



## DE WARMTEPOMP (HE 10)

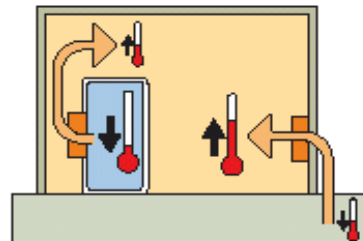
*Een huis vanbinnen verwarmen met de natuurlijke warmte van buiten.*

### 1 INLEIDING

Het gebruik van de warmtepomp voor de verwarming van gebouwen en de productie van sanitair warm water is in ons land al enkele jaren in opmars. De technologie wekt de nieuwsgierigheid op van Belgen die alternatieve warmteproductiesystemen willen gebruiken, maar is al lang ingeburgerd in andere Europese landen (vooral in Scandinavië en Germaans Europa).

### 2 WERKINGSPRINCIPE

De warmtepomp (WP) is een verwarmingsinstallatie die de warmte van een koude omgeving (bron van calorieën) overbrengt naar een warme ruimte (te verwarmen kamer). Ze behoort tot de koeltechnologieën. In een koelkast wordt de warmte uit de koelkast naar buiten toe getrokken. De warmtepomp heeft tot doel een kamer vanbinnen te verwarmen met behulp van de natuurlijke warmte van buiten. Voor woontoeepassingen put de warmtepomp haar calorieën uit een nabije omgeving, zoals de buitenlucht, de bodem of het water van een vijver of een ondergronds waterbekken.



Deze warmteoverdracht van de koude naar de warmte is geen natuurlijk fenomeen. Om dit te bewerkstelligen, zet het warmtepomp-circuit een thermodynamische cyclus in werking (verschillende opeenvolgende wijzigingen van de staat van een vloeistof) waarvoor een compressor nodig is die, net als uw koelkast, elektriciteit verbruikt. Zo is de warmtepomp vanuit energieoogpunt alleen interessant als het elektriciteitsverbruik ruimschoots wordt gecompenseerd door de hoeveelheid warmte die wordt overgedragen.

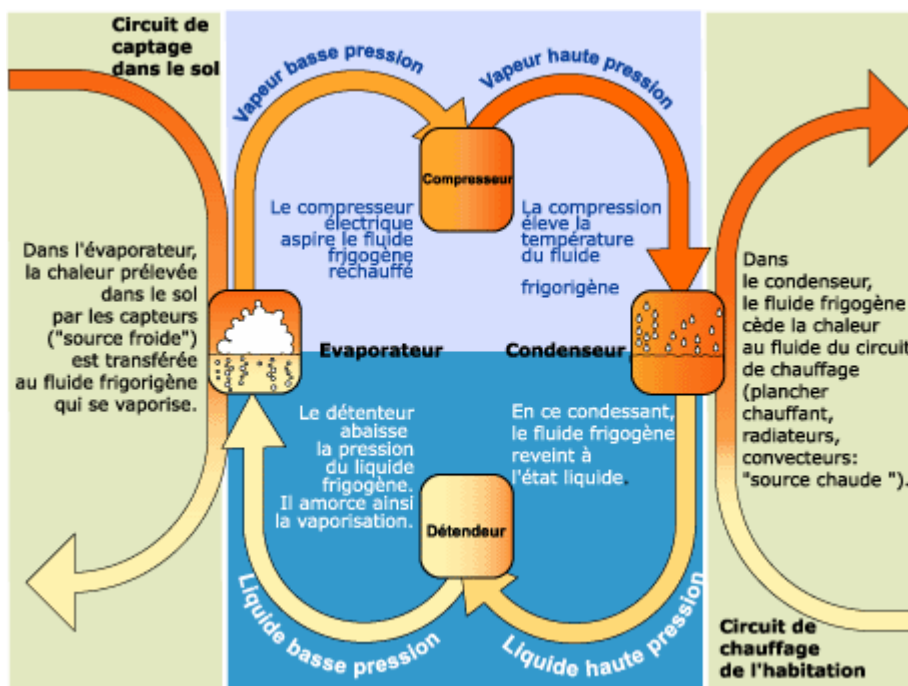
De warmtepomp omvat een warmtetransfercircuit dat bestaat uit een **compressor**, een **expansieventiel** en twee warmtewisselaars: de **verdampers** om de calorieën in het koude milieu te verzamelen en de **condensator** om de calorieën af te leveren in het warme milieu.

#### 2.1 HET CIRCUIT

De thermodynamische cyclus vindt plaats in een gesloten circuit waar een **koelvloeistof** doorheen loopt. Een koelvloeistof is een product in vloeibare of gasachtige toestand, afhankelijk van de druk- en temperaturomstandigheden. De veranderingen van toestand zorgen ervoor dat warmte kan worden opgenomen en afgegeven.

