

TNO PUBLIEKHigh Tech Campus 21
5656 AE Eindhoven**TNO-rapport**

www.tno.nl

T +31 88 866 54 43

TNO 2020 R10975 | Eindrapport

Aanzet tot Routekaart Zonnewarmte

Datum	2 juni 2020
Auteur(s)	Luuk Beurskens, Corry de Keizer
Aantal pagina's	36 (incl. bijlage)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	RVO contactpersoon: Tomas Olejniczak RVO: Lex Bosselaar EZK: Jos Karssemeijer
Projectnaam	Aanzet tot routekaart zonnewarmte
Projectnummer	060.42721
TNO reviewers	Huub Keizers, Marijke Menkveld, Herbert Zondag
Met dank aan	Rogier Donkervoort, Annelies Huygen, Joris Koornneef, Casper Tigchelaar, Holland Solar

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

TNO PUBLIEK

Samenvatting

Hoewel het potentieel voor warmte uit zonne-energie groot is, is er weinig aandacht voor de rol van zonnewarmte in de toekomstige energievoorziening van Nederland. Het doel van deze aanzet voor een routekaart zonnewarmte is om een verkennende studie te doen naar perspectieven voor zonnewarmte in Nederland.

Het potentieel voor zonnewarmte voor woningen in 2050 wordt geschat op 54 PJ. Dit is 26% van de verwachte warmtevraag voor woningen in 2050. Als seizoensopslag technisch en economisch geen succes wordt is het potentieel naar schatting 35 PJ. Een grove indicatie voor het potentieel in de overige sectoren, utiliteit, landbouw, industrie, voegt ongeveer 25 PJ toe. Het totale potentieel in 2050 wordt geschat op 80 PJ (dit is ongeveer 10% van de geschatte totale Nederlandse warmtevraag) of 60 PJ (zonder seizoensopslag).

		Potentieel 2050 [PJ]	
		Zonder opslag	Met opslag
Woningen	Ruimteverwarmingsvraag	25	43
	Warmwatervraag	10	11
	Subtotaal woningen	35	54
	<i>Aandeel zonnewarmte woningen</i>	<i>17%</i>	<i>26%</i>
Utiliteit	Zwembaden, verzorgingstehuizen en hotels	10	10
Agrarisch	Land- en tuinbouw, veeteelt	3	3
Industrie		12	12
Totaal	Alle sectoren (afgerond)	60	80
	<i>Aandeel zonnewarmte totale warmtevraag</i>	<i>8%</i>	<i>10%</i>

De productmarktcombinaties met het grootste potentieel voor woningen zijn:

- Zonnewarmte voor warm tapwater
- Zonnewarmte van onafgedekte (zonthermische of PVT) collectoren als bron voor een warmtepomp of voor regeneratie van een bodembron of ondergrondse warmtekoudeopslag of voor een lage temperatuur warmtenetwerk
- Zonnewarmte voor warmtenetwerken

De volgende knelpunten voor de groei van zonnewarmte zijn gevonden, in het rapport worden daarvoor ook oplossingsrichtingen geschetst:

- Knelpunt **bekendheid**: zonnewarmte is vaak onbekend bij het publiek en in de communicatie over de energietransitie
- Knelpunt **techniek**: technologische innovatie is nodig voor prijsverlagingen en nieuwe concepten. Een uitdaging ligt op het gebied van seizoenswarmteopslag en de inpassing in warmtenetten
- Knelpunt **ruimte**: zonnecollectoren vragen om ruimte. Op systeemniveau is verdere gebouwintegratie nodig
- Knelpunt **economie**: in de huidige situatie en in vergelijking met aardgas is de concurrentiepositie van zonnewarmte niet gunstig. Kostendaling is noodzakelijk. De vergelijking met andere energieconcepten voor aardgasvrije wijken zou binnen vergelijkbare systeemgrenzen moeten plaatsvinden
- Knelpunt **markt en stimuleringsbeleid**: er is stimuleringsbeleid waar ook zonnewarmte onder valt, maar de effectiviteit ervan is niet hoog genoeg.

Redenen zijn mogelijk dat zonnewarmte te duur is, minder goed in het stimuleringsregime vertegenwoordigd is dan andere technieken of dat zonnewarmte nog verder ontwikkeld moet worden om op termijn concurrerend te zijn. Bovendien liggen er uitdagingen op het gebied van regulering en beleid voor invoeding van zonnewarmte in warmtenetten.

Voor de energietransitie naar een aardgasvrije gebouwde omgeving zijn innovaties en nieuwe concepten nodig, ook voor zonnewarmte. Aardgasvrije concepten zullen de komende jaren breed besproken worden en het is belangrijk om hierin zonnewarmte als onderdeel van de oplossing te presenteren. Technieken die raakvlakken hebben met zonnewarmte zijn warmtepompen, warmtenetten, ondergrondse warmtekoudeopslag en andere varianten van seizoenswarmteopslag. Wanneer mede door inzet van de branche kostenreductie van zonnewarmte gerealiseerd wordt zal de concurrentiepositie van zonnewarmte richting 2050 steeds verder verbeteren, eventueel geholpen door toenemende prijzen voor de conventionele energiedragers en CO₂ beprijzing. Op termijn kan zonnewarmte een standaard en subsidie-loze techniek worden. Daarvoor is een gezamenlijke visie over zonnewarmte nodig, waarbij alle betrokken partijen, nationaal en bij voorkeur ook internationaal, daar serieus werk van maken. Zonnewarmte kan een rol spelen bij alle strategieën die in de Leidraad Aardgasvrije wijken benoemd worden.

Op basis van deze voorstudie doen wij de volgende aanbevelingen:

- **Maak een volledige routekaart**
Er is een significant potentieel voor zonnewarmte en de verwachting is dat zonnewarmte een kosteneffectief onderdeel van de warmtetransitie kan worden.
- **Proces**
Ondernemers willen verantwoordelijkheid nemen voor de routekaart. Een eensgezinde strategie voor de ontwikkeling van zonnewarmte in de Nederlandse energiehuishouding met alle deelnemers en tijdspad is nodig.
- **Inhoud**
Zonnewarmte moet kosteneffectief kunnen bijdragen aan duurzame energieproductie en aardgasvrije wijken. Een onderdeel van de routekaart is een nadere beschouwing van kostencomponenten in relatie tot andere duurzame technieken.

Er is stevig commitment vereist van het bedrijfsleven in de zonnewarmtesector (breed) én de overheid, met langjarige samenwerking tussen deze partijen, aangevuld met kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties, om deze verandering in gang te zetten en te laten slagen.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	5
2	Wat is de huidige status van zonthermie in Nederland?	6
3	Wat zijn kansrijke productmarktcombinaties?	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Productmarktcombinaties:	10
3.3	Seizoensopslag	12
4	Wat is het technisch realiseerbaar potentieel tot 2050?	14
4.1	Informatie uit de literatuur	14
4.2	Inschatting potentieel zonnewarmte binnen concept Aardgasvrije wijken	17
4.3	Samenvatting	19
5	Welke knelpunten zijn er die dit potentieel tegenhouden en welke maatregelen zijn mogelijk om de knelpunten op te lossen?	20
5.1	Knelpunt Bekendheid	20
5.2	Knelpunt Technisch	21
5.3	Knelpunt Ruimte	21
5.4	Knelpunt Economisch	22
5.5	Knelpunt Markt en Stimuleringsbeleid	23
6	Contouren van een routekaart - toepassing zonnewarmte in aardgasvrije wijken tot 2050	25
7	Aanbevelingen voor vervolg	30
	Referenties	32
	Bijlage(n)	
	A Beleidsmaatregelen zonnewarmte in Nederland	

1 Inleiding

Hoewel het potentieel voor warmte uit zonne-energie soms als groot gekenschetst wordt (zie bijvoorbeeld het rapport “Kansen voor Zonnewarmte in het Hart van de Energietransitie” (2018) door Berenschot) geeft de Klimaat- en Energieverkenning (2019) van PBL slechts een zeer geringe rol aan zonnewarmte. Elektriciteit uit zonne-energie speelt in die verkenning daarentegen een zeer grote rol in de energievoorziening. Ontwikkelingen in het buitenland laten zien dat ook zonnewarmte in potentie een belangrijke speler kan zijn in de energietransitie naar een energiepositieve gebouwde omgeving. Met name Denemarken laat dit zien op het gebied van zoninpassing bij warmtenetten.

Het doel van deze aanzet voor een routekaart is om een verkennende studie te doen naar perspectieven voor zonnewarmte in Nederland en om de mogelijkheid tot het opstellen van een routekaart voor zonnewarmte te verkennen. Daartoe worden mogelijkheden en belemmeringen om het potentieel van zonnewarmte te kunnen realiseren in kaart gebracht.

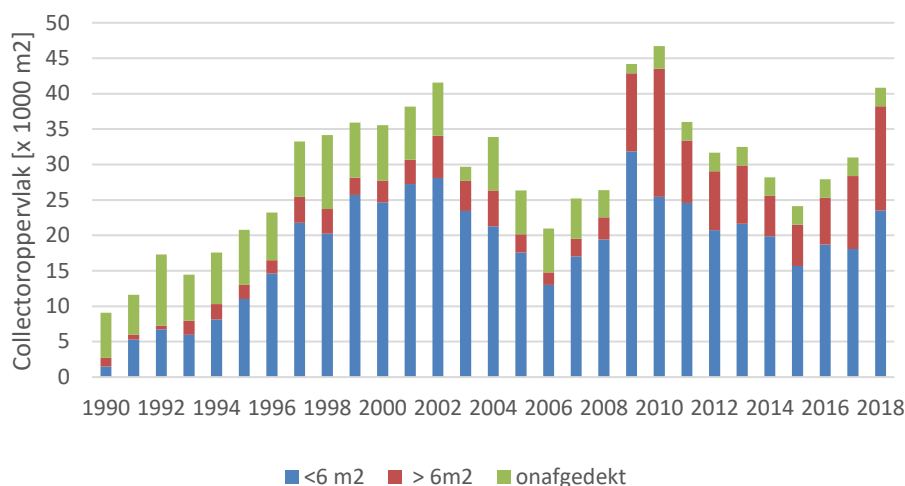
De volgende onderwerpen worden in de verschillende hoofdstukken van dit rapport behandeld:

- Huidige status van zonthermie in Nederland
Wat zijn kansrijke productmarktcombinaties?
- Wat is het technisch realiseerbaar potentieel tot 2030 en 2050?
- Welke knelpunten zijn er die het ontwikkelen van dit potentieel tegenhouden en welke maatregelen zijn mogelijk om de knelpunten op te lossen?
- Waar zitten de beste marktkansen en hoe kan zonnewarmte het best worden ingezet in de transitie naar een aardgasvrije gebouwde omgeving?
- Welke aanbevelingen zijn er voor het ontwikkelen van een routekaart?

2 Wat is de huidige status van zonthermie in Nederland?

Het jaarlijks in gebruik genomen zonnecollectoroppervlak in Figuur 2.1 laat na een stijgende lijn in de jaren 90, een grillig verloop zien. Het verloop hangt samen met verschillende stimuleringsregelingen, zoals het convenant zonnewarmte (eindigt in 2002), de regeling duurzame warmte die in 2008 van start ging en de SDE (Stimulering duurzame energieproductie) voor grotere systemen die in 2009 startte (zie bijlage). In 2016 is de ISDE-regeling, een investeringssubsidie voor duurzame energie, van start gegaan voor systemen tot 200 m² in bestaande bouw, terwijl de SDE+ regeling voor systemen boven de 200 m² geldt. In 2018 werd voor ongeveer 25000 m² collectoren ISDE aangevraagd (CBS 2019a). Een overzicht van de verschillende stimuleringsregelingen wordt weergegeven in Bijlage A.

