



# Verkennend onderzoek zonthermie Zuid-Holland

Eindrapportage



*Committed to the Environment*

# Verkennd onderzoek zonthermie Zuid-Holland

## Eindrapportage

Dit rapport is geschreven door:  
Joram Dehens en Katja Kruit

Delft, CE Delft, november 2020

Publicatienummer: 20.200260.148

Provincies / Duurzame energie / Zonne-energie / Thermische Zonne-energie / Inventarisatie

Opdrachtgever: Provincie Zuid-Holland

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Katja Kruit](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

### CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



# Inhoud

	Voorwoord	4
	Samenvatting	5
	Inleiding	9
1	Zonthermiesysteem	10
	1.1 Zonthermische opwektechnieken	10
	1.2 Toepassingen en configuraties	13
2	Potentie van zonthermie	21
	2.1 Zonthermie op daken	21
	2.2 Zonthermie op velden	26
	2.3 Samenvatting potentieel	36
3	Marktkansen zonthermiesystemen	38
	3.1 Zonneboiler	38
	3.2 Pvt-systeem inclusief een warmtepomp	39
	3.3 Zonnecollectoren voor individuele ruimteverwarming	39
	3.4 Grootschalige collectieve zonthermieopwek	40
	3.5 Overzicht marktkansen zonthermie	42
4	Belemmeringen	43
	4.1 Bekendheid ontbreekt	43
	4.2 Ervaring is beperkt in Nederland	43
	4.3 Ruimte is schaars	44
	4.4 Financieel ongunstig	44
	4.5 Regelgeving en normering zijn te weinig ontwikkeld	45
	4.6 Combinatiemogelijkheden van de techniek en marktuitdagingen	45
5	Instrumentarium provincie	46
	5.1 Vergroten van bekendheid	46
	5.2 Opdoen van ervaring	46
	5.3 Verbeteren van financiële situatie	47
	5.4 (Ruimtelijk) beleid	47
	5.5 Aanvullende onderzoeksvragen	49
6	Bibliografie	50
	Bijlagen	53



A	Interviewverslagen	54
	A.1 Interview HoCoSto	54
	A.2 Interview Holland Solar	57
	A.3 Interview Solarfields	60
B	Belemmeringen	63
	B.1 Bekendheid	63
	B.2 Ervaring	63
	B.3 Ruimte	64
	B.4 Financieel	64
	B.5 Regelgeving	65
	B.6 Markt	65



# Voorwoord

Dit onderzoek is een eerste verkenning van de kansen voor zonthermie in de provincie Zuid-Holland. Het dient ter ondersteuning van de provincie in het faciliteren van gemeenten, regio's en andere stakeholders bij de energietransitie.

Bij het inventariseren van de marktkansen en belemmeringen voor zonthermie zijn interviews afgenomen met Holland Solar, Solarfields en HoCoSto. De auteurs willen deze partijen graag bedanken voor hun medewerking aan dit onderzoek.



# Samenvatting

Deze studie geeft een verkenning van de verschillende zonthermische systemen, de opwekpotentie, de kansen en belemmeringen in de praktijk en instrumentarium om zonthermie te bevorderen in de provincie Zuid-Holland.

## Typen zonthermische systemen

Zonthermie is een vorm van energieopwekking waarbij de warmte uit zonlicht wordt opgevangen door zonnecollectoren. Een zonnecollector bestaat uit een plaat of constructie van buizen waar water doorheen stroomt, dat wordt opgewarmd als de zon schijnt.

Het opgewarmde water wordt via een warmtewisselaar ingezet om tapwater, cv-water, proceswater of warmtenetten te verwarmen. Zonthermische warmte is zonder aanvullende energiebron rechtstreeks bruikbaar voor ruimteverwarming of tapwater (circa 70°C), in tegenstelling tot andere warmtebronnen zoals water, lucht en lagetemperatuurrestwarmte. Een zonneboiler levert specifiek warm tapwater en een pvt-systeem levert zowel warmte als elektriciteit. Zonthermieopbrengst is seizoensafhankelijk met voornamelijk warmteproductie in de zomer. De warmtevraag daarentegen is echter vaak het grootst in de wintermaanden. Een thermisch opslagsysteem is nodig om de warmteopbrengst beschikbaar te maken in de winter.

Tabel 1 toont een overzicht van het type warmtevraag en de meest toegepaste zonthermie-systemen in de sectoren gebouwde omgeving, glastuinbouw en industrie.

Het uiteindelijke ontwerp is afhankelijk van de specifieke toepassing en schaalgrootte van het zonthermiesysteem. Een configuratie bestaat naast het zonthermiesysteem voor de warmteopwek ook uit een opslagsysteem, aanvullende warmtevoorziening en warmte-distributiesysteem.

Tabel 1 - Toepassingen en type zonthermiesysteem voor verschillende sectoren

Sector/afnemer	Toepassing	Zonthermiesysteem
Gebouwde omgeving	Tapwater	Zonneboiler
Gebouwde omgeving	Ruimteverwarming (incl. tapwater)	Zonnecollectoren
Gebouwde omgeving	Lagetemperatuurwarmtebron of WKO-regeneratie	(Ongeïsoleerde) pvt-panelen, ongeïsoleerde zonnecollectoren
Glastuinbouw	Kasverwarming	Zonnecollectoren of DaglichtKas
Industrie	Warm proceswater en proceswarmte tot ca. 100°C	Zonnecollectoren

## Potentieel in Zuid-Holland

De potentiële opbrengst van zowel zon op dak en zonnevelden zijn bepaald voor de provincie Zuid-Holland. De potentiële opbrengst van zon op dak is ingeschat voor enerzijds zonneboilers en anderzijds zonnecollectoren voor woningen in de provincie Zuid-Holland. Zonneboilers voorzien een deel van de warm tapwatervraag en zonnecollectoren voorzien een deel van de ruimtewarmtevraag. Voor beiden is uitgegaan van algemene kengetallen voor de geschiktheid van daken voor zonthermie, zonder dat rekening is gehouden met specifieke gegevens voor Zuid-Holland.

De potentiële opbrengst van grootschalige zonnenvelden in de provincie Zuid-Holland is bepaald aan de hand van een ruimtelijke analyse van de beleidskaders voor zonnenvelden. De potentiële opbrengst van zonnewarmte vervolgens afgewogen tegen de lokale warmtevraag van woningen en glastuinbouw. Er zijn twee varianten doorgerekend:

- een potentievariant welke de provinciale Omgevingsvisie volgt;
- een verruimde potentievariant waar meer ruimte zoals landbouwgebied in aanmerking komt.

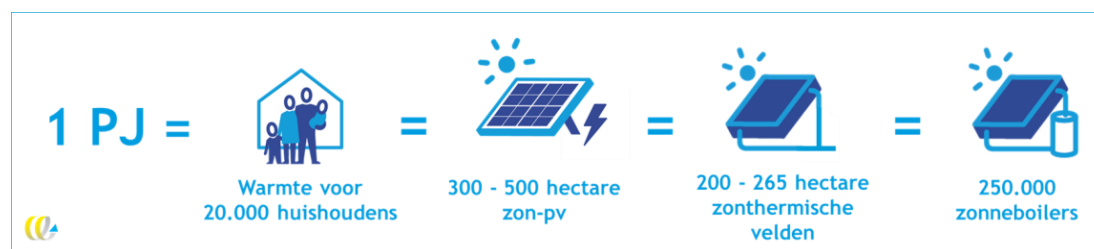
Tabel 2 toont voor de RES-regio's in de provincie Zuid-Holland de potentiële zonthermische warmteopwek van zonneboilers, zonnecollectoren op daken voor ruimteverwarming, en zonthermische velden.

Tabel 2 - Warmtevraag en praktische potentie van zon op dak en zonnenvelden per RES-regio

RES-regio	Warmtevraag woningen en glastuinbouw (PJ)	Praktische potentie zon op dak zonnecollectoren ruimteverwarming (PJ)	Praktische potentie zon op dak zonneboilers warm tapwater (PJ)	Praktische potentie zonnenvelden - Omgevingsvisie (PJ)	Praktische potentie zonnenvelden - Verruimd (PJ)
Alblasserwaard	1,39	0,2-0,7	0,1-0,1	0,9	1,4
Drechtsteden	5,98	0,8-2,5	0,3-0,4	0,5	1,7
Goeree-Overflakkee	1,33	0,1-0,4	0,1-0,1	1,4	1,4
Hoeksche Waard	2,09	0,2-0,7	0,1-0,1	2,1	2,1
Holland Rijnland	16,57	1,6-4,9	0,7-0,8	2,2	9,9
Midden-Holland	9,82	0,6-2	0,3-0,3	2,5	8,4
Rotterdam-Den Haag	72,28	7-21,6	2,9-3,5	3,2	9,5
<b>Eindtotaal</b>	<b>112,44</b>	<b>10,6-32,8</b>	<b>4,4-5,4</b>	<b>12,7</b>	<b>34,3</b>

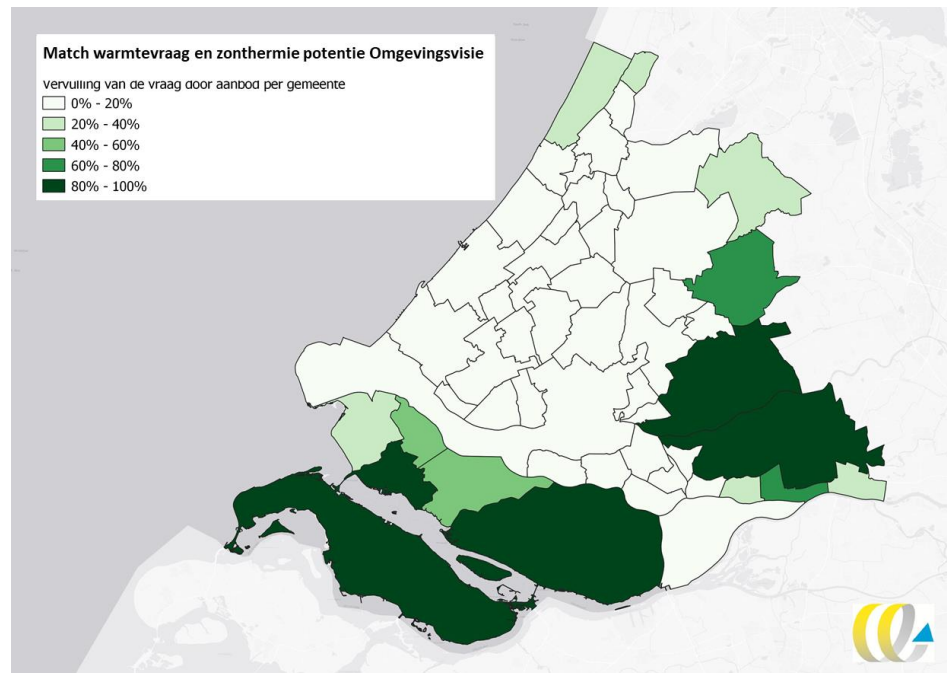
De potentie wordt weergegeven in petajoules (PJ). In Figuur 1 is weergegeven wat een PJ betekent wat betreft energievraag en -opwek. De opbrengst van zonthermische velden is weergegeven zonder verliezen van opslag en warmtenet.

Figuur 1 - Weergave van de ruimte die benodigd is voor de opwek van 1 PJ



Het aandeel van de warmtevraag van de woningen en glastuinbouw dat met het potentieel aan zonnewarmte op basis van de Omgevingsvisie kan worden ingevuld, is weergegeven in Figuur 2 per gemeente. Buiten de stedelijke gebieden is een volledige dekking mogelijk van de warmtevraag door het potentieel aan zonnewarmte, omdat er in theorie veel ruimte is en de warmtevraag relatief klein is. Hier is rekening gehouden met een seizoensbuffer om de warmte in de zomer op te slaan. In de praktijk wordt de piek van de warmtevraag vaak nog met een gasketel ingevuld.

Figuur 2 - Match warmtevraag en zonthermische potentie passend bij de Omgevingsvisie op gemeenteniveau



## Kansen en belemmeringen

Naast de technische kansen zijn ook de marktkansen voor zonthermiesystemen onderzocht. Zonthermiesystemen concurreren wat betreft ruimtegebruik veelal met zon-pv-systemen. Wat betreft energiefunctie concurreren ze met andere bestaande en duurzame warmtebronnen. Over het algemeen zijn zonthermiesystemen aantrekkelijk omwille van hun duurzame karakter. Specifiek bieden zonneboilers kansen voor de duurzame tapwaterbereiding wanneer de elektriciteitsvraag reeds duurzaam is ingevuld, omdat zon-pv financieel gunstiger is dan zonneboilers. Pvt-systemen vormen een interessante optie voor nieuwbouwwoningen die optimaal hun dak willen benutten voor duurzame energieopwekking. Grootschalige zonthermie biedt een oplossing voor collectieve warmteopwek daar waar voldoende ruimte beschikbaar is en waar alternatieve warmtebronnen schaars zijn.

Zonthermie kent echter ook belemmeringen. TNO (TNO, 2020) en interviews met marktpartijen<sup>1</sup> geven de volgende belemmeringen die de ontwikkeling van zonthermie in de weg staan:

- bekendheid ontbreekt;
- ervaring is beperkt in Nederland;
- ruimte is schaars;
- financieel ongunstige investeringen vergeleken met zon-pv of aardgas;
- regelgeving en normering zijn te weinig ontwikkeld;
- combinatie van de techniek is moeilijk en zorgt voor markttuitdagingen.

<sup>1</sup> Holland Solar, Solarfields en HoCoSto.



## Instrumentarium Provincie

De provincie Zuid-Holland zou op deze belemmeringen een antwoord kunnen geven door:

- de bekendheid te vergroten onder ambtenaren en beslissingsnemers;
- ervaring op te doen met zonthermietechnieken door onder meer pilotprojecten te faciliteren;
- de zonthermiemarkt financieel en organisatorisch te ondersteunen;
- ruimtelijk beleid te ontwikkelen gericht op zonthermie.

Naast deze beleidsopties om zonthermie te stimuleren en faciliteren zijn er resterende onderzoeksvragen die voor de Provincie interessant zijn om aanvullend de inzet van het instrumentarium te bepalen. Zo kan onder meer verder onderzocht worden wat de geschiktheid van daken in Zuid-Holland is voor zonthermie, wat de technische beperkingen voor ondergrondse opslag zijn in Zuid-Holland en welke lessen geleerd kunnen worden van landen waar zonthermie al op grotere schaal wordt toegepast.



# Inleiding

## Waarom deze studie

De provincie Zuid-Holland faciliteert gemeenten en regio's bij de energietransitie. In dit kader is zij op diverse manieren bezig om de potentie van duurzame warmtebronnen te onderzoeken en te ontsluiten. Hiervoor is ambtelijk een 'Afwegingskader Bronnenstrategie' ontwikkeld. Deze studie geeft de kansen weer van zonthermie, één van de duurzame warmtebronnen.

Zonthermie is een duurzame warmtebron en, in combinatie met opslag, een alternatief voor aardgasverwarming. Omdat zonthermie voor veel doeleinden een hoogwaardige energiebron is, is er behoefte aan een inventariserend onderzoek naar de huidige mogelijkheden en belemmeringen van zonthermie in de provincie. Naast de onderzoeken die recentelijk over dit onderwerp zijn gepubliceerd, is er behoefte aan een onderzoek dat toegesneden is op de provincie Zuid-Holland.

## Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de kansen voor zonthermie in de provincie Zuid-Holland: Het kwantitatief potentieel van zonthermie in de provincie Zuid-Holland. De kansen die er zijn voor zonthermietoepassing in verschillende sectoren. De belemmeringen die zonthermie kent en manieren om deze te mitigeren. En de instrumenten die de provincie Zuid-Holland zou kunnen inzetten om zonthermie te stimuleren.

## Leeswijzer

Deze rapportage beschrijft eerst in Hoofdstuk 1 een uiteenzetting van zonthermie-configuraties. Dit omvat alle onderdelen van de warmtevoorziening en levering om zonne-energie bij de eindafnemer beschikbaar te maken. De bestaande zonthermische opwek-technieken worden behandeld, en er wordt uitgewerkt hoe deze opweksystemen ingepast kunnen worden in de warmtevoorziening voor de verschillende soorten afnemers.

Daarna wordt in Hoofdstuk 2 de kwantitatieve potentie van zonthermie in de provincie Zuid-Holland inzichtelijk gemaakt per RES-regio en op gemeentelijk niveau.

Vervolgens wordt in Hoofdstuk 3 gekeken naar de marktkansen van zonthermiesystemen en in Hoofdstuk 4 worden de belemmeringen bij de implementatie van zonthermie uiteengezet.

Tot slot wordt in Hoofdstuk 5 gekeken naar mogelijkheden om de ontwikkeling van zonthermie te ondersteunen in de vorm van een instrumentarium van de provincie en wordt aangegeven welke vraagstukken nog gedetailleerder onderzoek vergen.



# 1 Zonthermiesysteem

Zonthermie is een vorm van energieopwekking waarbij de warmte uit zonlicht wordt opgevangen door zonnecollectoren. Een zonnecollector bestaat uit een plaat of constructie van buizen waar water doorheen stroomt, dat wordt opgewarmd als de zon schijnt. Het opgewarmde water wordt via een warmtewisselaar ingezet om tapwater, cv-water, proceswater of warmtenetten te verwarmen.

Een zonthermiesysteem bestaat uit meerdere onderdelen: enerzijds het zonthermisch opweksysteem dat de zonnewarmte opvangt en anderzijds de configuratie eromheen, bestaande uit een opslagsysteem, aanvullende warmtevoorziening, warmtedistributienet en aansturing. In dit hoofdstuk beschrijven we eerst de meest gangbare zonthermische opwektechnieken. Daarna gaan we in op de inpassing van de opwektechnieken in de configuratie.

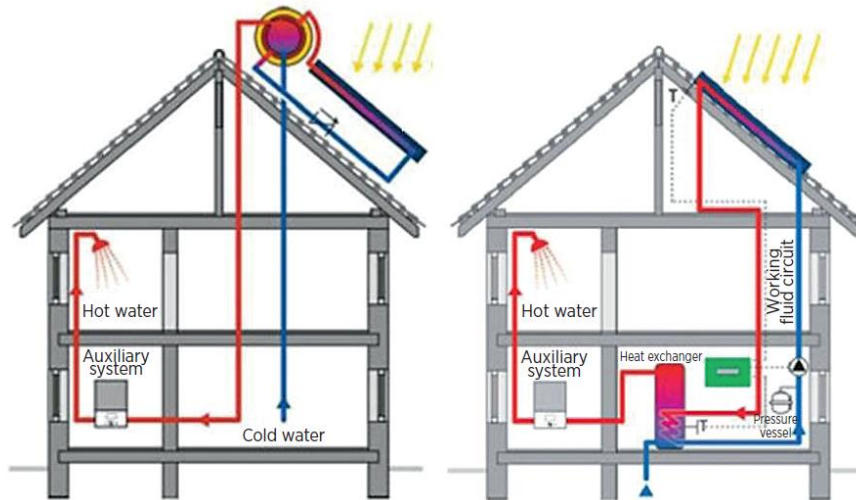
## 1.1 Zonthermische opwektechnieken

Zonwarmtepanelen, ook wel collectoren genoemd, vangen stralingsenergie van de zon op en zetten deze om naar warmte. Een andere optie is de stralingsenergie met behulp van spiegels en lenzen te concentreren op één punt. Er zijn verschillende variaties van systemen die zon opvangen. Hier onderscheiden we vier categorieën, namelijk zonneboilers, zonnecollectoren, pvt-panelen, en concentrerende zontechnieken.

### Zonneboilers

Een zonneboiler vangt zonnewarmte op met behulp van een zonnecollector en gebruik deze voor warmtapwaterlevering. Een zonneboiler bespaart ongeveer de helft op het gasverbruik voor warm water voor een gemiddeld huishouden (Milieucentraal, 2020a). Er zijn twee categorieën zonneboilersystemen: passieve thermosyphonsystemen die door middel van natuurlijke convectorie een geïntegreerd zonneboilerbuffervat opwarmen, en actieve systemen die met een pomp de doorstroom van het warme water naar een buffervat verzorgen. Een buffervat is noodzakelijk om voldoende warmte voor te bereiden en op te slaan.

Figuur 3 - Systeemschets zonneboiler: passief thermosyphonsysteem links en actief pompstelsel rechts

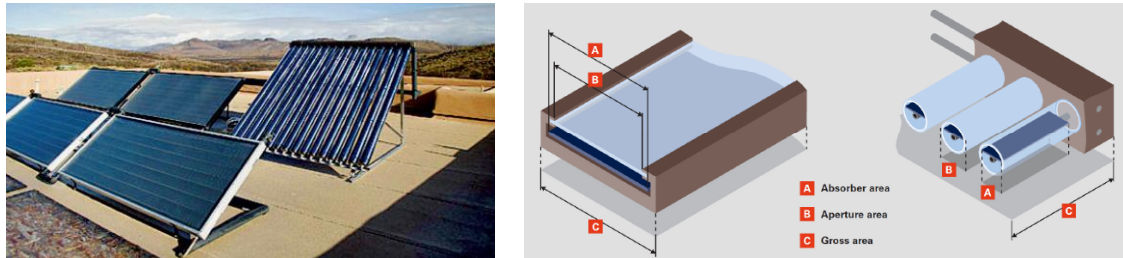


Bron: (IEA ETSAP ; IRENA, 2015).

## Zonnecollectoren

Er bestaan grofweg twee soorten zonnecollectoren, namelijk de vlakke plaatcollector en vacuümbuis collector. Ze hebben een optimale werkingstemperatuurrange tussen 20 en 80°C.

Figuur 4 - Vlakke plaatcollector (links) en vacuümbuiscollectoren (rechts)



Bronnen: (IEA ETSAP ; IRENA, 2015) en (SDH, 2012b).

De twee verschillende typen zonnecollectoren hebben verschillende eigenschappen:

- **Prijs:** In veel gevallen worden vlakke plaatcollectoren verkozen boven de vacuümbuiscollectoren omwille van een betere prijs/opbrengst verhouding (IEA ETSAP ; IRENA, 2015).
- **Efficiëntie en temperatuurbereik:** De bruto efficiëntie ten opzichte van het volledige collectoroppervlak van beide systemen liggen dicht bij elkaar (Olczak, et al., 2020). Een vacuümbuiscollector heeft een hoge efficiëntie per apparaat oppervlak, namelijk het oppervlak waarmee de collector zonnestraling kan opnemen, zie Figuur 4. Maar het bruto collectoroppervlak voor vacuümbuis collectoren is 30-70% groter dan het apparaat oppervlak. Bij vlakke plaatcollectoren is dit verschil slechts 5-10% (SDH, 2012b). Hierdoor halen beide systemen ongeveer eenzelfde efficiëntie gemiddeld doorheen het jaar.

