

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

HERNIEUWBARE ENERGIE

LENTE 2022

Focus op warmtepompen

Presentaties van de verschillende technologieën



- ▶ Herhaling van de basisprincipes
- ▶ Voorstelling van de verschillende technologieën (types warmtepompen, warmtebron, koudebron, omkeerbaarheid en gelijktijdigheid, ...)
- ▶ Bepalen van de rol en invloed van de regeling op de prestaties van de warmtepompen
- ▶ Toelichten van de reglementaire context waarin warmtepompen (WP'S) worden gebruikt en van de stappen die vereist zijn om ze in een project te integreren
- ▶ Begrijpen van de verschillende parameters voor de invoer van een WP in de EPB-software en optimalisering van de installatie om de impact ervan op het PEV tot een minimum te beperken
- ▶ Voorstellen van de beschikbare ondersteuningsmechanismen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



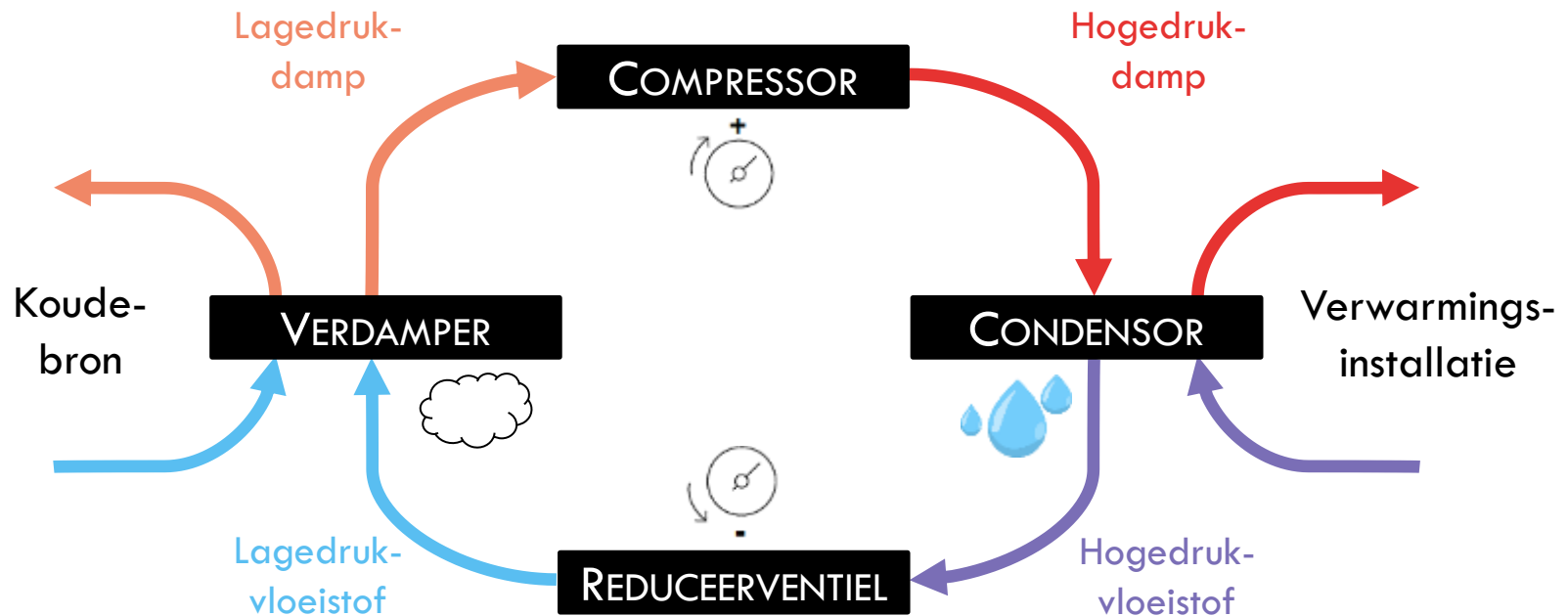
De lucht, het water en de grond bevatten warmte

- ▶ Die 'onuitputtelijke' energie kan worden gewonnen en gebruikt voor verwarming en voor de productie van sanitair warm water dankzij de warmtepompen.
- ▶ Het ontwerp van een installatie met een warmtepomp verschilt van de 'traditionele' installaties vanaf de keuze-tot de werkingsfase.
- ▶ De uitvoering van de pomp in het complete systeem (sondes, warmtepomp, afgifte-elementen) heeft eveneens een belangrijke invloed op de prestaties.