- In de **verdampers** verdampt de vloeistof, gaat ze van vloeibare toestand over op gasachtige toestand en neemt ze de calorieën op van het milieu waarin ze wordt geplaatst, net als zweet dat verdampt op onze huid en deze afkoelt.
- Vervolgens wordt het gas aangezogen, samengeperst en in circulatie gebracht door de **compressor**.
- De druk die nu wordt uitgeoefend op de vloeistof brengt een terugkeer naar de vloeibare toestand mee. In de **condensator** wordt de warmte die door deze condensatie wordt afgegeven, afgevoerd in het milieu waarin hij geplaatst is.
- De verkregen vloeistof gaat door het **expansieventiel**, wat de vloeistofdruk doet dalen. De nieuwe drukvoorwaarden brengen verdamping mee. De vloeistof is weer in de evaporator gekomen en de cyclus kan opnieuw beginnen.





Werkingsprincipe met een WP (www.ademe.fr)

winningscircuit in de grond	Damp lage druk	Damp hoge druk	
	Compressor		
In de evaporator wordt de warmte die door de sondes in de grond wordt gewonnen ("koudebron") overgedragen op de koelvloeistof die verdampt.	De elektrische compressor zuigt de opgewarmde koelvloeistof aan	De compressie verhoogt de temperatuur van de koelvloeistof	In de condensor geeft de koelvloeistof de warmte af aan de vloeistof van het verwarmingscircuit (verwarmingsvloer, radiatoren, convectoren: "warmtebron").
	Verdamper	Condensor	
	De reduceerklep doet de druk van de koelvloeistof dalen en start zo de verdamping.	De koelvloeistof condenseert en keert zo terug naar vloeibare toestand.	
	Expansieventiel		
	Vloeistof lage druk	Vloeistof hoge druk	Verwarmingscircuit van de woning

## 2.2 DE PRESTATIE

De prestaties van de warmtepomp worden weergegeven door een Prestatiecoëfficiënt (**C**oefficient of **P**erformance – COP). De COP is de verhouding tussen de door de condensor geleverde warmte en de elektriciteit die wordt verbruikt om deze warmte te produceren. Hoe hoger de COP, hoe efficiënter de warmtepomp.

De COP wordt beïnvloed door het verschil en de stabiliteit van de temperatuur tussen de koudebron en de warmtebron, de efficiëntie van de warmtewisselaars en het elektriciteitsverbruik van de compressor.

De COP varieert in de loop der tijd naargelang van de werkingsvoorwaarden en moet worden vastgelegd over een lange gebruikperiode. De seizoensgebonden COP is dus het criterium dat in aanmerking moet worden genomen om de warmtepomp te karakteriseren.

Bijvoorbeeld: een warmtepomp met een seizoensgebonden COP van 4 levert 4 thermische kWh voor 1 verbruikte kWh elektriciteit.



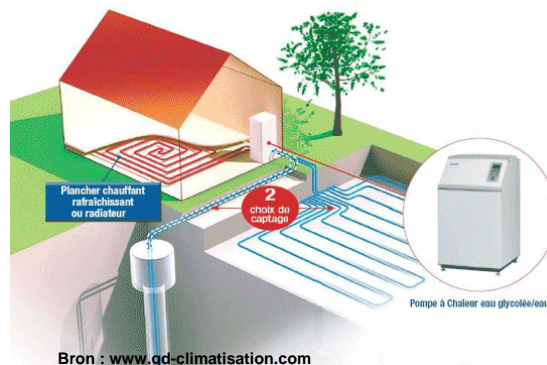
**Tip:** Een warmtepomp moet geïnstalleerd worden door vakmannen. De warmtewisselaars moeten nauwkeurig gedimensioneerd zijn. Een slecht gedimensioneerde warmtepomp brengt een aanzienlijke daling van de COP mee. Over de indeling van dit type van verwarming moet grondig worden nagedacht, en ze moet worden gepland bij het ontwerp van de woning of bij aanzienlijke renovatiewerken.

### 3 DE VERSCHILLENDE BRONNEN

De warmtepomp absorbeert de calorieën uit de grond, het water of de lucht en verdeelt ze opnieuw in de woning. Het principe is identiek in de drie gevallen, maar de installatie kan verschillen. De wisselaar die het best past bij de situatie moet worden gekozen.

#### 3.1 DE GROND

Wanneer een warmtepomp haar calorieën uit de grond haalt, heeft men het vaak over een geothermische warmtepomp. Om te kunnen profiteren van de warmte die in de grond zit, zijn er twee mogelijkheden: ofwel gebruikt men een oppervlakkige aardlaag (de grond van de tuin) met behulp van een horizontale warmtewisselaar, ofwel wordt de warmte uit de diepere grondlagen gehaald met behulp van verticale sondes.



