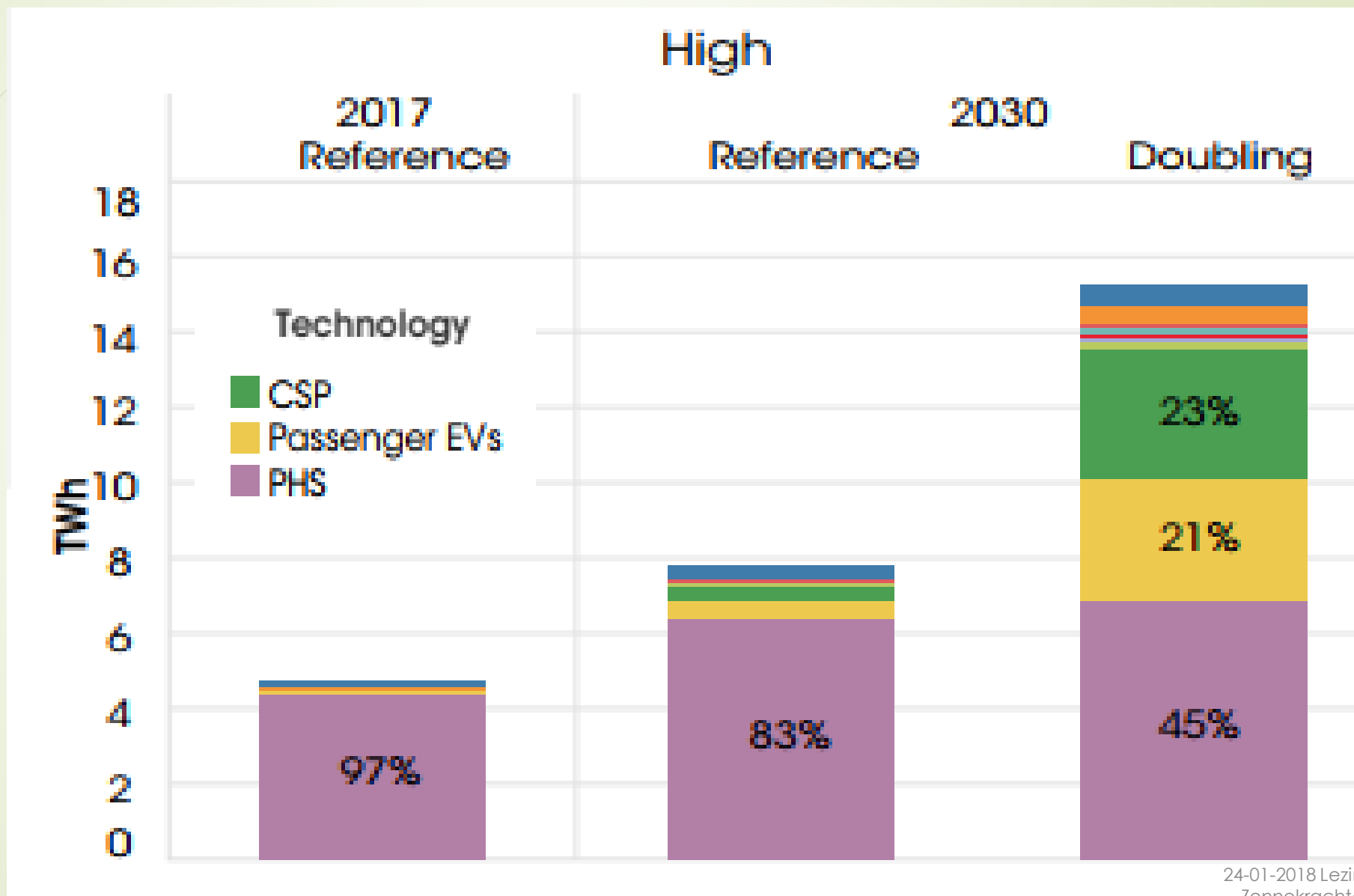
- Volgens ECN/PBL geen opslag van betekenis in 2030
- Voornamelijk onbalans opvangen met import export

Figuur 4.5. Fysieke stromen elektriciteit van en naar Nederland.



