

# Infraroodverwarming versus de warmtepomp

## Een analyse van twee *all-electric* verwarmingsopties

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat Nederlandse woningen en gebouwen de komende decennia van het aardgas af gaan. De opgave is om de gebouwde omgeving op een andere – en duurzame – manier te verwarmen. De warmtevoorziening kan naar verwachting duurzaam worden via warmtenetten, groen gas of *all-electric* oplossingen.<sup>1</sup> Bij *all-electric* concepten is vooral aandacht voor elektrische warmtepompen, maar ook elektrische *heaters* en infraroodverwarming zijn manieren om een woning of gebouw aardgasvrij te verwarmen. In Nederland is op dit moment vooral discussie over de waarde van infraroodverwarming. Voorstanders claimen dat infrarood een betaalbare, comfortabele en duurzame vorm van verwarming is, terwijl tegenstanders stellen dat deze voordelen nauwelijks onderbouwd of zelfs onjuist zijn. Dit kennisdossier zet de feiten op een rij, om hiermee de discussie over infraroodverwarming te structureren.

### Infrarood als hoofdverwarming: de discussie

Hoewel infraroodverwarming (IR-verwarming) al in een klein deel van de woningen en gebouwen wordt toegepast, is er volop discussie over deze toepassing. De consensus is dat infraroodpanelen een slimme toepassing kunnen zijn als bijverwarming in ruimtes die kort of weinig worden gebruikt, zoals een badkamer, studeerkamer of zolder.<sup>2</sup> Over de geschiktheid van infraroodpanelen als hoofdverwarming, waarbij ze zorgen voor de verwarming van het gehele pand, bestaat echter discussie. Sommigen geven aan dat infrarood zuinig, betaalbaar en comfortabel is als hoofdverwarming. Anderen trekken het nut van infrarood precies op deze vlakken in twijfel. Bij een analyse van de discussie ligt het voor de hand om infrarood te vergelijken met een warmtepomp, omdat het allebei (individuele) *all-electric* oplossingen zijn voor de verwarming van een woning of gebouw. Andere technieken, zoals elektrische *heaters* en elektrische vloerverwarming, vallen niet binnen de scope van dit kennisdossier.

Warmtepompen en infraroodpanelen zijn compleet verschillende verwarmings-technieken en laten zich daarom lastig vergelijken. In grote lijnen gaat de discussie over het nut van de technieken over drie typen argumenten:

1. Energieprestaties
2. Kosten
3. Comfortbeleving

Energieprestatie-gerelateerde argumenten gaan over de totale energiebehoefte en het benodigde piekvermogen. Dit is belangrijk omdat het elektriciteitsverbruik niet alleen de gebruikskosten bepaalt, maar ook de milieu-impact (vanwege de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de elektriciteitsproductie). Ook is er discussie over welk verwarmingssysteem de laagste kosten met zich meebrengt. Een goede maatstaf hiervoor is de *total cost of ownership (TCO)*, waarin de totale kosten van de investering, het energieverbruik en onderhoud zijn samengevoegd. De derde categorie veelgenoemde argumenten gaat over comfortbeleving. Er is een wezenlijk verschil



tussen het verwarmen van lucht en het gebruik van stralingswarmte, maar claims over wat comfortabeler is voor de eindgebruiker lopen uiteen.

### **Wat is infraroodverwarming?**

Infraroodstralingspanelen zetten elektriciteit om in stralingswarmte. In tegenstelling tot andere systemen (bv. een warmtepomp) verwarmen IR-panelen niet de lucht maar objecten en personen binnen een stralingsbereik van ongeveer drie meter.<sup>3</sup> Hierbuiten is de stralingswarmte niet voelbaar. Ook worden lichaamsdelen die zich buiten het bereik van een paneel bevinden, zoals benen onder een tafel, niet verwarmd.<sup>4</sup> Bij langdurig verwarmen met infraroodpanelen wordt ook de lucht verwarmd omdat de panelen en de aangestraalde objecten warmte afgeven. Volgens velen is infrarood vooral effectief als bijverwarming in ruimtes die kort of weinig worden gebruikt. Je kunt namelijk een energiebesparing realiseren door (gedeeltes van) kamers enkel te verwarmen als ze worden gebruikt.<sup>5</sup> IR-panelen voorzien niet in warm tapwater. Daarvoor is een aparte voorziening nodig, zoals een elektrische boiler, boosterwarmtepomp of doorstroomverwarmer. In dit kennisdossier gebruiken we de term 'infraroodverwarming' voor de combinatie van IR-panelen met een warmtapwatervoorziening.

