

Hoge temperatuur thermische opslag

Moet er nog zout/zand zijn?

Jan Diriken
VITO/EnergyVille

Industriële warmtevraag

Noden en opportuniteiten voor
thermische opslag



Industriële warmtevraag

25%

globale CO2-emissies

37%

globale energieverbruik

Energievraag
gelinkt aan
economische
groei

Weinig

commercieel
beschikbare
oplossingen

Lokaal
opgewekte energie

Fossiele

brandstoffen

Trage

elektificering

Hoge

temperatuur warmte

Industriële warmtevraag

Wat betekent **CCU**
voor mijn bedrijf?

Wat betekent
elektrificatie
voor mijn bedrijf?

Aankoop Groene
elektriciteit of
eigen productie?

Is **waterstof**
een oplossing?

Gebruik ik **diepe**
geothermie of
CST/CSP?

Biogas of **groen**
gas?

Hybride
warmtepompen
of **biogas boilers**?

Wat is het effect op
mijn processen en
producteigenschappen?

Blijven mijn producten
maakbaar en
betaalbaar?

Industriële warmtevraag

Stappen naar defossilisatie



Industriële warmtevraag

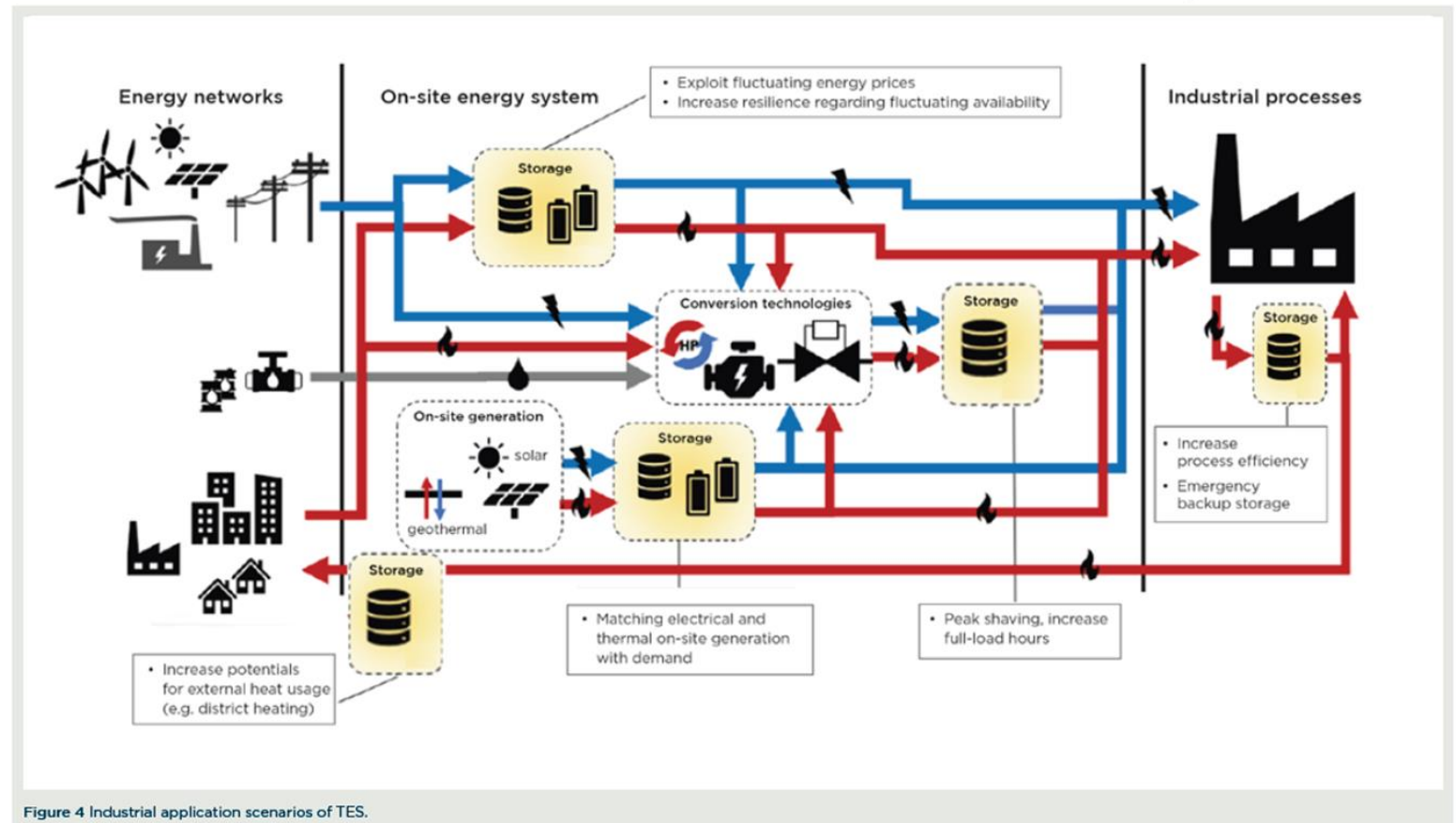
Stappen naar defossilisatie



Hoge temperatuur thermische opslag

De rol van opslag in een industriële context

- Integratie van hernieuwbare energiebronnen
- Combinatie met conversietechnologie
- Flexibiliteit
- Hergebruik afvalwarmte
- Efficiëntere processen



Bron: IRENA_Innovation_Outlook_TES_2020

([Innovation outlook: Thermal energy storage \(irena.org\)](https://www.irena.org/publications/2020/04/Innovation-outlook-Thermal-energy-storage))

Hoge temperatuur thermische opslag

Potentiële impact in de EU

- Verhoogd aandeel hernieuwbare bronnen
- Verminderde uitstoot broeikasgassen
- Hergebruik van restwarmte
- 1793 TWh fossiele brandstof vervangen door RES
- 513 MT CO₂ eq uitstoot minder

