

# WKO, MTO & HTO in de Glastuinbouw

## Kansen met uitdagingen

27 februari 2023



# Bas Godschalk

- Functie:
  - Business developer HTO en buitenland bij IF Technology (15 jaar)
- Activiteiten:
  - Visie en strategie IF Technology
  - Projectleiding van idee tot ontwerp, realisatie en exploitatie
  - WKO en HTO projecten, in NL en daarbuiten.
- [B.godschalk@iftechnology.nl](mailto:B.godschalk@iftechnology.nl) // +31 6 3088 7473



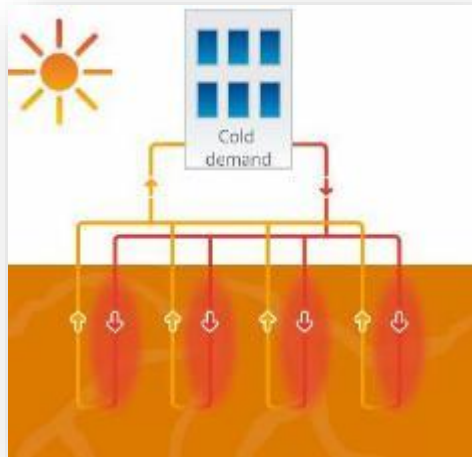
# IF Technology

- Advies- en ingenieursbureau voor bodemenergie, geothermie en warmteopslag
- Ruim 30 jaar ervaring in duurzame warmte en koude
- >3,000 projecten
- ~ 80 werknemers: (hydro)geologen, brontechnologie, werktuigbouwkundigen, energiespecialisten
- Arnhem
- [www.iftechnology.nl](http://www.iftechnology.nl) | [www.iftechnology.com](http://www.iftechnology.com)



# Bodemenergie

# Bodemenergie, geothermie en aquathermie

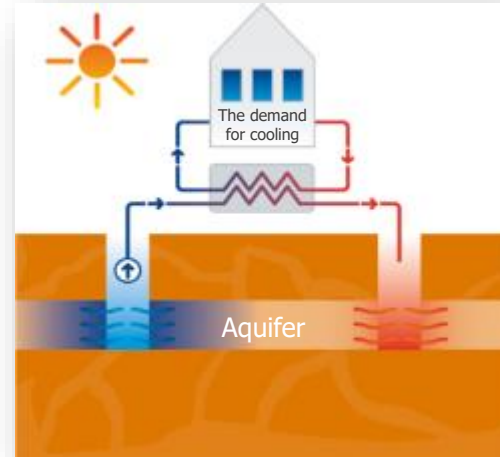


**Gesloten lussen**

Gesloten bodemlussen

Diepte tot 150 m

Huizen, kleine kantoren

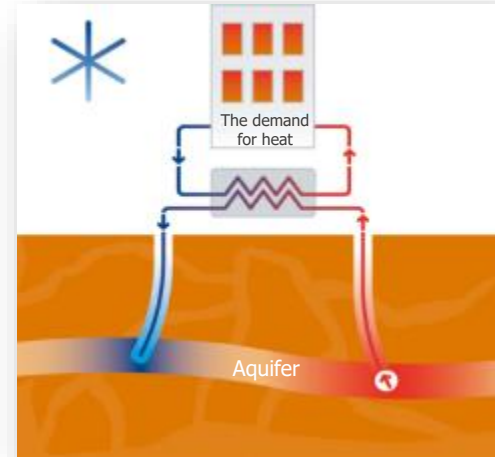


**WKO**

Open bronnen, aquifers

Diepte tot 300 m

Kantoren, winkelcentra,  
datacenters, woonwijken

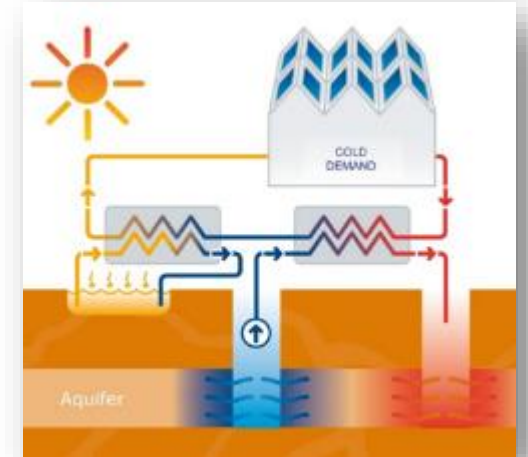


**Geothermie**

Geothermie putten

Diepte 2-3 km, max 5 km

Warmtelevering of  
electriciteitsproductie



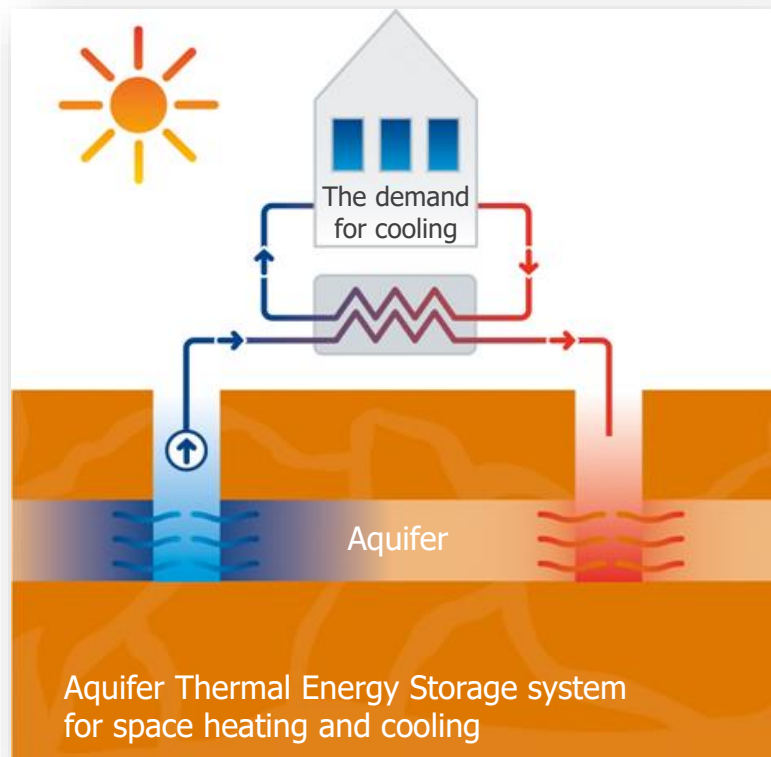
**Aquathermie**

Oppervlakte water,  
rivieren, meren

Inlet en outlet

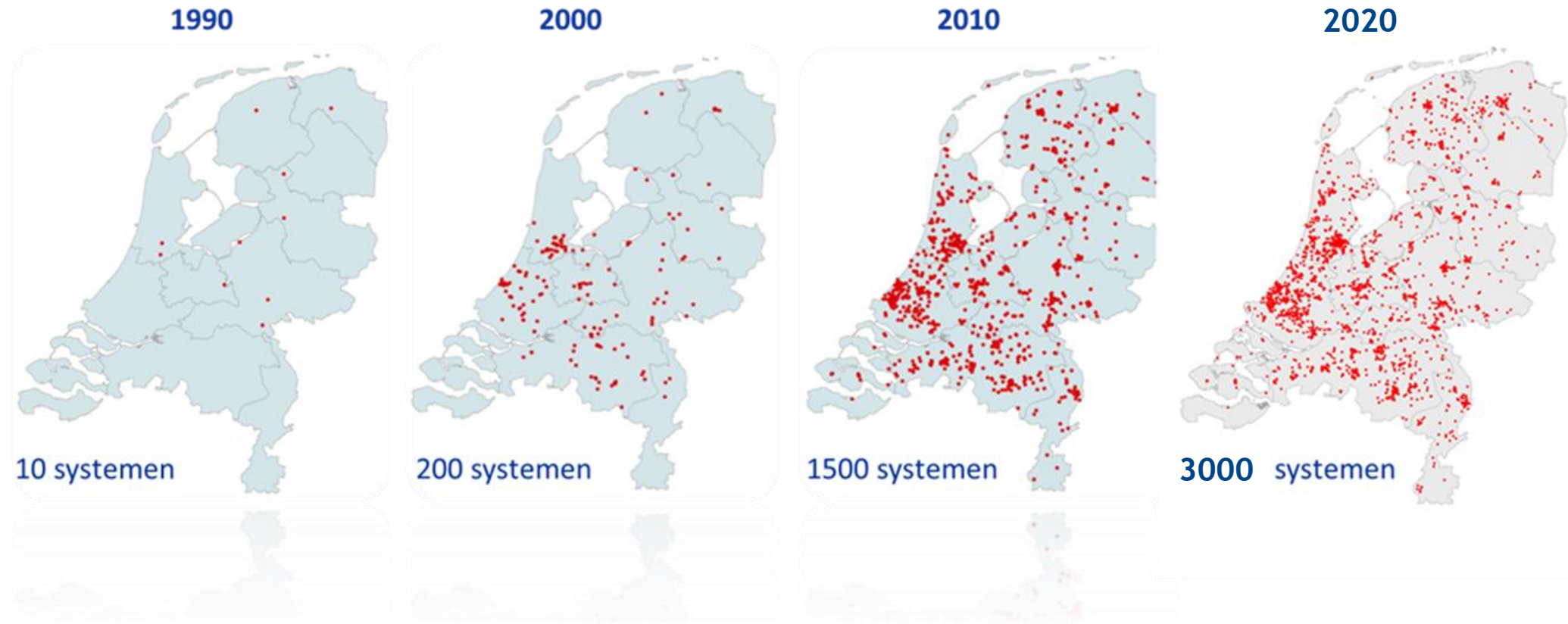
Warmte en koude, vaak in  
combi met WKO

