

An aerial photograph of a large concrete dam and a multi-lane bridge spanning a deep canyon. The dam is in the center, with a river flowing through its base. The bridge is in the foreground, crossing the canyon. The surrounding landscape is rugged and rocky, with some greenery on the slopes. The sky is clear and blue.

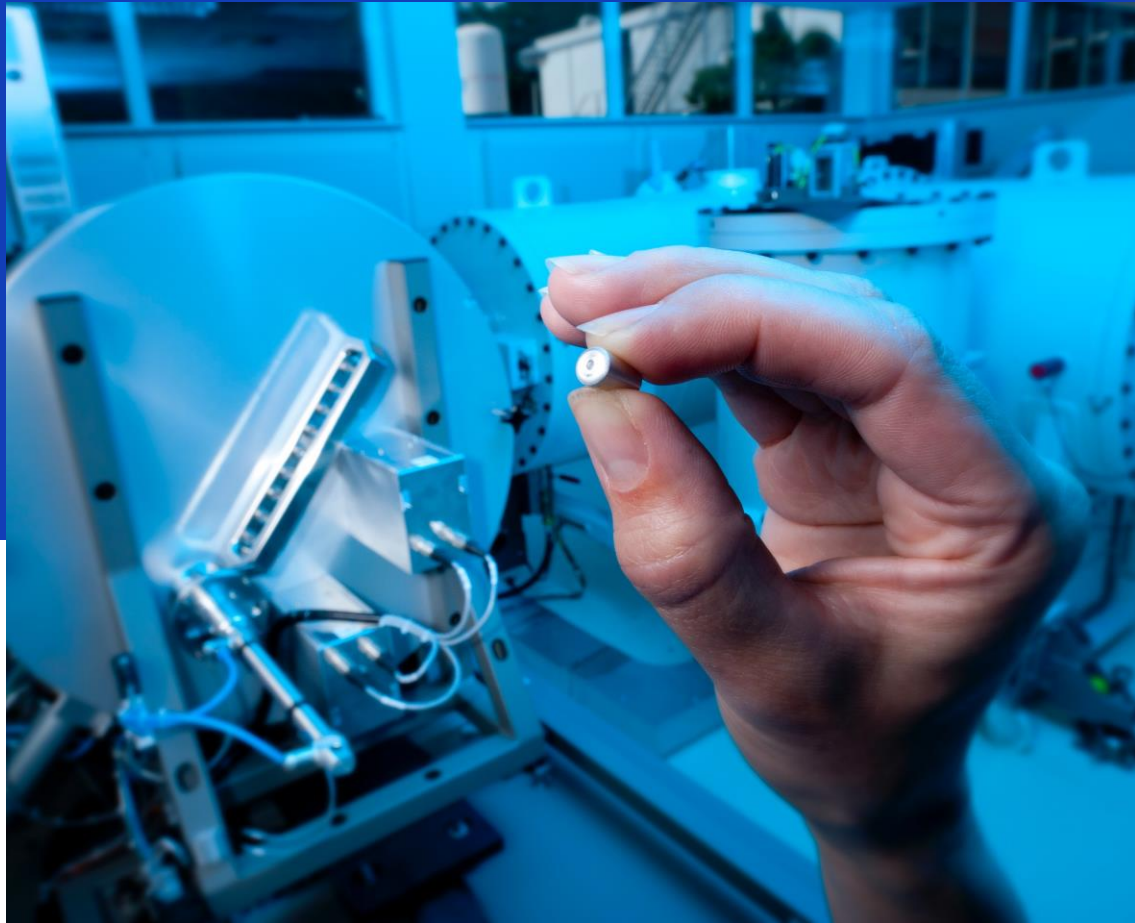
# Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland

12 Maart 2024

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



# Agenda



## ○ Introductie

- Introductie opdracht NL (Ruud) + internationaal (Wim)
- Technologieën

## ○ Overzicht & innovatieroadmap

- Algemeen technisch overzicht: SOTA, partijen, use-cases en TRL
- Non-technical issues
  - Financien / kosten
  - Regelgeving
  - Strategie / beleid

# Aanleiding

- Roadmap thermische opslag (PCM & TCM) 2016 – niet langer up-to-date
- TKI UE: herijking 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 spelers in NL
- Opstellen van de innovatieroadmap en (beleids)aanbevelingen.

## Resultaten:

- een TNO-rapport van een innovatie roadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland;
- een presentatie van de belangrijkste resultaten tijdens een webinar: 2-4-2024