## **Energieprestaties**

Allereerst is er discussie over de energieprestaties van infraroodverwarming en warmtepompen. Men is het erover eens dat warmtepompen efficiënter zijn in het produceren van warmte dan infraroodpanelen (zie onderstaand kader), maar bij verwarming met infraroodstraling zou op twee manieren mogelijk energie bespaard kunnen worden. Ten eerste zou IR-verwarming energie kunnen besparen doordat de panelen alleen aan staan in ruimtes waar men aanwezig is. Ten tweede hoeft volgens sommigen niet alle lucht verwarmd te worden omdat de stralingswarmte mensen direct verwarmt. Hierdoor zou een ruimte op een lagere temperatuur kunnen blijven, wat leidt tot energiebesparing. Hoeveel lager de temperatuur bij infraroodverwarming dan kan zijn, en hoeveel energie dat bespaart, is echter afhankelijk van het gebouw en de voorkeuren van de gebruiker. Branchevereniging IG Infrarood gaat uit van een gemiddelde luchttemperatuurverlaging van 2 tot 3°C, wat zou resulteren in een 30% lagere warmtevraag.<sup>6</sup> Er zijn geen officiële studies die dit ondersteunen, waardoor deze cijfers in twijfel getrokken worden.<sup>7</sup> Onderzoeksbureau Peutz concludeert dat de luchttemperatuur maximaal 1 tot 2°C verlaagd kan worden zonder gestelde comforteisen te overschrijden.<sup>8</sup>

De oorzaak van de verschillen in claims is dat er vrijwel geen betrouwbare praktijkmetingen zijn waarbij infraroodverwarming en warmtepompen worden vergeleken in gelijksoortige woningen. In de verschenen rapporten wordt het stroomverbruik van infraroodverwarming (incl. tapwatervoorziening) op basis van basale berekeningen ongeveer twee tot drie keer zo hoog geschat als dat van warmtepompen, afhankelijk van het type warmtepomp (zie *tabel 1*). De vergelijking in de tabel is gemaakt op het totale elektriciteitsverbruik van verschillende concepten, en niet alleen op de verschillen in efficiëntie (COP). Een eventuele lagere warmtevraag bij infraroodverwarming



door de stralingscomponent is hierin niet meegenomen, behalve bij Milieu Centraal. Door het hogere energieverbruik van infraroodsystemen is ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de levensduur hoger dan bij warmtepompen. Over het gevraagde piekvermogen van infraroodverwarming zijn geen metingen en data beschikbaar. Daardoor is nog weinig bekend over de precieze invloed van infraroodpanelen op het elektriciteitsnet.

Tabel 1: Jaarlijks stroomverbruik van verschillende concepten in een goedgeïsoleerde woning (exclusief eventueel energieverbruik voor ventilatie)

Aangenomen warmtevraag	Infrarood + elektrische boiler	Infrarood + warmtepompboiler	Lucht-water warmtepomp	Water-water warmtepomp	Bron
22,8 GJ (ca. 720 m <sup>3</sup> aardgas)	-	4800 kWh	2300 kWh	-	<a href="#">Milieu Centraal</a> (2018)
18,6 GJ (ca. 588 m <sup>3</sup> aardgas)	6145 kWh*	-	3238 kWh	2237 kWh	<a href="#">DWA</a> (2018)
18,3 GJ (ca. 578 m <sup>3</sup> aardgas)	5083 kWh*	3681 kWh	1881 kWh	1391 kWh	<a href="#">Boelen, L.</a> (2018)

\* Het verschil in elektriciteitsvraag tussen (Boelen, 2018) en (DWA, 2018) is te verklaren door verschillende aannames over de efficiëntie van de elektrische boiler. DWA volgt daarbij de NEN 7120 (norm voor EPC-berekeningen).