Jaarlijks in gebruik genomen collectoroppervlak



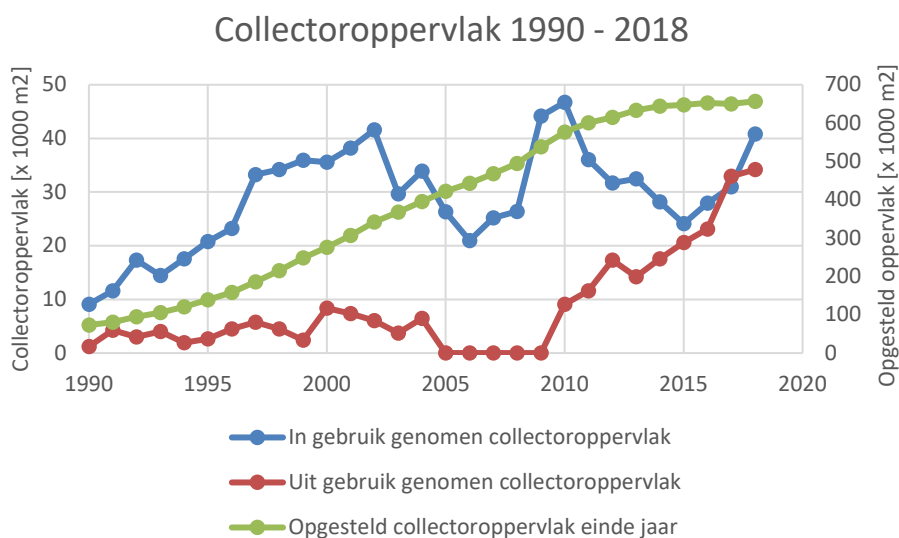
Figuur 2.1 In gebruik genomen collectoroppervlak per jaar (CBS, 2020).

Tabel 2.1 Percentage van nieuw geïnstalleerd afgedekt collectoroppervlak per sector¹

	2013 2014 2015 2016 2017 2018						2013 2014 2015 2016 2017 2018					
	% van het collectoroppervlakte						Bijgeplaatst collectoroppervlak (x1000 m ²)					
Woningen	82	75	86	80	75	57	27	21	21	22	23	23
Nieuwbouw	28	29	18	19	13	3	9	8	4	5	4	1
Bestaande bouw	25	33	36	51	54	39	8	9	9	14	17	16
Onbekend	29	13	33	10	8	15	9	4	8	3	2	6
Utiliteitsgebouwen	14	19	9	15	18	12	5	5	2	4	6	5
Landbouw	3	6	5	5	7	31	1	2	1	1	2	13
Totaal	100	100	100	100	100	100	32	28	24	28	31	41

Tabel 2.1 geeft een overzicht van het collectoroppervlak per sector. Het valt op dat de laatste jaren, de hoeveelheid collectoren in nieuwbouw laag is, terwijl het aandeel van collectoren in de landbouw sterk groeit met ca. 13000 m². In 2019 is het grootste zonnearmsysteem van Nederland opgeleverd bij een fresiateler met een oppervlakte van 9300 m².

Het totaaloverzicht van het in Nederland geïnstalleerde zonnecollectoroppervlak wordt gegeven in Figuur 2.2. De groei van het totaal geïnstalleerde vermogen neemt af, vooral omdat na 20 jaar de geïnstalleerde collectoren rekentechnisch uit gebruik worden genomen. Totaal wordt forfaitair 1156 TJ (321 GWh) warmte geproduceerd. Dat is ca. 0,1% van het totale Nederlandse warmtegebruik.



Figuur 2.2 Overzicht van in gebruik en uit gebruik genomen collectoroppervlak (linker y-as) en totaal collector oppervlak (rechter y-as) (CBS, 2020)

Voor de hoeveelheid onafgedekt collectoroppervlak wordt een vaste aanname gedaan (CBS, 2019a). Lage-temperatuurtoepassingen, zoals onafgedekte PVT collectoren, worden daardoor niet in de officiële statistiek meegenomen. Het is belangrijk dat onafgedekte zonnearms ook gedocumenteerd wordt in de nationale en internationale statistiek voor hernieuwbare energie en daardoor ook meetbaar bijdraagt aan de doelstellingen voor klimaat en energie.

3 Wat zijn kansrijke productmarktcombinaties?

3.1 Inleiding

Het overzicht van de productmarktcombinaties (PMC) en de technische haalbaarheid staat in Tabel 3.1 afgebeeld. Wanneer warmte-opslagtechnologieën dermate veranderen, dat seizoens- of lange termijnopslag technologisch en economisch rendabel wordt, dan stijgt het potentieel voor zonnewarmte.

We hebben in onze analyse vier opties voor zonnewarmtecollectoren gebruikt, dit zijn:

- Afgedekte zonnewarmtecollectoren. Dit zijn vlakkeplaatcollectoren of vacuümbuiscollectoren die over het algemeen warmte produceren tussen de 20 en 80 °C Afgedekte vlakkeplaatcollectoren hebben isolatie aan de achterkant en zijn aan de voorkant 'geïsoleerd' door een laag van lucht of ander gas met een afsluitende glasplaat erboven.
- Afgedekte PVT collectoren. Dit zijn vlakkeplaatcollectoren, meestal vergelijkbaar met een afgedekte zonnewarmtecollector, waarbij de absorber een PV absorber is, die daarmee zowel warmte als elektriciteit levert. Isolatie aan de achterkant en via een luchtlag aan de voorkant is essentieel. Een PV paneel op een absorber alleen, maakt nog geen afgedekte PVT collector.
- WISC of "onafgedekte" zonnecollectoren. WISC staat voor Wind- en Infrarood Sensitieve Collectoren. Deze collectoren bevatten geen isolatie aan de voorkant en soms beperkt achter de absorber. Deze collectoren kunnen gebruikt worden als zwembadcollector, voor regeneratie van een grondbron of als directe bron voor een warmtepomp. Vanwege de warmtewisseling met de omgeving, kan dit ook een omgevingscollector zijn, waarbij de temperatuur van de vloeistof vaak net onder de buitentemperatuur is.
- WISC-PVT collectoren zijn WISC collectoren met een PV paneel met een warmteovergang naar een thermische absorber.

Concentrerende zonnecollectoren worden in deze studie niet beschouwd, vanwege de hoge fractie diffuus licht in Nederland. We zien dit in eerste instantie niet als grootschalige toepassing voor de gebouwde omgeving en de industrie. Ook luchtcollectoren worden niet beschouwd, deze zijn wel interessant voor droogprocessen van landbouwproducten.

Afgedekte zonnewarmtecollectoren worden (in Nederland) vrijwel altijd op een dak geplaatst en soms op een vrij veld. Er zijn in Europa verschillende projecten waar collectoren in een façade zijn geplaatst. Op gebied van onafgedekte PVT collectoren lopen momenteel veel ontwikkelingen. Onafgedekte collectoren kunnen ook in de gevel geplaatst worden.

Bij elke PMC wordt aangegeven voor welke strategieën uit de Leidraad (PBL, 2020) zonnewarmte toepasbaar is. De Leidraad Aardgasvrije Wijken kent de volgende strategieën:

1. All-electric
2. Warmtenet met middentemperatuurbron
3. Warmtenet met lagetemperatuurbron
4. Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp
5. Hernieuwbaar gas met hoogrendement ketel.

Tabel 3.1 Overzicht van product-marktcombinaties. De kleuren geven een indicatief overzicht van de technische haalbaarheid en of verwacht wordt of het (op termijn) rendabel is in vergelijking met alternatieven.

		Zonneboiler voor Tapwater (20 tot 80 °C)	Zonnewarmte Tapwater en ruimteverwarming (20 tot 80 °C)	Bron van warmtepomp voor tapwater en ruimteverwarming (-10 tot 25 °C)	Warmtenet met afgifte op Zeer lage temperatuur (<30°C)	Warmtenet met afgifte op Lage temperatuur (>30°C)	Warmtenet met afgifte op Middeltemperatuur (>65°C)	Warmtenet met afgifte op Hoge temperatuur (>80°C)	Regeneratie van WKO of bodembron	Regeneratie bron met aquathermie	Zonnewarmte proceswater (20 tot 90 °C)	Zonnewarmte zwembad (20 tot 40 °C)
Zonnewarmte afgedekt		x	x			x	x				x	x
Zonnewarmte onafgedekt				x	x	x			x	x		x
PVT afgedekt						x						x
PVT onafgedekt				x	x	x			x	x		x
Residentieel	Woning (individueel)	LT verwarming										
		HT verwarming										
	Woning (10-100)	LT verwarming										
		HT verwarming										
	Woning (wijkniveau of hoogbouw)	LT verwarming										
		HT verwarming										
Industrie	Voeding											
	Wasserijen											
	Schoonmaak											
	Droogprocessen											
Utiliteit	Zwembad, wellness											
	Ziekenhuis, verzorgingstehuis											
	Sportfaciliteiten											
	Recreatie (Hotels en campings)											
	Kantoren											
Landbouw	Glastuinbouw											
	Vee-industrie											
	Droogprocessen											

Legenda

Technisch haalbaar en zinvol
Technisch haalbaar maar minder rendabel
Niet rendabel
Geen optie

3.2 Productmarktcombinaties:

- Zonneboiler voor warm tapwater:
Momenteel een groot marktaandeel van de geïnstalleerde collectoren. Een zonneboilersysteem heeft typisch een zonne fractie van ca. 50% voor vrijstaande of rijtjeswoningen en 30-40% voor bijvoorbeeld galerijwoningen met een beperkt dakoppervlak. Deze optie kan zowel voor individuele huishoudens als op laagbouw of wijkniveau worden toegepast. Daarnaast is dit ook geschikt voor utiliteit met een hoge warmwatervraag, zoals recreatie, zwembaden en verzorgingstehuizen.
 - *Geschikt voor Leidraadstrategie 1, 4, 5 en voor 3 met name voor lage temperatuurlevering.*

- Zonnewarmte voor warm tapwater en ruimteverwarming (“combi”-systemen):
Deze systemen zijn al langer op de markt. Nederland kent vooral kleine combisystemen (collectoroppervlak < 10 m²) met een beperkte zonne fractie voor ruimteverwarming. Bij een lager warmteverbruik is het moeilijk om een hoge zonne fractie te halen, omdat ruimteverwarming geconcentreerd is in donkere wintermaanden.
 - *Geschikt voor Leidraadstrategie 5, toepasbaar voor 3 met name voor (zeer) lage temperatuurlevering.*

- WISC/onafgedekte zonthermische of WISC-PVT warmte als bron voor een warmtepomp:
Vanwege de goede warmteoverdracht tussen collector en omgeving, kan een WISC collector niet alleen warmte produceren als de zon schijnt, maar ook als de zon niet schijnt. WISC collectoren zijn ook omgevingscollectoren. Het gebruik van een brine/water warmtepomp met WISC collectoren is geluidsarm (vs een lucht/water warmtepomp) en er hoeft geen of een kleinere bodembron geboord te worden (vs een brine/water warmtepomp met bodembron).
 - *Geschikt voor leidraadstrategie 1*

- Warmtenetten:
Het temperatuurbereik van warmtenetten is gecategoriseerd en wordt in Tabel 3.2 weergegeven (CE Delft, 2019):

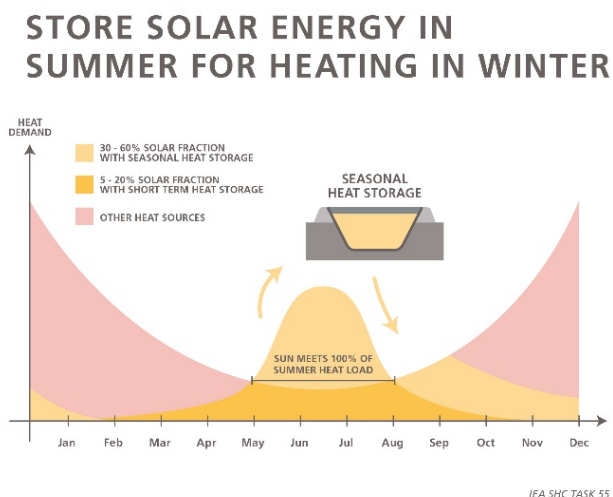
Tabel 3.2 Verschillende typen warmtenetten en bijbehorende temperatuurniveaus

