

Bijlage 1: Overzicht van technieken

Zonnethermie

Bij zonnethermie wordt zonlicht en/of zonnewarmte opgenomen in collectoren (panelen met water) of buizensystemen. De systemen bevatten meestal buffervaten om een voorraad warmte op te slaan, omdat er ook behoefte is aan warmte als de zon niet schijnt. Een voordeel is dat deze techniek al flink is doorontwikkeld en dat er al veel ervaring mee is opgedaan. De aanpassingen binnen de woning aan de afgiftesystemen zijn verschillend en moeten individueel bekeken worden. Een nadeel is dat het systeem veel meer ruimte vraagt dan een cv-ketel.

Zonthermische toepassingen zijn altijd aanvullend op een ander systeem. Op zonnige dagen is de zon voldoende om warm tapwater mee op te wekken en eventueel huizen te verwarmen. Als er geen zon is, zal een andere installatie dat moeten doen. Door een buffervat te gebruiken zijn dag- en nachtverschillen makkelijk op te vangen. Ook kunnen enkele dagen ermee worden overbrugd. Een seizoen overbruggen is erg kostbaar en dus is het goedkoper om een gasketel in te zetten voor de warmtevraag in zon-arme periodes. In WKO's kan wel een zonthermisch systeem gebruikt worden om de grondtemperatuur in balans te brengen (als er over het jaar meer vraag naar warmte dan naar koude is). Dit werkt dan als een soort seizoenopslag voor zonnewarmte. Andere systemen waar wel aan gedacht wordt zijn faseovergangssystemen (een stof die smelt als je er warmte in stopt), maar vanwege de kosten en het ruimtegebruik is dit nog niet marktrijp.

Er zijn overigens nieuwe ontwikkelingen op dit gebied. Zo is er nu een PVT-paneel om zonne-energie om te zetten in warmte en elektriciteit. Dit paneel heeft in de winter wel een lager rendement, maar het werkt nog steeds. Maar ook hier wordt het zonnepaneel dus gecombineerd met een andere techniek, in dit geval de warmtepomp.

Aquathermie

Aquathermie is thermische energie die aan water onttrokken kan worden en warmtenetten kan voorzien van warmte. Er zijn drie varianten:

- Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO);
- Thermische energie uit afvalwater (TEA) van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI);
- Thermische energie uit drinkwater (TED).

TED, TEO en TEA zijn vooral een optie voor geïsoleerde gebouwen die met lage- (50°C) of midden-temperatuur- (70°C) systemen verwarmd worden. Het is een alternatief dat met name interessant is voor nieuwbouw en (grondige) renovaties in de nabijheid van open wateroppervlaktes zoals kanalen, meren en rivieren of een RWZI of drinkwaterstation.



Afbeelding 1: TEO, TEA en TED (Bron: districtheatingantwerpen.be)

Een groot voordeel van aquathermiesystemen is dat de ruimtelijke impact beperkt blijft. Daarnaast heeft TEO als extra voordeel dat het vaak een positieve invloed heeft op de omgeving. Door warmte te winnen en koude terug te brengen in het oppervlaktewater, kan TEO bijdragen aan verkoeling en het verminderen van hittestress¹. Koeler oppervlaktewater kan ook zorgen voor een betere waterkwaliteit omdat (blauw)algen minder snel tot ontwikkeling komen. Ook zorgen TEO-systemen voor extra doorstroming en beluchting van het oppervlaktewater. Dat is direct van invloed op de flora en fauna in het water. Oppervlaktewater kan in de zomer te warm worden terwijl die warmte juist in de winter nodig is. Die warmte kan worden opgeslagen in een WKO-bron. Een nadeel van aquathermie is dat er een relatief grote installatie in de woning of buurtwarmtecentrale nodig is en dat er mogelijk milieubeïnvloeding kan plaatsvinden. Dit laatste zal altijd eerst onderzocht moeten worden.

Geothermie

Deze techniek maakt gebruik van diepe warmtelagen in de aarde. Tussen de 500 meter en 6 km diepte kan door een boorgat warm water opgepompt worden dat na het onttrekken van warmte weer op een andere plek in de grond wordt geïnjecteerd. Afhankelijk van de diepte kunnen verschillende temperaturen bereikt worden. Bij temperaturen waarbij ook stoom gemaakt kan worden kan ook elektriciteit opgewekt worden. In Nederland is dit nog niet haalbaar gebleken.

Het voordeel van dit systeem is dat temperaturen van boven de 75°C mogelijk zijn en dat er dus binnen de woning weinig hoeft te worden aangepast. Grootste nadeel zijn de hoge kosten van een boring en het hoge risico dat een boring niet in één keer goed gaat. Hierdoor is het vaak alleen maar mogelijk om deze techniek voor grotere collectieve systemen te gebruiken.

