Verkenning scenario's aardgasvrij Molenvliet

Gemeente Woerden

CE Delft

Verkenning scenario's aardgasvrij Molenvliet

Gemeente Woerden

Dit rapport is geschreven door:
Boudewijn Elsinga, Laurens Vergroesen, Marijke Meyer, Sherina Soekhlal en Joram Dehens (CE Delft)
Ivo de Klerk, Geke Smit (MSG Strategies)

Delft, CE Delft, April 2026

Publicatienummer: 25.250346.221

Opdrachtgever: Gemeente Woerden

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Boudewijn Elsinga (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, ngo's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Samenvatting

Nederland wil overstappen op duurzame manieren van verwarmen. Dat helpt om het klimaat te beschermen en om minder afhankelijk te zijn van aardgas uit eigen bodem en uit het buitenland. Ook kunnen bewoners daardoor meer grip krijgen op hun energiekosten.

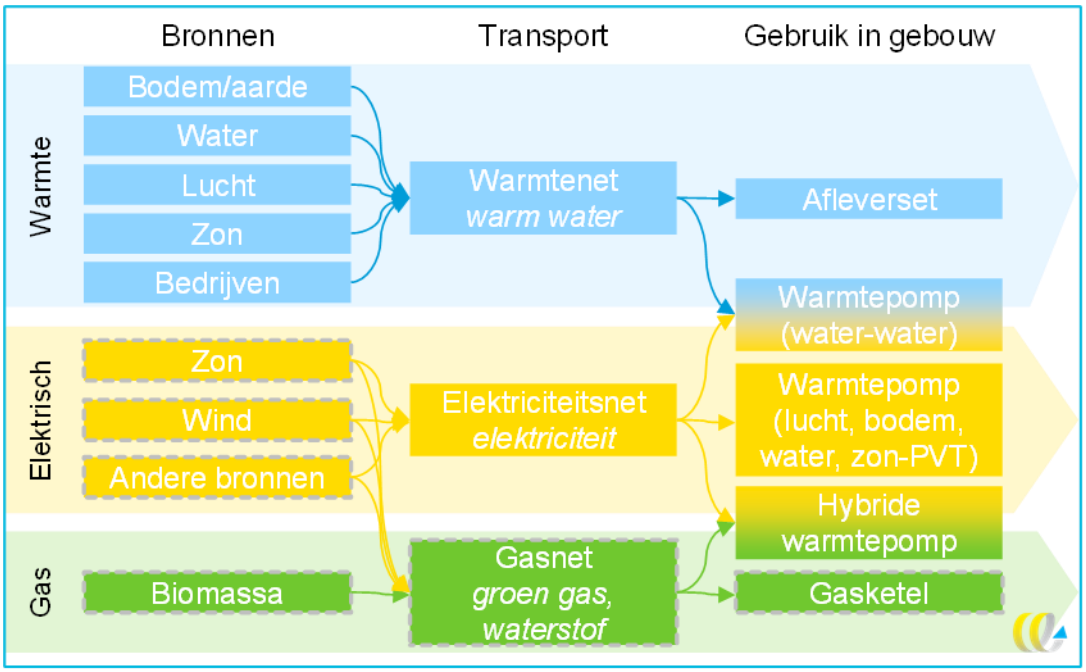
De gemeente Woerden heeft daarom het Warmteprogramma Woerden opgesteld. Daarin staat hoe de gemeente in zes buurten een verkenning zal uitvoeren naar de mogelijkheden van duurzame verwarming, koeling en koken. De eerste verkenning naar aardgasvrij is in de wijk Molenvliet, in het zuidwesten van Woerden. In Molenvliet zijn verschillende mogelijkheden om woningen en gebouwen te verwarmen. Eén mogelijkheid is een warmtenet, dat warmte kan gebruiken uit de rioolwaterzuivering of uit andere bronnen. Ook zijn er technieken per gebouw mogelijk, zoals elektrische warmtepompen.

De gemeente gaat hierover in gesprek met bewoners van Molenvliet. Zij praten mee over de toekomst van hun wijk. Hiervoor is het belangrijk dat er informatie beschikbaar is over de verschillende mogelijkheden. De gemeente heeft daarom aan CE Delft en MSG Sustainable Strategies gevraagd om te onderzoeken wat haalbaar is in Molenvliet. Dit rapport laat de resultaten van dat onderzoek zien. Het geeft informatie over de mogelijkheden om duurzaam te verwarmen en wat die betekenen voor de wijk.

