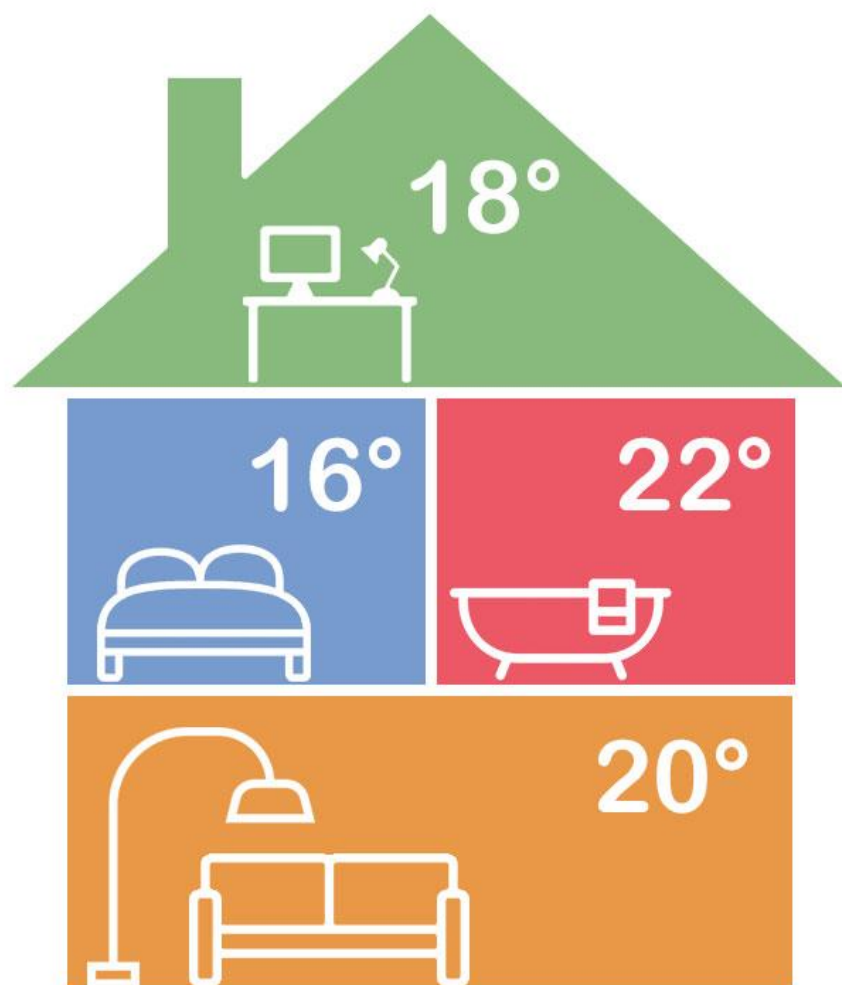


Aardgasvrij

# HAND-OUT VERWARMINGSSYSTEMEN





## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| 1. Inleiding .....                                       | 3  |
| 1.1 Van het gas af en de energietransitie .....          | 3  |
| 1.2 Kosten-baten en de energierekening .....             | 3  |
| 2. Zoals het was: Centrale en/of lokale verwarming ..... | 4  |
| 3. Nieuwe mogelijkheden .....                            | 4  |
| 4. Warmtepompen .....                                    | 4  |
| 4.1 Hoe werkt een warmtepomp? .....                      | 4  |
| 4.2 Bronnen .....  | 5  |
| 4.3 Afgiftesystemen .....                                | 7  |
| 4.4 Hybride versus All-Electric warmtepomp .....         | 7  |
| 4.5 Kosten .....   | 8  |
| 4.6 Klimaatsaspecten .....                               | 8  |
| 5. Pelletketel CV en pellet kachels .....                | 9  |
| 5.1 Hoe werkt een pelletketel? .....                     | 9  |
| 5.2 Afgiftesystemen .....                                | 9  |
| 5.3 Kosten .....   | 10 |
| 5.4 Klimaat aspecten .....                               | 10 |
| 6. Lage temperatuur verwarming afgiftesystemen .....     | 11 |
| 7. Infraroodpanelen .....                                | 12 |
| 7.1 Hoe werkt dit? .....                                 | 12 |
| 7.2 Kosten .....   | 13 |
| 7.3 Klimaatsaspecten .....                               | 13 |
| 8. Zonneboiler .....                                     | 13 |
| 8.1 Hoe werkt dit? .....                                 | 13 |
| 8.2 Kosten .....   | 14 |
| 8.3 Klimaatsaspecten .....                               | 14 |
| 9. Elektriciteitsopwekking met zonnepanelen .....        | 15 |
| 9.1 Eigen zonnepanelen .....                             | 15 |
| 9.2 Alternatieven .....                                  | 15 |
| 9.3 Kosten .....   | 15 |



# 1. Inleiding

## 1.1 Van het gas af en de energietransitie

Voor het realiseren van een energiezuinige en (bijna-)gasloze woning is het naast flink isoleren van belang dat er wordt gekozen voor een energiezuinig verwarmingssysteem. In deze handout worden enkele bijna- en geheel gasloze verwarmingssystemen besproken, t.w. verschillende warmtepomp typen, infrarood verwarming en de pellet-verwarming. Ook worden kort enkele andere maatregelen besproken zoals zonnepanelen en de zonneboiler. Bij warmtepompen gaat de verwarming over van een gasgebaseerd systeem naar een bijna gasloos (hybride warmtepomp) of een geheel gasloos elektrisch systeem (all-electric warmtepomp). Bij houtpelletsystemen gaat men over van een gasgestookt naar een houtgestookt systeem dat natuurlijk eveneens gasloos is. Als men kiest voor infrarood verwarming zal deze keuze zal bijna nooit het gehele verwarmingssysteem betreffen, zodat altijd nog een andere voorziening nodig is.

