



Ministerie van Klimaat en
Groene Groei

Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen

Kimberley Tjon-Ka-Jie



De uitdaging...

- > 15-45% van de gebouwde omgeving aangesloten op een collectieve warmtevoorziening in 2050
- > Vermindering broeikasgassen met 55% in 2030 en 95% in 2050
- > 80 PJ vanuit duurzame bronnen (gebouwde omgeving en gtb) in 2030
- > Maximaal 250PJ aan duurzame bronnen die warmtenetten voeden in 2050



Constatering

Opschaling dreigt achter te blijven, groei is nodig

- › Opgave opschaling duurzame collectieve warmtevoorziening:
 - Het verduurzamen van bestaande netten
 - Het vervangen van (wegvallende) bronnen
 - Het leveren van duurzame warmte aan nieuwe warmtenet aansluitingen



Huidige situatie

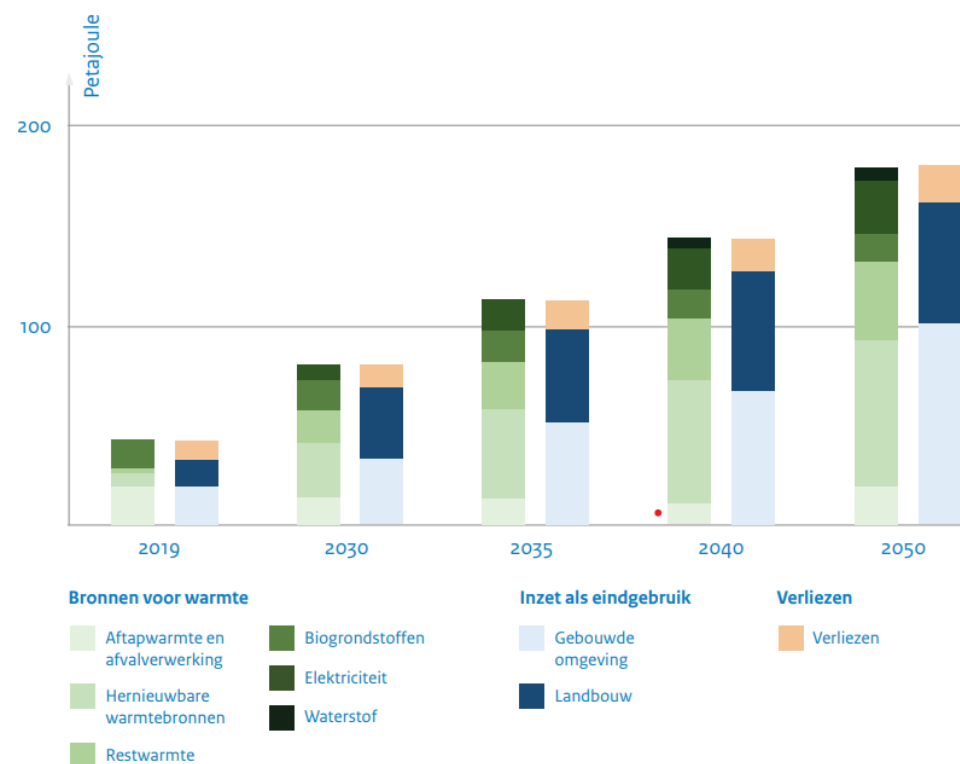
- > Circa 900.000 WEQ aangesloten op een collectief warmtesysteem (inclusief blokverwarming)
- > Veelal HT- en MT-warmtenetten
- > Vooral warmte uit aardgas (bijvoorbeeld elektriciteitscentrales en ketels), uit afvalverbranding en biomassa



Prognose warmteketen (NPE)

- > Kleinere rol huidige warmtebronnen
- > Restwarmtebronnen opereren klimaatneutraal
- > Hernieuwbare warmtebronnen staan centraal

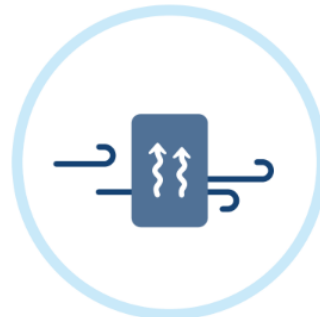
Verwachte groei van de warmtebronnen en hun inzet volgens het NPE





Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen

- › Toelichting beschikbare duurzame bronnen en technieken in Nederland
- › Wegwijzer en neutrale weergave
- › Knelpunten en beleidsaanbevelingen per bron
- › Vooruitblik en aandachtspunten op de bronnenmix

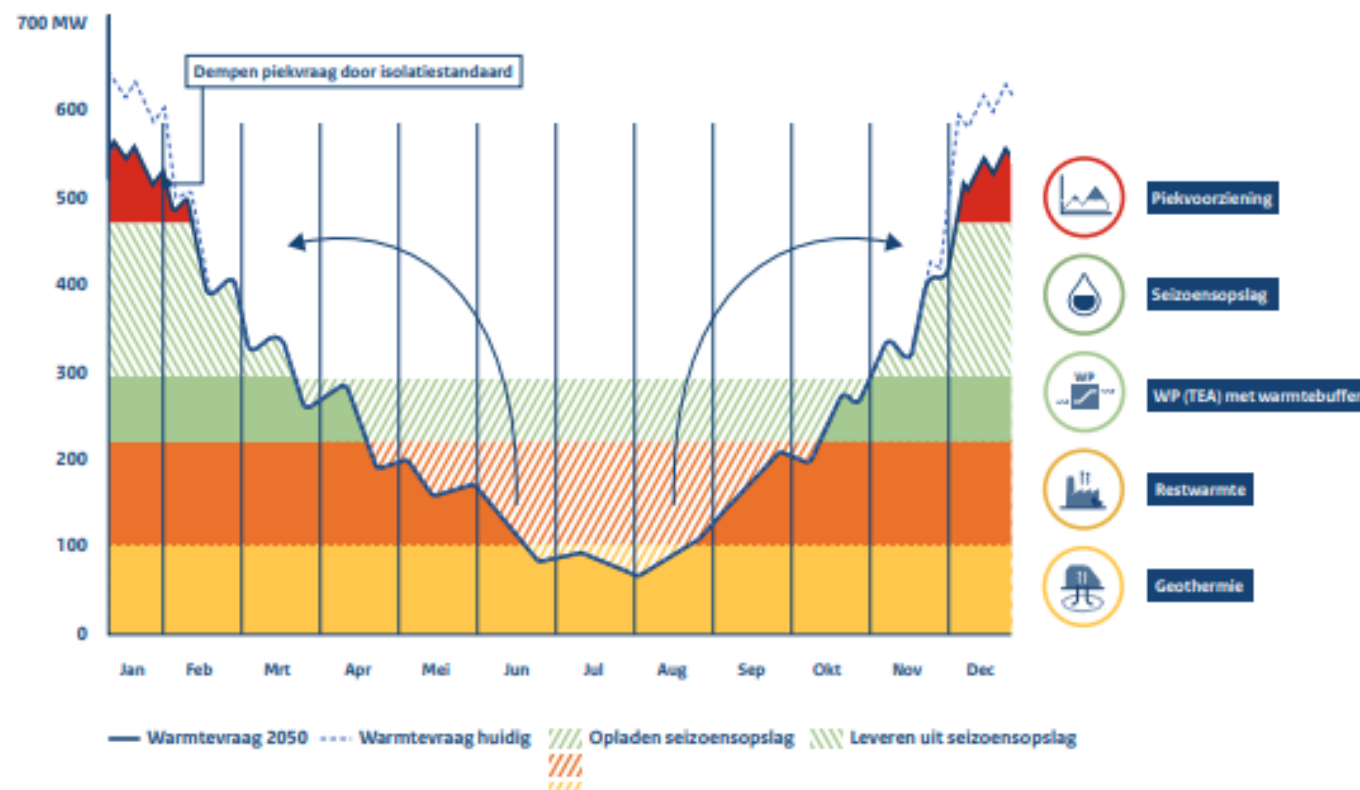




De bronnenmix

- > Een optimale mix van warmtebron(nen) en warmtetechniek(en) is de sleutel
- > Succes is van meerdere factoren afhankelijk
- > Samenwerking tussen verschillende partijen nodig

Invulling van de warmtevraag door een samenspel van duurzame bronnen (indicatief)



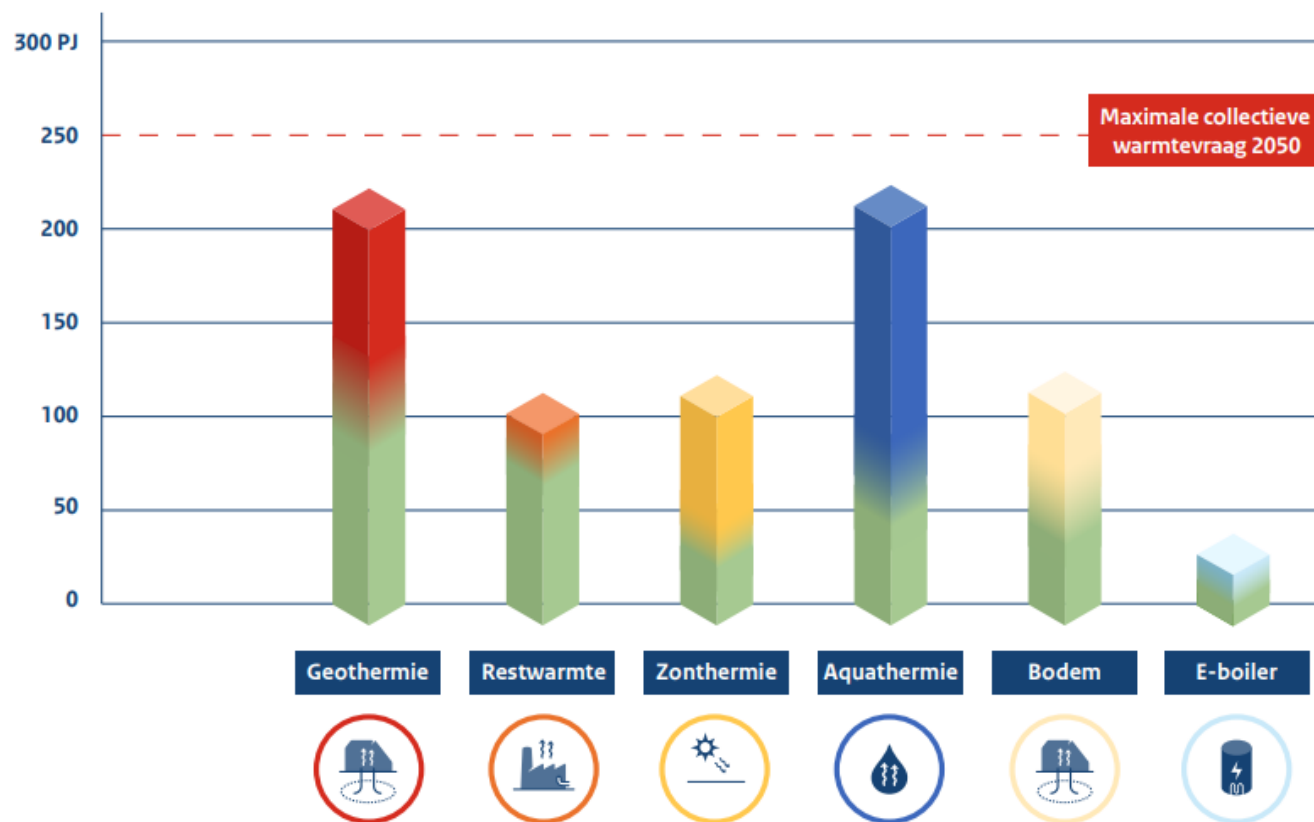


De inzet van duurzame warmtebronnen leidt tot verandering

- › Bestaande netten naar MT
- › Warmtebronnen inzetten op eigen temperatuurniveau
- › Opwaardering dicht bij de eindgebruiker
- › Voldoen aan duurzaamheidsnormen
- › Grotere rol voor warmteopslag en power2heat
- › Warmte als onderdeel van het energiesysteem



Indicatie potentiëlen en verhouding warmtebronnenmix



Indicatie van de ordegrötte

Focus ligt op de verhouding, **geen optelsom**

Geen kwantitatieve beleidsdoelen waar het Rijk op stuurt

Disclaimer: Ook erg afhankelijk van externe factoren zoals marktwerking en (technologische) ontwikkelingen



De rol van het Rijk

Kamerbrief 7 oktober 2024

Om de opschaling van collectieve warmte mogelijk te maken moet in de ogen van het kabinet worden voldaan aan in ieder geval drie randvoorwaarden:

1. Als een warmtenet voor de samenleving de goedkoopste duurzame optie is, moet dit leiden tot een aantrekkelijke prijs voor de eindgebruiker;
2. Er moet voldoende uitvoeringscapaciteit zijn om in warmtenetten te investeren en deze te kunnen exploiteren, en
3. De gemeenten moeten nog steviger de regie gaan nemen in de warmtetransitie.





De rol van het Rijk

- › Techniek-neutrale sturing als uitgangspunt
- › Stimuleren innovatie via TKI en DEI
- › Financieel instrumentarium aanpassen om de potentie van duurzame warmte in het energiesysteem te stimuleren



Hoe nu verder?