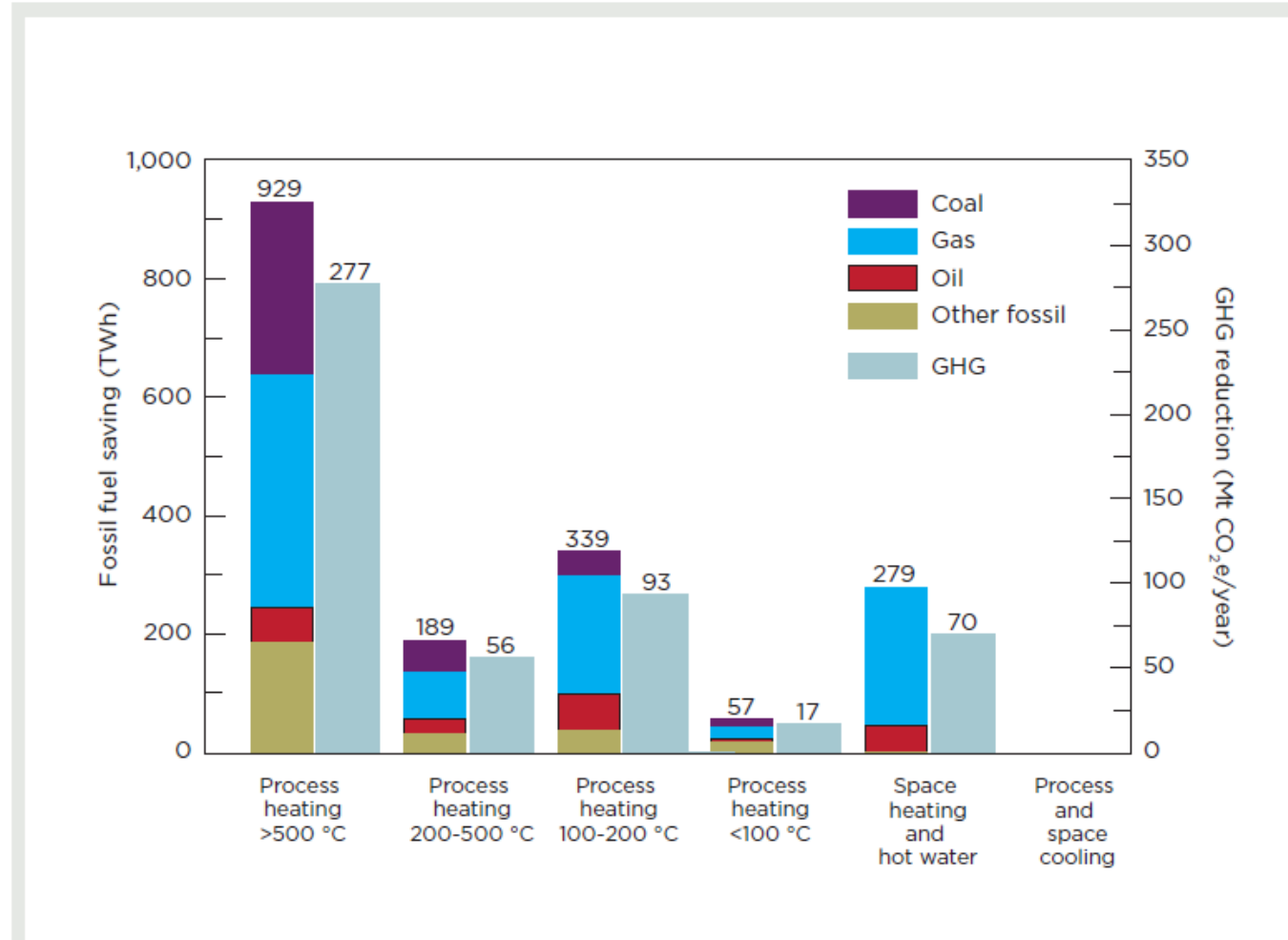


Figure 5 Fossil fuel and GHG emissions reduction through integrating industrial TES.