### De COP van infraroodverwarming

De *coefficient of performance (COP)* staat voor de verhouding tussen de afgegeven hoeveelheid warmte tegenover de hoeveelheid benodigde arbeid. Omdat het rendement afhangt van de buitentemperatuur, wordt meestal gerekend met de *seasonal performance factor (SPF)* – een maat voor het rendement over een jaar heen. De energieprestatie van warmtepompen in combinatie met een laagtemperatuurverwarmingssysteem is uitzonderlijk hoog, met een gemiddelde SPF van 4,5 (voor alleen ruimteverwarming).<sup>9</sup> Een rendement boven de 100% is volgens de thermodynamica niet mogelijk, maar warmtepompen behalen dit doordat één eenheid elektrische energie gebruikt wordt om gemiddeld ruim vier eenheden warmte van buiten naar binnen te verplaatsen. Infrarood heeft alleen elektriciteit als warmtebron en kan maximaal een rendement van 100% behalen. Daarom wordt in de discussie over infraroodverwarming vaak aangegeven dat IR-panelen slechts een COP van 1 hebben. De COP is echter geen juiste eenheid voor de efficiëntie van infraroodpanelen, omdat er geen sprake is van arbeid maar alleen van omzetting van elektriciteit naar (stralings)warmte. Het is logischer om te kijken naar de totale energievraag (in kWh) die nodig is om een specifieke woning comfortabel te verwarmen.



## Kosten

De discussie over de kosten van de twee *all-electric* oplossingen gaat vaak alleen over de investeringskosten. Het zou echter beter zijn om belangrijk om te kijken naar de *total cost of ownership* (kosten voor de investering, het energieverbruik en het onderhoud), want dit geeft het meest complete beeld van de kosten over de gehele levensduur. Over de TCO van beide systemen is nog weinig bekend: beschikbare data zijn voornamelijk gebaseerd op (theoretische) berekeningen en niet op praktijkmetingen. Op basis van de bestaande berekeningen lijkt een warmtepomp over een looptijd van 15 tot 30 jaar vaak goedkoper dan een systeem met infraroodpanelen (zie *tabel 2*). Toch zijn er ook studies die uitkomen op een lagere TCO voor infraroodsystemen, hoewel de aannames en berekeningen in deze rapporten niet helder zijn.<sup>10,11</sup> Hoewel er geen overeenstemming is over de TCO, is men het over een aantal zaken wel eens: de investerings- en onderhoudskosten van infrarood zijn lager dan bij een warmtepomp (door de afwezigheid van bewegende onderdelen) terwijl de energiekosten van infrarood juist hoger zijn.<sup>4,7</sup>

Het verschil in de berekende TCO is een gevolg van de verschillende aannames in de onderzoeken. De aannames verschillen doordat er nog weinig praktijkmetingen gedaan zijn waaruit gevalideerde cijfers komen. Zo is er nog weinig bekend over de levensduur van warmtepompen en IR-panelen. Voor warmtepompen variëren de schattingen tussen de 15 en 20 jaar en voor infraroodpanelen lopen de schattingen uiteen van 15-30 jaar<sup>7</sup>, waarbij wel vermeld moet worden dat de 30 jaar slechts geclaimd wordt door leveranciers.<sup>6</sup> Verder is er onzekerheid over het daadwerkelijke energieverbruik van beide systemen, want het is onduidelijk hoe groot de energiebesparing van infrarood daadwerkelijk is. In de berekeningen hieronder is (met uitzondering van Milieu Centraal) niet meegenomen dat de warmtevraag lager kan zijn bij infraroodverwarming, terwijl dit wel uit praktijkonderzoek bij veertien appartementen komt.<sup>12</sup> Ook worden eventuele subsidies en de mogelijke investeringskosten voor een laagtemperatuur afgiftesysteem, zoals radiatorventilatoren, laagtemperatuur radiatoren (ca. €2500) of vloerverwarming (ca. €7.000) niet altijd meegenomen in het berekenen van de TCO.<sup>13</sup>