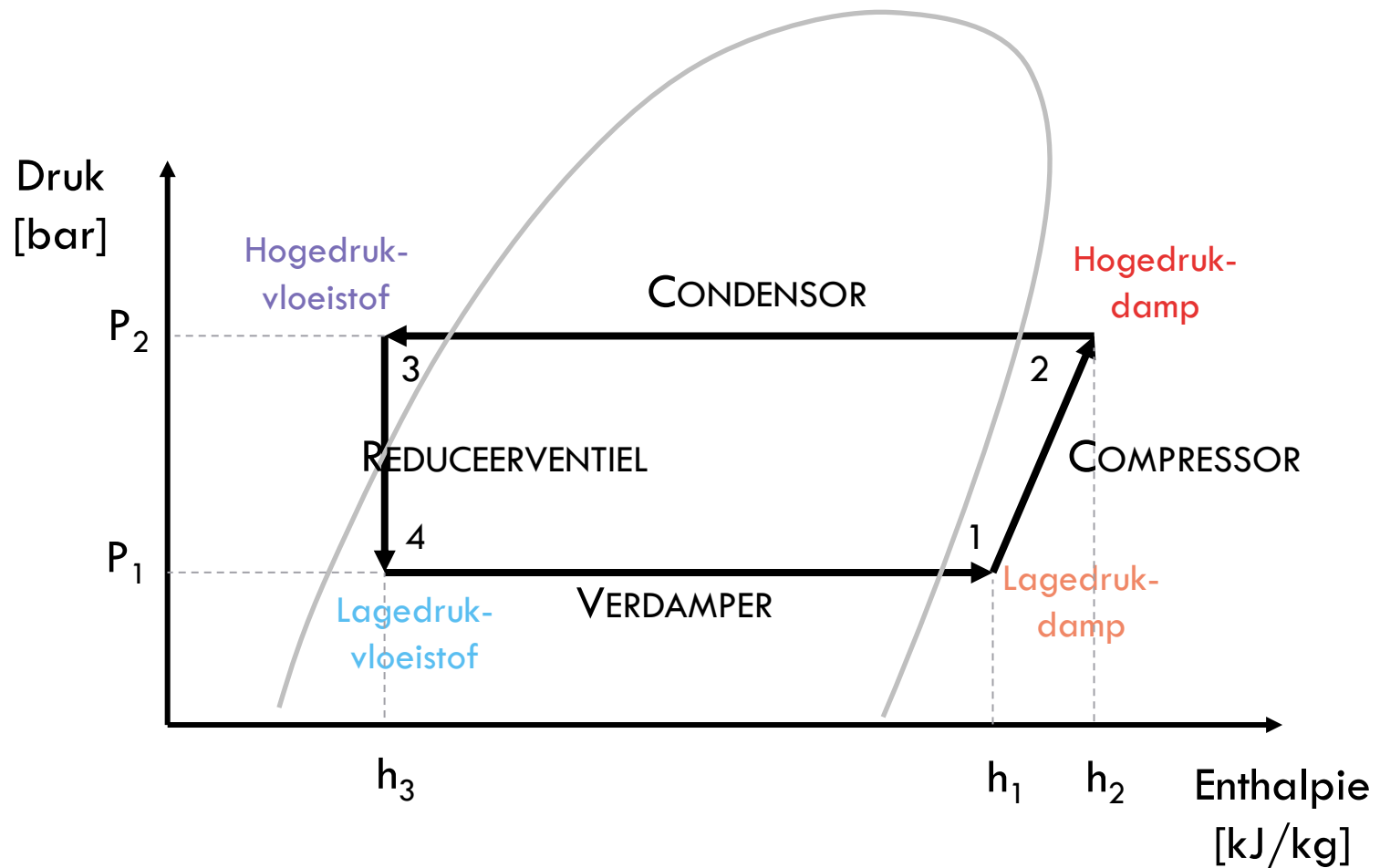


Werkingssprincipe van een warmtepomp:

- ▶ Onttrekt warmte uit een 'koudebron' (grond, buitenlucht, ...),
- ▶ Verhoogt het temperatuurniveau ervan,
- ▶ Geeft deze warmte af met een hogere temperatuur.



Ideale thermodynamische cyclus van het fluïdum dat door de warmtepomp circuleert



Definitie van de prestatiecoëfficiënt COP:

$$\text{COP} = \frac{\text{overgedragen energie warmtebron}}{\text{verbruikte mechanische energie}}$$

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{verdamer}}}{W_{\text{compressor}}}$$

Theoretische/ideale prestatiecoëfficiënt (Carnot-cyclus):

$$\text{Ideale COP} = \frac{T_{\text{warmtebron}} + 273,15}{(T_{\text{warmtebron}} + 273,15) - (T_{\text{koudebron}} + 273,15)}$$

In de praktijk:

- Op de reële COP wordt een coëfficiënt van 0,4 tot 0,7 toegepast



8 INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen de bron en de te verwarmen ruimte, hoe hoger de COP

► Voorbeeld:

- $T_{warmtebron} = 35\text{ °C}$ en $T_{koudebron} = 0\text{ °C}$

$$COP_{\text{ideaal}} = \frac{308,15}{308,15 - 273,15} = 8,8$$

- $T_{warmtebron} = 35\text{ °C}$ en $T_{koudebron} = 10\text{ °C}$

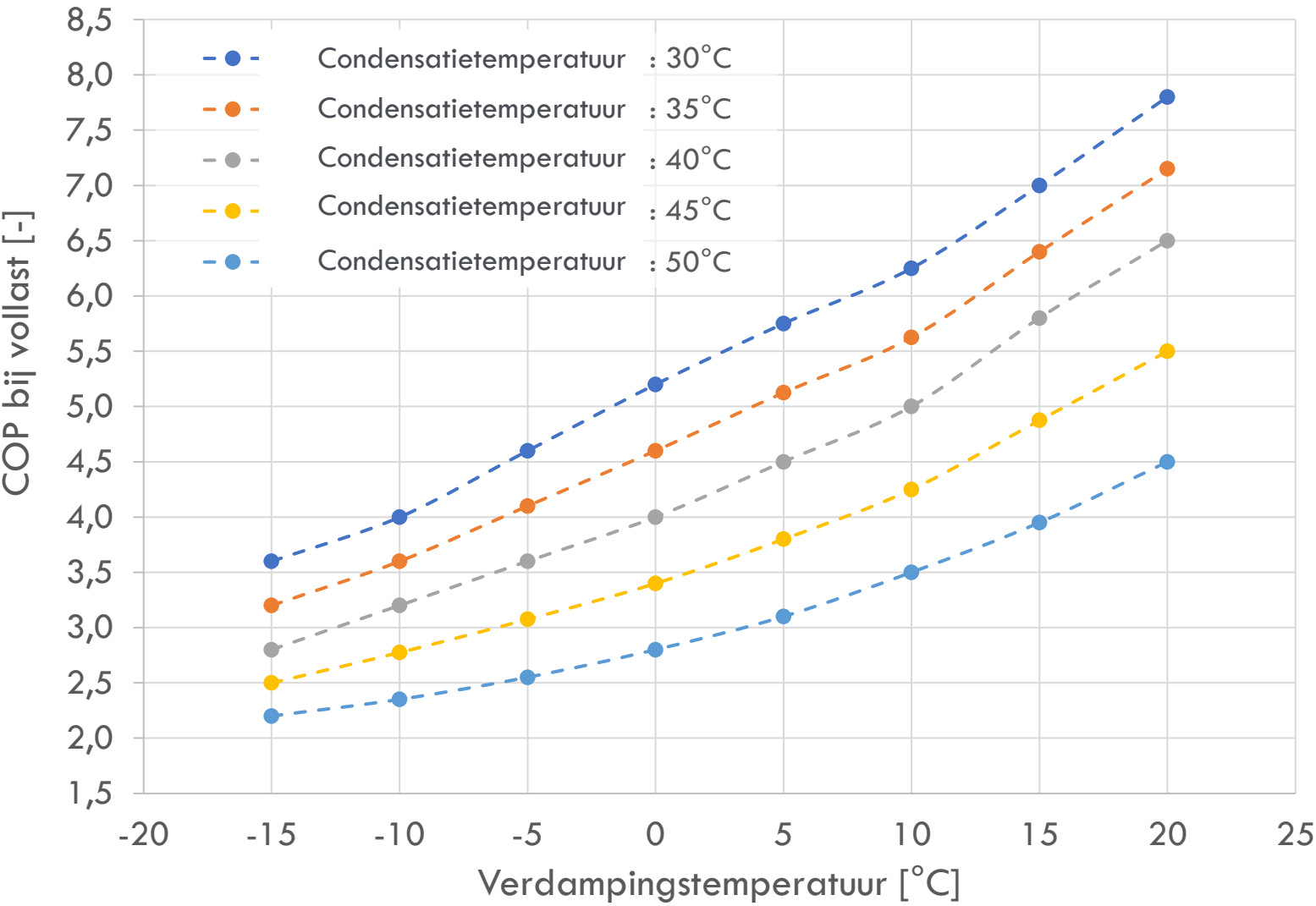
$$COP_{\text{ideaal}} = \frac{308,15}{308,15 - 283,15} = 12,3$$

