

Webinar innovatieroadmap warmteopslag en internationale stand van zaken

2 april 2024



Bron: Cellcius

**Welkom! De webinar begint
over enkele minuten**

Programma

- **Introductie door TKI Urban Energy**
- **Nederlandse warmteopslag-technieken ten opzichte van internationale stand van zaken - Wim van Helden (Renewable Heat)**
- **Nieuwe innovatieroadmap warmteopslag - Ruud Cuypers (TNO)**
- **Vragenronde en afsluiting**





Innovatieve warmteopslag in Nederland: hoe staan we internationaal?

Wim van Helden
Renewable Heat

Webinar, 2 April 2024

Doel



Vaststellen van de ontwikkelingsstatus van NL warmteopslagtechnieken t.o.v. andere landen

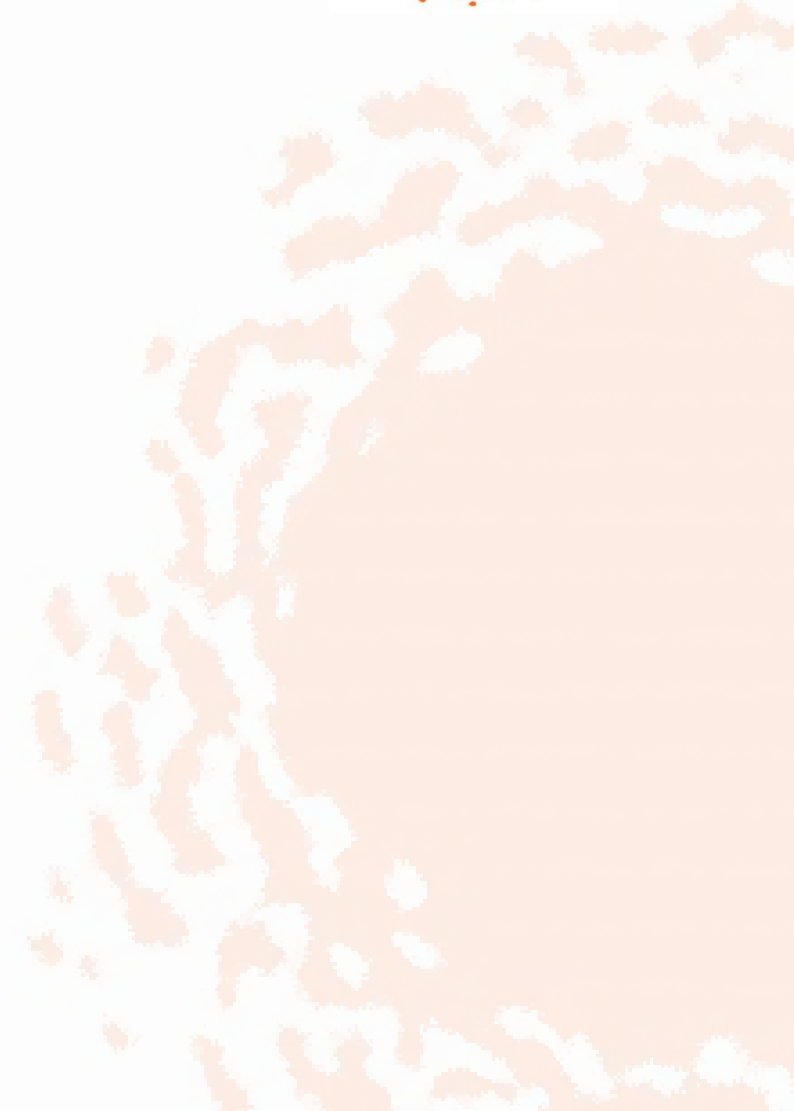
- Waarin loopt NL voorop?
- Welke toepassingsgebieden zijn er (mogelijk)?
- Zijn er kansen voor buitenlandse samenwerking?
- Welk beleid is nodig voor versnelling/voorlopersrol?

Opdrachtgever: RVO en TKI Urban Energy

Scope: toepassing in de gebouwde omgeving

Onderwerpen:

- Warmteopslagtechnologieën
- Longlist buitenlandse R&D organisaties
- Ontwikkelingen in de belangrijkste buitenlandse landen
- Korte enquête onder buitenlandse experts
- Relatieve positie van NL
- Conclusies



Warmteopslagtechnologieën



- Basis: Innovatieroadmap Warmteopslag
- Additionele technologieën: BTES, PTES (warmtereservoirs)

Omschrijving	
A	Voelbaar decentraal in water, boilers met kleinere volumes
B	ATES, aquifer thermal energy storage
C	Voelbaar centraal: PTES (Pit); TTES (Tank); BTES (Borehole) TES
D	HT sensibel, voelbare opslag in vaste stoffen of vloeistoffen, voor hoge temperaturen
E	PCM, faseovergangsmaterialen
F	TCM, thermochemische warmteopslag
G	IJzer redox, of iron fuel

Buitenlandse R&D organisaties



- Bronnen:
 - IEA ES Task39 (LTES, Large Thermal Energy Storages for District Heating) en
 - IEA ES Task40 (CTES, Compact Thermal Energy Storage Materials within Components within Systems)
- Input van Stakeholders
- Longlist: 78 organisaties, 15 landen (en nog groeiend).

Een deel van het overzicht voor Boilers/Tanks en ATEs



AT	Wels	FHOÖ
BE	Genk	VITO/Energyville
CA	Ottawa	CanMet Energy
CH	Luzern	HSLU
CH	Zürich	Hogeschool Zürich ZHAW
DE	Stuttgart	Solites
ES	Lleida	Univ. Lleida
ES	Barcelona	Univ. Barcelona
FR	Grenoble	CEA
FR	Bordeaux	Newheat
TR	Alania	Cukurova Univ.
UK	East Lothian	Sunamp
UK	Birmingham	Univ. Birmingham

SE	Stockholm	KTH
DE	Kiel	Univ. Kiel
DE	Berlijn	BTB-Berlin
BE	Genk	VITO/Energyville

PCM

en

TCM

CH	Rapperswil	OST/SPFL
CH	Zürich	Hogeschool Zürich ZHAW
CH	Luzern	HSLU
CH	Luzern	COWA
CH	Neuendorf	SCALORIC
DE	Freiburg i.Br.	FhG ISE Institute for Solar Energy
DE	Garching	ZAE Bayern
DK	Kopenhagen	DTU
ES	Vitoria Gasteiz	CIC Energigune
ES	Lleida	Univ. Lleida
ES	Zaragoza	Univ. Zaragoza
ES	Basque Country	Univ. Basque Country
SE	Stockholm	KTH

AT	Gleisdorf	AEE INTEC
AT	Wels	FHOÖ
AT	Wenen	TU Wien
BE	Rocheftort	Be-sol
CH	Zürich	Hogeschool Zürich ZHAW
CH	Luzern	HSLU
CH	Rapperswil	OST/SPFL
CN	Guangzhou	Guangzhou Institute of Energy Conversion
DE	Freiburg i.Br.	Sorption Technologies
DE	Berlijn	Zeosys Energy
DE	Freiburg i.Br.	FhG ISE Institute for Solar Energy
DE	Garching	ZAE Bayern
DE	Stuttgart	DLR
DE	Magdeburg	Univ. Magdeburg
DE	Pfinztal	Fraunhofer ICT
DE	Stuttgart	Univ. Stuttgart
ES	Vitoria Gasteiz	CIC Energigune
ES	Lleida	Univ. Lleida
FR	Lyon	INSA Lyon
IT	Messina	Univ. Messina
IT	Messina	CNR ITAE
NO	Trondheim	SINTEF
SI	Ljubljana	National Institute of Chemistry NIC
UK	Birmingham	Univ. Birmingham
UK	Warwick	Univ. Warwick



Landenbeschrijving



Beschrijving van de R&D situatie in enkele belangrijkste landen

- Denemarken: leerschool voor PTES
 - Belasting op aardgas: betere concurrentiepositie voor zonthermisch met PTES
 - Cooperaties bezitten warmtenetten: deling van resultaten en prestaties versnelt ontwikkeling
- Duitsland: breed onderzoek, productontwikkeling met de industrie
 - In tijd variërende ondersteuning, maar op relatief hoog niveau
 - Ontwikkeling naar marktproduct duurt lang (voorbeeld: zeolietvaatwasser, 15 jaar)
 - DE volgt NL: HT ATES, Iron Fuel
- Zwitserland: programmatische aanpak
 - Langlopend R&D programma Swiss Competence Center for Thermal Energy Storage CCTES
 - Levert solide basis van infrastructuur en kennisdragers, met spin-offs

Hoe doet NL het?