- › Aandacht met name op snelheid en (investerings)zekerheid om bronnen te ontwikkelen
- › Scheppen van de juiste condities door gemeenten en warmtebedrijven te ondersteunen en te faciliteren
- › Nauwe samenwerking met NPLW en NPRES
- › In contact blijven met de sector



Ministerie van Klimaat en
Groene Groei

Dank voor uw
aandacht

k.k.tjonkajie@minezk.nl



Nine Parre
Projectleider
wijkuitvoeringsplan



Robertjan Spaans
Projectleider
aardgasvrij

Inhoud presentatie

Hoorn in kort bestek

- Realisatie gestart
- Haalbaarheidsstudie collectieve warmte
- Troefkaarten van Hoorn
- Warmteprogramma 2019 en nu

Nine Parre (Gemeente Hoorn)

Uitdaging

- Opschaling stukt in Tempo en Bronnenstrategie
- Doorbreken huidig tempo
- Afhankelijkheid nieuwbouw en BENG

Robertjan Spaans (Gemeente Hoorn)

Gesprek

- Wat hebben onze bestuurders gekozen?
 - A. De Big Bang!
 - B. Stop er maar mee
 - C. Door gaan en oogkleppen op
- Wat zou jullie advies zijn aan ons?

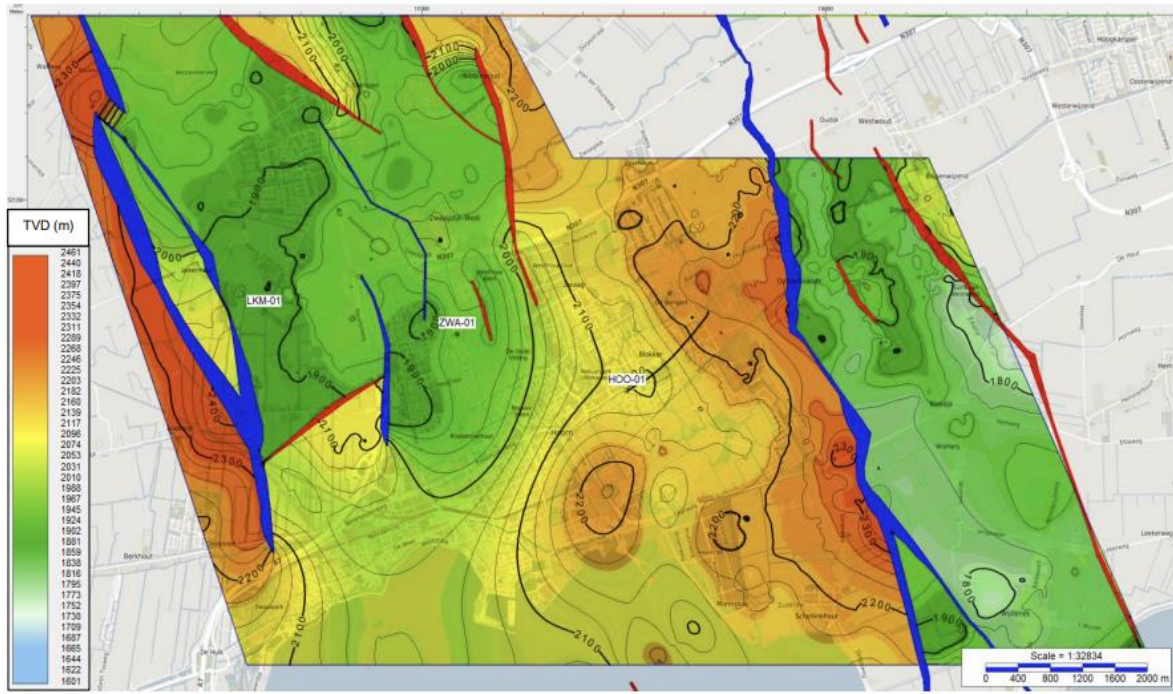
Realisatie gestart



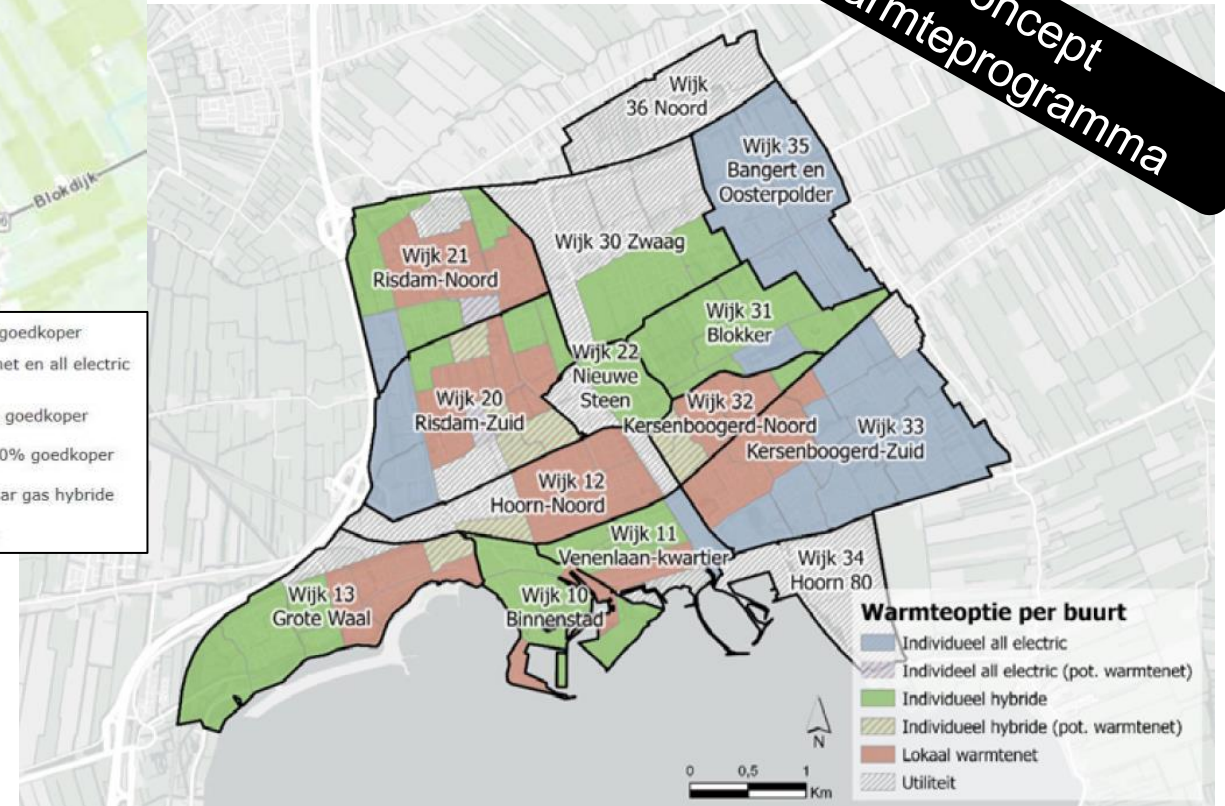
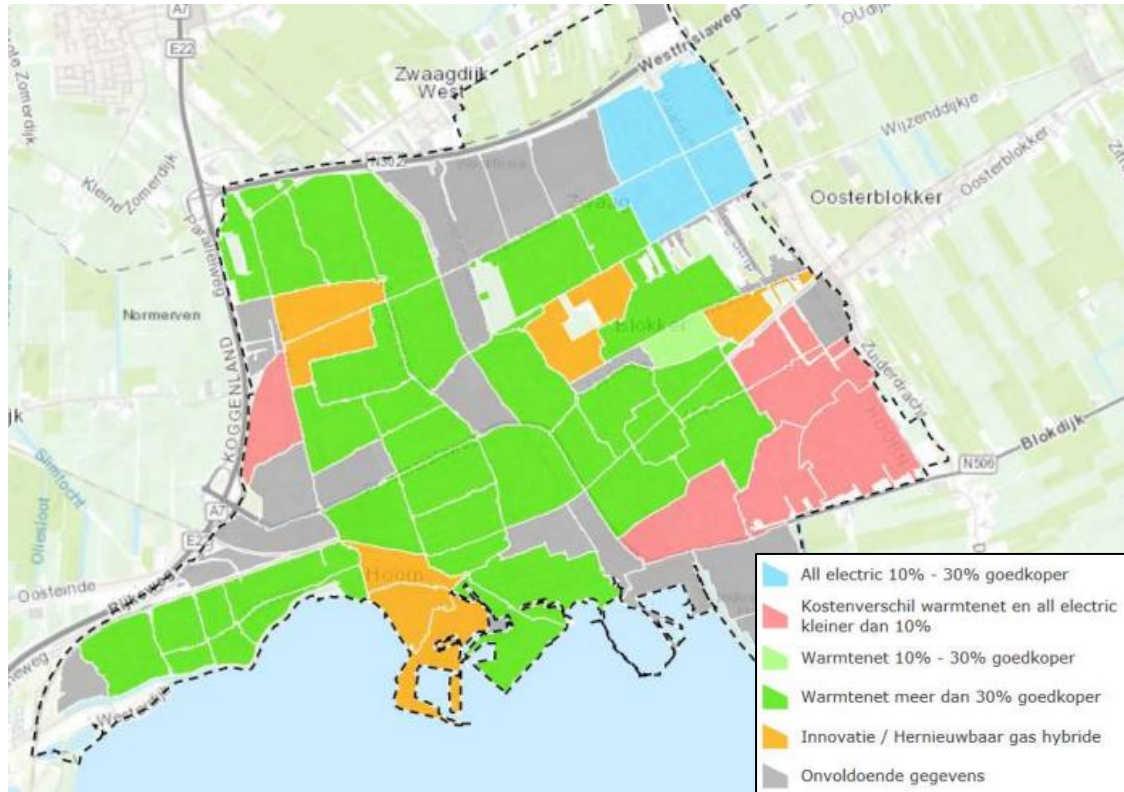
Haalbaarheidsstudie collectieve warmte



Troefkaarten van Hoorn



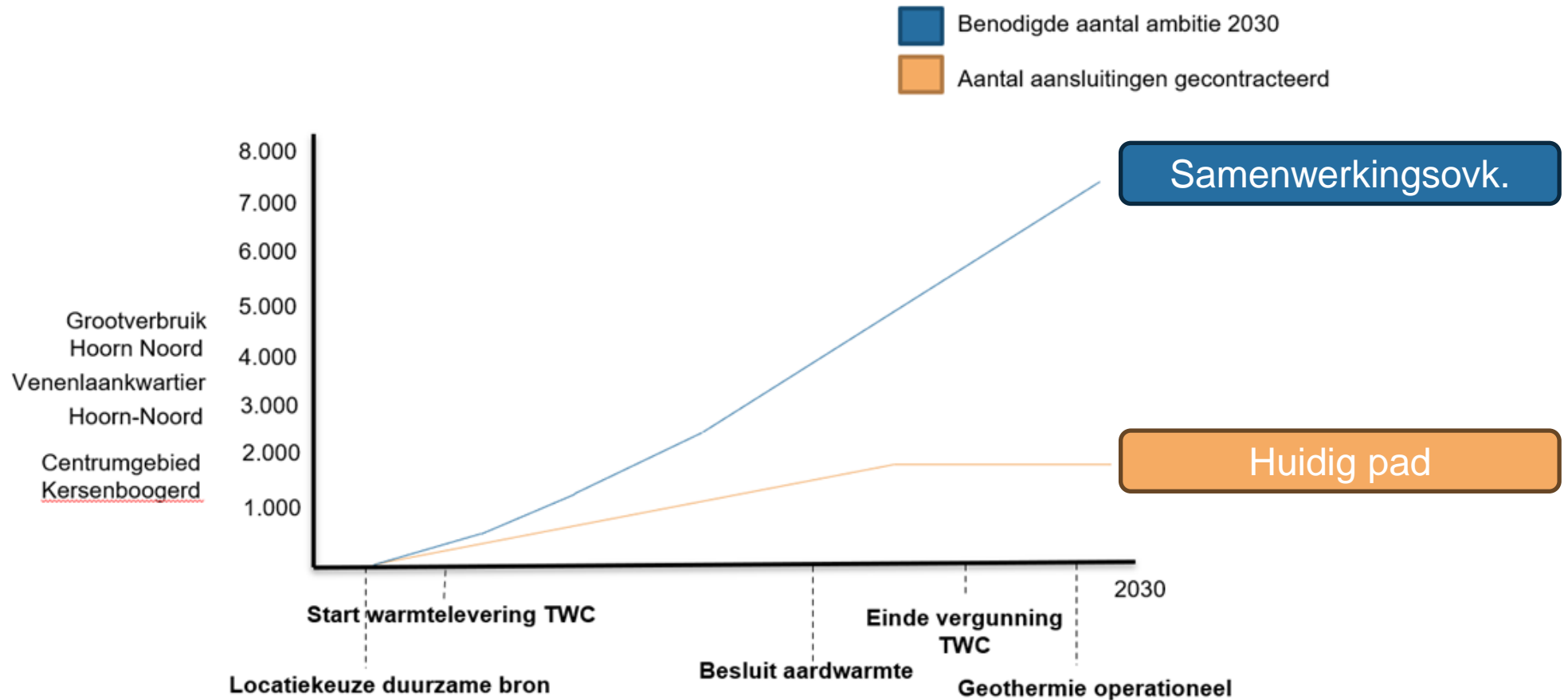
Transitievisie Warmte (2019) en Warmteprogramma (2024)