Onderzochte technieken

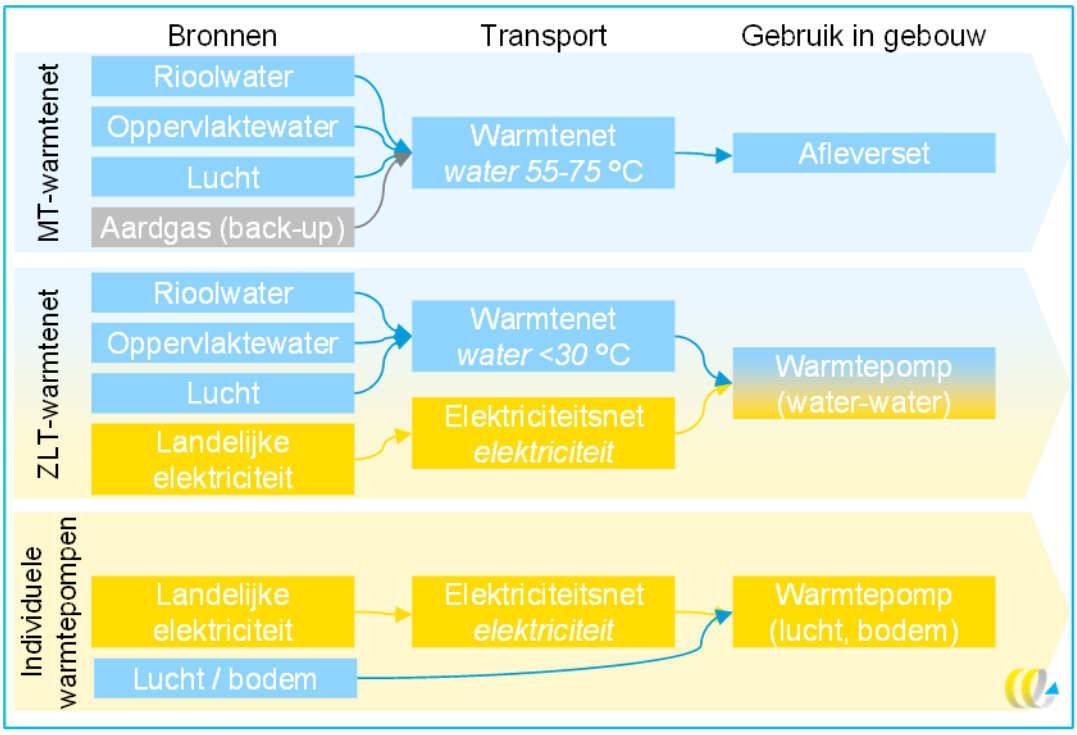
We hebben gekeken naar hoe de wijk er nu uitziet en hoe deze verwarmd kan worden. Er zijn verschillende technieken om gebouwen zonder aardgas te verwarmen. Elke techniek gebruikt een energiebron, middelen om de energie te vervoeren en een systeem dat de warmte binnen in het gebouw gebruikt. In Figuur 1 op de volgende pagina staan de belangrijkste duurzame technieken. De opties met een grijze rand hebben we niet onderzocht, de andere wel. In de figuur is niet alles weergegeven wat er bij een techniek kan komen kijken, zoals het isoleren van het huis en de overstap op elektrisch koken.

Figuur 1 – Schema van de onderzochte technieken. Onderdelen met een grijze rand zijn niet onderzocht.



Uit alle opties hebben we drie technieken gekozen om verder te onderzoeken. Dit zijn technieken die realistisch zijn in Molenvliet en die duidelijk van elkaar verschillen. Deze technieken zijn hieronder in Figuur 2 te zien. Bij de eerste techniek wordt er ook warmte opgeslagen onder en boven de grond, bij de tweede onder de grond.