*Tabel 2: Berekende TCO voor warmtepompen en IR-verwarming (incl. tapwatervoorziening), zonder eventuele investeringskosten in laagtemperatuur afgiftesysteem*

	Infrarood + elektrische boiler	Infrarood + warmtepompboiler	Lucht-water warmtepomp	Water-water warmtepomp
DWA (inclusief subsidie voor warmtepomp van €1.900)				
TCO 15 jaar	€33.312	-	€27.487	€25.822
TCO 30 jaar	€62.142	-	€51.559	€45.355
Lars Boelen (inclusief subsidie voor warmtepomp van €1.900)				
TCO 15 jaar	€27.470	€24.762	€20.214	€20.042
TCO 30 jaar	€49.440	€42.523	€33.329	€31.684
Milieu Centraal (exclusief subsidie voor warmtepomp van €1.900)				
TCO 15 jaar	-	€24.150	€18.000	-
TCO 30 jaar	-	€39.600	€25.500	-



## Comfortbeleving

De derde categorie argumenten in de discussie gaat over comfort. Vaak wordt gesteld dat infraroodverwarming comfortabel is door de behagelijke stralingswarmte die van de panelen afkomt.<sup>4,7</sup> Hoewel die claim relatief onomstreden is, is een ruimte minder comfortabel als de lucht- en stralingstemperatuur te veel verschillen.<sup>14</sup> Dit effect treedt door de grote stralingscomponent eerder op bij het gebruik van infraroodpanelen dan bij vloerverwarming.<sup>8</sup> Door dit effect kan, zelfs bij goede dimensionering en positionering van infraroodpanelen, de ruimtetemperatuur niet veel verlaagd worden.<sup>15</sup> De stralingswarmte kan dus niet compenseren voor een significant lagere luchttemperatuur.<sup>8</sup> Hierdoor is de potentiële energiebesparing van infraroodverwarming – die optreedt door een verlaging van de ruimtetemperatuur – beperkt.

Daarnaast beïnvloedt de zogenaamde stralingsasymmetrie de comfortbeleving. Stralingsasymmetrie houdt in dat een persoon binnen het bereik van de IR-panelen niet altijd over het gehele lichaam dezelfde stralingsintensiteit ervaart. Een persoon die recht onder infraroodpanelen zit die aan het plafond zijn bevestigd, zal meer stralingswarmte ervaren op het hoofd dan bij de voeten. Dit kan leiden tot discomfort omdat de meeste mensen de voorkeur hebben voor warme voeten en een koel hoofd.<sup>14</sup> Bovendien gaat infraroodstraling niet door oppervlakken heen, waardoor de benen en voeten onder een tafel niet worden aangestraald. Deze effecten worden kleiner als de lucht door langdurig gebruik van de IR-panelen opwarmt, maar dit kost dan weer relatief veel energie.<sup>8</sup> Al met al lijkt het erop dat een warmtepomp (vooral in combinatie met vloerverwarming) als hoofdverwarming comfortabeler is dan infraroodverwarming. Verwarming met infrarood kan in de meeste situaties dezelfde mate van comfort bieden door de luchttemperatuur niet te verlagen, maar dat leidt tot een hoog elektriciteitsgebruik.

## Interpretatie van de discussie

Uit het voorgaande blijkt dat de discussie over de toepasbaarheid van infraroodverwarming nog op een hoog abstractieniveau wordt gevoerd. Het is echter vrijwel onmogelijk om over het algemene nut van infraroodverwarming versus een warmtepomp te discussiëren, omdat de waarde van beide systemen verschilt per toepassing (zoals woningkenmerken en gebruikersgedrag) en omdat er nog te weinig cijfers beschikbaar zijn. Dit tekort aan data komt deels doordat veel onderzoeken infrarood met aardgas vergelijken. Omdat alle Nederlandse gebouwen op termijn van het aardgas af gaan, zou het interessanter zijn om infrarood te vergelijken met een warmtepomp. De enige studies<sup>16</sup> die deze vergelijking maken, doen geen praktijkmetingen waardoor het lastig is om overeenstemming te bereiken. Claims over de warmteverliezen zijn hiervoor exemplarisch. Sommigen stellen dat infraroodverwarming zorgt voor opwarming van de wanden. Dit leidt tot extra warmteverliezen omdat warme oppervlakten het warmteverlies naar buiten toe vergroten.<sup>7,8</sup> Anderen geven juist aan dat een warmere wand zorgt voor een drogere muurisolatie, waardoor de warmteverliezen kleiner worden.<sup>17</sup>