- **Werkingstemperatuur:** De vacuümbuiscollector is wat beter bij hoge collector-temperaturen. De vlakke plaatcollector werkt goed bij wat lagere midden tot hoge temperaturen.
- **Locatieafhankelijke factoren** zoals de hoeveelheid zoninstraling, omgevingstemperaturen en dergelijke zijn bepalend voor de werking van de zonnecollector en dienen meegenomen te worden in gedetailleerde ontwerpberoeeningen.

## Pvt-systemen

Pv-thermische (pvt)-systemen combineren de productie van zonnewarmte met die van elektriciteit uit zon. Pvt-systemen hebben een gecombineerde opbrengst groter dan de individuele systemen afzonderlijk, wat een voordeel is als het (dak)oppervlak beperkt is.

De warmte geleverd door pvt-panelen is lagetemperatuurwarmte. Lagetemperatuurwarmte is slechts beperkt rechtstreeks inzetbaar en heeft daardoor extra energie nodig om te gebruiken bij verwarming op hogere temperaturen. Bij de productie van lagetemperatuurwarmte wordt het pv-gedeelte van de panelen gekoeld zodat de elektriciteitslevering stijgt, met typisch 5% ten opzichte van standaard pv-systemen (Solar Heat Europe, 2018). De geleverde lagetemperatuurwarmte dient verder opgewaardeerd te worden met behulp van een warmtepomp naar bruikbare ruimteverwarmingtemperaturen.

Figuur 5 - Pvt-panelen bestaan uit een pv-gedeelte en een thermisch gedeelte



Pvt-systemen worden vaak toegepast in combinatie met grondgekoppelde warmtepompen. Ze worden dusdanig ingezet om de bodem te regenereren. Anderzijds kunnen ze ook rechtstreeks functioneren als warmtewisselaar voor een warmtepomp. In dit geval wordt het paneel niet thermisch geïsoleerd zodat omgevingwarmte eenvoudig onttrokken kan worden. Niet-geïsoleerde vlakke plaatzonnecollectoren kunnen op eenzelfde wijze ingezet worden.

## Zonneconcentratietechnieken

Zonneconcentratietechnieken (concentrated solar power, CSP) maken gebruik van spiegels om zonnestralen te concentreren op een medium dat de warmte opvangt. Hierdoor kunnen hoge temperaturen bereikt worden tussen 150 en 400 °C of nog hogere temperaturen in het geval van zonnetorens.

Er zijn twee voorbeeldprojecten CSP in Noordelijk Europa:

- een 16,6 MW<sub>th</sub> parabolische trog CSP in Brønderslev, Denemarken;
- de Jülich zonnetoren in Duitsland met een vermogen van 1,5 MW<sub>el</sub>.

Concentratietechnieken benutten enkel directe zonnestralen. Aangezien een groot deel van de jaarlijks zoninstraling (irradiation) diffuus is in Noordelijk Europa vinden deze systemen weinig toepassing, en worden vanuit die overwegingen in deze studie buiten beschouwing gelaten (SDH, 2012b) & (TNO, 2020).

Er bestaat een specifieke toepassing van zonneconcentrerende techniek die wel wordt toegepast in Nederland, namelijk de daglichtkas. Met in het glasdak geïntegreerde lenzen wordt zonlicht gefocust op vrij hangende, zonvolgende collectorbuizen (WUR, 2012). Deze techniek is opgenomen in de SDE++-regeling. De veronderstelde opbrengst bedraagt 165 kWh/jaar per m<sup>2</sup> kasoppervlak (PBL, 2020).

## 1.2 Toepassingen en configuraties

In deze paragraaf gaan we in op de inpassing van het opweksysteem in het grotere geheel. Het opweksysteem is de eerste stap in de keten van de warmtelevering om de afnemer van warmte te voorzien. De volledige configuratie moet vervolgens de afnemer van de gewenste verwarmingstoepassing voorzien.

We beschrijven eerst de warmtevraag voor verschillende typen afnemers. Daarna behandelen we hoe een geschikte configuratie inclusief alle componenten eruit ziet om de warmtevraag te vervullen.

### Warmtevraag afnemers

Verschillende sectoren hebben een warmtevraag in de temperatuurrange van zonthermie, namelijk, de gebouwde omgeving (GO) omvat woningen en utiliteit, de glastuinbouw (GTB) en de industrie (Ind.). De warmtevraag per sector heeft erg verschillende karakteristieken:

- **Type/toepassing warmtelevering:** Ruimteverwarming en warm tapwatervraag zijn het grootste in de gebouwde omgeving, maar worden ook toegepast in al de andere sectoren. In de industrie voornamelijk voor de voorziening van warm proceswater voor specifieke processen. In de glastuinbouw wordt warmte ingezet voor kasverwarming om afhankelijk van de teeltsoort de kas vorstvrij te houden of klimaatbeheersing toe te passen op hogere temperaturen.
- **Tijdsverloop van de warmtevraag:** De vraag naar ruimteverwarming in de gebouwde omgeving en de glastuinbouw varieert seizoensmatig en is het hoogst in de winter. De warm tapwatervraag en de warmtevraag van industriële processen zijn het hele jaar door aanwezig.
- **Temperatuurniveau van de warmtevraag:** Lage, Midden, en Hoge temperatuur (LT, MT, HT) en industrietemperaturen worden onderscheiden per sector in Tabel 3. De isolatiegraad van een woning en het warmteafgiftesysteem bepalen het temperatuurniveau van de warmtelevering. De specifieke toepassing binnen utiliteiten,

glastuinbouw en industrie leidt ook tot een gewenst temperatuurniveau: zo kunnen in de Utiliteit zwembaden reeds verwarmd worden op LT, is voor kasverwarming bij bepaalde gewassen MT nodig, en in de industrie hebben bepaalde droog en hogere temperatuurprocessen behoefte aan HT-verwarming.

- **Individuele voorziening of grootschalige collectieve voorziening** waarvoor een warmtenet dient te worden aangelegd.

Tabel 3 - Temperatuurniveau warmtevraag

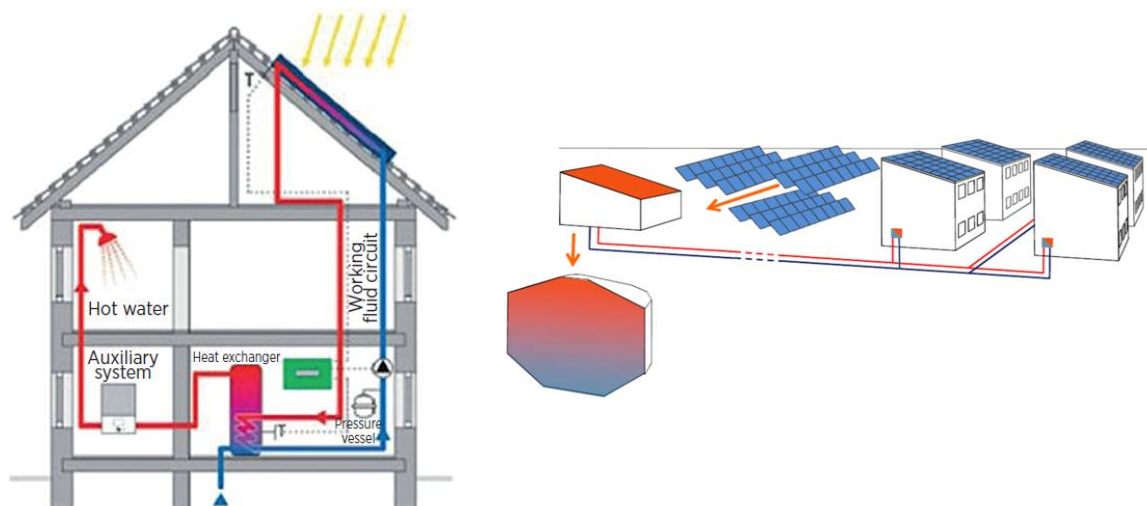
	Temperatuurrange	Glastuinbouw	Gebouwde omgeving	Industrie
Industrietemperaturen	> 100 °C			(✓)
HT	> 70 °C		✓	✓
MT	55 °C-70 °C	✓	✓	✓
LT	< 55 °C	✓	✓	

Note: De warmtevraag op industrietemperaturen (✓) is niet rechtstreeks te voorzien met zonnecollectoren hiervoor zijn zonneconcentratietechnieken nodig, welke met de zoninstraling in Nederland minder geschikt zijn.

## Zonthermiesysteem

Een zonthermiesysteem is meer dan alleen het van buitenaf zichtbare zonnepaneel, maar bestaat uit een keten van zonthermische opwektechniek, leidingwerk, thermische opslag, aanvullende warmtevoorziening en meet-en regeltechniek. Figuur 6 laat een gedetailleerde voorbeeldconfiguratie in een woning zien, en een voorbeeldconfiguratie voor een collectief systeem.

Figuur 6 - Zonthermiesysteem individueel (links) en grootschalig collectief (rechts)



Bronnen: (IEA ETSAP ; IRENA, 2015) (SDH, 2012a).

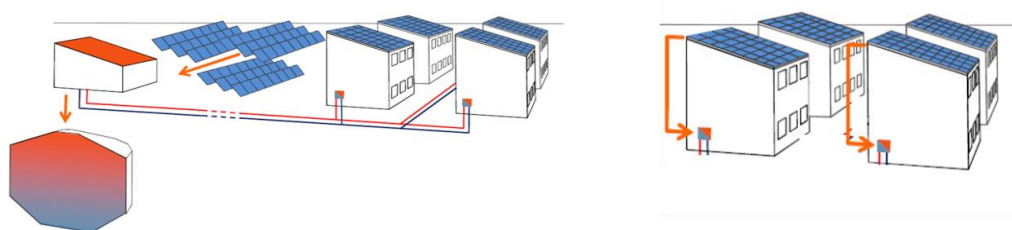
De karakteristieken van de afnemers worden weerspiegeld in de configuratie van het systeem. Zonthermische (stads-)verwarmingsconfiguraties worden onderscheiden op basis van volgende aspecten (SDH, 2012a):

- **Zonthermische opwektechniek:** Zonneboiler, zonnecollectoren, pvt-systemen.
- **Groote verwarmingsysteem:** collectieve stadsverwarming (grote schaal) vs. blokverwarming (beperkte groep woning) vs. individuele warmtevraag.



- **Benuttingsgraad zonwarmte:** De zonnefractie is de verhouding van zonwarmte ten opzichte van de totale warmtelevering. Systemen met een hoge zonfractie hebben beperkte extra warmtevoorziening nodig:
  - voorverwarming met een zonfractie < 10%;
  - gemiddelde zonfractie tussen 10 en 30%;
  - hoge zonfractie > 30% met lange termijn thermische opslag.
 Daarnaast heeft zonthermie een aanvullende warmte techniek nodig voor de resterende (piek)warmtevoorziening en een back-upstelsel.
- **Opslagsysteem:** Opslaan van warmte voor tijden met een lage zonfractie en voorbereiden warmte op hoge temperaturen: Lange termijn seizoensopslag vs. korte termijn buffer.
- **Centrale of decentrale warmte-uitwisseling:** in het huidige type warmtenetten (3<sup>de</sup> generatie) is de centrale bronvoorziening de norm en is er eenrichtingsverkeer van warmte van de bron naar de afnemers. Bij toekomstige generaties warmtenetten kan op verschillende aansluitpunten aan het warmtenet zowel warmte onttrokken en afgegeven worden.

Figuur 7 - Centraal collectief (links) en decentraal individueel (rechts) zonthermiesysteem



Bron: (SDH, 2012a).

Dit leidt vervolgens tot een uitgewerkt overzicht van de zonthermiesystemen. Tabel 4 maakt concreet hoe toepassingen in de sectoren vertaald worden naar een zonthermie-systeem. Er wordt weergegeven welke zonthermische techniek geschikt is, hoe de opslag en opwaardering eruit ziet en waar rekening mee gehouden dient te worden.

Tabel 4 - Overzicht van de voornaamste zonthermiesystemen

Sector	Toepassing	Grootte	Zonthermische techniek	Opslag	Opwaardering/warmtevoorziening	Afweging
GO	Tapwater	Individuele woning, collectief, utiliteit met een hoge warmwatervraag.	Zonneboiler	Buffervat (dag-nacht, X liter,...) geïntegreerd of los.	Naverwarmer is nodig. Meestal in de vorm van een combiketel of een warmtepomp.	Hoogwaardige warmtevering enkel voor tapwater.
GO	Ruimteverwarming (incl. tapwaterverwarming)	Individuele woning.	Zonnecollectoren	Buffervat nodig ter bereiding warm water en bruikbare warmte.	Back-up en aanvullende warmtevoorziening.	Hybride systemen met over het algemeen een lage zonfractie. Tenzij indivi-



Sector	Toepassing	Grootte	Zonthermische techniek	Opslag	Opwaardering/warmtevoorziening	Afweging
						duele seizoensopslag beschikbaar wordt. <sup>2</sup>
GO	Ruimteverwarming (incl. tapwaterverwarming)	Collectief of op niveau van een utiliteitsgebouw.	Zonnecollectoren	Seizoensopslag om ook tijdens de winter van warmte te voorzien.	Back-up en piekvoorziening. Combinatie mogelijk met andere warmtebronnen.	Direct bruikbare MT- of HT-warmte. Aanleg lokaal distributienet.
GO	LT-warmtebron of wko-regeneratie	Individueel tot collectief.	(Ongeïsoleerde) pvt-panelen, ongeïsoleerde zonnecollectoren.	Regeneratie van een (Z)LT-opslagsysteem zoals een wko of een bodemlus van een bodemwarmtepomp. In principe geen buffervat nodig.	Opwaardering warmte nodig met behulp van een warmtepomp.	Meer warmte beschikbaar op lage temperaturen.
GTB	Kasverwarming	Specifiek	Zonnecollectoren of DaglichtKas.	Opslag om ook tijdens de winter warmte te voorzien.	Back-up en piekvoorziening. Combinatie mogelijk met andere warmtebronnen.	Direct bruikbare LT- of MT-warmte afhankelijk van teeltsoort. Levert geen CO <sub>2</sub> , zoals bij gasverbranding.
Ind.	Warm proceswater	Specifiek	Zonnecollectoren voor proceswarmte tot 80°C. Concentrerende zontechnieken voor hogere temperaturen.	Zomerwarmtevraag zonder opslag. Opslag nodig voor winterwarmtevraag.	Back-up en piekvoorziening. Combinatie mogelijk met andere warmtebronnen.	Direct bruikbare MT- of HT-warmte. Afhankelijk van industriële processen.

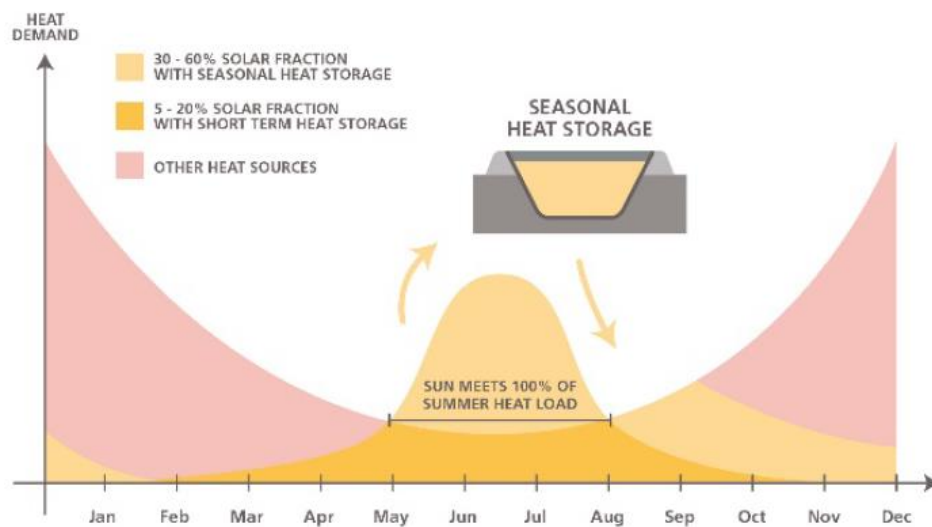
De zonthermische opwektechnieken zijn al besproken in Paragraaf 1.1. Hierna worden ook de andere aspecten van het zonthermiesysteem, namelijk het opslagsysteem, warmtevoorziening en warmte-infrastructuur uitvoerig besproken.

### *Thermische opslag*

Een opslagsysteem zorgt dat de mismatch in de tijd tussen het warmteaanbod (de bron) en de warmtevraag (de afnemer) wordt opgelost. Bij opslag op langere termijn, waarbij warmte uit de zomer wordt opgeslagen om te benutten in de winter, spreekt men van seizoensopslag; zie Figuur 8.

<sup>2</sup> De warmtebatterij in ontwikkeling door TNO is een mogelijke vorm van individuele seizoensopslag. Verwacht wordt dat deze systemen binnen 5 tot 10 jaar commercieel beschikbaar worden.

Figuur 8 - Schematische weergave van het effect van opslag op de lange termijn (seizoen)



IEA SHC TASK 55

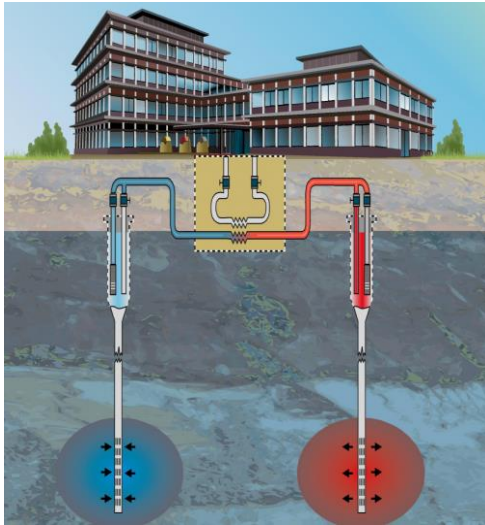
Bron: (TNO, 2020).

Bij de huidige generatie warmtesystemen, 3<sup>de</sup> generatie warmtenetten, zijn de financieel voordeligste opslagsystemen hoge temperatuur (HTO) aquiferopslag en pitopslag (CE Delft, 2020).

De **HTO aquiferopslag (ATES)** slaat warmte in watervoerende lagen op ongeveer 200-300 m diepte op. Een ontwerp is weergegeven in Figuur 9. De techniek bevindt zich in onderzoekstadium. Internationale en nationale onderzoeksprogramma's zoals respectievelijk Heatstore en Warming Up, investeren in pilots om deze opslagvorm verder te bewijzen en de huidige uitdagingen te overwinnen. Deze uitdagingen omvatten verder onderzoek naar de impact op de bodem(water)kwaliteit, oplossen van technische problemen en de huidige regelgeving waarbij open bodemopslag niet is toegestaan boven de 25°C-grens (Algemene Maatregel van Bestuur Bodemenergie), en het creëren van een warmteoverschot in de ondergrond ook niet is toegestaan. Gezien het succes en de opgedane ervaring met de wko aquiferopslag en de geschiktheid van de bodem in Zuid-Holland blijft HTO aquiferopslag een veelbelovende techniek. Een ATES heeft bovengronds zeer weinig ruimtegebruik, is vergeleken met de andere thermische opslagtechnieken goedkoop en beschikt afhankelijk van de bodemsamenstelling over opslagremedementen tussen 40 tot 80%<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Resultaten van de eerste simulaties 'Warming Up'-project.

Figuur 9 - HTO Aquiferopslag (ATES)

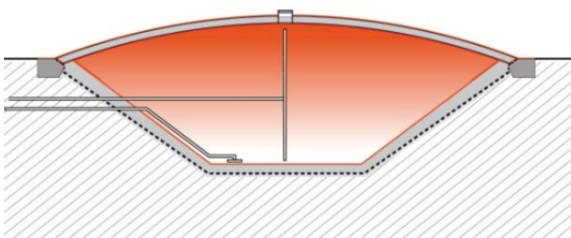


Bron: (CE Delft, 2020).

**Thermische putten (PTES)** onderscheiden zich van thermische opslagtanks door hun lagere constructiekosten en hun grotere volume. Een ontwerp is weergegeven in Figuur 10. Kort gezegd, zijn het ‘slechts’ grote gaten die in de grond worden gegraven (ca. 10 meter diep) en daarna gevuld met water. Ze worden al toegepast op zeer grote schaal in het buitenland, maar ook kleine versies zijn mogelijk. In combinatie met zonnecollectoren voorzien zij vaak direct bruikbare duurzame warmte op hoge temperaturen aan de eindgebruikers. Een nadeel van PTES is dat het ruimte inneemt. Opslagrendementen gaan richting 80%.

Figuur 10 - Thermische put (PTES)

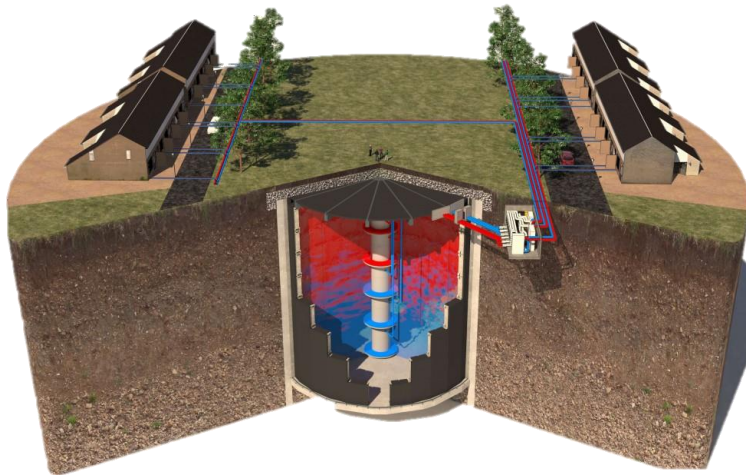
#### Pit thermal energy storage (PTES)



Bron: (CE Delft, 2020).

De **mogelijkheid van Ecovat** (een voorbeeld van een ondergrondse tankopslag) onderzoeken we verder niet, omdat de businesscase nog onvoldoende bewezen is. Een TTES heeft een hogere opbrengst omdat er geen bovengronds ruimtegebruik is en het seizoensrendement 90% is (Ecovat, 2020). Het Ecovat-ontwerp is weergegeven in Figuur 11.

Figuur 11 - Ecovat



Bron: (Ecovat, 2020).

**Korte termijnbuffers** of zonthermische boilervaten, zijn erg belangrijk. Naast overbruggen van korte perioden zonder productie zorgt een korte termijn buffer er ook voor dat een warm water geleidelijk op gewarmd kan worden tot hogere MT- en HT-temperaturen. Een korte termijnbuffer is essentieel om de warmte op hogere temperaturen direct te benutten voor de afnemer of op hoge temperatuur te injecteren in een collectief warmtenet of seizoensopslagsysteem.