Basis:

- Eigen inschatting
- Resultaten van een korte enquête onder internationale experts
 - 251 verstuurd, 56 retour (22 %)
 - Vragen aan expert:
 1. Wat is jouw meest belangrijke werkgebied (**voelbaar/PCM/TCM/chemical** and **domestic/industrial/DHC/power**)
 2. Wie is internationaal leidend? (als expert meerdere noemt worden punten verdeeld)
 3. Kun je een NL organisatie noemen in dit gebied? (alle genoemde krijgen 1 punt)

Resultaten enquête



	Top internationals				NL top		
Voelbaar (26)	None 4	Planenergi 2,8	AEE INTEC 2,4	Solites 1,4	None 8	TNO 9	IF Tech 5
PCM (22)	None 1	FhG ISE 3	DLR 2,3	Univ. Lleida 1,9	None 8	TNO 11	TUE 4
TCM (18)	None 1	TUE 2,9	Univ. Lleida 2,3	DLR 2,2	None 2	TUE 10	TNO 9

Vragen:

1. Wat is jouw meest belangrijke werkgebied (antwoorden: **voelbaar/PCM/TCM** en **domestic/DHC**)
2. Wie is internationaal leidend? (als expert meerdere noemt worden punten verdeeld)
3. Kun je een NL organisatie noemen in dit gebied? (alle genoemde krijgen 1 punt)

Sterkte Nederlands R&D



- Uit enquête:
 - sterk in TCM (TUE als koploper)
 - IF Technology en TNO internationaal bekend als ATES spelers
- Uit analyse:
 - Relatief zwakke positie in PCM
 - Voorloper in ATES, TCM, IJzer redox



Toepassingsgebieden, samenwerking internationaal



- Decentraal:
 - Betreed de Duitse markt (grootte en maakindustrie) en maak gebruik van de Duitse kennis van (zonne)boilers
 - TCM versterken in internationaal netwerk (materialen en componenten vergen veel onderzoek)
- Centraal:
 - PTES, TTES kennis halen uit Denemarken, Duitsland
 - ATES richten op enkele landen (DE in opkomst)
 - Versterken HT voelbaar door samenwerking met DE, ES

Beleid voor voorlopersrol



- ATES, Iron Fuel: ondersteuning kennisverspreiding, gekoppeld aan projecten voor NL partijen
- TCM: initiëren internationale samenwerking, aandacht voor initiëren spin-offs, en blijvende ondersteuning voor een langere periode
- Algemeen: zorgen voor sterke interne afzetmarkt door specifieke ondersteuning van innovatieve warmteopslag producten.
- Algemeen: versnelling van de ontwikkelingen door breed programmatische, langjarige aanpak (zie Zwitserland CCTES, Spanje CIC EnergiGune)

Conclusies



- NL speelt goed mee in de internationale R&D voor warmteopslagtechnologieën
- Voorlopersrol in ATES (en IJzer Redox)
- Koploper in TCM kennispositie
- Versterking van het veld door internationale samenwerking en door langjarige, programmatische aanpak
- Marktversterking is noodzakelijk, middels gerichte subsidie voor innovatieve warmteopslagtechnologieën

Reacties zijn welkom

Wim van Helden

Renewable Heat

wim@wimvanhelden.com



Vragen uit de Q&A



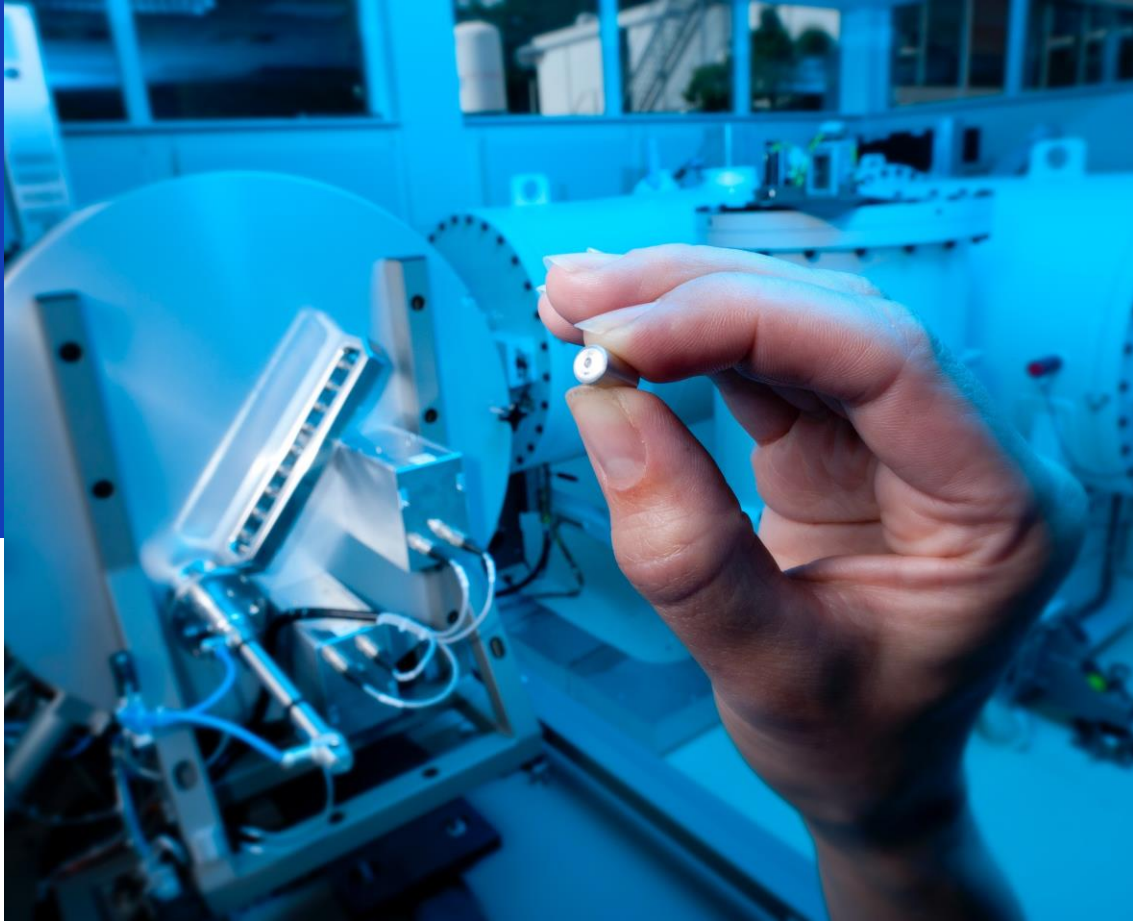
An aerial photograph of a large dam and bridge in a mountainous region. The dam is a concrete structure with a curved spillway, situated in a deep canyon. A long, multi-lane bridge spans across the canyon, supported by several tall, white, curved piers. The surrounding landscape is rugged and brown, with some green patches. In the background, there are more mountains and a winding road. The sky is clear and blue.

Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland

2 April 2024

Dr. ir. R. Cuypers, ir. J. Jongerius

Agenda



○ Introductie

- Aanleiding & projectomschrijving
- Definitie Innovatieroadmap Warmteopslag
- Doel

○ Overzicht

- Algemeen technisch overzicht per technologie
 - SOTA, partijen, use-cases en TRL
 - Non-technical issues
 - Financiën / kosten
 - Regelgeving
 - Strategie / beleid

○ Innovatieroadmap

- Toekomstige ontwikkelingen
- Knelpunten / aanbevelingen

Aanleiding

- Roadmap thermische opslag TKI UE (PCM & TCM) 2016 – niet langer up-to-date
- TKI UE: her-ijking innovatieroadmap
- breder scala aan technieken (voelbaar, PCM, TCM, redox heat)
 - Verschillende schaalgroottes (individueel, collectief, bovengronds, ondergronds)
 - Verschillende toepassingen (seizoensopslag, dag/nacht buffer, flexibiliteitslevering, infrastructuur koppeling)
 - Inzicht geven in ontwikkelpad, (financierings)knelpunten, ondersteuningsbehoeftes → (beleids)aanbevelingen
-
- Partijen in de keten geven aan: roadmap kan een belangrijke bijdrage leveren aan doorontwikkeling warmteopslagtechnologie
- Brede vertegenwoordiging marktpartijen en onderzoek
 - Gezamenlijke beeldvorming TKI/RVO en ketenpartners
 - Duidelijke technische uitdagingen → voorspelbare technische innovaties, voorpelbare financiering
 - Totstandkoming nieuwe samenwerkingen → innovatie en kennisdeling → versnelling

Project TNO

Werkzaamheden:

- Vooronderzoek op basis van deskstudie, interviews en workshop(s), en use cases: SOTA en brede vertegenwoordiging ontwikkelaars in NL
- Opstellen van de innovatieroadmap en (beleids)aanbevelingen.

Resultaten:

- een TNO-rapport: Innovatieroadmap Warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland;
- een presentatie van de belangrijkste resultaten tijdens een webinar: 2-4-2024 (*deze presentatie*)



Definitie Innovatieroadmap Warmteopslag en doel

De Innovatieroadmap Warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland poogt een strategisch plan te zijn dat de technische innovaties en niet-technische randvoorwaarden beschrijft die nodig zijn op zowel korte, middellange als lange termijn om de verschillende warmteopslag technologieën voor gebruik in de gebouwde omgeving elk te brenge tot grootschalige toepassing in de Nederlandse samenleving.

Doelen Innovatieroadmap Warmteopslag

- Breed gedragen gezamenlijke beeldvorming SOTA en innovatieagenda
- Input leveren aan Routekaart Energieopslag van EZK
- Beschreven eindsituatie helder en haalbaar
- Systematische aanpak incl. tijdsindicatie; bijsturen indien nodig
- Nieuwe samenwerkingen/kennisdeling indien mogelijk/gewenst



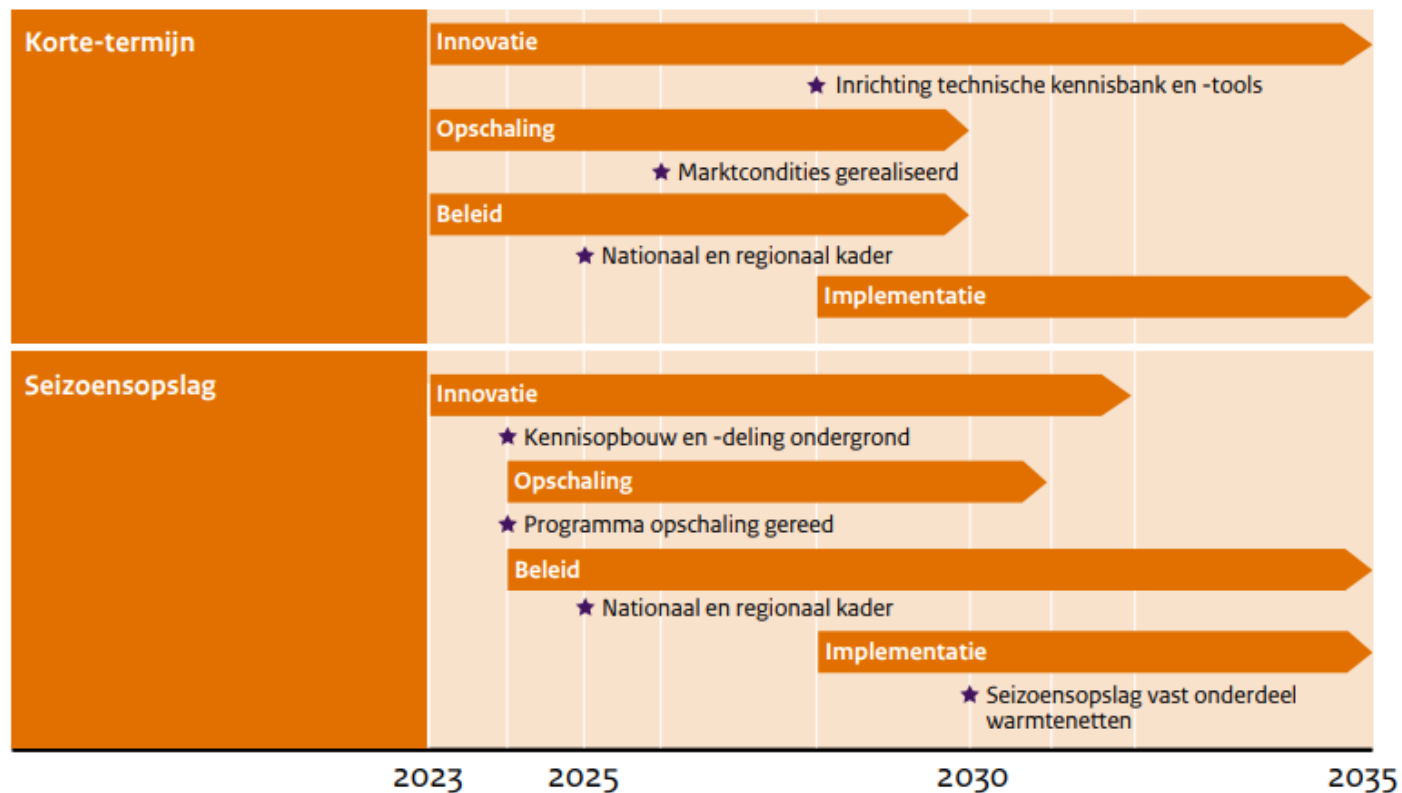
Input klankbordgroep

Klankbordgroep:

- Brede vertegenwoordiging van overheid, marktpartijen, onderzoeksorganisaties en andere stakeholders
 - TKI UE, ESNL, RVO, universiteiten
 - Markt-vertegenwoordigers van voelbare opslag, PCM, TCM, en redox-warmteopslag
- Eerste meeting 12-12-2023 (*TKI UE, Utrecht*): introductie, eerste input op technologieën en technical & non-technical issues
- Bilaterale input nav. vragenlijsten (eind 2023 – begin 2024): in persoon, telefonisch, email
- Tweede meeting 12-3-2024 (*Online*): presentatie voorlopige resultaten en roadmap, mogelijkheid tot laatste inhoudelijke input



