



WARMTE OOGSTEN MET CONCENTRATED SOLAR POWER

Sietse de Haan voorzitter vereniging voor zonnekrachtcentrales

WAT KOMT ER AAN DE ORDE

- Wie zijn wij
- Energiebehoefte Nederland
- Wat is CSP, Verschillende types
- Oplossing voor Opslag
- Stoom voor industrie
- Warmte voor warmtenetten
- Performance in Nederland

WIE ZIJN WIJ

We zijn een vereniging

We willen de energietransitie versnellen, met als achterliggend propleem natuurlijk het klimaat

Ons idee is breed denken niet alleen focussen op Nederland

Dit idee heet ook wel de DESERTEC visie

Met speciale aandacht voor CSP

WIE ZIJN WIJ: KLIMAAT



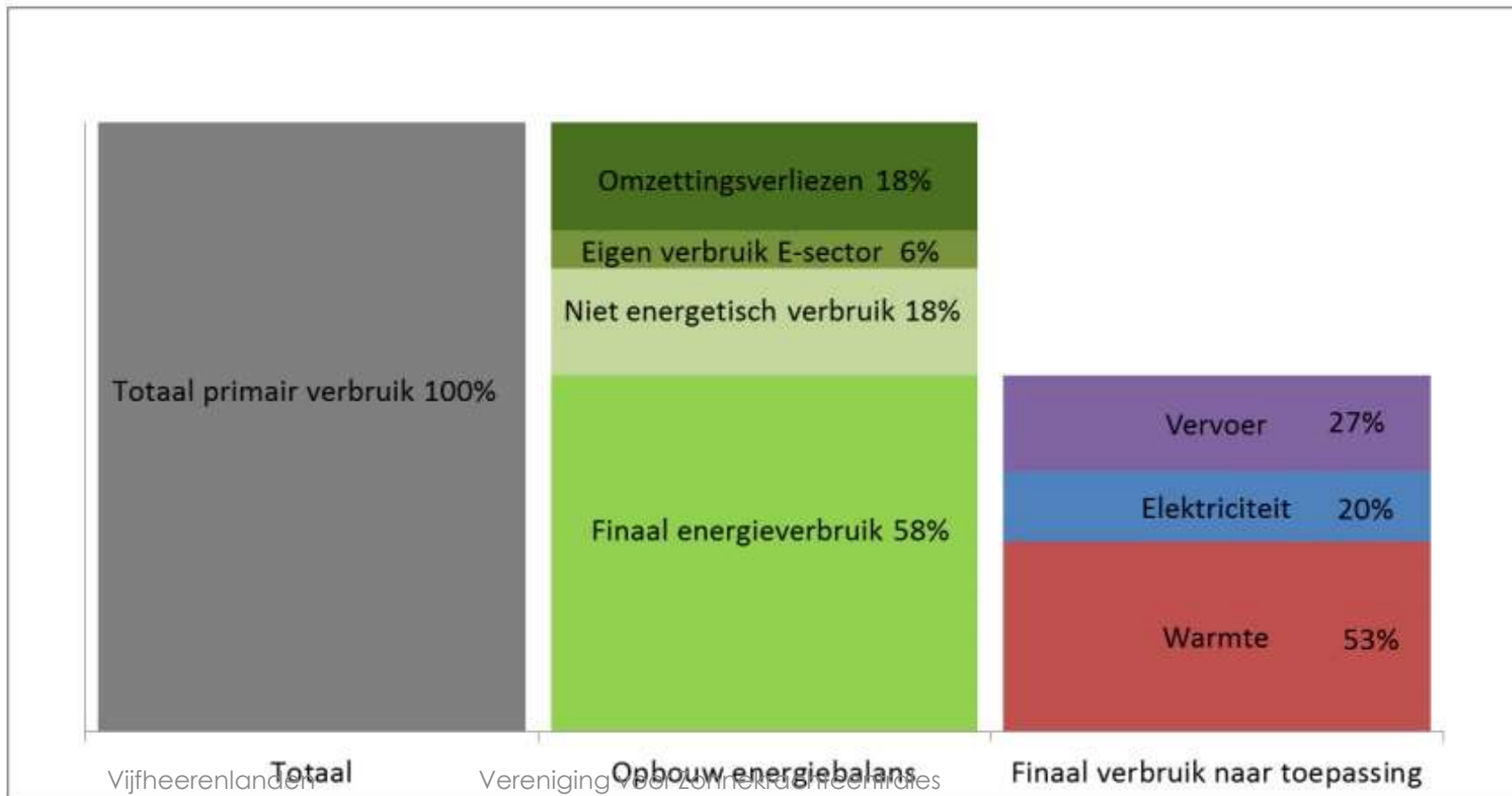
WIE ZIJN WIJ: CONCENTRATED SOLAR POWER, WAAROM ZIJN WIJ DAAR ZO ENTHOUSIAST OVER?