De overgang van een gasgestookt verwarmingssysteem naar een ander systeem kan naast een kostenreductie (zie hierna) ook een CO<sub>2</sub> uitstootreductie opleveren als de benodigde elektriciteit of andere vervanger duurzaam en CO<sub>2</sub>-arm wordt opgewekt. Dit kan een belangrijk klimaatvoordeel zijn. Wanneer de elektriciteit echter uit een fossiel gestookte centrale komt is dit voordeel er niet.

## 1.2 Kosten-baten en de energierekening

De keuze voor een energiezuinig verwarmingssysteem wordt vaak niet alleen gemaakt vanwege de eventuele CO<sub>2</sub> reductie. Meestal speelt ook mee of de verandering goed uitpakt voor de energierekening. Bij de overgang van een gasgestookt verwarmingssysteem naar een elektrisch verwarmingssysteem speelt een rol dat elektriciteit per saldo weliswaar duurder is dan gas, maar dat, afhankelijk van de gekozen oplossing, de benodigde hoeveelheid energie ook flink kan afnemen. Het vraagt dus wel even rekenen aan de kosten en baten. Eén kubieke meter aardgas levert ongeveer evenveel energie als 10 kWh elektriciteit maar bijvoorbeeld het gebruik van warmtepompen is minimaal 3 keer zo efficiënt als de oorspronkelijke CV.

Bij een elektriciteitsprijs van € 0,35 per kWh en een gasprijs van €1.54 per kuub (prijspeil jan 2022) houdt dit in dat elektriciteit per energie-eenheid ruim 2 keer zo duur is als aardgas<sup>1</sup>.

De overgang op een elektrisch verwarmingssysteem wordt dan heel interessant als de hoeveelheid verbruikte energie voor verwarming tot minder dan de helft afneemt.

Gelukkig is dat bij veel nieuwe vormen van elektrische verwarmingssystemen het geval. Met name warmtepompen maken zeer efficiënt gebruik van de benodigde elektriciteit, waardoor de overstap tot een aanzienlijke besparing op de energierekening kan leiden. Daarnaast is het mogelijk om elektriciteit zelf op te wekken, wat d.m.v. de nog steeds bestaande salderingsregeling zorgt voor een lagere elektriciteitsrekening. Verder is het te verwachten dat de gasprijs voor consumenten de komende jaren nog sterk zal stijgen mede als gevolg van hogere overheidsheffingen.

<sup>1</sup> <https://www.gaslicht.com/energiebesparing/energieverbruik>



## 2. Zoals het was: Centrale en/of lokale verwarming

De verwarming van ruimtes en tapwater kan op verschillende manieren worden ingericht. In Nederland is de CV (centrale verwarmingsketel op gas) voor verwarming van ruimtes en tapwater (voor onder andere douchen) nog het meest gebruikelijk. Soms wordt ook voor “lokale” verwarming (elke ruimte een eigen aparte verwarming) gekozen met een aparte tapwater-voorziening, bv een geiser of boiler. Met lokale verwarming kunnen ongebruikte ruimten ook onverwarmd blijven.

## 3. Nieuwe mogelijkheden

Inmiddels zijn veel nieuwe mogelijkheden ontstaan voor verwarmingssystemen. De verwarmingssystemen die in deze handout worden behandeld zijn de volgende:

- Warmtepompen
- Pellet ketels en kachels
- Infrarood panelen

Daarnaast besteden we in deze handout aandacht aan enkele maatregelen die verwarmingssystemen kunnen aanvullen, nl zonnepanelen en zonneboilers