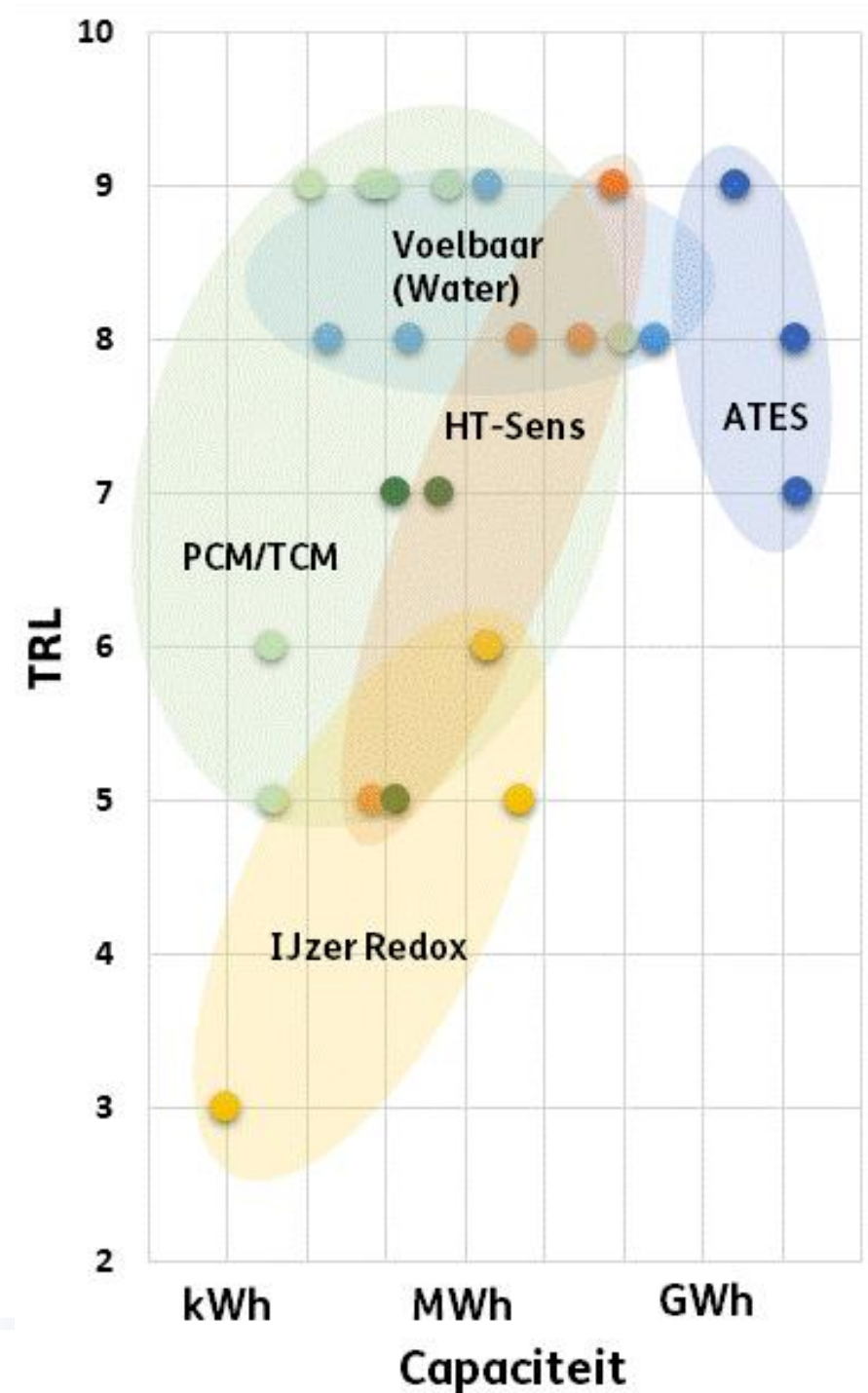
# Meeting vandaag - doel

Klankbordgroep:

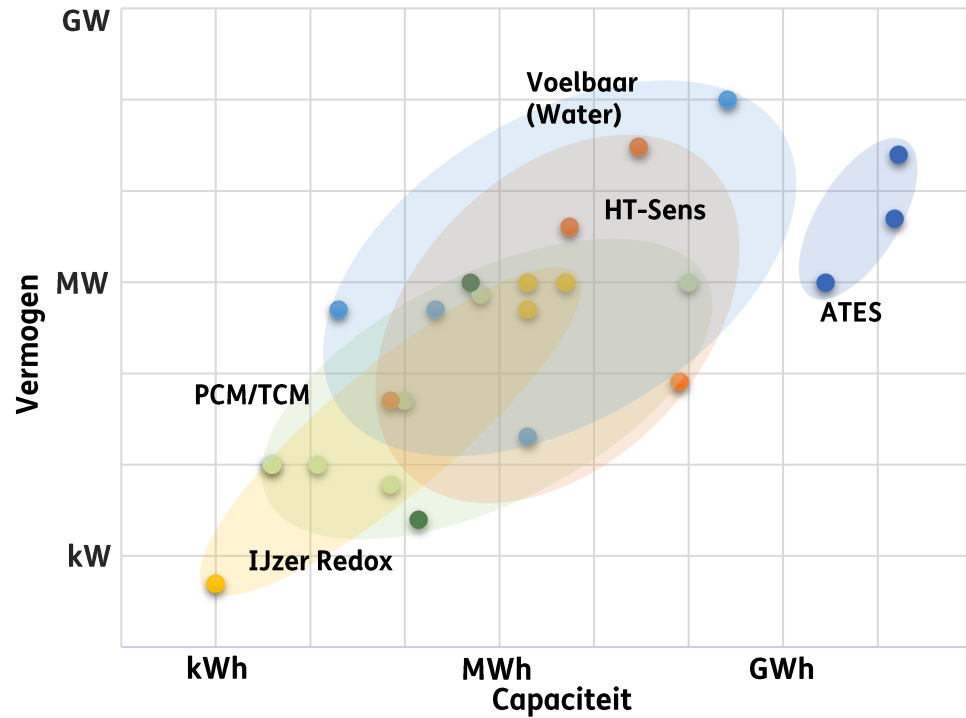
- Brede vertegenwoordiging van marktpartijen, onderzoeksorganisaties en stakeholders (oa. TKI, overheid)
- Input nav. vragenlijsten (eind 2023)
- Eerste meeting 12-12-2023, discussie over technologieën en technical & non-technical issues (Financien / kosten, Regelgeving, Strategie / beleid)