# Warmte koude opslag (WKO)

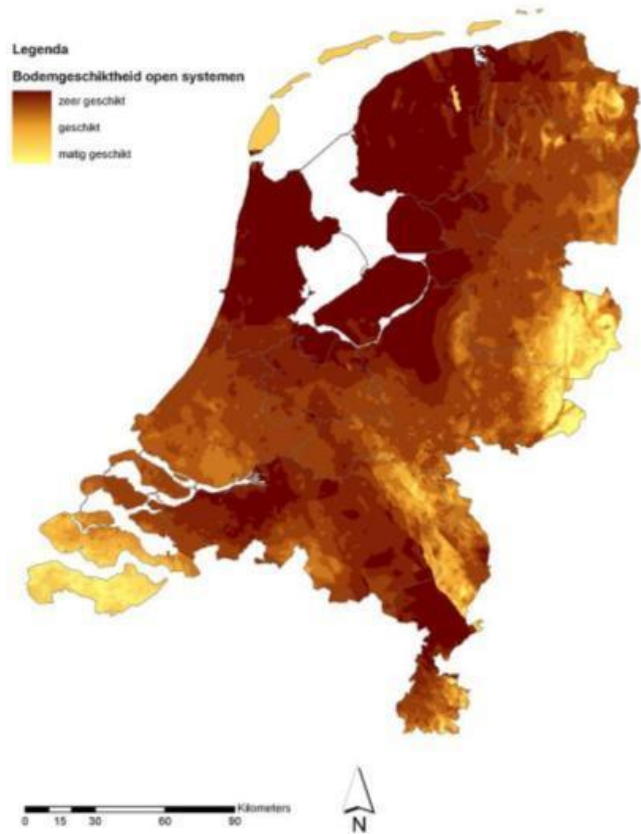


- Seizoensopslag van warmte en koude
- Koude bron (range 5-10 °C)
- Warme bron (range 13-17 °C)
- Diepte 40 to 250 m
- Flow rates 25 - 250 m<sup>3</sup>/h per doublet
- Energie en CO<sub>2</sub> besparing up to 80%

# Al ruim 30 jaar WKO in Nederland



# Waarom is WKO in Nederland een succes?



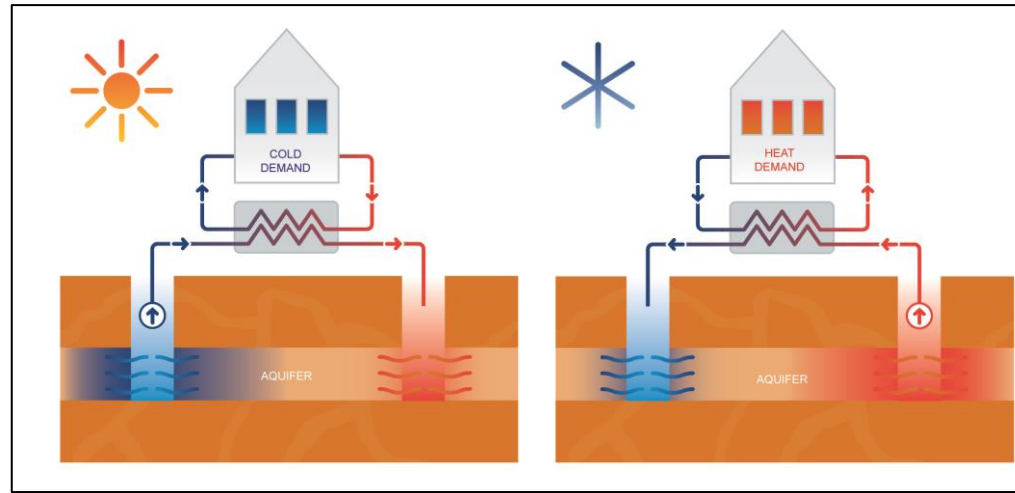


# Enkele referentie projecten in de glastuinbouw

Project	Location
Hederakwekerij Van den Berg & Zn.	Luttelgeest
Geothermie Potplantenkwekerij Sjaloom	Waddinxveen
Geothermie Kwekerij De Wieringermeer (Agriport A7)	Middenmeer
Geothermie Harting-Vollebregt	De Lier
Wooning Orchideeën	Bleiswijk
Freesiakwekerij Mol-Meissen	Nibbixwoud
Havenaar Amaryllis	Berkel en Rodenrijs
Kwekerij Martinique B.V.	's-Gravenzande
Rozenkwekerij De Groot	Luttelgeest
Red Star Trading	De Lier
Kwekerij Piet Vijverberg	Monster
Kwekerij A.G. Boers	's-Gravenzande
Duijn Orchids B.V.	Maasdijk
Kwekerij Lookhoorn	Bleiswijk
Kwekerij Bernard B.V.	Luttelgeest
Van Veen Alstroemeria	Schipluiden
Greenpack	Maasdijk
Kwekerij Concorde	Honselersdijk
Rozenkwekerij Kwintsheuvel	Kwintheul



# Van WKO naar MTO



## Temperatuurniveau opgeslagen warmte:

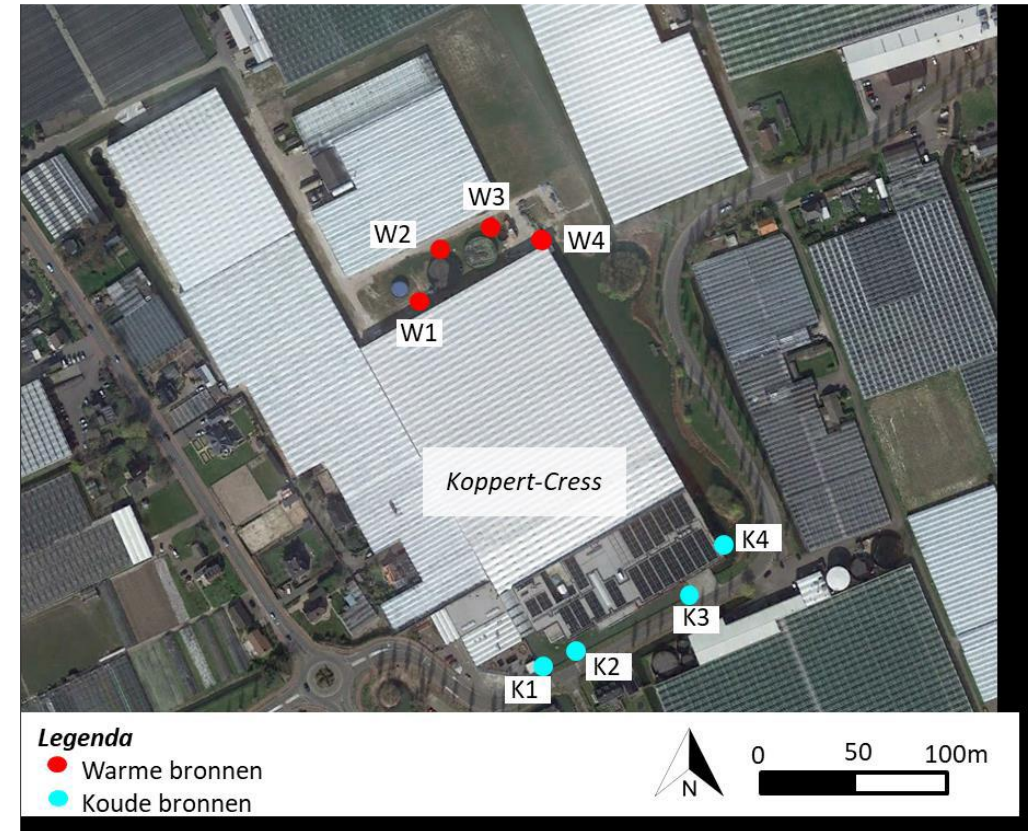
- 15-30 °C WKO (Lage temp. opslag) > 99%
- 30-60 °C MTO (Middelhoge temp. opslag) < 1%
- 60-90 °C HTO (Hoge temp. opslag) 2

# MTO NIOO in Wageningen



# MTO Koppert Cress

- Sinds 2012 WKO systeem met 4 koude en 4 warme bronnen
- Diepte bronfilters: 55 - 75 & 135 - 160 m-mv
- Vanaf 2015 toestemming om tot maximaal 45 °C op te slaan
- Bodemenergiesysteem voor verwarming en koeling van kassen en de verwerkingsruimten
- Warmtebronnen is condensorwarmte en restwarmte van de watergekoelde LED lampen