**Lange termijn thermische opslag op woningniveau** is een techniek in ontwikkeling. De voorgaande collectieve technieken slaan warmte op als warm water in grote reservoirs of waterlagen. Warmwatervaten of thermische putten zijn voor een normale woning te omvangrijk<sup>4</sup>, ook vereisen ATES-systemen op hogere temperaturen grote hoeveelheden warmte om goed te functioneren (IF Technology, 2019). Daarom wordt onderzoek gedaan naar nieuwe technieken zoals bijvoorbeeld de Solar Freezer en de Warmtebatterij van TNO om op woningniveau warmte op te slaan (TKI, sd).

### *Warmtevoorziening*

De benuttingsgraad van zonwarmte is zelden 100% en is sterk beïnvloed door het al dan niet toepassen van een opslagsysteem. Zonder opslag moet overproductie zoveel mogelijk vermeden worden, omdat die warmte niet benut kan worden. Met een opslagsysteem kan overproductie van warmte worden ingezet op momenten van hoge warmtevraag en lage productie. Zelfs dan is er vaak onvoldoende zonwarmte om de volledige warmtevraag inclusief pieklevering te voorzien. Daarom is meestal een aanvullende warmtebron nodig. Hiervoor kan een (bio)gasgestookte warmtekrachtcentrale gebruikt worden. Hoe hoger de zonfractie des te meer duurzame zonwarmte gebruikt wordt en hoe minder aanvullende warmte voorzien dient te worden. Tevens is er steeds een back-upsysteem nodig. Ter illustratie: zonthermiesystemen zonder opslag voor stadsverwarming zijn typisch ontworpen om 20% van de totale levering te voorzien, terwijl met een opslag een zonfractie van meer dan 60% behaald kan worden (DEA, 2017). Ter vergelijking worden warmtenetten op geothermie voor circa 70% gevoed met geothermie.

<sup>4</sup> Er bestaan uitzonderingen: een vrijstaande woning met een grote tuin kan bijvoorbeeld wel een groot warmwatervat of thermische put in de tuin installeren.

Een andere belangrijke factor in de warmtevoorziening is de leveringstemperatuur van warmte. Niet-geïsoleerde collectoren of pvt-panelen leveren warmte op LT-temperaturen. Deze warmte dient nog verder opgewaardeerd te worden naar hogere temperaturen om bruikbaar ingezet te worden. Directe levering door goed ingeregelde zonthermische collectoren op MT of HT hebben nauwelijks verdere opwaardering nodig en zijn direct inzetbaar.

### *Warmtedistributienet*

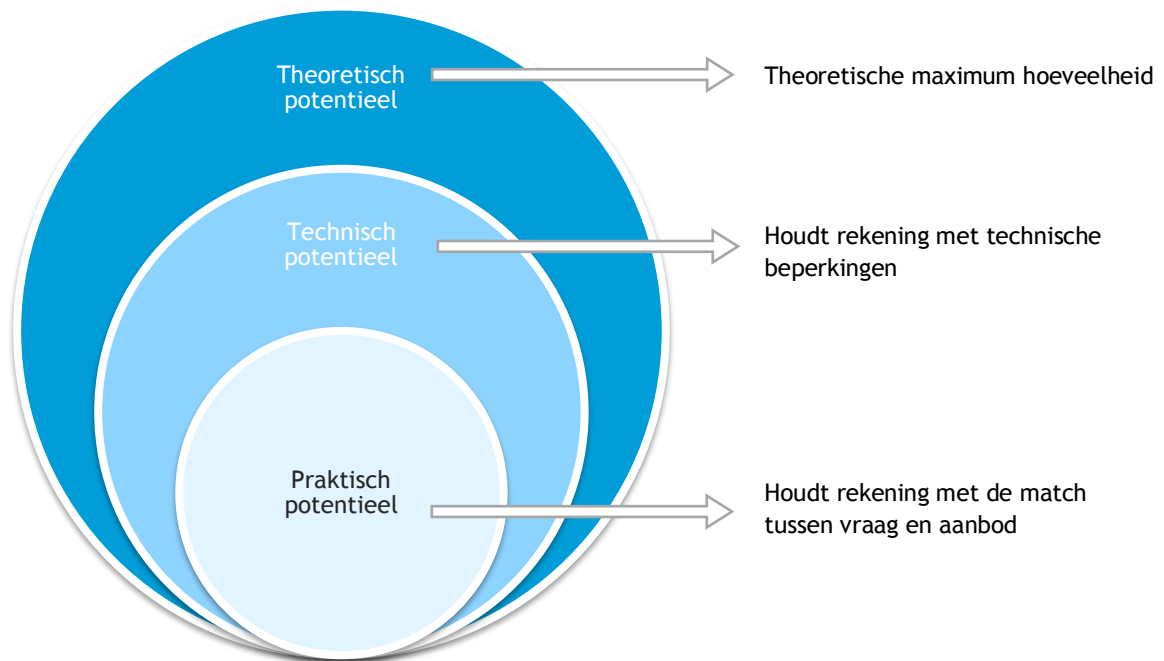
Ongeacht de warmtevoorziening zijn de investeringen in een (lokaal) distributienet behoorlijk hoog. De aanleg van een warmtenet gaat gepaard met de uitrol van een volledig nieuwe netinfrastructuur inclusief leidingen, onderstations en bijbehorende civiele werken. Er is bovendien ook een toevoerleiding nodig om ruimtelijk de productie, welke vaak plaatsvindt in open ruimte buiten de stedelijk gebieden, te koppelen aan centraal gelegen afnemers met een warmtevraag. De kosten voor de hele warmteleidinginfrastructuur liggen vaak vele malen hoger dan de kosten van de warmteopwek. Het is dus erg belangrijk om deze kosten mee te nemen in de financiële overwegingen bij de implementatie van zonthermie. Daar staat tegenover dat de investeringen voor woningeigenaren aanzienlijk lager zijn dan bij individuele oplossingen.

Naast het warmtedistributienet is ook warmtetransport nodig van het zonneveld naar de afnemers. Omdat beperkt warmtetransport over lange afstanden gepaard gaat met hoge verliezen dient de afstand tussen opwek en afnemers geminimaliseerd te worden.

## 2 Potentie van zonthermie

In dit hoofdstuk geven we een kwantitatieve bepaling van de potentie van zonthermie in de provincie Zuid-Holland. Figuur 12 geeft de definities van de verschillende soorten potentieel weer die in dit onderzoek worden gehanteerd.

Figuur 12 - Verschillende soorten potentieel



We gaan eerst in op de potentie van zonthermie op daken en vervolgens die van zonthermie op velden.

### 2.1 Zonthermie op daken

Op daken gemonteerde zonnecollectoren kunnen zowel voor woningen als utiliteit voorzien in warmte. Omdat de warmtapwater- en verwarmingsvraag en het dakoppervlak van utiliteiten sterk varieert, worden hier enkel woningen beschouwd. Eerst wordt een inschatting gemaakt van het potentieel van zonneboilers, daarna van zonnecollectoren voor ruimteverwarming.

#### 2.1.1 Zonneboilers

Een zonneboiler bereidt een deel van het warm tapwater, en voorziet niet in de ruimteverwarming. Een zonneboiler bespaart ongeveer de helft van het aardgasverbruik voor warm tapwater (Milieucentraal, 2020).

Op basis van de vraag naar warmtapwater schatten we eerst de maximale energievraag in die zonneboilers kunnen realiseren. Dit geeft aan hoeveel warmte voorzien kan worden door

zonneboilers, indien iedere woning een zonneboiler heeft (theoretische potentie). Vervolgens wordt gekeken naar factoren die bepalen of een woning geschikt is om een zonneboiler te plaatsen. Zo wordt een inschatting gegeven van de hoeveelheid warmte die zonneboiler voorzien kan worden (praktische potentie).

## Theoretisch potentieel

De theoretische potentie van zonneboilers is de hoeveelheid warmte waarin voorzien kan worden door zonneboilers, indien iedere woning een zonneboiler heeft. Dit wordt bepaald op basis van de vraag naar warmtapwater. Deze vraag is afhankelijk van de huishoudenssamenstelling. Hoe meer personen in een huishouden, hoe meer warm water verbruikt wordt. Tabel 5 geeft weer hoeveel gas er jaarlijks bespaard kan worden met een zonneboiler voor iedere huishoudensamenstelling.

Tabel 5 - Karakteristieken zonneboilers naar huishoudenssamenstelling<sup>5</sup> (de oranje cijfers zijn geïnterpoleerde waarden)

Aantal personen	Collectoroppervlak/Voorraadvat (m <sup>2</sup> /liter)	Jaarlijkse besparing gas <sup>6</sup> in m <sup>3</sup>
1	1,25 m <sup>2</sup> /55 liter	90 m <sup>3</sup>
2	2 m <sup>2</sup> /80 liter	120 m <sup>3</sup>
3	2,75 m <sup>2</sup> /115 liter	150 m <sup>3</sup>
4	3,5 m <sup>2</sup> /150 liter	180 m <sup>3</sup>
5	4,25 m <sup>2</sup> /185 liter	210 m <sup>3</sup>
6	5 m <sup>2</sup> /220 liter	240 m <sup>3</sup>

Bron: (Milieuceentraal, 2020).

Aan de hand van de samenstellingsgrootte van huishoudens in Zuid-Holland kan vervolgens de bespaarde gasvraag bepaald worden. Tabel 6 geeft de samenstelling van huishoudens in Zuid-Holland.

Tabel 6 - Particuliere huishoudens samenstelling Zuid-Holland 2020

Samenstelling huishouden	Aantal huishoudens	Percentage van aantal huishoudens
1 persoon	691.263	40%
2 personen	531.961	31%
3 personen	208.510	12%
4 personen	199.238	12%
5 of meer personen	89.016	5%
<b>Totaal</b>	<b>1.719.988</b>	<b>100%</b>

Bron: (CBS, 2020).

Door deze gegevens met elkaar te combineren komen we tot een totale theoretisch mogelijke besparing van 213 miljoen m<sup>3</sup> aardgas. Deze hoeveelheid aardgas heeft een energetische waarde van 6,7 PJ.<sup>7</sup> Dit is de theoretische potentie van zonneboilers.

<sup>5</sup> De grootte van de collector en het voorraadvat is gebaseerd op een gemiddeld waterverbruik. Verbruikt een huishouden veel water, dan heb je een groter voorraadvat nodig.

<sup>6</sup> Jaarlijks zijn er € 15-25 extra elektriciteitskosten door de extra pompenergie; dit is buiten beschouwing gelaten.

<sup>7</sup> Berekend met onderwaarde 31,65 MJ/m<sup>3</sup> van de verbrandingswaarde aardgas in Nederland.

## Praktisch potentieel zonneboilers

Niet elke woning kan gebruik maken van een zonneboiler om warm tapwater te leveren. De geschiktheid van het dak bepaalt of een zonneboiler toegepast kan worden. Tabel 7 geeft een overzicht van de beperkingen weer.

Tabel 7 - Technische beperkingen voor zonneboilers

Beperking	Uitleg
Oriëntatie	Een geschikt dakoppervlak heeft een hellingshoek kleiner dan 70 graden en is niet gericht op het noorden (noordwesten tot en met het noordoosten). Op een plat dak kan een stelling geplaatst worden die de zonnecollectoren optimaal richt (Zonnewijzer, sd).
Schaduw omliggende constructies	Dakoppervlakken met schaduwval zijn ongeschikt wanneer deze dakoppervlakken minder dan 700 kWh/m <sup>2</sup> zonne-instraling per jaar ontvangen (Zonnewijzer, sd).
Onvoldoende oppervlak	Rekening houdend met obstakels en reglementering in zake dakinpassing dient er voldoende dakoppervlak beschikbaar te zijn voor een zonneboiler. Omwille van het beperkte nodige dakoppervlak voor zonneboilers vormt dit geen restricties, voor een gemiddeld huishouden van 2,2 personen is er slechts 2,5 m <sup>2</sup> geschikt dakoppervlak nodig.
Constructie	Het dak dient constructie technisch geschikt te zijn om de zonnecollectoren te kunnen bevestigen en te dragen.
Beschermde stads- en dorpsgezichten	Binnen beschermde stads- en dorpsgezichten kunnen andere regels gelden voor het plaatsen van zonnepanelen.
Competitie zon-pv	Landelijk heeft 4-5% van de daken al een zon-pv-opstelling. Wanneer zon-pv panelen het volledige (geschikte) dakoppervlak bedekken vormt dit een restrictie op beschikbaar dakoppervlak. Als dit niet geval is, en er ruimte over is kunnen er aanvullend zonnecollectoren bijgeplaatst worden.
Gestapelde bouw	Zonneboilers in gestapelde bouw zorgen voor uitdagingen in de constructie wat betreft gewicht op het dak en distributie in het gebouw.

In deze studie is niet bepaald welke beperkingen er precies gelden voor zonthermie op daken in Zuid-Holland. In plaats daarvan houden we rekening met een algemeen percentage van de daken die geschikt zijn voor zonnepanelen. In andere gebieden ligt dit percentage tussen de 65-80%, zie Tabel 8. Dit algemeen percentage houdt rekening met de meeste van bovenstaande beperkingen.

Tabel 8 - Percentage van de daken geschikt voor zonne-energie opwekking

Gebied	Percentage van de daken geschikt volgens zonatlas <sup>8</sup>	Referentie
Provincie Groningen	70%	(RTVNoord, 2014)
Gelderland	65%	(HetKontakt, 2013)
Amsterdam	66%	(Parool, 2015)
Utrecht	82%	(Utrecht, 2019)

<sup>8</sup> De zonatlas definieert een dak als geschikt als er minimaal 8 m<sup>2</sup> aaneengesloten dakoppervlak beschikbaar is. Dit is ruim voldoende voor een zonneboiler.



We nemen hier aan dat de range van 65-80% geschikte daken ook geldt voor zonneboilers en ook van toepassing is in de provincie Zuid-Holland. Hiermee wordt de theoretische potentie gecorrigeerd. Tabel 9 geeft de theoretische en praktische potentie per RES-regio. Het praktische potentieel van zonneboilers in Zuid-Holland ligt tussen 4,4-5,4 PJ. Voor het opwekken van deze hoeveelheid energie is gemiddeld 2,34 m<sup>2</sup> zonnecollector per huishouden nodig.

Tabel 9 - Theoretische en XX potentie van zonneboilers per RES-regio

RES-regio	Aantal huishoudens	Theoretische potentie zonneboilers (PJ)	Praktische potentie zonneboilers (PJ)
Alblasserwaard	33.461	0,14	0,09-0,11
Drechtsteden	127.225	0,51	0,33-0,41
Goeree-Overflakkee	21.138	0,09	0,06-0,07
Hoeksche Waard	37.135	0,15	0,1-0,12
Holland Rijnland	260.796	1,03	0,67-0,83
Midden-Holland	101.593	0,42	0,27-0,33
Rotterdam-Den Haag	1.138.640	4,41	2,86-3,53
<b>Eindtotaal</b>	<b>1.719.988</b>	<b>6,75</b>	<b>4,39-5,40</b>

## 2.1.2 Zonnecollectoren voor ruimteverwarming

Zonnecollectoren voorzien in de ruimteverwarming. De ruimteverwarmingsvraag van een woning is een stuk groter dan de warm tapwatervraag. Het gasverbruik voor ruimteverwarming bedraagt gemiddeld 79% van het totale gasverbruik, dat voor warm tapwater 21% (ACM, 2020).

Ruimtes worden verwarmd tijdens de donkere wintermaanden, wanneer er weinig zonne-energie beschikbaar is. Om de ruimtewarmtevraag in te vullen is er dus individuele warmteopslag nodig, een techniek die nog in ontwikkeling is. Ter vergelijking is de warm tapwatervraag nagenoeg constant doorheen het jaar en kan dus een groot deel van het warme tapwater tijdens de zomer voorzien worden zonder opslag.

### Praktisch potentieel zonnecollectoren voor ruimteverwarming

We schatten de potentiële warmtelevering voor ruimteverwarming op basis van aannames en afwegingen over de geschiktheid en beschikbare oppervlak van daken.

We hanteren een range van 65-80% van de woningdaken geschikt voor zonne-energie-opwekking. Deze range komt overeen met de eerder gehanteerde range bij zonneboilers. Een belangrijke kanttekening is dat dit percentage van toepassing is op het aantal daken, niet op het aantal woningen. Van het totaal aantal woningen in Zuid-Holland zijn 52% meergezinswoningen. Er is niet bekeken of het beschikbare dakoppervlak op appartementsgebouwen voldoende is voor alle appartementen, maar we gaan er hier van uit dat het dakoppervlak volstaat.

Op de geschikte daken is er gerekend met 8-20 m<sup>2</sup> beschikbaar oppervlak voor zonnecollectoren. 8 m<sup>2</sup> wordt door de Zonatlas gehanteerd als minimumwaarde voor een geschikt dak voor zonne-energieopwekking (Zonatlas, sd). Op deze grenswaarde is tevens het eerder genoemde percentage van geschikte woningen gebaseerd. Als bovenwaarde van de range

hanteren we 20 m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een uitgebreide opstelling van 12 zonnecollectoren.

Een zonnecollectoropstelling van 8-20 m<sup>2</sup> genereert 12-30 GJ warmte per geschikte woning. Rekening houdend met opslagverliezen van minimaal 20% krijgen we een warmtelevering van 9-24 GJ. De warmtevraag voor ruimteverwarming ligt gemiddeld rond 30 GJ (ACM, 2020). De geleverde warmte kan dus nuttig ingezet worden.

Dit leidt uiteindelijk tot de praktische potentie van zonnecollectoren voor ruimteverwarming, weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - Praktische potentie ruimteverwarming door zonnecollectoren per RES-regio

RES-regio	Aantal woningen	Praktische potentie zonnecollector ruimteverwarming (PJ)
Alblasserwaard	34.415	0,2-0,7
Drechtsteden	129.229	0,8-2,5
Goeree-Overflakkee	21.855	0,1-0,4
Hoeksche Waard	37.821	0,2-0,7
Holland Rijnland	252.238	1,6-4,9
Midden-Holland	102.234	0,6-2
Rotterdam-Den Haag	1.115.096	7-21,6
<b>Eindtotaal</b>	<b>1.692.888</b>	<b>10,6-32,8</b>

### 2.1.3 Zonneboiler en zonnecollectorpotentie buiten stedelijke gebieden

In Zuid-Holland is veel grootschalige industriële restwarmte beschikbaar, maar het is onwaarschijnlijk dat deze warmte beschikbaar zal komen voor gebieden buiten de Randstad. Daar is mogelijk een schaarste aan warmtebronnen. Daarom wordt de potentie van zonthermie op daken en zonthermiepotentie op velden specifiek uitgelicht voor enkele minder stedelijke gemeenten.

Het potentieel van zonnecollectoren en zonneboilers buiten de stedelijke gebieden is gegeven in Tabel 11. Deze tabel geeft aan in welke mate de warmtevraag met zonthermie ingevuld kan worden met individuele opwek op daken in de landelijke gemeenten.

Tabel 11 - Potentiële warmtelevering door zonneboilers en zonnecollectoren buiten stedelijke gebieden

Landelijke gemeente	Aantal woningen	Warmtevraag woningen (PJ)	Praktische potentie zonneboiler tapwaterverwarming (PJ)	Praktische potentie zonnecollector ruimteverwarming (PJ)
Bodegraven-Reeuwijk	14.499	0,60	0,04-0,05	0,09-0,28
Goeree-Overflakkee	21.855	1,15	0,06-0,07	0,14-0,42
Hoeksche Waard	37.821	1,50	0,1-0,12	0,24-0,73
Kaag en Braassem	11.726	0,47	0,03-0,04	0,07-0,23
Krimpenerwaard	23.933	1,03	0,06-0,08	0,15-0,46
Molenlanden	17.205	0,67	0,05-0,06	0,11-0,33
Nieuwkoop	11.498	0,44	0,03-0,04	0,07-0,22
<b>Eindtotaal</b>	<b>138.537</b>	<b>5,86</b>	<b>0,37-0,45</b>	<b>0,87-2,68</b>



## 2.2 Zonthermie op velden

Voor het bepalen van de potentie van zonthermie op velden richten we ons specifiek op grootschalige collectieve zonthermische systemen inclusief seizoensopslag.

Er zijn twee scenario's doorgerekend: een scenario met de geldende beperkingen voor zonnevelden uit de omgevingsvisie van de provincie en een scenario waar de strengste beperkingen worden losgelaten. Voor elk scenario worden drie verschillende soorten potentieel bepaald: theoretisch potentieel, technisch potentieel en praktisch potentieel:

- Het theoretische potentieel is een weergave van de beschikbare ruimte voor zonthermische velden. Hierbij wordt rekening gehouden met beperkingen op ruimtegebruik voor natuur, stedelijk gebied, recreatiedomein e.d.
- Om het **technisch potentieel** te bepalen is rekening gehouden met locaties waar behalve zonthermische opwek ook collectieve seizoensopslag mogelijk is. Zonder seizoensopslag kan immers zonthermie niet gedurende een groot gedeelte van het jaar worden benut. Op basis van de keuze van opslagsysteem kan ook de potentiële warmteopbrengst worden bepaald.
- Het **praktisch potentieel** is dat deel van het theoretisch potentieel dat ook daadwerkelijk gekoppeld kan worden aan mogelijke afnamelocaties. Bij collectieve systemen zijn dat de mogelijke afname van gebouwde omgeving, industrie of glastuinbouw. Dit is belangrijk omdat de (rendabele) transportafstanden bij thermische energie beperkt zijn, in tegenstelling tot elektriciteit. We brengen hiervoor potentiële warmtevraaglocaties in kaart vanuit de gebouwde omgeving, glastuinbouw en industrie.

De potentie wordt uitgedrukt in hectares en PJ en wordt onderverdeeld naar de zeven RES-regio's. De zonthermievotentie van het Havencomplex is verwaarloosbaar en wordt opgenomen in de RES-regio Rotterdam Den Haag.

**N.B.:** Het doel van de potentiëstudie is niet om gebieden weer te geven waar zonpotentie is toegestaan. Het biedt inzichten in de omvang en de mogelijkheden die zonthermie heeft in de provincie Zuid-Holland. Het vormt hierbij een ruwe schatting van het potentieel. Maatwerk is steeds nodig om locaties te selecteren voor het opstarten van een project. De ruimtelijke kwaliteit is erg belangrijk bij de daadwerkelijke bepaling of een locatie geschikt is.