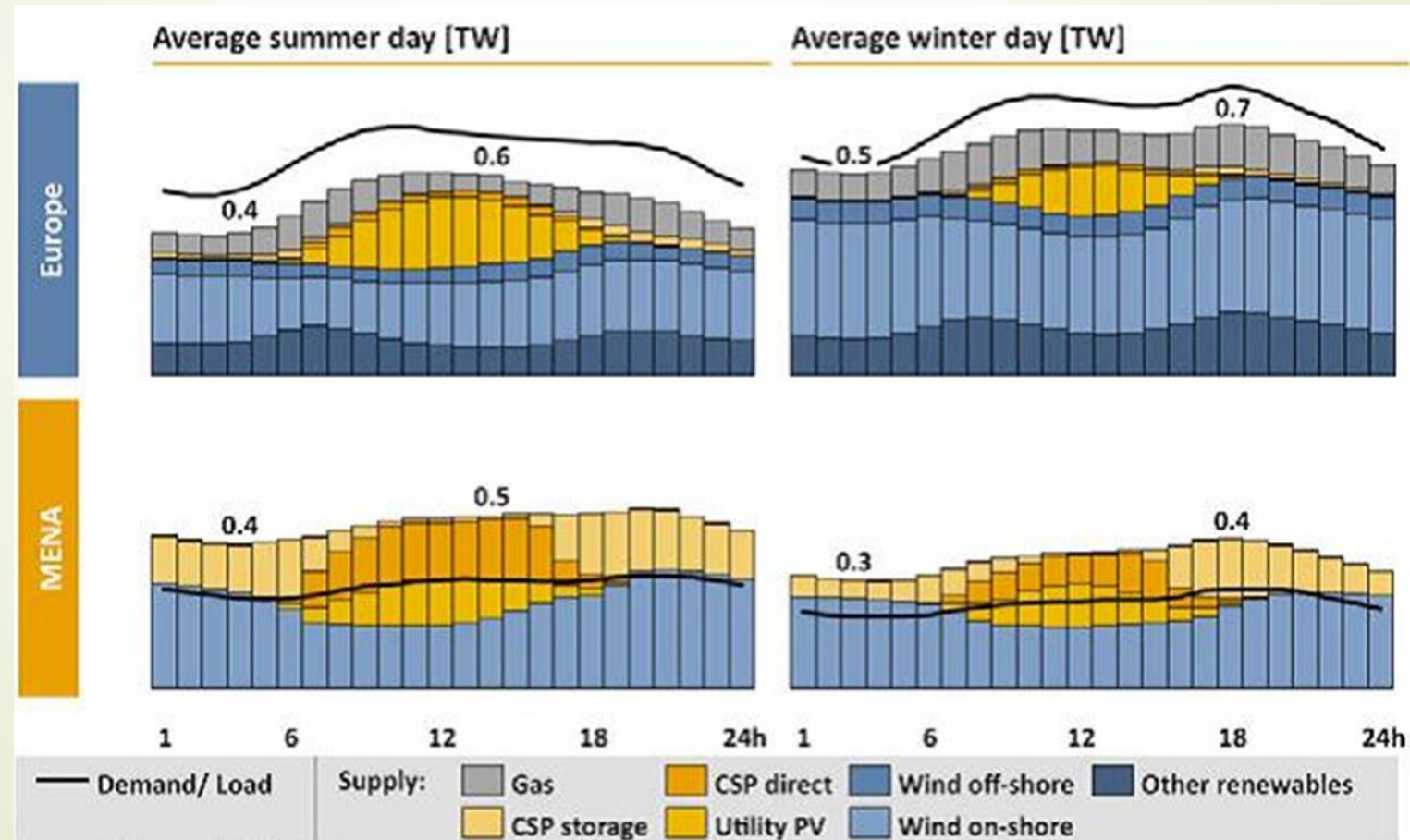
Opslag in 2030 (Irena 2017)

30



Het DESERTEC idee als oplossing

- Oogst hernieuwbare energie daar waar hij het meest voorhanden is
- Knoop al die bronnen aan elkaar
- Maar het systeem groot