→ Meenemen in proces, aangeven waar we staan

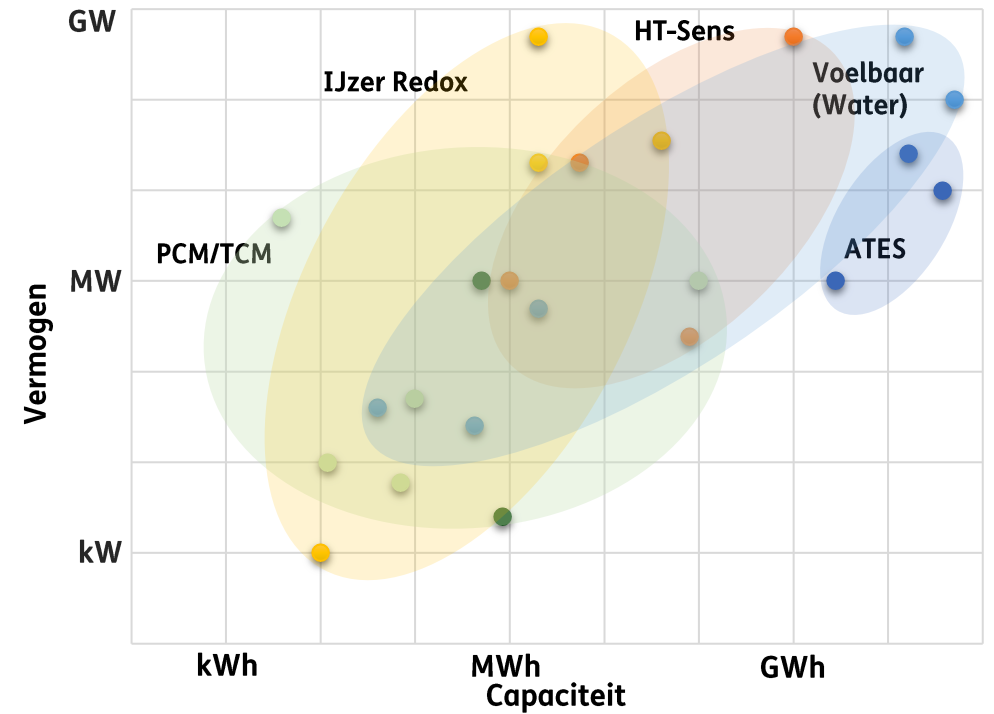
→ review op SOTA per technologie, technisch en non-technisch, en op innovatieroadmap per technologie (*concept*)



# Technologie roadmap warmteopslag (*concept*)



Ontwikkeling  
➔



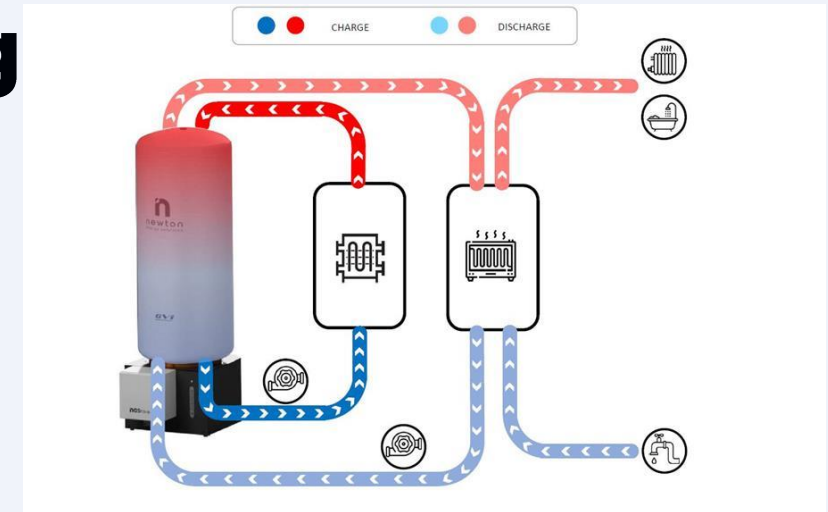


# Discussie per technologie – punten ter overweging

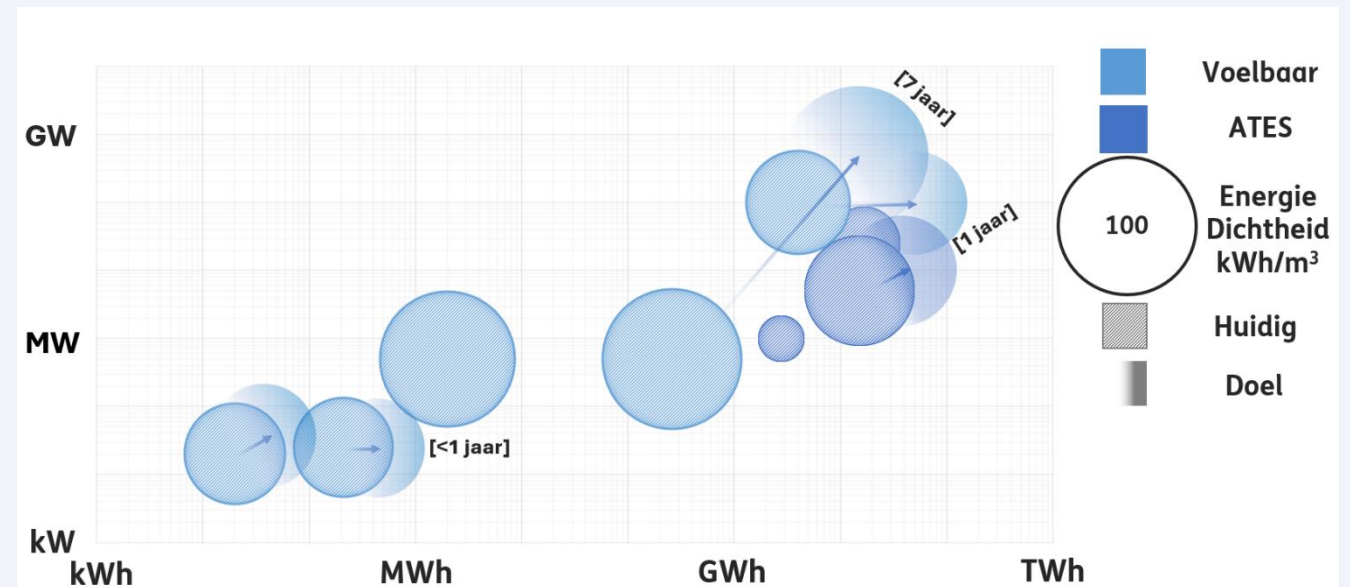
- Technologieomschrijving, incl. KPIs voor huidige situatie en voorzienbare toekomst
- Beoogde use-case, incl. beoogde gebruikers, randvoorwaarden voor toepassing, koppeling met bestaande infrastructuur en zaken als temperaturen, opslagduur, beoogd aantal cycli per jaar etc.
- Niet-technische randvoorwaarden waaraan voldaan moet zijn, bv.
  - Wanneer marktrijp, en op welke schaal (marktpenetratie) en schaalgrootte (capaciteit)
  - Is er al een positieve businesscase voor gebruiker / leverancier, en zo nee, wanneer is die beoogd
  - Welke niet-technische knelpunten zijn er