Ondanks de grote verscheidenheid aan meningen en het gebrek aan data is het toch mogelijk een algemeen beeld te destilleren uit de discussie (zie *tabel 3*). Zo is het elektriciteitsverbruik van



infraroodverwarming naar schatting twee tot drie keer zo hoog als dat van warmtepompen in vergelijkbare woningen. In specifieke situaties, zoals bij kleine appartementen van mensen die weinig thuis zijn, zou infraroodverwarming een goede oplossing kunnen zijn. Wat kosten betreft is het duidelijk dat infraroodpanelen goedkoop zijn in de aanschaf en onderhoud, maar relatief duur in gebruik. Hoe de TCO dan uitvalt kan per situatie verschillen, al zal in de meeste gevallen de TCO beter zijn voor warmtepompen. Ook over de comfortbeleving van de verschillende alternatieven is nog discussie. In principe is de aanwezigheid van een stralingscomponent aangenaam, maar kan stralingsasymmetrie juist onprettig worden ervaren, zeker bij panelen aan het plafond. Vloerverwarming is voor veel mensen comfortabel door de gelijkmatig verdeelde warmte en hogere temperatuur bij de grond. Wat comfortabel is zal echter sterk afhangen van persoonlijke voorkeuren.

Verder is er een aantal voor- en nadelen van de technieken waar weinig onenigheid over bestaat. Zo kunnen infraroodpanelen op warme dagen niet koelen, terwijl warmtepompen dat wel kunnen. Bij lucht-waterwarmtepompen kost dat relatief veel elektriciteit, maar bij water-waterwarmtepompen draagt koeling juist bij aan de efficiëntere werking van het systeem.<sup>7</sup> Ook kunnen warmtepompen in zekere mate warmte bufferen, door gebruik te maken van de thermische massa in de leidingen en afgiftesystemen. Hierdoor zouden ze, ook zonder aanwezigheid van een buffervat voor opslag, kunnen zorgen voor piekschering in het elektriciteitsnet bij congestie. Het voordeel van infraroodpanelen is dat ze weinig ruimte in beslag nemen en geen geluid produceren. Lucht-waterwarmtepompen hebben een buitenunit die geluid maakt, wat (al dan niet door de burens) als hinderlijk kan worden ervaren. Tot slot is het voordeel van infraroodverwarming ook dat de panelen relatief eenvoudig te installeren zijn. Het aansluiten van warmtepompen is ingewikkelder door het aansluiten van leidingen en het aanleggen van een laagtemperatuurafgiftesysteem – wat in sommige gevallen nodig is. Bij water-waterwarmtepompen komt de aanleg van een bodemlus daar ook nog bij.

Bij het maken van de keuze voor infraroodverwarming of een warmtepomp wegen alle bovenstaande aspecten mee. Hoe belangrijk ieder aspect is, en hoe ze precies zullen uitvallen, is afhankelijk van persoonlijke voorkeuren en woningkenmerken. In generieke zin is het slechts mogelijk om aan te geven welk verwarmingssysteem 'hoger' of 'lager' scoort op energieverbruik, kosten, comfort en overige argumenten. Het invullen van kwantitatieve getallen is te situatie-specifiek om in een tabel weer te kunnen geven.