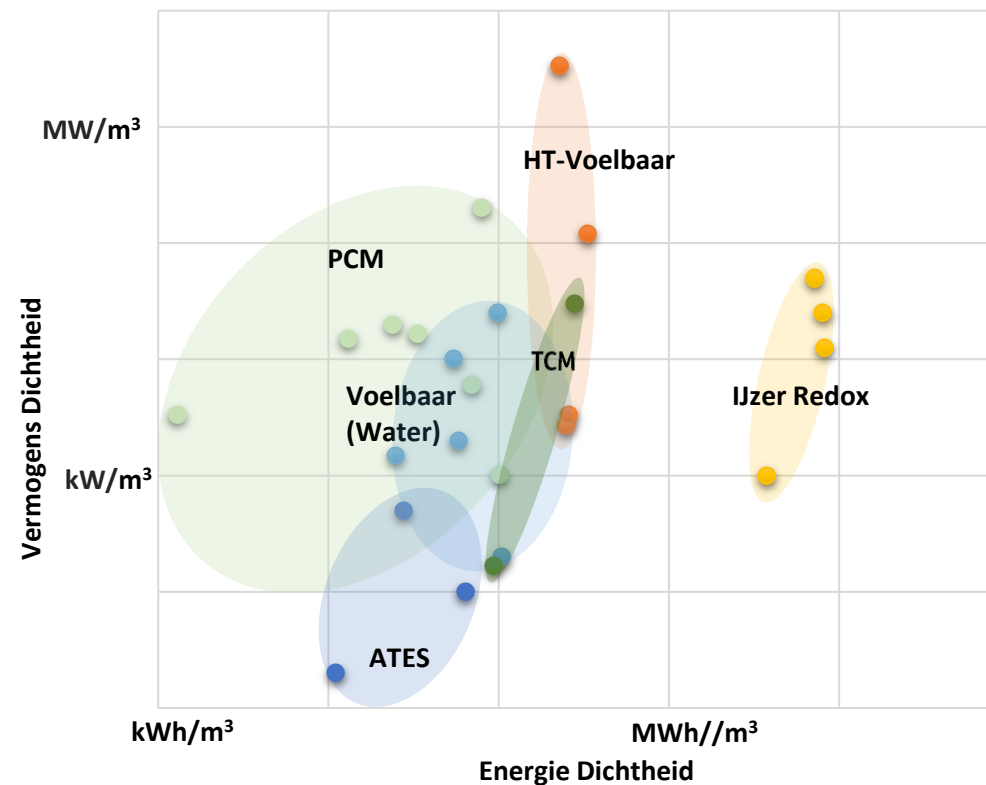
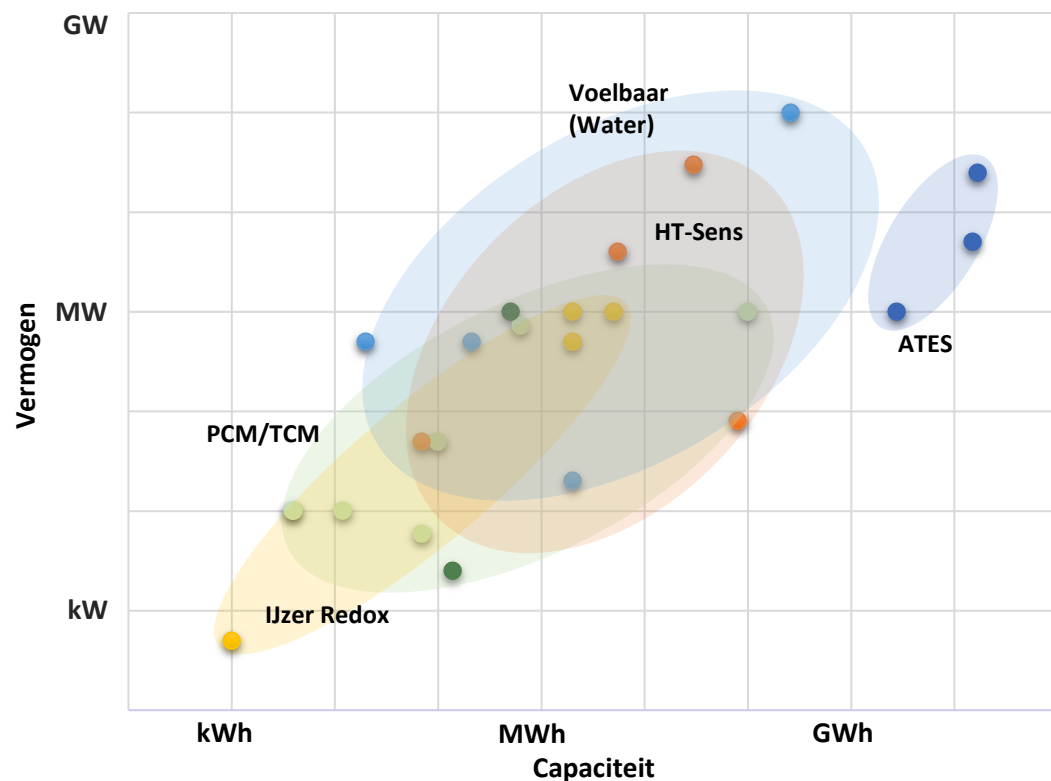
Referentie: routekaart energieopslag



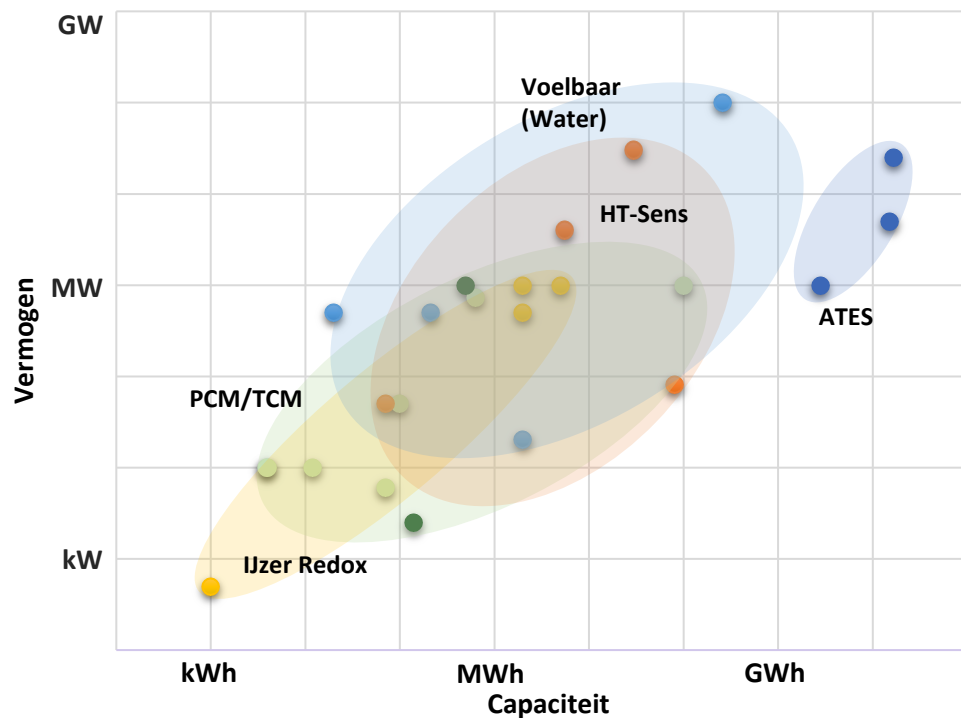
Milestones in de tijd, uitgesplitst tussen korte- en lange termijn warmteopslag

- Technische en niet-technische uitdagingen
- Detailniveau per technologie ontbreekt