#### De grond van de tuin

De warmte van de zon wordt gerecupereerd met behulp van een **leidingennet** dat, zoals u kan afleiden uit het bovenstaande schema, ongeveer 70 cm onder de grond ligt. Dit leidingennet is gewoonlijk van koper, beschermd door een plastic omhulsel. Voor een goed geïsoleerde woning moet de beschikbare oppervlakte ongeveer 1,5 tot twee keer zo groot zijn als de te verwarmen oppervlakte, en groter als het gebouw slecht geïsoleerd is, kleiner als het goed geïsoleerd is. Let op dat u op deze plaats geen bomen plant, om te vermijden dat de buizen worden beschadigd door wortels.

Voordelen van de grond: op voorwaarde dat de warmtewisselaar niet te klein gedimensioneerd is, levert hij de warmtepomp een koudebron met een stabiele temperatuur. De grondtemperatuur varieert immers niet in de loop van de dag, en heel weinig over een jaar bekeken. Dit type van warmtepomp heeft gewoonlijk een performante COP.

#### Diepe grond

Voor horizontale sondes is een grote oppervlakte nodig en ze kunnen niet altijd geïnstalleerd worden, vooral in een stedelijke omgeving.

Zoals blijkt uit het bovenstaande schema kunnen ze worden vervangen door **verticale sondes** van 50 tot 150 meter diep. Dit zijn lange, U-vormige buizen in polyethyleen die worden geplaatst met behulp van grondboormachines. De installatie is ingewikkeld en duur en een vergunning is vereist. Gewoonlijk wordt deze optie gekozen voor projecten met meerdere woningen, om de vaste werfkosten te spreiden.

De temperatuur van de grond op dergelijke dieptes hangt sterk af van de aard van de ondergrond en van de opeenvolgende lagen, maar de COP van dergelijke installaties is gewoonlijk vrij goed.

Er zijn ongeveer 2 putten van 50 meter nodig om een huis van 120 m<sup>2</sup> te verwarmen.

#### Wist u dat?

Hoewel men boort tot op 100 meter diepte, gaat het hier om warmte die in het aardoppervlak zit en die hoofdzakelijk wordt geleverd door de zon (door zonnestraling en de doorsijpeling van oppervlaktewater). De geothermische putten die gebruik maken van de warmte die wordt afgegeven door de aardkern, zoeken de warmte enkele kilometers onder de grond.



### 3.2 DE LUCHT

Een warmtepomp kan calorieën putten uit de buitenlucht (bijna altijd buiten; als ze in een kelder staat, moet deze heel groot zijn en voorzien van luchtverversing). Dit wordt een aërothermische warmtepomp genoemd. De verdampers bestaan uit een reeks buizen waar de koelvloeistof doorheen stroomt. Deze buizen staan in contact met de omgevingslucht. De lucht kan op natuurlijke wijze rondstromen (warmtewisselaar met statische lucht) of geforceerd met behulp van een ventilator (verdampers met geforceerde convectie). In dit laatste geval daalt het rendement van de installatie nog. De ventilator-convectoren werken immers op elektriciteit, en daarnaast wordt nog een automatisch ontdooisysteem ingeschakeld wanneer de luchttemperatuur onder de 5 °C ligt.



Deze techniek is zeker de gemakkelijkste, maar de temperatuur van de buitenlucht varieert sterk, met een variërende COP van de pomp tot gevolg. Dit type van WP gaat vaak gepaard met een aanvullende verwarming die alleen werkt wanneer de WP niet voldoende warmte kan leveren. De WP is niet overgedimensioneerd en het systeem wordt pas ingeschakeld wanneer de WP niet voldoende warmte kan leveren.

### 3.3 WATER

Een warmtepomp kan calorieën putten uit een ondergronds waterbekken, een vijver of een rivier. Deze oplossing biedt een koudebron met een zeer stabiele temperatuur (tussen 10 en 14 °C), maar is vrij moeilijk te installeren. Ze vereist een voorafgaande studie over de mogelijke impact van een warmtewinning op de omgeving.

Voordeel: De COP van de warmtepomp is hoog en vertoont weinig variatie. Indien men gemakkelijk toegang heeft tot bronwater, dan is dit de meest aangewezen warmtebron door zijn constante en relatief hoge temperatuur.

## 4 DE HERVERDELING VAN WARMTE

Er bestaan verschillende manieren om warmte te herverdelen in een woning. Maar hoe meer de herverdeling gebeurt bij lage temperatuur, hoe efficiënter de warmtepomp. Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen de koudebron en de warmtebron, hoe hoger de COP.