Concept
warmteprogramma

Uitvoeringstempo ambitie versus werkelijk

Niet snel genoeg voor aardwarmte



Beslispunten voor onze bestuurders

Doorbreken huidig tempo door:

Inclusief nieuwbouw

- Blijven uitgaan van aardwarmte betekend pas in 2035 een keuze voor een duurzame bron
- Kiezen voor een tussentijdse (hybride) oplossing (eg. grote warmtepomp) vraagt elektrische aansluiting ism. Liander)

Versnellen aanpak

- Of volgordelijk starten in Hoorn-Noord
- Of parallel in de vorm van een taskforce aardgsavrij

Keuze bron

- Keuze maken voor de duurzame bron is voorwaardelijk
- Organiseren collectieve keuze:
 - via afspraken
 - via verplichting (Warmteplan)

Realisatie groter warmtenet Gemeente Hoorn

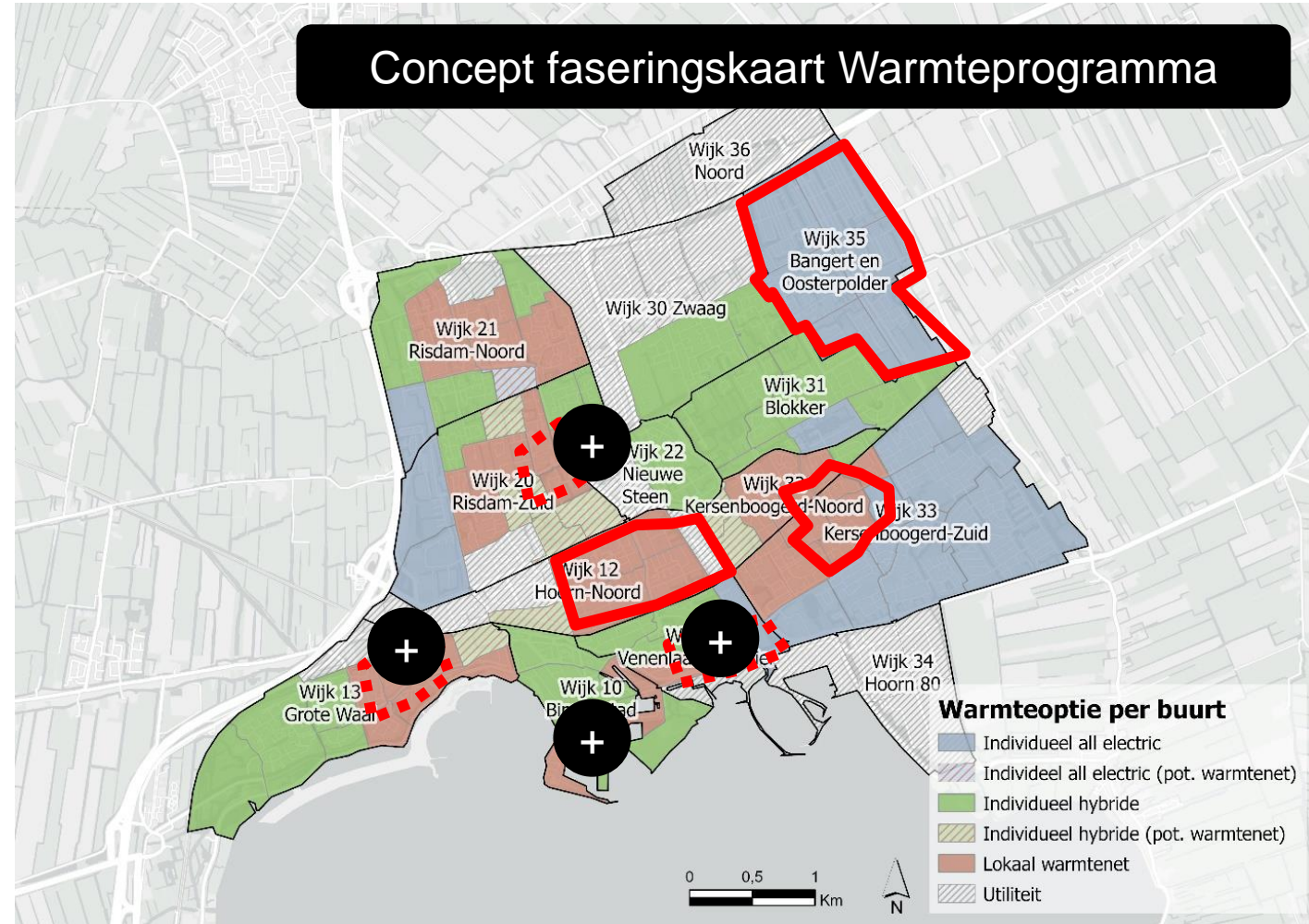
Taskforce Wijkuitvoeringsplan

Uitgangspunt aanpak:

1. Techniek onafhankelijk de wijk in
2. Interesse en behoefte peiling per buurt
3. Ontwikkelen aardgasvrije oplossingen buurtkaart
4. Presenteren kaart aan buurtbewoners- feedback ophalen
5. Buurtplan opstellen
6. Bij voldoende 'energie' door naar uitvoering

Minimaal team:

- Projectmanager
- Omgevingsmanager
- Ondersteuner
- Communicatieadviseur

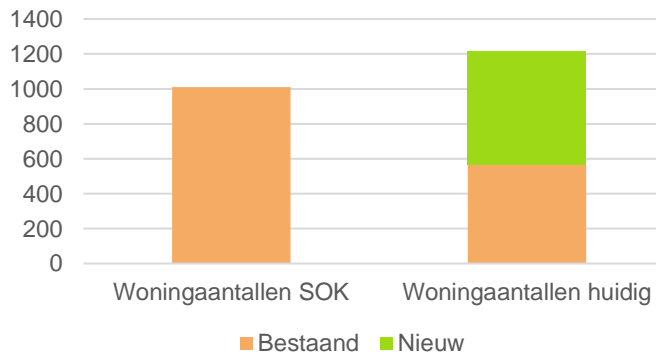


Nieuwbouw en BENG als nieuw uitgangspunt

Veranderde scope in Hoorn Noord

± 600 – 650 weq
nieuwbouw

Aantal weq's in Hoorn Noord

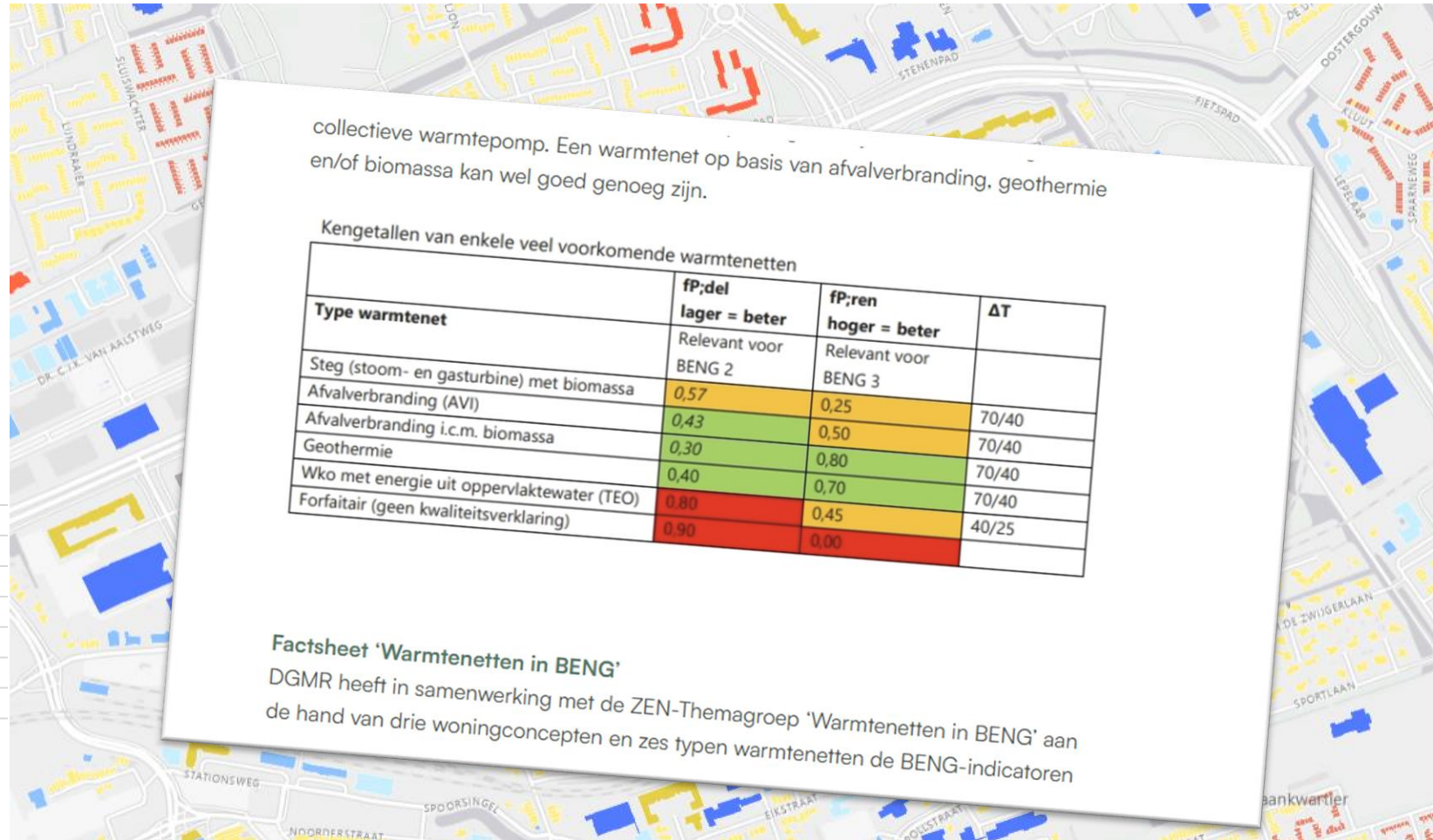
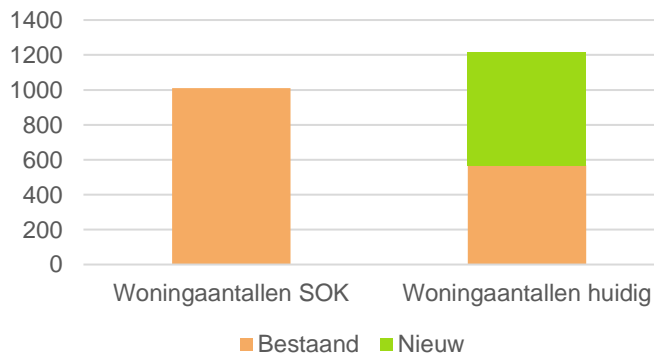


Nieuwbouw en BENG als nieuw uitgangspunt

Veranderde scope in Hoorn Noord

± 600 – 650 weq
nieuwbouw

Aantal weq's in Hoorn Noord



Doen 'ze' het of doen 'ze' het niet?



Stop?

Doorkabbelen?

Doorbreken?

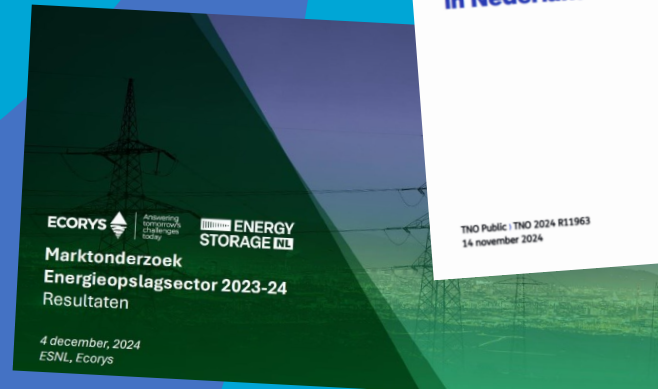
Wat denken jullie? Wat is jullie advies aan ons?