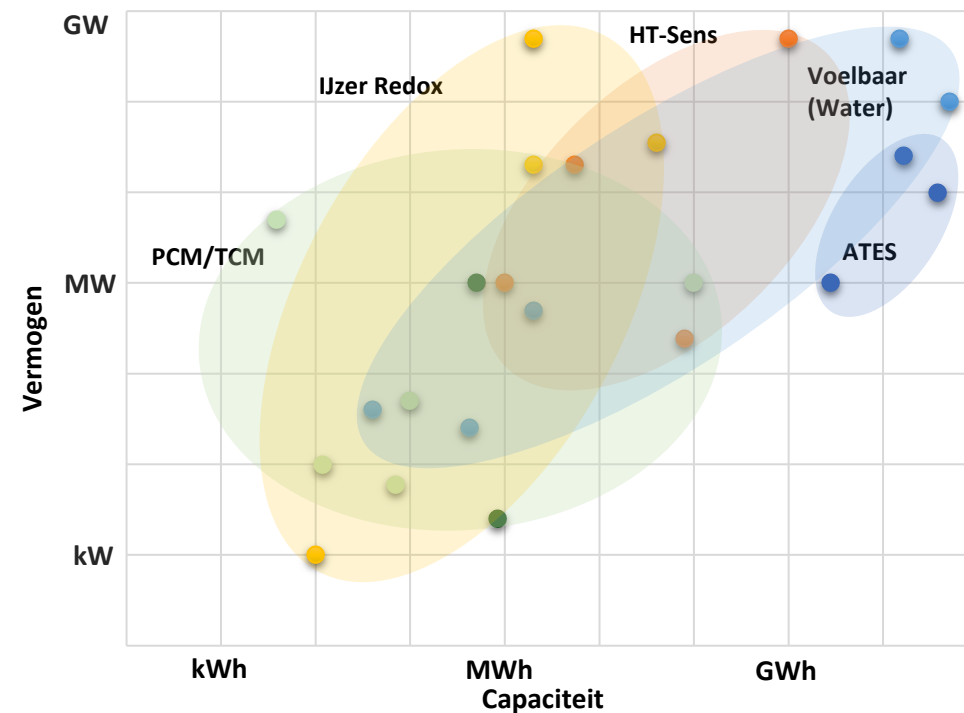
Technologie status warmteopslag



Technologie ontwikkeling warmteopslag



Ontwikkeling



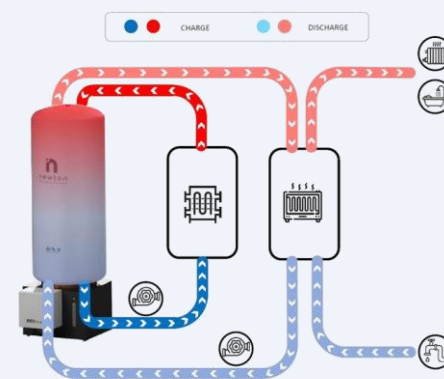
Discussie per technologiegroep

- Technologieomschrijving van technologie in ontwikkeling
- Beoogde use-case
- Niet-technische randvoorwaarden
- Technische & niet-technische knelpunten
- Potentie voor Nederland

Groep	Omschrijving
Voelbare warmteopslag (<i>water</i>)	Voelbaar decentraal; boilers en ingegraven opslag met kleinere volumes
	ATES, aquifer thermal energy storage (WKO, MTO, HTO)
	PTES pit thermal energy storage; TTES tank TES; BTES borehole TES
HT-Voelbare warmteopslag (<i>niet water</i>)	HT sensibel, hoge-temperatuur voelbare opslag in alternatieve materialen
PCM warmteopslag	PCM (phase-change materials, faseovergangsmaterialen), smelten-stollen
TCM warmteopslag	TCM (thermochemische materialen), reactiewarmte
Redox warmteopslag	IJzer redox ("iron fuel"), reactiewarmte bij hoge temperaturen

Voelbare warmteopslag (*water*)

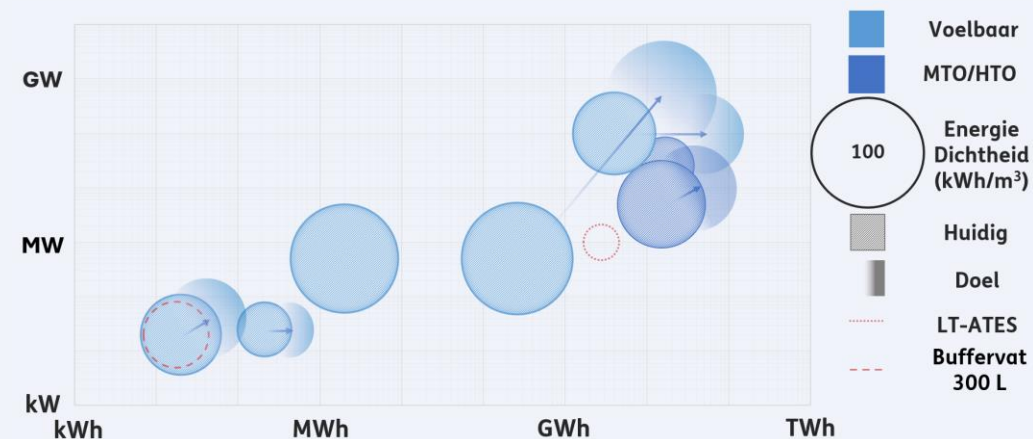
- Decentraal: TRL typisch 8-9; producten verkrijgbaar
- Centraal: TRL 9 (MT-ATES, <45 °C), 6-7 (HT-ATES, <90 °C)
- Toepassingen: Gebouwde omgeving/Industrie
 - Laagste Capex/Opex per kWh van alle warmteopslag
 - Relatief gemakkelijk schaalbaar
 - Warm water opslag; koppeling met geothermie; stadswarmte
- Risico's/uitdagingen:
 - HT ATES: meer toepassingskennis nodig voor derisking
 - ATES: gebouwkoppeling met WKO: hoe integreren?
 - Decentraal: Scale-up icm. wetgeving: gebrek aan incentive
 - Weinig producenten (snel staatsfinanciering)



Decentraal (Newton Energy Solutions)



Centraal: Pompinstallatie voor de HT-ATES demo Middenmeer (IF Technology)



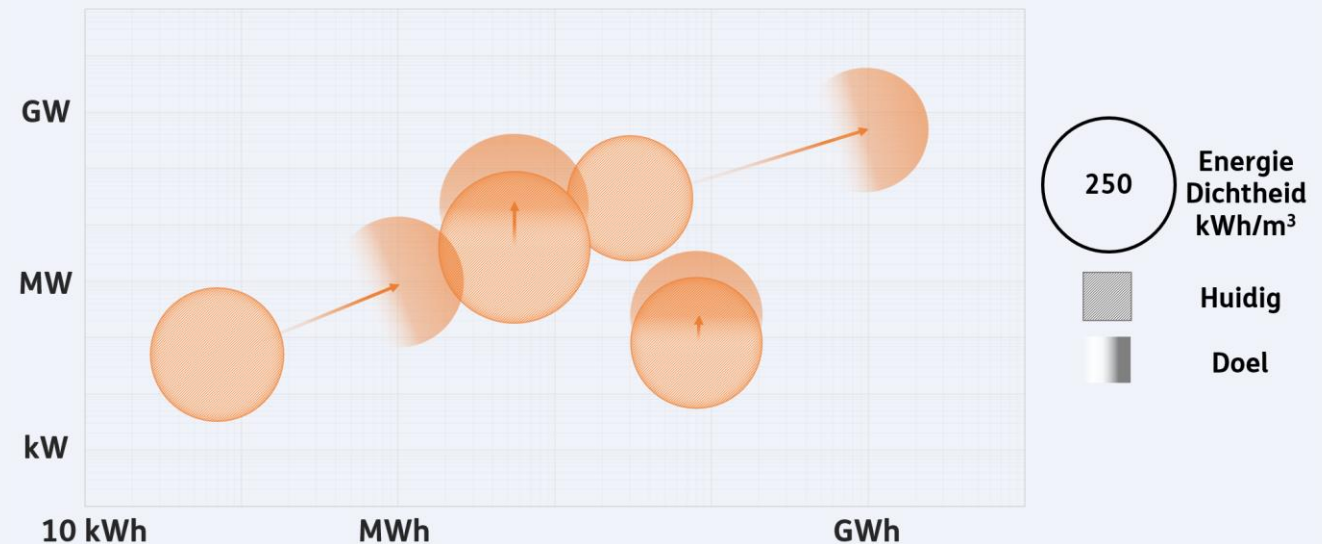
- Potentie: zeer hoog (potentieel snel operationeel, NL koploper wereldwijd)

HT-Voelbare warmteopslag (*niet-water*)

- TRL typisch 5-8; m.n. centrale opslag
- Toepassingen: Voornamelijk industrie, GO ntb.
 - Makkelijke koppeling bestaande processen
 - Relatief lage Capex
 - Koppeling met zonthermie mogelijk
- Risico's/uitdagingen:
 - Isolatie/verliezen: Korte opslag
 - Opex ntb.; koppeling met WP onmogelijk
 - Weinig Praktijkervaring
- Potentie: hoog



(bron: CESAR)