## 4. Warmtepompen

### 4.1 Hoe werkt een warmtepomp?

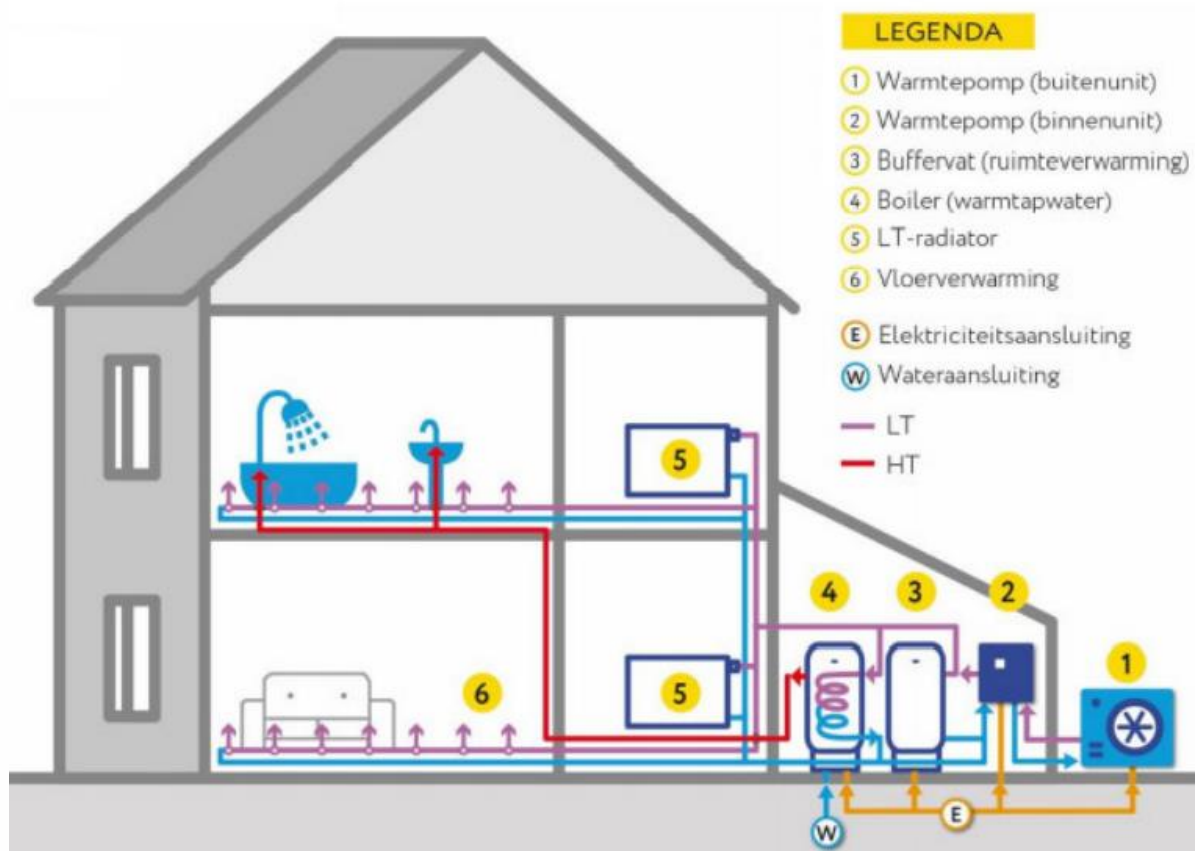
Een warmtepompsysteem kent een duidelijk verschil ten opzichte van andere verwarmingssystemen. De meeste verwarmingssystemen genereren warmte door een energiebron zoals gas of elektriciteit die vanuit een energienet in huis komt om te zetten in warmte. Een warmtepompsysteem haalt echter warmte die van nature aanwezig is in andersoortige bronnen, zoals in de buitenlucht, oppervlaktewater of de bodem, daaruit en transporteert (verpompt) deze naar de plek waar de warmtebehoefte is. Bij dit verpompen wordt de warmte ook geconcentreerd zodat deze bruikbaar wordt voor bijvoorbeeld woningverwarming en/of warm tapwater. De bronwarmte is meestal gratis, maar voor het verpompen en concentreren van deze gratis warmte gebruikt de warmtepomp natuurlijk wel elektriciteit uit het lichtnet, waarvoor uiteraard betaald moet worden.

Alle warmtepompsystemen bestaan uit drie hoofdonderdelen.

- Bron (bijvoorbeeld lucht, bodem of oppervlaktewater)
- Omzetter (de warmtepomp)
- Afgiftesysteem (bijvoorbeeld radiatoren en/of een boiler voor warm tapwater)

Het vermogen van de systemen moet natuurlijk goed afgestemd worden op de wensen van de gebruikers en de kenmerken van het gebouw. Voor een grote, slecht geïsoleerde woning is een grotere warmtepomp dan voor een goed geïsoleerde woning. Een warmtepomp met een hoog vermogen is duurder en verbruikt ook meer elektriciteit. Daarom is het verstandig om de woning eerst goed te isoleren voordat een warmtepomp wordt aangeschaft.

Een deskundige kan een warmteverliesberekening maken waarmee het benodigde vermogen van een warmtepomp kan worden bepaald. In de afbeelding hierna is het principe van een warmtepompsysteem weergegeven met als voorbeeld de buitenlucht als bron.



Principe warmtepompsysteem (Bron: [www.ce.nl/warmtetechnieken](http://www.ce.nl/warmtetechnieken))


## 4.2 Bronnen

De toegepaste bron heeft een grote invloed op het rendement van de warmtepomp. Een warmtepompsysteem met buitenlucht als bron heeft gemiddeld één kWh elektriciteit nodig om 3 tot 4 kWh als warmte naar de woning te verplaatsen. De zgn prestatiefactor (Coefficient of Performance, COP) is dan 3 tot 4. De COP van een warmtepomp met bodemwarmte als bron is wat hoger, bv 4.5 of meer, maar dit type warmtepomp is dan ook aanzienlijk duurder. De COP waarde van een systeem is naast de bron vooral ook afhankelijk van de efficiëntie van de warmtepomp en het afgiftesysteem.