Industriële warmtevraag

Restwarmte potentieel binnen de EU

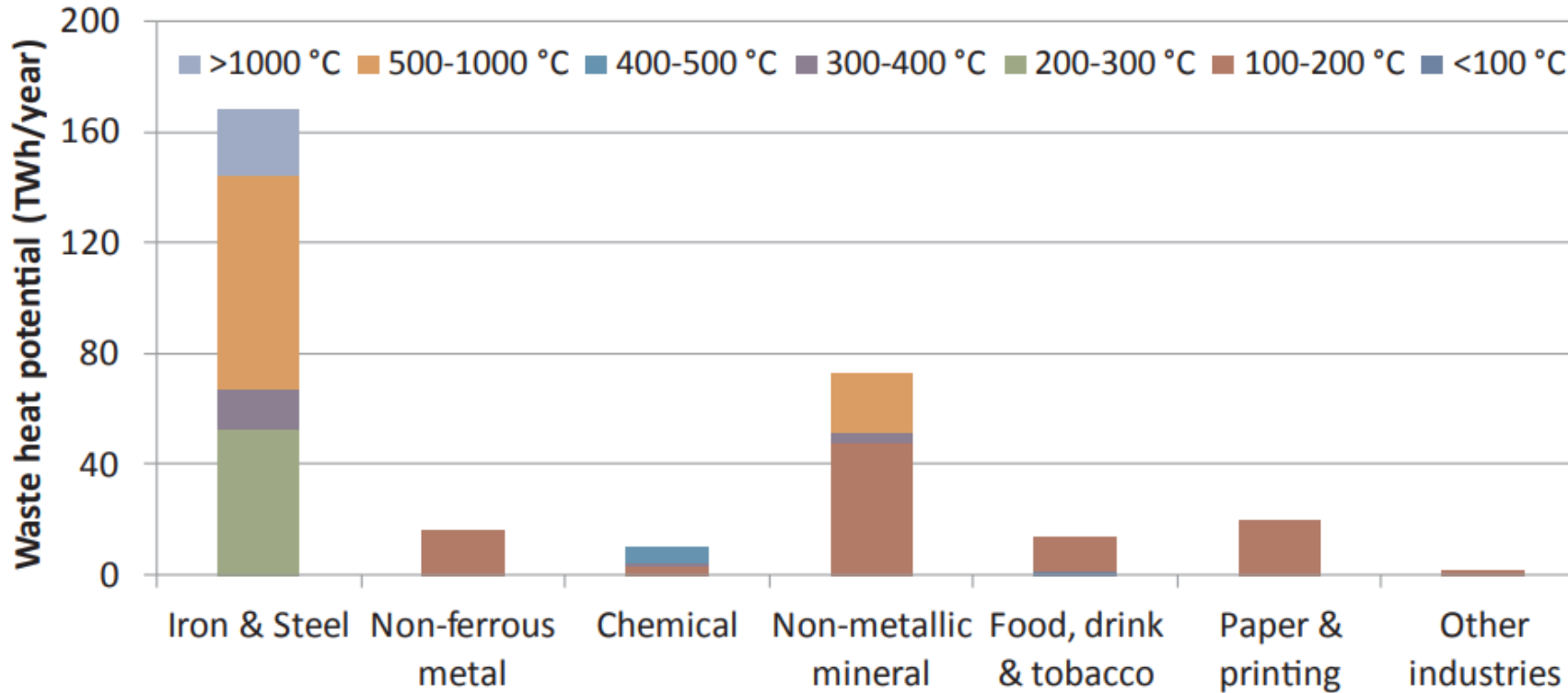


Fig. 4. Waste heat potential per industrial sector and temperature level for EU industry in 2015.

Bron: M. Papapetrou et al. Applied Thermal Engineering 138 (2018)