WKO-bron

WKO staat voor warmte- en koudeopslag en is gebaseerd op het idee om 's winters koude op te slaan om in de zomer te gebruiken en 's zomers warmte op te slaan om in de winter te gebruiken. Het is dus een seizoensbuffer waarin warmte en koude in een ondergrondse aquifer² worden opgeslagen. Het

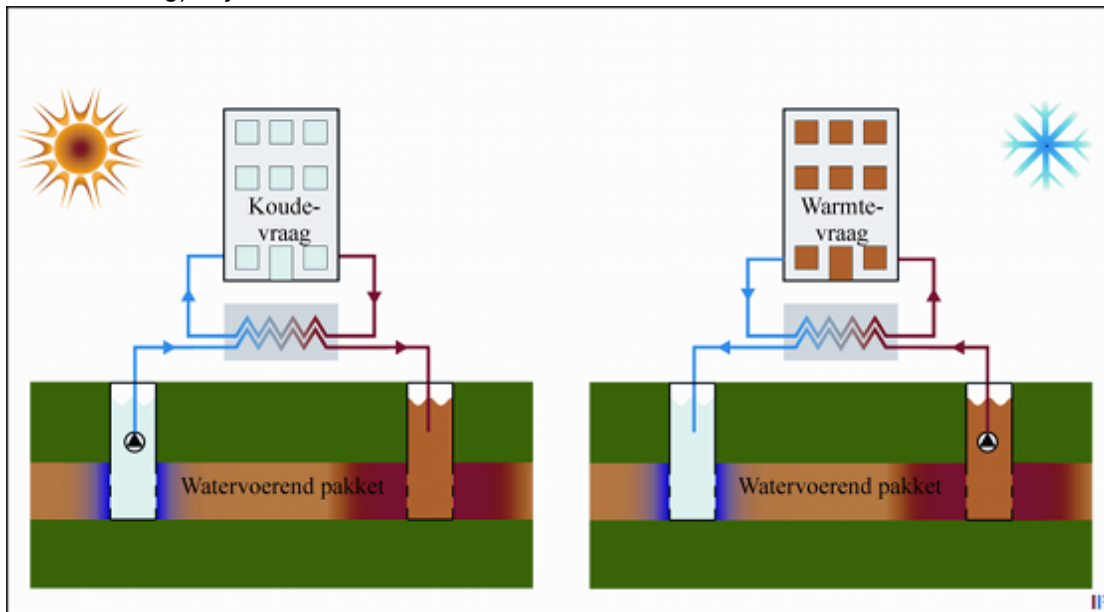
¹ Hittestress ontstaat doordat wegen en gebouwen in hoge dichtheden veel zonnewarmte absorberen en deze warmte weer afstaan aan de lucht. Als er geen open water of groen is, waar verdamping plaatsvindt, stijgt op warme dagen de temperatuur in de gebouwde omgeving tot een niveau dat schadelijk is voor mens en dier.

systeem bestaat uit twee grondwaterbronnen die zo'n 30 tot 250 meter diep kunnen zijn. In de zomer wordt de koude bron van ongeveer 8°C opgewarmd tot ongeveer 15°C, bijvoorbeeld door warmte te onttrekken aan het oppervlaktewater of door het koelen van gebouwen. Deze warmte is in de winter te gebruiken als basis voor verwarming, waarna het afgekoeld tot zo'n 8°C in de koude bron wordt geïnjecteerd.

WKO's worden efficiënter en beter toepasbaar door ze te combineren met een warmtepomp.

Temperaturen van het water zijn dan beter te garanderen en kunnen ook hoger zijn. Het is dan ook mogelijk om temperaturen tot 70°C te bereiken. Deze systemen kunnen ook geschikt zijn voor het leveren van warm tapwater.

De warmtepomp en -bronnen zijn samen een flinke investering. Er wordt echter flink minder energie gebruikt; tot 75% ten opzichte van een cv-ketel. Voordeel is ook dat er niet alleen warmte, maar ook zeer goedkope en duurzame koude geleverd kan worden (tot 90% goedkoper dan traditionele airconditioning). Bijkomend voordeel van het koudeverbruik is dat er dan extra warmte wordt geladen.