In internationale voorschriften in de Europese Unie is de COP tegenwoordig vervangen door de zgn. Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) om onderscheid te kunnen maken in de verschillende regio's binnen Europa. De SCOP is echter in essentie voor Nederland niet anders dan de COP.

### Buitenlucht

Buitenlucht is als bron veel toegepast voor warmtepompen vanwege de relatief eenvoudige en daardoor goedkopere installatie. Aan de buitenzijde van het gebouw wordt een buitenunit geplaatst, vergelijkbaar met die van veel airco systemen. Met behulp van deze buitenunit wordt warmte uit de buitenlucht onttrokken. Het rendement van een warmtepomp met buitenlucht als bron is grotendeels afhankelijk van de buitentemperatuur. Bij lage temperaturen kost het meer elektriciteit om de warmte uit de buitenlucht te halen



maar tegenwoordig zijn er warmtepompen op de markt die nog tot -10 °C goed kunnen functioneren.

Een belangrijk aandachtspunt is het geluidsniveau en de positionering van de buitenunit. Hiervoor zijn ook voorschriften van toepassing en kunnen zonodig extra maatregelen genomen worden zoals extra omkasting en/of trillingsdemping.

De werking van warmtepompen kan vaak worden ook “omgedraaid” zodat de warmte in omgekeerde richting stroomt. Hiermee kunnen veel warmtepompen dus ook koelen.

### **Ventilatielucht**

Inplaats van (of naast) buitenlucht kun je soms ook ventilatielucht van de woning als bron toepassen. Dit is goed mogelijk als de woning al is voorzien van een mechanisch ventilatie afzuigstelsel. Als de warmtepomp warmte uit ventilatielucht haalt verlaagt dat natuurlijk het warmteverlies van het huis.

De hoeveelheid warmte die dit type warmtepomp kan leveren, wordt beperkt door de hoeveelheid lucht die ververst moet worden. De resterende warmtebehoefte moet dan worden aangevuld. Er zijn warmtepompen op de markt die tegelijk met zowel ventilatielucht als buitenlucht kunnen werken.

### **Bodemwarmte**

Bij bodemwarmte als bron wordt er gebruik gemaakt van een bodemwarmtewisselaar. Dit is een gesloten buizen- of leidingensysteem, waardoor een vloeistof wordt gepompt. Hierdoor wordt warmte uit de bodem onttrokken. Het buizensysteem kan zowel horizontaal als verticaal in de bodem worden aangebracht. Bij een verticaal systeem wordt op één of meerdere punten een boring gedaan van enige tientallen tot ruim honderd meter diep waarin een warmtewisselaar wordt aangebracht. Hiervoor moet meestal een vergunning worden aangevraagd. In een boringsvrije zone is het echter niet mogelijk om dit type bron toe te passen.

Bij een horizontaal systeem worden de leidingen van de bodemwarmtewisselaar aangebracht in sleuven die bijvoorbeeld in de tuin worden gegraven. Hiervoor is een oppervlakte van ongeveer 200 tot 400 vierkante meter benodigd. Na het aanbrengen kan de oppervlakte boven de leidingen weer in gebruik worden genomen. Voor dit type warmtepomp is een vergunning nodig wanneer er in de warmtewisselaar gebruik wordt gemaakt van gevaarlijke stoffen, bv een antivries mengsel van water en glycol. De bodemtemperatuur is vrij constant (10 à 12 °C) waardoor de bodemwarmtepomp meestal een iets hoger rendement heeft dan een warmtepomp met buitenlucht als bron. Daarnaast kan het buizensysteem ‘s zomers worden gebruikt voor passieve koeling. Hierbij hoeft het water alleen maar zonder verdere bewerking door het afgiftesysteem gepompt te worden.

### **Oppervlaktewater**

Hoewel in principe ook oppervlaktewater als bron voor de warmte gebruikt kan worden zie je dit eigenlijk nooit op de schaal van individuele woningen. Er wordt wel geëxperimenteerd met deze vorm van warmtewinning maar vanwege de technische hindernissen en de hoge kosten zullen eventueel succesvolle implementaties vooral te vinden zijn bij warmtenetten die clusters van woningen bedienen.



## 4.3 Afgiftesystemen

### Ruimteverwarming

Het rendement van een warmtepompsysteem is naast de toegepaste bron afhankelijk van het toegepaste afgiftesysteem. Met name het temperatuurverschil tussen de brontemperatuur en de afgiftetemperatuur speelt een belangrijke rol.

Bij een afgiftesysteem met een grote oppervlakte, zoals vloerverwarming, kan de temperatuur van het afgiftesysteem lager worden gehouden. Bij een kleinere oppervlakte, zoals bij een conventionele radiator, moet de temperatuur hoger zijn, om toch de hele ruimte te kunnen verwarmen. Het genereren van een hogere temperatuur kost de warmtepomp veel energie en vereist een warmtepomp met een hogere capaciteit. Voor het behalen van een hoog rendement is het dus van belang om het afgiftesysteem op een zo laag mogelijke temperatuur in te stellen. Dit wordt ook wel lage temperatuurverwarming genoemd. Vloer- en wandverwarming zijn hiervoor geschikte keuzen maar men ziet ook wel dat bestaande radiatoren worden uitgerust met kleine ventilatoren om de warmte-afgifte te versnellen. Ook zijn er convectorsystemen en plintradiatoren op de markt met al af-fabriek ingebouwde ventilatoren voor de versnelling van de warmteafgifte zodat ook deze geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming.