Figuur 2 – Schema van de technieken die zijn gebruikt voor de scenario's



Voor- en nadelen van de technieken

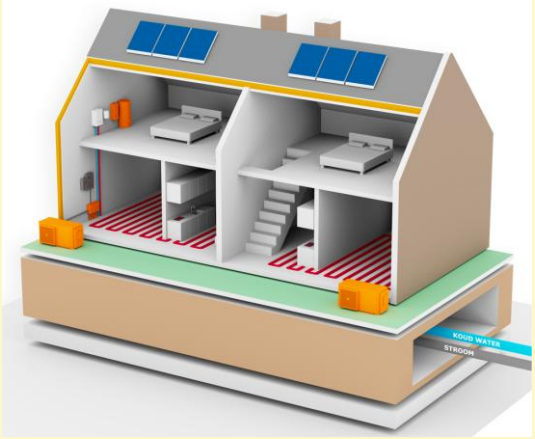
Elke techniek heeft gevolgen voor bewoners en voor de wijk. Het gaat dan bijvoorbeeld over wat de technieken kosten en hoeveel ruimte ze innemen. Hieronder vatten we de gevolgen van de drie technieken samen, zoals de gevolgen van de overstap naar deze techniek, vergeleken met verwarming met een cv-ketel. De precieze gevolgen verschillen tussen woningen.

De kosten en baten en de duurzaamheid van de technieken staan hier nog niet vermeld. Die behandelen we verderop in het document.

Techniek 1: Individuele warmtepompen

Veranderingen in de woning:

- Geen cv-ketel en aardgasaansluiting.
- Een warmtepomp met een opslagvat voor warm water.
- Vaak een buitenunit naast of op de woning (hangt af van het soort warmtepomp).
- Goede isolatie, ventilatie en LT-afgifte nodig.
- Elektrisch fornuis en zwaardere aansluiting elektriciteit in meterkast.



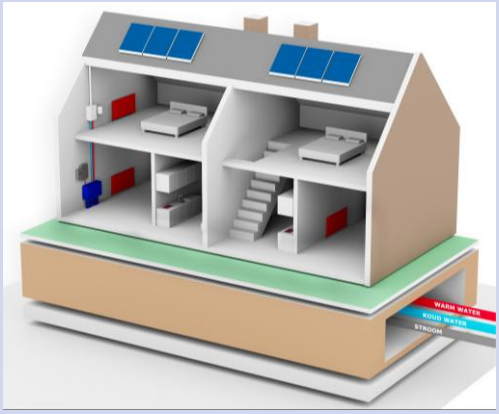
Voor- en nadelen:

- Lagere energierekening.
- Kan de woning vaak ook koelen.
- Het overstapmoment is flexibeler
- Hogere investeringskosten vooraf.
- Ruimte in de wijk nodig voor extra elektriciteitshuisjes.
- Vraagt meer ruimte in en om de woning.
- Sterker elektriciteitsnet nodig in en naar de wijk.
- De meeste soorten warmtepompen maken buiten geluid.

Techniek 2: MT-warmtenet

Veranderingen in de woning:

- Geen cv-ketel en aardgasaansluiting.
- *Er zijn geen (kosten voor) isolatie-maatregelen meegenomen.*
- Aansluiting op warmtenet (afgifteset in meterkast).
- Leidingwerk tussen meterkast en plek van vroegere cv-ketel.
- Elektrisch fornuis en zwaardere aansluiting elektriciteit in meterkast.



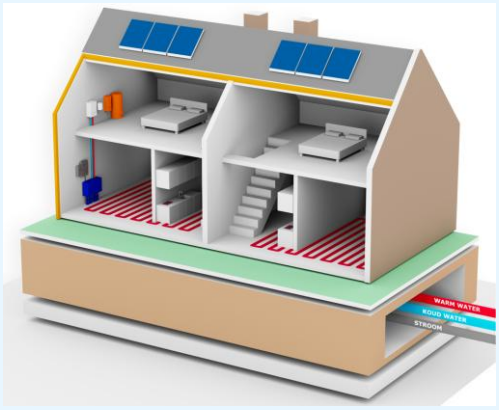
Voor- en nadelen:

- Relatief weinig aanpassingen aan de woning en beperkte investering nodig.
- *Wel isoleren draagt bij aan lagere energiekosten.*
- Leidingwerk in de woning.
- Ruimte in de wijk nodig voor warmtestations.
- Effect van graafwerkzaamheden op bomen.
- Moeilijk om het warmtenet later aan te passen.
- *Sterker elektriciteitsnet nodig naar de wijk toe.*
- Voor warmte is er maar één energiebedrijf. Dat wordt publiek.