1. Zonlicht concentreren met spiegels
2. Warmte oogsten
3. Warmte opslaan
4. Stoom op afroep 24/7
5. Elektriciteit op afroep 24/7
6. Schoon water produceren
7. Waterstof produceren
8. Alleen in de woestijn?



PRIMAIR EN FINAAL ENERGIEGEBRUIK

Figuur 1: Opbouw energieverbruik in Nederland vanuit de CBS energiebalans 2015



Primair 3000 PJ
Finaal 1750 PJ
Waarvan
27% vervoer
20% elektriciteit
53% warmte
Peta = biljard =
 10^{15}
Bron monitoring
warmte 2017-04
ECN-CBS

VERSCHILLENDE VORMEN VAN CSP: DE TORENCENTRALE

Hoogste temperaturen



VERSCHILLENDE VORMEN VAN CSP: DE TROGSPIEGELS



AALBORG CSP
- Changing Energy



[Press](#) [Career](#) [Suppliers](#) [Brochures](#) [Contact](#)



[ABOUT](#) [EXPERTISE](#) [BUSINESS AREAS](#) [PROJECTS](#) [NEWS & EVENTS](#)



**16.6MWTH CSP FOR COMBINED HEAT AND POWER GENERATION,
DENMARK**

TROGSPIEGELS AALBORG DENEMARKEN



VERSCHILLENDE VORMEN VAN CSP: FRESNEL SPIEGELS

Medium temperatures



VERSCHILLENDE VORMEN VAN CSP: DISH-SCHOTEL-CENTRALES

Met stirling motor in brandpunt de kleintjes links 1 kWel en 3 kWth (2,1 m x 2,5 m) ca 200 °C



OPSLAG: IN VLOEIBAAR ZOUT

- In vloeibaar zout



- Opslag van 1,1 GWh
- Kan een centrale van 110 MW 10 uur op draaien
- LCOS € 15 /kWh
- Eindeloos te gebruiken zonder degradatie
- 1 m³ zout kan evenveel energie opslaan als 100 m³ water dat je 230 m omhoog hijst.

OPSLAG IN VLOEIBAAR ZOUT



- Twee opslag tanks
- Een warme en een “koude”