Benaming	Aanvoer-temperatuur	Opmerking
Hogetemperatuur warmtenet	> 80°C	Conventioneel net, alle afgifte systemen
Middentemperatuur warmtenet	> 65°C	Duurzame bronnen mogelijk, alle afgifte systemen
Lagetemperatuur warmtenet	> 30°C	Bij goed geïsoleerde woningen en juiste afgiftesysteem voor ruimteverwarming, voor warm water is een extra oplossing nodig
Zeer lage temperatuur warmtenet	< 30°C	Bronnet voor warmtepomp, warmte moet worden opgewaardeerd naar hoger temperatuurniveau

- In Nederland zijn op dit moment vooral een aantal hogetemperatuur-warmtenetten in grote steden. Zonnewarmte is niet of nauwelijks geschikt voor dit soort temperaturen. Als de temperatuur verlaagd kan worden op (een deel van) het net, is dit gunstig voor de toepassing van zonnewarmte en andere duurzame technieken en zorgt dit voor lagere warmteverliezen.
- Voor middentemperatuurnetten kan zonnewarmte wel een rol spelen. In bijvoorbeeld Denemarken en Oostenrijk zijn een aantal grote tot zeer grote zonnewarmte installaties vaak met een pit storage (Denemarken) of met een lage zonnecollector. Een andere optie is een zonnecollectorveld met een grote warmtepomp, dit kan ook voor een hoog en laag temperatuurniveau gebruikt worden.
- Voor lage en zeer lage temperatuurnetten is zonnewarmte geschikt, vooral in combinatie met opslagtechnologieën. Er zijn momenteel een aantal concepten in ontwikkeling voor een wijknet of een blok huizen met zonnewarmte:
 - Een voorbeeld hiervan is het project 'de Zonnet' (TU Delft, 2019). Daarbij worden PVT panelen op daken gekoppeld aan een laagtemperatuur warmtenet (ca. 14-18°C) en een WKO. Elke woning heeft een individuele warmtepomp. Een voordeel hiervan is dat de brontemperatuur voor de warmtepomp in de winter relatief hoog is.
 - Een ander voorbeeld is Drake Landing in Canada waar met een groot systeem en grote opslag meer dan 90% zonnewarmte voor ruimteverwarming gerealiseerd is (Sibitt *et al*, 2012, Mesquita *et al*, 2017).
 - In Beijum is in de jaren 1982 een groot systeem (2358 m² collectoren) met een bodemwarmteopslag van 23000 m³ gerealiseerd voor 96 woningen. Het systeem had een zonnecollector van 54% en is in 2009 gerenoveerd, er zijn onder andere nieuwe collectoren geplaatst.
 - In het klimaatakkoord staat dat de warmtesector (productie en levering) een groei zal realiseren van de inzet van duurzame warmtebronnen, waaronder ook zonnewarmte (Klimaatakkoord, 2019).
- Onafgedekte (zonthermische of PVT) collectoren kunnen toegepast worden voor de regeneratie van een WKO of bodembron.
 - *Leidraad strategie 1 en 3 voor zeer lage temperatuur warmtenetten, maar ook voor utiliteit*
- Zonnewarmte kan gebruikt worden voor lage temperatuur proceswarmte (<90°C), vooral bij industrieën waar geen hogere temperatuur restwarmte beschikbaar is, bijvoorbeeld in de voedingsindustrie.
- Zonnewarmte als bron voor koeling is waarschijnlijk geen kansrijke PMC onder Nederlandse omstandigheden. Nachtkoeling met onafgedekte collectoren eventueel met warmtepomp is wel een mogelijkheid.

3.3 Seizoensopslag

Doordat met seizoensopslag de productie en het gebruik van de warmte ontkoppeld kunnen worden, kan zonnewarmte uit de zomer in het naseizoen of winter gebruikt worden. Op nationaal en Europees niveau lopen ontwikkelingen naar seizoens- of lange termijn opslag.



Figuur 3.1 Seizoensopslag (IEA SHC Task 55, 2019)

Hoge temperatuur warmteopslag in open bodemsysteem (aquifer):

Hoge temperatuur warmteopslag met een open grondwatersysteem (HTO-open): opslag van warmte tot circa 90°C of meer in een watervoerend pakket met behulp van een open grondwatersysteem. Er wordt, na ervaringen in de jaren negentig met veel technische uitdagingen, een pilot gerealiseerd. Dit kan alleen met een speciale vergunning.

Hoge temperatuur warmteopslag in gesloten bodemsysteem (bodemwarmtewisselaars):

Opslag van warmte tot circa 90°C in de bodem met een gesloten bodemwarmtewisselaarsysteem

Pit opslag

Opslag van warmte in een geïsoleerde 'vijver' tot een temperatuur van circa 90°C. Dit wordt vooral in Denemarken veel gebruikt in combinatie met een middentemperatuurwarmtenetwerk. De grootste pit opslag is nu 210 duizend m³. De zonnefractie wordt daarbij door de jaren steeds hoger, van ca. 40 tot 60%. Grondwater en ruimtegebruik is hierbij in Nederland een uitdaging.

Lage temperatuur warmteopslag of WKO

Opslag van warmte tot 25°C in een watervoerend pakket met behulp van een open grondwatersysteem, WKO levert ook koude. Een warmtepomp wordt gebruikt om de temperatuur naar een hoger niveau te tillen. Er zijn enkele projecten vergund met een hogere temperatuur.

Thermochemische opslag

Opslag van warmte door cyclische sorptie en desorptie van water aan zouthydraten. Deze vorm van opslag zit nog in de onderzoeksfase. Verwacht wordt dat er binnen 5 tot 10 jaar de eerste commerciële systemen zullen zijn.

Andere vormen van seizoensopslag:

- Het bedrijf Ecovat ontwikkelt opslag van warmte tot circa 90°C in een geïsoleerde, betonnen, ondergronds vat. In Uden staat een demo-opstelling van 1500 m³, het bedrijf wil ook opslag van ca 50.000 m³ realiseren.
- Het Nederlandse bedrijf Hocosto bouwt een kleinere vorm van een pit storage tussen de 85 en 1500 m³, met een constructief aluminium frame.
- Grote (bovengrondse) tanks zijn commercieel op de markt beschikbaar met volumes tot ca. 100 m³.
- Er zijn beperkt tanks op de markt die gebruik maken van een faseovergang (PCM's) zoals ijs/water en paraffine (vast/vloeibaar).

Voorbeeld: Drake Landing in Canada

In het Canadese Drake Landing project is een wijk met 50 woningen uitgerust met een collectief systeem met collectoren op aaneengeschakelde schuurtjes voor ruimteverwarming. Het systeem heeft een 240 m³ bodemenergieopslag, bodemwarmtewisselaar en een gasboiler. In de afgelopen jaren is een gemiddelde zonnefractie van 95% voor ruimteverwarming bereikt. Warm tapwater werd per woning voorzien door zonnecollectoren plus gasboiler. (Sibitt *et al*, 2012, Mesquita *et al*, 2017)



Locatie: Okotoks, Alberta, Canada (50° 44' NB, 113° 58' WL), noorderbreedte is vergelijkbaar met Brussel.

4 Wat is het technisch realiseerbaar potentieel tot 2050?

Het potentieel dat zonnewarmte in de toekomstige energievoorziening kan invullen is een belangrijke indicator om te beslissen of er in een vervolgstadium een verdere invulling van een roadmap voor deze techniek wenselijk is. Binnen de reikwijdte van dit project is het niet mogelijk om een uitgebreide potentieelstudie te doen; wel kunnen we refereren aan andere rapporten en visies, en daar een interpretatie aan geven. Om de informatie uit de literatuur te duiden zetten we een eigen, indicatieve benaderingen náást de bevindingen uit de literatuur. Dit hoofdstuk bestaat dan ook uit drie paragrafen:

- Informatie uit de literatuur (paragraaf 4.1)
- Een inschatting van de hoeveelheid zonnewarmte die zou passen binnen een concept-invulling van toekomstige aardgasvrije wijken (paragraaf 4.2)
- Een samenvatting van de gevonden indicatieve potentiëlen (paragraaf 4.3).

Bij het bespreken en evalueren van de potentiëlen proberen we objectief en transparant te zijn. Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is dat de vaststelling dat er een bepaald potentieel beschikbaar is, niet wil zeggen dat dat potentieel ook tot wasdom zal komen. Om dat te bereiken moeten de omstandigheden optimaal zijn. Daarover meer in de volgende hoofdstukken.

Bij de analyse van het potentieel is aangesloten bij de hoofdcategorieën van de PMC's. In een vervolgstudie zou deze analyse nog verder toegespitst kunnen worden op specifieke toepassingen, bijvoorbeeld naar temperatuurniveau.

4.1 Informatie uit de literatuur

We kiezen ervoor om de rapportage 'Ruimte voor Zonne-energie' van Holland Solar (Veenstra, 2015) en de Warmtevisie van Berenschot (Berenschot 2018) als uitgangspunt te nemen van deze paragraaf. Holland Solar is de bron voor beide studies.

Tabel 4.1 Potentieel van zonnewarmte in de verbruikssectoren volgens twee literatuurbronnen

	2030 Berenschot	2050 Berenschot	2050 Holland Solar
Huishoudens	31 PJ	73 PJ	77 PJ (25 WT+52 RV)
Utiliteit			
Industrie	7 PJ	19 PJ	19 PJ
Landbouw	1 PJ	2 PJ	2-3 PJ
Totaal	39 PJ	94 PJ	107 PJ

Het finale warmteverbruik in Nederland was in 2017 1008 PJ. Ca. 47% van de warmte wordt verbruikt in de gebouwde omgeving, 42% in de industrie en 10% in de landbouw (CBS, 2019b). Ongeveer 60% van het warmteverbruik in de gebouwde omgeving is voor huishoudens en 40% voor utiliteitsbouw (Nationaal Expertisecentrum Warmte, 2013). Tegen de 20% van het huishoudelijk warmtegebruik is voor warm tapwater en koken. Dit aandeel stijgt en het absolute warmteverbruik in woningen neemt af door een betere isolatie.

Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving bestaat uit huishoudens en utiliteit. Het potentieel van de roadmap van Holland Solar is gebaseerd op een halvering van het gemiddelde gasverbruik in de gebouwde omgeving door isolatie en een bijdrage van zonnewarmte van ongeveer 50% voor zowel warm water als ruimteverwarming. Dat zou een penetratiegraad van zonneboilers betekenen van 100% voor warm tapwaterverwarming en dat ligt volgens ons niet voor de hand. De grote bijdrage van zonnewarmte voor ruimteverwarming die Holland Solar noteert is waarschijnlijk een gevolg van de aanname dat compacte en efficiënte warmteopslag standaard technologie is, waarmee in de zomer opgewekte warmte in de winter te gebruikt kan worden. De organisatie voorziet daardoor een verviervoudiging van het potentieel. Bij deze aanname willen we in dit rapport langer stilstaan (zie paragraaf 4.2). De onzekerheden rondom deze mogelijkheid vinden we nog te groot om dit als een gegeven te beschouwen.

We hebben de volgende overwegingen:

- Van het warmwatergebruik is ca 50% door een zonneboiler in te vullen.
- Voor het potentieel van zonnewarmte voor ruimteverwarming in huishoudens rekenen we met een zonne fractie van 20% voor systemen zonder seizoenswarmteopslag en 50% voor systemen met seizoenopslag, met hogere percentages voor warmtepomp op PVT of zonnecollectoren.