Source: Dii, Fraunhofer ISI

Le DESERTEC du Nord

Het Power Link Island van Tennet



Fraunhofer studie 2017 integratie van Europa en Noord-Afrika

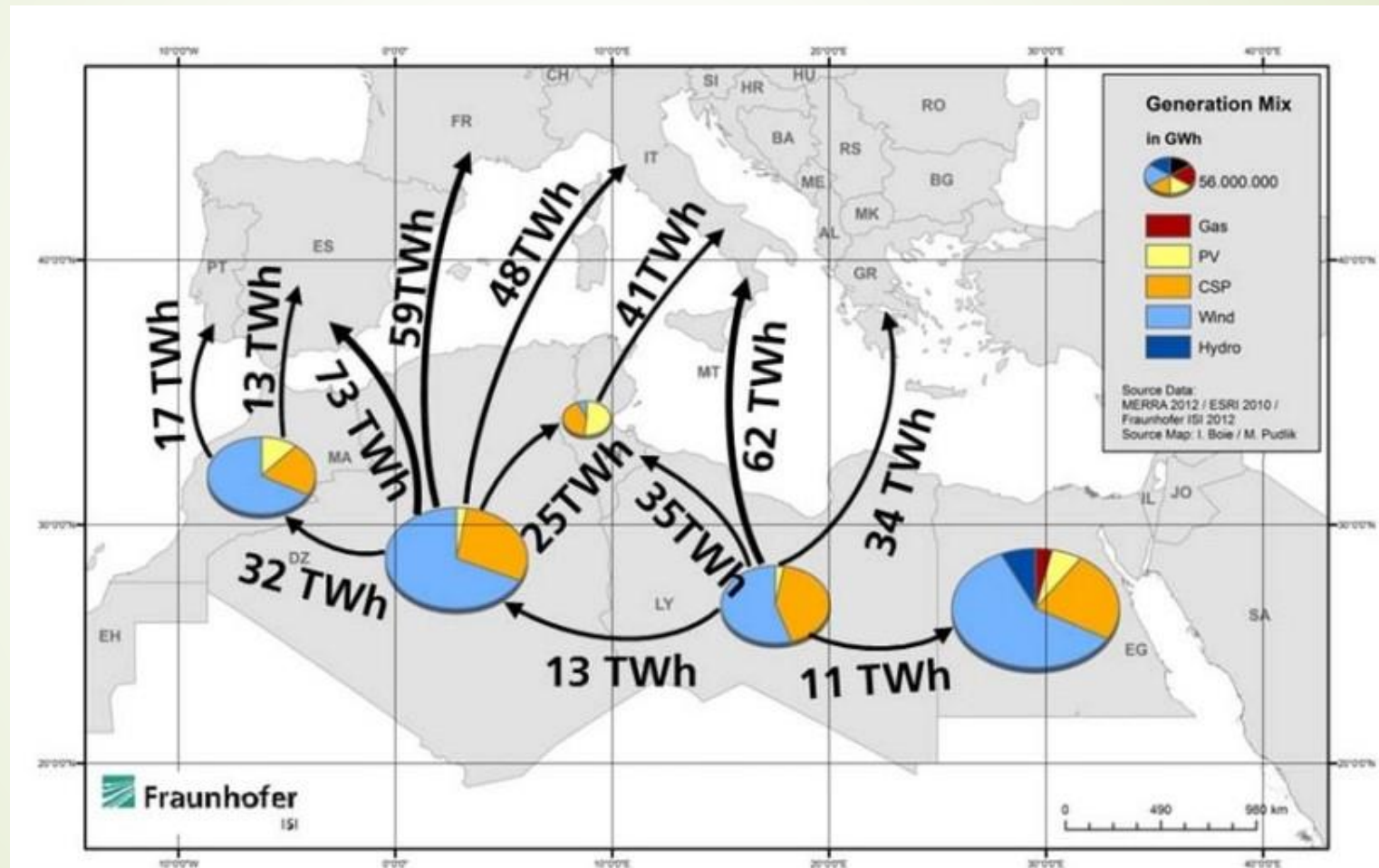


Figure 3-5: Visualization of the net electricity transmission in 2050 (Scenario 3)