OPSLAG IN BETON

Thermal Battery element

- In één kleine zeecontainer $1,75 \text{ MWh}_{\text{th}}$



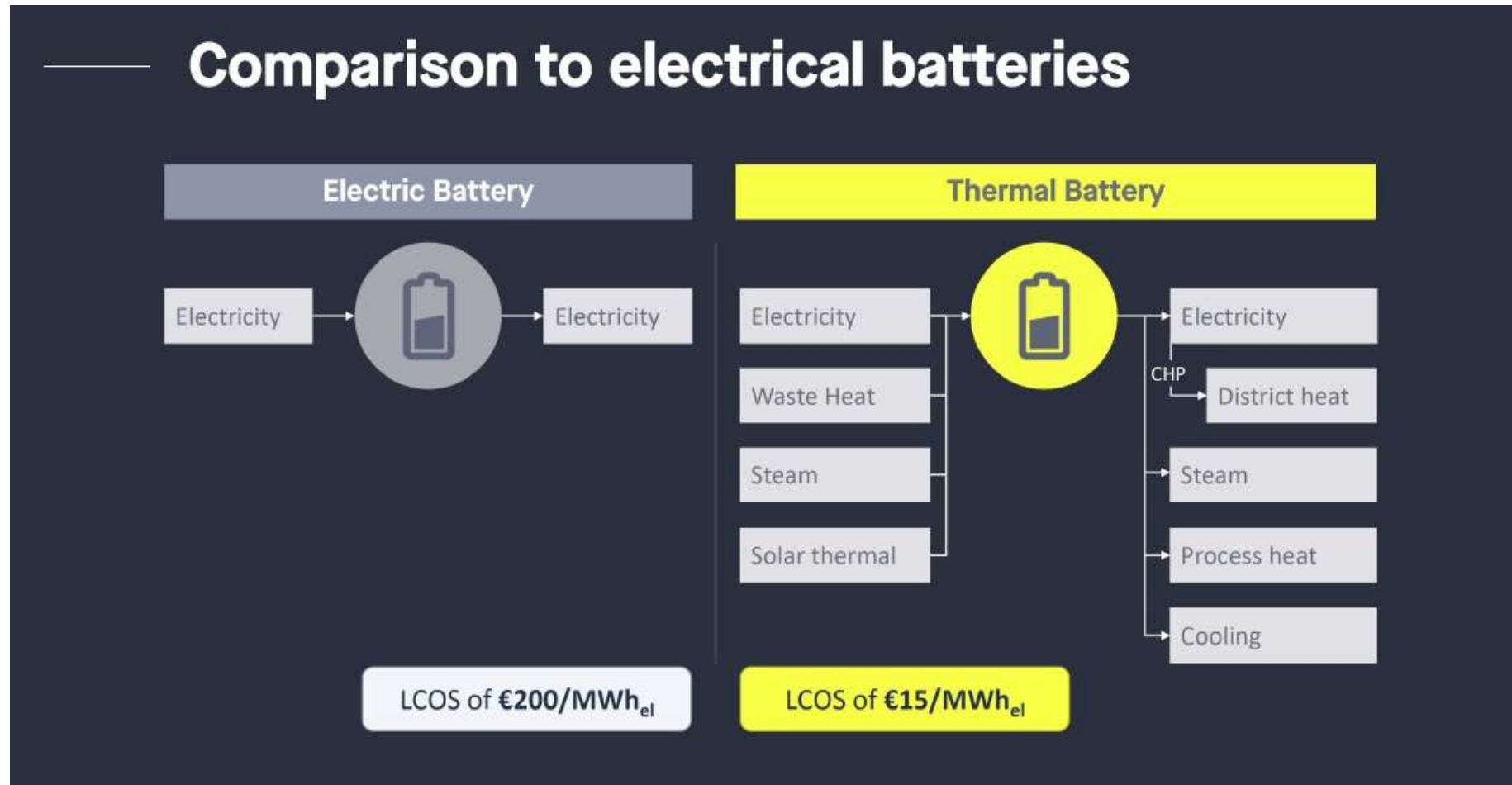
- **Proprietary** technology & design
- Superior storage medium made from **abundant geomaterials**
- **Compatible** with most HTFs*