Utiliteit

Holland Solar geeft een indicatieve 11 PJ als potentieel voor zonnewarmte in de utiliteit. De totale warmtevraag in utiliteit is ongeveer 230 PJ, waarvan de ongeveer 85 PJ voor rekening komt van ziekenhuizen, verzorgingshuizen, sportaccommodaties, zwembaden en hotels (warm water en ruimteverwarming). De theoretisch maximaal door zonnewarmte op te wekken bijdrage wordt op 50% gezet (een ambitieuze aanname volgens ons), waarvan 25% praktische haalbaar is in concurrentie met andere (warmte)opwekkingstechnieken. Het potentieel voor zwembaden is volgens Holland Solar naar schatting 4,5 PJ, voor verzorgingstehuizen 2 PJ en voor de hotelsector 4 PJ. Ziekenhuizen passen momenteel vaak WKK toe voor eigen elektriciteitsopwekking waardoor

zonnearmte moeilijk rendabel te krijgen is. Voor de toekomst zijn er onzekerheden over de rol van WKK, zoals de aardgas- en CO₂-emissieprijs. Dit kan zonnearmte op termijn aantrekkelijker maken. We ronden de potentiële bijdrage voor zonnearmte in de utiliteit volgens Holland Solar (11 PJ) naar beneden af tot 10 PJ.

Industrie

In een studie uit 2001 naar het potentieel van zonnearmte in de industrie (van de Pol *et al.*, 2001) wordt een waarde van 3,2% gevonden. Dit is in lijn met andere Europese studies naar het potentieel van zonnearmte, die op percentages van 1,5-2% voor Zweden, 3,4% voor Duitsland (Lauterbach *et al.*, 2012) en 3,9% voor Oostenrijk komen (Platzer, 2015). Holland Solar gebruikt deze waarde om naar rato het potentieel voor de hele sector te bepalen: ze stelt dat 3.2% van de Nederlandse industriële warmtevraag door zonnearmte gedekt kan worden, en vindt zo 19 PJ. De kenmerken van de warmtevraag in de industrie maken inzet van zonnearmte moeizaam: er is maar een beperkte warmtevraag beneden 100°C (ca 53 PJ), die bovendien jaarrond veelal constant is. Internationaal worden ook verschillende concepten voor een middentemperatuurniveau (100 - 250°C) ontwikkeld en in een beperkt aantal projecten toegepast. Dit gebeurt met name in landen met een hoog aandeel direct zonlicht. Zonnearmte ondervindt in bepaalde sectoren concurrentie van lokale restwarmte, die het hele jaar beschikbaar is. Het potentieel van 19 PJ lijkt daarmee een overschatting. We kiezen ervoor om iets conservatiever te zijn en schatten het potentieel op 2%, oftewel 12 PJ in 2050.

Landbouw

Het potentieel wordt door zowel Holland Solar als Berenschot op 2-3 PJ geschat, vooral voor de intensieve veehouderij. De laatste jaren zien we verschillende (zeer) grote systemen bij kassen voor bloemenkwekers, in combinatie met ondergrondse of bovengrondse warmteopslag. In 2018 zagen we 31% van het nieuw geïnstalleerde collectoroppervlak in de landbouwsector. Omdat de temperatuurniveaus in de land- en tuinbouw goed passen bij de typisch door zonnearmte geleverde systemen nemen we deze schatting in deze voorstudie voor een roadmap voor zonnearmte hier over.

Internationale roadmaps zonnearmte: Oostenrijk

In de Oostenrijkse Roadmap voor zonnearmte wordt een potentieel voor 2050 voor drie verschillende scenario's geschat (Fink & Preis, 2014). Het Business As Usual scenario heeft een potentieel van 1.5% tot 2 % van het warmteverbruik tot 250°C. Het 'forced' scenario heeft een potentieel van 9.1% tot 12.1%, terwijl het ambitieuze scenario een potentieel van 14.1% tot 20.3% heeft. Het verschil tussen de scenario's zit in de hoeveelheid maatregelen. In het ambitieuze scenario zijn er activiteiten op alle vlakken nodig: industrie en branche, onderzoek en ontwikkeling, beleid en regelgeving en overige maatregelen. Succesvolle technische ontwikkelingen leiden in dit scenario tot een prijsreductie van 60% voor kleine en 40% voor grote systemen en tot seizoensopslag met een hoge energiedichtheid en tegen een competitieve prijs. Ook wordt, zonnearmte een integraal deel van multifunctionele bouwdelen en façades. Nieuwe businessmodellen worden ondersteund en onderzocht door een ambitieuze Oostenrijkse energiestrategie.

4.2 Inschatting potentieel zonnewarmte binnen concept Aardgasvrije wijken

Als in heel Nederland de gebouwde omgeving aardgasvrij gemaakt is dan zal de mix van toegepast warmtetechnieken compleet anders zijn dan nu het geval is: aardgasketels zullen alleen nog op groen gas branden, elektrische concepten zullen wijdverbreid zijn en er zal een grote rol zijn voor warmtenetten,

In deze paragraaf wordt een denkbeeldige mix van de toekomstige energievoorziening van woningen verondersteld, waarna per techniek een inschatting gemaakt wordt van de mogelijkheden om zonnewarmte te integreren in het betreffende energiesysteem. Dit is een grove benadering en bedoeld als een ruwe inschatting van het potentieel voor zonnewarmte in een toekomstige situatie waarin de energietransitie succesvol uitgerold is. In PBL (2017) worden energiescenario's tot 2050 gepresenteerd, waarin de totale warmtevraag tot 40% daalt (ten opzichte van 2013). In het scenario met de grootste vraagreductie daalt de totale warmtevraag tot ongeveer 600 PJ en de warmtevraag in woningen tot ruim 200 PJ. Deze waarden worden gebruikt als randvoorwaarden voor de potentieelanalyse.

De details over de invulling van de warmtevraag in woningen met is te zien in tabellen 4.3 (ruimteverwarming) en 4.4 (warm tapwater). De aandelen waarin technieken voorkomen in de denkbeeldige mix staan in de eerste kolom. Voorts is per techniek voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding (aanneame: 45 PJ) ingeschat welk aandeel ervan uitgebreid kan worden met een installatie voor zonnewarmte. Dit zijn percentages tussen 0 en 100% (in de tabel te zien in de kolom 'Aandeel geschikt voor zonnewarmte'). Daarnaast is voor twee varianten (met en zonder seizoensopslag) de zonne fractie bepaald (20% voor systemen zonder seizoenswarmteopslag en 50% voor systemen met seizoenopslag, met hogere percentages voor warmtepomp op PVT of zonnecollectoren – zie tabel). Door de energievraag te vermenigvuldigen met de percentages uit de tabel wordt het aantal PJ voor zonnewarmte bepaald, uitgesplitst naar ruimteverwarming en warmtapwatervraag, voor de gevallen met en zonder seizoensopslag. Alle laagtemperatuurwarmte geproduceerd door onafgedekte (WISC) zonnecollectoren rekenen we toe aan zonnewarmte, ook al is een deel daarvan soms bodem- of omgevingswarmte.

Uit deze concept energiemix voor aardgasvrije wijken volgt voor de potentiële rol van zonnewarmte: 35 PJ zonder seizoensopslag en 54 PJ met seizoensopslag. De onderverdeling tussen ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding is te zien in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Potentieel van zonnewarmte in de verbruikssector woningen volgens eigen inschatting voor aardgasvrije wijken: een indicatieve techniekinvulling op basis van groen gas, warmtenetten en all-electric concepten.

		Potentieel 2050 [PJ]	
		Zonder opslag	Met opslag
Woningen	Ruimteverwarmingsvraag	25	43
	Warmwatervraag	10	11
	Subtotaal woningen	35	54
	<i>Aandeel zonnewarmte woningen</i>	17%	26%

Tabel 4.3 Ruimteverwarmingsvraag naar techniek, in procentuele bijdrage, voor een conceptinvulling van aardgasvrije wijken. Totale warmtevraag: 163 PJ.

	Aandeel in mix	Aandeel geschikt voor zonnewarmte	Zonnefractie		Potentieel 2050 [PJ]	
			Zonder opslag	Met opslag	Zonder opslag	Met opslag
Combiketel op groen gas	25%	5%	20%	50%	0.4	1.0
Warmtepomp op lucht	10%	50%	20%	50%	1.6	4.1
Warmtepomp op bodem	10%	50%	20%	50%	1.6	4.1
Warmtepomp op PVT of zonnecollectoren	10%	100%	80%	80%	13.0	13.0
El. weerstandsverwarming	10%	50%	20%	50%	1.6	4.1
Blokverwarming	10%	10%	20%	50%	0.3	0.8
Stadsverwarming bestaand	5%	20%	20%	50%	0.3	0.8
Stadsverwarming nieuw	20%	90%	20%	50%	5.9	14.7
Totaal	100%				24.9	42.6

Tabel 4.4 Warmtapwaterbereiding naar techniek, in procentuele bijdrage, voor een conceptinvulling van aardgasvrije wijken. Totale warmtevraag: 45 PJ (aanname).

	Aandeel in mix	Aandeel Geschikt voor zonnewarmte	Zonnefractie		Potentieel 2050 [PJ]	
			Zonder opslag	Met opslag	Zonder opslag	Met opslag
Combiketel op groen gas	25%	10%	45%	50%	0.5	0.6
Warmtepomp op lucht	10%	50%	45%	50%	1.0	1.1
Warmtepomp op bodem	10%	50%	45%	50%	1.0	1.1
Warmtepomp op PVT of zonnecollectoren	10%	100%	50%	60%	2.3	2.7
Elektrische boiler	10%	50%	45%	50%	1.0	1.1
Blokverwarming	10%	10%	45%	50%	0.2	0.2
Stadsverwarming bestaand	5%	10%	45%	50%	0.1	0.1
Stadsverwarming nieuw	20%	90%	45%	50%	3.6	4.1
Totaal	100%				9.7	11.0

4.3 Samenvatting

Voor de woningen zijn er uit de literatuur twee cijfers voor het potentieel van zonnewarmte. Het hoogste cijfers uit de literatuur is 77 PJ voor zonnewarmte in huishoudens in 2050 (Holland Solar, 2015), een ander rapport komt iets lager uit (73 PJ in de totale gebouwde omgeving, Berenschot, 2018).

Een indicatie invulling van een energiemix voor aardgasvrije wijken en aannames rondom de mogelijke inpassing van zonnewarmte daarin geeft een alternatieve inschatting. Zonder seizoenswarmteopslag is er in deze variant naar schatting in de woningen een potentieel van 35 PJ in 2050. Wanneer het richting 2050 mogelijk wordt om zonnewarmte te verdelen over de seizoenen dan neemt de schatting voor het potentieel voor woningen toe naar 54 PJ, voornamelijk in de ruimteverwarming. Dit is 26% van de verwachte warmtevraag voor woningen in 2050, uitgaande van een totale warmtevraag voor woningen in de gebouwde omgeving van ruim 200 PJ.

Voor het potentieel van zonnewarmte in de utiliteitsbouw, de industrie en landbouw is geen eigen analyse gemaakt, daarvoor baseren we ons op literatuur. De schatting die Holland Solar voor zonnewarmte in de industrie geeft (19 PJ) vinden we hoog en stellen we bij naar 12 PJ. De schatting van maximaal 3 PJ voor land- en tuinbouw nemen we wel over. De potentiële bijdrage voor zonnewarmte in de utiliteit stellen we op 10 PJ.

De beschikbaarheid van compacte thermische opslag heeft enkel invloed op het te ontsluiten potentieel in de woningbouw. Op basis van de conceptinvulling aardgasvrije wijken komen we tot een potentieel voor zonnewarmte in Nederland van 60 PJ, toenemend tot bijna 80 PJ wanneer compacte seizoenswarmteopslag realiteit wordt. Deze laatstgenoemde waarde van het potentieel betreft ca 10% van de totale warmtevraag bij een indicatieve totale warmtevraag van 800 PJ.