### Warm tapwater

De warmtepomp kan worden gebruikt om tapwater te verwarmen. Een belangrijk verschil met een gasgestookte CV-ketel is dat het verplaatsen van de warmte door middel van een warmtepompsysteem veel langzamer gaat dan het genereren van warmte door de verbranding van aardgas. Een gasgestookte CV-ketel heeft voldoende capaciteit om tapwater te verwarmen dat direct gebruikt kan worden maar bij een warmtepompsysteem is een voorraadvat voor warm tapwater benodigd. De grootte van het voorraadvat is afhankelijk van de warm tapwater behoefte van de gebruikers maar een grotere boiler kan ook gebruikt worden als warmtevoorraad voor verwarming.

## 4.4 Hybride versus All-Electric warmtepomp

Een hybride warmtepomp heet zo omdat deze warmtepomp nog gecombineerd wordt met een (meestal traditionele) “gewone” warmte-installatie, bv een CV-ketel op gas.. Het aanvullende systeem kan ook een pelletketel CV zijn.

In Nederland betreft het bijna altijd de combinatie tussen een gasgestookte CVketel en een warmtepomp met buitenlucht of ventilatielucht als bron. De voordelen van deze systemen vullen elkaar goed aan.

Het rendement van een warmtepomp met buitenlucht als bron neemt af wanneer het buiten kouder wordt. De gasgestookte CV-ketel vult de warmtepomp aan wanneer dit nodig is.

Een bijkomend voordeel is dat een buffervat voor warm tapwater bij dit systeem niet noodzakelijk is, omdat de gasgestookte CV ketel in warm tapwater kan voorzien of zelf al een boilervat heeft. Het rendement van de hybride warmtepomp is een combinatie van het rendement van de gasgestookte CV-ketel en de warmtepomp. Verder is het rendement

afhankelijk van welk aandeel van de warmtevraag door de warmtepomp kan worden voorzien. Een zgn all-electric warmtepomp is niet bedoeld om te worden gecombineerd met een ander systeem en zal dus geheel zelf in de warmtebehoefte en het tapwater moeten voorzien. De meeste all-electric warmtepomp systemen zijn daarom voorzien van nog een eigen “extra” warmtevoorziening (vaak een elektrisch verwarmings-element) dat bij een tekort aan warmte uit de bron nog kan bijspringen. In het verleden werden dergelijke warmtepompen vaak niet goed op de juiste capaciteit geselecteerd en ingesteld, met als gevolg dat het elektriciteitsverbruik extreem hoog werd. Maar dergelijke kinderziekten zijn gelukkig grotendeels verleden tijd.

## 4.5 Kosten

De kosten van een hybride warmtepomp zijn voornamelijk afhankelijk van de benodigde capaciteit voor ruimteverwarming. Wanneer er al een gasgestookte CV-ketel aanwezig is, dan is het in de meeste gevallen mogelijk om hier een warmtepomp aan te koppelen. Wanneer er geen geschikte gasgestookte CV-ketel aanwezig is, dan kan er tevens worden gekozen voor een toestel waar beide systemen in zijn verwerkt.

Richtprijs hybride buitenlucht warmtepomp exclusief gasgestookte CV-ketel: € 3.000 – 7.000 incl. arbeid  
Richtprijs hybride buitenlucht warmtepomp met geïntegreerde gasgestookte CV: € 4.000 – 8.000 incl. arbeid  
Bij aansluiten op bestaand afgiftesysteem.

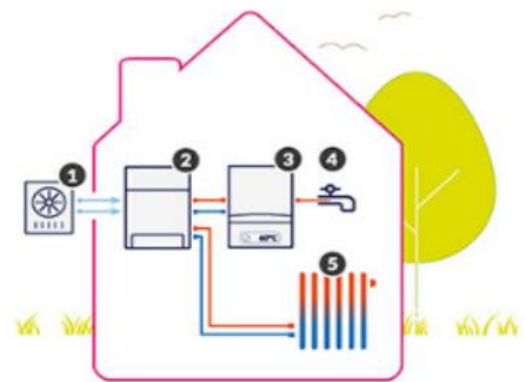
De kosten voor aanschaf en installatie van een all-electric warmtepomp kunnen per situatie sterk verschillen en hangen natuurlijk af van de gekozen bron, de pomp zelf, het te gebruiken afgiftesysteem en de keuze voor de tapwatervoorziening. Voor een kleine goed geïsoleerde woning kan er worden volstaan met een goedkoper systeem dan bij een grote slecht geïsoleerde woning.

Richtprijs all-electric warmtepomp met buitenlucht als bron: € 6.500 – 19.000 incl. arbeid.  
Richtprijs all-electric warmtepomp met bodemwarmte als bron: € 8.500 – 22.000 incl. arbeid  
bij aansluiten op bestaand afgiftesysteem.

Op vrijwel alle warmtepomp systemen is de ISDE subsidie in 2022 30% van het aankoopbedrag.