Thermal Battery module

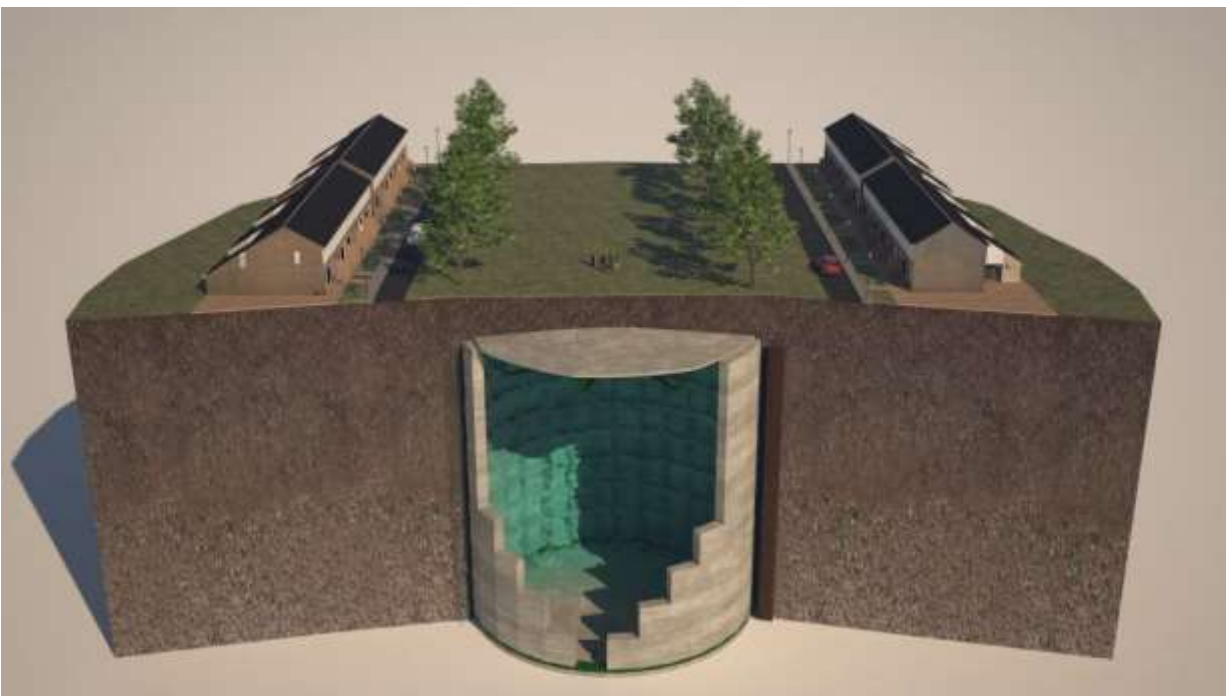


Module	Dimensions (LxWxH) [m]	Weight [tons]	Capacity [MWh_{th}]
T06	6 x 2.4 x 2.4	45	1.5 – 2.0