*Tabel 3. De voor- en nadelen van verwarmingssystemen met infrarood en een warmtepomp*

	Infrarood	Warmtepomp
Energie		
Energieverbruik	Hoger	Lager
Kosten		
Investeringskosten	Lager	Hoger
Energiekosten	Hoger	Lager
Onderhoudskosten	Lager	Hoger
Geschatte levensduur	15-30 jaar	15-20 jaar
Comfort		



Geluid	Stil	Geluid buitenunit*
Comfortbeleving	Stralingsasymmetrie Aangename stralingswarmte	Gelijkmatige warmte
Overig		
Mogelijkheid tot koeling	Nee	Ja*
Piekbelasting elektriciteitsnet	Hoger	Lager
Ruimtebeslag	Lager	Hoger
Installatiegemak	Hoger	Lager

\* Een lucht-waterwarmtepomp is een buitenunit die geluid maakt, terwijl dit bij water-waterwarmtepompen niet het geval is. Koelen kan met beide typen warmtepompen, maar kost bij lucht-waterwarmtepompen veel elektriciteit.

Het is evident dat de toepasbaarheid van de verwarmingssystemen sterk afhangt van een set randvoorwaarden, die per gebouw en gebruiker verschilt. Gebouwkenmerken die de geschiktheid van infraroodverwarming volgens de literatuur beïnvloeden zijn isolatieniveau<sup>18</sup>, het oppervlak van de buitenschil<sup>12</sup> en de grootte van het pand<sup>12</sup>. Daarnaast is de toepasbaarheid van infrarood sterk afhankelijk van gebruikerskenmerken, zoals het aantal bewoners, hun stookgedrag, en (de frequentie van) het gebruik van de woonruimte.<sup>19</sup> Voor een alleenstaande bewoner die een beperkt aantal plekken in huis gebruikt, kan infrarood veel geschikter zijn dan een gezin van vier personen dat in dezelfde woning zou wonen. Ook de mate waarin stralingswarmte als comfortabel wordt ervaren, kan verschillen per persoon. Of infrarood een geschiktere oplossing is dan een warmtepomp zal altijd afhangen deze set randvoorwaarden.

### Innovatiemogelijkheden voor infrarood

Als infraroodverwarming in sommige gevallen een goede toepassing blijkt, is er dan nog innovatie mogelijk? Zoals gezegd hebben IR-panels een theoretische efficiëntie van 100%. Daarom wordt in het algemeen verondersteld dat de ontwikkeling niet zozeer in de panelen zelf zit, maar wel in slimme integratie en aansturing.<sup>15</sup> Nu worden IR-panels meestal handmatig of met een thermostaat bediend, terwijl slimme aansturing (via sensoren) kan voorkomen dat de panelen aan staan zonder dat er mensen in de buurt zijn.<sup>20</sup> Daarnaast is nog wel een aantal incrementele verbeteringen door te voeren. Zo zouden de panelen wellicht nog platter gemaakt kunnen worden. Ook zijn er experimenten met speciale verf die infraroodstraling reflecteert, waardoor het warmteverlies en de temperatuurverdeling in een ruimte beter worden. En tot slot kan een kostenreductie worden gerealiseerd door een industrieel productieproces van de panelen, want de kostprijs daalt als de schaal groter wordt.



## Conclusies

Er is op dit moment veel discussie over de waarde van infrarood en warmtepompen als aardgasvrije alternatieven voor (hoofd)verwarmingssystemen. Op een abstract niveau zijn de voor- en nadelen van beide systemen helder, maar de precieze orde van grootte is onzeker. Het lijkt erop dat warmtepompen minder elektriciteit verbruiken, maar het is onduidelijk hoe groot het verschil met infrarood precies is doordat huidige vergelijkingen vaak op schattingen gebaseerd zijn. Wel is het evident dat warmtepompen tijdens de levensduur een lager CO<sub>2</sub>-verbruik hebben vanwege het lagere elektriciteitsverbruik. Qua kosten lijken warmtepompen – over de gehele levensduur – beter te scoren dan infraroodverwarming, maar zonder gevalideerde claims over de levensduur is dit niet met zekerheid te zeggen. Verder is het lastig om generieke uitspraken te doen over comfort, omdat dit sterk afhankelijk is van persoonlijke voorkeuren. Door het gebrek aan informatie is het nog altijd onzeker wanneer infrarood wel een goede toepassing is en wanneer niet. Eigenlijk zijn tot zover alleen de extreme gevallen bekend. Zo zal IR-verwarming niet geschikt zijn in een woning waar veel mensen wonen, maar misschien wel als er in dezelfde woning slechts één persoon woont die weinig thuis is.