Tabel 4.5 Overzicht van de op basis van eigen analyse gevonden potentiëlen, zonder en met seizoenswarmteopslag, op basis van een concept-invulling van de techniekmix in aardgasvrije wijken). De veronderstelde totale warmtevraag in 2050 is 800 PJ, en de warmtevraag in woningen ruim 200 PJ.

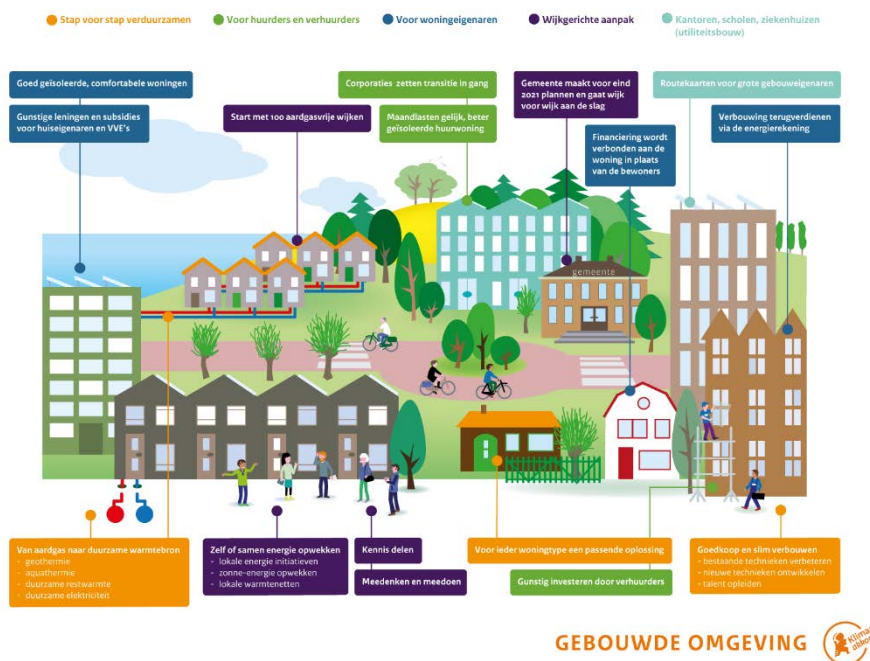
		Potentieel 2050 [PJ]		Holland Solar (2015) Ruimte voor zon, 2050 [PJ]
		Zonder opslag	Met opslag	
Woningen	Ruimteverwarmingsvraag	25	43	52
	Warmwatervraag	10	11	25
	Subtotaal woningen	35	54	77
	<i>Aandeel zonnewarmte woningen</i>	<i>17%</i>	<i>26%</i>	
Utiliteit	Zwembaden, verzorgingstehuizen en hotels	10	10	11
Agrarisch	Land- en tuinbouw, veeteelt	3	3	(2 à 3)
Industrie		12	12	19
Totaal	Alle sectoren (afgerond)	60	80	110
	<i>Aandeel zonnewarmte totale warmtevraag</i>	<i>8%</i>	<i>10%</i>	

5 Welke knelpunten zijn er die dit potentieel tegenhouden en welke maatregelen zijn mogelijk om de knelpunten op te lossen?

Om de knelpunten in beeld te brengen zou in een vervolg ingezoomd moeten worden op elke productmarktcombinatie, om zodoende helder te krijgen wat de specifieke barrières en oplossingsrichtingen zijn. Door de transitie naar aardgasvrije wijken gaan de geïnstalleerde concepten sterk veranderen. Hieronder worden de knelpunten zonder uitsplitsing naar productmarktcombinatie weergegeven.

5.1 Knelpunt Bekendheid

- Zonnewarmte is bij het publiek niet erg bekend en wordt vaak verward met elektriciteitsopwekking uit fotovoltaïsche panelen. Ook PVT is nog erg onbekend.
- Bij communicatie over de energietransitie is de mogelijkheid van zonnewarmte vaak niet prominent aanwezig. Bijvoorbeeld in de Leidraad, maar ook de ‘praatplaat’ uit het Klimaatakkoord noemt zonnewarmte niet, terwijl zonnewarmte wel beoogd wordt onder warmtenetten. Zie de infographic met een overzicht van de belangrijkste afspraken van de sectortafel gebouwde omgeving hieronder (Klimaatakkoord, 2020).



Figuur 5.1 Klimaatakkoord gebouwde omgeving (Klimaatakkoord, 2020)

- Ook bij andere partijen is zonnewarmte als optie vaak onbekend, zoals beleidsmakers, woningcoöperaties en energieadviseurs.

- *Oplossingsrichtingen:*
 - Meer en actievere communicatie. Pluspunten voor zonnewarmte zijn dat de techniek eenvoudig te begrijpen is en dat de impact op de lokale omgeving beperkt is.
 - Duidelijke zonnewarmtesysteemconcepten voor klimaatneutrale projecten
 - Zorg dat deze standaard concepten voor zonnewarmte duidelijk genoemd worden in bv. Leidraad Aardgasvrije Wijken, maar ook in het Klimaatakkoord.
 - Energiemodellen die gebruikt worden voor bijvoorbeeld de Klimaat- en Energieverkenning hebben de verschillende opties voor zonnewarmte vaak niet goed vertegenwoordigd en daarom blijven ze vaak onderbelicht in beleidsanalyses, Dit geldt bijvoorbeeld voor lagetemperatuurwarmtenetten maar ook in grotere lijnen het potentieel van zonnewarmte binnen en buiten de gebouwde omgeving. Het modelinstrumentarium dat gericht is op aardgasvrije wijken zou alle opties voor zonnewarmte in beeld moeten hebben.
 - Duidelijkere communicatie over zonnewarmte in renovatie- en nieuwbouwconcepten
 - Aandacht voor zonnewarmte bij kritieke beslismomenten zoals ketelvervanging of warmtepompplaatsing

5.2 Knelpunt Technisch

- Er is beperkte ervaring met seizoensopslagsystemen.
- Er is een tekort aan goed opgeleide installateurs. De fundamentele veranderingen die er voor verwarming in de gebouwde omgeving kunnen komen vragen dat de systemen met warmtepomp en zonneboiler voldoende marktrijp zijn om op grote schaal uit te rollen. Dit kan een risico zijn, maak ook een kans. Er is een Green Deal voor de installatiebranche in combinatie met warmtepompen.
- Zonnewarmte wordt altijd gecombineerd met andere technieken in een compleet energieconcept; dit kan leiden tot complexe systemen, waarbij in de ontwerpfase veel geoptimaliseerd moet worden.
- Voor inpassing in warmtenetten is het noodzakelijk dat deze op een relatief laag temperatuurniveau bedreven worden. De huidige warmtenetten opereren vaak bij een hoge temperatuur, in het klimaatbeleid wordt voorzien dat deze op termijn naar een middentemperatuur warmtenet omgezet worden.

Oplossingsrichtingen:

- Duidelijke systeemconcepten en transparante opbrengstberekeringen. Bijvoorbeeld een zonneboiler bij een warmtepomp. Of een groot collectorveld gekoppeld aan een warmtenet.
- Nieuwe warmtenetten bij voorkeur op lagere temperatuur
- Soms zijn er opties om de temperatuur van een deel van het warmtenet te verlagen (zoals toegepast in Groningen), dit is voor alle duurzame technieken positief.
- Inzetten op innovatie en pilots, onder andere voor seizoensopslag.

5.3 Knelpunt Ruimte

- Zonnecollectoren en met name de installatie en opslagvat binnen nemen relatief veel ruimte in.
- Voor zonneweides is relatief veel ruimte nodig, wat kosten met zich meebrengt

Oplossingsrichtingen:

- Door componenten van een zonnewarmtesysteem te combineren met een andere functie of een andere plek die niet nuttig gebruikt wordt, kan efficiënter met ruimte worden omgegaan. Voorbeelden zijn bijvoorbeeld combinatie met PV, integratie in een façade, integratie in een bouwelement, opslag in het knieschot van schuine daken

5.4 Knelpunt Economisch

- Lange terugverdiëntijd bij huidige kosten en prijs van alternatieven. Bij zonnewarmte en PV zijn de systeemgrenzen anders, waardoor een prijsvergelijk vaak niet helemaal eerlijk is. Een zonnewarmtesysteem bevat de opslag en soms transport en kan warmte niet zomaar op een extern warmtenet kwijt. Zon-PV kent ook andere voordelen, zoals BTW teruggave en salderen, hoewel dit laatste mechanisme vanaf 2023 in enkele jaren afgebouwd zal worden.
- Relatief hoge investeringskosten en hoge inpassingskosten. Ook het feit dat er slechts een beperkt aantal installatiebedrijven is dat zonnewarmte aanbiedt kan een prijsverhogend effect hebben: door slechte bekendheid van zonnewarmte is er weinig vraag naar installateurs en ook weinig concurrentie.
- Financieringsmechanismen renovatie, met name voor verwarmingssysteem en voor hernieuwbare warmte nog niet goed ontwikkeld, .

Oplossingsrichtingen:

- Het verder verhogen van de energiebelasting en CO₂ beprijzing op aardgas kan de concurrentiepositie van zonnewarmte verbeteren.
- Zorgen voor goed toegankelijke financiering met lage rentes
- ESCO-initiatieven ook voor zonnewarmte
- Goedkopere concepten door opschaling en productontwikkeling. Hiervoor is ook betrokkenheid van de branche voor zonnewarmte nodig.
- Meer gebruik maken van synergie in kosten. Als voorbeeld kan 1/3 van kosten gereduceerd worden door zonneboiler tegelijk met warmtepomp te plaatsen.

5.5 Knelpunt Markt en Stimuleringsbeleid

- Er zijn op dit moment meerdere beleidsmaatregelen om duurzame energie en daarmee zonnewarmte te stimuleren (ISDE, SDE++, ...), maar dit lijkt niet tot het gewenste resultaat te leiden: de effectiviteit van het stimuleringsregime is niet hoog genoeg. Dat kan diverse oorzaken hebben: zonnewarmte is (nog) te duur, andere technieken krijgen te veel steun en zonnewarmte moet nog verder ontwikkeld worden.
- Alvorens tot het aanscherpen van beleid over te gaan zal duidelijk moeten zijn wat de meerwaarde van zonnewarmte is.
- Regulering en beleid zijn traditioneel meer gericht op grootschalige warmtenetten van hoge temperatuur waardoor er niet alleen juridische maar ook praktische bezwaren voor bijvoorbeeld invoeding van zonnewarmte in warmtenetten bestaan.