OPSLAG VERGELEKEN



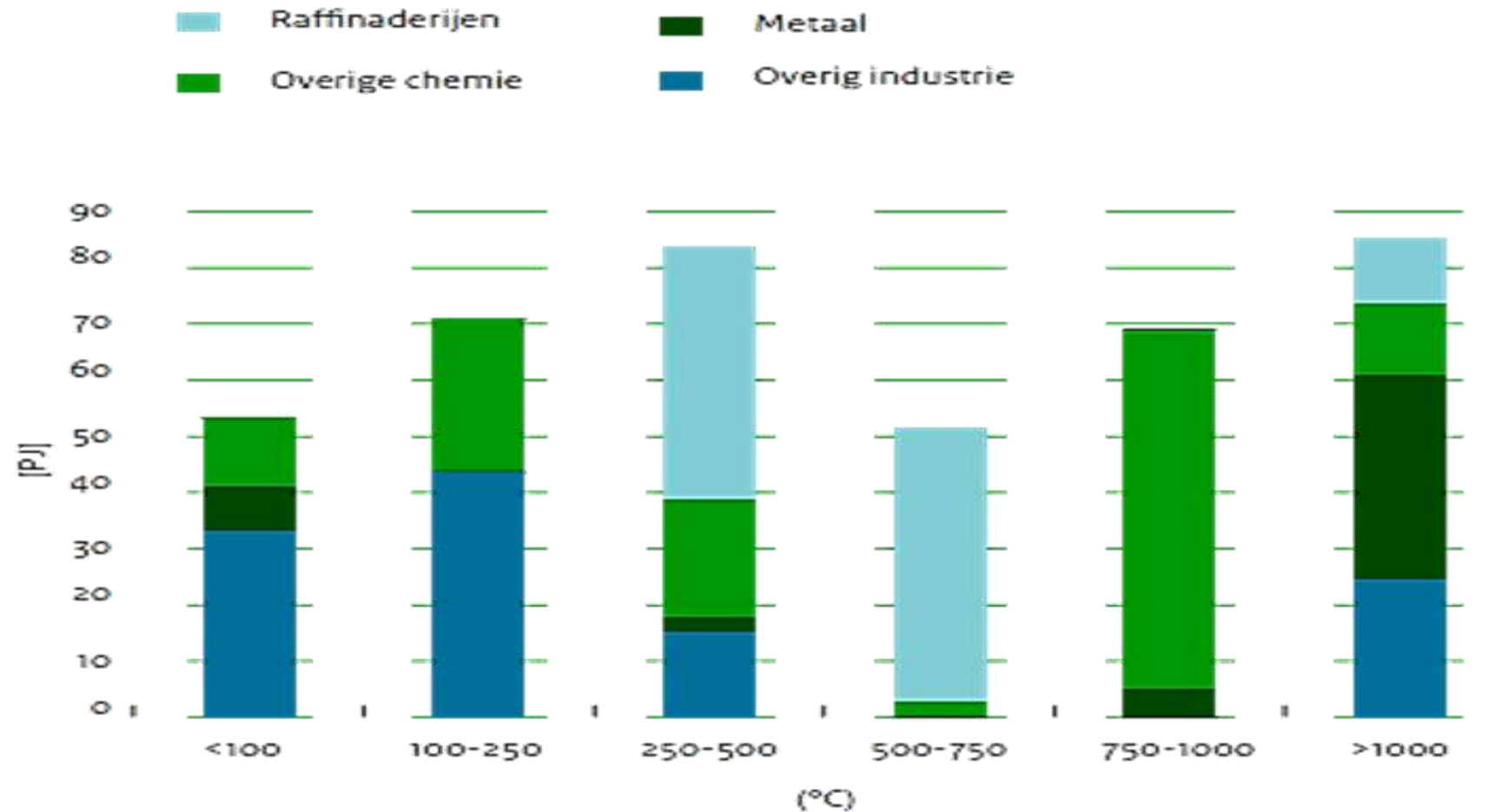
SEIZOENSOPSLAG IN ECOVAT



Vaten tot 100.000 kuub

- Warmte van 90 graden
- Verlies ca 10 graden
- Afhankelijk van de dimensionering
- Tot 4,5 GWht_h
- Geschikt voor 300 huishoudens
- Rendement voor 6 maanden > 90 %

WARMTEVRAAG INDUSTRIE



STOOM VOOR DE INDUSTRIE

Direct stoom

- Fresnel spiegelcentrale geschikt
- Vraag naar stoom in de industrie 88 PJ eindgebruik
- Algemeen warmte industrie 412 PJ
- Waarvan de helft onder de 500 °C

Indirect stoom

- Trogspiegel met thermische olie in de buis
- Warmtewisselaar nodig
- Opslag ertussen is logisch

STOOM VOOR DE INDUSTRIE

Druk en temperatuur

- Verschillende drukken mogelijk tot 100 bar
- Verschillende temperaturen mogelijk tot boven de 300 graden

Opbrengst

- B.v. met een half voetbalveld trogspiegels (1340 m²) 10 spiegels
- 1,2 ton stoom van 50 bar per uur
- 732 MWh bruto (= 2635 GJ)
- Temp. 280 graden
- Vermogen 600 kW
- Gasbesparing 82000 m³ per jaar

WARMTE VOOR WARMTENETTEN

Seizoensopslag

- Ecovat met als warmtebron
 1. Trogspiegels
 2. Fresnelspiegels
 3. Dishspiegels – gecombineerd met elektriciteitsproductie

Direct gebruik

- Probleem mismatch seizoen
 1. Combineren met bio
 2. Combineren met elektriciteitsproductie
 3. Trogspiegels met opslag voor 24/7
 4. Finaal gebruik in Nederland 24 PJ

WARMTE VOOR WARMTENETTEN

“gewone” zonnecollectoren

- Zoneiland Almere
- 7800 m² kleine ha
- Opbrengst 1,2 GJ/m²/a = **330 kWh/m²/a**
- Bijdrage 10% van de warmtevraag voor het netwerk wat aan 2700 bewoners
- Levert water > 60 graden

Mismatch vraag en opbrengst
huishoudens per dag en seizoen

Afbeelding IV.6 : Zoneiland Almere, gecombineerd met warmtenet Nuon.



WARMTE VOOR WARMTENETTEN

Trogspiegels in combinatie met bio

- Aalborg Brødeslev
- 16,6 MWth
- Kleine 2,8 ha aan spiegels
- Opbrengst $2,0 \text{ GJ/m}^2/\text{a} = \mathbf{550 \text{ kWh/m}^2/\text{a}}$
- Met opslag
- Met elektriciteits-productie voor piekvraag
- Levert warmte rond 90 graden

Aalborg Denemarken



PERFORMANCE IN NEDERLAND

Zonnecellen PV

- 175 Wp/m² (280 Wp/ paneel)
- Opbrengst **160 kWh/m²/a**
- 's-nachts geen opbrengst
- 's-winters vrijwel geen opbrengst



Trogspiegels

- 640 W_{th}/m²
- Opbrengst **550 kWh/ m²/ a**
- Voornamelijk zomer
- Meeropbrengst avond, winter
- Door opslag dag en nacht beschikbaar (lager vermogen)
- Afhankelijk van de toepassing zelfs seizoensopslag mogelijk

DANK VOOR UW AANDACHT

Sietse de Haan

voorzitter@zonnekrachtcentrales.nl

Vertegenwoordiger van DESERTEC in
Nederland

06 498 40 413



ENKELE ADRESSEN

- http://www.solatom.com/index_en.html
- <https://www.aalborgcsp.com/business-areas/industrial-solar-technologies/industrial-solar-technologies/>
- <http://www.estelasolar.org/>
- <http://helioscsp.com/>