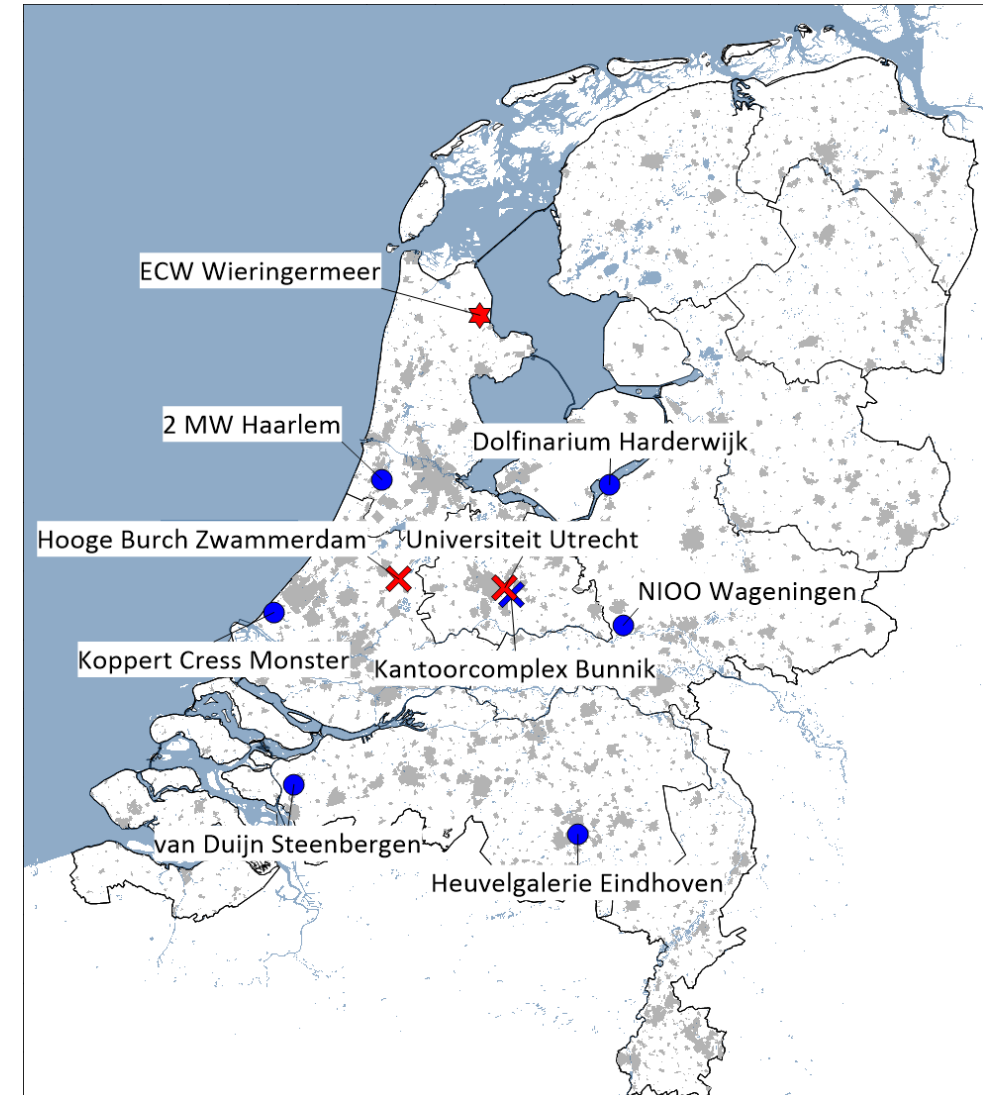


# Ondergrondse warmteopslag is geen nieuwe techniek!

## Welke projecten zijn er gemaakt?

Projecten in Nederland met middelhoge en hoge temperatuur warmteopslag (>25 °C)

project	opleverdatum	gemiddelde opslagtemperatuur [°C]	warmteopslag [MWh <sub>t</sub> ]	warmtelevering prognose [MWh <sub>t</sub> ]
Kantoorcomplex, Bunnik	1985	25-30	370 (?)	172 (?)
Universiteit Utrecht	1991-1997	90	6.000	3.520
Heuvelgalerie Eindhoven	1992	32	3.300	1.600
Dolfinarium Harderwijk	1997	40	7.650	4.600
Hooge Burch Zwammerdam	1998-2003	88	2.250	1.100
2 MW, Haarlem	2002	43 (2008)	1.650	1.155
NIOO, Wageningen	2011	45	1.280	580
Koppert Cress	2015	45		
ECW Energy, Middenmeer	2021	85	28.000	20.000