Noodzaak en ontwikkelingen warmte opslag



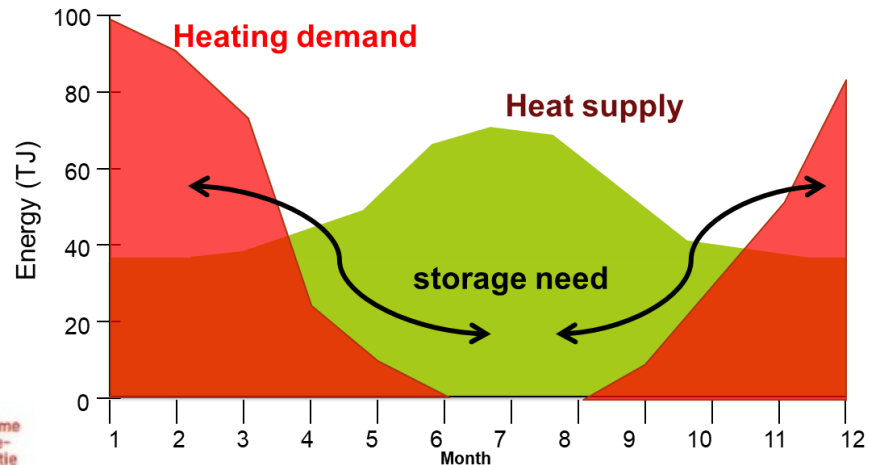
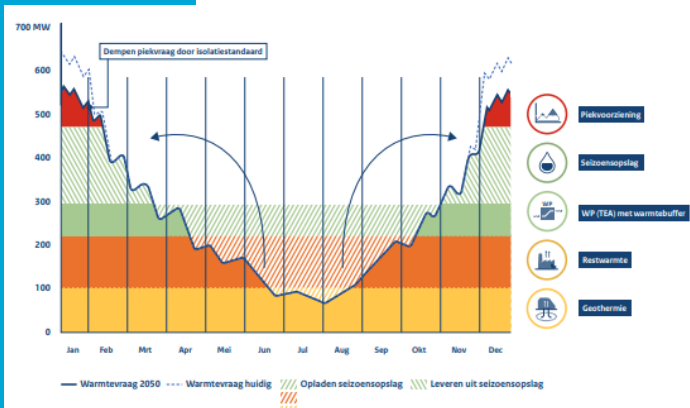
2024-12-10

Dr.ir. M. Bloemendal

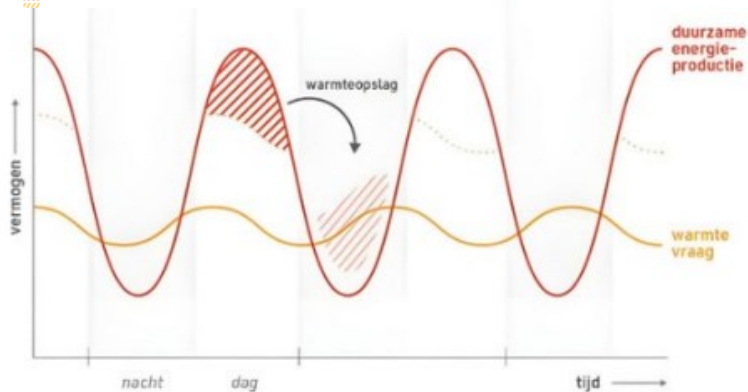


“We gaan richting een bronnenmix waarbij opslag een grote rol zal spelen”

Noodzaak voor warmte opslag



Heating/cooling demand in buildings in the northern hemisphere



TNO, EBN Oktober 2021

Whitepaper

ONDERGRONDSE ENERGIEOPSLAG NOODZAKELIJK VOOR TOEKOMSTIG ENERGIESYSTEEM

DUURZAME BRONNEN EFFICIËNTER BENUTTEN MET WARMTEOPSLAG

Warmte opslag, vaak vergeten maar kan niet worden genegeerd



14.06.2023 Jan de Wit

Routekaart Energieopslag: belangrijke rol voor warmteopslag, maar nog altijd te onbekend

In de langverwachte *Routekaart Energieopslag* erkent Rob Jetten, minister voor Klimaat en Energie, de belangrijke rol van warmteopslag in het elektriciteitsstelsel. Daarbij geeft toe dat er nog veel onzekerheden zijn, zoals de ruimtelijke inpassing en de ongeschiktheid van de huidige energiemodellen. Om tot concreet te komen zal er nog veel moeten worden onderzocht, met hopelijk een verduidelijkingsplan in het Nationaal Energieakkoord.

Niet lang na de toezegging van een routekaart bleek uit onderzoek van Jan Willem Zwang, eigenaar van een gigantische hoeveelheid batterijprojecten in de pijplijn zat. 20 gigawatt aan batterijcapaciteit bij netbeheerders TenneT, Enexis, Liander en Stedin. Later liep dit cijfer op tot 34 gigawatt.

"De uitwerking van de routekaart voor batterijen die minister Jetten begin 2023 wil presenteren"



Het opschalen van projecten voor warmteopslag loopt moeizaam en pioniers vallen om, terwijl het belangrijk is voor het verduurzamen van het energiesysteem. Het kan bijdragen aan het oplossen van netcongestie en het stabiliseren van elektriciteitsprijzen. Dinsdag bood de sector een actieplan aan aan het ministerie van EZK.



Focus → Gebouwde omgeving

de Volkskrant

NIEUWS

Minister De Jonge noemt dwang onvermijdelijk bij huizen van het gas halen

Dwang is uiteindelijk onvermijdelijk bij het van het gas afhaken van huizen. Dat heeft Hugo de Jonge donderdag gezegd in zijn nieuwe rol als minister van Ruimtelijke Ordening. De invasie van Oekraïne maakt de energietransitie volgens hem urgenter dan ooit.

Jurre van den Berg 10 maart 2022, 14:09



Rijk moet gaan kiezen tussen warmtepompen of warmtenetten

Het Planbureau voor de Leefomgeving ziet een 'mismatch' in het warmtetransitiebeleid

Jurgen Tiekstra 08 november 2022



Twee warmtepompen bij een woning - Shutterstock

De Rijksoverheid staat in de warmtetransitie voor een tweekop: blijft ze mikken op individuele huishoudens die met subsidie overgaan op warmtepompen, of gaat ze vooral inzetten op hele wijken die collectief op een warmtenet overstappen? Die keuze moet worden gemaakt, schrijven twee onderzoekers van het Planbureau voor



Energiea

Archief Trilemma Uit de hoek Podcast Meer

Hans van der Lugt • Energiea

NIEUWS

PBL: rijk traag in toepassen lessen uit Programma Aardgasvrije Wijken

Het omzetten van lessen uit het Programma Aardgasvrije Wijken in wijzigingen in het overheidsbeleid verloopt traag. Het programma is onvoldoende onafhankelijk van het rijk en legt daardoor te weinig gewicht in de schaal. Ook is een obstakel dat het nu eenmaal veel tijd en inzet vergt om gewenste wijzigingen door te voeren.

Dit blijkt uit een dinsdag gepubliceerde studie van het Planbureau voor de Leefomgeving naar lessen

geleerd uit het Programma Aardgasvrije Wijken (PAW): *Tussen uitvoering en beleid in de warmtetransitie*. In de studie onderzoekt het PBL hoe binnen het programma op rijksniveau wordt omgegaan met de knelpunten waar gemeenten tegenaan lopen bij de uitvoering van het PAW. In dit programma werken gemeenten sinds 2018 aan het aardgasvrij maken van 27 wijken die zijn aangewezen als proeftuinen.

Nieuwsoverzicht

17:29
Jetten: opzevergoed contract met variabel orwenselijk

17:17
Stroomstad Arnhem schroom van zich af

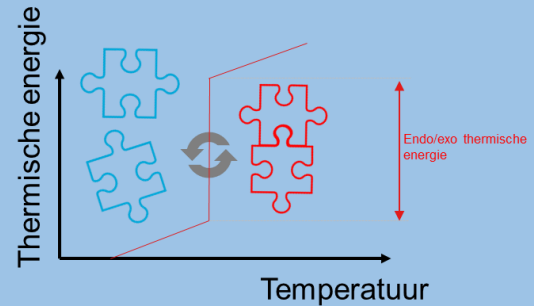
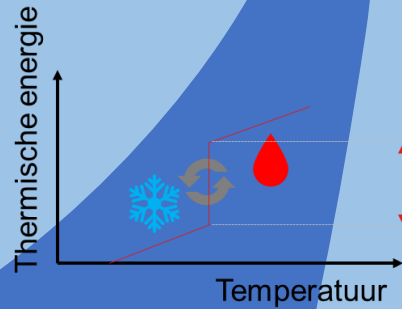
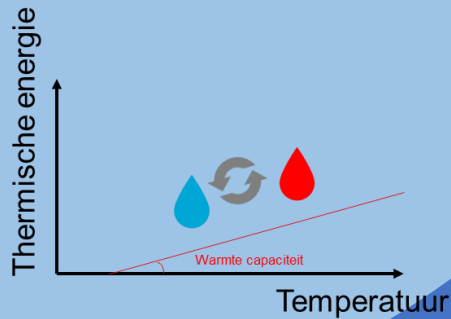
16:08
Energieleverancier Bu stopt met maandelijks

TNO

TU Delft

1

Opties voor warmte opslag en ontwikkelingen



Opties voor warmte opslag

Sensible heat

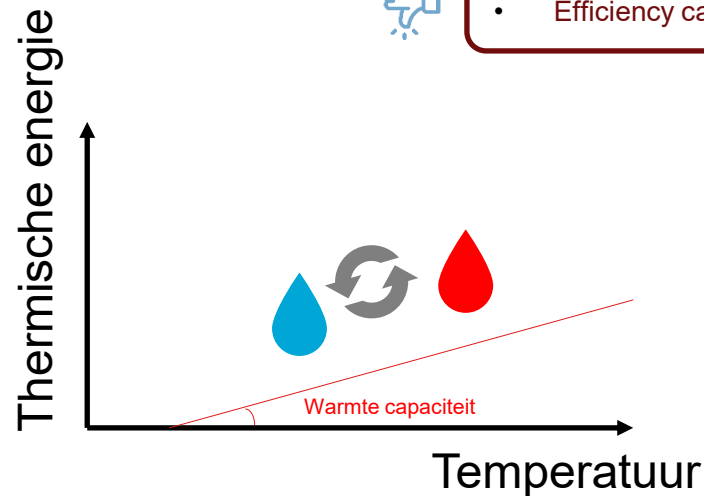
- Most widely used
- Most often water is used for energy storage



- Flexible
- Cheap

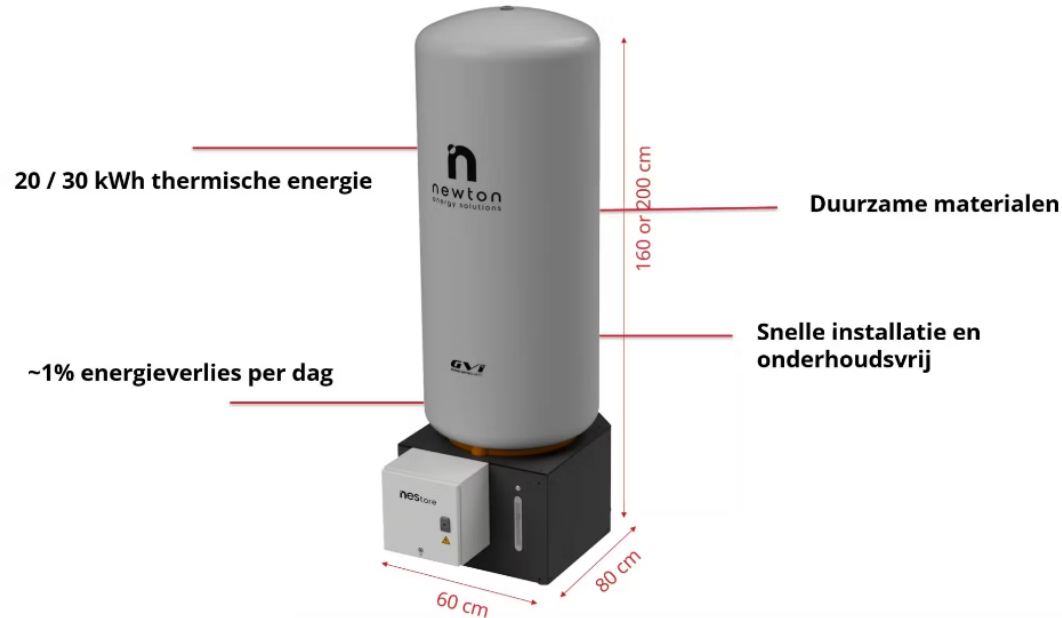


- Low volumetric storage
- Efficiency can be an issue



Tank individueel

Vacuüm geïsoleerde tank voor thuis



- Residentiele warmte opslag groeit snel door investeringen en opschaling

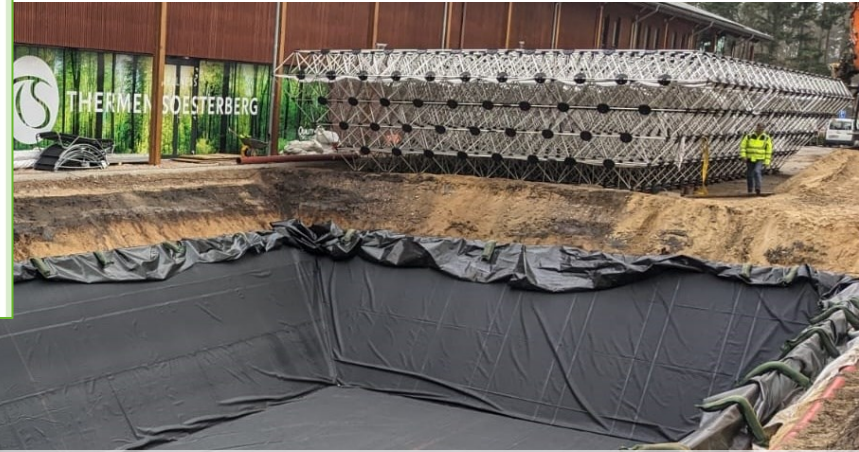
Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024

Pits



In de zoektocht naar duurzame warmte kijken steeds meer bedrijven en individuen naar creatieve oplossingen om gebouwen van warmte te voorzien. Zo schreef *Warmte365* laatst over de *Utrechtse doe-het-zelver die warmte uit de Vecht haalde* om daarmee een monumentaal pand te verwarmen, en over de *Cesar warmte-accu* die warmte voor seizoenenlang op kan slaan. Als vervolg op deze serie kijkt *Warmte365* naar andere creatieve oplossingen voor het duurzaam verwarmen van woningen in Nederland. In dit artikel worden de principes van de aardaccu besproken.