Thermische opslag op hoge temperatuur

Technologisch overzicht & voorbeelden

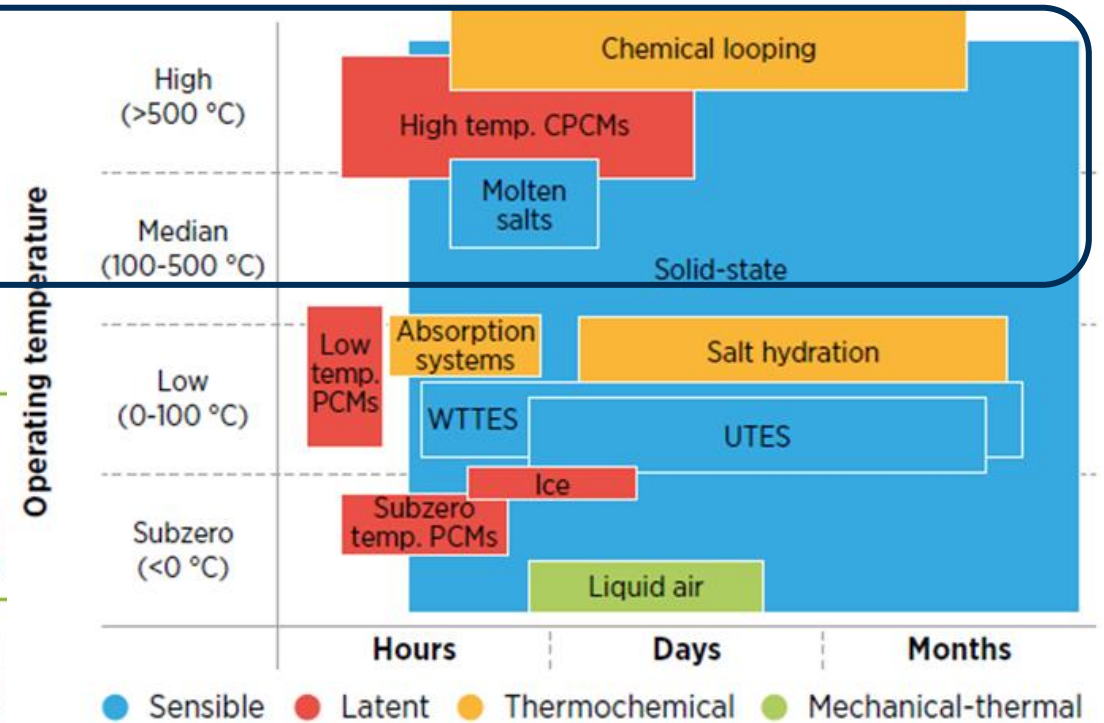


Hoge temperatuur thermische opslag

Overzicht van technologieën en innovatieve status

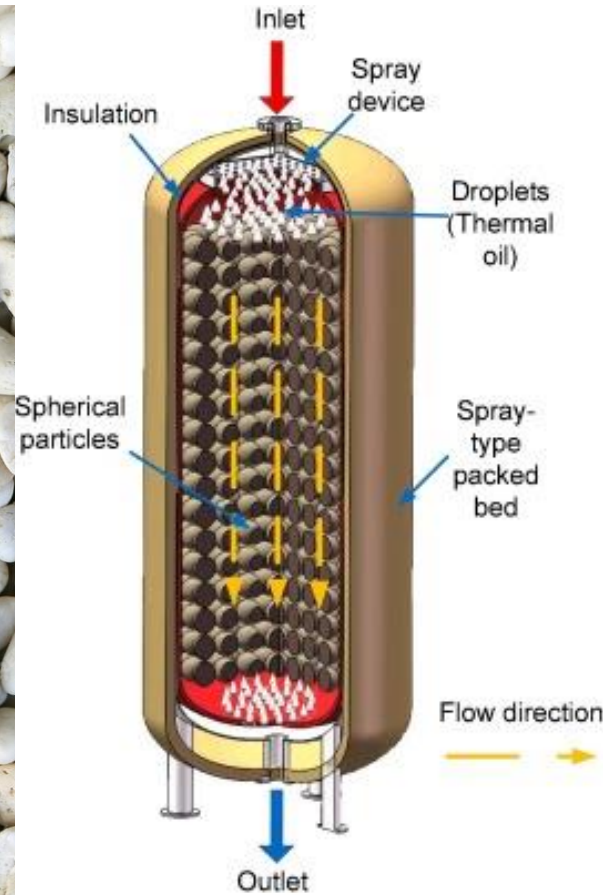
Industriële toepassingen

Industriële toepassingen



Hoge temperatuur thermische opslag

Packed-bed (I)



Bron: EERA, Industrial Thermal Energy Storage Supporting the transition to decarbonise industry

- Opslag in vaste materialen
 - Natuurlijk gesteente (grint, basalt, ...)
 - Afvalmaterialen (slak)
 - Keramisch
 - Metalen
- Voorbeeld: ArcelorMittal (Spanje)
- Recuperatie restwarmte uit elektrische hoogoven (700 °C)
- Hergebruik: voorbehandeling scrap & stoomproductie
- Grootschalige uitrol: 4% reductie in CO₂ uitstoot in staalproductie

Hoge temperatuur thermische opslag

Packed-bed (II)

- Opslag in vaste materialen
 - Natuurlijk gesteente (grint, basalt, ...)
 - Afvalmaterialen (slak)
 - Keramisch
 - Metalen
- Voorbeeld: Yara Chemical Plant, Heroya, Noorwegen
- ThermalBattery (EnergyNest) op basis van HeatCrete
- Doel: balanceren stoomnetwerk op 3 temperatuurniveaus
- Impact: 8 ton CO₂ per dag minder!



Figure 11 Four module ThermalBattery™ before insulation and cladding, during assembly at site in Norway [31].

Hoge temperatuur thermische opslag

Gesmolten zouten (I)



Bron: Norbis Park, Kyoto Group

- HeatCube
- 18 MWh project in Denemarken
- 5 MW laden, 4 MW ontladen
 - Temperatuur 415 °C
- Bron voor warmtenet
- Elektrisch laden
 - Inspelen op flexibele reservemarkt
- 275 woningen
- Tot 2000 ton CO₂ besparing per jaar

Hoge temperatuur thermische opslag

Gesmolten zouten (II)