Praktijkmetingen en systeemanalyses zullen moeten uitwijzen onder welke randvoorwaarden welk type verwarmingssysteem (voor ruimteverwarming en tapwaterverwarming) geschikter is in een specifieke situatie. Hoe bepaal je voor een specifieke situatie of infraroodverwarming een goed alternatief kan zijn voor een warmtepomp? Wat is het effect van infraroodverwarming op het energieverbruik van aangrenzende woningen? Als dit soort informatie bekend is, kan infrarood ook slimmer worden geïntegreerd in een woningrenovatie. Een renovatie behelst immers altijd een pakket van maatregelen die goed op elkaar zijn afgestemd. In vervolgonderzoek is het belangrijk om de juiste vergelijking te maken. Nu wordt infraroodverwarming vaak met aardgas vergeleken (zie onderstaand kader), terwijl de vergelijking tussen infrarood en warmtepompen op termijn veel interessanter is. Hierbij is het belangrijk om niet alleen te kijken naar energie, kosten en comfort, maar ook naar de totale CO<sub>2</sub>-emissie per systeem (voor productie, transport, gebruik en verwerking na de levensduur). Kortom, vervolgonderzoek moet zorgen voor een gevalideerde afweging tussen alle aardgasvrije verwarmingsopties. Zo kan de gebouwde omgeving in Nederland op een doordachte manier aardgasvrij en CO<sub>2</sub>-neutraal verwarmd worden.





## Verder lezen?

Er is nog relatief weinig onderzoek gedaan naar de geschiktheid van infrarood als hoofdverwarming. Bovendien worden IR-stralingspanelen in de meeste rapporten vergeleken met conventionele aardgasverwarming ([ThuisBaas](#), [Krispijn Beek](#), en [onderzoek](#) van de Universiteit van Kaiserslautern). Wel is een aantal publicaties beschikbaar waar aan de hand van berekeningen wordt gekeken hoe infraroodverwarming zich verhoudt tot een lucht-water-warmtepomp ([Milieu Centraal](#)) of andere aardgasvrije concepten ([DWA](#) en een [blog](#) van Krispijn Beek). Verder beroept men zich vaak op een afstudeerscriptie van Dirk Bornhorst (Universiteit van Konstanz), die op basis van berekeningen een vergelijking heeft gemaakt tussen warmtepompen en infrarood. En dan is er nog een grote groep mensen die zich baseert op anekdotisch bewijs, bijvoorbeeld op internetfora. Wel loopt op dit moment het project [Infrarood Experience](#), waarin de TU Eindhoven/JADS met ThermlQ, BeNext en Milieu Centraal werkt aan een 3D-simulatiemodel om de energieprestaties van infraroodverwarming goed te kunnen modelleren voor verschillende modelwoningen. De resultaten hiervan worden later dit jaar verwacht. Ook is onlangs het project [HERSCHEL](#) gestart, waarin een comfortmodel voor verschillende warmtesystemen (zoals infrarood en een warmtepomp) wordt ontwikkeld.

*Met dank aan Peter Heijboer (DWA), Twan van Hooff (TU/e), Huub Keizers (TNO) Gerard de Leede (JADS), Puk van Meegeren (Milieu Centraal), Harm Valk (Nieman Raadgevende Ingenieurs), Wigger Verschoor (ThuisBaas), Jan Tjemme van Wieringen (Milieu Centraal) en Kees Wisse (DWA).*