### 2.2.1 Theoretisch potentieel

De potentiebepaling van zonthermie bestaat uit twee scenario's. Een potentieel volgens de kaders van de 'provinciale Omgevingsvisie' en een 'verruimd potentieel' dat minder terughoudendheid kent.

#### Verruimd theoretisch potentieel (excl. kaders omgevingsvisie)

Als eerste uitgangspunt beschouwen we de kaartlaag 'zonpotentie velden' van RVO welke de denkbare locaties weergeeft voor zonnepanelen in veldopstelling. Te zien zijn gras- en akkerlanden buiten de bebouwing, exclusief gebieden die tot Natura 2000 behoren.

Vervolgens halen we hier de gebieden van af waarvoor het onwaarschijnlijk is dat zonthermie hier kans maakt. Dit gebeurt op basis van omgevings- en landschaps-overwegingen in Tabel 12.

Tabel 12 - Gebieden die uitgesloten worden voor verruimde theoretische potentie

Gebied	Bron
Stad- en dorpsgebied	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Bedrijventerrein	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Erfgoed (kroonjuweel cultureel erfgoed, werelderfgoed)	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Gebied met archeologische waarde	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Groene buffer	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Landgoed/Kasteelbiotoop	Omgevingsvisie (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Recreatie	Bestand bodemgebruik (CBS, 2015)
Glastuinbouw	Bestand bodemgebruik (CBS, 2015)
Luchthaven	Bestand bodemgebruik (CBS, 2015)
Beschermingscategorie 2: Natuurgebied in en buiten de stad	Visie ruimte en mobiliteit (Provincie Zuid-Holland, 2019)
Beschermingscategorie 2: Recreatiegebied & belangrijk vogelweidegebied	Visie ruimte en mobiliteit (Provincie Zuid-Holland, 2019)

## Theoretisch potentieel op basis van de omgevingsvisie

Dit theoretische potentieel wordt bepaald op basis van het verruimde potentieel. Dit potentieel wordt ingeperkt door de 'provinciale Omgevingsvisie'. Hierin worden mogelijkheden weergegeven alsook gewenste ruimtes. In Tabel 13 worden volgende potenties weergegeven. Deze wordt aangevuld met de verruimde potentie exclusief landbouwgebied. Deze gebieden komen neer op locaties van infrastructuur, slipdepots, etc.

Tabel 13 - Gebieden die wel en niet worden meegenomen in het Omgevingsvisie-potentieel

Verschillende typen gebieden omgevingsvisie	Nadere verklaring vanuit de omgevingsvisie	Meegenomen in potentie?
Landbouwgebieden	In een provincie waarin onbebouwde ruimte een schaars en waardevol goed is, is een terughoudende benadering van zonnevelden in die open ruimte op zijn plaats. Concurrentie met het agrarisch grondgebruik wordt tegengegaan.	✗
In combinatie met een windturbinepark	Een zonneveld in combinatie met een windpark betreft altijd maatwerk. Windturbines staan vaak met minimale verharding in open landschappen, indien hier een zonneveld wordt toegevoegd kan door de toevoeging van deze meer stedelijke voorziening het landschappelijk beeld en grondgebruik aanzienlijk veranderen.	✓
Glastuinbouwgebied (Open ruimte in greenports)	Realisering van een zonneveld is mogelijk, mits dit geen verdringend effect heeft op de functie glastuinbouw. Er moet behoedzaam omgegaan worden met de groene ruimtes in de vaak dichtbebouwde kassengebieden.	✓
Stads- en dorpsranden	Uitsluitend in de stads-en dorpsranden die zich kenmerken als contact of overlap gebied (vervlechting van stedelijke functies en landschap).	✓
Locaties infrastructuur	Betreft bermen en taluds van rijks- en provinciale wegen, spoorwegen en parkeerplaatsen.	✓

## Resultaat

In Tabel 14 wordt weergegeven wat de zonthermische potentie is in oppervlakte (ha). Ter referentie wordt ook de oppervlakte van iedere RES-regio ernaast weergegeven.

Tabel 14 - Ruimtelijke potentie zonthermie in ha

RES-regio	Verruimd potentieel (ha)	Potentieel volgens Omgevingsvisie (ha)	Oppervlakte RES-regio (ha)
Alblasserwaard	6.350	87	21.365
Drechtsteden	1.769	120	18.744
Goeree-Overflakkee	15.569	1.330	25.683
Hoeksche waard	17.333	525	28.314
Holland Rijnland	9.430	3.262	52.159
Midden-Holland	8.381	865	36.161
Rotterdam-Den Haag	10.210	1.737	113.453
<b>Totaal</b>	<b>69.042</b>	<b>7.926</b>	<b>295.879</b>
<b>Percentage</b>	<b>23,3%</b>	<b>2,7%</b>	<b>100%</b>

### 2.2.2 Technisch potentieel

Het technisch potentieel houdt rekening met de mogelijkheid van thermische opslag. Thermische opslag verplaatst het zomerse aanbod van zonthermische warmte naar de winterse warmtevraag. Bij de huidige generatie warmtesystemen, 3<sup>de</sup> generatie warmtenetten, zijn de financieel voordeligste opslagsystemen HTO aquiferopslag (ATES) en pitopslag (PTES)-systemen. Waar mogelijk verdient HTO aquiferopslag de voorkeur omdat deze weinig ruimtegebruik vraagt.

### Mogelijkheid voor aquiferopslag (ATES)

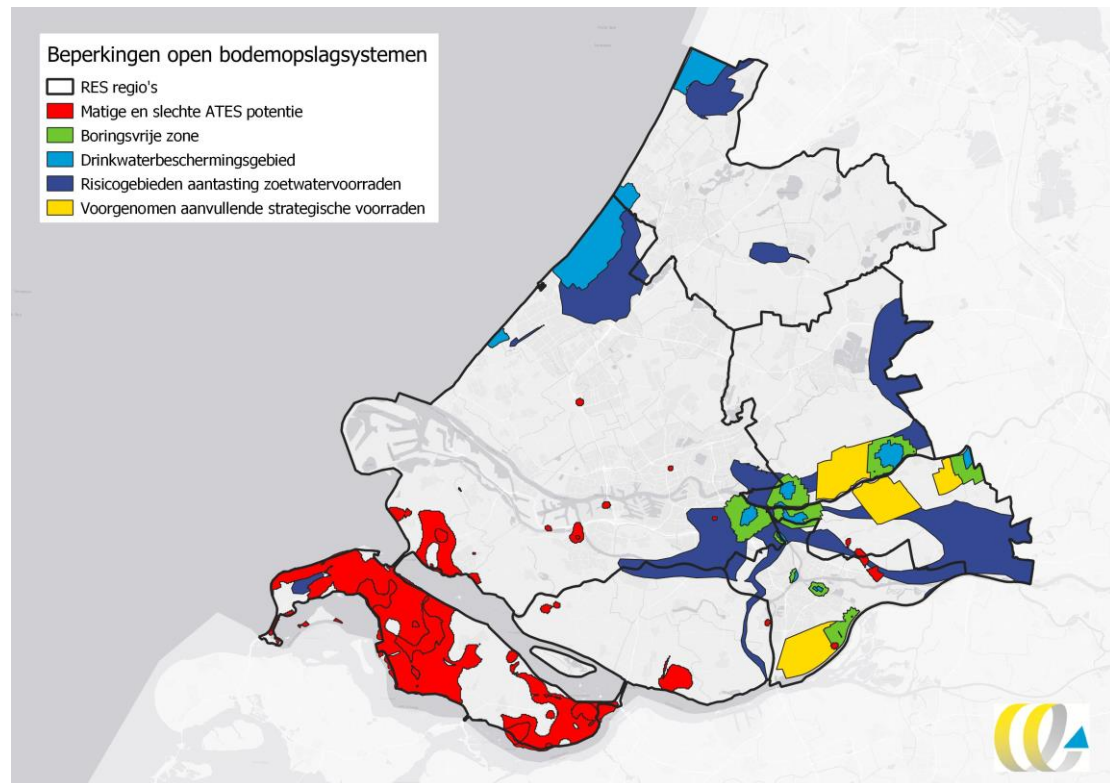
De beperkingsgebieden in Tabel 15 uitgesloten voor aquiferopslag.

Tabel 15 - Beperkingsgebieden voor open bodemopslagsystemen

Typen	Beschrijving	Hoe meenemen?
Drinkwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zone, waterbeschermingsgebied, waterwin-gebied	Bodemenergiesystemen niet toegestaan	Uitsluiten
Risicogebieden aantasting zoetwatervoorraden	Beperkt geschikt voor open bodem-energiesystemen	Uitsluiten
Voorgenomen aanvullende strategische voorraden	Voorgenomen uitsluiting van open en gesloten bodemenergiesystemen	Uitsluiten

Vervolgens wordt rekening gehouden met de ATES-potentie. In de Signaleringskaarten zijn gebieden aangegeven met slechte, matige, redelijke, goede en zeer goede potentie (Nationaalgeoregister, 2019). De gebieden met slechte en matige potentie worden uitgesloten voor aquiferopslag.

Figuur 13 - Beperkingsgebieden open bodemopslagsystemen



## Landgebruik

In de gebieden waar er geen mogelijkheid is voor aquiferopslag, wordt er een percentage van het oppervlak afgetrokken en gereserveerd voor thermal pit storage. Tussen de 10 en 15% van het landgebruik is nodig voor een PTES. We hanteren de bovengrens van 15%.

Het volledige landoppervlak kan niet volgelegd worden met zonnecollectoren. Voor 1 m<sup>2</sup> zonnecollectoroppervlak is ongeveer 3-4 m<sup>2</sup> land nodig (SDH, 2012c). Er is immers ruimte nodig voor onderhoud, om ervoor te zorgen dat collectoren geen schaduw op elkaar werpen en ruimte voor de landschappelijke inpassing. Deze overwegingen gelden eveneens voor zon-pv-veldopstellingen.

De berekening wordt uitgevoerd met de midden waarde van 3,5 m<sup>2</sup> land per m<sup>2</sup> collector.

$$Oppervlak_{collector} = \frac{Oppervlak_{land}}{3,5}$$

Deze verhouding tussen bruto landoppervlak en netto collectoroppervlak komt nagenoeg overeen met gerealiseerde projecten in Nederland zoals zoneiland Almere en productie-locaties in bijvoorbeeld Vojens, Gram en Dronninglund in Denemarken. In Denemarken waar veel open ruimte beschikbaar is, is er echter geen sprake van dubbel ruimtegebruik. Het is immers mogelijk om bovenop een pitopslag extra zonnecollectoren te plaatsen en zo het landgebruik te verminderen en optimaler te benutten.

## Warmteopbrengst en efficiëntie zonnecollectoren

Voor gebruik in de gebouwde omgeving zijn er twee dominante types zonnecollectoren namelijk de vlakke plaat zonnecollectoren en de vacuümbuis zonnecollectoren, deze hebben een gelijkaardige brutocollectoroppervlakefficiëntie (Olczak, et al., 2020).

Een generieke berekeningsmethodiek op basis van de conceptadviezen SDE+-subsidie-regeling wordt gehanteerd om het vermogen en opbrengst per collectoroppervlak te bepalen (PBL, 2020).

$$\text{Vermogen} = 0,7 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{Oppervlak}_{\text{collector}}$$

$$\text{Opbrengst} = 420 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \cdot \text{Oppervlak}_{\text{collector}} \text{ oftewel } 1,512 \frac{\text{GJ}}{\text{m}^2} \cdot \text{Oppervlak}_{\text{collector}}$$

Het vermogen van de installatie bedraagt 0,7 kW per m<sup>2</sup> collectoroppervlak. Het aantal vollasturen van de installatie bedraagt 600 uur. Dit levert een jaarlijkse warmteopbrengst van ca. 420 kWh per m<sup>2</sup> of 1,512 GJ/m<sup>2</sup>.

## Warmteverliezen

Verder is er rekening gehouden met volgende verliezen tot aan de eindafnemer:

- Thermische opslagverliezen: Warmte wordt verloren aan de omgeving wanneer dit wordt opgeslagen gedurende langere tijd. Deze zijn afhankelijk van opslagtype.
  - ATES: ca. 40% (IF Technology, 2019).
  - PTES: ca. 20% (IEA ECES Annex 30, 2018).
- Leidingverliezen warmtenetwerk: Tussen de warmtevoorziening en de gebruiker van warmte zit een warmtedistributienet. In dit leidingnetwerk wordt warmte verloren aan de ondergrond.
  - Leidingverlies tot in de woning: ca. 25% (CE Delft, 2019).

## Resultaat

Het technisch potentieel aan zonthermische warmte die effectief bij de afnemer geleverd kan worden, is weergegeven in Tabel 16 voor de ruimte technische potentie en Tabel 17 voor de technische potentie op basis van de omgevingsvisie.

Tabel 16 - Verruimde technische potentie in PJ

RES-regio	PTES (ATES niet mogelijk)	ATES mogelijk	Totaal
Alblasserwaard	9,7	5,0	14,7
Drechtsteden	1,4	2,4	3,9
Goeree-Overflakkee	28,8	8,7	37,5
Hoeksche waard	6,6	28,8	35,3
Holland Rijnland	3,1	16,0	19,2
Midden-Holland	6,8	11,1	17,8
Rotterdam-Den Haag	4,8	16,2	21,1
<b>Eindtotaal</b>	<b>61,3</b>	<b>88,2</b>	<b>149,4</b>

Tabel 17 - Technische potentie volgens Omgevingsvisie in PJ

RES-regio	PTES (ATES niet mogelijk)	ATES mogelijk	Totaal
Alblasserwaard	1,5	0,7	2,2
Drechtsteden	0,4	0,2	0,5
Goeree-Overflakkee	6,9	2,1	9,0
Hoeksche waard	0,7	3,7	4,4
Holland Rijnland	0,2	2,0	2,2
Midden-Holland	1,1	1,5	2,6
Rotterdam-Den Haag	0,6	2,7	3,3
<b>Eindtotaal</b>	<b>11,4</b>	<b>12,8</b>	<b>24,3</b>

### 2.2.3 Praktisch potentieel

Het praktisch potentieel wordt bepaald door de mate waarin het zonthermisch warmtepotentieel de totale warmtevraag van de gebouwde omgeving en glastuinbouw lokaal kan vervullen. Belangrijk hierbij is de match tussen de grootte van vraag en aanbod, het temperatuurniveau en de maximale afstand tussen vraag en aanbod.

#### Bepaling van contouren en grootte van de vraag

Voor de verschillende vraagsectoren bepalen we de gebiedscontouren en de huidige warmtevraag als volgt:

Sector	Contouren	Warmtevraag
Woningen	Stad- en dorpsgebieden (Omgevingsvisie)	Warmteprofielenkaart. Deze kaarten omvatten de warmtevraag gedetailleerd op woningniveau en onderverdeeld over verschillende temperatuurniveaus (LT, MT, HT) <sup>9</sup> (Provincie Zuid-Holland, sd).
Utiliteit	Stad- en dorpsgebieden (Omgevingsvisie)	In de warmteprofielkaarten ontbreekt utiliteitsdata. De warmtevraag van de utiliteitsbouw is grotendeels onbekend omwille van de verscheidenheid aan gebouwen en aan activiteiten die in de gebouwen bedreven wordt.
Glastuinbouw	Greenports	Oppervlak uit bestand bodemgebruik en vermenigvuldiging met kental per teelttype: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Enkel kasoppervlak in clusters in de Greenports wordt meegenomen</li> <li>– Verdeling van het oppervlak per teelttype per gemeente beschikbaar uit CBS (CBS, 2020)</li> <li>– Warmtebehoefte per oppervlak per teeltsoort<sup>10</sup>: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloemkwekerij 970 MJ/m<sup>2</sup></li> <li>• Boomkwekerij 323 MJ/m<sup>2</sup></li> <li>• Fruit 462 MJ/m<sup>2</sup></li> <li>• Glasgroente 562 MJ/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul>

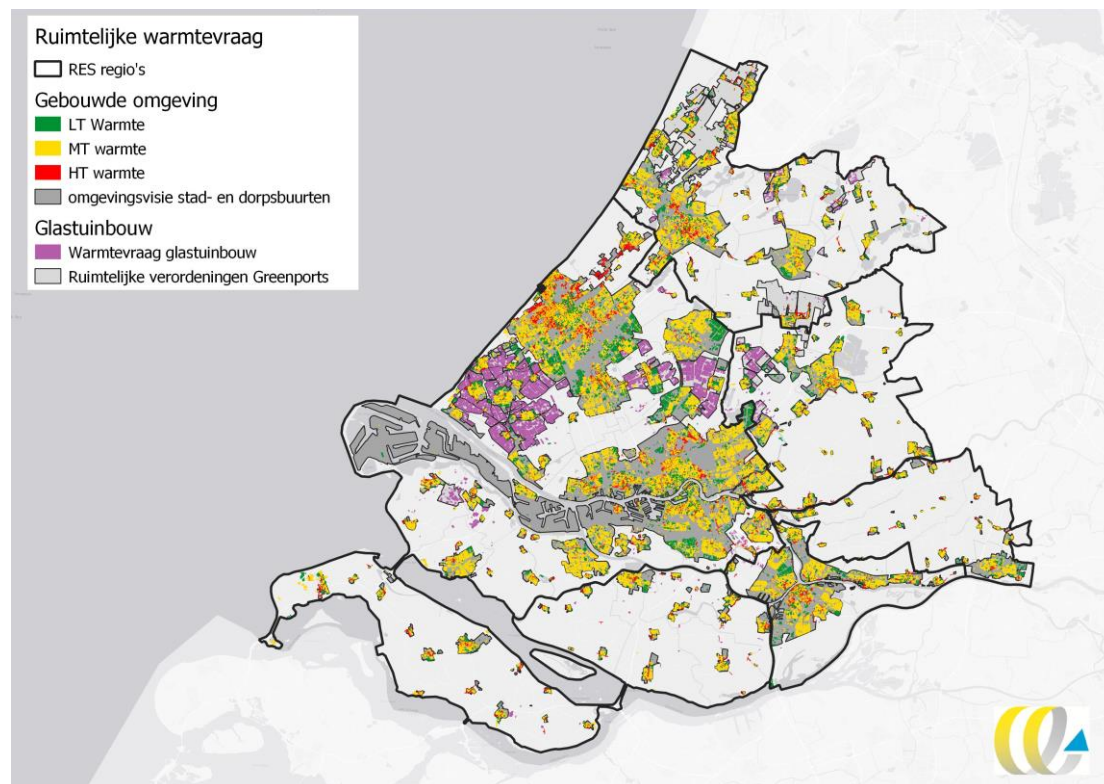
<sup>9</sup> De warmtevraag in de huidige versie 4.0 van de Startanalyse (Leidraad) wordt berekend op buurtniveau en minimale isolatie naar label B. Deze isolatie-eis is enkel nodig voor LT-niveau.

<sup>10</sup> Deze warmtevraag is door CE Delft berekend op basis van gegevens uit CBS, gegevens over elektriciteitsconsumptie van LEI (Velden & Smit, 2014) de aanname dat elektriciteitsinkoop ruim 50% van de consumptie is, en de helft van de elektriciteitsproductie voor eigen gebruik.



De weergave van de warmtevraag in de ruimte is zichtbaar in Figuur 14.

**Figuur 14 - Ruimtelijke indeling van de warmtevraag**



De warmtevraag uiteengezet naar de verschillende RES-regio's is in Tabel 18 weergegeven in PJ. Deze cijfers geven de absolute warmtevraag weer.

**Tabel 18 - Huidige warmtevraag per RES-regio**

Warmtevraag (PJ/jaar)	Woningen			Glastuinbouw (MT en LT)	Totaal
	LT	MT	HT		
Alblasserwaard	0,14	0,95	0,29	0,00	1,39
Drechtsteden	0,57	3,65	1,38	0,39	5,98
Goeree-Overflakkee	0,12	0,59	0,42	0,20	1,33
Hoeksche waard	0,14	1,04	0,32	0,58	2,09
Holland Rijnland	1,20	7,19	3,01	5,16	16,57
Midden-Holland	0,47	2,95	1,00	5,40	9,82
Rotterdam-Den Haag	5,43	30,45	14,00	25,4 <sup>11</sup>	72,28
<b>Totaal</b>	<b>8,07</b>	<b>46,82</b>	<b>20,42</b>	<b>37,13</b>	<b>112,44</b>

<sup>11</sup> Voor de bepaling van de warmtevraag van de glastuinbouw in de regio Rotterdam-Den Haag is gerekend met de gasvraag uit de Nulmeting Greenport West-Holland studie van CE Delft (CE Delft, 2019). De inzet van aardgas voor warmte bij wkk-verwarming in de glastuinbouw bedraagt ca. 50% volgens de KEV 2019 (PBL, 2019).

## Uitgangspunten voor berekening

Voor het berekenen van de mate waarin de warmtevraag kan worden ingevuld door zonthermie zijn twee factoren van belang: de zonfractie en de opbrengstefficiëntie.

De zonfractie, de fractie zonwarmte in de totale warmtelevering, is een belangrijke factor in match tussen vraag en aanbod. In stadsverwarmingsprojecten in Denemarken met seizoensopslag wordt een zonfractie tot 60% bereikt. Het overige gedeelte wordt voorzien door een ander (piek)warmtevoorziening. Aangezien de zonfractie erg afhankelijk is van de details van ieder zonthermieproject is deze factor achterwege gelaten en wordt 100% zonfractie aangenomen. Met andere woorden de volledige warmtevraag wordt vervuld door zonpotentie.

De opbrengstefficiëntie is afhankelijk van het temperatuurniveau van de warmtelevering. Tabel 19 geeft de temperatuurniveaus van de warmtevraag weer.