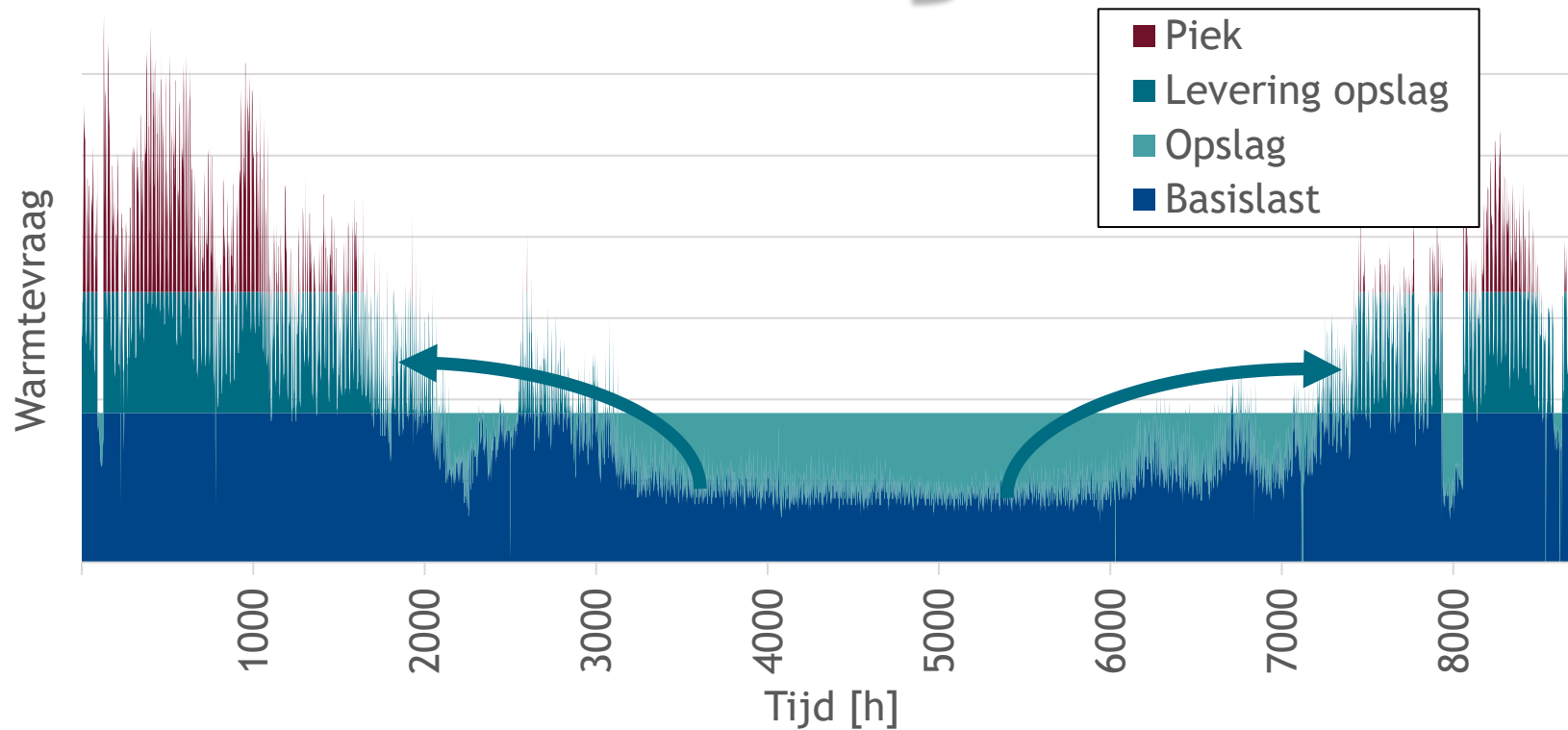


# HTO: tussen WKO en Geothermie

# Waarom HTO/MTO?

**Zomer: Warmte overschot**  
**Winter: Warmte tekort**

**Oplossing: Opslag**

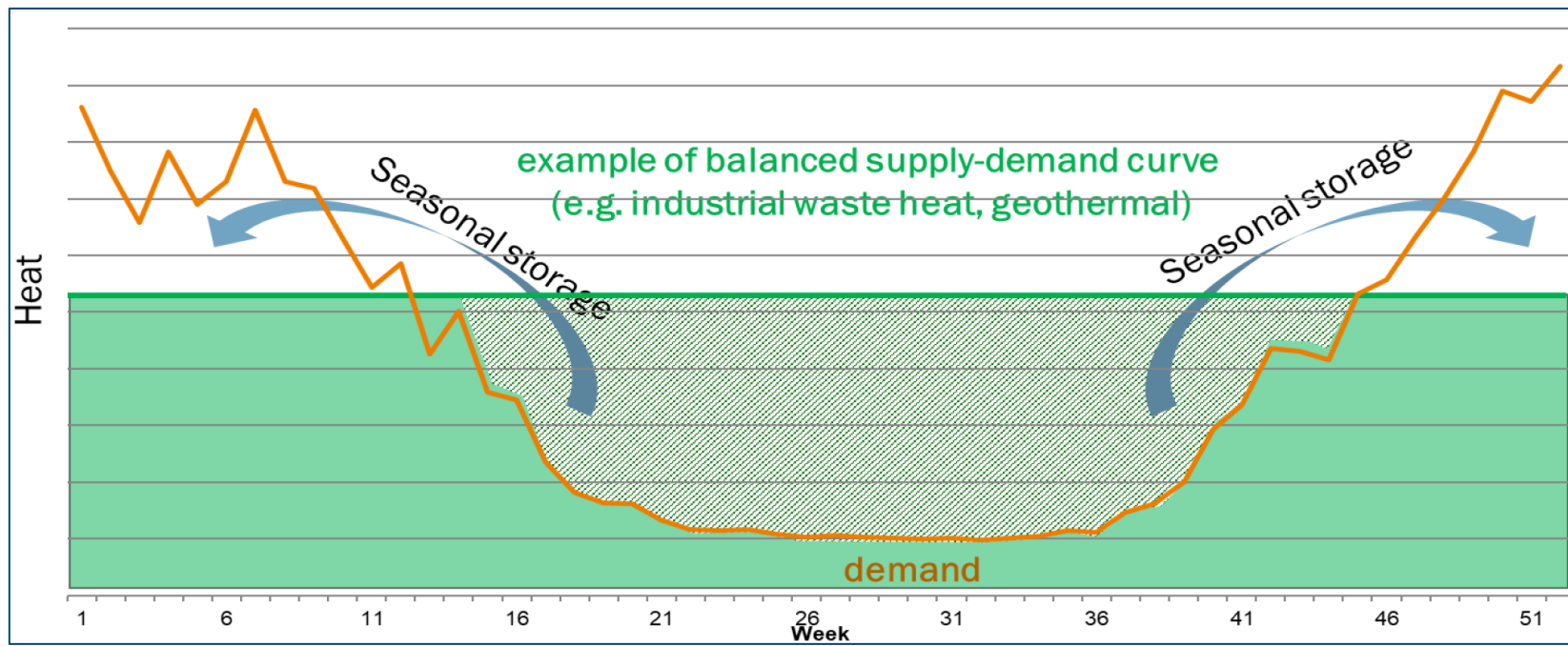




# Waarom Warmteopslag? “De Badkuip”

## Opslag bij Geothermie:

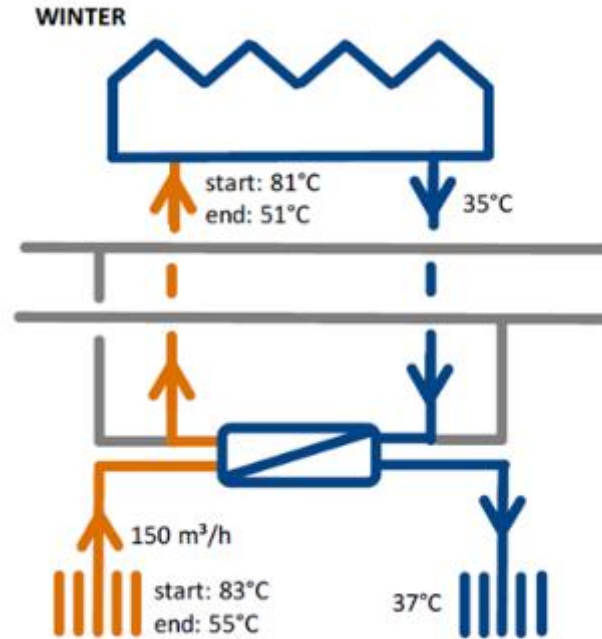
- Jaarlijkse productie neemt toe door opslag
- Stabiele geothermie operatie → verlaging kosten en risico's voor ESP



# Warmtebronnen en warmtegebruikers

## Warmtebronnen

- Geothermie
- Zonthermie
- Restwarmte (datacenters of industrie)
- Afvalverbranding of biomassa
- WKK
- Warmte uit de kas
- Power to heat (balancerend elektriciteitsnet)
- H<sub>2</sub>-productie



## Warmtegebruikers

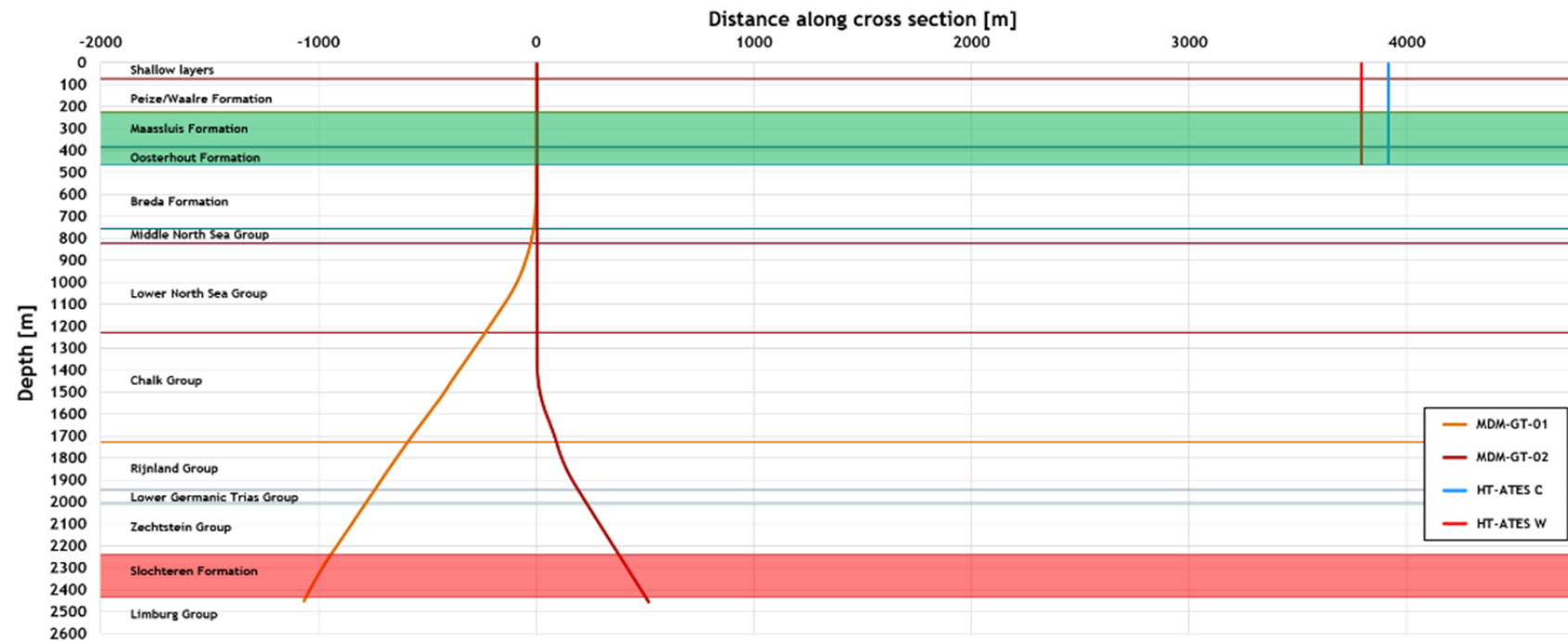
- Glastuinbouw
- Warmtenetten
- Grote gebouwen
- Industrie