Ook de markt ziet het wel zitten



CSP als onderdeel van de oplossing

Opslag: energie op afroep

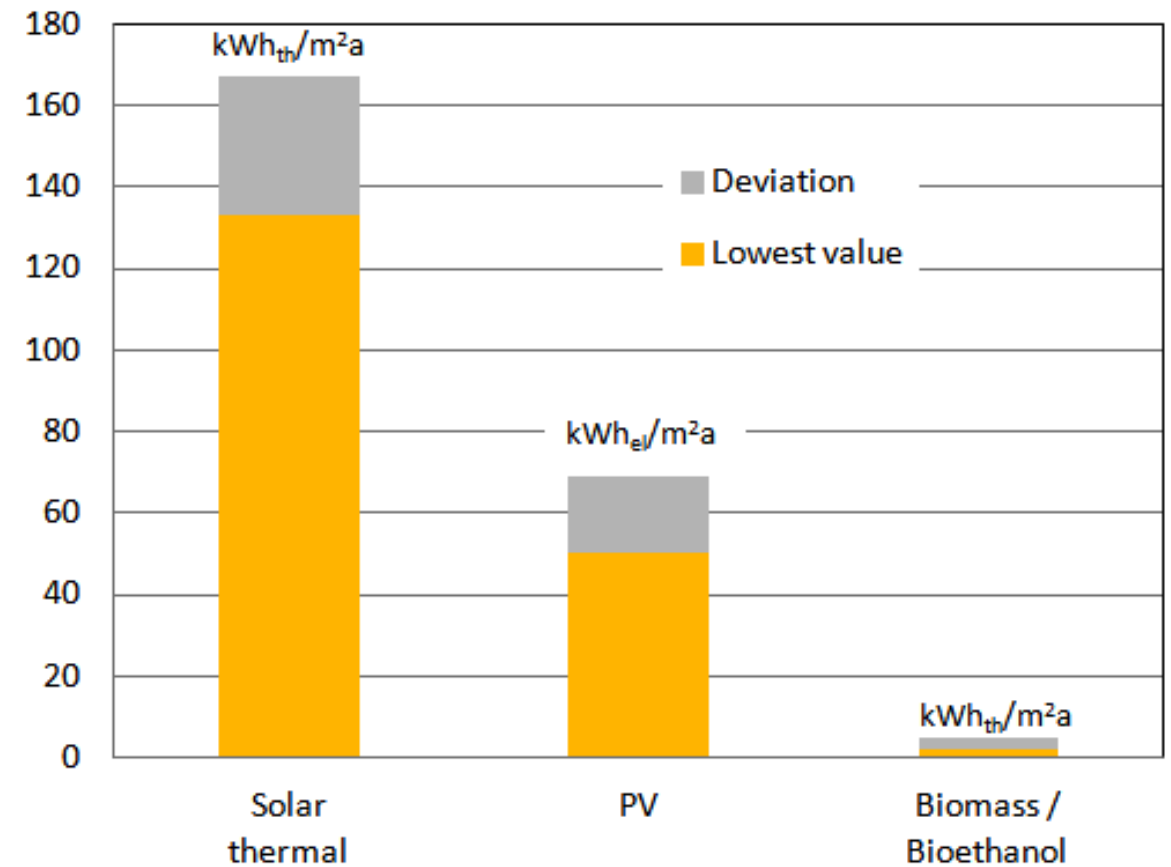