Tabel 19 - Temperatuurniveaus van de warmtevraag glastuinbouw en gebouwde omgeving

	Temperatuurrange	Glastuinbouw	Gebouwde omgeving*
HT	> 70 °C		✓
MT	55 °C-70 °C	✓	✓
LT	< 55 °C	✓	✓

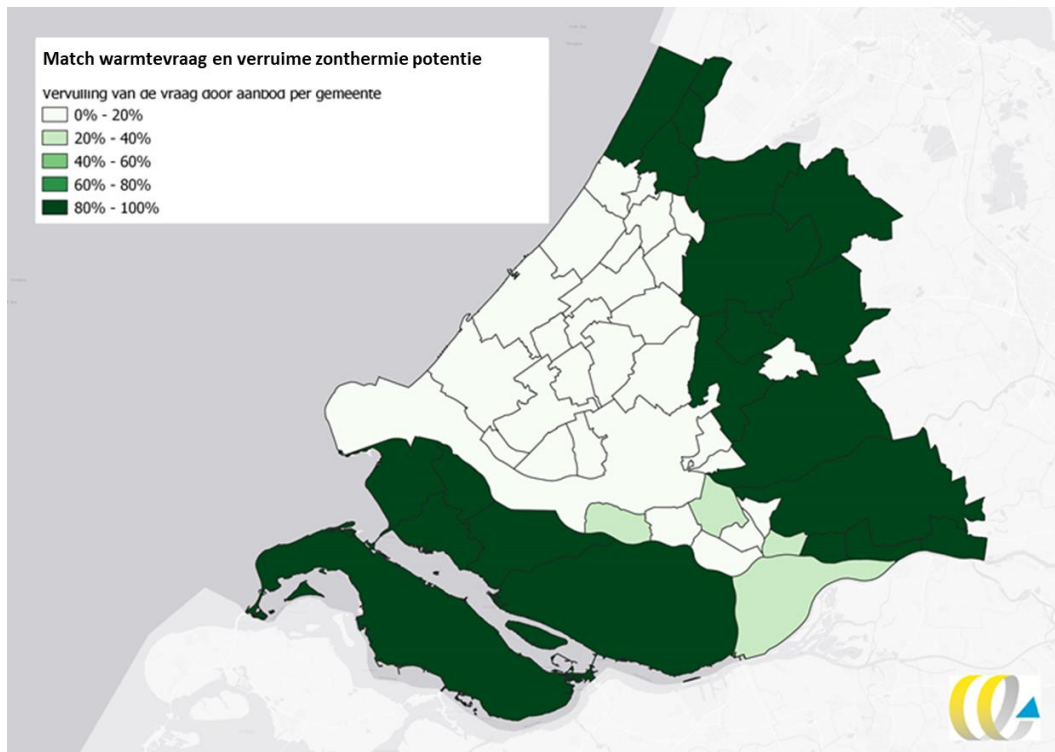
\* Voor de temperatuurniveaus van de woningclusters wordt de Warmteprofielkaart gehanteerd.

Het SDE+-conceptadvies voor zonthermie is opgesteld op basis van levering aan een warmtenet (PBL, 2020). Er is aangenomen dat hiermee een MT-net (70 °C) bedoeld wordt. Om rekening te houden met een hoger dan wel lager rendement voor lagere en hogere temperatuur levering, berekenen we de opbrengsten standaard voor 70 °C met een bandbreedte van -14% voor HT-opwek (80 °C) en +65% voor LT-levering (40 °C) (SDH, 2012b).

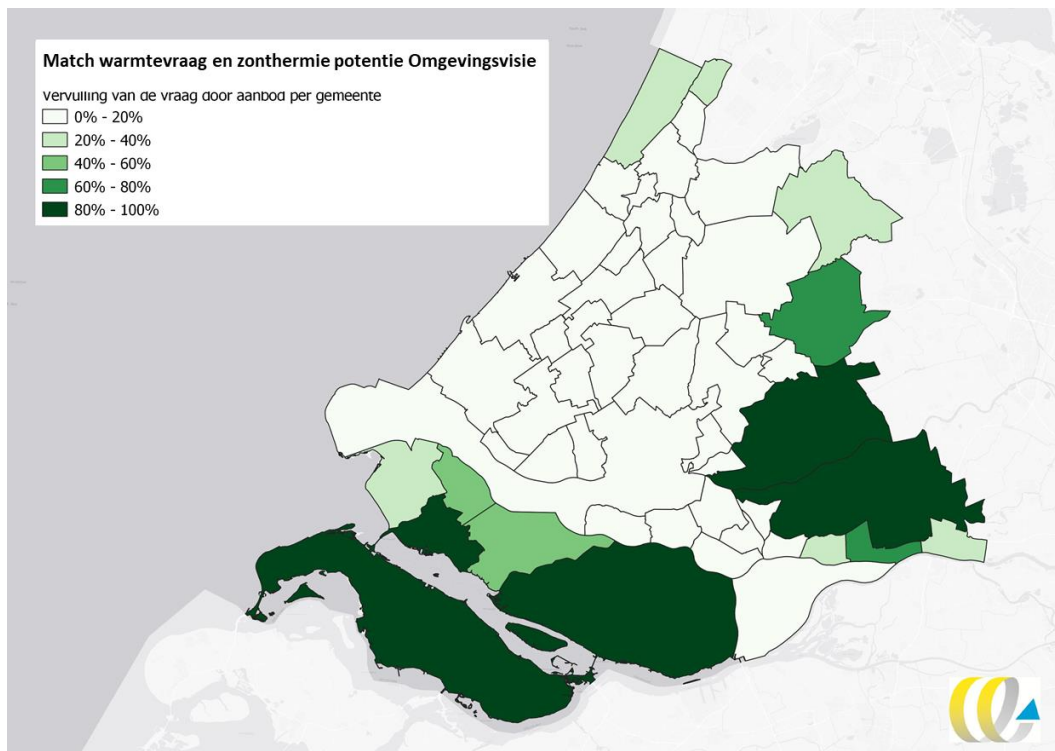
## Match tussen vraag en aanbod op gemeentelijk niveau

Indien de zonthermische warmte zou worden benut, zijn er keuzes nodig welke gebieden over de warmte kunnen beschikken. Hoe de beschikbare warmte verdeeld wordt over de verschillende vraagclusters blijft een open vraag. Een mogelijke verdeling om de resultaten inzichtelijk te maken is gebeurd op gemeentelijk niveau, zie Figuur 15 en Figuur 16. Om een goede inschatting te geven van de potentie wordt per gemeente gekeken in welke mate warmte lokaal beschikbaar is. Een percentage geeft aan hoeveel van de warmtevraag lokaal vervuld kan worden.

Figuur 15 - Match warmtevraag en verruimde zonthermische potentie op gemeenteniveau



Figuur 16 - Match warmtevraag en zonthermische potentie op basis van de omgevingsvisie op gemeenteniveau



In sommige gemeenten is de potentiële productie van zonthermische warmte hoger dan de warmtevraag. In de gemeenten met een landelijk karakter aan de rand van de provincie is er in theorie veel ruimte en is de warmtevraag relatief klein ten opzichte van de centrale stedelijke kernen. Hierdoor is er een volledige dekking mogelijk van de warmtevraag met de lokale warmte. In dat geval wordt de potentiële productie gemaximaliseerd op de warmtevraag van die gemeente. Het resultaat is het praktische potentieel. Deze is per RES-regio opgeteld in Tabel 20.

Tabel 20 - Praktisch potentieel, opgeteld per RES-regio

Opbrengst (PJ)	Beperkt	Ruim
Alblasserwaard	0,9	1,4
Drechtsteden	0,5	1,7
Goeree-Overflakkee	1,4	1,4
Hoeksche waard	2,1	2,1
Holland Rijnland	2,2	9,9
Midden-Holland	2,5	8,4
Rotterdam-Den Haag	3,3	9,5
<b>Eindtotaal</b>	<b>12,8</b>	<b>34,3</b>

## 2.2.4 Potentie van zonnevelden buiten stedelijke gebieden

Vanwege de potentiële schaarste aan collectieve warmtebronnen buiten de stedelijke gebieden, is de potentie specifiek bekeken voor deze gemeenten. Voor de dorpen in de gemeenten Goeree-Overflakkee, Hoeksche Waard, Molenlanden, Krimpenerwaard, Bodegraven, Nieuwkoop en Kaag en Braassem is de potentie uit enkel de omliggende gebieden rond en nabij dorpen bepaald.

De warmtevraag van woningen voor iedere dorpskern is bepaald. Ook de zonwarmte-opbrengst is bepaald voor de volgens de Omgevingsvisie geschikte gebieden rondom en nabij iedere dorpskern. Deze zijn vervolgens ten opzichte van elkaar afgewogen zodat er niet meer opbrengst wordt gerekend dan nodig is voor de warmtevraag van het desbetreffende dorp. De optelsom per gemeente is weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21 - Warmtevraag en zonpotentie van de gemeenten buiten de stedelijke gebieden in PJ

Gemeente	Warmtevraag woningen	Potentie zonnevelden	Verhouding
Bodegraven-Reeuwijk	0,60	0,05	8%
Goeree-Overflakkee	1,15	0,83	72%
Hoeksche Waard	1,50	0,70	47%
Kaag en Braassem	0,47	0,07	15%
Krimpenerwaard	1,03	0,08	8%
Molenlanden	0,67	0,20	30%
Nieuwkoop	0,44	0,15	34%
<b>Eindtotaal</b>	<b>5,86</b>	<b>2,07</b>	<b>35%</b>

## 2.3 Samenvatting potentieel

De totale warmtevraag en opwekpotentie van zonneboilers, zonnecollectoren op daken en zonthermische velden is per RES-regio weergegeven in Tabel 22 en voor de gemeenten buiten de stedelijke gebieden in Tabel 23.

Tabel 22 - Warmtevraag en praktische potentie van zon op dak en zonnevelden per RES-regio

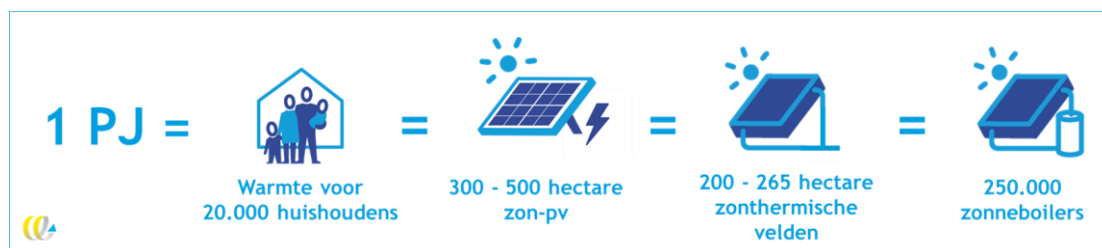
RES-regio	Warmtevraag woningen en glastuinbouw (PJ)	Praktische potentie zon op dak zonnecollectoren (PJ)	Praktische potentie zon op dak zonneboilers (PJ)	Praktische potentie zonnevelden - Omgevingsvisie (PJ)	Praktische potentie zonnevelden - Verruimd (PJ)
Alblasserwaard	1,39	0,2-0,7	0,1-0,1	0,9	1,4
Drechtsteden	5,98	0,8-2,5	0,3-0,4	0,5	1,7
Goeree-Overflakkee	1,33	0,1-0,4	0,1-0,1	1,4	1,4
Hoeksche Waard	2,09	0,2-0,7	0,1-0,1	2,1	2,1
Holland Rijnland	16,57	1,6-4,9	0,7-0,8	2,2	9,9
Midden-Holland	9,82	0,6-2	0,3-0,3	2,5	8,4
Rotterdam-Den Haag	72,28	7-21,6	2,9-3,5	3,2	9,5
<b>Eindtotaal</b>	<b>112,44</b>	<b>10,6-32,8</b>	<b>4,4-5,4</b>	<b>12,7</b>	<b>34,3</b>

Tabel 23- Warmtevraag en praktische potentie van zon op dak en zonnevelden per landelijke gemeenten (PJ)

Landelijke gemeenten	Warmtevraag woningen	Praktische potentie zon op dak zonneboiler tapwaterverwarming	Praktische potentie zon op dak zonnecollector ruimteverwarming	Praktische potentie zonnevelden
Bodegraven-Reeuwijk	0,60	0,04-0,05	0,09-0,28	0,05
Goeree-Overflakkee	1,15	0,06-0,07	0,14-0,42	0,83
Hoeksche Waard	1,50	0,1-0,12	0,24-0,73	0,70
Kaag en Braassem	0,47	0,03-0,04	0,07-0,23	0,07
Krimpenerwaard	1,03	0,06-0,08	0,15-0,46	0,08
Molenlanden	0,67	0,05-0,06	0,11-0,33	0,20
Nieuwkoop	0,44	0,03-0,04	0,07-0,22	0,15
<b>Eindtotaal</b>	<b>5,86</b>	<b>0,37-0,45</b>	<b>0,87-2,68</b>	<b>2,07</b>

De potentie wordt weergegeven in petajoules (PJ). In Figuur 17 is weergegeven wat een PJ betekent wat betreft energievraag en -opwek. De opbrengst van zonthermische velden is weergegeven zonder verliezen van opslag en warmtenet.

Figuur 17 - Weergave van de ruimte die benodigd is voor de opwek van 1 PJ



Zoals Tabel 23 laat zien voor de provincie Zuid-Holland, kunnen zonneboilers voorzien in 4,4-5,4 PJ warmte. Dit is 4-5% van de totale warmtevraag. Zonnecollectoren op daken voor ruimteverwarming zouden kunnen voorzien in 10,6-32,8 PJ (9-29%) van de warmtevraag, maar dat is ervan uitgaande dat elke woning gebruik kan maken van individuele seizoensopslag. Dit soort opslag is nu technisch en economisch nog niet haalbaar. Daarnaast is het onwaarschijnlijk dat daken gebruikt zullen worden voor zonnecollectoren, omdat zon-pv financieel gunstiger is.

Zonthermische velden kunnen voorzien in 12,7 PJ warmte in het beperkte scenario en 34,3 PJ in het verruimde scenario. Buiten de stedelijke gebieden kunnen zonthermische velden in theorie voorzien in 100% van de warmtevraag.

## 3 Marktkansen zonthermiesystemen

In dit hoofdstuk worden kort de marktkansen uiteengezet van de meest bekende zonthermiesystemen, namelijk de zonneboiler, pvt-installatie en grootschalige collectieve systemen. We beschouwen hiervoor de praktische en financiële randvoorwaarden voor elke techniek en hoe deze vergelijken met alternatieve technieken. Aan het einde van ieder paragraaf worden steeds de belangrijkste kansen opgesomd.

### 3.1 Zonneboiler

Er zijn twee reguliere manieren om een zonsysteem op dak in te zetten, voor de opwekking van elektriciteit of voor de opwekking van warmte. Voor de consument kan een vergelijking gemaakt worden tussen een zonneboiler en een zon-pv-systeem. Deze is weergegeven in Tabel 24.

Een zonneboiler en een pv-systeem met een vergelijkbaar investeringsbedrag wekken een gelijkaardige hoeveelheid energie op. De energie verschilt wel qua vorm: warmte dient enkel om te verwarmen, elektriciteit kan voor veel toepassingen gebruikt worden. De exergie, maat voor de nuttigheidsgraad van energie, is veel hoger bij elektriciteit. Zo kan elektriciteit bijvoorbeeld een warmtepomp aandrijven die met hoog rendement warmte opwekt. Ook de kostprijs van elektriciteit is hoger dan die van gas per energie-inhoud. Bovendien kan zon-pv-opwek gebruikmaken van de salderingsregeling<sup>12</sup>. Hierdoor is de besparing op de energierekening een stuk hoger voor de zon-pv-systemen, waardoor je de gemaakte investeringen sneller terugverdient.

Het oppervlak waarmee een zonneboiler de energie opwekt is echter een stuk kleiner: een zonneboiler wekt per oppervlak ongeveer 2,5 keer meer energie op. Per oppervlak wordt er daardoor ook meer CO<sub>2</sub> vermeden bij zonthermiesystemen. Op het gebied van energie-opbrengst en CO<sub>2</sub>-besparing per oppervlak presteert de zonneboiler dus beter dan zon-pv.

Een zonneboiler is daarnaast zwaarder dan zon-pv per vierkante meter aangezien er vloeistof door de panelen heen stroomt. Hierdoor zijn niet alle daken ervoor geschikt.

Tabel 24 - Vergelijking zonneboiler en zon-pv-systeem

	Investeringskosten	Besparing energie	Besparing energierekening	Besparing CO <sub>2</sub>	Benodigd dakoppervlak	Besparing CO <sub>2</sub> per eenheid dakoppervlak
Pv-systeem met 6 zonnepanelen	€ 3.100 (na teruggaaf btw: € 2.600)	1.600 kWh/jaar elektriciteit	€ 350/jaar	750 kg/jaar	10 m <sup>2</sup>	75 kg/m <sup>2</sup>
Zonneboiler voor een gemiddeld huishouden van 4 personen	€ 3.300 (met subsidie: € 2.200)	180 m <sup>3</sup> /jaar gas (1.700 kWh warmte)	€ 130/jaar	330 kg/jaar	3,5 m <sup>2</sup>	94 kg/m <sup>2</sup>

Bron: (Milieucentraal, 2020a).

<sup>12</sup> De huidige salderingsregeling verandert vanaf 2023 waarschijnlijk, waardoor de energiekostenbesparing lager wordt.



**Zonneboilers bieden dus vooral kansen voor woningen waar:**

- beperkt dakoppervlak beschikbaar is met voldoende draagkracht;
- elektriciteitsvraag al is ingevuld op een duurzame wijze.

### 3.2 Pvt-systeem inclusief een warmtepomp

Een pvt-systeem combineert een zonthermisch systeem met een zon-pv-systeem, waardoor deze naast elektriciteitslevering ook een deel van de ruimtewarmtevraag kan vervullen.

Een pvt-systeem levert lage temperatuurwarmte welke met een warmtepomp en elektriciteit gebruikt kan worden voor ruimteverwarming.

De aanschaf van pvt-panelen is momenteel nog kostbaar omdat het een nieuwe techniek is in ontwikkelingsfase. Het is goedkoper om apart zonnepanelen en een zonneboiler te nemen (MilieuCentraal, 2020b). De kosten liggen nu nog in de buurt van wat een bodem-bron zou kosten, maar de verwachting is dat dit in de toekomst gaat wijzigen. Voordeel is weer dat deze installatie niet valt onder de eisen die aan bodeminstallaties worden gesteld.

Pvt-panelen hebben minder oppervlakte nodig om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken dan een combinatie van zonnepanelen en zonnecollectoren (zonneboiler).

Een randvoorwaarde voor een pvt-warmtepompsysteem is dat je voldoende dakoppervlak nodig hebt. Voor elke kW te leveren vermogen is ongeveer 5 m<sup>2</sup> oppervlak nodig.

Een gemiddelde warmtepomp heeft een vermogen van ca. 5 kW wat overeenkomt met een dakoppervlak van 25 m<sup>2</sup>. Net als bij een bodemwarmtebron is er geen lawaaiërie buiten-unit nodig. Daarnaast moet de woning ook voldoende geïsoleerd zijn, zodat je met een warmtepomp kan verwarmen.

**Pvt-systemen bieden dus vooral kansen voor woningen die:**

- voldoende geïsoleerd zijn om met een warmtepomp verwarmd te worden;
- optimaal gebruik van dakoppervlak (dat voldoende draagkracht bezit):
  - hogere elektriciteitsopbrengst dan gewone zonnepanelen;
  - extra productie lage temperatuurwarmte<sup>13</sup>.

### 3.3 Zonnecollectoren voor individuele ruimteverwarming

Zonnecollectoren leveren hoogwaardige warmte welke gebruikt kan worden voor ruimteverwarming. Een opslagsysteem is noodzakelijk om de warmte die voornamelijk opgewekt wordt in de zomer vervolgens in te zetten in de koude wintermaanden. De toepassing van zonnecollectoren voor individuele ruimteverwarming steunt dus met name op de ontwikkeling van lange termijn individuele opslagsystemen, welke pas in de toekomst beschikbaar zullen zijn. Zonder opslagsysteem kan slechts een klein deel (max. 20%) van de ruimteverwarming voorzien worden door zonnecollectoren (TNO, 2020).

Zonnecollectoren voor individuele ruimteverwarming bieden dus vooral kansen wanneer langetermijn individuele opslagsystemen ontwikkeld worden.

<sup>13</sup> Deze LT-warmte wordt opgewaardeerd met een warmtepomp om bruikbaar te zijn. Hiervoor is natuurlijk extra elektriciteit nodig bovenop de algemene elektrabehoefte van de woning, net tijdens de koude wintermaanden wanneer de zon minder schijnt en de pvt-panelen weinig elektriciteit opwekken.



### 3.4 Grootschalige collectieve zonthermieopwek

Zonthermie als collectieve duurzame warmtebron is één van de mogelijke alternatieven om een collectief warmtenet te voeden. Hieronder is een kwalitatieve vergelijking van de belangrijke aspecten van de warmtevoorziening overgenomen van een studie van DAREL. Zonthermie scoort goed op veel van de criteria: het is een bewezen technologie die op veel plekken beschikbaar is. Zonthermie met opslag is nuttig voor extra flexibiliteit in de levering, ook in de winter.

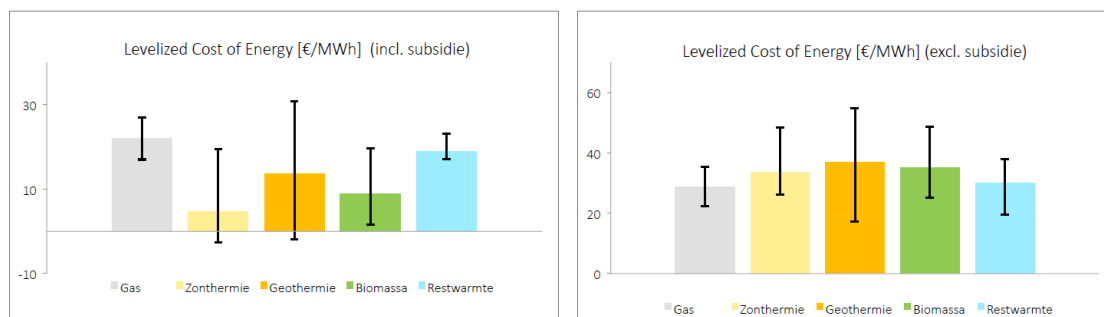
Figuur 18 - Vergelijking warmtebronnen voor een warmtenet

Kwalitatieve vergelijkingscriteria		Warmtebronnen					
		Zon- thermie	Zonthermie & opslag	Rest- warmte	Geothermie	Aqua- thermie	Biomassa
Technisch	Bewezen technologie						
	Intermittency						
	Lokale beschikbaarheid						
	Duurzaamheid						
	Energie efficiëntie						
Economisch	Opschaling/ modulariteit						
	Landgebruik						
	Levertijd						
	LCOE						
	Financiering & kosten						
	Belanghebbenden , complexiteit speelveld						
	Publiek draagvlak						
Overall risicoprofiel							

Bron: (DAREL, 2019).

Ook wat betreft de prijs van de opgewekte energie (Levelized Cost of Energy) is grootschalige zonthermie met subsidie een goedkope en concurrerende warmtebron volgens deze studie. Zonder subsidie zijn de productiekosten van zonwarmte vergelijkbaar ten opzichte van andere warmtebronnen.

Figuur 19 - Vergelijking LCOE voor warmtebronnen



Bron: (DAREL, 2019).