- $T_{warmtebron} = 45\text{ °C}$ en $T_{koudebron} = 0\text{ °C}$

$$COP_{\text{ideaal}} = \frac{318,15}{318,15 - 273,15} = 7,1$$

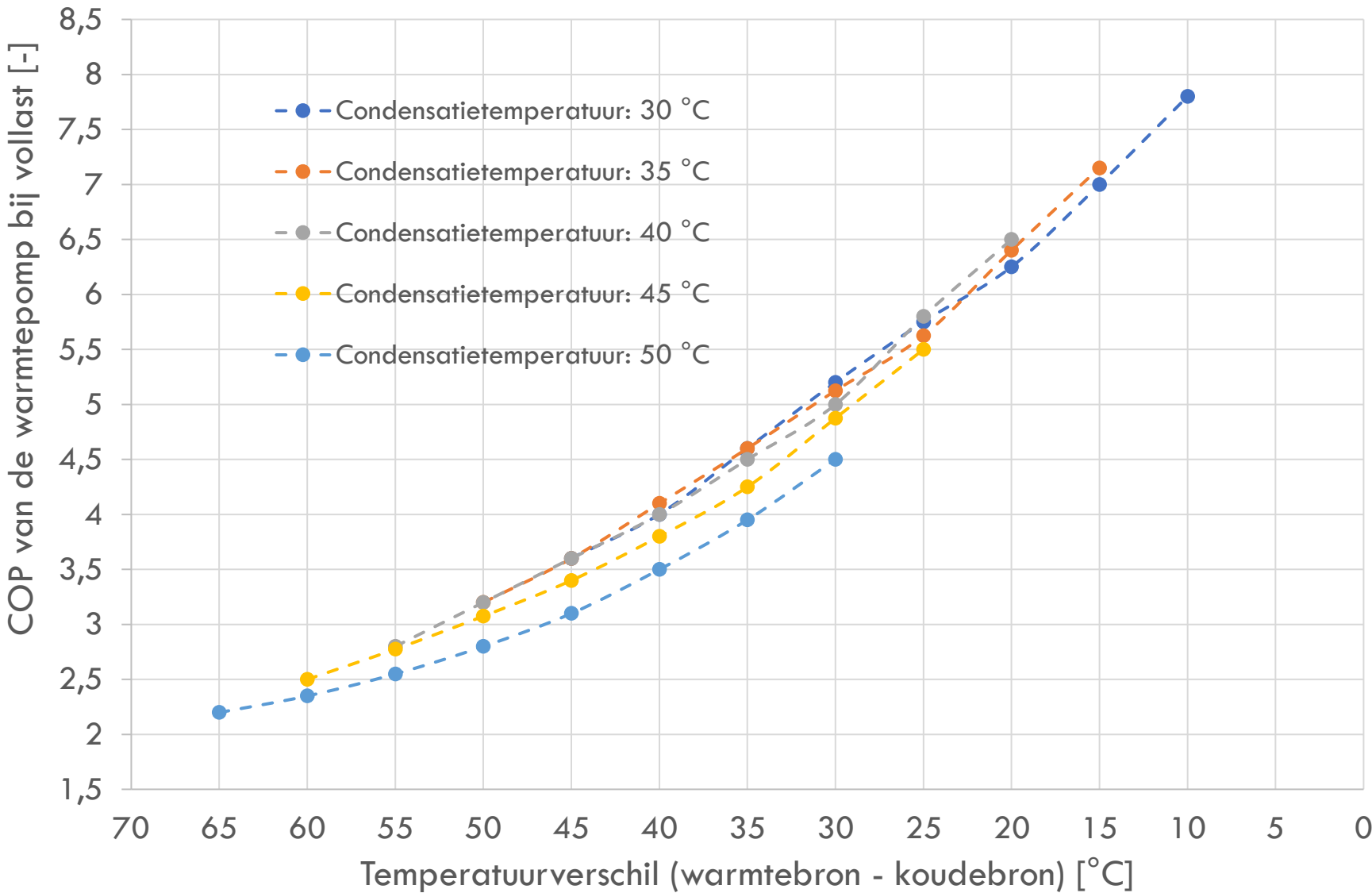


9 INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR



10

INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

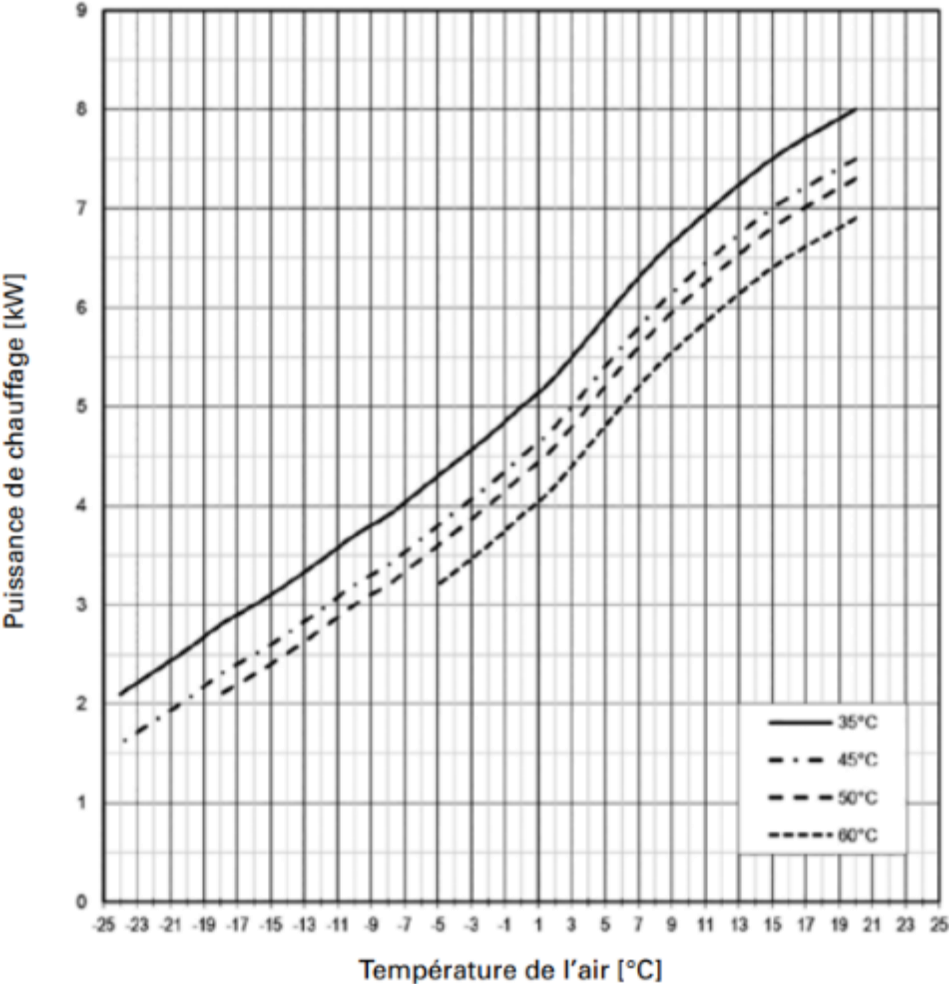


11

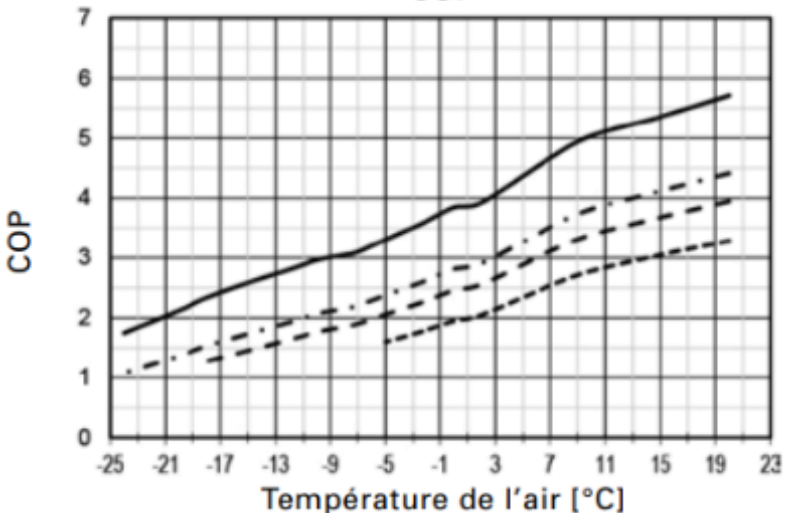
INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

Het vermogen van een warmtepomp is ook afhankelijk van de temperatuurvoorwaarden