# Voelbare decentrale warmteopslag

- TRL typisch 8-9; producten verkrijgbaar
- Toepassingen: Gebouwde omgeving/Industrie
  - Makkelijke koppeling HTF
  - Laagste Capex/Opex van alle warmteopslagtechnologie
  - Gemakkelijke koppeling warmtepompen
  - Schaalbaar
- Risico's/uitdagingen:
  - Scale-up/Roll-out
  - Wetgeving
  - Weinig producenten (snel staatsfinanciering)
- Potentie: zeer hoog, potentieel snel operationeel



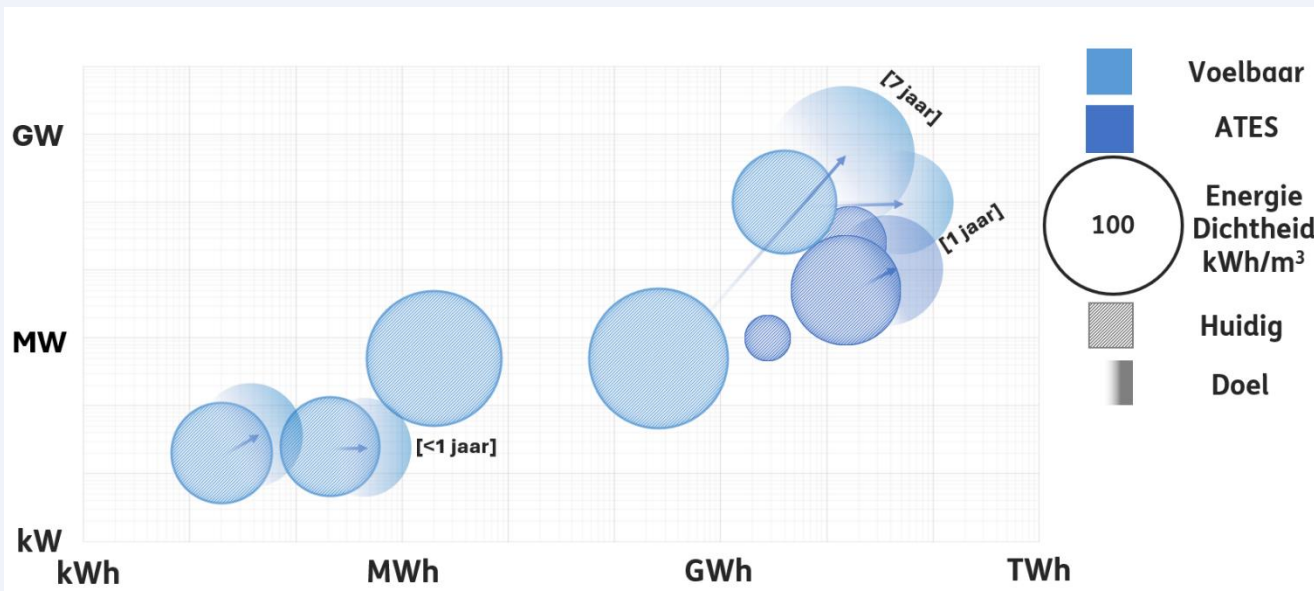
(bron: Newton Energy Solutions)





# ATES warmteopslag

- TRL 9 (MT-ATES), 6-7 (HT-ATES)
- Toepassingen: warm water opslag; koppeling met geothermie; stadswarmte
- Risico's/uitdagingen:
  - HT ATES: meer toepassingskennis nodig om risico's te kennen
- Potentie: (zeer) hoog; Nederland koploper wereldwijd
- NL kan kennispositie voor export gebruiken



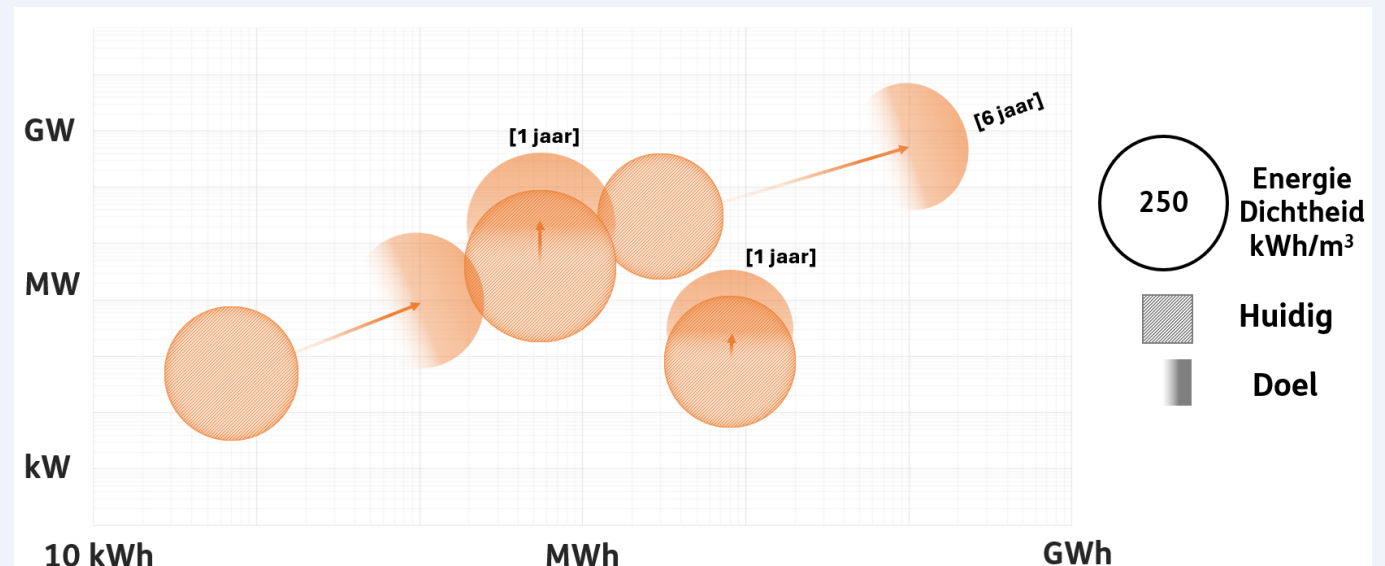
Pompinstallatie voor de HT-ATES demo in Middenmeer (bron: IF Technology)