## 4.6 Klimaatsaspecten

Een warmtepomp kan zorgen voor een aanzienlijke CO<sub>2</sub> reductie ten opzichte van een gasgestookte CV-ketel omdat er voor de warmte zelf geen gebruik meer wordt gemaakt van fossiele bronnen. Er wordt echter nog wel gebruik gemaakt van elektriciteit. Als de opwek van deze elektriciteit echter nog plaatsvindt door verbranding van fossiele brandstoffen, is er nog steeds sprake van CO<sub>2</sub> uitstoot. Het klimaat-effect is dus sterk afhankelijk van het



1. Buitenunit die lucht van buiten aanzuigt
2. Warmtepomp
3. Cv-ketel
4. Warm water
5. Radiator

Hybride warmtepomp (Bron: [www.kemkens.nl/hybride-warmtepomp](http://www.kemkens.nl/hybride-warmtepomp))



rendement van de warmtepomp maar met name ook van de manier van opwek van de benodigde elektriciteit.

## 5. Pelletketel CV en pellet kachels

### 5.1 Hoe werkt een pelletketel?

Een pelletketel CV is vergelijkbaar met een gasgestookte CV ketel, maar dan gestookt op basis van houtpellets (korrels van samengeperst hout) in plaats van aardgas. Een belangrijk is dat houtpellets als hernieuwbare energie worden gezien. De CO<sub>2</sub>-uitstoot die vrijkomt bij de verbranding wordt weer opgenomen wanneer er nieuwe bomen worden geplant.

De pelletketel CV is een gesloten toestel, waarbij geen vlammen zichtbaar zijn. Vanuit een voorraadvat met pellets, worden de benodigde pellets automatisch aan het vuur toegediend.

Naast pelletketel-CV's zijn er ook pelletkachels die geschikt zijn voor verwarming van individuele ruimten. Bij deze kachels is het vuur meestal wel zichtbaar, maar is er natuurlijk geen centraal warmte-afgiftesysteem. Het rendement van de Pelletketel CV is afhankelijk van hoe efficiënt de pellets verbrand worden. Het maximale rendement is ongeveer 95%. Goed onderhoud aan de ketel, schone afvoer en branders is van belang om een hoog rendement te kunnen behalen.



Pelletketel CV (Bron: [www.artelpelletkachel.nl](http://www.artelpelletkachel.nl))

### 5.2 Afgiftesystemen

#### Ruimteverwarming

Bij een pelletketel CV is zowel hoge- als lage temperatuurafgifte mogelijk. Het rendement van het systeem is het hoogst wanneer er lage temperatuurafgifte wordt toegepast.



### **Warm tapwater**

Een pelletketel CV kan worden gebruikt om tapwater te verwarmen. Het opstarten van het systeem gaat echter een stuk langzamer dan bij een gasgestookte CV-ketel. Er wordt dan ook meestal een voorraadvat voor warm tapwater toegepast. De grootte van het voorraadvat is afhankelijk van de warm tapwater behoefte van de gebruikers.

## **5.3 Kosten**

Bij toepassing van een pelletketel CV zal de energierekening een stuk lager zijn dan bij een gasgestookte CV-ketel. Er moeten echter pellets ingekocht worden. De netto kostenbesparing is afhankelijk van de gasprijs en de inkoopprijs van de pellets. Op dit moment is de besparing ongeveer 40% (prijspeil 2022), vooral omdat er (nog) geen energiebelasting op pellets wordt geheven.

<http://www.ikwilvanmijnenergiekostenaf.nl/pellet-kachels> &  
<http://www.houtpelletsonline.eu/kostenbesparing-pellets-tov-gas/>

De aanschafkosten van een pelletketel CV zijn voornamelijk afhankelijk van de benodigde capaciteit voor ruimteverwarming. Tot enkele jaren geleden was er nog subsidie op deze systemen, deze is echter inmiddels afgeschaft.

Richtprijs pelletketel CV: € 5.000 – 10.000 incl. arbeid bij aansluiten op bestaand afgiftesysteem.

## **5.4 Klimaat aspecten**

In een pelletketel CV worden pellets verbrand. Deze pellets bestaan uit samengeperst hout. Dit houdt in dat het systeem CO<sub>2</sub> neutraal kan zijn, wanneer de gekapte bomen terug geplant worden. Productie en transport zorgen echter ook voor CO<sub>2</sub> uitstoot. De totale CO<sub>2</sub> uitstoot is dus mede afhankelijk van de herkomst van de pellets. Over het algemeen zorgt een pelletketel CV voor minder CO<sub>2</sub> uitstoot dan een gasgestookte CV-ketel. Naast de CO<sub>2</sub> uitstoot komen er bij de verbranding van pellets ook andere emissies, zoals fijnstof vrij. Een goede rookgasafvoer is dan ook noodzakelijk. Het rookgaskanaal kan eventueel worden voorzien van een fijnstoffilter om de fijnstof uitstoot te verminderen.