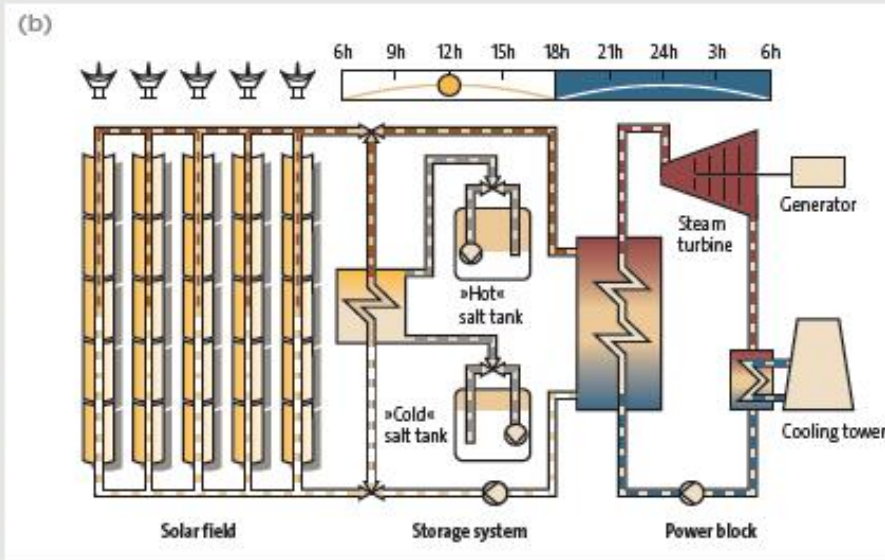


Figure 9 (a) Molten salt TES in Andasol Solar Power Station; (b) the system layout (daytime operation) [28].

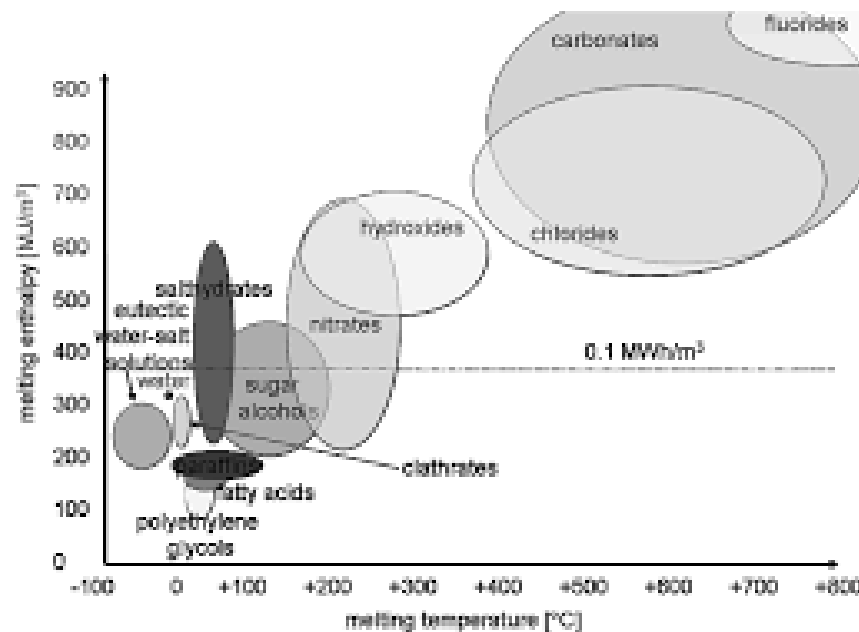
Bron: EERA, Industrial Thermal Energy Storage Supporting the transition to decarbonise industry

- Voelbare warmte in vloeistof
- Veelvuldig gebruikt in combinatie met CSP
- Voorbeeld: Andasol Solar Power Station (Spanje)
- 150 MW
- 28 500 ton zout (natrium/kalium nitraat)
- 290 – 390 °C
- Overbruggen schaduwperiodes of nacht (tot 7,5 uur)