# HT-Voelbare warmteopslag (*niet-water*)

- TRL typisch 5-8;
- Toepassingen: Voornamelijk industrie, GO ntb.
  - Makkelijke koppeling bestaande processen
  - Lage Capex/Opex
  - Koppeling zonthermie mogelijk
- Risico's/uitdagingen:
  - Isolatie/verliezen: Korte opslag (?)
  - Weinig Praktijkervaring
- Potentie: hoog

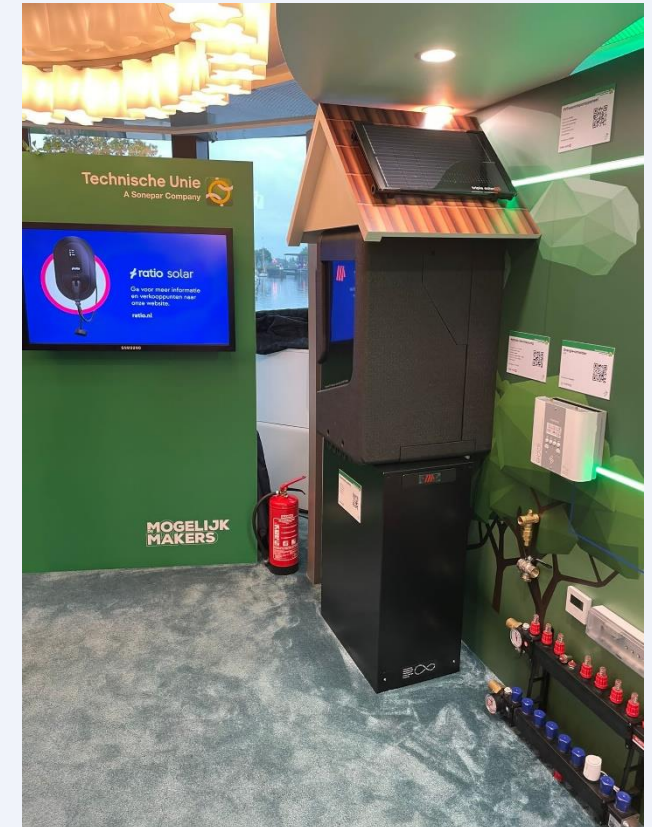
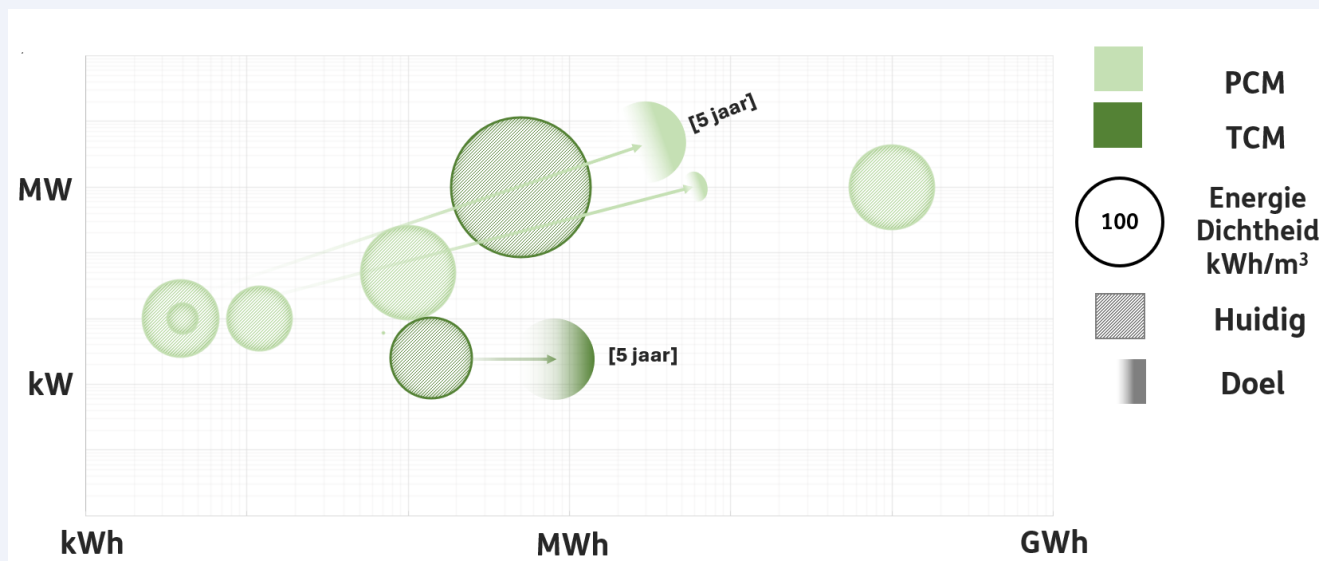


(bron: CESAR)