## 6. Lage temperatuur verwarming afgiftesystemen

Lage temperatuurverwarming houdt in dat er een afgiftesysteem met een grote oppervlakte wordt toegepast. Dit kan bijvoorbeeld gaan om grote radiatoren, vloerverwarming of wandverwarming. Vanwege de grote oppervlakte is het mogelijk om met een relatief lage temperatuur in het verwarmingssysteem toch de hele ruimte te verwarmen. Door het toepassen van lage temperatuur verwarming hoeft het verwarmingstoestel, zoals de warmtepomp, pelletketel CV of gasgestookte CV ketel de temperatuur van het water in het verwarmingssysteem minder warm te maken. Dit zorgt voor een energiebesparing. Om het comfort en de energiebesparing optimaal te kunnen benutten is het van belang dat de woning goed geïsoleerd is. Bij toepassing van vloerverwarming in een ongeïsoleerde vloer zal er namelijk veel warmte verloren gaan. Hetzelfde geldt voor wandverwarming.



Vloerverwarmingsbuizen “nat systeem” alvorens aanbrengen dekvloer

### Vloerverwarming

Vloerverwarming kan op verschillende manieren worden aangebracht. Bij nieuwbouw wordt de vloerverwarming veelal in de dekvloer (afwerkvloer bovenop constructieve vloer) aangebracht. Bij bestaande dekvloeren kunnen er sleuven in de vloer worden gefreesd, waar de vloerverwarmingsbuizen in aangebracht worden. Daarnaast is het mogelijk om een droogbouw systeem toe te passen. Dit houdt in dat er bovenop de bestaande vloer voorgevormde platen worden aangebracht die van leidingen worden voorzien. Vloerverwarming zorgt voor een gelijkmatige verdeling van de warmte in de ruimte en er is vaak een grote oppervlakte voor het aanbrengen van leidingen beschikbaar. De prijzen van vloerverwarming zijn sterk afhankelijk van de gekozen hart op hart afstand van de verwarmingsbuizen, de gekozen methode en hoe groot het oppervlakte is dat tegelijkertijd wordt uitgevoerd. Bij een hart op hart afstand van 10 cm gelden de volgende richtprijzen: Richtprijs vloerverwarming “nat systeem”: € 30 - 45 per m<sup>2</sup> incl. arbeid Richtprijs vloerverwarming “droog systeem”: € 40 - 60 per m<sup>2</sup> incl. arbeid Bij een hart op hart afstand van 10 cm van de leidingen. Kosten vloerafwerking zoals tegels niet meegenomen Kosten dekvloer meegenomen bij “nat systeem”

## Wandverwarming

Wandverwarming is vergelijkbaar met vloerverwarming, maar dan voor de wanden. Wanneer het vloeroppervlakte niet groot genoeg is om voldoende warmte af te geven, dan kan wandverwarming een goede aanvulling zijn. Ook wanneer de vloer tijdens een verbouwing ongewijzigd blijft en de wanden worden aangepast, kan wandverwarming een logische keuze zijn. Een nadeel aan wandverwarming is dat de verspreiding van de warmte minder gelijkmatig is dan bij vloerverwarming. Ook vormt het een beperking bij het bevestigen van bijvoorbeeld een schilderij aan de wand. Hierbij moet worden voorkomen dat de leidingen worden geraakt.

Richtprijs wandverwarming: € 85 - 105 per m<sup>2</sup> incl. arbeid bij een hart op hart afstand van de leidingen van 10 cm Geen kosten voor eventueel benodigde achterconstructie opgenomen



Wandverwarmingsbuizen alvorens aanbrengen stuclaag

## Lage temperatuur radiatoren

Lage temperatuur radiatoren zijn vergelijkbaar met conventionele radiatoren, maar hebben een grotere oppervlakte en/of een andere vormgeving en soms kleine ventilatoren, waardoor deze beter geschikt zijn voor verwarming met lage temperaturen. Richtprijs bestaande radiator vervangen door LT radiator: € 150 - 550 per stuk incl. arbeid

## 7. Infraroodpanelen

### 7.1 Hoe werkt dit?

Infraroodpanelen zetten elektriciteit om in stralingswarmte. Er zijn mobiele panelen beschikbaar, maar de panelen kunnen ook aan het plafond of wand worden bevestigd. Een infraroodpaneel zet 100% van de gebruikte elektriciteit om in warmte. Dit houdt in dat infraroodpanelen een COP waarde van 1 hebben en dus minder energiezuinig zijn dan bijvoorbeeld een warmtepomp. Voor het verwarmen van de gehele woning doormiddel van deze panelen dient de woning dan ook zeer goed geïsoleerd te zijn om het elektriciteitsverbruik zo veel mogelijk te beperken.



Infraroodpanelen (Bron: [www.hotyogaverwarming.nl](http://www.hotyogaverwarming.nl))

De infraroodpanelen zijn beter geschikt voor plaatselijke verwarming van bijvoorbeeld een zithoek, badkamer of werkkamer. De infraroodpanelen stralen namelijk warmte en kunnen heel specifiek worden gericht op de plek waar de warmtebehoefte is. Door toepassing van de panelen kan de basistemperatuur van de woning lager worden gehouden en kunnen de panelen worden ingeschakeld waar de personen zich in de woning bevinden.