Een accu kan bepaalde vormen van energie, zoals hitte, beweging of elektriciteit opslaan en afgeven, zo ook de aardaccu, die energie uit zon, wind en regen buffert in de bodem. Door warmte uit de grond van een tuin of uit de oprit van een garage te gebruiken kan de aardaccu het hele jaar door verwarmen en koelen.

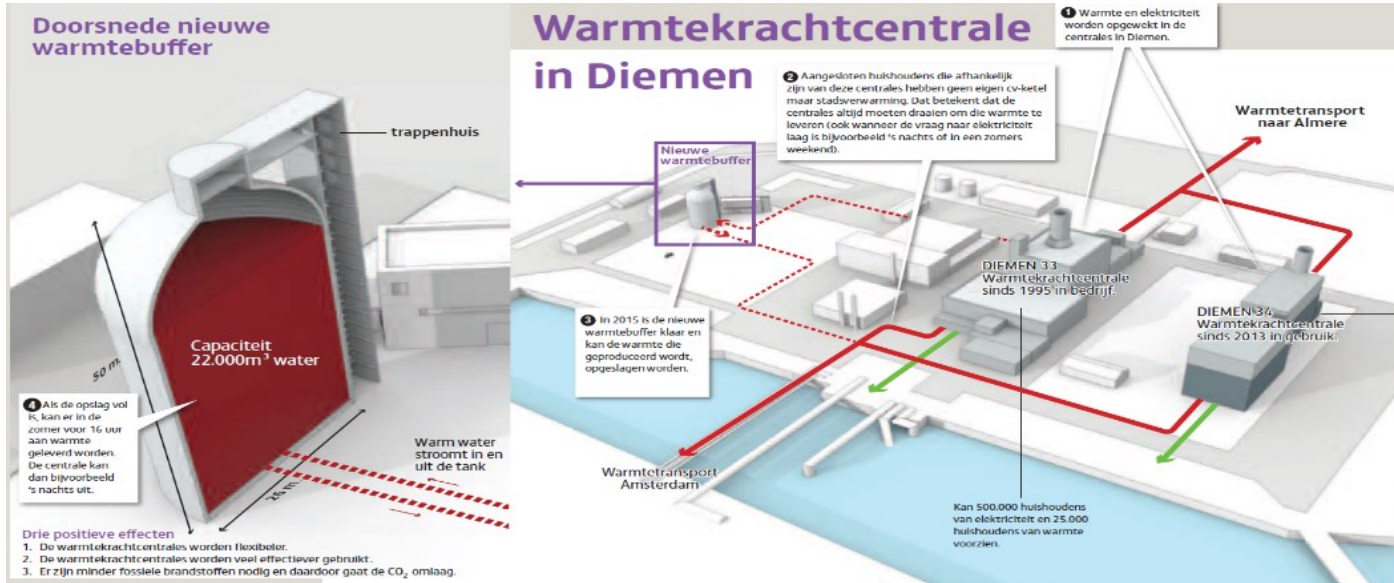


- Vergroten vermogen
- Inbedden in normen (NTA8800) → certificering?
- Verwachtte kostendaling komende jaren ca. 5%

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024
Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland, TNO 2024

Tank collectief

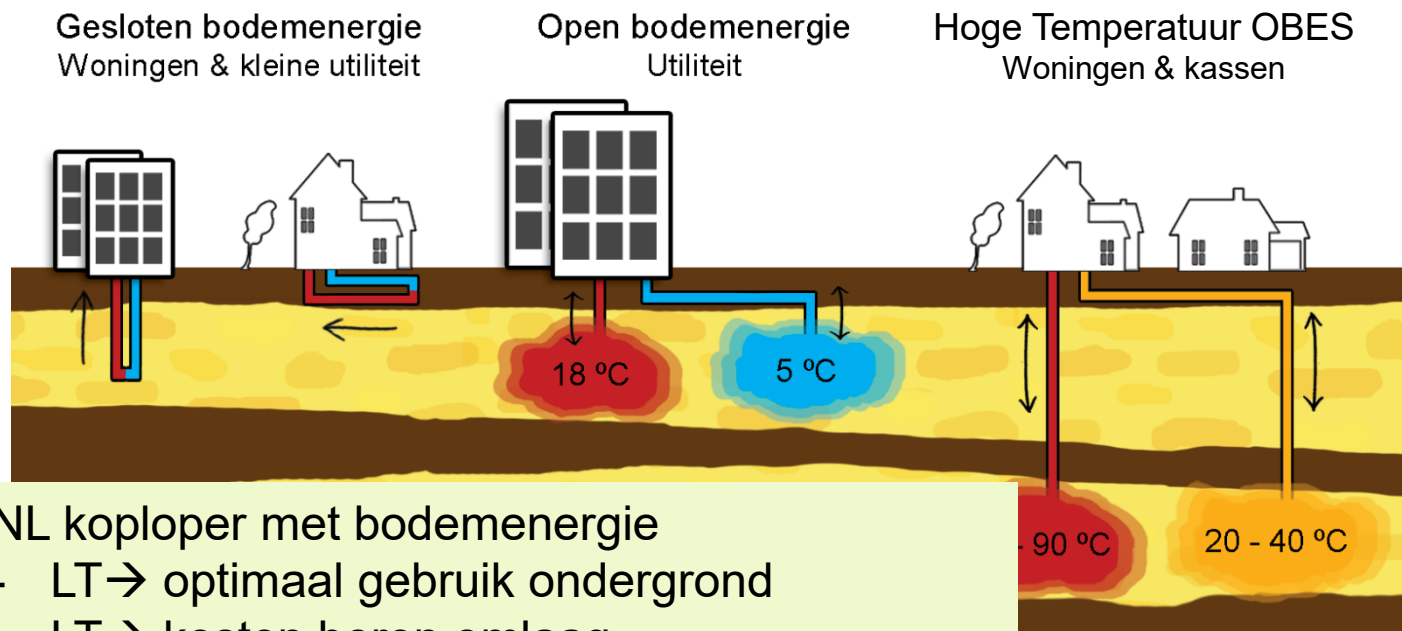
22,000 m³ ≈ 10 TJ, genoeg voor een weekend



- In collectieve systemen wordt warmteopslag grootschalig toegepast
- Verwachte kostendaling komende jaren ca. 5%

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024

Ondergrond → Bodemenergie



NL koploper met bodemenergie

- LT → optimaal gebruik ondergrond
- LT → kosten boren omlaag
- HT → techniek ontwikkeling en regelgeving

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024
Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland, TNO 2024

Opties voor warmte opslag

PHASE CHANGE MATERIAL (PCM)

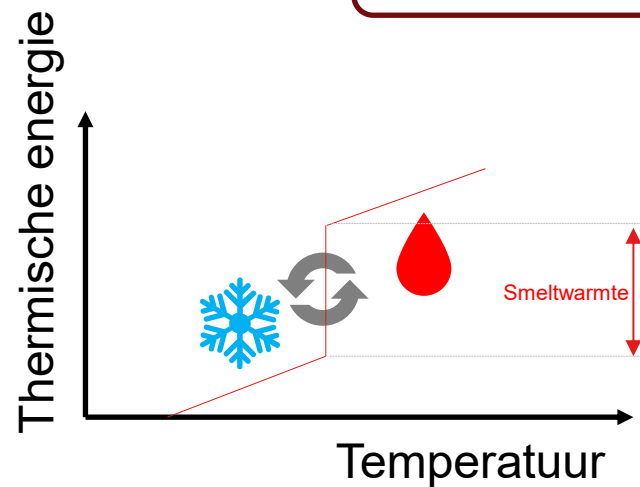
- Store latent heat via heat of fusion
- Heat of fusion is higher than heat capacity of material
- E.g. Paraffin, Nitrates etc.



- Specific temperature operation
 - Expensive



- High volumetric storage
 - High efficiency



PCM

Zout hydraten in constructies

$$>30 \times C_{beton}$$



- NL koploper met PCM
- Verbeteren prestatie
- Opschalen productie

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024
Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland, TNO 2024



04.10.2024 Gijs de Koning

Ondergrondse ijsbuffer koelt kantoorpand

Het Snowball kantoor in Harelbeke, België wordt in de zomer voor een ondergrondse ijsbuffer. In het gebouw worden meerdere bedrijven bij elkaar, waaronder Smappee, die samen de duurzame toekomst. In gesprek met Alexandra Vanhuysse, mede-oprichter en CEO van Snowball, software engineer bij Smappee, en een andere expert van deze technologie zijn.

"Snowball is een proeftuin voor groene technologie" en, valideren en demonstreren nu het domein van de energietransitie. Het gebouw zelf is een vorm."

Een van de meest interessante innovaties die Snowball voor, is de ijsbuffer. De ijsbuffer is om warmte op te slaan als te koelen op een efficiënte en duurzame manier. Het concept lijkt futuristisch, maar is eeuwenlang. "Het bestaat al sinds de zestiende eeuw", vertelt Vanhuysse, "maar het is nog nooit op zo'n grote



15.07.2024 Evelien Schreurs

PCM-zoutbatterij biedt efficiënte warmteopslag voor woningen

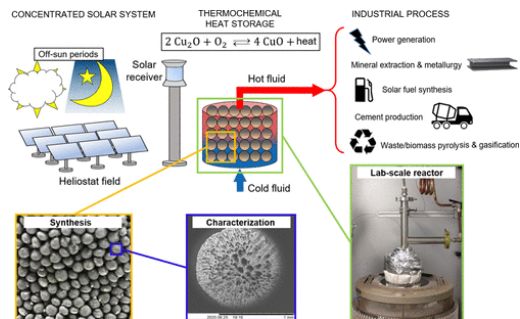
In het SuperHeat-project wordt een PCM-batterij (*Phase Change Material*) ontwikkeld met een verbeterde energiedichtheid, zonder lekkages en waarvan de kwaliteit stabiel is. Met deze PCM-technologie moet er een efficiënte en betaalbare zoutbatterij worden ontwikkeld. Mohammed Mehrali, assistent-professor in de *thermal engineering group* van Universiteit Twente, vertelt over het onderzoek.

Warm water is hetgeen dat de meeste energie kost in woningen, om die warmte efficiënt te gebruiken kan een warmtebatterij worden ingezet. Vier jaar geleden begon het project *Smarteat*, waar een materiaal is ontwikkeld dat gebruikt kan worden voor warmteopslag. In SuperHeat wordt dat materiaal gebruikt om verder te gaan met de ontwikkeling van een PCM-batterij met verbeterde efficiëntie.