# PCM warmteopslag

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



PCM warmteopslag van Triple Solar



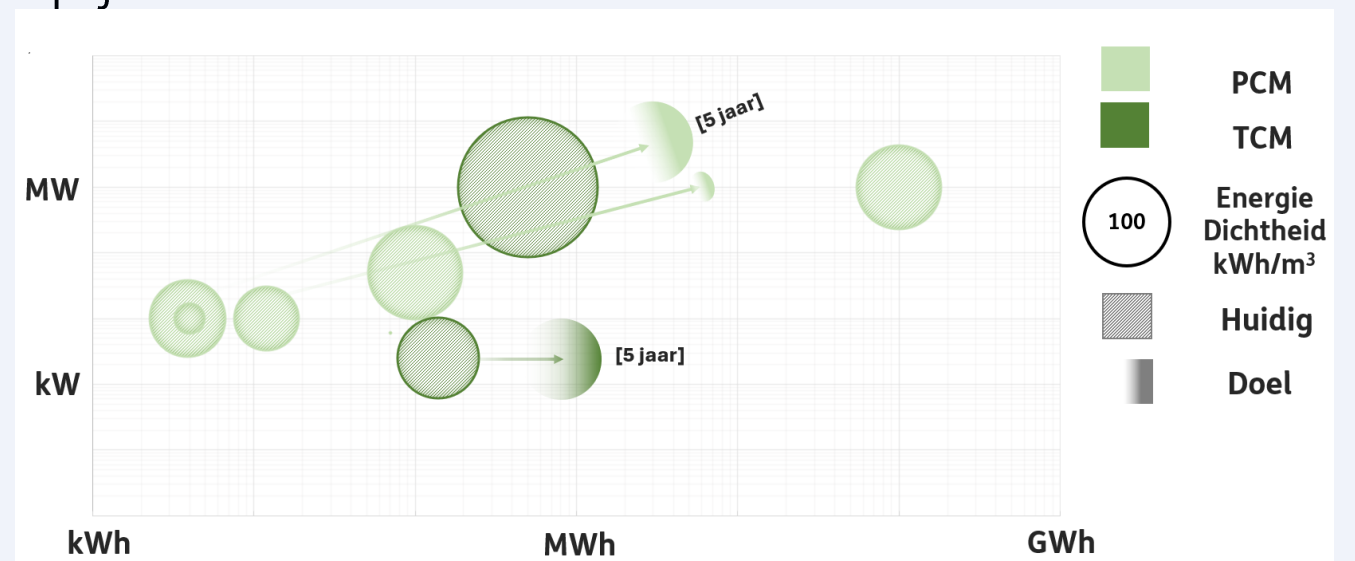
# TCM warmteopslag

- TRL typisch 5-7; prototypes gedemonstreerd
- Toepassingen:
  - Decentrale lange termijn warmte opslag voor tapwater; transport
  - Geen verlies over tijd
- Risico's/uitdagingen:
  - Business case deels afhankelijk van elektriciteitsprijs
  - Kostenverlaging door opschaling
  - Gefragmenteerde (R&D) subsidie
- Potentie: hoog



12 Maart 2024

Prototype van Cellcius (bron:installatie.nl)

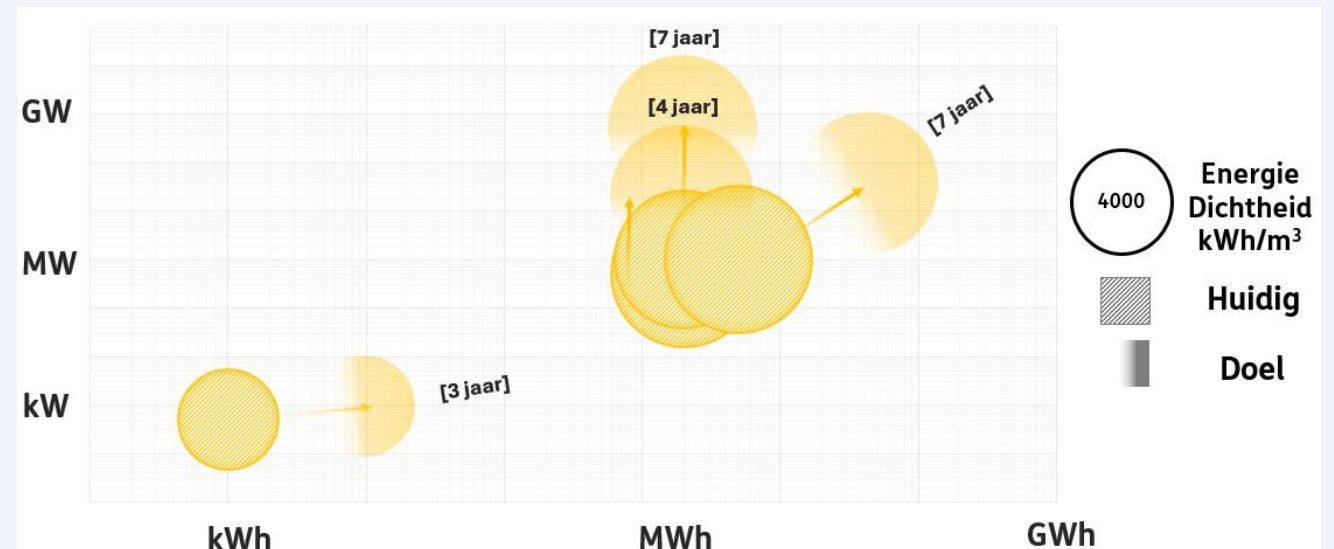


# REDOX warmteopslag

- TRL typisch 3-6; prototypes gedemonstreerd
- Toepassingen: Industrie / district heating (beoogd)
  - Hoge Temperatuur (1200+ °C) generatie
  - Hoge energiedichtheid
  - Geen verlies over tijd
  - Opslag als „Strategische Reserve“
- Risico's/uitdagingen:
  - Reductie/hergeneratie (Off-site)
  - Grote afhankelijkheid waterstof en ijzer prijs
  - ‚Fines‘ formatie
  - Hoge CAPEX
  - Transport infrastructuur ontbreekt
- Potentie: middel tot hoog, NL kennispositie



(bron: Metalot)