## 7.2 Kosten

Richtprijs infraroodpaneel: € 100 - 325 per stuk

<sup>3</sup><https://www.ce.nl/warmtetechnieken>

## 7.3 Klimaatsaspecten

Bij het verwarmen van de gehele woning door middel van infraroodpanelen wordt ten opzichte van een gasgestookte CV-ketel veel gas bespaard, maar er wordt ook veel extra elektriciteit verbruikt. Wanneer dit gaat om duurzaam opgewekte elektriciteit, is er sprake van een duurzaam verwarmingssysteem. Wanneer de elektriciteit bijvoorbeeld wordt opgewekt in een gasgestookte elektriciteitscentrale, dan zorgt het verwarmen doormiddel van infraroodpanelen juist voor extra CO<sub>2</sub> uitstoot. Dit komt omdat het rendement bij het omzetten van gas naar elektriciteit in zo'n elektriciteitscentrale maar ongeveer 40% is<sup>3</sup>. Bij plaatselijke verwarming door middel van infraroodpanelen hangt de besparing grotendeels af van het gebruikersgedrag. Wanneer de basistemperatuur van de woning lager wordt gehouden en de panelen worden uitgeschakeld wanneer de gebruiker het paneel verlaat, dan kan dit leiden tot een lagere energierekening en verminderde CO<sub>2</sub> uitstoot.

## 8. Zonneboiler


### 8.1 Hoe werkt dit?

Bij een zonneboiler wordt water verwarmd met behulp van de zon. In een collector wordt een vloeistof opgewarmd en de verkregen warmte wordt afgegeven aan het water in een voorraadvat (de boiler). Dit voorraadvat staat in de woning en hier kunnen de gebruikers warm tapwater uit onttrekken. Ook komen er wel systemen voor waarbij water voor de woningverwarming vanuit het buffervat wordt verwarmd. Wanneer er te weinig zonlicht is om in de vraag naar warm tapwater te kunnen voorzien, dan zorgt de CV-ketel of de warmtepomp voor de verwarming van tapwater. De standaard zonneboiler voorziet alleen in warm tapwater.



Collector zonneboiler (Bron: [www.milieucentraal.nl](http://www.milieucentraal.nl))

Een zonneboilercombi kan ook het centrale verwarmingssysteem ondersteunen bij de verwarming van ruimtes. Hiervoor zijn meerdere collectoren en een groot voorraadvat



benodigd. Daarnaast is er altijd een aanvullend systeem zoals een gasgestookte CV-ketel of warmtepomp benodigd.

## **8.2 Kosten**

Richtprijs zonneboiler met één collector en boiler van 100 liter: € 2.000 – 2.500 inclusief arbeid.

## **8.3 Klimaatsaspecten**

Een zonneboiler en een zonneboilercombi zorgen ervoor dat er minder gas of elektriciteit nodig is voor de verwarming van tapwater en/ of ruimtes. De elektriciteit die benodigd is voor het rondpompen van het water is zeer beperkt. De besparingen maken het een duurzame oplossing.

## 9. Elektriciteitsopwekking met zonnepanelen

### 9.1 Eigen zonnepanelen

In de voorgaande hoofdstukken is aan bod gekomen dat de duurzaamheid van de alternatieven voor het verwarmen op aardgas grotendeels afhankelijk is van hoe de benodigde elektriciteit wordt opgewekt. Daarnaast heeft dit ook invloed op de eventuele terugverdiendtijd. Eigen energieopwekking kan per saldo resulteren in lagere kosten voor elektriciteit, waardoor de investering in de systemen sneller kan worden terugverdiend.

De meest toegepaste methode voor kleinschalige elektriciteits-opwekking is door middel van zonnepanelen. De zonnepanelen vangen licht op en zetten dit om in elektriciteit. Voor een elektriciteitsverbruik van 3500 kWh per jaar (gemiddeld huishouden zonder warmtepomp) is ongeveer 24m<sup>2</sup> zonnepanelen nodig. Wanneer er echter over wordt gegaan op elektrisch verwarmen, dan zal het elektriciteitsverbruik stijgen, waardoor er ook meer panelen benodigd zijn om energieneutraal te worden.



Zonnepanelen tussen dakbedekking (Bron: [www.zonnepaneelprijzen.nl](http://www.zonnepaneelprijzen.nl))

### 9.2 Alternatieven

Wanneer het niet mogelijk is om op eigen terrein elektriciteit op te wekken, dan kan er ook voor worden gekozen om aan te sluiten bij een lokaal energie-opwek initiatief. In de provincie Groningen zijn verschillende lokale energie initiatieven waar bijvoorbeeld kleine windmolens of zonnepanelen worden gebruikt om energie op te wekken.

### 9.3 Kosten

Een set van 10 zonnepanelen inclusief omvormer, installatie en btw kost ongeveer € 4.400. Deze set levert jaarlijks ongeveer 2300 kWh elektriciteit.

**Bron:**

Veel informatie in deze hand-out is overgenomen uit de catalogus Koppelkansen. De catalogus is opgesteld door Sander Vergeer in opdracht van de dorpscoöperatie Steendam.

Aanvullende informatie over installaties voor bewoners is te vinden op: <https://ce.nl/method/warmtetechnieken/>



de coöperatieve aanpakkers worden ondersteund door Provincie Groningen