Een nadeel is dat zonthermie ruimte inneemt, ruimte die beperkt en dus ook kostbaar is in Nederland en zeker in de provincie Zuid-Holland. Grootschalige zonthermie op dak is op bestaande bedrijfsdaken erg beperkt mogelijk. Zonnecollectoren zijn zware systemen waarvoor een versterkte ondersteuningsstructuur nodig is. Daarom is grootschalige zonthermie voornamelijk geschikt in veldopstelling. In veldopstelling concurreert het met andere functies. Synergie kan benut worden door middel van dubbel ruimtegebruik bij bijvoorbeeld dijkwallen, slibdepots en bloemen- of kruidenvelden voor biodiversiteit.

Door het gelijkaardige karakter van zonthermie en zon-pv wat betreft uitzicht en opstelling dient er voor de beschikbare locaties afgewogen te worden welke duurzame energiebron het nuttigste is. Omwille van beperkte warmtetransportmogelijkheden dient zonthermie dicht bij een cluster van warmteafnemers gesitueerd te zijn. Grootschalige zon-pv heeft dan weer vooral baat bij een bestaand hoogspanningsverbinding aan het elektriciteitsnet. Een evaluatie van de elektriciteits- en warmtevraag van de omliggende gebieden, de technische randvoorwaarden zoals mogelijkheid tot thermische opslag en de economische businesscase van een zonthermische en een zon-pv-variant leidt tot een goed doordachte keuze tussen beide systemen. In Tabel 25 staan de verschillen tussen de ruimtelijk beperkingen overzichtelijk weergegeven.

Tabel 25 - Verschillen tussen ruimtelijke beperkingen voor zon-pv en zonthermie

Ruimtelijke factor	Grootschalige zon-pv	Grootschalige zonthermie
Mogelijkheid tot plaatsing op dak		Zwaarder; inzet op daken beperkter.
Afstandsbeperkingen	Minimaliseren van afstand tot elektriciteitsnet.	Minimaliseren van afstand tot de warmtevraag.
Dubbel ruimtegebruik?	Dijkwallen, slibdepots en biodiversiteit.	Dijkwallen, slibdepots en biodiversiteit. Daarnaast kan thermische opslag ondergronds onder het zonnecollectorveld.

**Zonthermie als bron voor collectieve warmte biedt vooral kansen:**

- waar weinig of minder interessante alternatieve warmtebronnen beschikbaar zijn;
- waar er voldoende (goedkope) ruimte beschikbaar is, bijvoorbeeld in landelijke gebieden;
- waar nabije clusters warmte-afnemers (woningen, utiliteit, glastuinbouw) met een lokaal distributienet gevoed kunnen worden;
- waar er mogelijkheden zijn voor collectieve (MT-)opslag.



### 3.5 Overzicht marktkansen zonthermie

Zonthermiesystemen concurreren wat betreft ruimtegebruik veelal met zon-pv-systemen. Wat betreft energiefunctie concurreren ze met andere bestaande en duurzame warmtebronnen. Over het algemeen zijn zonthermiesystemen aantrekkelijk omwille van hun duurzame karakter. Daarnaast leveren ze ook rechtstreeks bruikbare hogetemperatuurwarmte, overal waar de zon schijnt, in heel Nederland.

Specifiek bieden zonneboilers kansen voor de duurzame tapwaterbereiding wanneer de elektriciteitsvraag reeds duurzaam is ingevuld, omdat zon-pv financieel gunstiger is dan zonneboilers. Pvt-systemen vormen een interessante optie voor nieuwbouwwoningen die optimaal hun dak willen benutten voor duurzame energieopwekking. Zonnecollectoren voor individuele ruimteverwarming bieden pas kansen wanneer lange termijn individuele warmteopslag wordt ontwikkeld.

Kansen voor zonthermische velden zijn er met name waar er voldoende ruimte beschikbaar is en er schaarste is aan andere collectieve bronnen. In de provincie Zuid-Holland zullen in de toekomst veel gebieden zijn die niet aangesloten kunnen worden op de warmtehoofdstructuur, gevoed door restwarmte en geothermie. In de minder dicht bevolkte gebieden is het niet rendabel om daar transportleidingen heen te leggen. Vaak wordt dan geopteerd voor laagwaardige warmte, zoals bodem-energie, omgevingsenergie en aquathermie, die met een warmtepomp geschikt moet worden gemaakt voor gebruik. Daarvoor is veel elektriciteit nodig en moet het elektriciteitsnet mogelijk verzwaaard worden, en moeten bestaande huizen en panden behoorlijk worden aangepast qua isolatie en installaties. Voor die gebieden buiten de steden met bestaande bebouwing zou zonthermie een kans zijn, mits er creatief ruimte voor kan worden gevonden en grootschalige seizoensopslag mogelijk is.

## 4 Belemmeringen

In dit hoofdstuk wordt een analyse gegeven van de belemmeringen voor zowel individuele als collectieve zonthermiesystemen. De belemmeringen zijn gebaseerd op het rapport 'Aanzet tot Routekaart Zonnewarmte' opgesteld door TNO en inzichten verkregen in interviews met betrokken marktpartijen, HoCoSto, Holland Solar en Solarfields. In Bijlage B kun je een overzicht van de aangehaalde belemmeringen terugvinden alsook de achterliggende bron. De interviews zijn opgenomen in Bijlage A.

### 4.1 Bekendheid ontbreekt

Zonwarmte is vaak onbekend bij het publiek, beleidsmakers, beslissingsnemers en zelfs bij installateurs. Bij al deze partijen heeft zon-pv een grotere bekendheid.

Bij de installatiebranche is er weinig bekendheid met zonthermie. Zonneboilers worden soms verward met zon-pv. Nog minder aandacht is er voor zonthermie als gedeeltelijke invulling van de verwarmingsvraag. Voor woningeigenaren betekent dit dat zonthermische systemen in veel gevallen niet worden overwogen bij vervangingsmomenten voor tapwater en/of ruimteverwarming.

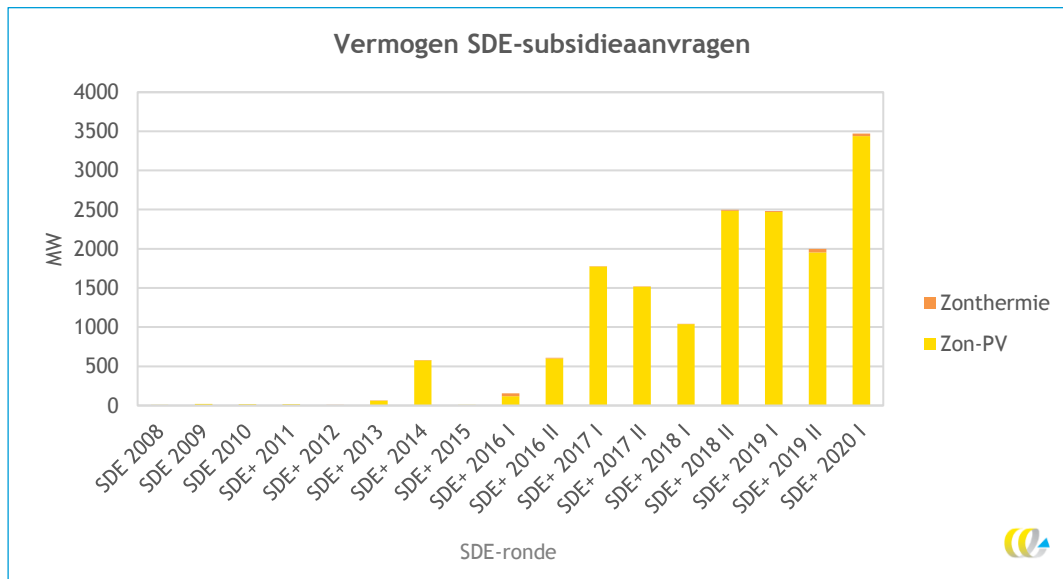
Zonnewarmte is daarnaast niet opgenomen in de Leidraad van het ECW, andere energie-modellen of in veel van de Regionale Energiestrategieën. Daardoor heeft ook grootschalige zonthermie minder aandacht bij beleidsmakers.

Zonnewarmte werkt steeds in combinatie met andere technieken in een compleet energieconcept, dit maakt het dan ook een complexer systeem dan zon-pv of sommige warmtebronnen. Zowel bij de consument als de beleidsmaker zijn deze systemen en toepassingsmogelijkheden onvoldoende bekend.

### 4.2 Ervaring is beperkt in Nederland

In Finland, Duitsland, Frankrijk en Denemarken zijn er veel grootschalige zonthermie-projecten gaande en reeds gerealiseerd. In Nederland is weinig ervaring met het realiseren van zulke projecten. Het aantal SDE+-aanvragen voor grootschalige zonthermie is ook beperkt. In totaal zijn er tot en met voorjaar 2020 slechts 179 SDE+-subsidieaanvragen voor zonwarmte verleend ten opzichte van 13.800 voor zon-pv, zie ook Figuur 20 (RVO, 2020). Daardoor is er een gebrek aan inspirerende voorbeelden, maar ook aan mogelijkheden om te leren en verdere ontwikkeling van het marktaanbod en expertise.

Figuur 20 - Vermogen van de SDE-subsidieaanvragen per ronde voor zon(-pv) en zonthermie



Bron: (RVO, 2020).

Beperkte ervaring geldt ook voor hogere temperatuuropslagsystemen. Hiervoor gelden ook wettelijke beperkingen (zie Paragraaf 4.5).

### 4.3 Ruimte is schaars

Voor grootschalige collectieve systemen is er veel open ruimte nodig. Op dit moment is er een ruimtelijk beleid voor zonnevelden in de provincie Zuid-Holland, maar dat is opgesteld met als uitgangspunt zon-pv. Dat richt zich sterk op dubbel ruimtegebruik en sluit veel open gebieden uit. Grootschalige zonthermie op dak biedt maar beperkt mogelijkheden door de grote belasting. De visuele impact en de mogelijkheden voor dubbel ruimtegebruik zijn vergelijkbaar met zon-pv (zie Tabel 25).

Bij individuele systemen op een woning nemen installatie en opslagvat binnen 1 à 2 m<sup>2</sup> binnenruimte in. Daarnaast is het aantal daken dat geschikt is voor zonthermie beperkter dan voor zon-pv vanwege het hogere gewicht van de constructie.

### 4.4 Financieel ongunstig

Eerst en vooral kan zonthermie – net als de meeste andere duurzame alternatieven – niet concurreren met de huidige standaard van aardgas. Zolang als aardgas de goedkoopste manier blijft om te verwarmen, zijn er geen financieel rendabele kansen voor duurzame alternatieven zonder steunmaatregelen. Zeker bij de glastuinbouw waar de gasprijzen erg laag zijn is het erg moeilijk om een financieel interessante case te bepalen.

Het is uitdagend om de businesscase kloppend te krijgen voor kleinschalige en grootschalige zonthermietoepassingen. De huidige SDE-subsidieregeling is onvoldoende aangepast op de daadwerkelijke temperatuurniveaus en afnemerskarakteristieken van zonthermie.

Daarnaast krijgen andere technieken relatief veel steun. Een voorbeeld hiervan is de salderingsregeling die zon-pv een enorme boost heeft gegeven en zo zonthermie ver achter zich heeft gelaten.

De zonthermiemarkt is klein vergeleken met de zon-pv-markt, hierdoor kan minder geprofiteerd worden van schaalvoordelen. Mogelijke andere voordelen zoals collectieve inkoop en koppelkansen met andere technieken waarmee zonthermie samengaat worden nog onderbenut.

#### **4.5 Regelgeving en normering zijn te weinig ontwikkeld**

Voor zonthermie geldt dat de wettelijke beleidskaders nog niet duidelijk zijn ontwikkeld. Voor het ruimtelijk beleid wordt gekeken naar zon-pv, terwijl de technische kansen en randvoorwaarden deels anders zijn (zie ook Tabel 25 in Paragraaf 3.4).

De regelgeving rondom thermische opslag is nog niet ontwikkeld. Voor warmteopslag is er geen normering voor een opslagvolume groter dan 3.000 liter. De overheid en de provincie hebben nog geen structureel kader, waardoor elke vergunningsaanvraag een nieuw traject vormt met verschillende specifieke onderzoeken. Dit kost veel tijd en geld voor de ontwikkelaar.

#### **4.6 Combinatiemogelijkheden van de techniek en markttuitdagingen**

Zonthermie wordt niet gezien als een op zichzelf staande warmtevoorziening, maar voornamelijk als een additie op een systeem met andere warmtebronnen. Dit zorgt voor een complexere, samenhangende marktketen tussen verschillende partijen (warmteleverancier, de warmtenetbeheerder en afnemers). Dit is vergelijkbaar met andere seizoensafhankelijke warmtebronnen zoals aquathermie, maar complexer dan gangbare bronnen zoals rest-warmte en ook zon-pv.

In de huidige regionale warmteaanpak wordt op een relatief grof niveau gekeken naar warmtevoorzieningsstrategieën. Zo wordt in de transitievisies warmte één oplossing gekozen voor buurten of wijken. Zonnewarmte is een onderdeel van een concept en biedt daardoor geen totaaloplossing voor een gemeente of regio. Op kleinere schaal zal verder gekeken moeten worden naar wat de combinatiemogelijkheden zijn.

De dynamiek van de warmtemarkt is helemaal anders dan de elektriciteitsmarkt. De warmtemarkt van een lokaal warmtenet bestaat uit een beperkte cluster van afnemers en een beperkt aantal warmteleveranciers. De warmteleveranciers zijn dus erg afhankelijk van de afnemers en vice versa. Afspraken omtrent de omvang van de warmtelevering en warmteafname, samenwerking van de bronnen en prijsafspraken zorgen voor uitgebreide onderhandelingen en gespannen verhoudingen.

# 5 Instrumentarium provincie

Uit de inventarisatie en analyse van belemmeringen volgt een aantal mogelijke richtingen waarop de ontwikkeling van zonthermie ondersteund kan worden. Deze richtingen zijn besproken in een workshop met stakeholders binnen de provincie om te komen tot mogelijke maatregelen waarmee de provincie Zuid-Holland zonthermie zou kunnen stimuleren.

## 5.1 Vergroten van bekendheid

### Algemene informatievoorziening

De Provincie kan zorgen voor informatievoorziening voor ambtenaren, bestuurders en politici. Hierin kan geconcretiseerd worden wat de kansrijke zonthermie-systeemconcepten precies omvatten en welke rol deze hebben in het speelveld met bestaande alternatieven. Hierin kunnen ook bestaande cases en pilotprojecten worden aangereikt om te zorgen voor een duidelijker beeld van de concrete toepassing van zonthermie. Ook voorbeelden en ervaring uit het buitenland (bijvoorbeeld Denemarken) kunnen worden opgenomen.

### Agenderen in de RES, RSW en transitievisies warmte

De Provincie zou zonthermie aan de orde kunnen stellen bij alle RES-regio's. Dat geldt ook voor de transitievisie warmte. Hiervoor zouden bestaande studies gedeeld kunnen worden of er zou vanuit de provincie een informatiepakket aangeboden kunnen worden in de RES-trajecten.

### Informatievoorziening voor woningeigenaren

Bij woningeigenaren is zonthermie nog een weinig bekende techniek. Zij zouden voorzien kunnen worden van informatie over warmteoplossingen en combinaties van oplossingen, waarin zonthermie duidelijk voorkomt. Een vraag is of de Provincie hiervoor de meest geschikte partij is of dat dit beter belegd kan worden bij bijvoorbeeld nationale partijen als het ECW.

## 5.2 Opdoen van ervaring

### Startprojecten

In de provincie Zuid-Holland kunnen startprojecten worden ondersteund zodat ervaring wordt opgedaan en expertise wordt opgebouwd. Belangrijk is om met zonthermie te beginnen op kansrijke plekken. Gebieden met relatief veel ruimte en weinig alternatieven zijn kansrijk. Deze projecten kunnen ondersteund worden door het innovatieprogramma energie en klimaat van de provincie. Met een project zou bovendien de naamsbekendheid bevorderd worden.

## **Faciliteren van de markt**

Naast het actief ondersteunen van projecten kan de provincie ook een faciliterende rol nemen in het in contact brengen van partijen voor de ontwikkeling van integrale zonthermie-systeemaanpak.

### **5.3 Verbeteren van financiële situatie**

#### **Financieringsmechanismen**

Zorgen voor goed toegankelijke financiering met lage rentes voor zonthermische warmte-systemen ondersteunt de ontwikkeling van zonthermieprojecten.

#### **ESCO-initiatieven stimuleren voor zonnearmte**

Met een ESCO (energy service company of energiedienstbedrijf) worden eigenaren ontzorgd, kwaliteit gegarandeerd en investeringen gefinancierd uit energiebesparing in de woning (TNO, 2020).

#### **Partijen met elkaar in contact brengen voor integrale aanpak/faciliteren van de markt**

Vanwege de geringe ervaring met grootschalige zonthermische systemen in Nederland én de samenwerking van zonthermische energiesystemen met andere warmtebronnen is de markt keten voor zonthermie complex, vergelijkbaar met systemen als aquathermie en warmte-koudeopslag (wko). De provincie kan een rol spelen bij het samenbrengen van partijen om tot inpassing van systeemconfiguraties te komen.

#### **Beïnvloeden van landelijke financiële instrumenten: SDE+-subsidie-regeling**

Evenwichtiger stimuleringsbeleid van product-marktcombinaties. Dit kan in de vorm van een verandering of verfijning van de SDE-methodiek. Een verdere opdeling naar verschillende categorieën afhankelijk van de levering biedt mogelijkheden. Zo kan een categorie meer toegespitst worden op zonthermie in warmtenetten op verschillende temperaturen.

### **5.4 (Ruimtelijk) beleid**

#### **Ruimtelijke kaders voor zonthermie**

Het huidige ruimtelijk beleid van de provincie Zuid-Holland voor zonnenvelden is ontwikkeld met in het achterhoofd vooral zon-pv en niet zozeer voor grootschalige zonthermie. Er gelden voor zonthermievelden andere beperkingen en er is sprake van maatwerk. Hierdoor is het (zowel in RES-trajecten, transitievisies en voor initiatiefnemers) niet direct inzichtelijk waar zonthermie toegestaan zou zijn. Een ruimtelijk kader waar expliciet ook is aangegeven op welke wijze zonthermie is toegestaan zou hierbij helpen. Voor initiatiefnemers is het makkelijkst als ruimtelijk is weergegeven waar zonthermie is toegestaan.





Een belangrijk uitgangspunt in de Omgevingsvisie is dubbel ruimtegebruik. De provincie zou helderder kunnen definiëren hoe dit uitwerkt voor zonthermie, bijvoorbeeld of de combinatie met warmteopslag onder zonnevelden ook geldt als dubbel ruimtegebruik.

## Ruimtelijke kaders voor hoge temperatuur opslag

Op dit moment is er nog geen vergunningskader voor MTO en HTO aquiferopslag. De provincie kan deze opslagmogelijkheden verkennen en vastleggen.

## Coördinatie van de implementatie van het Bouwbesluit

Momenteel is er bij nieuwbouw ongeveer een 20% benutting van de daken voor zonopwek. Dat is een gemiste kans. Rekening houdend met beperkte ruimte en optimaal gebruik daarvan op lange termijn is het streven naar hoger percentage dakbedekking met zonopwek erg nuttig. Het aankomende bouwbesluit stelt gemeenten in staat nieuwe utiliteitsbouw te verplichten ofwel een duurzaam dak ofwel een duurzaam zonopweksysteem op dak te installeren. Hier ligt een duidelijk handelingsperspectief voor gemeenten. De provincie kan dit coördineren over de gemeenten heen, en zorgen dat er geen 'spill-over'-effect ontstaat (waarbij bedrijven liever bouwen in een buurgemeente met minder strenge regels).

## Beïnvloeden landelijke kaders

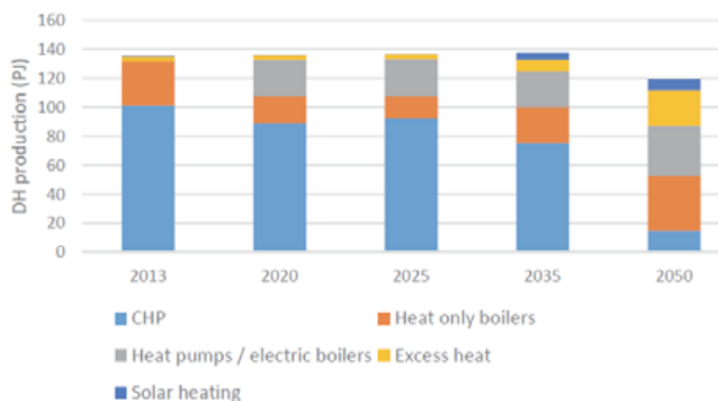
De ongelijke concurrentie van duurzame alternatieven ten opzichte van aardgas kan verbeterd worden. Hier kan landelijk aan gewerkt worden.

In Nederland zijn de *Warmtewet en de Gaswet* anders geregeld dan in landen zoals bijvoorbeeld Denemarken (zie tekstkader).

### Tekstkader 1 - Zonthermie en beleid in Denemarken

Denemarken heeft een energiebeleid gevoerd dat heeft geleid tot de aansluiting van 63% van de Deense gebouwen op warmtenetten. De huidige voorziening van de warmte alsook de toekomstige invulling zijn in onderstaand figuur weergegeven.

Figure 12: DH production in Denmark as estimated in the DH-analysis (wind scenario)



Hoe heeft de Denemarken zulk een uitgebreide warmtevoorziening gefaciliteerd om zo zijn doelstellingen in zake energie-efficiëntie en hernieuwbare energie te bereiken? Hier volgen enkele opvallende elementen betreffende de warmtevoorzieningswet, welke de stadsverwarming in Denemarken reguleert:

- De gemeenteraad maakt de beslissingen als het gaat over warmteplanning en aanpassing/uitbreiding van de warmtevoorziening in de gemeente. Hierbij krijgen de gemeenten veel ondersteuning van de Danish Energy Agency.
- De gemeenteraad kan gebouwen verplichten zich aan te sluiten of aangesloten te blijven aan een publiek warmtenet.
- De publieke warmtenetvoorziening is onderworpen aan het non-profit principe. De productie- en distributiekosten van warmte (95% van de totale kosten van de warmtebedrijven) mogen niet leiden tot verhoogde inkomsten, maar zijn een transparante weerspiegeling van de gemaakte kosten. Dit zorgt er tevens voor dat de consumenten beschermd zijn tegen mogelijk misbruik van de monopolypositie van het warmtebedrijf.

Bron: (DEA, 2017).

## Ontwikkeling van normen, standaarden, marktregulering

Ten eerste kan de provincie zonnewarmte inpassen in de bestaande en nog te ontwikkelen normen en standaarden, zoals voor de invoeding van warmtebronnen of voor nieuwbouw.