# Use Cases voor thermische opslag

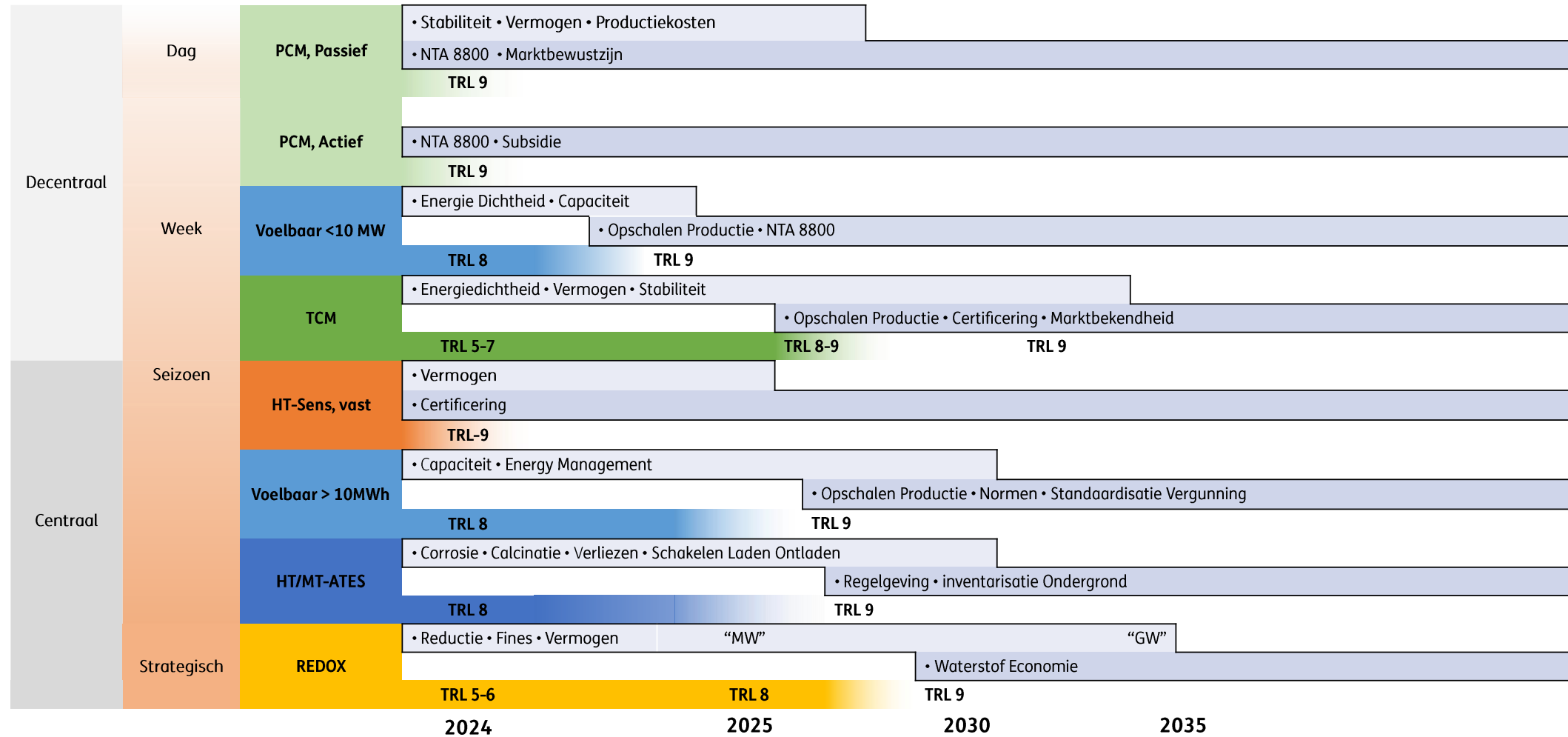
- Warmteopslag faciliteert koppeling met duurzame bronnen door spreiding van vraag/aanbod; Warmteopslag verhoogt het aandeel duurzame bronnen door koppeling vraag en aanbod
- Grootschalige warmteopslag verlaagt de kosten van verdere elektrische netverzwaring (deze externe kosten moeten ten goede komen van warmteopslag)
- Verminderen aardgasgebruik, realiseren grootschalige CO2 emissiereductie
  - Warmteopslag faciliteert koppeling met duurzame bronnen door spreiding van vraag/aanbod
- Verminderen van netcongestie
  - Door overtollige elektriciteit om te zetten in warmte en deze op te slaan, zorgen we ervoor dat vraag/aanbod van elektrische energie lokaal wordt gedempt, en meer duurzame opgewekte elektriciteit het net op kan.
  - Met warmteopslag mogelijk op verschillende tijdschalen: zowel dagelijks als over de seizoenen
- Voorkomen van netcongestie
  - Het realiseren van nieuwbouw met lokale koppeling met duurzame energieopwekking voor minimale afhankelijkheid van het energienetwerk
- Optimaliseren van eigen opwek aan duurzame energie
  - Voorkomen van afschakelen