Techniek 3: ZLT-warmtenet

Veranderingen in de woning:

- Geen cv-ketel en aardgasaansluiting.
- Aansluiting op warmtenet (afgifteset in meterkast).
- Een water-waterwarmtepomp met opslagvat voor warm water.
- Leidingwerk tussen meterkast en warmte-pomp.
- Goede isolatie, ventilatie en LT-afgifte nodig.
- Elektrisch fornuis en zwaardere aansluiting elektriciteit in meterkast.



Voor- en nadelen:

- Lagere energierekening.
- Kan de woning ook koelen.
- Hogere investeringskosten vooraf.
- Vraagt meer ruimte in de woning.
- Ruimte in de wijk nodig voor warmtestations en extra elektriciteitshuisjes.
- Effect van graafwerkzaamheden op bomen (minder dan bij MT-net).
- Sterker elektriciteitsnet nodig in en naar de wijk.
- Voor warmte is er maar één energiebedrijf. Dat wordt publiek.

Scenario’s voor heel Molenvliet

We hebben ook onderzocht wat de technieken kosten en opleveren. Daarvoor hebben we verschillende manieren doorgerekend om heel Molenvliet te verwarmen met de drie technieken. Dit noemen we scenario’s. We hebben acht scenario’s doorgerekend met combinaties van de drie technieken. In Figuur 3 op de volgende pagina is te zien hoe deze scenario’s eruitzien en wat de resultaten ervan zijn.

Aanbevelingen

Dit onderzoek laat zien dat er verschillende manieren zijn om Molenvliet zonder aardgas te verwarmen. Al deze opties hebben voor- en nadelen. Welke techniek het beste past bij de wijk hangt dus af van hoe belangrijk bewoners, de gemeente en andere organisaties de voor- en nadelen vinden. De gemeente zal dit samen met de bewoners verder bespreken. Dit onderzoek biedt daarvoor aanknopingspunten.

Als er een keuze gemaakt is over de verwarming van de wijk, kan de gemeente een plan maken voor de uitvoering. Daarvoor zijn er nog vervolgvragen, bijvoorbeeld over mogelijke effecten op oppervlaktewater, de ruimte in de bodem en het geluid van mogelijke installaties. Dit soort onderwerpen zijn belangrijk om verder te onderzoeken zodra er een keuze is gemaakt over de verwarming van de wijk.

Figuur 3 – Overzicht van de scenario's en de doorgerekende resultaten. De stippellijn hoort bij de resultaten van Scenario 1, om de andere scenario's mee te kunnen vergelijken.

Geel = individueel warmtepomp; **Paars** = MT-net; Blauw = ZLT-net.
* Scenario 2 gebruikt dezelfde technieken als Scenario 1, maar de overstap is pas later.

Toelichting op de scenario's en resultaten

- **Techniek:** de grafiek laat zien welk deel van de wijk uiteindelijk wordt aangesloten op welke warmtetechniek: individuele warmtepompen, het MT-warmtenet en het ZLT-warmtenet. Dat kan verschillen tussen Molenvliet-West en Oost. Het gaat steeds om 20, 80 of 100% van de wijk.
- **Kosten bewoners:** de grafiek laat zien wat bewoners van Molenvliet tussen nu en 2050 in totaal zouden betalen voor hun verwarming. Dit bestaat uit: hun energierekening, investeringen in de woning (na subsidie) en onderhoud. Bij huurwoningen tellen we ook de kosten van verhuurders mee. Bij het MT-net zijn geen kosten voor isolatie meegenomen; bij een ZLT-net en warmtepompen wel.
- **Onrendabele top:** de grafieken laten de onrendabele top zien. Dit zijn extra kosten die nodig zijn om woningen aan te sluiten op een warmtenet. Wie dat gaat betalen, staat nog niet vast. Dit kan bijvoorbeeld de landelijke overheid zijn, de gemeente en/of bewoners. Het is aannemelijk dat (een deel van) de onrendabele top alsnog voor rekening komt van de woningeigenaar, in de vorm van een eenmalige aansluitbijdrage (BAK).