Transport: HVDC

www.Europagrid.com

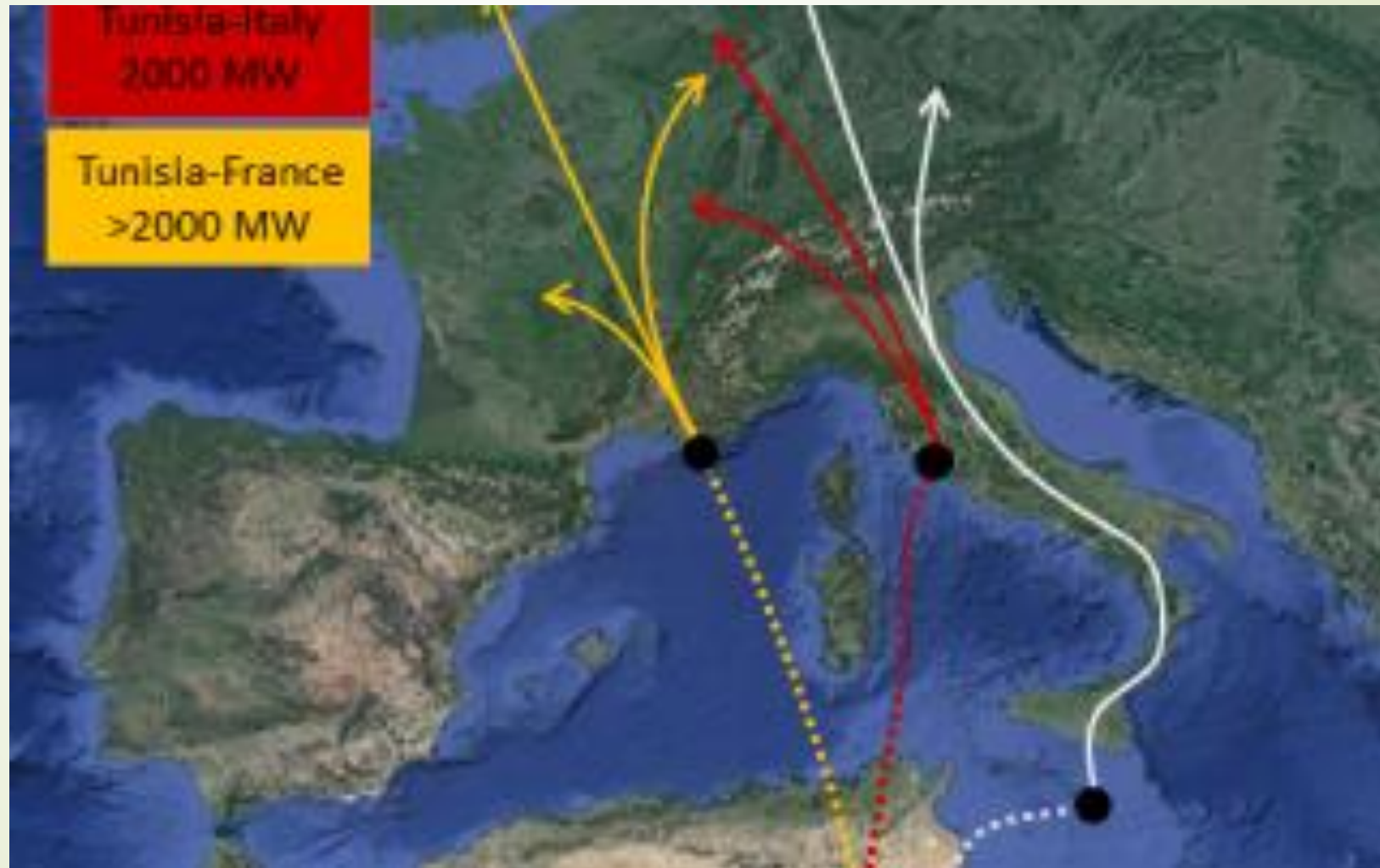
3% per duizend km verlies

**Import: Tunur biedt nu
hernieuwbare energie op