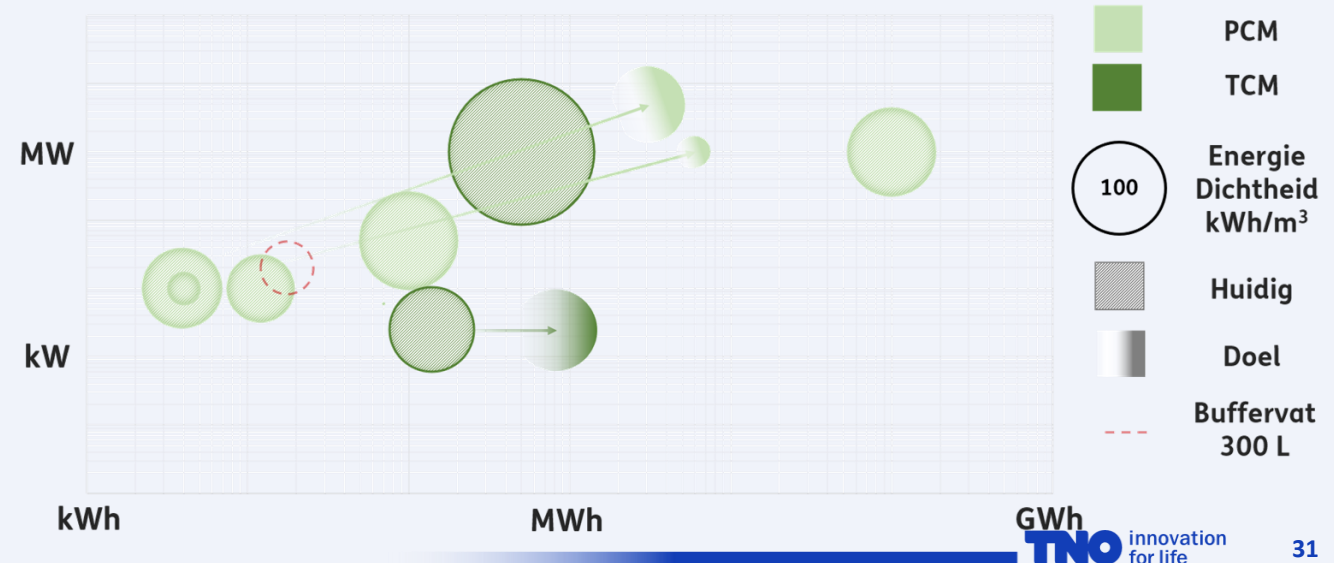


PCM warmteopslag

- TRL typisch 8-9; producten op de markt
- Toepassingen: (comfort)temperatuurregeling; warm wateropslag
- Risico's/uitdagingen:
 - Beperkt aantal positieve business cases;
 - Opschaling productie: complex maar komt op gang
 - Bestaande verkoopstructuren alternatieven verminderen zicht klant op voordelen (onbekendheid)
- Potentie: hoog: breed toepassingsgebied

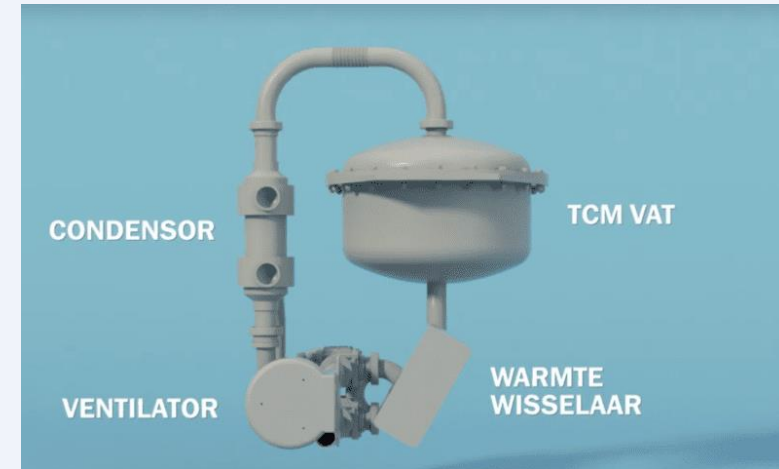


(bron: Triple Solar)

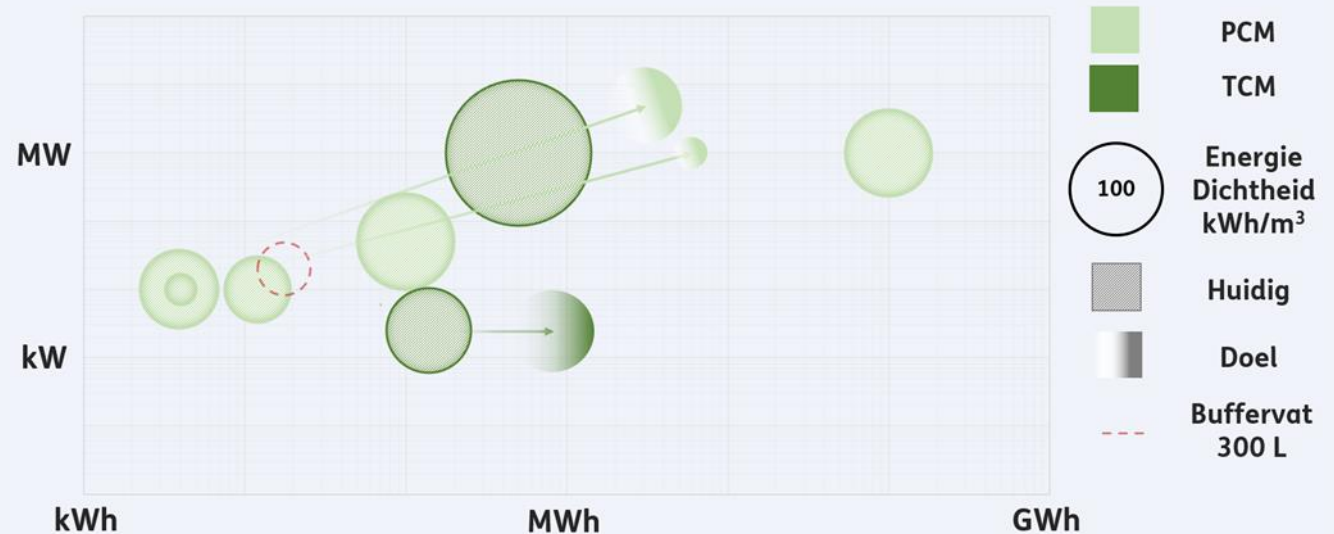


TCM warmteopslag

- TRL typisch 5-7; prototypes gedemonstreerd
- Toepassingen: Geen verlies over tijd
 - Decentrale (centrale) lange-termijn warmteopslag voor tapwater; transport
 - Kortetermijn opslag; reductie piekbelasting
 - Laagwaardige warmte opwaarderen; Zowel verwarming als koeling mogelijk
- Risico's/uitdagingen:
 - Koppeling met WP ntb.
 - Kostenverlaging door opschaling, complex
 - Gefragmenteerde subsidie: R&D, opschaling
- Potentie: hoog



Prototype van Cellcius (bron: installatie.nl)