Oplossingsrichtingen:

- Maak een analyse van de meerwaarde van de verschillende productmarktcombinaties. Hieruit zal blijken of aanvullend beleid noodzakelijk is voor bepaalde toepassingen. Daarbij is het belangrijk, dat beleid niet alleen op effectiviteit te toetsen, maar ook te zorgen dat het efficiënt is en geen overstimulering introduceert. Richt daarbij in eerste instantie de aandacht op bestaande instrumenten (ISDE, SDE++, BENG, ...) en stem die af op de productmarktcombinaties.
- Het stimuleren van lagere temperatuur toepassingen voor zonnewarmte, zoals onafgedekte zonnewarmte en onafgedekte PVT systemen in combinatie met warmtepompen en seizoensopslag. In hoeverre deze toepassingen ook in aanmerking zouden moeten komen voor een *financiële* ondersteuning is te bezien, mede omdat lagetemperatuurtoepassingen wellicht al rendabel zijn. Als bron voor een warmtepomp is PVT in de gebouwde omgeving een veelbelovende optie omdat de brontemperatuur erdoor toeneemt en daarmee de efficiëntie van de warmtepomp. Aanbeveling is om na te gaan hoe WISC-PVT als bron voor een warmtepomp gestimuleerd kan worden. Een oplossingsrichting zou bijvoorbeeld zijn om de warmtepomp rekentechnisch een bonus te geven in combinatie met PVT.
- Zorg dat systemen met WISC/onafgedekte zonnewarmte en PVT collectoren terugkomen in de statistieken voor duurzame energie. Op dit moment komt de combinatie van onafgedekte zonnewarmte of PVT collectoren met een warmtepomp niet in de statistiek als zonnewarmte. Daardoor is subsidie voor die techniek moeilijk te verantwoorden.
- Conventionele energiedragers (m.n. aardgas) duurder maken (via heffingen bijvoorbeeld) zodat de concurrentiepositie van zonnewarmte verbetert. Dit gebeurt al via belastingschuif klimaatakkoord.
- Maak een duidelijke schets van gasloze concepten inclusief zonnewarmte. Duidelijk zonnewarmte in klimaatneutrale concepten meenemen, zowel kleinschalig als grootschalig.
- Nieuwbouw: de EPC en BENG bieden onvoldoende stimulans om voor zonnewarmte of PVT te kiezen. Aanscherping van de BENG-normen kan stimulerend werken voor het aandeel duurzame opwek (incl. ST). IN de toekomst gaat de WT en RV verdeling naar ongeveer 50:50 en neemt het belang van WT oplossingen toe.

- Afbouw van saldering van elektriciteit uit PV (is al aangekondigd door het ministerie van EZK (Wiebes, 2020) zodat PV en zonnewarmte meer een gelijk speelveld hebben.
- Binnen de bepalingsmethode NTA 8800 (Energieprestatie van gebouwen) wordt PV overgewaardeerd, omdat elektriciteitsproductie van de zomer mag verrekenen met het verbruik in de winter. Deze methodiek is van toepassing op zowel nieuwbouw, bestaande bouw, woningbouw als utiliteitsbouw. Deze technische afspraak zou verbeterd kunnen worden zodat de positie van zonnewarmte sterker wordt.
- Bij renovatie (naar een energiepositieve gebouwde omgeving) duidelijke integratie van zonnewarmte bij de 'standaard' concepten voor het klimaatneutraal maken van individuele woningen, een blok woningen, straat of wijk.
- Aanbod van integrale systeemconcepten door alle betrokken partijen.
- Faciliteren van innovatieve benaderingen rondom warmtenetten, gericht op meerdere schaalgroottes zodat zonnewarmte kansen krijgt. Bijvoorbeeld bij invoeding in warmtenetten, kleinschalig en op lage temperatuur.

6 Contouren van een routekaart - toepassing zonnewarmte in aardgasvrije wijken tot 2050

Dat zonnewarmte in de huidige Nederlandse energiehuishouding slechts een kleine rol speelt is een feit. Er bestaat echter wel een significant potentieel voor zonnewarmte, zeker als onderdeel van een geïntegreerd energiesysteem.

In de huidige discussies rondom de verduurzaming in Nederland, onder meer in de lokale discussies over de regionale energiestrategieën, speelt zonnewarmte een ondergeschikte rol. Maar er zijn volop kansen voor zonnewarmte en in dit hoofdstuk wordt een aanzet gegeven tot een routekaart voor zonnewarmte. We geven aan welke rol zonnewarmte kan spelen in een aardgasvrije gebouwde omgeving en wat daarvoor achtereenvolgende mijlpalen zouden kunnen zijn. Bij het verder uitwerken van de routekaart zonnewarmte kan dit in overleg met de betrokken stakeholders nader uitgewerkt worden.

Om de discussie rondom de kansen voor zonnewarmte te faciliteren wordt op de volgende pagina voor vier zichtjaren (2020, 2025, 2030 en 2050) de mogelijke status in de toekomst en de daarvoor benodigde ontwikkelingen in tabelvorm gepresenteerd. Deze matrix voor zonnewarmte in de energietransitie en de aardgasvrije gebouwde omgeving verdient het om verder uitgewerkt te worden, in samenspraak met de branche voor zonnewarmte en beleidsmakers. De stand van zaken in de betreffende zichtjaren wordt toegelicht, evenals de ontwikkelingen. De ontwikkelingen worden voor vier aspecten toegelicht: mechanismen achter kostendaling, drijvende krachten voor innovatie en agendapunten voor beleidsmakers en de branche voor zonnewarmte.

Na de tabel wordt elke rij toegelicht in een korte tekst.

Tabel 6.1 Matrix voor zonnearmte in de energietransitie en de aardgasvrije gebouwde omgeving. Dit is een eerste aanzet die in een toekomstige roadmap voor zonnearmte in overleg met alle stakeholders verder aangepast en uitgewerkt kan worden.

		2020	2025	2030	2050
Stand van zaken	Realisatie/ Ambitie	In 2018: 1,1 PJ In 2020: vergelijkbaar	Ongeveer 2 PJ (bij 15% jaarlijkse groei)	Ongeveer 5 PJ (bij 15% jaarlijkse groei)	Met ambitieus beleid, geslaagde innovatie en langjarige gemiddelde groei van 15%: 60 à 80 PJ zonnearmte (zonder en met seizoenswarmteopslag).
	Mogelijke/ verwachte toepassing	Directe inzet mogelijk in de gezondheidszorg, bij sportclubs, in multi-megawatt systemen. Tevens markt voor zonneboilers uitbouwen	Zonnearmte is serieuze optie voor aardgasvrije wijken richting 2030, voor individuele woningen en appartementencomplexen.	Met integrale systeemconcepten wordt zonnearmte standaardtechniek, door kostendaling en innovatie sterk in zowel de nieuwbouw- als de renovatiemarkt. Het imago is verbeterd.	Zonnearmte is concurrerend in de gebouwde omgeving en ook in andere sectoren, zoals industrie en land- en tuinbouw.
Ontwikkelingen	Kosten daling	<ul style="list-style-type: none"> Projectmatige aanpak Grootschalige systemen Synergie met warmtepomp Opschaling van de markt. 	<ul style="list-style-type: none"> Meest kansrijke systeemconcepten Kostendaling door innovatie, efficiëntieverhoging en schaalvergroting 	<ul style="list-style-type: none"> Kant-en-klaar geïntegreerde en geïndustrialiseerde concepten Innovatie in seizoensopslag Collectieve systemen met seizoensopslag op wijkniveau 	<ul style="list-style-type: none"> Focus op ontwikkeling nieuwe generaties zonnearmtesystemen
	Innovatie	<ul style="list-style-type: none"> Combinatie van ST & PVT en warmtepompen Innovaties in seizoensopslag op verschillende schaalgroottes Grotere zonnefracties, integrale concepten en productverbeteringen. Pilots met de koppeling van zonnearmte en warmtenetten. 	<ul style="list-style-type: none"> Renovatiepakketten, met concepten met meerdere technieken Innovatieve systeemkoppeling Grootschalige en compacte warmteopslag Optimalisatie van systeemconcepten en incorporeren van verantwoord ondernemen. 	<ul style="list-style-type: none"> Thermochemische warmteopslag Innovatieve opslagconcepten en kostendaling daarvan Renovatie- en nieuwbouwconcepten. Ontwikkeling van optimale onderhoudsstrategieën. 	<ul style="list-style-type: none"> Volgende generaties integrale systeemconcepten Maximale efficiëntie en minimale kosten.
	Beleid	<ul style="list-style-type: none"> Discussie over geïntegreerde energieconcepten met zonnearmte Bestaande beleidsmaatregelen worden effectiever gemaakt voor zonnearmte, seizoensopslag, warmtenetten en ST / PVT In de warmtewet wordt geanticipeerd op netten met geïntegreerde energiesystemen en meerdere schaalgroottes Aandacht voor de combinatie van systeemcomponenten. 	<ul style="list-style-type: none"> Door gericht beleid steun voor meest kansrijke systeemconcepten Ontwikkelen van normen en standaarden Gelijk speelveld en afstemmen van regulering van zonnearmte en geïntegreerde systemen in warmtenetten 	<ul style="list-style-type: none"> Geen of nauwelijks stimulerend beleid meer nodig Eisen op gebied van hernieuwbare energiegebruik en kwaliteit Marktdynamiek wordt sturend Certificeren van compacte integrale systemen/apparaten 	<ul style="list-style-type: none"> Blijven monitoren en faciliteren van de markt
	Branche	<ul style="list-style-type: none"> Verbeterde communicatie Technologische innovatie Prijsverlagingen Integrale concepten Initiërende en sturende rol Technische scholing van personeel. 	<ul style="list-style-type: none"> Technologische innovatie Synergie met warmtepompen, warmtenetten en renovatie. Focus op meest kansrijke systeemconcepten Kostendaling Certificering concepten en beschikbaar maken in rekensoftware 	<ul style="list-style-type: none"> Efficiënte ketens Focus ook op andere sectoren Optimale onderhoudsstrategieën Systeemconcepten beschikbaar in ontwerpsoftware Internationale marktkansen. 	<ul style="list-style-type: none"> Ontwikkeling nieuwe generatie zonnearmtesystemen

Realisatie/Ambitie

Zonnewarmteproductie in 2018 bedroeg 1,1 PJ, en naar verwachting zal de realisatie voor 2020 vergelijkbaar zijn. Onmiddellijke versnelling van de groei is noodzakelijk om op termijn het potentieel te kunnen benutten. Uitgaande van een ambitieus groeiscenario van gemiddeld 15% per jaar netto toename lijkt 2 PJ haalbaar in 2025 en 5 PJ in 2030. Als dit groeiscenario gehandhaafd blijft is het ontsluiten van het in deze studie gevonden potentieel binnen bereik, op voorwaarde van geslaagde innovatie: 60 à 80 PJ (zonder en met seizoenswarmteopslag) in 2050.

Mogelijke/verwachte toepassing

Reeds in 2020 zijn er nichemarkten waar zonnewarmte competitief is, mede dankzij bestaande beleidsmaatregelen: onder andere in de gezondheidszorg, land- en tuinbouw en bij sportclubs. Door multi-megawatt systemen te implementeren kan groei op korte termijn flink toenemen, maar daarbij moet ook de markt voor zonneboilers onderhouden worden. Tegen 2025 zal de sector voor zonnewarmte moeten zorgen dat zonnewarmte een serieuze optie is voor toepassing in aardgasvrije wijken, zowel voor individuele woningen als voor appartementencomplexen. Hiermee wordt de kiem gelegd voor de uitrol na 2030, waarvoor integrale systeemconcepten met zonnewarmte standaard moeten worden. De sector blijft inzetten op kostendaling en innovatie voor seizoenswarmteopslag en is actief in zowel de nieuwbouw- als de renovatiemarkt. Het imago van zonnewarmte is enorm verbeterd en in 2050 is zonnewarmte een concurrerende standaardtechniek voor warm tapwater en ruimteverwarming in de gebouwde omgeving. Waar mogelijk wordt zonnewarmte toegepast in andere sectoren, zoals industrie en land- en tuinbouw.

Kostendaling

Vanaf 2020 inzetten op kostendaling door projectmatige aanpak, grootschalige systemen en synergie met de warmtepomp (gezamenlijk buffervat en installatietechniek), waarbij gestreefd wordt naar flinke opschaling van de markt. Na 2025 moeten dan de meest kansrijke integrale systeemconcepten duidelijk worden, waarna door gerichte innovatie, efficiëntieverhoging en schaalvergroting verdere kostendaling gerealiseerd wordt. In de periode na 2030 komen hierdoor kant-en-klaar geïntegreerde en geïndustrialiseerde concepten en innovaties beschikbaar, waardoor installatie van zonnewarmtesystemen sneller en dus goedkoper wordt. Door innovaties bij seizoensopslag gaan ook de energieprestaties van zonnewarmte verder omhoog. Kostendaling wordt evenzeer gerealiseerd met collectieve systemen en seizoensopslag op wijkniveau. In 2050 wordt de aandacht gericht op de volgende decennia en zullen nieuwe generaties zonnewarmtesystemen ontwikkeld worden.