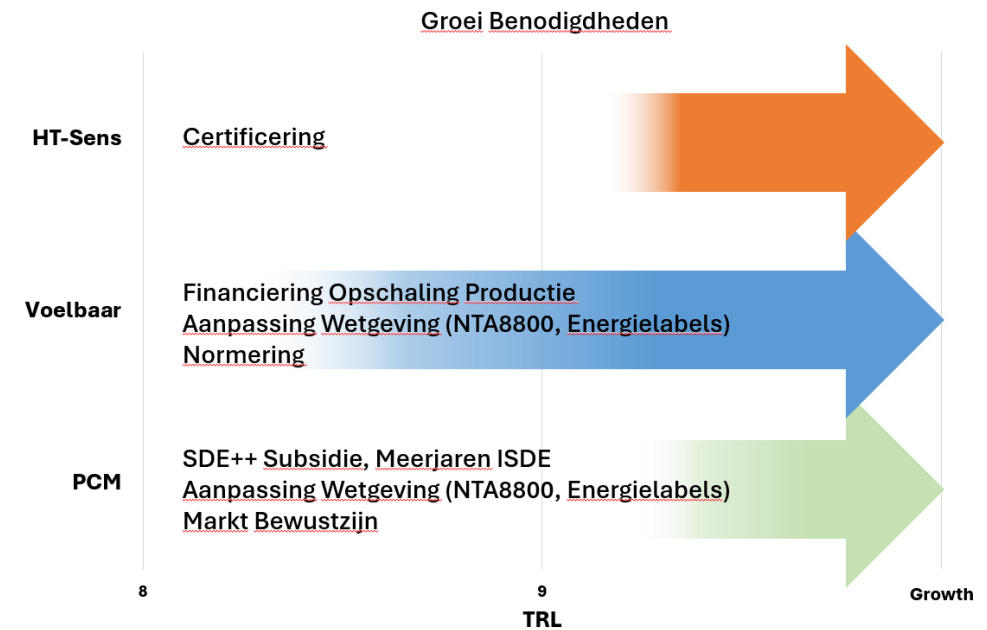
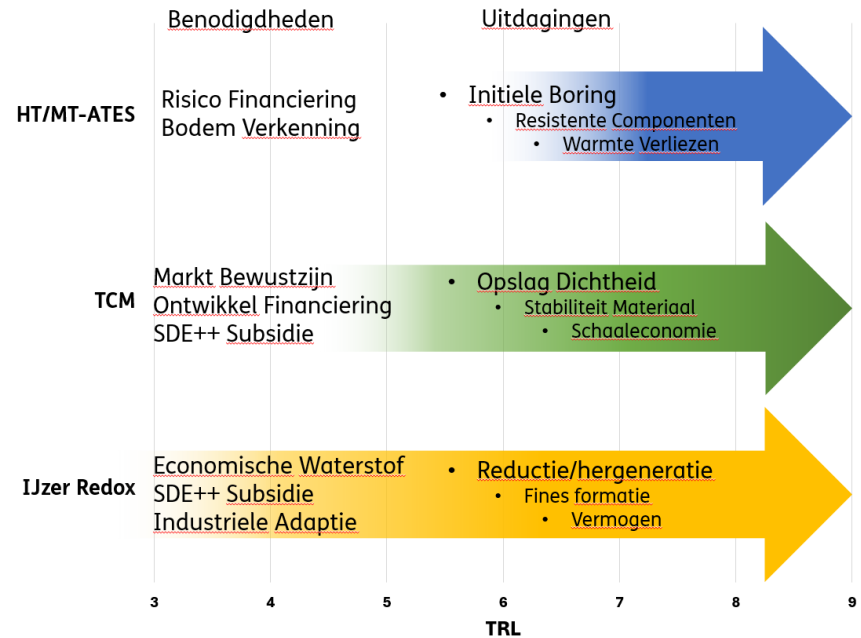
# Innovatieroadmap warmteopslag

- Op basis van SOTA van Nederlandse warmteopslagtechnologie
  - 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)
  - Is er al een positieve 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, concept)



# Innovatieroadmap (doorsnede b, concept)





# Aanbevelingen

## Nationaal Beleid: Betrokken overheid en maatschappelijke planning

- Inventarisatie** benodigde en mogelijke toepassing korte termijn en seizoensopslag in warmtenet en buiten warmtenet
- Waardebepaling** kleinschalige en grootschalige warmteopslag GO als flexibiliteitsmiddel en verminderen van CO2 uitstoot.
- Brede inzet** doormiddel van een innovatiesnelweg laag TRL technieken
- Lange termijn visie** m.b.t. levensduur opslagtechnieken en afnemende restwarmte industrie
- Bepaal gestandaardiseerde normen** grootschalig en kleinschalige voelbare warmteopslag
- Standaardizatie vergunningaanvraag** grootschalige ondergrondse voelbare opslag
- Wettelijke kader MT/HT-ATES** bepalen onafhankelijk van diepte
- Versnel formatie wetgeving** innovatie producten
- Aanpassen NTA8800:** energieprestatie bepaling gebouwen
- Nationaal Platform Warmte**, incl. bijeenkomsten en uitwisseling 'best-practise', coördinatie en samenwerking tussen marktpartijen en kennis/onderzoeksinstituten.

## Bewustwording: Promotie warmte naast elektrificatie

- Training wetgevers** en beleidmakers om voor het versnellen van vergunningen en wetgeving
- Lighthouse project:** Toepassen verschillende vormen warmteopslag scholen/sportclubs
- Publicaties** met demonstratie van toegevoegde waarde warmteopslag doormiddel van waardebepaling flexibiliteitsmiddel en doorrekenen kostenvermindering
- Marktondersteuning** van o.a. communicatie (InvestNL, Nationaal Platform Warmte)
- Tools voor consumenten** voor bepaling optimale thuisconfiguratie, en voorkomen inefficiëntie

## Financieel: Ondersteun waar nodig

- Innovatiesnelweg** (Groefonds?)
- CO2 emissie reductie focus subsidie** (bredere focus, niet techniek specifiek)
- Cofinanciering TRL 7-9** voor het overbruggen 'valley of death' en opschalen van productie.
- Meerjarige belastingvoordeel grote projecten:** beter voor TCO dan eenmalige subsidie
- Afbouw saldering** voor marktwerking
- Risicofinanciering:** proefboring HT/MT-ATES en afbreukrisico in GO (promote langertermijn denken investeerders)
- Subsidie kleinschalige warmteopslag**

## Technisch

- Standaardisatie communicatie energiesystemen:** Warmtepomp, e-boilers, opslag producent afhankelijk
- Ontwikkel Reactietijd Protocol** voor voorkomen pieken tijdens overschakelijk naar daltijd. (TNO?)
- Uitvoering**
- Financiering bijscholing** voor personeel om tekort te reduceren
- Tools voor berekenen benodigde grootschalige warmteopslag** capaciteit en vermogen
- Hoe omgaan met een mogelijke 'kleine' markt?

# Long-list stakeholders

Aalbrechts-HFC	Eneco	Orange Climate/PCMTechnology
Alliander	Energy Storage NL, FME	PLUSS Advanced Technologies
ARES B.V.	ENERGYNEST	Pure Energie
ARES/RTB	Ennatuurlijk	Renewable Heat
ArtEnergy	GroeneWarmte	RIFT
Borg Energy	HoCoSto	SolarEis
Brabetech	IfTechnology	SolarFreezer BV
Cellsius	Iron+	TKI Urban Energy
CESAR	KWR Water	TNO
DuraFlow	Meewind	TU Twente
EBN	Newton Energy Solutions	TU/e
ECWEnergy	Novar	Windunie



An aerial photograph of a large concrete dam and a multi-lane bridge spanning a deep canyon. The landscape is rugged and rocky, with some greenery on the upper slopes. The sun is low in the sky, creating long shadows and a warm glow. The text is overlaid in large, white, bold letters.

# Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland

12 Maart 2024

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