afroep aan voor 10 ct/kWh**

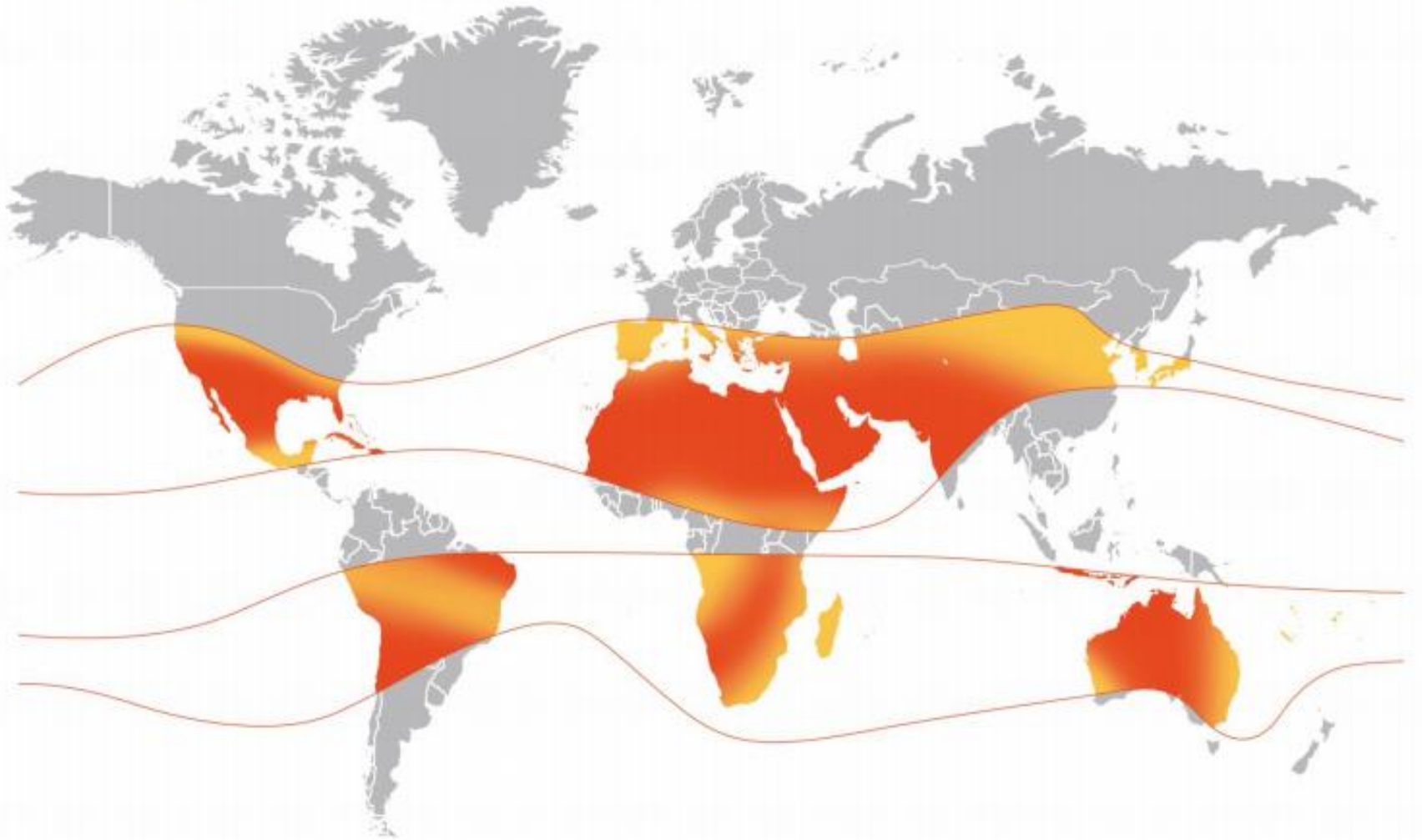
**Lokaal: Hybride CSP in
Denemarken voor warmte en
elektriciteit op afroep**