Afbeelding 2: WKO-bron (Bron: Wageningen University & Research)

All-electric

In een all-electricwoning geschiedt zowel de ruimteverwarming als de bereiding van warm tapwater én het koken elektrisch. Koken vindt plaats met een keramische kookplaat of een inductiekookplaat. Verwarming gebeurt met een individuele elektrische warmtepomp, infra-roodpanelen of elektrische vloerverwarming. All-electric is vaak geschikt voor individuele en semi-collectieve systemen. Ook zijn all-electrictechnieken vaak in aanvulling op collectieve systemen te gebruiken. Door de sterke groei zijn deze technieken soms al betaalbaar en toepasbaar en zullen andere dat binnen enkele jaren zijn. Overigens moet de woning wel al een zeer goede isolatie hebben.

- **Elektrische warmtepomp**

Een warmtepomp is een warmtebron met een zeer hoge efficiëntie. Er komt 3 tot 5 keer zoveel warmte uit als er aan elektriciteit ingaat. De installatie haalt de warmte uit lucht, bodem of grondwater om daarmee een woning te verwarmen en van warm tapwater te voorzien.

Warmtepompen die gebruik maken van lucht als warmtebron heten lucht-waterwarmtepompen. Dit type warmtepompen heeft een soort airco die warmte uit de lucht van buiten opneemt en deze afgeeft aan de verwarming. Een bodem-waterwarmtepomp haalt warmte uit de bodem van 50 tot 150 meter diepte. De aanleg van zo'n warmtepomp is ingrijpender en duurder dan bij een lucht-waterwarmtepomp, omdat hier voor de aanleg grondboringen nodig zijn. Bodem-waterwarmtepompen hebben echter een hogere efficiëntie

² Een aquifer is een watervoerende laag in de ondergrond (bijvoorbeeld zand).

(gebruiken minder elektriciteit) en maken minder geluid.

Warmtepompen gebruiken elektriciteit. Grootschalige toepassing van individuele elektrische warmtepompen kunnen ertoe leiden dat aanpassingen nodig zijn in het elektriciteitsnetwerk, zoals extra transformatorhuisjes en verzwaringen van de leidingen. Het kan ook zijn dat het net toch al verzaamd moet worden voor zonnepanelen. Een nadeel van grootschalige toepassing van lucht-waterwarmtepompen in een wijk vormt de mogelijke geluidsoverlast van de apparaten.

Warmtepompsystemen hebben ook de mogelijkheid om te koelen. De laatste jaren neemt de vraag naar koeling in woningen toe. Met de koelmogelijkheid van de warmtepomp kan aan deze vraag worden voldaan (de vraag zou zelfs versneld kunnen toenemen). Als je een bodemwarmtesysteem hebt waarmee je koelt verlaagt dat systeem de hittestress in de gebouwde omgeving.

- **Infraroodpanelen**

Voor hoofdverwarming zijn individuele elektrische warmtepompen in de meeste gevallen meer geschikt dan infrarood(IR)-panelen, omdat ze minder elektriciteit gebruiken. Voor specifieke situaties zoals incidentele verwarming van woningen die zeer goed zijn geïsoleerd (passiefbouw), kunnen infraroodpanelen een goede oplossing zijn. Een IR-paneel als bijverwarming kan het energieverbruik van de hoofdverwarming verminderen. IR-panelen werken anders dan 'gewone' verwarming die de lucht in de hele ruimte verwarmt (convectieverwarming). IR-panelen geven stralingswarmte af naar een bepaalde plek in de kamer. Zit men in de stralingswarmte dan voelt dat comfortabel, ook al is de luchttemperatuur eromheen lager. Maar als je bij het warmtepaneel wegloopt, is de warmte ook weg. IR-panelen werken op stroom en doen dat slimmer dan vroeger. Een ouderwets elektrisch straalkacheltje in de badkamer had een spiraal die roodgloeiend heet werd. IR-panelen worden minder heet, tussen de 60 en 200°C. Ze hebben geen spiraal, maar een vlakke plaat die warm wordt. Daardoor heb je een groter stralingsoppervlak aan de voorkant. De achterkant van het paneel is geïsoleerd en verliest daardoor weinig warmte.

Restwarmte

Restwarmte behelst het zeer efficiënt en nuttig gebruiken van bestaande warmtestromen. Deze kunnen uit verschillende bronnen uit de industrie of industriële processen komen. Ook laagwaardige warmte kan succesvol gebruikt worden. In combinatie met een warmtepomp kan uit die stroom hoogwaardige warmte worden gewonnen. Er zijn vier belangrijke criteria die afgewogen moeten voor het gebruik van restwarmte.

1. Het moet een relevante bijdrage leveren; er moet voldoende restwarmte zijn, met name in de winter.
2. Er moet een leveringsgarantie zijn; wat gebeurt er als de restwarmte wegvalt en waardoor kan dat gebeuren?
3. De restwarmte moet van voldoende en continue kwaliteit zijn.
4. De restwarmtebron en de warmtevragers moeten dicht bij elkaar gesitueerd zijn waarbij de woningdichtheid (of andere gebruikers) relatief hoog is.