Ten tweede kan de provincie voor een gelijk speelveld zorgen tussen alternatieve duurzame technieken door het afstemmen van de marktregulering op zonnewarmte en geïntegreerde systemen, waardoor ook collectieve zonnewarmtesystemen niet op praktische en juridische problemen stuiten.

### 5.5 Aanvullende onderzoeksvragen

Als de provincie de mogelijkheden voor zonthermie verder gaat uitwerken, is er nog een aantal zaken om verder uit te zoeken. Hier zijn enkele aanvullende onderzoeksvragen opgenomen die voor de Provincie relevant zijn. Technische onderzoeksvragen zijn hier niet opgenomen.

- Wat is de geschiktheid van de daken van woningen en utiliteiten in Zuid-Holland voor zonthermie?
- Welke aanbieders van zonthermische systemen en opslagsystemen zijn er in de provincie Zuid-Holland en de rest van Nederland actief?
- Wat zijn de technische beperkingen voor ondergrondse opslag in de provincie Zuid-Holland? Dit wordt onderzocht in het programma Warming-UP en door TNO.
- Wat zijn de ruimtelijk-energetische en visuele kenmerken van zonthermische velden die relevant zijn voor ruimtelijk beleid?
- Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen voor dubbel ruimtegebruik?
- Hoe kunnen zonthermieprojecten rendabel gemaakt worden?
- Wat zijn specifieke mogelijkheden voor zonthermie in glastuinbouw en industrie, rekening houdend met de vraagprofielen?
- Welke lessen kunnen geleerd worden van landen waar zonthermie een grotere toepassing vindt?



## 6 Bibliografie

- ACM, 2020. *Tarievenbesluit warmteleveranciers 2020*, sl: sn
- CBS, 2015. *Bestand bodemgebruik*, sl: sn
- CBS, 2020. *Statline*. [Online].
- CE Delft, 2018. *Nationaal potentieel van aquathermie*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2019. *Functioneel ontwerp Vesta 4.0*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2020. *Kansen voor thermische opslagsystemen*, Delft: CE Delft.
- DAREL, 2019. *Grootschalige zonthermie voor warmtenetten : Presentatie Duurzaam Verwarmd Seminar Expo Haarlemmermeer*. [Online]  
Available at:  
[file:///117vsfile/downloads\\$/HVDP/Downloads/ZonthermievoorWarmtenetten\\_presentatie\\_DuurzaamverwarmdSeminar\\_20Mrt2019v1.pdf](file:///117vsfile/downloads$/HVDP/Downloads/ZonthermievoorWarmtenetten_presentatie_DuurzaamverwarmdSeminar_20Mrt2019v1.pdf)  
[Geopend 2020].
- DEA, 2017. *Regulation and planning of district heating in Denmark*, Copenhagen: Danish Energy Agency (DEA).
- Ecovat, 2020. *Productinformatie Ecovat*, Veghel: Ecovat Holding B.V..
- Groot, S. d., 2020. *Comparison of Ecovat to large, seasonal, sensible, thermal energy storage technologies for district heating networks*, Veghel: Ecovat Holding B.V..
- HetKontakt, 2013. *Zonatlas voor gemeente Geldermalsen*. [Online]  
Available at: <https://www.hetkontakt.nl/regio/leerdam/80413/zonatlas-voor-gemeente-geldermalsen>
- IEA ECES Annex 30, 2018. *Applications of thermal energy storage in the energy transition: Benchmarks and developments*. [Online]  
Available at: <https://www.eces-a30.org/wp-content/uploads/Applications-of-Thermal-Energy-Storage-in-the-Energy-Transition-Annex-30-Report.pdf>  
[Geopend 2020].
- IEA ETSAP ; IRENA, 2015. *Solar Heating and Cooling for Residential Applications. Technology Brief*, sl: IEA-ETSAP ; IRENA.
- IF Technology, 2019. *Hoge Temperatuur Opslag (HTO) Workshop Kopper Cress*. [Online]  
Available at: <https://www.gebruikersplatformbodemenergie.nl/wp-content/uploads/2019/06/Benno-Drijver-IF-Technology.pdf>  
[Geopend 2020].
- Milieucentraal, 2020a. *Zonneboiler*. [Online]  
Available at: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/zonneboiler/>
- MilieuCentraal, 2020b. *waar-let-ik-op-bij-aanschaf-zonnepanelen*. [Online]  
Available at: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/zonnepanelen-kopen/waar-let-ik-op-bij-aanschaf-zonnepanelen/>
- Milieucentraal, 2020. *Zonneboiler*. [Online]  
Available at: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/zonneboiler/>
- Nationaalgeoregister, 2019. *Signaleringskaart Warmte-koudeopslag en beperkingen van PZH*. [Online]  
Available at:



<http://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/69304896-434D-4B9A-941A-EB90585195B7>

Olczak, P., Matuszewska, D. & Zabalgo, J., 2020. The Comparison of Solar Energy Gaining Effectiveness between Flat Plate Collectors and Evacuated Tube Collectors with Heat Pipe: Case Study. *Energies*, 13(1829).

Parool, 2015. *Zonnepanelen mogelijk op twee derde Amsterdamse daken*. [Online] Available at: <https://www.parool.nl/nieuws/zonnepanelen-mogelijk-op-twee-derde-amsterdamse-daken-b5575ce5/>

PBL, 2019. *Klimaat- en energieverkenning 2019 (KEV)*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)..

PBL, 2020. *Conceptadvies SDE++ 2021*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Provincie Zuid-Holland, 2019. *Omgevingsvisie*, sl: sn

Provincie Zuid-Holland, 2019. *Visie ruimte en mobiliteit*, sl: sn

Provincie Zuid-Holland, sd *Warmteprofielen*. [Online]

Available at:

<https://pzh.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c487f867908e41ffbbbd3570c10ebfe>

[Geopend 2020].

RTVNoord, 2014. *Provincie Groningen lanceert zonatlas*. [Online]

Available at: <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/132222/Provincie-Groningen-lanceert-zonatlas>

RVO, 2020. *Feiten en cijfers SDE(+) Algemeen*. [Online]

Available at: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>

SDH, 2012a. *Solar District Heating Guidelines Chapter Categories of different solar district heating systems, version 6.1-2*. [Online]

Available at: [https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/SDHtake-off\\_SDH\\_Guidelines.pdf](https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/SDHtake-off_SDH_Guidelines.pdf)

[Geopend 2020].

SDH, 2012b. *Solar district heating guidelines : Solar Collectors Chapter:Components, version 7.1-3*. [Online]

Available at: [https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2018/06/SDH-WP3\\_FS-7-1\\_SolarCollectors\\_version3.pdf](https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2018/06/SDH-WP3_FS-7-1_SolarCollectors_version3.pdf)

[Geopend 2020].

SDH, 2012c. *Solar district heating guidelines : Where to place the solar collectors Chapter Preliminary investigations , version 2.2.3*. [Online]

Available at: [https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/SDHtake-off\\_SDH\\_Guidelines.pdf](https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/SDHtake-off_SDH_Guidelines.pdf)

Solar Heat Europe, 2018. *Increasingly popular: Heat and power from the same roof (PVT technology)*. [Online]

Available at: <http://solarheateurope.eu/2018/04/30/increasingly-popular-heat-and-power-from-the-same-roof/>

[Geopend 2020].

TKI, sd *Warmteopslag*. [Online]

Available at: <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers/warmteopslag>

[Geopend 13 November 2020].

TNO, 2020. *Aanzet tot routekaart Zonnewarmte*, Eindhoven: TNO.

Utrecht, 2019. *Zon op dak: Aanpak 2019-2022*, sl: sn



Velden, N. v. d. & Smit, P., 2014. *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013*, Wageningen: LEI Wageningen UR.

WUR, 2012. *Praktijkervaringen met de DaglichtKas*, Wageningen: Wageningen UR Glastuinbouw.

Zonatlas, sd *Zonatlas Utrecht*. [Online]

Available at: <https://www.zonatlas.nl/utrecht/vraag-en-antwoord/>  
[Geopend 5 November 2020].

Zonnewijzer, sd *Zonnewijzer Zuid-Holland*. [Online]

Available at: <https://zonnewijzer.zuid-holland.nl/info/content1>  
[Geopend 2020].



# Bijlagen



# A Interviewverslagen

## A.1 Interview HoCoSto

Delft, 17 september 2020

Betreft: interviewverslag 17 september over onderzoek zonthermie Provincie Zuid-Holland

---

Aanwezig:

Rene Geerts, HoCoSto

Joram Dehens, CE Delft

---

### Kansrijke zonthermiesystemen

Welke zonthermiesystemen ziet u als kansrijk of past u voornamelijk toe?

Individuele systemen (zonneboilers, pvt,...)

- Collectieve systemen (zonthermie als hoofdbron of inpassing in bronnenstrategie)  
HoCoSto gebruikt voornamelijk vacüumbuiscollectoren aangezien deze in de winter hoger opbrengst hebben. Het opslagsysteem is de duurste component in de configuratie en is dus prijsbepalend. Het is van groot belang om deze zo klein mogelijk te dimensioneren. HoCoSto maakt gebruik van hoge temperatuurcollectoren en opslagtemperaturen richting de 85-90 graden Celsius. De warmte is direct inzetbaar.

HoCoSto richt zich voornamelijk op collectieve systemen of utiliteitsgebouwen. Schaalgrootte vanaf 50 huishoudens en mogelijks minder voor collectief verketelde appartementsgebouwen (hiervoor is geen distributienetinfrastructuur nodig). Het grootste project is een wijk met 880 nieuwbouwwoningen. Hiervoor is een zonthermieoppervlakte van 1,5 ha gebruikt. Voor de HoCoSto-opslagsystemen is voldoende ruimte nodig aan de oppervlakte. Ecovat is beter in dichte centraal gelegen gebieden. Het typevoorbeeld voor een succesvol systeem is de voorziening van een sportaccommodatie in buitengebied.

Dubbel ruimtegebruik is mogelijk in de configuratie. De HoCoSto-opslag kan bijvoorbeeld aangelegd worden onder een parkeerplaats. Daarbovenop kan bovendien een overdekking geplaatst worden met zonnecollectoren op.

Hoe ziet u dit ontwikkelen op korte termijn en lange termijn?

**Optimalisatie van de techniek:** Afhankelijk van de temperatuurniveau kan meer of minder directe warmte geleverd worden. Het kan mogelijk zinvol zijn om veel warmte te leveren op lage temperaturen om vervolgens efficiënt op te waarden naar hoge temperaturen. De brontemperatuur van de warmtepomp is immers hoog.

**Hybridesystemen** in combinatie met restwarmte of andere warmte/energievoorziening. Elke onderstroom in de winter verkleint de buffer. Zo drijft bij een ontwerp in Loppersum een kleine windmolen van 800 kW een luchtwaterwarmtepomp aan waardoor de buffer met een factor 10 verkleind kan worden. Een kleinere buffer verlaagt de ROI.



In Leuven bouwt HoCoSto een **all-thermal-oplossing**. Hierbij zijn er meer dan voldoende collectoren om de warmtevraag te voorzien. De additioneel opgewekte warmte wordt met een ORC-cyclus omgezet in elektriciteit. Door de thermische opslag is er ook flexibiliteit om in de nacht elektriciteit te produceren. Nog steeds is een kleine back-up in de vorm van een warmtepomp eventueel aangedreven door een windmolen nodig om warmte in de winter te voorzien.

**Absorptie of adsorptie koelen** is ook een innovatieve techniek die nog bewezen moet worden. De uitdaging is een hoge condensatiewaarde van 40°C die moeilijk inzetbaar is, wel mogelijkheid tot cascadering van wijken.

Is er differentiatie tussen sectoren (type zonthermieafnemers)?

Welke sectoren zijn kansrijk voor zonthermie?

Zijn er sectorspecifieke technieken/zonthermie-systemen?

Het temperatuurniveau is van belang:

**HT-voorziening:** Tijdens de zomer wordt de opslag geladen op temperaturen tot 70-85°C. Bij deze temperaturen kan je passief de hele zomer door verwarmen. Maar vanaf oktober en november gaat de temperatuur in de opslag omlaag en is warmte op die hoge temperaturen niet meer direct beschikbaar. Er is een warmtepomp nodig om de warmte op te waarden naar HT-temperaturen. Deze opwaardering gebeurt wel erg efficiënt, met een hoge SCOP van ongeveer 10.

**LT voorziening:** Bij LT voorziening kan je de buffer blijven ontladen tot 40°C. Bij LT-afgiftetemperatuur kan je het hele jaar door passief verwarmen.

Zonthermie vindt voornamelijk toepassing binnen de gebouwde omgeving en utiliteit. De glastuinbouw betaalt namelijk erg weinig voor de gasrekening. Financieel-technisch is een rendabel project zonder steunmaatregelen dan ook moeilijk te realiseren. Binnen de industrietak is zonthermie voornamelijk interessant bij de voedingsindustrie. Koken, pasteuriseren, blancheren en andere voedingsprocessen kunnen met behulp van zonthermie van warmte voorzien worden. De eerste stap die in deze sector genomen dient te worden is de optimale regeling en uitwisseling van warmtevraag en koelvraag in de processen zelf. Hierdoor kan reeds veel energie bespaard kan worden.

### **Belemmeringen**

Waar loopt men tegenaan bij het ontwikkelen van projecten?

**Regelgeving, normering en wetgeving:**

Alle projecten hebben een aanlooptijd van 2,5 en 3 jaar voor de start. De regelgeving omtrent thermische opslagsystemen is complex omdat die grotendeels onbestaande is. Voor warmteopslag houdt na een opslagvolume van 3.000 liter de normering op. Zonder normering is er geen certificaat. De overheid en de provincie hebben nog geen structureel kader. Omgevingsvergunning zonder beton of funderingen is in principe niet nodig, maar blijkt uiteindelijk steeds gewenst door de provincie. Ook is er een toelating nodig van het Waterschap. Bijvoorbeeld als in Brabant een HoCoSto is toegelaten in waterwingebied wil dit niet zeggen dat dit ook in Zuid-Holland mag. Daarnaast is er vaak ook nog vraag naar flora onderzoek, fauna onderzoek,.... Dit telkens laten uitvoeren van onderzoeken voor ieder specifiek project kost veel geld en tijd.

### **Gasprijs of CO<sub>2</sub>-taks of hoe je het benaderen wil**

Fossiele brandstoffen zijn heel erg goedkoop, maar veroorzaken veel verdoken kosten die we nu met hernieuwbare energie betalen. De kosten ten gevolge van gezondheidsproblemen 800.000 mensen met astma (mogelijk t.g.v. stikstof en CO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub>-schade in het klimaat en andere externe kosten, betalen we nu via hernieuwbare energie terwijl daar geen kwantificering van vermeden kosten tegenover staat.





Welke randvoorwaarden moeten voldaan worden om zonthermie kansrijk te maken?

**In Nederland is zonthermie te onbekend.**

Finland, Duitsland, Frankrijk, Denemarken zijn sterk bezig met de ontwikkeling van zonthermie. Er zijn veel projecten gaande en gerealiseerd. In Nederland heerst er teveel nadruk op all electric. Vraag aan een pv-installateur over zonthermie en die kent de techniek niet.

**Gebrek aan centrale regie in de transitie.**

334 gemeenten hebben elk met een warmtetransitievisie en warmteplan waarin bepaald wordt welke vorm van energie waar ingezet zal worden. Dit zorgt voor een lappendeken van strategieën. Nederland mist een centrale architectuur in de energie- en warmtetransitie die kijkt of het in het energiesysteem past.

Welke oplossingsrichtingen ziet u voor het oplossen van de huidige belemmeringen?

**Regie**

Regie kan zowel op niveau van wet- en regelgeving als op niveau van de samenstelling van het energetisch pakket. De politiek dient te beslissen wat de duurzame doelstellingen zijn. Laat vervolgens een onafhankelijk orgaan onderzoeken en bepalen welke de beste technieken zijn om zo een plan van aanpak laten opstellen. Het is namelijk erg moeilijk voor de politiek om zulk een moeilijke beslissingen te nemen.

**Begin met kansrijke locaties**

Belangrijk is om met zonthermie te beginnen op de plekken waar het zinnig is. Sportaccommodaties of kleine kernen hebben vaak genoeg velden eromheen en voldoende draagvlak. Ze bieden een uitgelezen kans. De voornaamste boodschap aan de provincie: *Pik een locatie uit waarvan je denkt dat het niet kapot kan en ga aan de gang. Laat zien dat het werkt!*

## A.2 Interview Holland Solar

Delft, 1 oktober 2020

---

Betreft: interviewverslag 1 oktober over onderzoek zonthermie Provincie Zuid-Holland

---

Aanwezigen:

**Tom Noij**, externe zonnearmtespecialist bij Holland Solar

**Nold Jaeger**, beleidsmedewerker bij Holland Solar

**Joram Dehens**, CE Delft

**Katja Kruit**, CE Delft

---

### Kansrijke zonthermiesystemen

Welke zonthermiesystemen ziet u als kansrijk?

1. Individuele systemen (zonneboilers, pvt,...)
2. Collectieve systemen (zonthermie als hoofdbron of inpassing in bronnenstrategie)

Eerst en vooral, zonnearmtesystemen moeten steeds in combinatie met een ander techniek fungeren. Het zijn hybride systemen. Er is altijd een back-upstelsel of naverwarmer nodig.

In de Leidraad van het ECW zijn er 5 strategieën voor aardgasvrije wijken geformuleerd, maar bij elke strategie zit een tekortkoming. Zonnearmte staat niet los van deze strategieën als een aparte strategie. Zonnearmte is een plus bij alle strategieën, individueel of collectief.

Voor de gebouwde omgeving ziet Holland Solar kleinschalige individuele systemen voor voornamelijk tapwater en aanvullend ruimteverwarming als meest kansrijk. Technisch haal je het meest rendement in de koppeling van tapwater. Die hoge temperaturen zijn direct leverbaar met zonnearmte.

Als koppeling voor een warmtepomp werkt pvt erg goed. Pvt produceert geen zonnearmte op hoge temperatuur, maar fungeert goed als warmtewisselaar voor een warmtepomp. Voorwaarde voor een warmtepomp blijft dat je over een goed geïsoleerde woning dient te beschikken.

Bij een goed geïsoleerde woning kan je in hoofdzaak met een zonnearmtesysteem verwarmen en als back-up elektrische weerstandsverwarming gebruiken. Dit is reeds gerealiseerd in een project bij de woningcorporatie Talis in Nijmegen.

De haalbaarheid van zonnearmte in kleine warmtenetten in dorpen wordt sterk bepaald door de businesscase, en dan met name die van het warmtenet. Nieuwe aanleg van een warmtenet is duur, des te meer in geval van verspreide huizen in buitengebied. Individuele toepassing vermijdt de aanleg van een warmtenet en is in die zin mogelijk veelbelovender. Daarnaast kan je in de huidige marktsituatie waarbinnen de nieuwe aanleg van warmtenetten beperkt is zonnearmte beter toevoegen aan de bronnenmix van een bestaand warmtenet. Hoe je het ook draait of keert, voor een warmtenet heb je een stabiele warmtevoorziening nodig. Die kan zonnearmte alleen niet voorzien, andere bronnen zoals een wko, Warmtepomp, Biomassa, Restwarmte, Geothermie, et cetera zijn nodig.



Hoe ziet u dit ontwikkelen op korte termijn en lange termijn?

Korte termijn: kleinschalige hybride oplossingen. Configuraties met bestaande oplossingen uitrollen op individueel woningniveau. Dit zijn reeds bestaande, bewezen en commerciële technieken.

Lange termijn: Zonnewarmte aansluiten op warmtenetten.

TNO zegt in het rapport 'Advies tot routekaart zonnewarmte' dat 10% van de totale warmte door zonnewarmte voorzien kan worden in een aardgasvrij Nederland.

Is er differentiatie tussen sectoren (type zonthermieafnemers)?

3. Welke sectoren zijn kansrijk voor zonthermie?

4. Zijn er sectorspecifieke technieken/zonthermiesystemen?

Glastuinbouw heeft voorbeelden van gerealiseerde projecten. Deze vinden meestal op velden plaats, op kasdaken verminderen deze immers het zonlicht in de kas.

In de industrie is een voorbeeld papierproductie. Overal waar warmtevraag is, kan je zonwarmte toepassen. Met als grote voordeel dat je met zonwarmte HT-water direct duurzaam kan opwekken.

### **Belemmeringen**

Waar loopt men tegenaan bij het ontwikkelen van projecten?

#### **Bekendheid**

zonnewarmte is een ondergeschoven kindje van zon-pv. Zonnewarmte heeft zich gepositioneerd als zonneboiler, waar het maar in een klein deel van de warmtevraag van een woningen voorziet, namelijk de helft van tapwater.

Consumenten moeten eerst technisch geadviseerd worden zodat de techniek duidelijk wordt en kunnen pas daarna kijken of de techniek al dan niet financieel rendabel is.

>> Mogelijke oplossingsrichtingen voor de provincie: Platform opzetten van de warmte-oplossingen voor woningen. Wat zijn de beschikbare oplossingen en combinaties van oplossingen? Ook duidelijk zonthermie betrekken in dit verhaal.

>> Mogelijke oplossingsrichtingen voor de provincie: Focus op de woningcorporaties  
Woningcorporaties zijn een grote sector welke eenvoudiger te bereiken zijn en een grotere voetafdruk hebben dan individuele particuliere woningeigenaren. Dit biedt kansen om te richten op woningcorporaties, hen op de hoogte brengen van de kansen die zonthermie biedt en hen mee te nemen in de ontwikkeling.

#### **Zonnewarmte vereist maatwerk op microniveau**

In de huidige regionale warmteaanpak wordt er echt grof gekeken naar warmtevoorzieningsstrategieën: er wordt 1 oplossing gekozen voor buurten of wijken. We kijken momenteel in de uitwerking echt op macroniveau. Op microniveau zal verder gekeken moeten worden naar wat de combinatiemogelijkheden zijn. Zoals eerder is aangegeven is zonnewarmte een onderdeel van een concept. Het is en blijft steeds maatwerk afhankelijk van de specifieke situatie en karakter van de warmtevraag bijvoorbeeld bronnenstrategie in een collectief net, verwarming zwembad of sportaccommodatie, verwarming woning, et cetera.

#### **Ongelijk speelveld voor zonwarmte en zon-pv**

Zonpanelen zijn bekender, goedkoper en financieel rendabeler dan de zonwarmte-systemen. Salderen heeft zon-pv een enorme boost gegeven. Bovendien heb je bij zon-pv de back-up reeds voorhanden, namelijk het elektriciteitsnet. Gas is daarnaast ook een stuk goedkoper dan stroom in de woning, dus is warmte minder kostbaar.