- **CO_2-uitstoot:** de grafieken laten zien hoeveel CO_2 er zou worden uitgestoten tot en met 2050. Die uitstoot komt van cv-ketels, zolang die nog gebruikt worden, en van de vervangende technieken om te verwarmen. Als overal cv-ketels gebruikt blijven worden, is de uitstoot ongeveer 9 miljoen ton per jaar en komt de cumulatieve uitstoot op 218 miljoen kilo CO_2. Voor het MT-net is nog steeds aardgas nodig als noodvoorziening.
- **Deelnamepercentage warmtenet:** voor het warmtenet is het uitgangspunt dat 80% van de bewoners in korte tijd besluit om mee te doen met het warmtenet. Als het aantal deelnemers lager ligt dan moeten de kosten voor het warmtenet over minder deelnemers worden verdeeld.

Leeswijzer

- **Begrippenlijst**: hierin staan veelgebruikte technische termen en afkortingen uitgelegd.
- **Hoofdstuk 1**: in dit hoofdstuk beginnen we met de onderzoeksthema's en de uitgangspunten. Dan volgen de resultaten, zowel in getal als breder onderbouwd, en vervolgens de aanbevelingen.
- **Hoofdstuk 2**: hier beschrijven we de locatie van de wijk, de situatie van de woningen en de meest voor de hand liggende duurzame warmtebronnen.
- **Hoofdstuk 3**: hier beschrijven we de verschillende scenario's die we voor de wijk hebben doorgerekend. We laten zien hoe ze zijn opgebouwd en wat de resultaten zijn. Daarbij gaat het om de kosten en baten en de CO_2-uitstoot.
- **Hoofdstuk 4**: de scenario's hebben gevolgen voor de woningen in Molenvliet. We laten zien wat er gemiddeld voor nodig is om de woningen klaar te maken voor de verschillende onderzochte warmtetechnieken. We tonen de bijbehorende kosten op woningniveau, zodat bewoners een beeld kunnen vormen van de belangrijkste verschillen tussen de scenario's. We gaan hier ook in op de gevolgen van de scenario's voor de buitenruimte. Wat is er bijvoorbeeld bovengronds zichtbaar na de eventuele overstap?
- **Literatuur**: hier vermelden we welke bronnen we gebruikt hebben voor dit onderzoek.
- **Bijlage A**: hier bespreken we de fysieke en operationele randvoorwaarden voor de aanleg van een eventueel warmtenet. De nadruk ligt op de uitdagingen in de ondergrond. Daarbij hebben we aandacht voor de beschikbare ruimte en de complexiteit van de ruimtelijke inpassing in de wijk. Bijvoorbeeld als het gaat om bomen en het riool. We bespreken ook externe factoren, zoals de ruimte op het elektriciteitsnet, en de benodigde vergunningen.
- **Bijlage B**: hierin staat een toelichting bij de onderzochte lokale warmtebronnen rondom Molenvliet en hoe kansrijk die zijn. Daarnaast beschrijven we de technieken voor warmteopslag en de technieken om de warmte in de woning te kunnen gebruiken. Deze bijlage sluit af met context vanuit de provincie Utrecht en enkele voorbeelden van moderne duurzame warmtenetten.
- **Bijlage C** geeft een overzicht van de investeringskosten en de jaarlijkse energiekosten voor de verschillende voorbeeldwoningen die we in Hoofdstuk 4 bespreken.
- **Bijlage D** bevat de uitwerking van het verdienmodel (businesscase) van de mogelijke warmtenetten en wat dit zou betekenen voor de kosten per aangesloten woning.