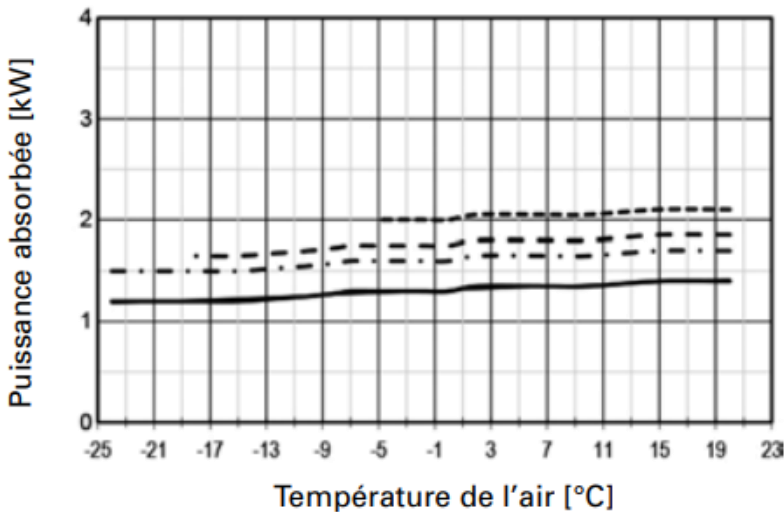
Puissance de chauffage



COP



Puissance absorbée



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

► Types

- ⇒ Compressiewarmtepomp: elektromotor
- ⇒ Compressiewarmtepomp: gasmotor
- ⇒ Absorptiewarmtepomp

► Koudebronnen

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Compressor met elektromotor

- ▶ Scrollcompressor / Zuigercompressor / Schroefcompressor
- ▶ Elektronische snelheidsregeling, verbetering van de prestaties: vermogensmodulatie tussen 20 en 120 % van de nominale waarde