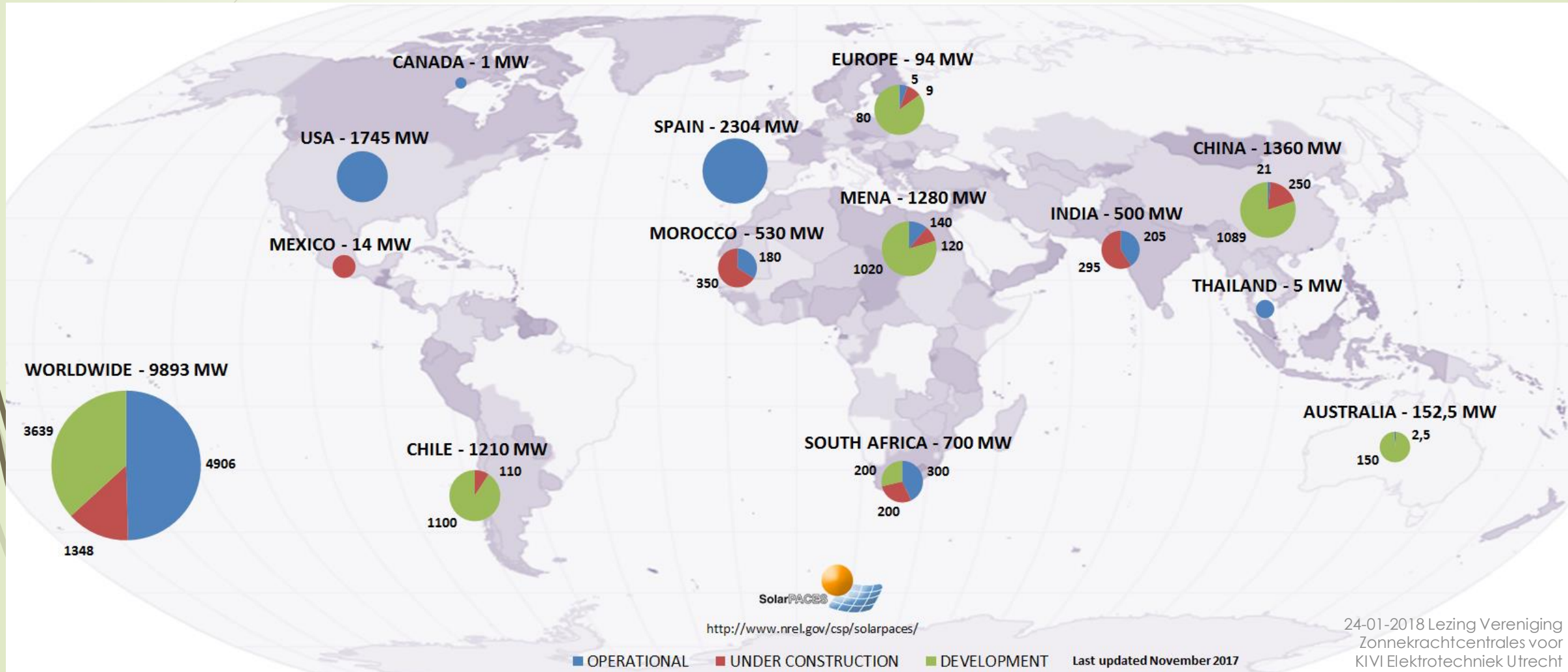
Het TUNUR project



Strong Solar Resources Coincident with Growing Energy Regions



Verspreiding CSP wereldwijd (Solarpaces)



Vragen



voorzitter@zonnekrachtcentrales.nl
www.zonnekrachtcentrales.nl

Sietse de Haan



Literatuur (een greep uit)

PBL/ECN [Analyse regeerakkoord Rutte III](#) effecten op klimaat en energie 30-10-2017

CBS [Hernieuwbare energie in Nederland](#) 29-09-2017

CBS [Factsheet Klimaat in Nederland](#) 21-12-2017

[Eurostat Table tsdcc100 2017](#)

ECN-Liander [Demand and supply of flexibility in the power system of the Netherlands, 2015-2050. Key Messages](#) nov 2017

REN21 [Global Status Report 2017](#)

UNEP [Emission Gap Report 2017](#)

DOE: [Sunshot program](#)

Dii-Desertenergy-Fraunhoferinstitut(2012) [Desert Power 2050](#)

CSP today <http://social.csptoday.com/>

Solar Paces <http://www.solarpaces.org/>

Desertec Foundation www.desertec.org

Performance of PV electricity Germany [SMA-Solar](#)

IRENA [Electricity Storage and Renewables](#) – costs and markets 2017

IRENA [Renewable power generation costs](#) in 2017 (jan 2018)

NREL: [Concentrating Solar Power Gen3 Demonstration Roadmap](#) jan 2017

PBL: [Nationale Energieverkenning](#) okt 2017

[Integration of Renewable Energy in Europe and Africa](#). (Fraunhofer institute april 2016)