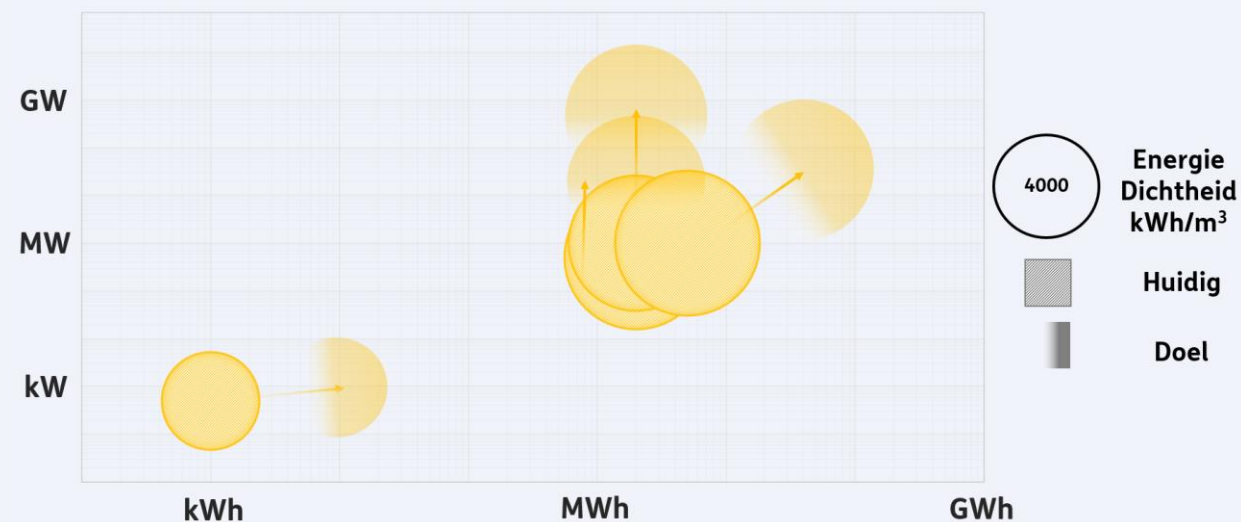


REDOX warmteopslag

- TRL typisch 3-6; prototypes gedemonstreerd
- Toepassingen: Industrie / district heating (beoogd)
 - Hoge energiedichtheid, hoge Temperatuur (1200+ °C)
 - Geen verlies over tijd; opslag als „Strategische Reserve“
- Risico's/uitdagingen:
 - Reductie/regeneratie (Off-site); H₂ vs. warmte
 - Grote afhankelijkheid waterstof en ijzer prijs
 - Hoge CAPEX
 - Transport infrastructuur ontbreekt
- Potentie: middel tot hoog: NL goede kennispositie



(bron: Metalot)

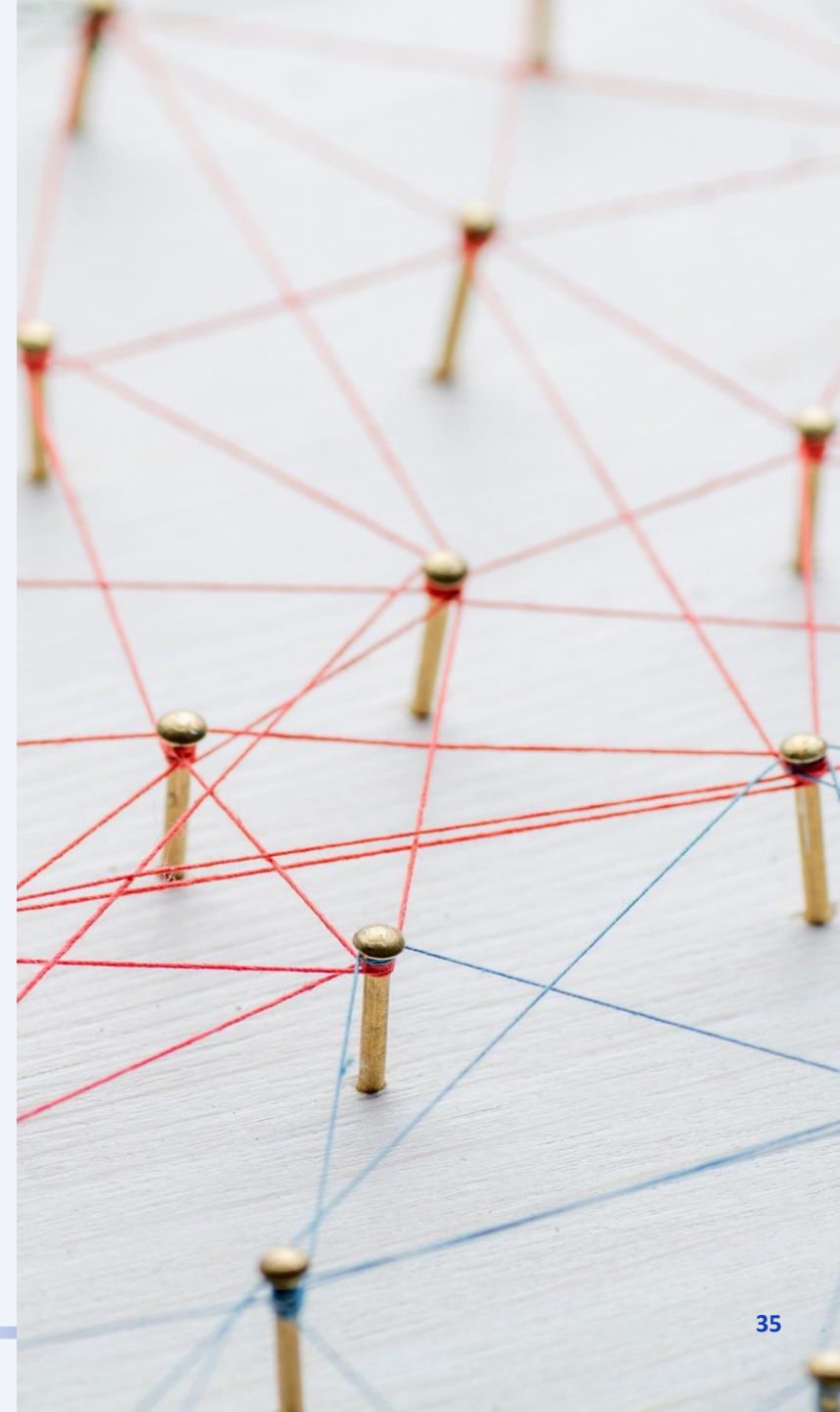


Use Cases voor thermische opslag

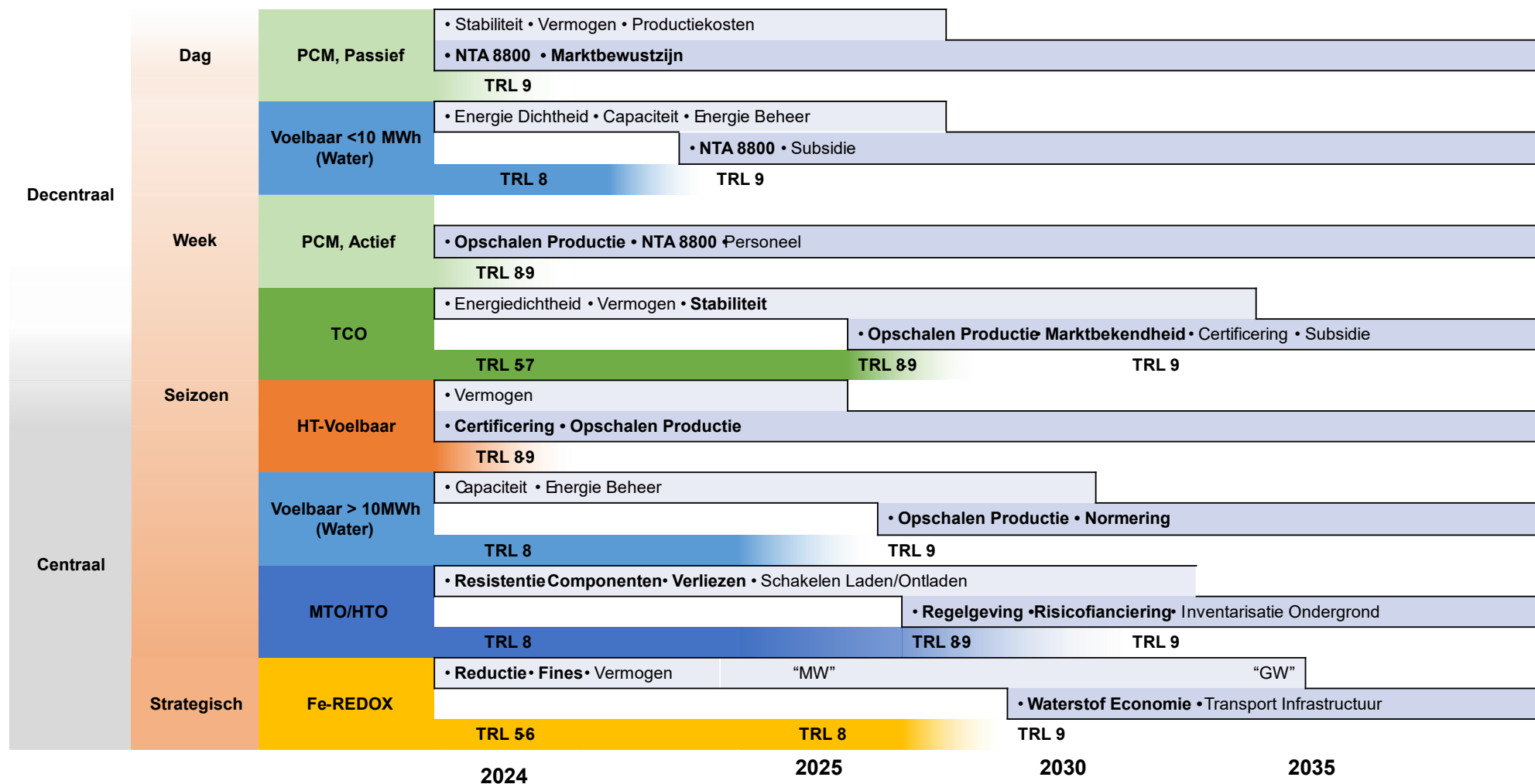
- Warmteopslag faciliteert koppeling met duurzame bronnen door spreiding van vraag/aanbod; Warmteopslag verhoogt het aandeel duurzame bronnen door koppeling vraag en aanbod
- Grootschalige warmteopslag verlaagt de kosten van verdere elektrische netverzwaring (deze externe kosten moeten idealiter ten goede komen van warmteopslag); balanceren zal ook blijven spelen na netverzwaring
- Verminderen aardgasgebruik, realiseren grootschalige CO2 emissiereductie - koppeling met duurzame bronnen door spreiding van vraag/aanbod
- Verminderen van netcongestie - overtollige elektriciteit omzetten in warmte en opslaan; vraag/aanbod van elektrische energie wordt lokaal gedempt op verschillende tijdschalen; meer duurzaam opgewekte elektriciteit kan het net op
- Voorkomen van netcongestie - nieuwbouw met lokale koppeling met duurzame energieopwekking en opslag voor minimale afhankelijkheid van het energienetwerk
- Optimaliseren van eigen opwek aan duurzame energie - voorkomen van afschakelen