Opties voor warmte opslag

THERMOCHEMICAL MATERIAL (TCM)

- Reversible endo/exothermic chemical reaction
- Volumetric energy content higher than PCMs

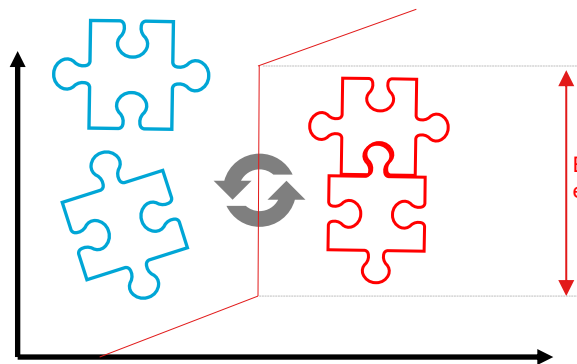


- Specific temperature operation
 - Expensive



- High volumetric storage
 - High efficiency

Thermische energie



Temperatuur

Water – Zout TCM

[cellcius]

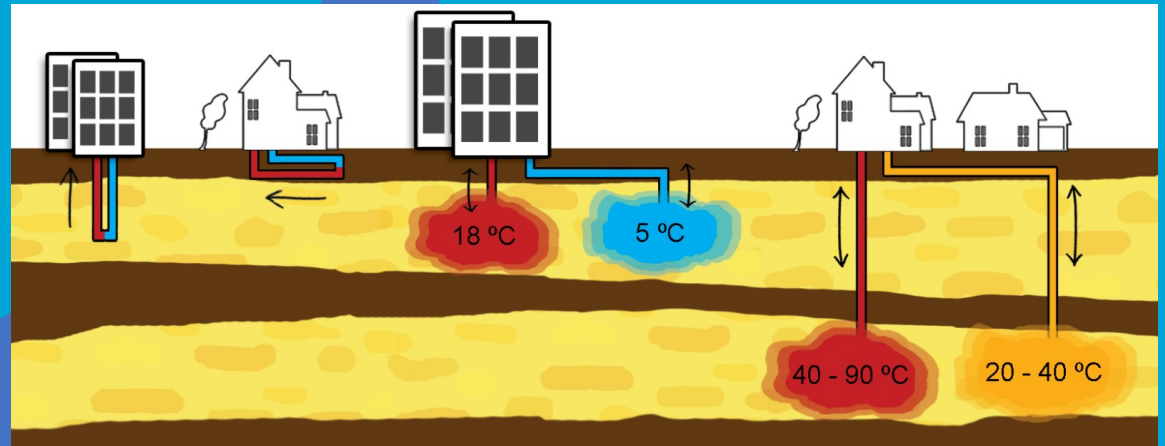
Straat / wijk niveau



- NL koploper met TCM
- Opschalen productie
- Vergroten marktbekendheid

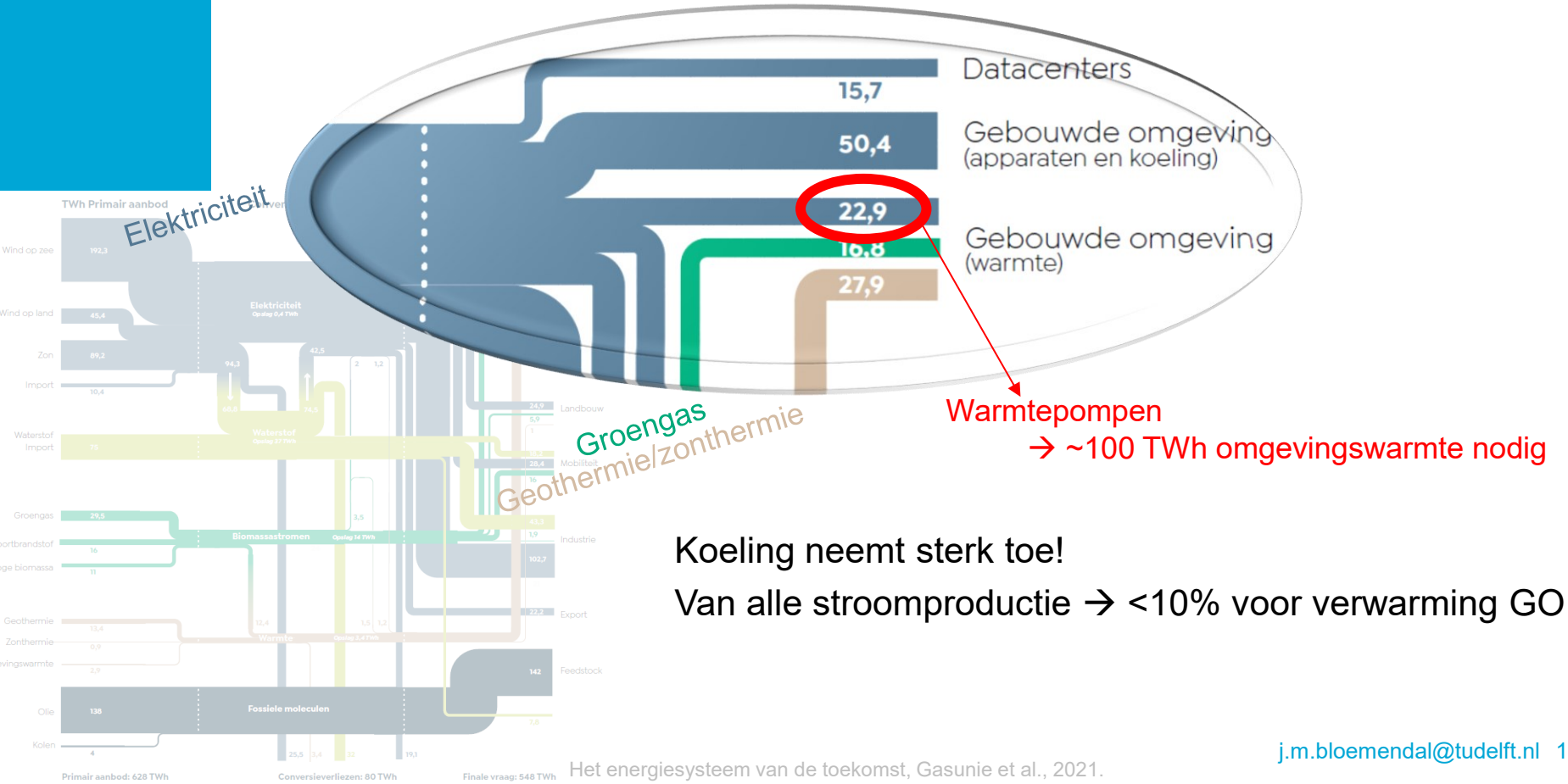
2

Voorbeelden hoe verschillende bronnen te benutten met bodemenergie

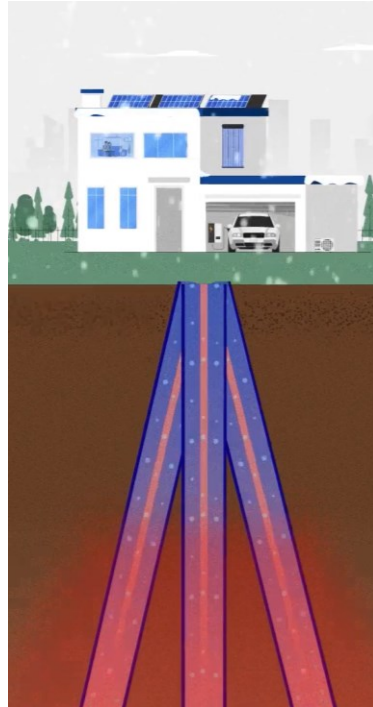
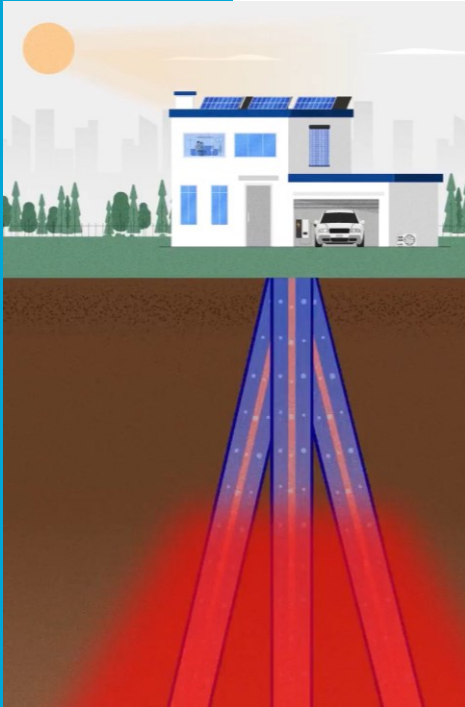
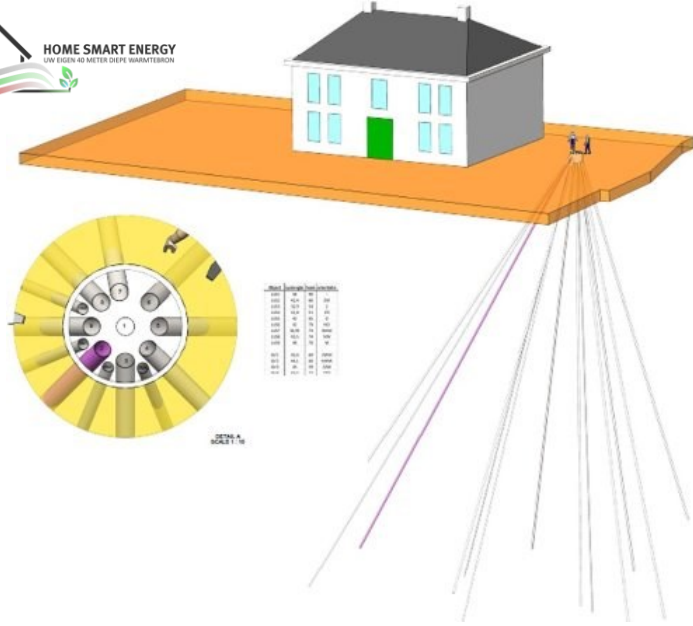


Bronnenmix gebouwde omgeving

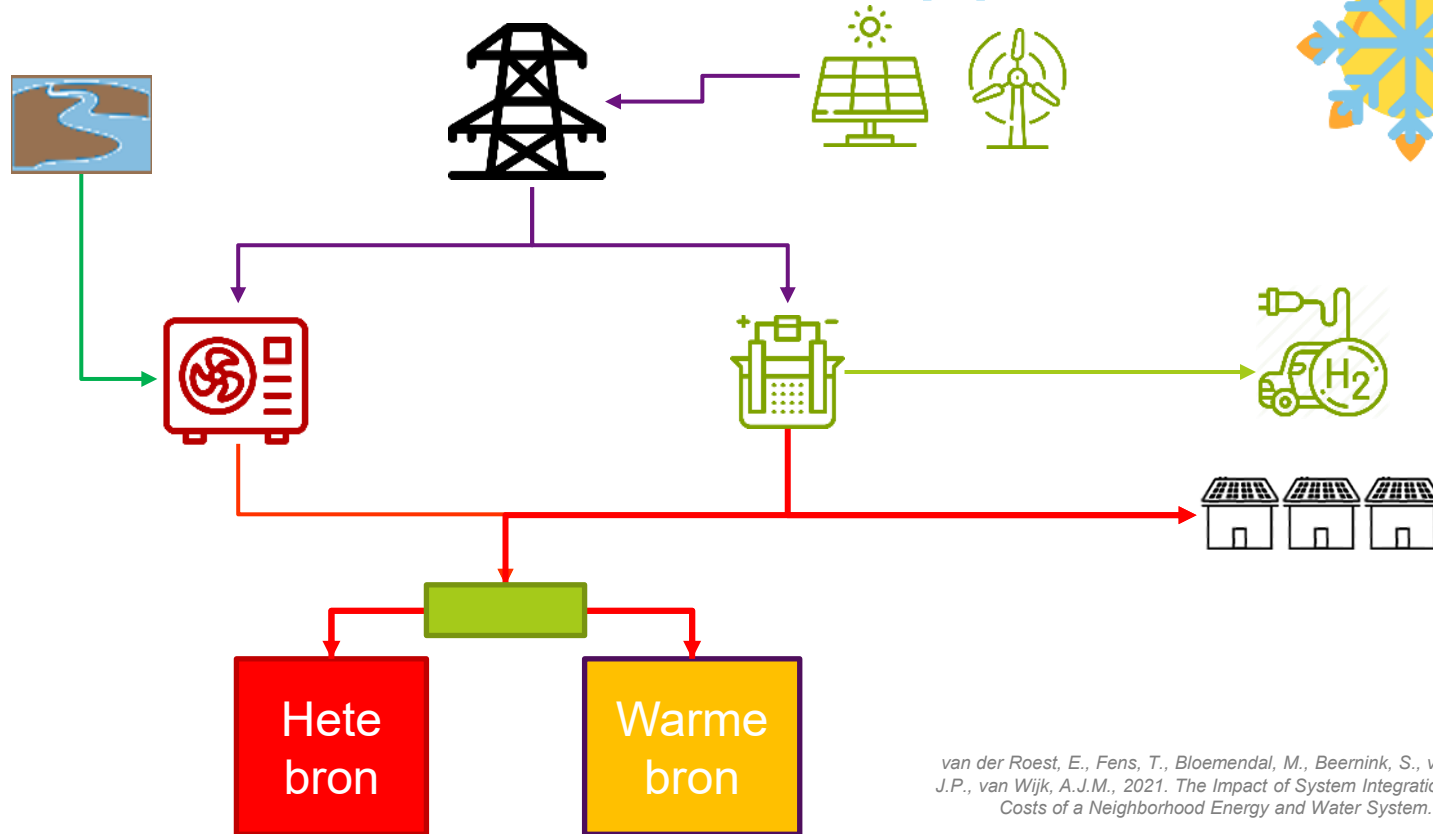
Een potentiële mix..