⇒ **Besparing die tot 30 % kan oplopen**

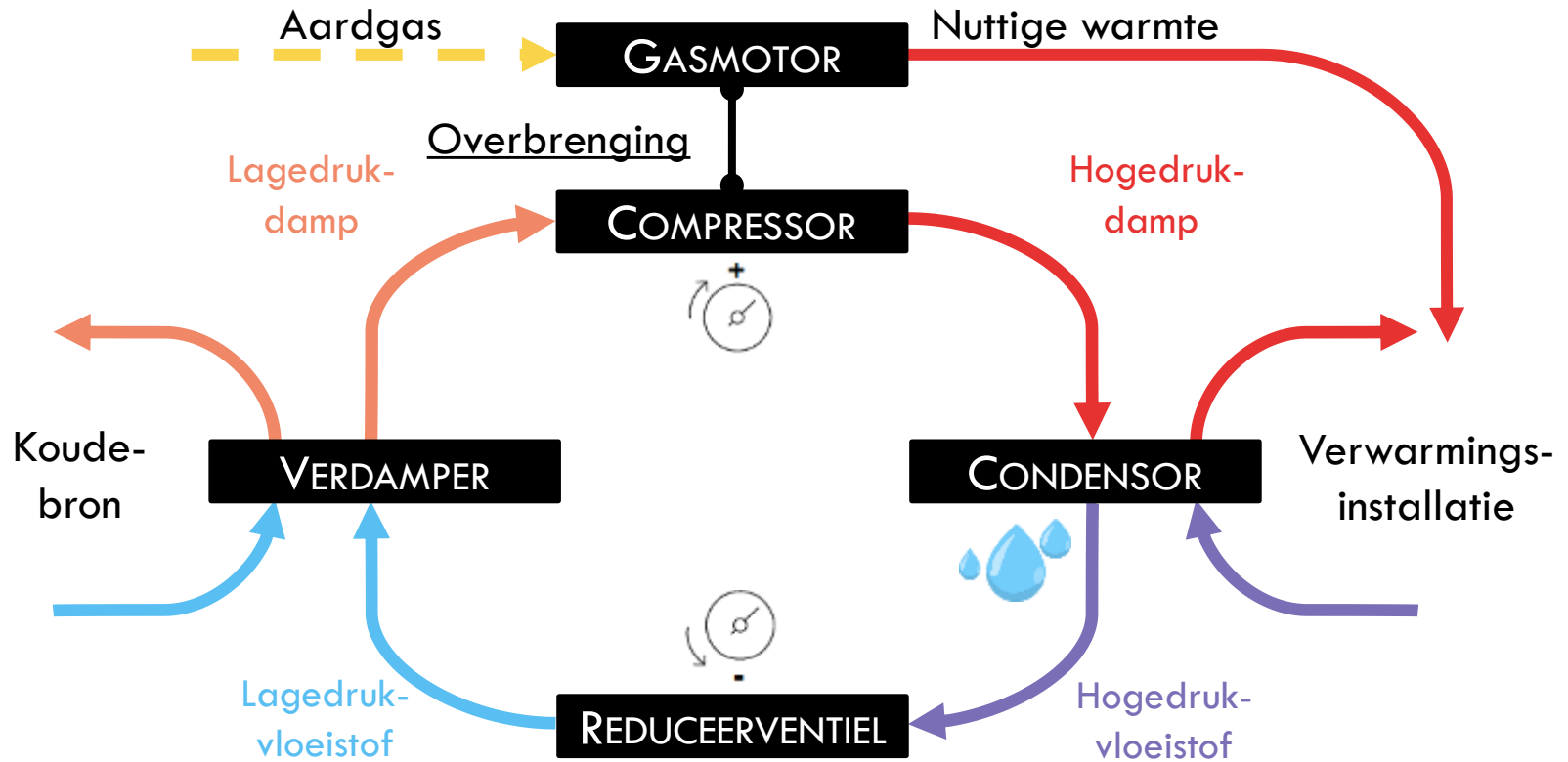
Compressor met gasmotor:

- ▶ Compressor aangedreven door een verbrandingsmotor d.m.v. een transmissieas.
- ▶ Mogelijkheid tot het terugwinnen van de warmte uit de uitlaatgassen en het koelwater van de motor.

Thermochemische compressie

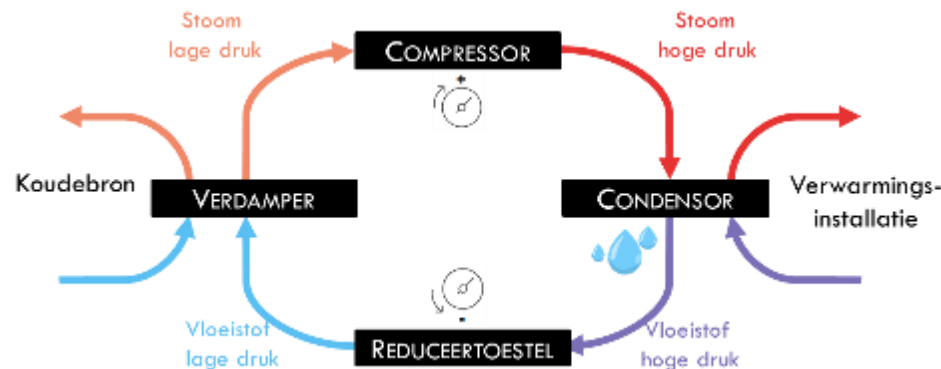
- ▶ De energie wordt aan het systeem geleverd in de vorm van warmte en niet in de vorm van mechanische energie
- ▶ Gebaseerd op de affiniteit van een koelfluidum voor een andere vloeistof (ammoniak en water)





Verschillende configuraties van warmtepompen:

- ▶ **WP met directe expansie:** een enkele kring; het koelfluidum circuleert in een gesloten kring in de pomp, de sondes en de warmteafgifte-elementen. Dit type warmtepomp bevat een grote hoeveelheid koelfluidum. Er is geen tussengeplaatste warmtewisselaar.
- ▶ **WP met gemengd systeem:** twee kringen; het koelfluidum circuleert rechtstreeks in de sondes en de warmtepomp zonder tussenliggende wisselaar; de warmteafgifte-elementen worden gevoed met warm water via een warmtewisselaar.
- ▶ **WP met tussenfluïda:** drie kringen; de koelkring van de warmtepomp, de sondekring waarin water (eventueel met toevoeging van antivries) circuleert, de kring die de afgifte-elementen van warm water voorziet. Er zijn twee warmtewisselaars.
- ▶ Compressor met **constante of variabele snelheid**



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- ▶ Types
- ▶ **Koudebronnen**
 - ⇒ **Aerothermische WP**
 - ⇒ **Geothermische WP**

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Koudebronnen

- ▶ Binnen- of buiten**lucht**
- ▶ **Terrein** met kleine of grote diepte
- ▶ Oppervlakte- of grond**water**, rioolwater

Nomenclatuur WP

- ▶ **LUCHT**: rechtstreekse uitwisseling lucht - koelfluidum
- ▶ **GROND**: rechtstreekse uitwisseling grond – koelfluidum
- ▶ **WATER**: uitwisseling ‘zuiver’ water – koelfluidum
- ▶ **GLYCOLWATER**: uitwisseling glycolwater – koelfluidum



Eenvoudig te plaatsen

- ▶ Geen enkele sonde te installeren
- ▶ Geen bijzondere vergunning vereist

Koudebron:

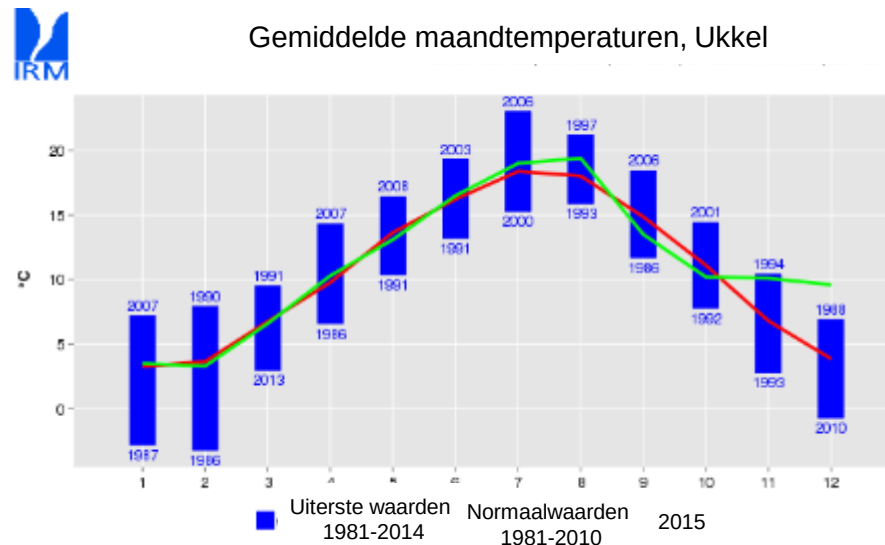
- ▶ Omgevingslucht
- ▶ Buitenlucht

Prestaties:

- ▶ Luchttemperatuur varieert sterk in de loop van het jaar



⇒ Ook de prestaties van de warmtepomp variëren sterk



+	-
▶ Mogelijkheid om met lage of hoge temperaturen te werken ▶ Omkeerbaar ▶ Geen rookkanaal ▶ Geen aanvoer van brandstof ▶ Groot vermogensbereik ▶ Kan worden gecombineerd met fotovoltaïsche zonnepanelen	▶ Grotere investering dan voor een verwarmingsketel ▶ Gebruik van koelvloeistoffen (broeikaseffect) ▶ Vereist een aangepast elektriciteitsnet ▶ Aanvulling vaak vereist ▶ Prestaties en vermogen overeenkomstig temperaturen van warmte- en koudebronnen; nemen af met buitentemperatuur. ➔ Prestaties en vermogen volstaan niet bij grote vraag.



- ▶ Monosplit en multisplit:
 - Directe expansie zonder tussenfluïdum
- ▶ Systeem met variabel koeldebiet (VRF):
 - Zonder warmteterugwinning
 - Met warmteterugwinning (3 of 4 buizen)
- ▶ Thermodynamische boiler voor SWW-productie
- ▶ Warmtepomp op extractielucht van de ventilatie
 - Voorverwarming van de pulsielucht
 - Verwarming SWW
 - Ontvochtiging van de lucht (bijzonder geval van zwembaden)



Monoblokuitvoering



Bron: Aermec

Splituitvoering



Groot vermogen (200 kWth)

Bron: Aermec



Bron: Aermec



Hybride uitvoering aerothermische WP/gasketel



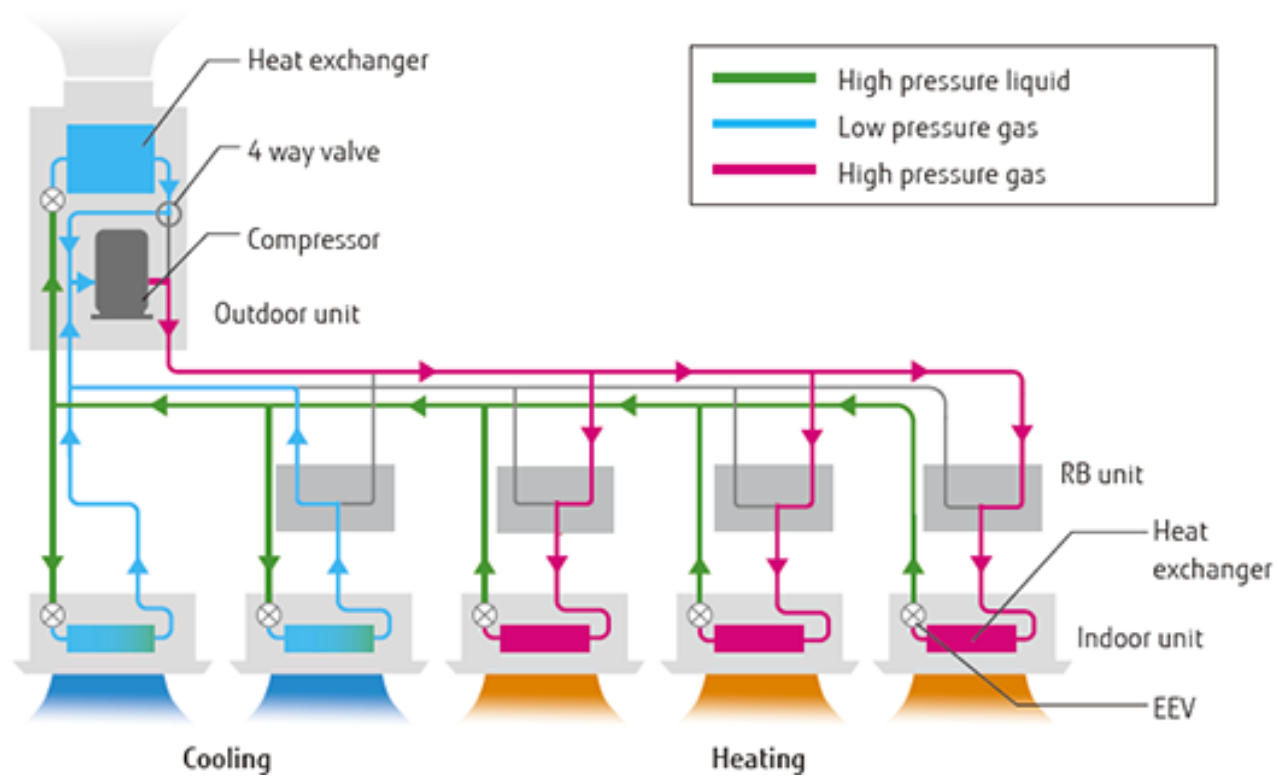
Bron: Daikin

Statische warmtewisselaar



Bron: HelioPac





Bron: Fujitsu



thermodynamische boiler

+	-
▶ Hoog rendement (in vergelijking met elektrische boiler)	▶ Benodigde ruimte ▶ Beperkte SWW-behoeften ▶ Werkt op omgevingslucht (koelt de omgevende ruimte af) of op buitenlucht (vereist toevoerinrichting). ▶ Luidruchtiger dan elektrische boiler.