Hernieuwbaar gas

Hernieuwbaar gas kan zijn: biogas, groen gas (dat is biogas opgewerkt naar aardgaskwaliteit) of waterstof. Groen gas en waterstof kunnen (eventueel na aanpassingen) via het bestaande aardgasnet gedistribueerd worden. Waterstof is zoals het er nu naar uitziet tot 2030 niet inzetbaar in de gebouwde omgeving (uitgezonderd enkele pilots). Momenteel is hernieuwbaar gas beperkt beschikbaar. Naast de verwarming in de gebouwde omgeving zullen er ook andere sectoren hernieuwbaar gas willen hebben (transport, industrie). Hierdoor lijkt deze warmteoplossing op dit moment alleen geschikt voor kernen/wijken waar andere mogelijkheden niet zijn toe te passen of erg duur zijn. Vanwege de schaarste van hernieuwbaar gas dient in deze oplossing de warmtevraag eerst te worden beperkt door isolatiemaatregelen.

- **Biogas en groen gas**

Biogas wordt geproduceerd uit onder meer slib, afval van stortplaatsen, tuinafval, resten

groente en fruit, en dierlijke restproducten zoals koeienmest. Biogas kan worden gezuiverd en gedroogd en op dezelfde kwaliteit als aardgas worden gebracht. Na deze bewerkingen heet het dan groen gas en mogen netbeheerders het vervoeren (biogas mag niet op het net). Er is hiervoor dus geen nieuwe (gas)infrastructuur nodig. Daarmee is het een duurzaam alternatief voor fossiel aardgas geworden. Omdat dit groene gas dezelfde eigenschappen heeft als aardgas, is het ook niet nodig apparaten aan te passen.

De terminologie wordt vertroebeld doordat gas ook 'groen' wordt genoemd als het gecompenseerd gas betreft. Dit zou beter 'vergroend' gas kunnen heten. 'Vergroend' gas is niet circulair. Met 'vergroend' gas compenseert de gebruiker de CO₂-uitstoot door bij te dragen aan de opzet van klimaatvriendelijke projecten in het buitenland. Wie kiest voor dit 'vergroend' gas krijgt dus geen biogas in huis, maar draagt eraan bij dat ergens anders in de wereld minder CO₂ wordt uitgestoten.

- **Waterstofgas**

Waterstof is geen energiebron, zoals zon, wind of aardgas, maar een energiedrager. Het is mogelijk waterstof te halen uit aardgas, maar daarbij komt CO₂ vrij. Door middel van een techniek die elektrolyse heet, is het ook mogelijk om (blauwe of groene) waterstof te winnen uit water. Elektrolyse splitst het water in waterstof en zuurstof. Dat levert geen schadelijke uitstoot op, maar er is wel veel elektriciteit voor nodig. Alleen als dit hernieuwbare stroom is, bijvoorbeeld uit wind of zon, is het een duurzaam alternatief voor aardgas. Het belangrijkste voordeel van waterstof is dat er waarschijnlijk slechts kleine aanpassingen voldoende zijn om het aardgasnet te gebruiken voor het transport. Omdat er een andere brander nodig is, hoeft in de meeste gevallen slechts de cv-ketel vervangen te worden. De bestaande leidingen en radiatoren kunnen blijven worden gebruikt. En omdat waterstof een hoge warmtetemperatuur kan genereren, is redelijke isolatie van de woning voldoende.

Een groot nadeel van waterstof is dat de keten niet erg efficiënt is. Levert een warmtepomp vier keer zoveel warmte als er elektriciteit ingaat (en dus aan zonnepanelen nodig is), bij waterstof in een ketel is dat (op dit moment) maar 0,5 keer.

Het grootste nadeel van waterstof is echter dat op dit moment niet valt te zeggen of waterstof überhaupt beschikbaar komt om woningen mee te verwarmen. Dit vanwege de grote vraag vanuit de industrie naar een vervanging voor aardgas. Om deze reden worden ook de kosten vooralsnog als blijvend hoog beoordeeld. Al met al lijkt waterstof voor verwarming voorlopig geen gunstig alternatief.