Begrippenlijst

Tabel 1 – Begrippenlijst

Term	Betekenis/uitleg
Aerothermie	Het winnen van warmte uit de buitenlucht (atmosfeer) met behulp van een warmtepomp. Dit wordt het meest toegepast bij lucht-water- of lucht-lucht-warmtepompen.
All-electric	Toevoeging voor een warmtepompsysteem dat puur op elektriciteit werkt om warmte uit een bron op te waarderen voor gebruik.
Aquathermie	Het winnen van warmte uit water (oppervlaktewater, afvalwater, drinkwater) met behulp van een warmtepomp. Dit is een duurzame bron voor stadsverwarming of wijkverwarming.
ATES	Afkorting voor Aquifer Thermal Energy Storage, een Engelse term voor warmte-koudeopslag (wko) in een waterhoudende laag (aquifer) onder de grond.
Basis-, midden- en pieklast	Dit beschrijft hoe de totale warmtevraag van een verwarmingssysteem (zoals een warmtenet) over het jaar wordt ingevuld. De *basislast* is de constante, minimale vraag die 24/7 nodig is en wordt gedekt door de meest duurzame en efficiënte bronnen (bijvoorbeeld restwarmte of geothermie). De *middenlast* is de extra warmte die nodig is tijdens het grootste deel van het stookseizoen. De *pieklast* is de maximale, kortstondige vraag tijdens de koudste momenten en wordt gedekt door snelle, flexibele bronnen om leveringszekerheid te garanderen.
Biomassa	Organisch materiaal uit reststromen of landbouw, zoals houtafval, mest, gft-afval of energiegewassen. Dit materiaal kan worden verbrand of vergist om energie (warmte of gas) op te wekken.
Bodemwarmte	Het winnen van warmte uit de ondiepe ondergrond (enkele tientallen tot honderden meters diep), meestal in combinatie met een warmtepomp. Dit wordt vaak gebruikt voor individuele woningen of kleinere projecten.
Businesscase	Verdienmodel. De optelsom van kosten en baten horend bij een bepaalde afschrijvingstermijn.
CAPEX	Afkorting voor Capital Expenditures (kapitaaluitgaven). Dit zijn de eenmalige, grote investeringen die nodig zijn voor de aanschaf, aanleg en bouw van een systeem of infrastructuur (bijvoorbeeld de aanleg van het warmtenet zelf).
Cv-ketel/ cv-systeem	De letters ‘cv’ staan hier voor centrale verwarming: het verwarmen van een woning met een centrale warmtebron en afgifte van warmte in ruimtes via leidingen en daaraan verbonden radiatoren of convectoren.
Geothermie	Het winnen van warmte direct uit diepe aardlagen (kilometers diep). Dit wordt ook wel *aardwarmte* genoemd en is een grootschalige, constante bron voor verwarming.
Gestapelde woning	Woningen in een flat of appartementengebouw, ook wel ‘meergezinswoning’. De woning is onderdeel van een groter gebouw en meerdere woningen kunnen boven elkaar liggen.

Term	Betekenis/uitleg
Groengas	Duurzaam geproduceerd gas van dezelfde kwaliteit als aardgas, maar gemaakt uit biomassa (organisch restmateriaal) door vergisting of vergassing. Het is een hernieuwbare energiebron.
Grondgebonden woning	Ook wel *eengezinswoningen* genoemd. Woningen met een voordeur op straatniveau met een eigen dak. Geen gestapelde bouw.
Hr-ketel	Hoogrendementsketel, meestal op aardgas. Tegenwoordig is dit de standaard voor verwarming van woningen waarbij naast directe verbrandingswarmte ook condensatiewarmte van waterdamp uit de rookgassen wordt gewonnen. Meestal uitgevoerd als combisysteem waarmee zowel ruimteverwarming als warm tapwater bereid kan worden.
kton	Afkorting voor kiloton. Dit is gelijk aan 1.000 ton, oftewel 1 miljoen kilogram.
LT	Afkorting voor lage temperatuur (warmtenet). Dit verwijst naar warmtenetten die water transporteren met een temperatuur van ongeveer 35 tot 55°C. Dit is efficiënter en past goed bij goed geïsoleerde gebouwen, die bijvoorbeeld voldoen aan de isolatiestandaard.
MT	Afkorting voor middentemperatuur (warmtenet). Dit verwijst naar warmtenetten die water transporteren met een temperatuur van ongeveer 55 tot 75°C. Dit is een tussenliggende temperatuur, lager dan de traditionele hogetemperatuurnetten.
Netto Contante Waarde (NCW)	Optelling van naar de toekomst toe verrekende bedragen die onder invloed van rente minder waard zijn in termen van vandaag. Hierin zit zowel een onderdeel risico verwerkt als een verwachte waardeontwikkeling in geld dat anders geïnvesteerd had kunnen worden.
Onrendabele top	Het deel van de investeringskosten van een project dat niet terugverdiend kan worden door middel van de opbrengsten (bijvoorbeeld de warmtetarieven). Dit deel wordt vaak gedekt door subsidies.
OPEX	Afkorting voor Operational Expenditures (Operationele Uitgaven). Dit zijn de terugkerende kosten die nodig zijn om een systeem draaiende te houden, zoals onderhoud, beheer en de kosten voor de energielevering.
Opwaarderen	Het verhogen van de temperatuur van een warmtebron, bijvoorbeeld door een warmtepomp te gebruiken. Lagetemperatuurwarmte (zoals uit de bodem of lucht) wordt daarmee geschikt gemaakt voor verwarming.
Participatiegraad	Het percentage van de potentiële afnemers (bijvoorbeeld huishoudens in een wijk) dat daadwerkelijk deelneemt aan of is aangesloten op een bepaald project, bijvoorbeeld een warmtenet.
PV(T)	Afkorting voor fotovoltaïsch (+thermisch). Pv staat voor zonnepanelen die elektriciteit opwekken. PVT-panelen zijn een combinatie: ze wekken zowel elektriciteit als warmte op uit de zon.
Restwarmte	Warmte die vrijkomt als bijproduct van industriële processen (bijvoorbeeld van datacenters, afvalverbrandingsinstallaties of fabrieken) en die anders ongebruikt in de omgeving zou verdwijnen. Door deze warmte te benutten via een warmtenet, wordt het een duurzame energiebron.
SDE	Afkorting voor Stimulering Duurzame Energieproductie. Dit is een belangrijke rijkssubsidie voor bedrijven en instellingen die duurzame energie (zoals wind, zon en biomassa) opwekken. Het vergoedt het verschil tussen de kostprijs van duurzame energie en de marktprijs van energie uit fossiele bronnen. Niet alle warmtebronnen komen hier automatisch voor in aanmerking. De regeling wordt regelmatig verlengd,