Hoge temperatuur thermische opslag

Latente warmte

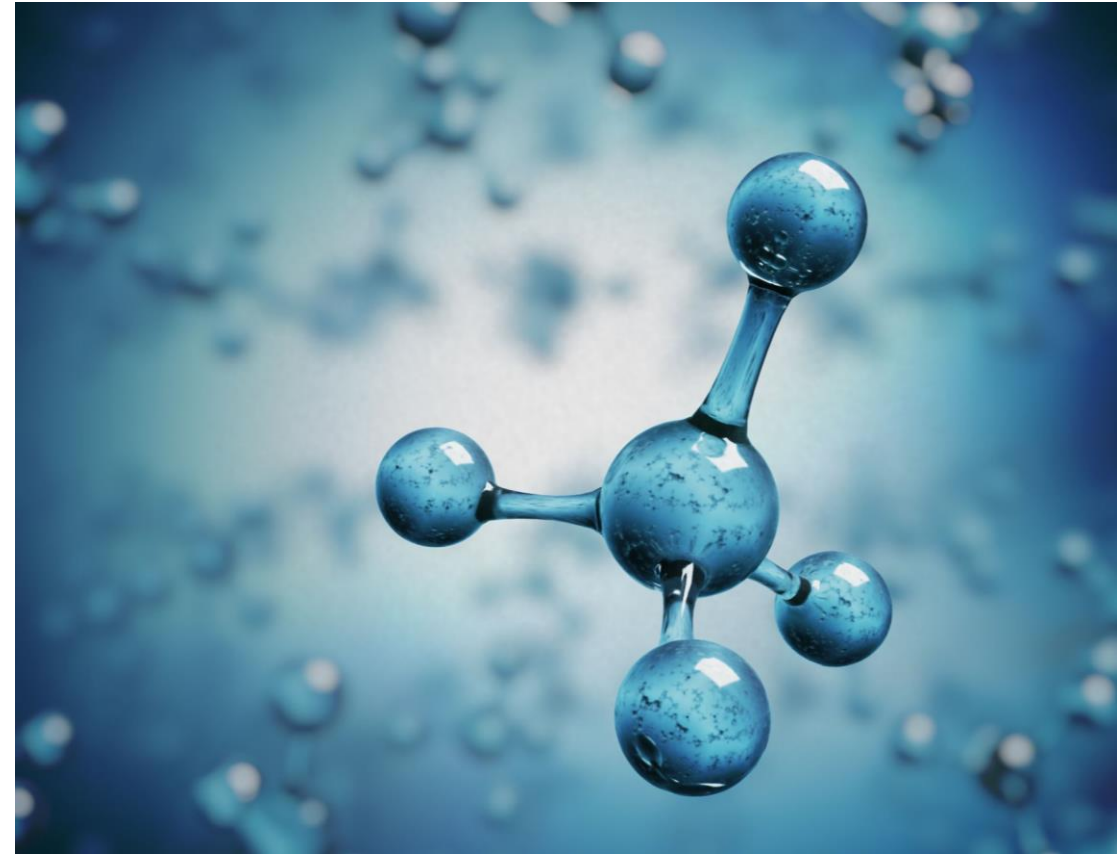
- Aanwending faseovergang van opslagmateriaal
- Meestal vloeibaar/vast
- Hoge opslagdichtheid bij beperkte temperatuursverandering



Hoge temperatuur thermische opslag

Chemische reacties

- Reversibele endo/exotherme reacties
 - Virtueel verliesvrije opslag
 - Zeer hoge opslagdichtheden realiseerbaar
 - Laag TRL niveau
-
- Voorbeeld: $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$



Hoge temperatuur thermische opslag

Chemische reacties

- SaltX demonstrator
- Vattenfall WKK in combinatie met warmtenet
- 10 MWh
- 500 °C laden, 450 °C ontladen
- Efficiëntie van 72% tot 85%



Figure 13 SaltX thermochemical energy storage system [40].

Thermische opslag op hoge temperatuur

Hoeveel mag het (gaan) kosten?



Hoge temperatuur thermische opslag

Hoeveel mag het (gaan) kosten?

	Sensible			Latent			Sorption & Chemical reaction		
	2018	2030	2050	2018	2030	2050	2018	2030	2050
Cost (Eur/kWh)	0.09-31	0.09-22	0.09-13	53-106	53-84	53-71	Research	Pilot scale 80-160	Demonstration <80
Lifetime (cycles)	1,000-3,000	3,000-5,000	5,000-7,500	1,000-3,000	3,000-5,000	5,000-7,500	<100	500-1,000	1,000-3,000

Table 2 Foreseen objectives of capital cost and lifetime cycles of sensible, latent, sorption and chemical TES for industry [23].

- Nood aan standardisatie
- Materiaalkost blijft dominerende factor

Dank u!

Jan Diriken
jan.diriken@vito.be
EnergyVille I
Thor Park 8310 – 3600 Genk