Zonthermie



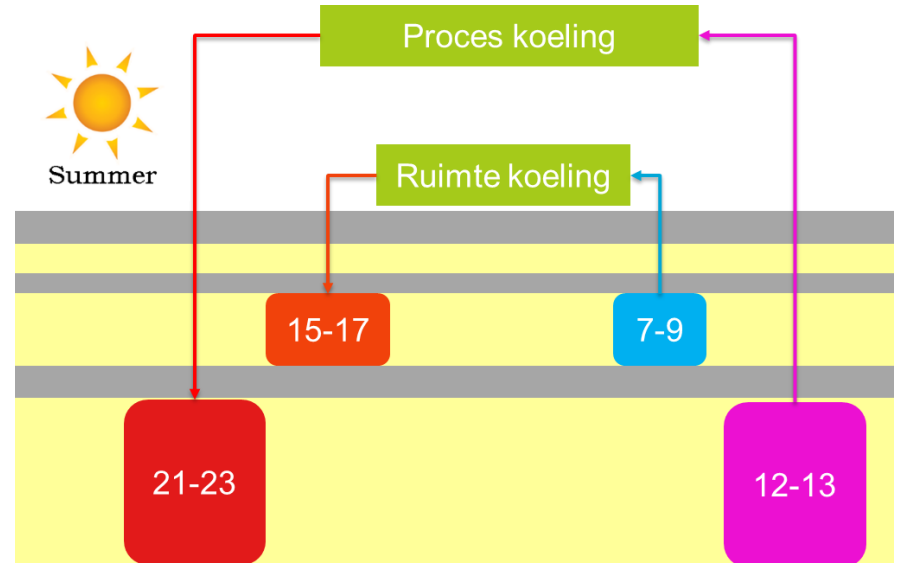
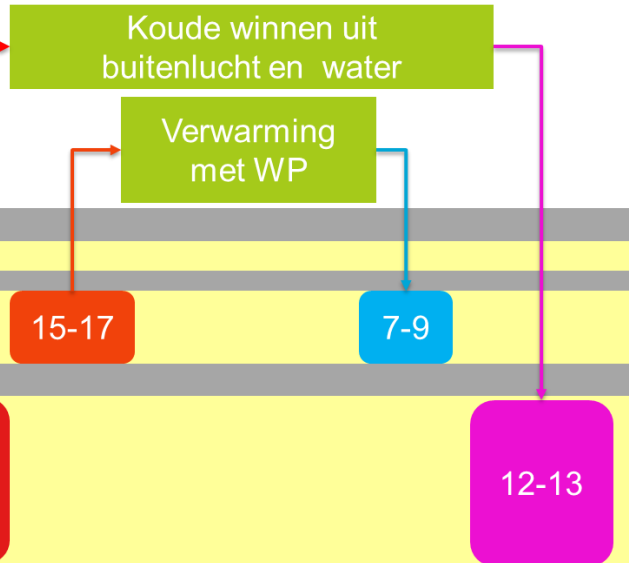
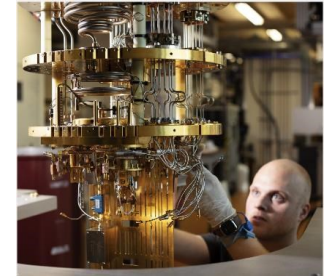
Lokaal, zon, wind en opp.water



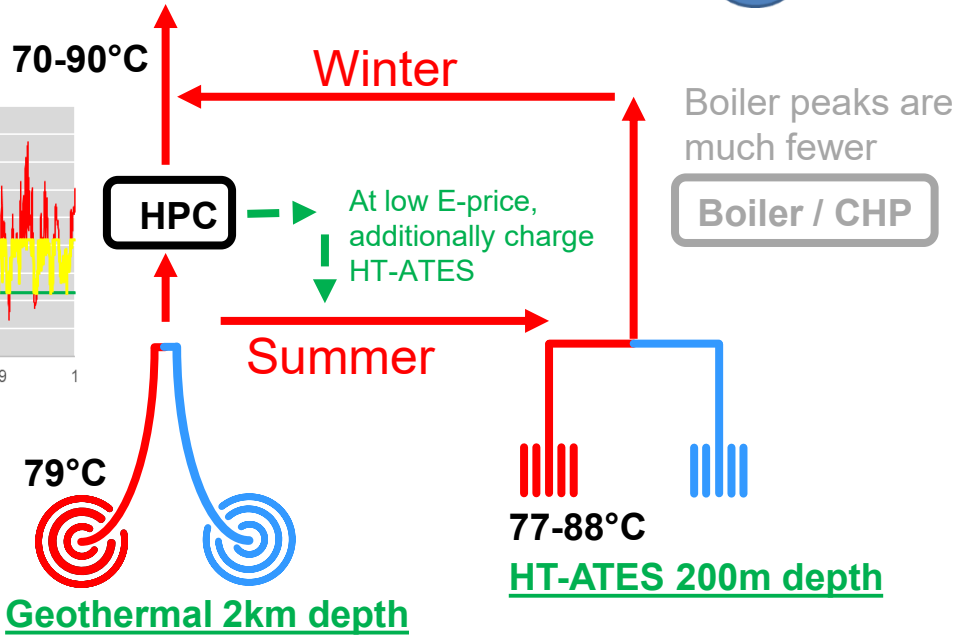
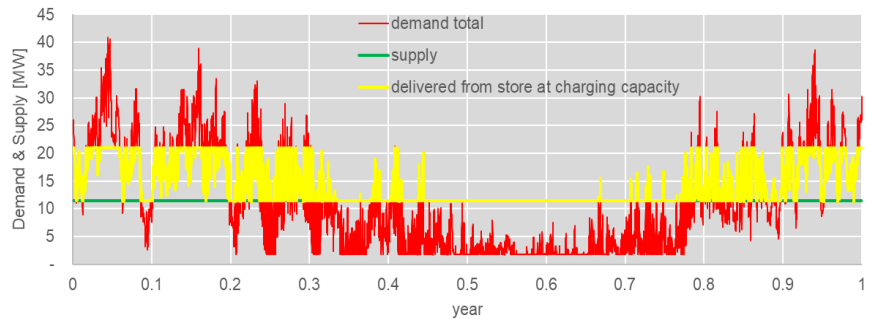
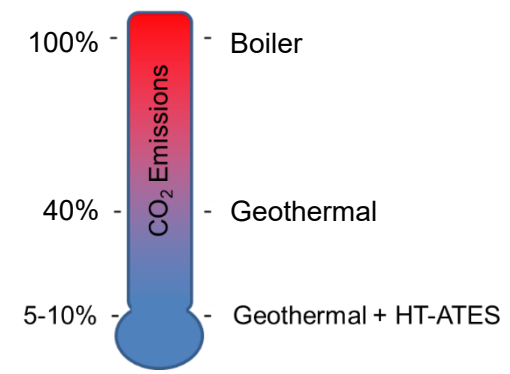
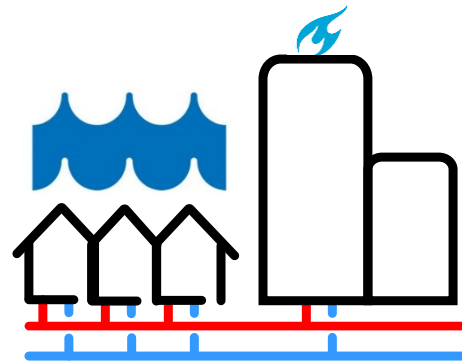
van der Roest, E., Fens, T., Bloemendal, M., Beernink, S., van der Hoek, J.P., van Wijk, A.J.M., 2021. The Impact of System Integration on System Costs of a Neighborhood Energy and Water System. *Energies* 14.

Omgevingskoude: Buitenlucht en Aquathermie

TU Delft: enorme koelvraag nieuwe faciliteiten

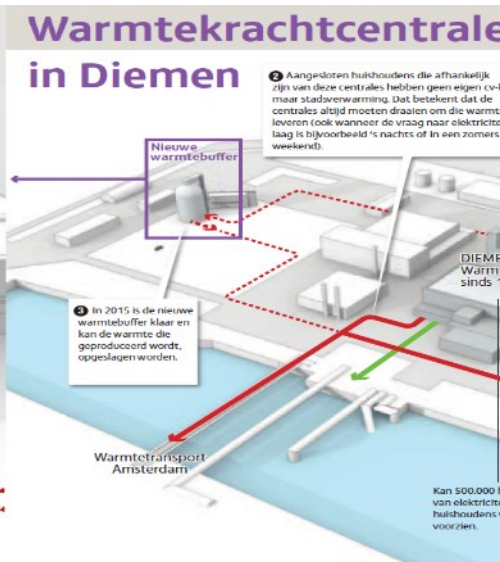
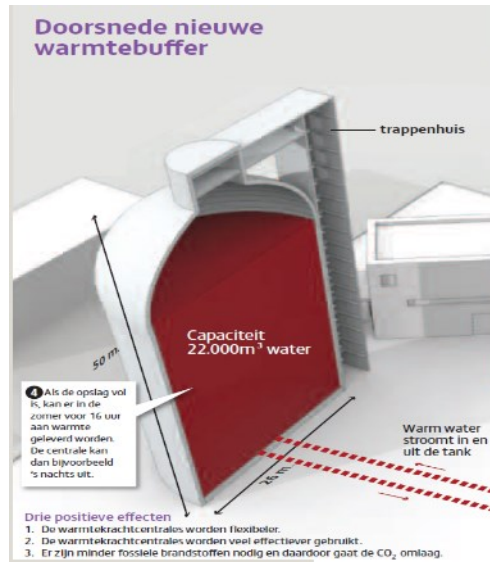


Geothermie



Warmte opslag voor warmtenet Amsterdam

Tennet High voltage grid NL



Stam, S., 2016. Enorme opslagtank geeft speelruimte in levering warmte, Energiegids.nl.

Warmte opslag: flexibiliteit↑, €↓ en CO₂↓

- Maximaal benutten van (lokale) duurzame energiebronnen
- Met conversie minder curtailment en netcongestie

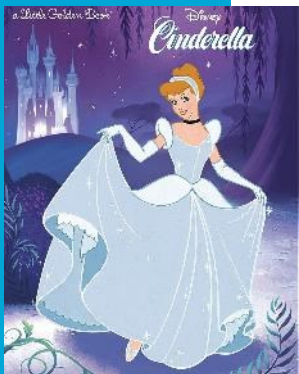
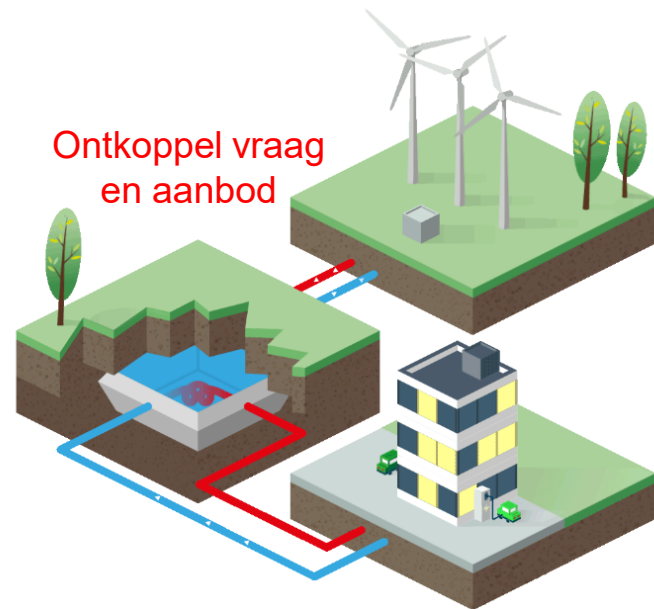
Resultierend in:

- **Lagere kosten van warmte**
- **Lagere maatschappelijke kosten**
- **Minder uitstoot**
- **Robuuster energiesysteem**

NL kennis-koploper met warmte opslag

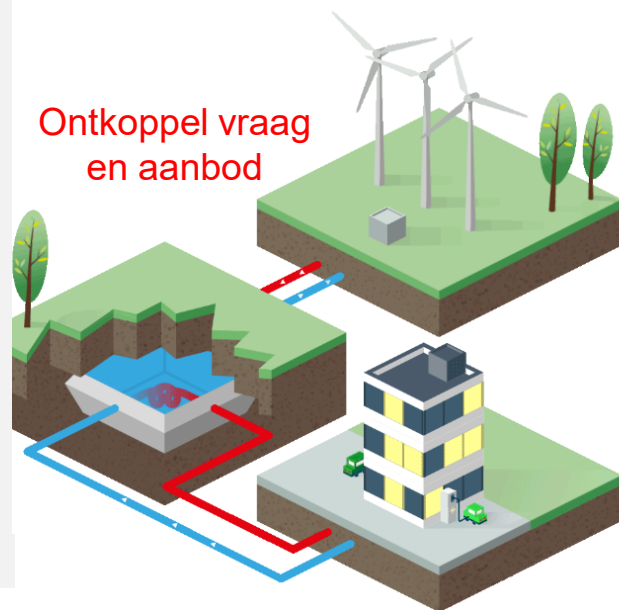
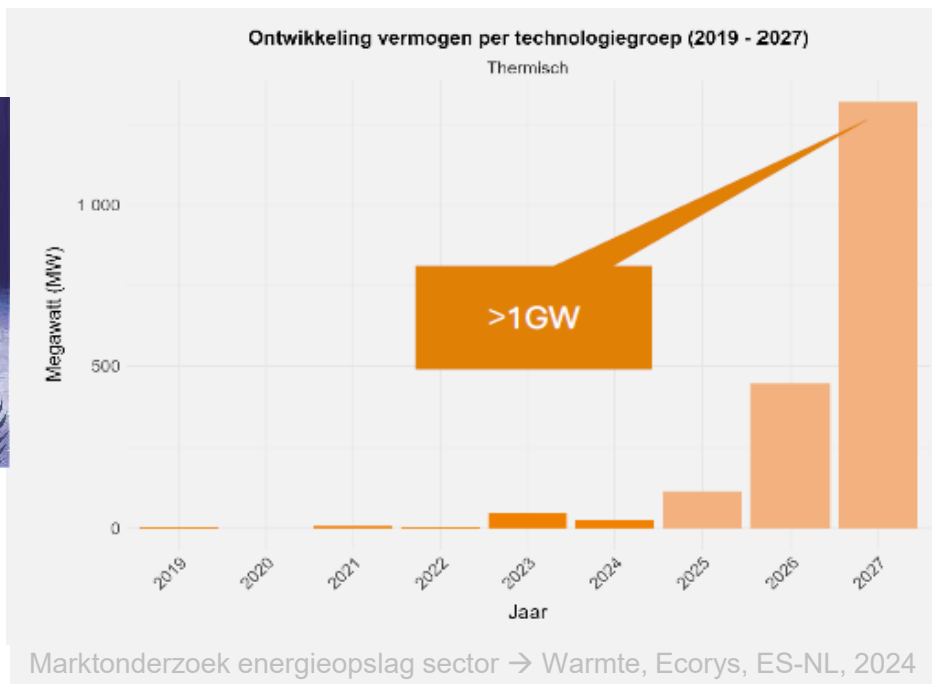
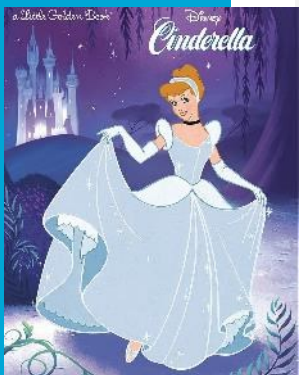
Maar:

- Techniek verbetering en opschaling nodig
- Integratie in systemen
- Conversie technieken moeten verbeteren (HT-warmtepompen)
- Markt condities moeten verbeteren



Warmte opslag: flexibiliteit \uparrow , € \downarrow en CO₂ \downarrow

- Maximaal benutten van (lokale) duurzame energiebronnen
- Met conversie minder curtailment en netcongestie



Warmte opslag: flexibiliteit↑, €↓ en CO₂↓



2024-12-10

Dr.ir. M. Bloemendal
j.m.bloemendal@tudelft.nl

martin.bloemendal@tno.nl

0625179849



Contributions from:
Phil Vardon, Thijs van Esch, Siebe Geerts, Pieter
Goverse, Amirhossein Hashemi, Anne Medema

 TU Delft

 TNO



links

- https://topsectorenergie.nl/documents/1314/TNO_Innovatieroadmap_warmteopslag_voor_de_gebouw_de_omgeving_in_Nederland_v241007_final.pdf
- https://www.argumentenfabriek.nl/wp-content/uploads/2024/06/Informatiekaart-Energieopslag_2024.pdf
- <https://www.gasunie.nl/nieuws/studie-integraal-energiesysteem-2050-biedt-kompas-bij-urgente-keuzes-energietransitie>
- <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/TNO-2024-verkenning-van-toekomstige-ontwikkelingen-elektriciteitssysteem-in-nederland-2030-2050.pdf>

Opties voor warmte opslag

SENSIBLE HEAT STORAGE

- Most widely used
- Most often water is used for energy storage

Large scale and long cycle storage



- Flexible
- Cheap



- Low volumetric storage
- Efficiency can be an issue

PHASE CHANGE MATERIAL (PCM)

- Store latent heat via heat of fusion
- Heat of fusion is higher than heat capacity of material
- E.g. Paraffin, Nitrates etc.

Small scale (and short cycle) storage



- Specific temperature operation
- Expensive



- High volumetric storage
- High efficiency

THERMOCHEMICAL MATERIAL (TCM)

- Reversible endo/exothermic chemical reaction
- Volumetric energy content higher than PCMs

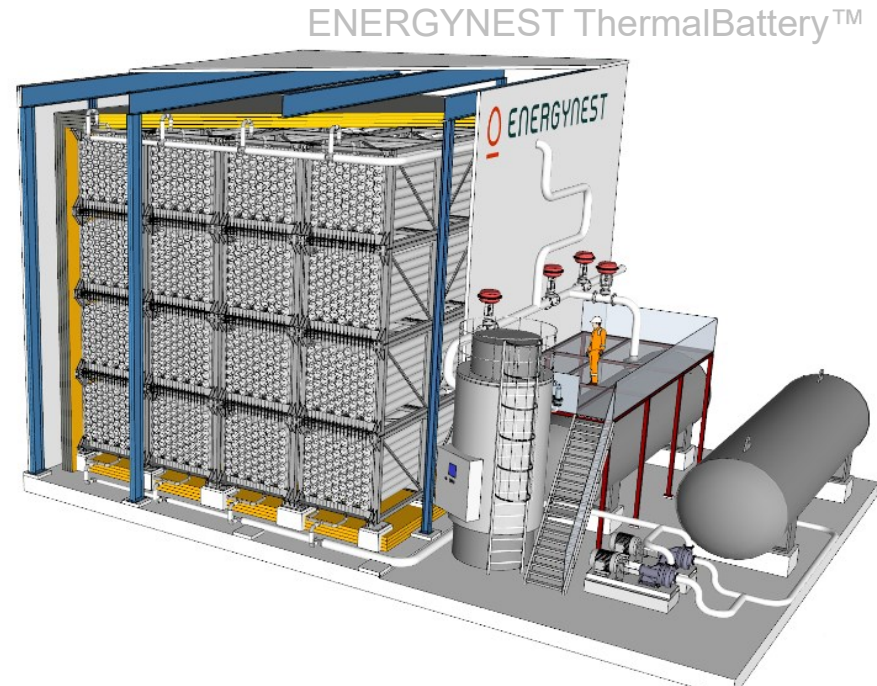
Voorbeeld uit de industrie

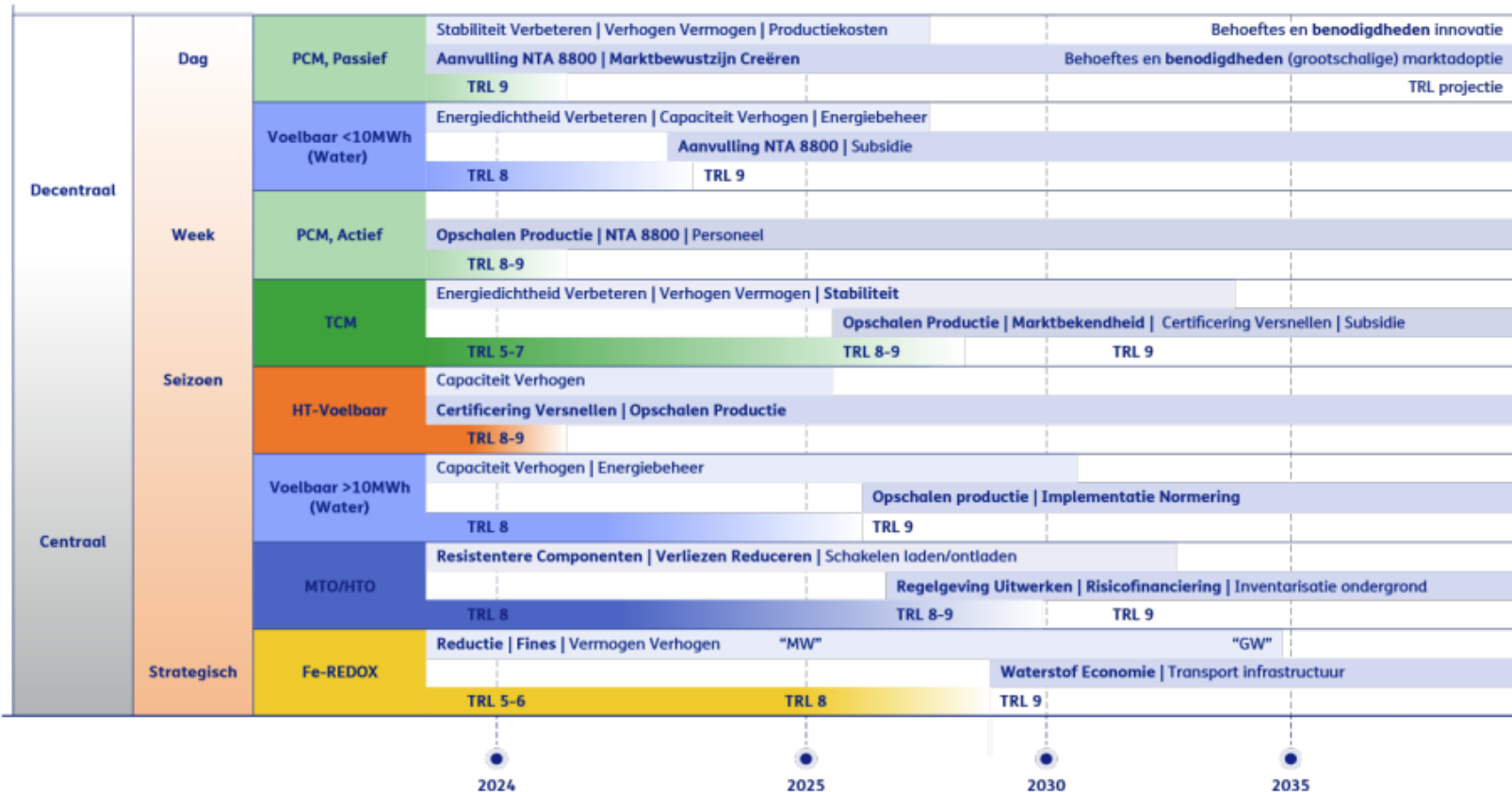
- Balanceren Stoomnetwerk
- Electrificatie stoomproductie
- Restwarmte utilisatie

- Industriële warmte opslag blijft achter door lage gas prijs
- Verwachte kostendaling komende jaren ca 20%

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte, Ecorys, ES-NL, 2024

Kentallen:
Laden: 272°C
Ontladen: 189 °C
0.7 – 3.5 MW, 3.5 MWh
Cyclus: ~ 30 min.
Levensduur: 462,000 cycli





Innovatieroadmap warmteopslag voor de gebouwde omgeving in Nederland, TNO 2024

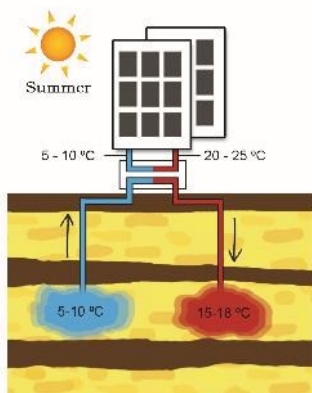
Warmte opslag,

Marktonderzoek energieopslag sector → Warmte

- NL koploper met bodemenergie, PCM, TCM
- In collectieve systemen warmteopslag grootschalig toegepast
- Verwachtte kostendaling komende jaren:
 - Collectief: 5%
 - Industrieel: 20%
- Residentiele warmte opslag groeit snel door investeringen en opschaling
- Industriële warmte opslag blijft achter door lage gas prijs
- Maakindustrie wordt nog onvoldoende gestimuleerd

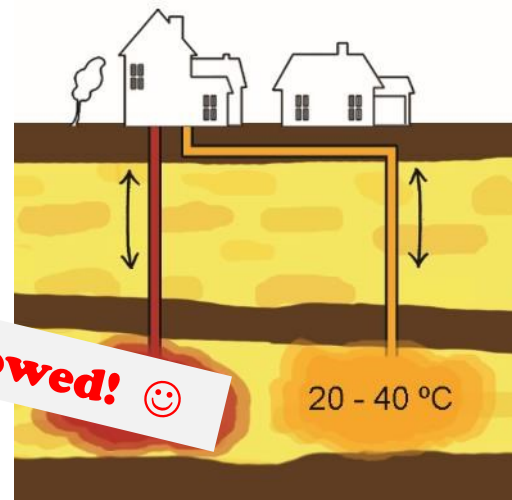
HT-ATES

- $<25^{\circ}\text{C}$ standard regulatory framework
- $>25^{\circ}\text{C}$ Permitted as pilot / research projects



HT-ATES is allowed! 😊

High Temperature ATES
Houses, greenhouses & utility



MSc Sustainable Energy Technology

Electrical Energy track



Wind Energy



Solar Energy



Waste & CHP



Energy Storage



Power Engineering



Economics & Society



Electric Mobility

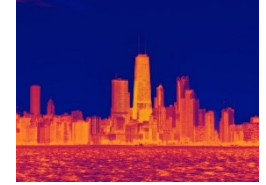
Heating and Cooling track



Heat Sources



LS Heat Systems



Heat in Buildings



Power Engineering



Economics & Society



Waste & CHP



Solar Energy



Dr. Martin Bloemendal

- Associate Professor UTES TU Delft
- Lead scientist UTES TNO – Geological Survey
- PhD: ATES
- >15 years experience in UTES practice
- >10 years UTES research
- >10 years UTES academic education



*Me in an ATES-well manhole, July 2020
photo: Bram Saeys*