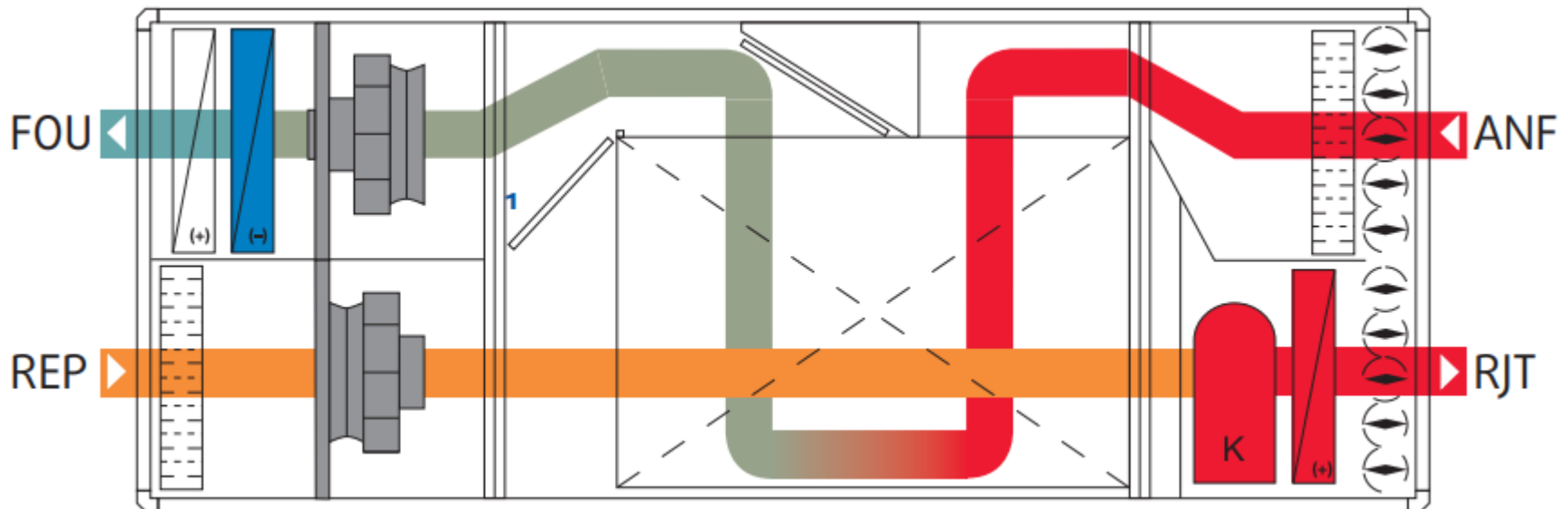
Bron: Öchsner



Warmtepomp met directe expansie in een luchtbehandelingscentrale

In de zomer zijn er drie werkingsmodi mogelijk:

- ▶ **Indien $T_{\text{buiten}} < T_{\text{binnen}}$:** wordt de warmtewisselaar gebypast. $T_{\text{vers}} = T_{\text{buiten}}$
- ▶ **Indien $T_{\text{buiten}} > T_{\text{binnen}}$:** wordt de warmtewisselaar gebruikt om “de koude terug te winnen” uit de binnenlucht. $T_{\text{vers}} < T_{\text{buiten}}$
- ▶ **Indien $T_{\text{buiten}} \gg T_{\text{binnen}}$:**
 - wordt de warmtewisselaar gebruikt om “de koude terug te winnen” uit de binnenlucht.
 - Vervolgens koelt de geïntegreerde koudegroep met directe expansie de verse lucht af tot de gewenste temperatuur bereikt is; indien nodig wordt deze lucht ook



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- Types

- **Koudebronnen**

 - ⇒ Aerothermische WP

 - ⇒ **Geothermische WP**

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

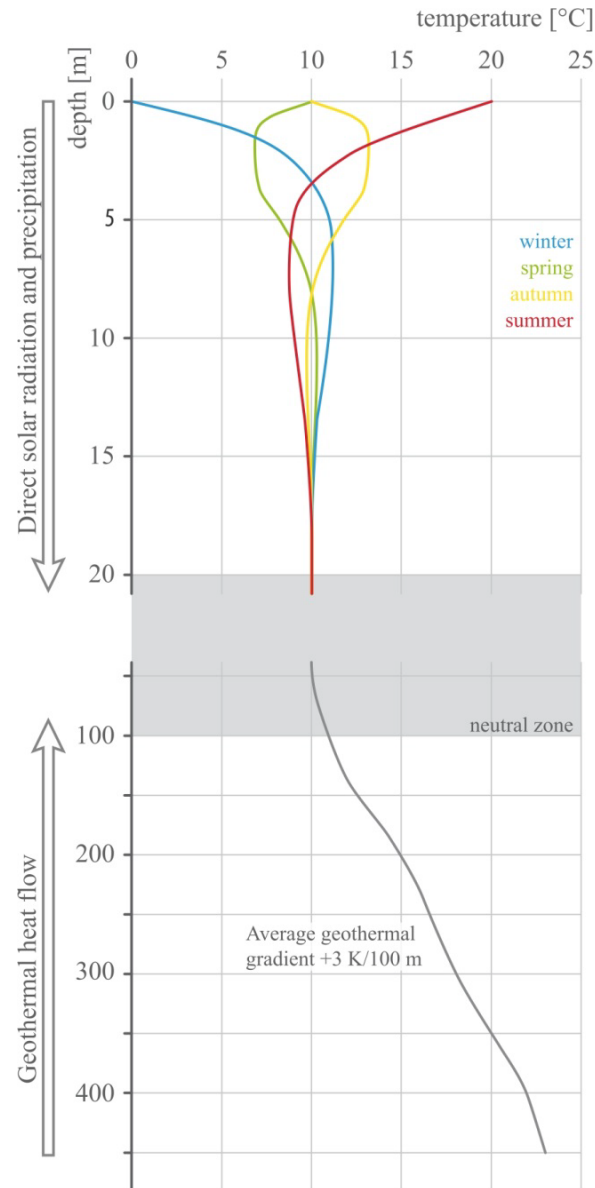
REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Temperatuur van de bodem:



Ze onttrekken warmte uit de grond of het water van een grondwaterlaag via een net van sondes of boringen

Horizontale sondes:

- ▶ Ingegraven op geringe diepte (0,6 m tot 1,2 m)

Verticale sondes (open/gesloten):

- ▶ Zo goed als onafhankelijk van buitentemperatuur
- ▶ Vereist de realisatie van boringen

Geothermische korven:

- ▶ Alternatief systeem

+	-
▶ Hoog en “constant” rendement ▶ Stiller in buitenomgeving ▶ Mogelijkheid tot geokoeling	▶ Grondinneming warmtewisselaar buiten ▶ Vermogen beperkt door beschikbare terreinoppervlakte ▶ Kost van boringen ▶ Delicate dimensionering (gevaar voor uitputting van de bodem)