# HTO-project ECW in Middenmeer

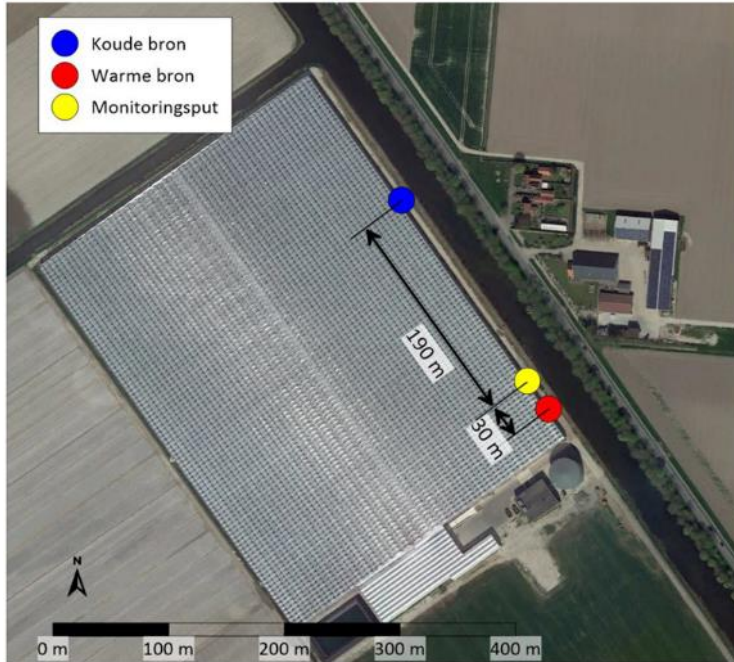
# HTO bij ECW Energy in Middenmeer

**Aardwarmte  
2400 m diep**

**HT-Opslag  
380 m diep**

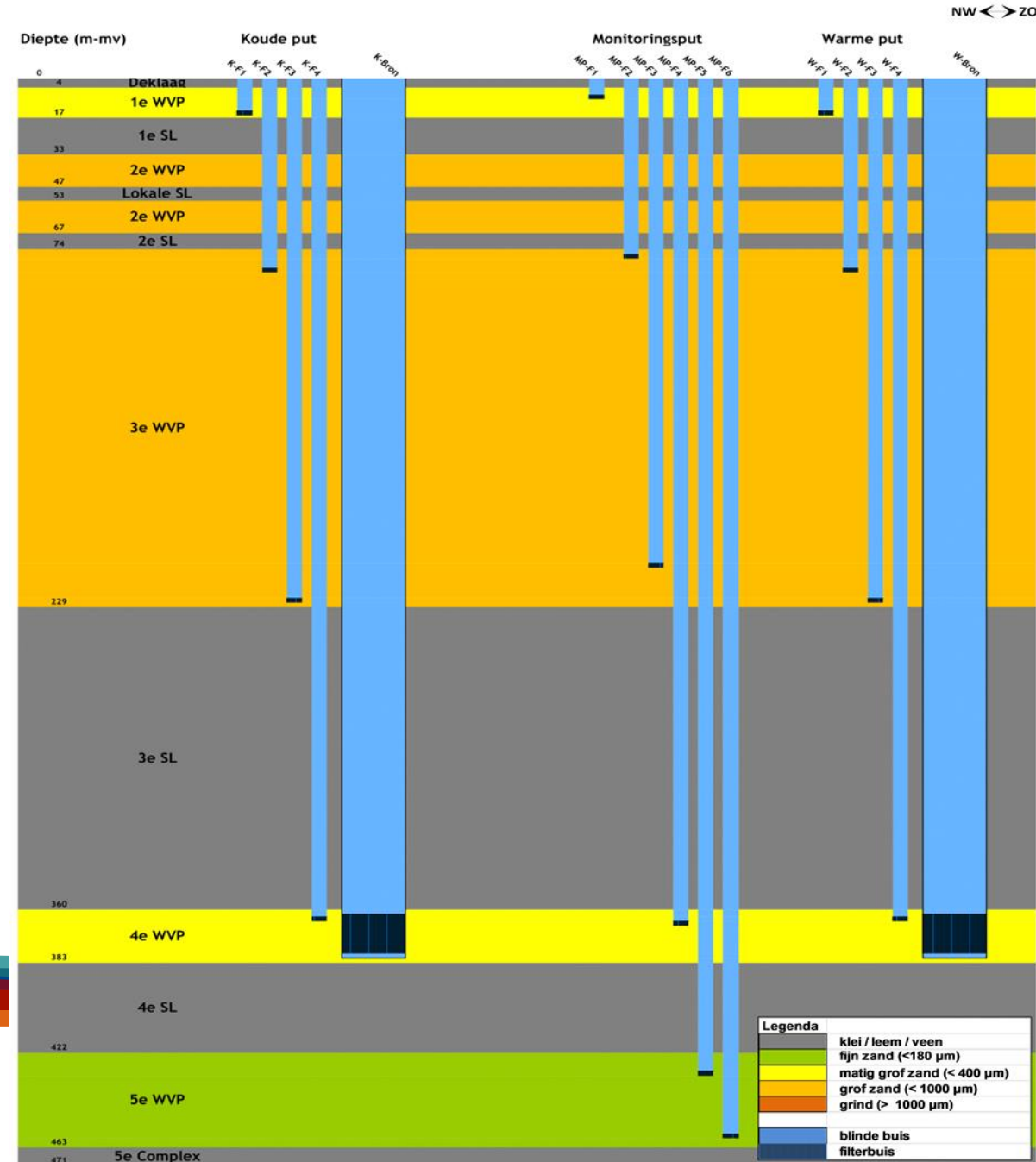


# HTO ECW

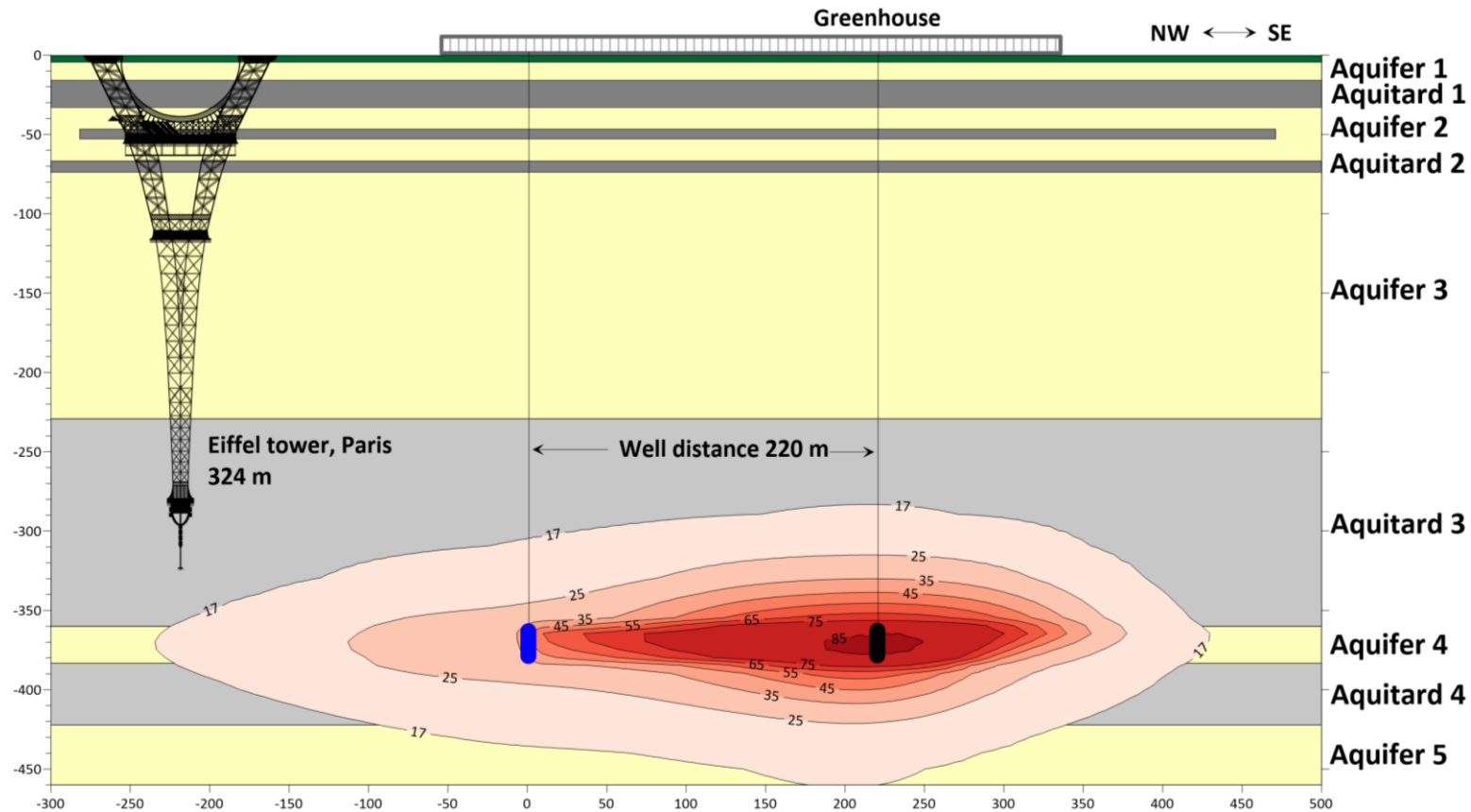


Parameters	10 MW	Winter	Zomer
Grondwater verplaatsing	[m <sup>3</sup> /seizoen]	600,000	700,000
Flow rate (design)	[m <sup>3</sup> /h]	150	150
Injectie Temperatuur	[°C]	35	85
Capaciteit	[MW]	2 - 8	10
Energie opslag	[MWht/yr]	20,000	28,000

## HTO ECW - Filterstelling bronnen en peilbuizen



# Hoge Temperatuur Opslag ECW, Middenmeer



# HTO bij ECW Energy in Middenmeer

Boorwagen



Composiet put, met glasvezel DTS kabel



HT-bron met peilbuizen



# Warmteopslagtechnieken

Met name ATES-MTO, ATES-HTO en PTES lijken interessant voor grootschalige en langdurige warmteopslag in Nederland

(Overige technieken vallen af vanwege beperkte opschaalbaarheid en/of hoge specifieke kosten)