## Referenties

- <sup>1</sup> Planbureau voor de Leefomgeving. (2019). *Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord: Gebouwde Omgeving*. PBL-publicatienummer: 3711. Den Haag.
- <sup>2</sup> CE Delft. (2018). Factsheet Infraroodpanelen.
- <sup>3</sup> Idem.
- <sup>4</sup> Milieu Centraal. (n.d.). *Infraroodpanelen voor verwarming*. Geraadpleegd op 31 december 2019, van: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/infraroodpanelen-voor-verwarming/>
- <sup>5</sup> TNO. (2019). *Alle bestaande woningen aardgasvrij in 2050*. TNO 2019 P10909.
- <sup>6</sup> IG Infrarood. (n.d.) *Veelgestelde vragen*. Geraadpleegd op 31-12-2019, van: <https://www.ig-infrarood.nl/veelgestelde-vragen/>
- <sup>7</sup> DWA. (2018). *Aardgasvrije warmteconcepten en infrarood stralingspanelen*.
- <sup>8</sup> Peutz. (2018). *Comfortaspecten stralingsverwarming: Vergelijkende comfortberekeningen verwarmingssystemen*. Rapportnummer BA 1320-1-RA-001.
- <sup>9</sup> RVO. (2019). *Warmtepomp*. Geraadpleegd op 31 december 2019 van: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/milieulijst-en-energielijst/eia/warmtepomp-w-1>
- <sup>10</sup> Van Rijswijk, R. (2012). Elektrisch verwarmen als alternatief. *Installatie & Sanitair*, 10, p. 32-33.
- <sup>11</sup> Bornhorst, D. (2019). *Economic and ecological evaluation tool for infrared heating systems*. Master Thesis, Konstanz University.
- <sup>12</sup> ThuisBaas. (2019). Van Dam, J., van Veelen, V., Verschoor, W. *Empirisch onderzoek naar efficiëntie infraroodverwarming*.
- <sup>13</sup> De schattingen voor de kosten zijn afkomstig van de website van Milieu Centraal. Zie <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/infraroodpanelen-voor-verwarming/> en <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/lage-temperatuur-verwarming-ltv/>
- <sup>14</sup> Van der Linden, C. (2019). Hoe zit het nu echt met stralingsverwarming? Geraadpleegd op 10 februari 2020, van: <https://klimapedia.nl/publicaties/hoe-zit-het-nu-echt-met-stralingsverwarming/>
- <sup>15</sup> Expertise Centrum Warmte. (2019). *Infraroodpanelen*. Geraadpleegd op 19 december 2019, van: <https://expertisecentrumwarmte.nl/kennis/factsheets/techniekfactsheets+gebouwmaatregelen/infraroodpanelen/default.aspx>
- <sup>16</sup> In het laatste kader van het kennisdossier ('Verder lezen?') staat een overzicht van de verschillende rapporten en studies.
- <sup>17</sup> Technische Universität Kaiserslautern. (2009). *Beispielhafte Vergleichsmessung zwischen Infrarotstrahlungsheizung und Gasheizung im Altbaubereich*.
- <sup>18</sup> Verwijzingen naar het belang van goede isolatie worden in vele publicaties gemaakt, onder andere bij eerdergenoemde rapporten van Milieu Centraal, ThuisBaas en CE Delft.
- <sup>19</sup> Verwijzingen naar de invloed van gebruikerskenmerken komen in meerdere rapporten naar voren, zoals bij ThuisBaas en de masterscriptie van Dirk Bornhorst.



<sup>20</sup> Leede, G., & Beek, K. (2018). Infraroodverwarming effectiefste weg naar aardgasvrij? Geraadpleegd op 19 december 2019, van: <https://sargasso.nl/infraroodverwarming-effectiefste-weg-naar-aardgasvrij/>

### Over TKI Urban Energy

TKI Urban Energy stimuleert de ontwikkeling van innovaties voor een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving. Onder de vlag van de Topsector Energie werkt TKI Urban Energy aan het vormen van kansrijke samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse bedrijven, kennisinstellingen en andere partijen. Een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050 is onze inzet.

### Geschreven door

**Bouwe Meijer**

[Contact via Linked In](#)

**Pieter Loonen**

[Contact via Linked In](#)

### Voor vragen neem contact op met

**David van Petersen**

**M** [David@tki-urbanenergy.nl](mailto:David@tki-urbanenergy.nl)

**W** <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy>