Innovatie

Vanaf 2020 wordt in de nieuwbouw ingezet op de combinatie van PVT en warmtepompen als potentiële standaard technologie voor aardgasvrije wijken. Via pilots wordt ervaring opgedaan met innovaties in seizoensopslag op verschillende schaalgroottes (van een enkele woning in het buitengebied tot klein collectief of woonwijk). Inzetten op het realiseren van grotere zonnefracties, integrale concepten

en productverbeteringen. Pilots opzetten met de koppeling van zonnewarmte en warmtenetten. Vanaf 2025 wordt zonnewarmte onderdeel van renovatiepakketten, met concepten met meerdere technieken, waarbij innovatieve koppeling tot stand gebracht wordt, in combinatie met grootschalige en compacte opslag van zonnewarmte. Door voortdurende optimalisatie van systeemconcepten en het incorporeren van verantwoord ondernemen verwerft zonnewarmte een plek in de energietransitie. Vanaf 2030 vinden er succesvolle pilotprojecten plaats met thermochemische warmteopslag, met aandacht voor concepten die geen beslag leggen op de vierkante meters woonoppervlak. Kostendaling hiervan is één van de innovatiepunten. Innovaties uit de PV-, zonnewarmte- en warmtepompwereld komen samen in renovatie- en nieuwbouwconcepten en de ontwikkeling van optimale onderhoudsstrategieën. Vanaf 2050 ligt de prioriteit op volgende generaties integrale systeemconcepten, van onderzoek tot installatie, gebruik, onderhoud en het uit bedrijf nemen c.q. vervangen van installaties, met het oog op maximale efficiëntie en minimale kosten.

Beleid

Vanaf 2020 wordt in de discussie over energietransitie voorgesorteerd op geïntegreerde energieconcepten, met daarbij een duidelijke rol voor zonnewarmte, met name in aardgasvrije wijken. Bestaande beleidsmaatregelen (ISDE, SDE++) worden effectiever gemaakt voor zonnewarmte, seizoensopslag, warmtenetten en PVT, en de combinatie van deze componenten. In een passend reguleringsstelsel en bij effectief beleid hebben alle technieken, grootschalig of kleinschalig, traditioneel of innovatief, een gelijke kans en kunnen consumenten die zonnewarmte wensen, deze ook vrijelijk aanleggen en gebruiken. Binnen een dergelijk systeem kunnen nieuwe systeemconcepten zich ontwikkelen. De meest kansrijke concepten kunnen dan – indien nodig – extra ondersteuning ontvangen. Als dan in 2025 de meest kansrijke systeemconcepten duidelijk worden dan kan door gericht beleid gezorgd worden dat deze markten de nodige steun ontvangen. Zorg dat zonnewarmte past in de bestaande en nog te ontwikkelen normen en standaarden en zorg voor een gelijk speelveld door het afstemmen van de marktregulering op zonnewarmte en geïntegreerde systemen, waardoor ook collectieve zonnewarmtesystemen en invoeding in warmtenetten niet op praktische en juridische problemen stuiten. Vanaf 2030 kan gestreefd worden naar een situatie waarin geen stimulerend beleid meer nodig is, maar waarin door scherpe eisen op gebied van hernieuwbare energiegebruik en kwaliteitseisen voor zonnewarmte en thermochemische opslag de marktdynamiek sturend wordt. Er is aandacht voor het certificeren van compacte systemen/apparaten die meerdere hernieuwbare energiebronnen integreren. Na 2050 is het beleid vooral gericht op het monitoren van de ontwikkelingen en het faciliteren van de markt.

Branche voor zonnewarmte

Onmiddellijke verbeterde communicatie over zonnewarmte is essentieel. Voor zonneboilers is het belangrijk dat de voordelen ervan op kritische beslismomenten ter tafel komen, zoals bij ketelvervanging of warmtepompinstallatie. Technologische innovatie is nodig voor prijsverlagingen en nieuwe concepten, voor componenten, opslag, integrale concepten en installatie en daarbij is een initiërende en sturende rol vanuit de branche zelf noodzakelijk, evenals bij de technische scholing van personeel. Na 2025 blijft technologische innovatie belangrijk, met focus op

samenwerking in totaalenergieconcepten. Streef naar synergie met branches voor warmtepompen, warmtenetten en renovatie. Door focus op de meest kansrijke systeemconcepten, *learning by doing* en technische scholing van personeel verdere kostendaling realiseren. Zorg voor certificering en maak alle systeemconcepten beschikbaar in de rekensoftware voor ontwerp en normering. Vanaf 2030: samenwerken met andere techniekaanbieders aan efficiënte ketens om tot totaalconcepten voor verwarming te komen en kijk daarbij ook naar andere sectoren dan de gebouwde omgeving, onder andere door ontwikkelingen en inzet van hogetemperatuurcollectoren. Focus op optimale onderhoudsstrategieën voor integrale energiesystemen. Kijk ook naar internationale marktkansen. Een sterke nationale branche voor zonnewarmte en integrale energiesystemen kan op internationaal niveau kansen grijpen door de kennis zoals die voor de Nederlandse energietransitie ontwikkeld is wereldwijd in te zetten. Voor de periode na 2050 kan focus liggen op de ontwikkeling van een nieuwe generatie zonnewarmtesystemen.

7 Aanbevelingen voor vervolg

Op basis van deze voorstudie doen wij de volgende aanbevelingen:

1. Maak een volledige routekaart

Een aantal onderdelen van de roadmap is met deze aanzet al ontwikkeld:

- Kansrijke product-marktcombinaties
- Een substantieel potentieel voor zonnewarmte in 2050
- Issues, knelpunten en oplossingsrichtingen om het potentieel van zonnewarmte te kunnen realiseren
- Contouren van de routekaart hoe zonnewarmte kan worden ingezet bij de transitie naar aardgasvrije wijken

Er is een significant potentieel voor zonnewarmte. Tevens verwachten we dat zonnewarmte kan bijdragen aan kostenreductie van duurzame energieproductie en voor het realiseren van aardgasvrije wijken tot 2050. Zonnewarmte verdient dan ook een plaats in het beleid naar een duurzame toekomst en bijbehorende strategiedocumenten zoals de Leidraad en het Klimaatakkoord. Wanneer er geen extra inzet komt blijft dit potentieel onbenut. Dit leidt tot de conclusie dat het wenselijk is om dit uit te werken tot een volledige routekaart.

Hiervoor doen wij de volgende aanbevelingen met betrekking tot *proces* en *inhoud* van de roadmap.

2. Proces

Essentieel voor het opstellen van een routekaart, is dat de markt dit als noodzaak ziet. Uit dit project bleek dat de markt een roadmap wil en dat het potentieel uit de aanzet een roadmap rechtvaardigt. Voor het opstellen van een roadmap is actieve deelname van de branche voor zonnewarmte een vereiste. Daarvoor is een eensgezinde strategie met alle deelnemers inclusief stappenplan en tijdsplan nodig.

- Rolverdeling, afspraken en verantwoordelijkheden vastleggen voor het opstellen van de roadmap.
- De deelnemers aan de roadmap zijn partijen die kennis, informatie en innovatie leveren. Wij zien een rol voor de volgende partijen:
 - Branche (producenten zonnewarmte, bouwwereld en installatiebranche)
 - Overheid (Rijk m.b.t. beleid, gemeentes m.b.t. plannen aardgasvrije wijken)
 - Kennisinstituten
 - Maatschappelijke organisaties, waaronder consumentenverenigingen
 - Ontwikkelaars warmtenetten
 - Woningcorporaties, projectontwikkelaars
 - Energiecoöperaties
 - Energieadviseurs
 - Brancheorganisaties eindverbruikers utiliteit, agrarisch, industrie
- Een plan voor een periodieke herziening van de roadmap. Een roadmap is geen statisch document.

3. Inhoudelijk

Zonnewarmte moet bijdragen aan het reduceren van kosten voor duurzame energieproductie en aardgasvrije wijken tot 2050. Voor een succesvolle uitrol van zonnewarmte is het belangrijk dat er zicht is op systeem(concepten) die zonder subsidie competitief zijn.

- Kostenontwikkelingen van zonnewarmte en seizoenswarmteopslag in relatie tot andere technieken en energiebelastingen en energieprijzontwikkelingen evalueren. Belangrijk is daarbij dat vergelijkbare systeemgrenzen gebruikt worden, zodat bijvoorbeeld de vergelijking met PV eerlijk is (netgekoppelde PV heeft geen opslag nodig, zonnewarmte wel). Deze kostenpaden moeten bruikbaar zijn voor het updaten van de beleidsmodellen die gebruikt worden, zoals de Klimaat- en Energieverkenning, maar ook voor rekensoftware die door gebouwoontwerpers gebruikt wordt. Meerwaarde van zonthermie als onderdeel van aardgasvrij concepten berekenen zowel in CO₂ als in financiële zin.
- Een gedetailleerdere uitwerking maken van potentieel van alle product-marktcombinaties, ook voor utiliteit, industrie en landbouw. Status zonnewarmte internationaal: routekaarten en beleidsinstrumenten onderzoeken.
- Het is belangrijk dat zonnewarmte ook gedocumenteerd wordt in de nationale en internationale statistiek voor hernieuwbare energie en daardoor ook meetbaar bijdraagt aan de doelstellingen voor klimaat en energie. Neem lagetemperatuurtoepassing met onafgedekte zonnewarmtecollectoren en PVT collectoren ook op in de statistiek.
- In overleg met alle stakeholders uitwerken van contouren routekaart tot een realistische en haalbare routekaart waarin duidelijk aangegeven wordt wat nodig is om knelpunten op te lossen:
 - Kennis en innovatie
 - Beleid
 - Communicatie
 - Marktontwikkeling
- Opvolgingsplan voor de roadmap ontwikkelen: regelingen om innovatie te stimuleren MOOI/TSE/TKI etc

Er is stevig commitment vereist van de zonnewarmtesector (breed) én de overheid, met langjarige samenwerking tussen deze partijen, aangevuld met kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties, om deze verandering in gang te zetten en te laten slagen.

Referenties

Berenschot (2018). *Het 'warmtescenario': Beelden van een op warmte gerichte energievoorziening in 2030 en 2050*.

CBS (2019a). *Hernieuwbare energie in Nederland 2018*, Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2019b). *Warmtemonitor 2017*, Beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2019/23/warmtemonitor-2017>.

CBS (2020). Statline: Zonnewarmte; aantal installaties, collectoroppervlak en warmteproductie, Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.

CE Delft (2017). *Net voor de Toekomst – Achtergrondrapport* (Grid for the Future – Background report).

CE Delft (2019). Functioneel ontwerp LT-warmtenetten gebouwde omgeving Concept voor validatie Vesta Maart 2019; [link](#)

Fink, C., D. Preis (2014). Roadmap "Solarwärme 2025"; Eine Technologie- und Marktanalyse mit Handlungsempfehlungen, AEE- Institut für Nachhaltige Technologien, [link](#)

Gasunie (2018). Verkenning 2050.

IEA SHC Task 55 (2019). Factsheet Store Solar Energy in Summer for Heating in Winter, <http://task55.iea-shc.org/>

Klimaatakkoord (2019). Afspraken in sectoren C1 Gebouwde omgeving, [link](#)

Klimaatakkoord (2020). <https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving>

Menkveld, M.; Beurskens, L.W.M. (2014). *Duurzame warmte en koude in Nederland*, ECN Beleidsstudies, ECN-B--09-014, 2009: <https://publicaties.ecn.nl/ECN-B--09-014>

Mesquita, et al (2017). *Drake Landing Solar Community: 10 Years of Operation*, ISES Solar World Congress 2017.