### **Stimuleren van een zonne-energiesysteem op het dak**

Momenteel is er bij nieuwbouw ongeveer een 20% benutting van de daken voor zonopwek. Dat is een gemiste kans. Rekening houdend met beperkte ruimte en optimaal gebruik daarvan op lange termijn is het streven naar hoger percentage dakbedekking met zonopwek erg nuttig. Het aankomende bouwbesluit stelt gemeenten in staat nieuwe utiliteitsbouw te verplichten ofwel een duurzaam dak ofwel een duurzaam zonopweksysteem op dak te installeren. Hier ligt een duidelijk handelingsperspectief voor gemeenten. De provincie kan dit coördineren over de gemeenten heen, en zorgen dat er geen 'spill-over'-effect ontstaat (waarbij bedrijven liever bouwen in een buurgemeente met minder strenge regels).

### **Kosten**

Collectieve inkoop doet enorm veel met de prijs van de zonwarmtesystemen. Zonwarmtesystemen vragen een specifiek ontwerp dan zonnepanelen. De systemen die gelden in Nederland doen het niet in Griekenland en andersom. Dit staat massaproductie in de weg, waardoor schaalvoordeel en prijsverlaging waarschijnlijk relatief beperkt zullen blijven. In 2021 zullen isolatiemaatregelen en duurzame opwek uit hetzelfde budget worden gefinancierd. Men moet opletten dat subsidiebudgetten voor duurzame energieopwekking in stand gehouden worden.

### **Weinig ervaring met collectieve zonwarmtenetten**

Belemmeringen van zonwarmtenet: De investering om een zonwarmteveld te plaatsen is groot.

De kennis en ervaring om dit zelf te kunnen maken in Nederland is nog beperkt.

De interesse in het verhaal is er, de expertise kan nog verder groeien.

De SDE-aanvragen > 200 m<sup>2</sup> zijn erg beperkt in aantal.

>> Mogelijke oplossingsrichtingen voor de provincie: Stimuleren van een aantal pilot-projecten zodat de expertise wordt opgebouwd.

### **Ruimtelijk vergunningskader**

Vergunningen zijn en blijven lastig te verkrijgen. Dit is begrijpelijk om de ruimtelijke ordening te bewaken. De juridische expertise in verband met het aanvragen van vergunningen is reeds opgedaan bij ervaringen met zon-pv. Daarom profiteert het ruimtelijk vergunningskader van de ervaringen met zon-pv-velden.

## A.3 Interview Solarfields

Delft, 5 oktober 2020

Betreft: interviewverslag 5 oktober over onderzoek zonthermie Provincie Zuid-Holland

---

Aanwezig:

**Jelmer Pijlman**, directeur/oprichter Solarfields

**Katja Kruit**, CE Delft

**Joram Dehens**, CE Delft

---

### Kansrijke zonthermiesystemen

Welke zonthermiesystemen ziet u als kansrijk en past u toe?

Individuele systemen (zonneboilers, pvt,...)

Collectieve systemen (zonthermie als hoofdbron of inpassing in bronnenstrategie)

Solarfields richt zich op grootschalige zonopstellingen. Kleinschalige systemen op dak zijn niet hun projectdomein.

De voorbeelden van grootschalige projecten zonprojecten in Nederland zijn beperkt:

- In Almere is in 2009 door Vattenfall een relatief klein zonwarme project gerealiseerd dat invoedt op een bestaand warmtenet. Dit is een toonaangevend project voor de technische haalbaarheid van zonthermie en in mindere mate van de economische haalbaarheid aangezien erg veel subsidie is ingezet voor dit project.
- In kasgebied zijn er enkele voorbeelden van zonwarme op grote schaal, zoals in Heerhugowaard in Noord-Holland waar met vlakkeplaatcollectoren wordt gewerkt. De grootste uitdaging bij kassen is dat zonwarme moet concurreren met een aardgas-wkk die zowel CO<sub>2</sub>, als warmte, als elektriciteit produceert. Bovendien is de gasprijs voor een tuinbouwer erg laag. De verduurzaming naar een aardgasvrije landbouw is de voornaamste drijfveer om af te stappen van het goedkope gas.

Solarfields zelf is bezig met de ontwikkeling van een project in het baggerdepot Dorkwerd. Het gaat met name om een grootschalig zonthermisch veld dat gekoppeld wordt aan een warmtenet in Groningen. Het warmtenet zelf is in aanleg en zal geleidelijk toenemen van 4.000 tot 12.000 aansluitingen. Het oorspronkelijk idee was de toepassing van geothermie als voeding van het warmtenet, maar geothermie vond geen draagvlak omwille van de problemen met bodeminstabiliteit in de regio. Daarom is gekozen voor een lage temperatuur restwarmte m.b.v. een datacenter. Zonwarme vult de warmtevoorziening aan en zorgt hiermee voor een duurzaam karakter van het warmtenet.

Specifiek zal er 10-12 ha zonnecollectorveld worden gerealiseerd. Deze leveren in de zomer rechtstreeks warmte aan het warmtenet. Naast de warmtelevering van het datacenter in de winter zal ook een deel van de zonwarme uit de zomer opgeslagen worden in een MTO aquiferopslag voor nuttige warmtelevering in de winter. De warmte wordt met een collectieve warmtepomp opgewaardeerd naar 70°C.

Het project zal als alles goed loopt de realisatie einde zomer 2022 gestart worden. Vergunningen, SDE-subsidie en ook het systeemontwerp zijn geregeld. Er is vertraging opgelopen omwille van complexe technisch ontwerp en de warmte-uitwisseling tussen de verschillende systemen (wko, datacenter, collectorveld, et cetera.) en de leverings-

/afnameovereenkomst (hoeveel geleverd zal worden en aan welke prijs) die hieraan gekoppeld is.

We hopen om in Dorkwerd succesvol een zonnearmtesysteem te koppelen aan een warmtenet om te laten zien dat een grootschalige toepassing van zonwarmte technisch en financieel haalbaar is.

#### **Hoe ziet u dit ontwikkelen op korte termijn en lange termijn?**

De vlakke plaatcollectoren en de vacuumbuizen zijn de hoofdsmaken. Elk heeft volgens de fabrikant zijn specifieke voordelen. Arcon sunmark heeft 120 vlakke plaatcollectorsystemen in Denemarken gerealiseerd. Sommige hiervan zijn al jaren in werking. Het is dus een betrouwbare techniek.

Zonthermie is een hele mooie duurzame techniek en heeft een leveringszekerheid van minstens 15-25 jaar. De beschikbaarheid van bijvoorbeeld restwarmte is niet gegarandeerd. Daarbovenop is het als toevoeging aan de warmtebronmix een heel mooi duurzaam alternatief.

#### **Is er differentiatie tussen sectoren (type zonthermieafnemers)?**

Welke sectoren zijn kansrijk voor zonthermie?

Zijn er sectorspecifieke technieken/zonthermiesystemen?

Overall waar hoogwaardige warmte gevraagd wordt op temperaturen tussen 40-45°C en 100-120°C kan zonthermie een bijdrage leveren. In een hybride stadsnet is het een prima basislast. Of als collectorveld op tussen de kasgebieden.

Er dient wel rekening gehouden te worden met de randvoorwaarden:

- Productiecurve is over het algemeen omgekeerd aan de vraagcurve: in de zomer wordt de warmte geleverd, in de winter wordt de warmte gevraagd.
- Nabijheid van collectorveld en warmteafnemer is een vereiste. Warmtetransport is enkel efficiënt over beperkte afstanden. Je bent verbonden aan de afnemer. Men kan dus niet zoals bij een pv-veld de elektriciteit sowieso kwijt aan het elektriciteitsnet.

#### **Belemmeringen**

Waar loopt men tegenaan bij het ontwikkelen van projecten?

#### **Het is uitdagend om de businesscase kloppend te krijgen**

De SDE-subsidie heeft nog enkele verbeterpunten. De warmteopbrengst per investering waar SDE vanuit gaat is vaak hoger dan in de realiteit behaald wordt. Per MWh warmteopbrengst zijn er relatief meer kosten. Dit heeft ook te maken met het feit dat er in de SDE-berekening geen rekening wordt gehouden met de leveringstemperatuur van de warmte. Op hogere temperatuur wordt er minder warmte geproduceerd door eenzelfde collectorveld. Bij hogere temperaturen heb je dus minder vollasturen, maar een gelijke CAPEX. Hierdoor krijg je de businesscase niet rond. Voor lagere temperatuurlevering voor bijvoorbeeld een nieuwbouwwijk zouden de vollasturen wel gehaald kunnen worden. De SDE gaat er daarnaast vanuit dat je vanaf jaar één over nominale levering en afzet beschikt. Rekening houdend met volloop bij warmtenetten gaat dergelijke redenering niet altijd op. In jaar 1 zit je bijvoorbeeld op 50% van de capaciteit, in jaar 2 op 65% enzovoort. Het duurt enkele jaren vooraleer je over de volledige nominale productie kan beschikken.

#### **Zonthermie staat als techniek achteraan de rij bij SDE**

Zonthermie wordt aanzien als een dure techniek, de goedkopere technieken gaan eerst.

### **De afzet**

Bij zon-pv kunnen er altijd afnemers gevonden worden. Iedereen is immers aangesloten op het elektriciteitsnet. Bij zonthermie heb je echter maar 1 mogelijke afnemer, namelijk het warmtebedrijf. Er ontstaat dus een spanningsveld met weinig competitie of alternatieven tussen de aanbieder en de warmtenetuitbater in verband met de prijsstelling. Daarnaast wil je als aanbieder ook zekerheid dat de afnemers voldoende afnemen. Zeker in verband met volloop en geleidelijke ontwikkelingen van warmtenetten zorgt dit voor onzekerheid. Kortom, de hele keten is belangrijk.

### **Draagvlak voor zonthermie is wisselend**

Het landschap zal er mede door de energietransitie anders uitzien en niet iedereen is daar nog aan toe. Het is begrijpelijk dat men niet blij is met een zonthermisch veld in anders open natuurlijk zicht. Langs de andere kant kan er in open ruimte in Nederland van alles ontwikkeld worden in plaats van een duurzame energieopwekking. Energie is maar één van de ontwikkelingen.

### **Dubbel ruimtegebruik is maar beperkt mogelijk**

Baggerdepots, vuilstorten, dijken, et cetera bieden zeker kansen tot dubbel ruimtegebruik. De vraag is of er voldoende van dit soort locaties zijn om de benodigde hoeveelheid duurzame energie op te wekken.

Dubbel ruimtegebruik op daken heeft ook zijn beperkingen. Zonthermie is veel zwaarder dan zon-pv waardoor een groot systeem op dak is zo goed als onmogelijk is. In het algemeen is een groot deel van de dakeigenaren niet geïnteresseerd in zon op dak. Het levert niet genoeg op om de stap te zetten naar een zonproject op dak en ook praktisch is het niet zo eenvoudig te realiseren als het lijkt.

De landbouwsector zal misschien samen met de transitie naar een duurzame toekomst ook moeten veranderen. Volgens schattingen is minder dan 1 procent van het landbouwareaal nodig voor duurzame opwek om de doelstelling te halen.

### **Welke oplossingsrichtingen ziet u voor het oplossen van de huidige belemmeringen?**

Een verandering of verfijning van de SDE-methodiek voor zonthermie. Een verdere opdeling naar verschillende categorieën van zonthermie afhankelijk van de levering biedt mogelijkheden. Zo kan een categorie meer toegespitst worden op zonthermie in warmtenetten op verschillende temperaturen.

Daarnaast zal er met verloop van tijd maatschappelijke draagvlak voor dit soort systemen in het landschap moeten komen. Men zal eraan moeten wennen dat dit niet anders kan als we de doelstellingen van duurzame energieopwekking willen bereiken.

### **Hoe kunnen provincies ondersteuning bieden voor de ontwikkeling van zonthermie?**

Door een positieve grondhouding tegenover zonthermie en de techniek als een serieuze optie te bekijken in warmteplannen, transitievisies en wijkuitvoeringsplannen. De bekendheid kan verder gestimuleerd worden bij ambtenaren en besluitvormers in verband met het bepalen van de bronnenstrategie van warmtenetten. Hiertoe ook de realisatie van voorbeeldprojecten ondersteunen.

Daarnaast kan een provincie duidelijk en ruimtelijk weergeven wat geschikte plekken zijn voor zonthermische warmteopwekking.

Wat betreft vergunningverlening voor de ondergrond kan duidelijk aangegeven worden waar men MTO en HTO aquiferopslagsystemen kan toepassen.

# B Belemmeringen

## B.1 Bekendheid

### TNO

- Zonnewarmte is vaak onbekend bij het publiek en wordt verward met zon-pv. De techniek is tevens niet opgenomen in de leidraad als strategie en ondervertegenwoordigd in andere energiemodellen. Zonnewarmte wordt vaak vergeten op beslismomenten zoals vervangingsmomenten van warmtetechnieken en renovatie.
- Zonnewarmtesysteemconcepten zijn onvoldoende duidelijk. Maak een duidelijke schets van gasloze concepten inclusief zonnewarmte zodat zonnewarmte duidelijk in klimaatneutrale concepten meegenomen wordt, zowel kleinschalig als grootschalig.

### Hocosto

- In Nederland heerst er veel nadruk op all electric en zon-pv. Vraag aan een pv-installateur over zonthermie en die kent de techniek niet.

### Holland solar

- Zonnewarmte is een ondergeschoven kindje van zon-pv. Zonnewarmte heeft zich gepositioneerd als 'de zonneboiler', waar het maar in een klein deel van de warmtevraag van een woningen voorziet, namelijk de helft van de tapwaterwarmtevraag.
- Consumenten moeten eerst technisch geadviseerd worden zodat de techniek duidelijk wordt en kunnen pas daarna kijken of de techniek al dan niet financieel rendabel is.

## B.2 Ervaring

### TNO

- In Denemarken zijn er reeds vele zonthermieprojecten gerealiseerd, in Nederland is de ervaring met zonthermie eerder beperkt.
- Beperkte ervaring met seizoensopslagsystemen. Geldende wettelijke beperkingen MTO en HTO aquiferopslag. Gebrek individuele seizoensopslag.
- Zonnewarmte werkt in combinatie met andere technieken in een compleet energieconcept. Dit leidt tot complexe systeemregeling.

### Hocosto

- In Nederland is zonthermie te onbekend. In Finland, Duitsland, Frankrijk, Denemarken zijn er veel projecten gaande en reeds gerealiseerd.

### Holland Solar

- Weinig ervaring met collectieve zonwarmtenetten. De SDE-aanvragen > 200 m<sup>2</sup> zijn erg beperkt in aantal. De investering om een zonwarmteveld te plaatsen is immers groot. Bovendien is de kennis en ervaring om dit zelf te kunnen maken in Nederland nog beperkt. De interesse in het verhaal is er, de expertise kan nog verder groeien.



## B.3 Ruimte

### TNO

- Individuele woning: installatie en opslagvat binnen nemen veel ruimte in. Dit kan beter geïntegreerd worden (met andere functies, onbenutte waardeloze ruimte, ...).
- Grootschalige collectieve voorziening: veel ruimte nodig en beleid sluit veel gebieden uit.

### Solarfields

- Dubbel ruimtegebruik is maar beperkt mogelijk. Baggerdepots, vuilstorten, dijken, et cetera bieden zeker kansen tot dubbel ruimtegebruik. De vraag is of het genoeg is. Is er voldoende? Dubbel ruimtegebruik op daken heeft ook zijn beperkingen. Zonthermie is veel zwaarder dan zon-pv waardoor een groot systeem op dak is zo goed als onmogelijk is. In het algemeen is een groot deel van de dakeigenaren niet geïnteresseerd in zon op dak. Het levert niet genoeg op om de stap te zetten naar een zonproject op dak en ook praktisch is het niet zo eenvoudig te realiseren als het lijkt.
- De landbouwsector zal misschien samen met de transitie naar een duurzame toekomst ook moeten veranderen. Volgens schattingen is minder dan 1 procent van het landbouwareaal nodig voor duurzame opwek om de doelstelling te halen. Maatschappelijke integratie van zonthermiesoort systemen in het landschap. Leren accepteren dat dit niet anders kan als we de doelstellingen van duurzame energieopwekking willen bereiken.

## B.4 Financieel

### TNO

- Aardgas is te goedkoop.
- Relatief hoge investeringskosten en hoge inpassingskosten. Kleine markt met weinig concurrentie.

### Holland Solar

- Collectieve inkoop doet enorm veel met de prijs van de zonwarmtesystemen.
- Zonnewarmtesystemen vragen een specifiek ontwerp dan zonnepanelen. De systemen die gelden in Nederland doen het niet in Griekenland en andersom. Dit staat massaproductie in de weg, waardoor schaalvoordeel en prijsverlaging waarschijnlijk relatief beperkt zullen blijven.
- Gasprijs is te laag of CO<sub>2</sub>-taks ontbreekt. Fossiele brandstoffen zijn heel erg goedkoop, maar veroorzaken veel verborgen kosten die we nu met hernieuwbare energie betalen. Bijvoorbeeld 800.000 mensen met astma (mogelijks t.g.v. stikstof en CO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub>-schade in het klimaat en andere externe kosten. Deze kosten betalen we nu met hernieuwbare energie.

### TNO

- De effectiviteit van het stimuleringsregime is niet hoog genoeg: zonnewarmte is (nog) te duur, andere technieken krijgen te veel steun. De meerwaarde van verschillende product-marktcombinaties dient beter op elkaar afgestemd te worden.
- Zonnewarmte moet nog verder ontwikkeld worden. Innovatieve benaderingen rondom warmtenetten, gericht op meerdere schaalgroottes zodat zonnewarmte kansen krijgt.
- Zonnewarmte niet inzetbaar bij HT-warmtenetten (grote meerderheid van de bestaande warmtenetten).

### Holland Solar

- Ongelijk speelveld voor zonwarmte en zon-pv. Zonnepanelen zijn bekender, goedkoper en financieel rendabeler dan de zonwarmtesystemen. Salderen heeft zon-pv een enorme boost gegeven. Bovendien heb je bij zon-pv de back-up reeds voorhanden, namelijk het elektriciteitsnet. Gas is daarnaast ook een stuk goedkoper dan stroom in de woning, dus is warmte minder kostbaar.
- In 2021 zullen isolatiemaatregelen en duurzame opwek uit hetzelfde budget worden gefinancierd. Men moet opletten dat subsidiebudgetten voor duurzame energie-opwekking in stand gehouden worden.

### Solarfields

- Het is uitdagend om de businesscase kloppend te krijgen. De SDE-subsidie heeft nog enkele verbeterpunten. De warmteopbrengst per investering waar SDE vanuit gaat is vaak hoger dan in de realiteit behaald wordt. Per MWh warmteopbrengst zijn er relatief meer kosten. Dit heeft enigszins ook te maken met het feit dat er in de SDE-berekening geen rekening wordt gehouden met de leveringstemperatuur van de warmte. Op hogere temperatuur wordt er minder warmte geproduceerd door eenzelfde collectorveld. Bij hogere temperaturen heb je minder vullasturen, maar een gelijke CAPEX. Hierdoor krijg je de businesscase niet rond. Voor lagere temperatuurlevering voor bijvoorbeeld een nieuwbouwwijk zou het wel kunnen. De SDE gaat ervan uit dat je vanaf jaar één over nominale levering en afzet beschikt. Rekening houdend met volloop bij warmtenetten gaat dergelijke redenering niet altijd op. In jaar 1 zit je bijvoorbeeld op 50% van de capaciteit, in jaar 2 op 65% enzovoort. Het duurt enkele jaren vooraleer je over de volledige nominale productie kan beschikken.
- Zonthermie staat als techniek achteraan de rij bij SDE. Zonthermie wordt aanzien als een dure techniek, de goedkopere technieken gaan eerst.

## B.5 Regelgeving

### Hocosto

- Alle projecten hebben een aanlooptijd van 2,5 en 3 jaar voor de start. De regelgeving omtrent thermische opslagsystemen is te complex en nog niet volledig. Omgevingsvergunning zonder beton of funderingen is in principe niet écht nodig, maar blijkt uiteindelijk toch steeds gewenst door de provincie. Ook is er een toelating nodig van het Waterschap. Bijvoorbeeld in Brabant is HoCoSto ook toegelaten in waterwin-gebied. Dit wil zeker niet zeggen dat dit ook in Zuid-Holland mag. Daarnaast is er ook nog vraag naar flora onderzoek, fauna onderzoek, .... Dit kost tijd en geld.
- Voor warmteopslag houdt na een opslagvolume van 3.000 liter de normering op. Zonder normering is er geen certificaat. De overheid en de provincie hebben nog geen structureel kader. Het telkens opnieuw laten uitvoeren van onderzoeken voor ieder specifiek project kost veel geld en tijd.

## B.6 Markt

### HoCoSto

- Gebrek aan centrale regie in de transitie: 334 gemeenten hebben elk met een warmteplan waarin bepaald wordt welke vorm van energie/warmte ingezet zal worden en op welke manier. Nederland mist een overkoepelende architectuur in de energie- en warmtetransitie die kijkt of ieder plan in het grotere energiesysteem past. Er zijn zoveel verschillende aanpakken die slecht op elkaar zijn afgestemd. Dit zorgt voor veel onbegrip. Er is niet alleen regie op de warmtetransitie nodig is door de gemeenten,

maar dat er hiervoor ook regie nodig is door de provincie (ruimte) en door het rijk (financieel en regelgeving) want warmte en elektra beïnvloeden elkaar.

#### Holland Solar

- Zonnewarmte vereist maatwerk op kleine schaal. In de huidige regionale warmteaanpak wordt er echt grof gekeken naar warmtevoorzieningsstrategieën: er wordt 1 oplossing gekozen voor buurten of wijken. We kijken momenteel in de uitwerking echt op grote schaal. Op kleine schaal zal verder gekeken moeten worden naar wat de combinatie-mogelijkheden zijn. Zoals eerder is aangegeven is zonnewarmte een onderdeel van een concept. Het is en blijft steeds maatwerk afhankelijk van de specifieke situatie en karakter van de warmtevraag bijvoorbeeld bronnenstrategie in een collectief net, verwarming zwembad of sportaccommodatie, verwarming woning, et cetera.

#### Solarfields

- De afzet. Bij zon-pv kan je steeds een afnemer vinden. Iedereen is immers aangesloten op het elektriciteitsnet. Je hebt maar 1 afnemer, namelijk de warmtenetbeheerder. Er ontstaat dus een spanningsveld met weinig competitie of alternatieven tussen de aanbieder en de warmteleverancier in verband met de prijsstelling. Daarnaast wil je als aanbieder ook zekerheid dat de afnemers voldoende afnemen. Zeker in verband met volloop en geleidelijke ontwikkelingen van warmtenetten zorgt dit voor onzekerheid.