Biomassa

Warmte kan ook worden gegenereerd door de thermische energie die vrijkomt door de verbranding van pellets of houtchips of -snippers. Gezamenlijk wordt dit biomassa genoemd. Pellets zijn gecertificeerde staafjes geperst hout. Ze zijn specifiek voor verbranding vervaardigd en hebben een laag vochtgehalte en een hoge en constante calorische waarde. Bij houtchips en -snippers gaat het om verse reststromen. Het vochtgehalte is hoger, de calorische waarde is lager en beide kunnen sterk variëren. Kortom, een brandstof met een lagere kwaliteit en wat minder duurzaam in rendement.

Met een pelletkachel of biomassaketel kan een individueel huis worden verwarmd. Een losse pelletkachel verwarmt meestal een enkele kamer. Een pelletkachel-cv kan het hele huis verwarmen. Met een biomassaketel – dat is een houtgestookte cv-ketel – kan er verwarming én warm water worden geproduceerd. Biomassa kan ook als brandstof voor een biomassacentrale van een warmtenet worden ingezet. Het verwarmingssysteem van zo'n warmtenet is dan een grote 'pelletkachel' die geen individuele woningen, maar een collectief van gebouwen (huizenblok, buurt) verwarmt. Een voordeel is dat dit systeem weer kan worden gekoppeld aan een groter warmtenet op de schaal van bijvoorbeeld een hele wijk.

Biomassa als brandstof kent echter ook flinke nadelen. Bij het verstoken ontstaan er fijnstof en andere schadelijke emissies (o.a. vluchtige organische stoffen). Als er één pelletkachel in een wijk staat, zal de overlast nog niet significant zijn. Maar wanneer in een wijk een groter aantal pelletkachels en/of biomassaketels dicht bij elkaar staan die dagelijks worden gebruikt, nemen de concentraties schadelijke stoffen in de buitenlucht toe. Zeker in periodes van windstil en/of mistig weer. Met name mensen met longklachten of die astmatisch zijn, ontwikkelen dan klachten. In landelijk gebied, waar

woningen veel verder uit elkaar staan, is er minder van dergelijke overlast. Andere nadelen van biomassa zijn:

- Het is in een internationale markt niet circulair (de as gaat niet terug naar het bos).
- Er is een vertraging van tientallen jaren tussen de houtkap en de aangroei.
- Zonder sluitend wereldwijd registratiesysteem kan grootschalig gebruik van biomassa direct of indirect (door verschuivingen in de houtmarkt) bijdragen aan de kap van regenwouden.
- In de bossen en de woonwijken vinden houttransporten plaats.

Hieruit kan worden afgeleid dat biomassa alleen 'duurzaam' is als het lokaal vrijgekomen reststoffen (niet bruikbare fractie van afvalhout, snoeiafval en agrarisch afval) betreft. En dan liefst gebruikt in een grotere (buurt/wijk) goed gestookte en onderhouden ketel met rookgasreiniging.

Afgiftetemperatuur

In gasgestookte woningen werkt de verwarming vaak op 85°C. Na isolatie van de woning kan de ketelwatertemperatuur vaak wel wat lager worden ingesteld. Wie een all-electricwarmtepomp wil toepassen zal én goed moeten isoleren én de warmteafgiftesystemen groter moeten maken. Het wordt dan een lage-temperatuurverwarming (LTV) genoemd. Vloerverwarming is daar een voorbeeld van. Indien in een woning een lage-temperatuursysteem kan worden toegepast is dat voordelig omdat er dan meer duurzame warmtebronnen in aanmerking komen. Goed geïsoleerde woningen behoeven minder verwarming.

Energielabel	Isolatieniveau	Afgiftetemperatuur	Afgiftesysteem
A en hoger	goed	<55°C	lage-temperatuursysteem
B t/m E	gemiddeld	55 tot 70°C	midden-temperatuursysteem
G en F	matig	>70°C	hoge-temperatuursysteem

Afbeelding 3: Relatie tussen energielabel en afgiftetemperatuur

Duurzaamheid en toekomstbestendigheid van warmtebronnen

Vanzelfsprekend dienen warmtebronnen en de gebruikte technieken om ze te ontsluiten uiteindelijk zelf ook duurzaam te zijn. Geothermie en aquathermie zijn over het algemeen voorbeelden van duurzame bronnen. Maar kunnen ze ook voldoende duurzaam worden geëxploiteerd? En is bijvoorbeeld het industriële proces waarvan restwarmte kan worden betrokken zelf wel duurzaam? Met name bij all-electricoplossingen is het van belang te borgen dat de benodigde elektriciteit ook duurzaam wordt opgewekt. Op dezelfde wijze dient kritisch te worden nagegaan of potentiële warmtebronnen voldoende toekomstbestendig zijn. Dit speelt vooral bij gebruik van biomassa en restwarmte als bron.

Bron: Aanzet Transitievisie Warmte Buren ESR 2021