Nationaal Expertisecentrum Warmte (2013). *Warmte en koude in Nederland*. [link](#)

PBL (2017). *Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland*, Planbureau voor de Leefomgeving, 2017, [link](#)

PBL (2020). *Startanalyse aardgasvrije buurten* (30 oktober 2019) Achtergrondstudie Planbureau voor de Leefomgeving, 2020, [link](#)

Platzer, W. (2015). *Potential studies on solar process heat worldwide*, Deliverable C5, IEA SHC Task 49, [link](#)

Sibbitt, Bruce & McClenahan, Doug & Djebbar, Reda & Thornton, Jeff & Wong, Bill & Carriere, Jarrett & Kokko, John (2012). The Performance of a High Solar Fraction Seasonal Storage District Heating System – Five Years of Operation. *Energy Procedia*. 30. 856–865. 10.1016/j.egypro.2012.11.097

TU Delft (2019). Nieuw ontwerp voor aardgasvrij maken van wijken zorgt voor flinke CO₂-besparing, <https://www.tudelft.nl/2019/tu-delft/nieuw-ontwerp-voor-aardgasvrij-maken-van-wijken-zorgt-voor-flinke-co2-besparing/>

Veenstra, Amelie (2015). Ruimte voor zonne-energie in Nederland 2020-2050, *Holland Solar*, [link](#).

Wiebes (2020). Kamerbrief over afbouw salderingsregeling, [link](#)

A Beleidsmaatregelen zonnewarmte in Nederland

Overgenomen uit Duurzame warmte en koude in Nederland (Menkveld, M.; Beurskens, L.W.M., ECN Beleidsstudies, ECN-B--09-014, 2009: <https://publicaties.ecn.nl/ECN-B--09-014>)

1988: start van de eerste subsidieregeling voor zonneboilers

De subsidie bedroeg maximaal 40% van de investering, het budget was 7 miljoen gulden per jaar. Vanaf 1991 bedroeg de subsidie 700 gulden per m² geïnstalleerd collector oppervlak met een maximum van 4 m².

1990: Doelstelling zonneboilers in Nota Energiebesparing

In de Nota Energiebesparing staat de doelstelling 300.000 zonneboilers in 2010. Onderzoek op gebied van zonthermisch achtte EZ niet nodig en hiervoor stelde het ministerie geen budgetten beschikbaar. De nadruk van het Novem programma Zonthermisch zou vooral op marktintroductie moeten liggen. Op basis van dit uitgangspunt ontwikkelde Novem een marketingstrategie voor de periode tot 1994. In 1991 ging de Zonneboiler Campagne van start.

1991: Start van de zonneboilercampagne

Belangrijkste doelgroep waren de net nieuw gevormde distributiebedrijven. Deze bedrijven hadden in het kader van het MAP (Milieu Actie Plan) met EZ afgesproken iets voor het milieu te doen en de zonneboiler was één van de opties. In de jaren daarna nemen de energiebedrijven 80% van de jaarlijkse afzet van zonneboilers voor hun rekening en zijn daarmee de grootste afnemers van zonneboilers.

1993/1994: stabilisatie van de markt

Hoewel het aantal geïnstalleerde zonneboilers begin jaren '90 toenam van enkele honderden naar ruim 2000 systemen per jaar trad in 1993 en 1994 een stabilisatie op. Belangrijkste reden was dat de budgetten steeds vroegtijdig op waren. Het kabinet wilde de subsidie schrappen. In 1993 en 1994 wordt de BSET-subsidie op zonneboiler gecontinueerd maar met steeds lagere bedragen per m².

1994: Meerjarenafpraak zonneboilers ondertekend

Op 3 februari 1994 wordt door EnergieNed, een vijftal distributiebedrijven, de zonne-energie-industrie, EZ, Novem en Holland Solar een meerjarenafpraak gesloten. Daarin zegt de industrie toe dat zij zal werken aan een verlaging van de kostprijs (incl. Installatie, excl. Btw) van een zonneboiler, van 3850 gulden in 1991 naar 2.350 gulden in 1997. De distributiebedrijven streven ernaar het tempo van de plaatsing op te voeren, van 1.800 naar 14.000 stuks per jaar. Novem zal in het kader van het door haar gecoördineerde Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie betrokken energiebedrijven financieel ondersteunen.

Novem en Holland Solar zetten samen de zonneboilercampagne voort. Verder wordt een kwaliteitscertificaat ontwikkeld. EZ zal tot 1997 gemiddeld 7 miljoen gulden per jaar beschikbaar stellen voor het subsidiëren van de aanschaf van een zonneboiler. Daarna moet de zonneboiler het zelfstandig kunnen redden op de markt. Vanaf 1995 wordt de subsidie gerelateerd aan de energieopbrengst in plaats van het collectoroppervlak van de zonneboiler.

Door de groei van de vraag, toenemende efficiëntie van productiemethoden en productinnovatie zullen de prijzen van zonneboilers dalen. In 1991 was de prijs van geplaatste zonneboilers nog f. 3.800, eind 1995 bedraagt de prijs al minder dan f. 2.900. De zonneboilerfabrikanten lijken hiermee voor te lopen op de afspraken die gemaakt zijn in het kader van de meerjarenafpraak. Een verdere prijsdaling van zonneboilers is noodzakelijk. De zonneboiler moet namelijk vanaf 1998 ook zonder subsidie van EZ in grote hoeveelheden op de markt kunnen worden afgezet.

1995: Derde Energienota verschijnt

Het verschijnen van de derde Energienota leidt tot nieuwe aandacht voor duurzame energie. De streefdoelen gaan omhoog: 80.000 zonneboilers in 2000 en 400.000 in 2010. De subsidie op de aanschaf van zonneboilers, die oorspronkelijk in 1997 zou worden beëindigd, wordt tot en met het jaar 2000 voortgezet. Met ingang van 1998 heeft EZ het budget voor deze subsidieregeling verhoogd van 6 naar 8 miljoen gulden per jaar. Maar omdat de verlenging van de subsidieregeling na 1998 pas in november wordt gepubliceerd, wordt in 1998 slechts voor 2 miljoen gulden subsidie aangevraagd.

1999: Meerjarenafpraak wordt convenant zonneboilers

Ruim dertig partijen verklaren samen met EZ en VROM zich te zullen inzetten voor de toepassing van zonneboilers in Nederland middels het tekenen van het convenant Zonneboilers. Het convenant is een vervolg op de meerjarenafpraak Zonneboilers die in 1997 is afgelopen. De ondertekening vond ruim een jaar later plaats dan voorzien, vanwege de moeite die het kostte om het niet in strijd te laten zijn et de mededingingswetgeving en Europese regelgeving. Dertien producenten van zonneboilers zetten zich in voor verbetering van de kwaliteit van de boilers, terwijl installateurvereniging VNI de kwaliteit van de installatie onder de loep neemt. Dertien aangesloten energiebedrijven hebben een inspanningsverplichting om 40.000 zonneboilers bij te plaatsen in 2000 en bijna 65.000 tot 2002. Het convenant heeft een looptijd tot ultimo 2001 met de mogelijkheid tot verlenging tot 2007. Uiteindelijk zal er een zonneboilermarkt moeten ontstaan die de doelstelling van 400.000 zonneboilers in 2010 mogelijk maakt.

2000: overheidsdoelstelling niet gehaald

De doelstelling voor het jaar 2000 (80.000 zonneboilers) wordt niet gehaald. De verwachting was dat de energieprestatienorm voor nieuwe woningen vanzelf tot de toepassing ervan zou leiden. Verder is de MAP-bijdrage in 2000 verdwenen, waarmee de distributiebedrijven de zonneboilers konden financieren. En de zonneboiler heeft concurrentie gekregen van steeds efficiëntere HR-combiketels.

2001: EZ kiest voor biomassa en wind, 2002 beëindiging convenant

In de toelichting op de rijksbegroting voor het jaar 2002 beschrijft Economische Zaken haar "nieuwe strategie" ten aanzien van duurzame energie. Dit naar aanleiding van een "herbezinning" op de overheidsdoelstelling in het licht van factoren die duurzame energie beïnvloeden. De doelstelling is 10% duurzame energie in 2020, met als tussendoelstelling 5% in het jaar 2010. Voor het Nederlandse elektriciteitsgebruik wordt gestreefd naar een aandeel van 9% in het jaar 2010 en 6% in het jaar 2005.

Deze nieuwe strategie houdt in dat het nationale beleid meer prioriteit zal geven aan duurzame energieopties die de grootste bijdrage aan de 10% doelstelling in 2020 kunnen leveren. Dat zijn volgens het ministerie met name elektriciteit uit wind

op zee en biomassa. Concreet houdt dit in dat het ministerie de regie zal voeren bij de ontwikkeling van windparken op zee en dat gestudeerd zal worden op mogelijke biomassaopties, waarbij het bijstoken van biomassa in kolencentrales onverminderd belangrijk zal blijven.

Volgens het ministerie wordt er van andere duurzame bronnen, zoals zonneboilers, fotovoltaïsche cellen en warmtepompen pas na 2020 een substantiële bijdrage verwacht. Dit betekent dat deze bronnen geen specifieke steun meer zullen krijgen: zo zullen de convenanten voor de marktintroductie van genoemde bronnen tussen overheid en marktpartijen na het aflopen ervan, "mede in verband met hun geringe effectiviteit in termen van mensen/middelen", niet voortgezet worden. In 2002 wordt het convenant zonneboilers beëindigd.

2001 t/m 2003: Energiepremieregeling

Per 1 januari 2001 wordt de energiepremieregeling uitgebreid. De regeling omvat naast energiebesparende maatregelen ook maatregelen voor duurzame energie bij particuliere huishoudens, zoals PV-systemen, zonneboilers en warmtepompboilers. In 2003 wordt EPR-subsidie beëindigd. Het effect voor de zonneboilermarkt is beperkt, omdat de nieuwbouw geen gebruik kon maken van de EPR en dat is het belangrijkste segment voor de zonneboilermarkt. Nadat ook de EPR-subsidie is stopgezet loopt de markt terug, Nederland is het enige land in Europa met een dalende markt voor zonneboilers. De tijdelijke regeling CO₂-reductie gebouwde omgeving heeft maar beperkt effect gehad op de markt. Ook de verdere aanscherping van de EPC naar 0,8 heeft nog weinig effect op de markt. Belangrijkste reden hiervoor is dat ook de EPC van 0,8 te halen is met goedkopere technieken.

2008: Schoon en zuinig

In het kader van ambitieuze energie-en klimaatdoelen van het huidige kabinet zoals verwoord in het werkprogramma 'Schoon en zuinig' start in september 2008 een nieuwe subsidieregeling voor zonneboilers in de bestaande woningbouw. Voor de aanschaf van kleine zonneboilers met een collectoroppervlak tot zes vierkante meter zal in het eerste jaar tot en met augustus 2009, de subsidie 200 euro per GJ bedragen. Voor grotere zonneboilers geldt een subsidie van 180 euro per GJ. Voor de meest gangbare zonneboiler betekent dit een gemiddelde subsidie van 600 tot 1000 euro. Er is voldoende subsidiebudget om in vier jaar in totaal tussen 50.000 en 60.000 zonneboilers te subsidiëren.

2009: Zonnewarmte in SDE

Grootschalige zonnewarmte werd in 2009 opgenomen in de SDE, een subsidie gebaseerd op de geproduceerde warmte. Eerst voor systemen boven 100 m², daarna vanaf 200 m².

2011: Regeling Duurzame Warmte stopgezet

In 2011 is de regeling duurzame warmte voor hernieuwbare warmtetechnieken in de bestaande bouw stopgezet.

2016: Zonnewarmte in ISDE

In 2016 kwam de investeringssubsidie ISDE, voor de systemen kleiner dan binnen SDE+ zou passen