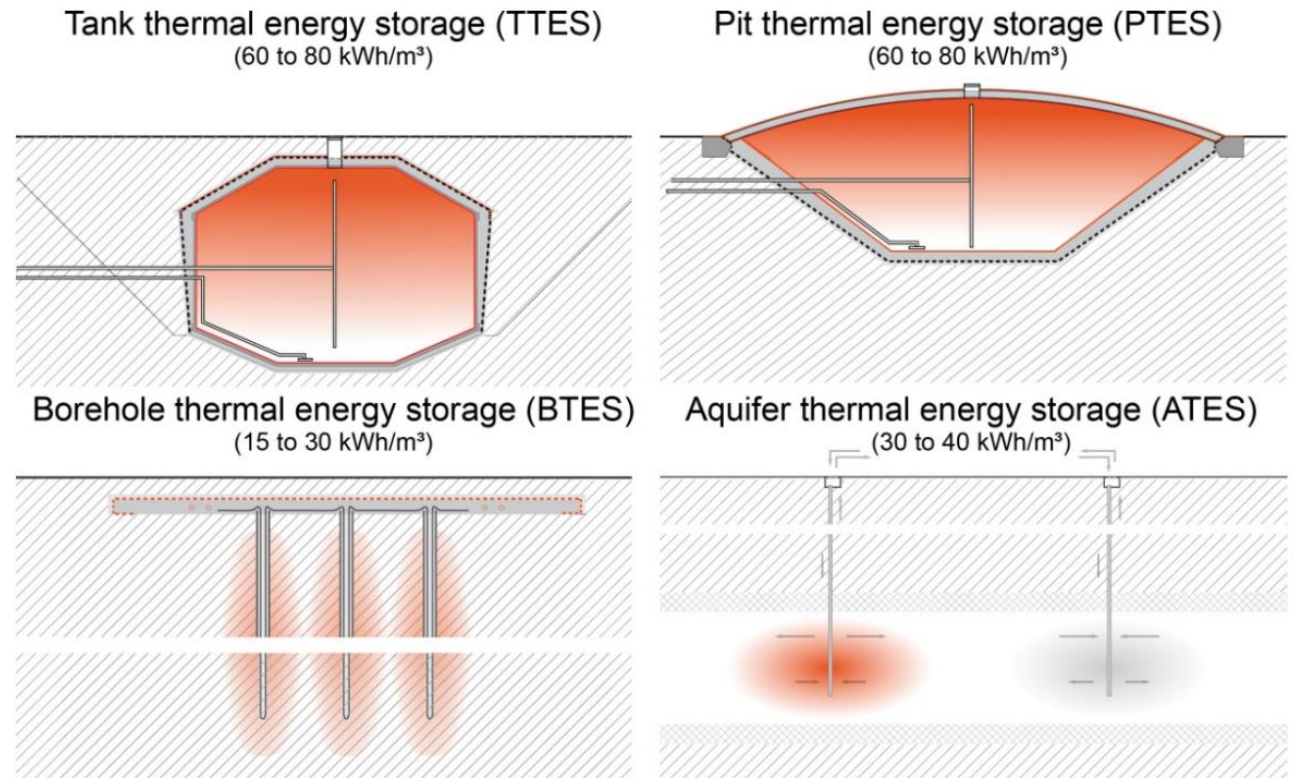
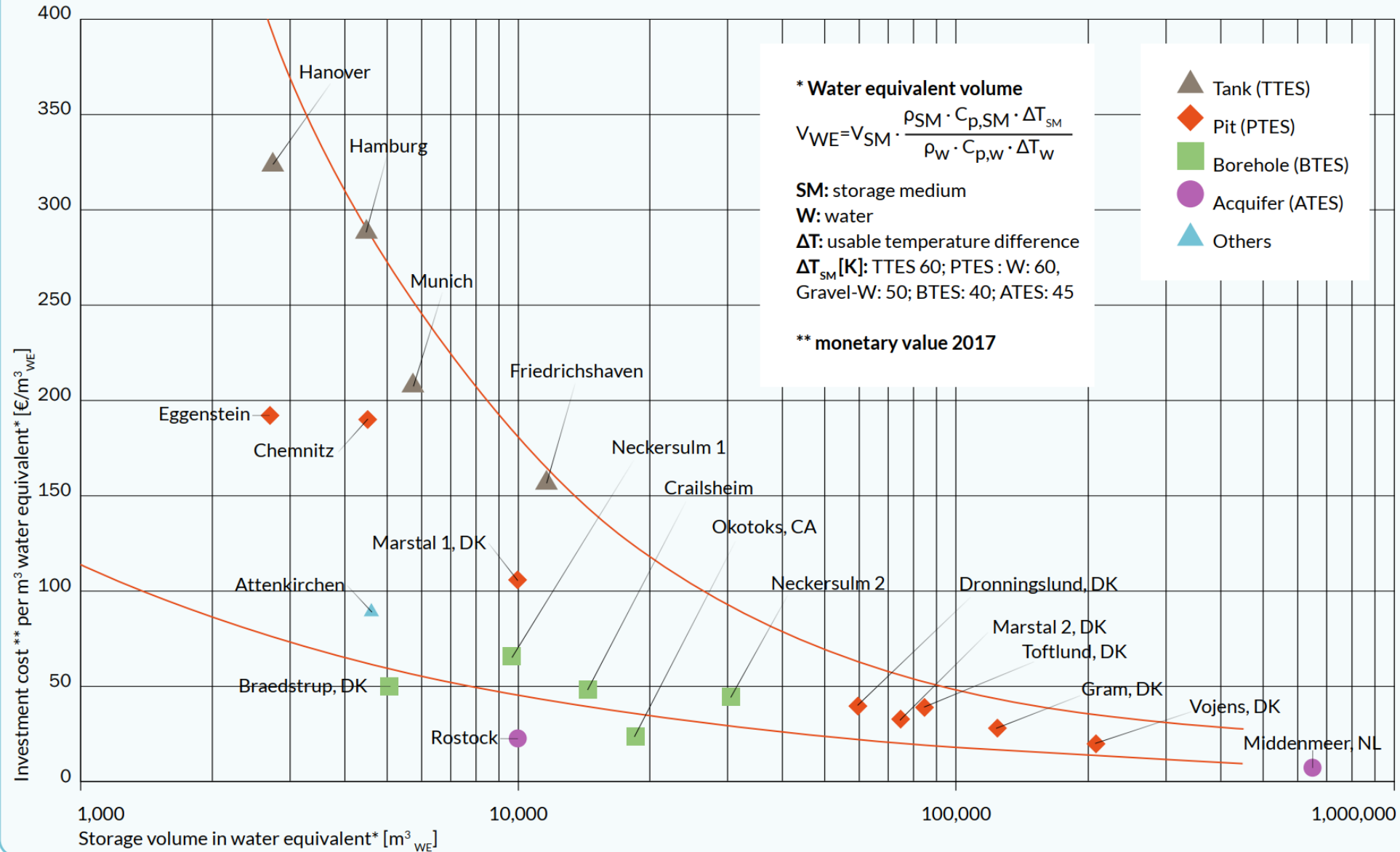


Figure 4: The four sensible seasonal storage technologies (source: Solites)

Bron: IEA SHC Task 45, Seasonal Thermal Energy Storage, juni 2015



# Kosten wärmteopslag



# Lessons Learned & Uitdagingen

# Waarom is de ondergrond relevant?

De ondergrondse potentie voor HTO wordt bepaald door:

- |                     |  |                   |         |
|---------------------|--|-------------------|---------|
| • Broncapaciteit    | Dikte, doorlatendheid van opslagpakket | Aantal bronnen    | → CAPEX |
| • Terugwinrendement | Dikte, doorlatendheid, kleilagen       | Terugwinrendement | → OPEX  |

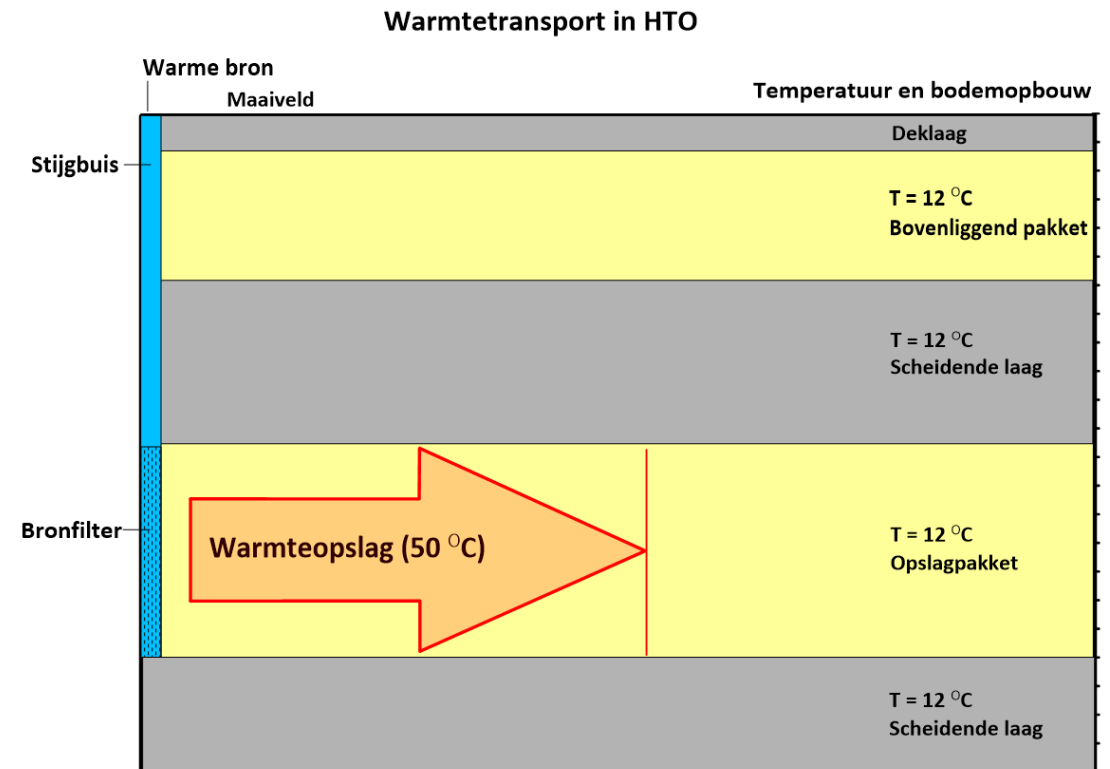
Deze factoren zijn sterk afhankelijk van de eigenschappen van de ondergrond

En hebben op hun beurt invloed op de business-case:

# Lessons Learned

## Ondergrond:

- Afsluitende kleilaag boven de warmteopslag is essentieel voor succes. Afwezigheid is showstopper.
- Proefboring heeft grote waarde:
  - Nauwkeurig beeld van ondergrondse potentie en risico's
  - Input voor robuust ontwerp HTO-bronnen
  - Kosten-effectieve mitigatie van risico's



# Lessons Learned

## Inpassing HTO in warmtesysteem:

- 'Bigger is Better'
- 'How low can you go?'
- HTO inzetten als basislast
- Lage prijs van opgeslagen warmte

Grotere opslagvolumes → Hogere rendementen

Lage afkaptemperatuur

Mag HTO de basis warmtevraag gaan invullen?