Term	Betekenis/uitleg
	maar is voor de periode na 2026 afhankelijk van nieuw landelijk beleid en daarmee niet gegarandeerd.
Utiliteit	Verzamelnaam voor niet-woningen, oftewel gebouwen die een publieke, commerciële of industriële functie hebben. Denk aan kantoren, scholen, ziekenhuizen, winkels of fabrieken.
Vastrecht	Een vast bedrag dat een afnemer maandelijks of jaarlijks betaalt voor de aansluiting, het onderhoud en het beheer van de infrastructuur (zoals een warmtenet of gasnet), onafhankelijk van het verbruik.
Warmte	Warmte wordt in de vorm van warm water via een warmtenet aan woningen geleverd. Via een warmtewisselaar wordt de warmte uit het warmtenet uitgewisseld met de leidingen in de woning voor direct gebruik of opwaardering naar hogere temperatuur. Warmte wordt verrekend in gigajoules (GJ).
Warmtebedrijf	Een bedrijf dat verantwoordelijk is voor de werking en het onderhoud van een specifiek warmtenet, en dat het contact met afnemers verzorgt. Een aan een warmtenet aangesloten afnemer van warmte betaalt hiervoor aan het warmtebedrijf. Een warmtebedrijf kan deels eigendom zijn van de gemeente en commerciële partij(en).
WIS	Afkorting voor Warmte Infrastructuur Subsidie. Een Nederlandse subsidie die de aanleg en verzwaring van warmtenetten financieel ondersteunt.
Wko	Afkorting voor warmte-koudeopslag. Dit is een duurzaam systeem waarbij warmte en koude in de ondergrond worden opgeslagen in verschillende waterlagen; warmte in de zomer voor de winter en koude in de winter voor de zomer.
WOS	Afkorting voor warmteoverdrachtstation. Dit is een technische installatie (ook wel *afleverset* genoemd) die zich in een aangesloten gebouw (woning of utiliteit) bevindt. Het zorgt voor de overdracht van warmte van het collectieve warmtenet naar het interne verwarmingssysteem van het gebouw.
ZLT	Afkorting voor zeer lage temperatuur (warmtenet). Dit is de meest efficiënte vorm van warmtenetten met temperaturen lager dan 40°C, vaak in combinatie met individuele warmtepompen in de aangesloten woningen.
Zonthermie	Het omzetten van zonlicht in warmte (thermische energie) met behulp van zonnecollectoren (in plaats van zonnepanelen die elektriciteit opwekken). Deze warmte kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld tapwater of verwarming.