De warmte kan worden herverdeeld met behulp van vloer- of muurverwarming, door een heteluchtverwarming of een verwarming met ventilator-convectoren.

### 4.1 VLOER- EN MUURVERWARMING

Om een woning te verwarmen langs de vloer wordt in de vloerbedekking een spiraalbuis ingewerkt waar water doorheen loopt dat wordt verwarmd met de door de warmtepomp geleverde calorieën. Dit is een systeem bij lage temperatuur dat goed werkt omdat het warmtewisseloppervlak groot is. Dit type van verwarming is vrij efficiënt, omdat het kan werken bij lage temperatuur.

Dit verwarmingssysteem vertoont echter een grote inertie: het vraagt enige tijd (enkele uren) om te reageren op een vraag om verhoging of verlaging van de temperatuur.



Ook de muren kunnen als verwarmingsoppervlak worden gebruikt. Deze oplossing kan vooral op opportuun blijken bij renovaties.

### 4.2 HETELUCHTVERWARMING

Lucht kan in een warmtewisselaar worden geblazen waardoor een vloeistof stroomt die wordt verwarmd met de calorieën van de warmtepomp. De lucht wordt rechtstreeks verwarmd tot temperaturen van 30 tot 40 °C. Vervolgens wordt de lucht via een kokersysteem naar de kamers van de woning gestuurd.



Het systeem kan worden omgekeerd, zodat de woning indien nodig ook kan worden gekoeld. Het is dus een omkeerbaar systeem. Vanuit energieoogpunt is omkeerbaarheid echter niet aangeraden. Het is veel beter dat de woning zo wordt ontworpen dat er geen oververhitting is. Dit type van verwarming verbruikt meer elektriciteit en vertoont geen grote inertie. De warmtepomp moet overdag draaien, zodat de gebruiker niet in aanmerking komt voor het nachttarief.

## 5 IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

In een dichtbebouwde omgeving zijn in het algemeen alleen geothermische warmtepompen met verticale sondes en aërothermische warmtepompen geschikt. Dit zijn de enige pompen die weinig grondoppervlakte innemen.

De plaatsing van geothermische sondes is duur en vereist een goede toegankelijkheid voor de grondboormachines. De plaatsing van sondes is dus slechts denkbaar in het geval van nieuwbouw of heel grote renovatiewerken.

Volgens een studie van het VITO is de ondergrond niet overal geschikt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor dit type van WP.

De aërothermische WP's hebben dan weer vaak een lage seizoensgebonden COP. Er wordt overigens ook geen premie voor uitgereikt, in tegenstelling tot voor de andere types van WP.

## CONCLUSIES

- ☺ Een lager verbruik van primaire energie (indien COP > 3).
- ☺ Minder uitstoot van broeikasgassen (indien COP > 3).
- ☺ Minder verontreiniging door de emissie van stofdeeltjes en microdeeltjes.
- ☺ Te combineren met een lagetemperatuurverwarming die heel goed voldoet aan de behoeften van het menselijk lichaam en een aangenaam gevoel van warmte geeft.
- ☺ Plaatswinst binnenshuis (geen radiatoren).
- ☺ Voordelen van elektrische verwarming (geen brandstofleveringen, geurloos, geen explosiegevaar).
  
- ⊗ Hoge investering, vooral in het geval van verticale sondes.
- ⊗ Vergunningen nodig voor het boren van verticale sondes.
- ⊗ Er zijn niet zo veel ervaren vakmensen die een verticale boring kunnen uitvoeren.
- ⊗ De koelvloeistof van de WP moet gerecycleerd of vernietigd worden (het zijn vervuilende vloeistoffen die, als men ze laat verdampen, bijdragen aan het broeikaseffect).
- ⊗ Een aangepaste woning is nodig. Efficiënte warmtepompen zijn vandaag nog moeilijk aan te passen aan bestaande woningen, behalve in het geval van een zware renovatie.

## 6 MEER INFORMATIE

**Leefmilieu Brussel - BIM**  
**Dienst Info Leefmilieu**  
[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)  
 Tel.: 02/ 775 75 75

**ABEA, Brussels EnergieAgentschap**  
[www.stadswinkel.be](http://www.stadswinkel.be)  
 Tel.: 02/ 512 86 19

**APERe vzw**  
**Infopunt Hernieuwbare Energie**  
[www.hernieuwbaar-brussel.be](http://www.hernieuwbaar-brussel.be)  
 Tel.: 02/ 218 78 99  
[bruinfo@apere.org](mailto:bruinfo@apere.org)

**Federale Overheidsdienst Financiën**  
[www.energie.mineco.fgov.be](http://www.energie.mineco.fgov.be)  
 Tel.: 02/ 201.26.64