Gratis / goedkope warmte / duurzame bronnen met marginale kosten (geothermie, zonthermie)

# Vergunningverlening HTO

**Doel:** Stroomlijnen proces rondom vergunningverlening HTO

**Resultaat:** Afwegingskader voor vergunningverlening HTO

- Huidige status: ‘Voorlopig Afwegingskader’ beschikbaar op de website
- Helpt aanvrager en bevoegd gezag

**Wat is het Afwegingskader Vergunningverlening HTO?**

Een Handleiding om te volgen bij vergunningverlening:

1. Eisen aan vergunningaanvraag voor initiatiefnemer
2. Toetsingscriteria voor vergunningverlener
3. Standaard voorschriften HTO voor vergunningverlener én initiatiefnemer

<https://www.warmingup.info/documenten/voorlopig-afwegingskader-vergunningverlening-hto-okt-2021.pdf>

**Voorlopig afwegingskader voor vergunningverlening HTO**

Juridisch afwegingskader ondergrondse warmteopslag

dr.ir. Martin Bloemendal (KWR)  
drs. Peter Oerlemans (IF Technology)  
dr. Gillian Schout (KWR)

29 oktober 2021

Hoe pak je het aan?

# HTO Project: Fasering en Planning

## HTO-project: Fasering en Planning

- Elk HTO-project is maatwerk
- Fasering en Planning op hoofdlijnen geeft overzicht en houvast
- Op basis van kennis en ervaringen uit de praktijk

## Vier hoofdfaseringen:

- Haalbaarheid
- Ontwerp en Vergunning
- Realisatie & Integratie
- Exploitatie

## Totale doorlooptijd:

- Circa 3-4 jaar

Haalbaarheid	<b>Fase 1: Quickscan HTO</b> Zijn er showstoppers aanwezig vanuit ondergrond en/of regelgeving?			Haalbaarheid	Jaar 1						
	<b>Fase 2: Geologische en Juridische Haalbaarheid</b> Wat is de ondergrondse potentie en vergunbaarheid voor HTO?										
	<b>Fase 3: Financiële haalbaarheid systeemconcepten</b> Welke systeemconcepten zijn mogelijk? Welke heeft de voorkeur?										
	<b>Fase 4: Proefboring</b> Wat zijn detail-eigenschappen en risico's in de ondergrond?										
	<b>Fase 5: Update Haalbaarheid</b> Wat is de definitieve haalbaarheid voor het HTO-systeem (geol., juridisch, financieel)? Wat is het voorkeursconcept, alle risico's en onzekerheden meegewogen?										
	<b>Fase 6: Vastleggen Definitief Systeemconcept en Projectplan</b> Projectplan: Onderbouwing visie HTO: Waarom? En met welk systeemconcept? Vastleggen definitieve uitgangspunten voor ontwerp en vergunning										
Ontwerp en Vergunning	<b>Fase 7: Vergunning Waterwet</b> Begeleiding vergunningstraject: Vooroverleg, aanvraag, ontvangst			Ontwerp en Vergunning	Jaar 2						
	<b>Fase 8: Voorontwerp</b> Ontwerpkeuzes algemeen, risico's en mitigerende maatregelen										
	<b>Fase 9: Detailontwerp</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"><u>Bronnen</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Bovengrondse installatie</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Inpassing in warmtesysteem</u></td> </tr> <tr> <td>                     . Putontwerp                      . Risico's                      . Mitigatie en monitoring                      . PvE en/of Bestek                      . Prijzen inschatting                      .                 </td> <td>                     . Ontwerp installatie                      . Functionele omschrijving                      . Principeschema                      . Bestek                      . Monitoring en beheer                      . Prijzen inschatting                 </td> <td>                     . Rol HTO in systeem                      . Demarcaties                      . Optimalisatie                      . Afspraken leveren/afname                 </td> </tr> </table>					<u>Bronnen</u>	<u>Bovengrondse installatie</u>	<u>Inpassing in warmtesysteem</u>	. Putontwerp . Risico's . Mitigatie en monitoring . PvE en/of Bestek . Prijzen inschatting .	. Ontwerp installatie . Functionele omschrijving . Principeschema . Bestek . Monitoring en beheer . Prijzen inschatting	. Rol HTO in systeem . Demarcaties . Optimalisatie . Afspraken leveren/afname
<u>Bronnen</u>	<u>Bovengrondse installatie</u>	<u>Inpassing in warmtesysteem</u>									
. Putontwerp . Risico's . Mitigatie en monitoring . PvE en/of Bestek . Prijzen inschatting .	. Ontwerp installatie . Functionele omschrijving . Principeschema . Bestek . Monitoring en beheer . Prijzen inschatting	. Rol HTO in systeem . Demarcaties . Optimalisatie . Afspraken leveren/afname									
Realisatie en Inregelen	<b>Fase 10: Realisatie HTO-systeem</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"><u>Bronnen</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Bovengrondse installatie</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Inpassing in warmtesysteem</u></td> </tr> <tr> <td>                     . Gunning                      . Vergunningen                      . Uitvoeringsbegeleiding                      . Bronkwaliteit testen                      . Oplevering bronnen                 </td> <td>                     . Aanbesteding                      . Uitvoeringsbegeleiding                      . Functies testen                      . Faciliteiten monitoring                 </td> <td>                     . Inkoppeling begeleiden                 </td> </tr> </table>			<u>Bronnen</u>	<u>Bovengrondse installatie</u>	<u>Inpassing in warmtesysteem</u>	. Gunning . Vergunningen . Uitvoeringsbegeleiding . Bronkwaliteit testen . Oplevering bronnen	. Aanbesteding . Uitvoeringsbegeleiding . Functies testen . Faciliteiten monitoring	. Inkoppeling begeleiden	Realisatie en Inregelen	Jaar 3
	<u>Bronnen</u>	<u>Bovengrondse installatie</u>	<u>Inpassing in warmtesysteem</u>								
	. Gunning . Vergunningen . Uitvoeringsbegeleiding . Bronkwaliteit testen . Oplevering bronnen	. Aanbesteding . Uitvoeringsbegeleiding . Functies testen . Faciliteiten monitoring	. Inkoppeling begeleiden								
<b>Fase 11: Inregelen HTO-systeem</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"><u>Projectstrategie</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Techniek</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Monitoring</u></td> </tr> <tr> <td>                     . Exploitatie-strategie                      . RASCI afstemmen                 </td> <td>                     . RTO                      . Systeemkoppeling en tests                 </td> <td>                     . Meetplan en nulmetingen                      . Test meetapparatuur                 </td> </tr> </table>			<u>Projectstrategie</u>	<u>Techniek</u>	<u>Monitoring</u>	. Exploitatie-strategie . RASCI afstemmen	. RTO . Systeemkoppeling en tests	. Meetplan en nulmetingen . Test meetapparatuur			
<u>Projectstrategie</u>	<u>Techniek</u>	<u>Monitoring</u>									
. Exploitatie-strategie . RASCI afstemmen	. RTO . Systeemkoppeling en tests	. Meetplan en nulmetingen . Test meetapparatuur									
<b>Fase 12: Exploitatie HTO-systeem</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"><u>Vergunningeisen</u></td> <td style="width: 33%;"><u>Monitoring, beheer, optimalisatie</u></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>                     . Jaaropgaven en rapportages                 </td> <td>                     . Monitoring systeem en grondwater                      . Onderhoudsondersteuning, optimalisaties                 </td> <td></td> </tr> </table>			<u>Vergunningeisen</u>	<u>Monitoring, beheer, optimalisatie</u>		. Jaaropgaven en rapportages	. Monitoring systeem en grondwater . Onderhoudsondersteuning, optimalisaties				
<u>Vergunningeisen</u>	<u>Monitoring, beheer, optimalisatie</u>										
. Jaaropgaven en rapportages	. Monitoring systeem en grondwater . Onderhoudsondersteuning, optimalisaties										
Exploitatie				Exploitatie	Jaar 4						



# HTO Project: Fasering

Haalbaarheid	<b>Fase 1: Quickscan HTO</b> Zijn er showstoppers aanwezig vanuit ondergrond en/of regelgeving?	Haalbaarheid	Jaar 1
	<b>Fase 2: Geologische en Juridische Haalbaarheid</b> Wat is de ondergrondse potentie en vergunbaarheid voor HTO?		
	<b>Fase 3: Financiële haalbaarheid systeemconcepten</b> Welke systeemconcepten zijn mogelijk? Welke heeft de voorkeur?		
	<b>Fase 4: Proefboring</b> Wat zijn detail-eigenschappen en risico's in de ondergrond?		
	<b>Fase 5: Update Haalbaarheid</b> Wat is de definitieve haalbaarheid voor het HTO-systeem (geol., juridisch, financieel)? Wat is het voorkeursconcept, alle risico's en onzekerheden meegewogen?		
	<b>Fase 6: Vastleggen Definitief Systeemconcept en Projectplan</b> Projectplan: Onderbouwing visie HTO: Waarom? En met welk systeemconcept? Vastleggen definitieve uitgangspunten voor ontwerp en vergunning		