Innovatieroadmap warmteopslag

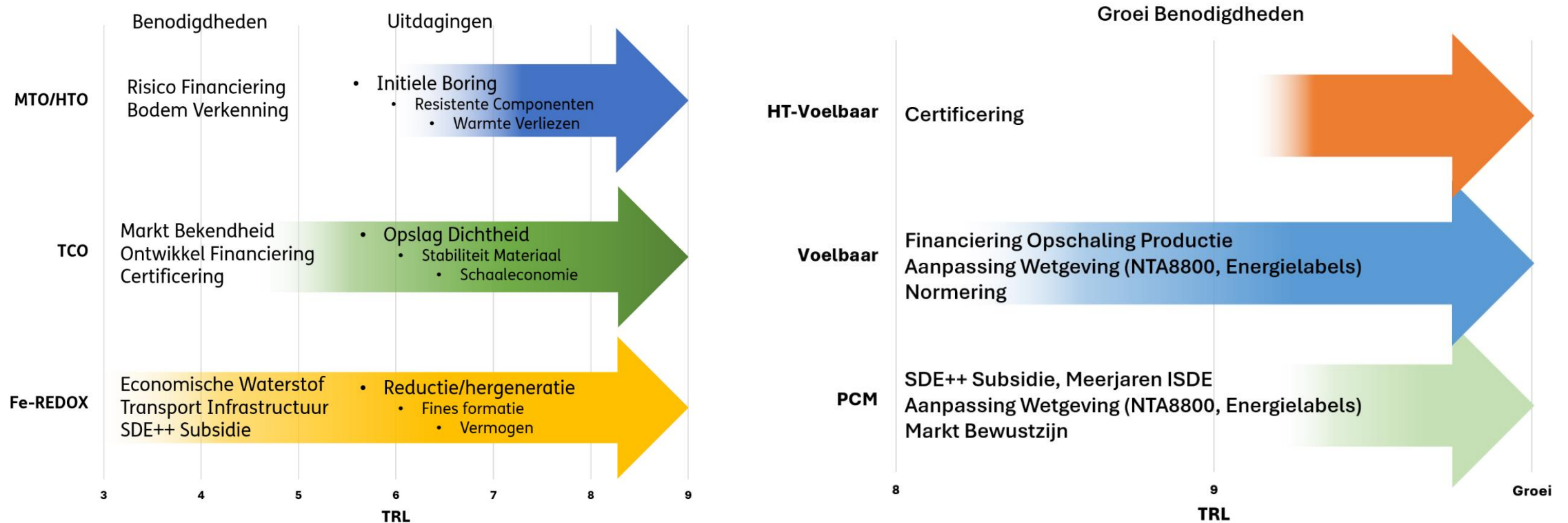
- Op basis van input over Nederlandse warmteopslagtechnologie
 - Huidige stand der techniek
 - incl. KPIs voor huidige situatie en voorzienbare toekomst
- Op basis van geïdentificeerde knelpunten
 - Wanneer marktrijp, en op welke schaal (marktpenetratie) en schaalgrootte (capaciteit)
 - Businesscase voor gebruiker / leverancier, en zo nee, wanneer is die beoogd
 - Andere niet-technische knelpunten zoals financiering, regelgeving, ondersteuningsbehoefte
- Roadmap per technologie, obv. TRL niveau, en met aangeven van verwachte tijdschaal voor ontwikkelpad



Innovatieroadmap (*doorsnede a*)



Innovatieroadmap (*doorsnede b*)



Knelpunten / aanbevelingen (*algemeen*)

- **Warmteopslag in de markt:** Neem warmteopslag mee in de markt. Warmte heeft een groot aandeel in het finale energiegebruik in de GO; warmte werkt anders dan elektriciteit (lokaal, verliezen) maar warmteopslag biedt een kans om naast en met elektrificatie afgestemde oplossingen voor het energienet te leveren in decentrale en centrale use-cases.
 - **Flexibiliteitsmiddel:** Waardeer warmteopslag. De kostenverlaging van een energiesysteem door de toepassing van warmteopslag wordt nog niet berekend of kan nog niet berekend worden
 - **Achterblijvende regelgeving:** Update regelgeving. Veel regelgeving is gericht op gas en elektriciteit met een lineaire vraag en aanbod relatie in plaats van balanceren (*gebrek aan incentive*)
- Ontwikkeluitdagingen warmteopslag expliciet gemaakt – wederzijdse afhankelijkheid net / warmteopslag
- Nationaal komen naar laagste maatschappelijke kosten – warmteopslag kan daarin een rol spelen

Conclusie en Rapportage

- Warmteopslag wordt meer en meer gezien, veel ontwikkelaars actief richting TRL8-9
- Grootschalige marktimplementatie warmteopslag staat nog in de kinderschoenen
- Snelle structurele acties nodig
- Additionele investeringen & ondersteuning voor doorontwikkeling (TRL5-8) en vanaf 'TRL 9'
 - Gericht subsidie voor innovatieve technologieën
 - Versterking door internationale samenwerking; langjarige, programmatische aanpak
 - Regelgeving, standaarden, waardering, normering
- Gezamenlijke aanpak stakeholders obv. roadmap, community-vorming, delen resultaten/best practices
- Rapport "Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland" – TNO
 - *Komt beschikbaar Q2 2024 via TKI UE*

An aerial photograph of a large dam and bridge in a mountainous region. The dam is a concrete structure with a curved spillway, situated in a deep canyon. A long, multi-lane bridge spans across the canyon, supported by several tall, white, curved piers. The surrounding landscape is rugged and brown, with some green patches. In the background, there are power lines and other infrastructure. The sky is clear and blue.

Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland

2 April 2024


Dr. ir. R. Cuypers – ruud.Cuypers@tno.nl


Vragen uit de Q&A



**Bedankt voor
je aandacht!**

Contact

 info@topsectorenergie.nl

 www.topsectorenergie.nl





tqi urban energy
topsector energie