# Systemconcepten en business case

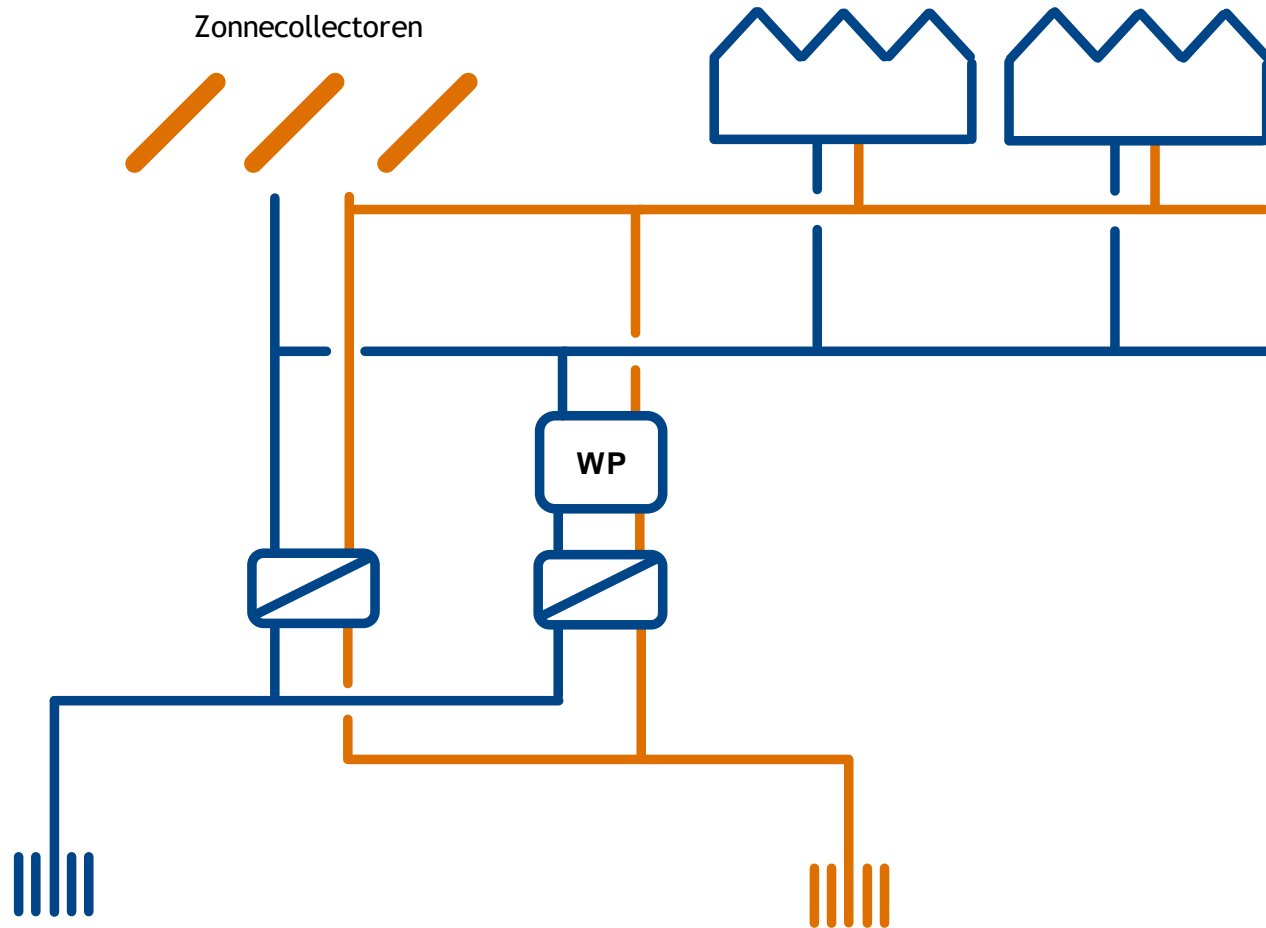
# Tuindersdag HTO

*Wat zijn jullie ideeën bij de nut en noodzaak van grootschalige warmte opslag?*

## Belangrijkste uitkomsten

- Flexibilisering van energiehuishouding
- Andere verdienmodellen
- Systeem en energieconcept en temperatuurniveaus bepalen succes

# BuCa voorbeeld 1a



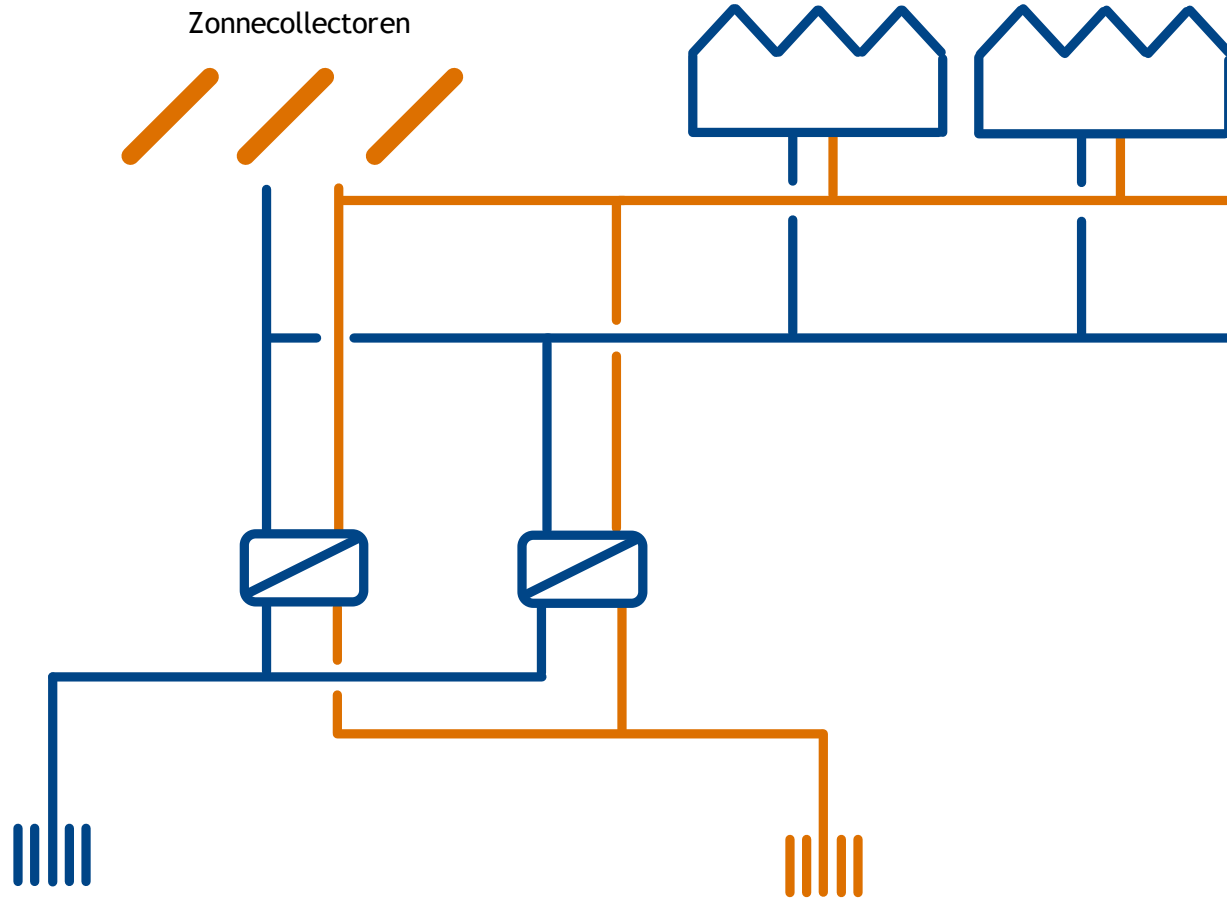
## Situatie (AANNAMES)

- MTO van ca 45° C
- Tuinbouw
- Warmte laden via zonnepanelen
- Warmte leveren aan tuinbouw via WP
- 1 hete en 1 lauwe bron
- Opslagvolume 150.000 - 200.000 m<sup>3</sup>
- Opslagrendement 80-90%

## Business Case

- CAPEX (MTO+WP+PT): 7,0 M€
- Kostprijs warmte: 11 - 12 €/GJ

# BuCa voorbeeld 1b



## Situatie (AANNAMES)

- HTO van ca 70°C
- Tuinbouw
- Warmte laden via zonnepanelen
- Warmte leveren aan tuinbouw
- 1 hete en 1 lauwe bron
- Opslagvolume 200.000 m<sup>3</sup>
- Opslagrendement 40 - 60%

## Business Case

- CAPEX (HTO+PT): 9,0 M€
- Kostprijs warmte: 14 - 15 €/GJ



IF Technology **Creating energy**