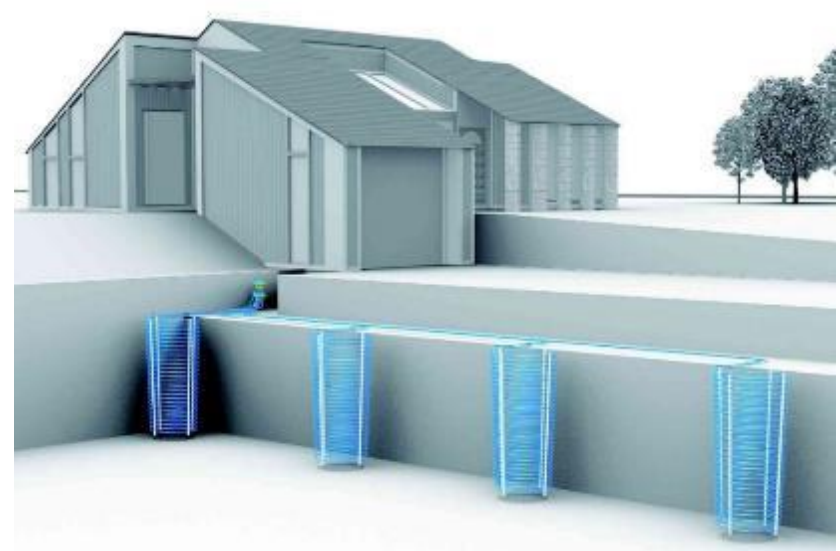


Geothermische warmtepomp – Aardwarmtekorven

→ 5 m



Bron: <http://www.af-sa.ch/>

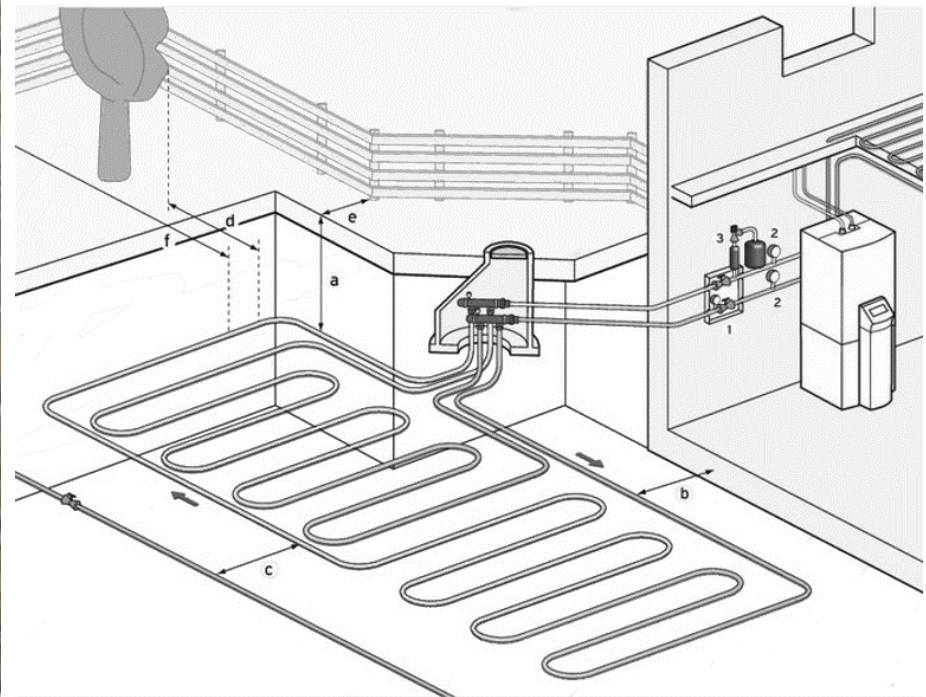


Geothermische warmtepomp – Horizontale captatie

- ▶ 0,6 → 1,2 m horizontale captatie



Bron: <http://www.af-sa.ch/>

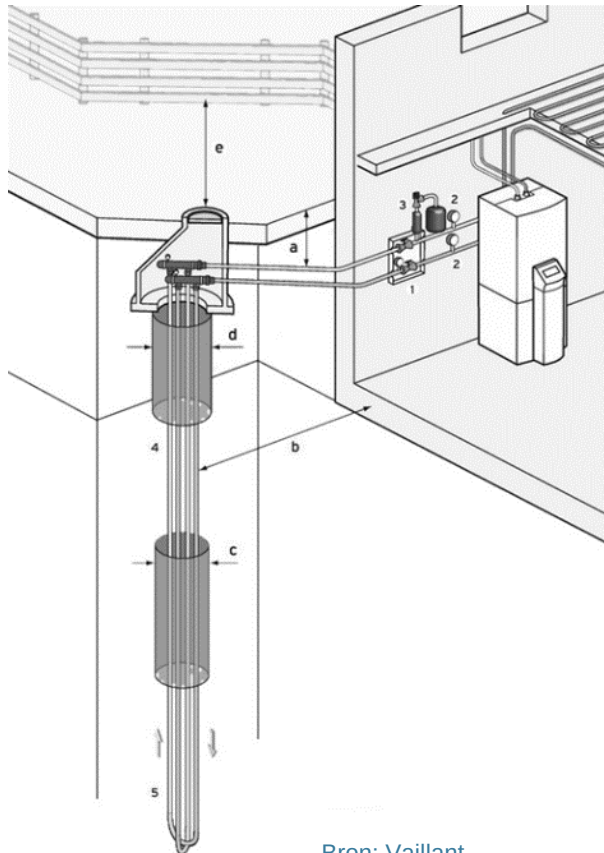


Bron: Vaillant



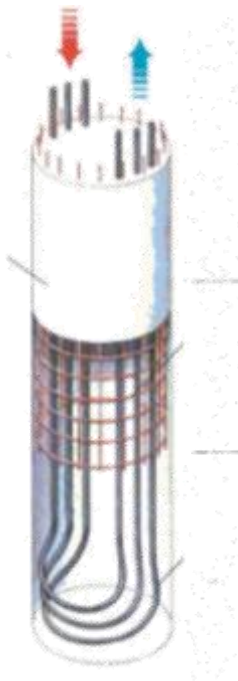
Geothermische warmtepomp – Verticale captatie (boringen)

► → 100-300 m



Geothermische warmtepomp – Geothermische palen

► → 10-30 m



Crèche de l'île aux oiseaux de Mons



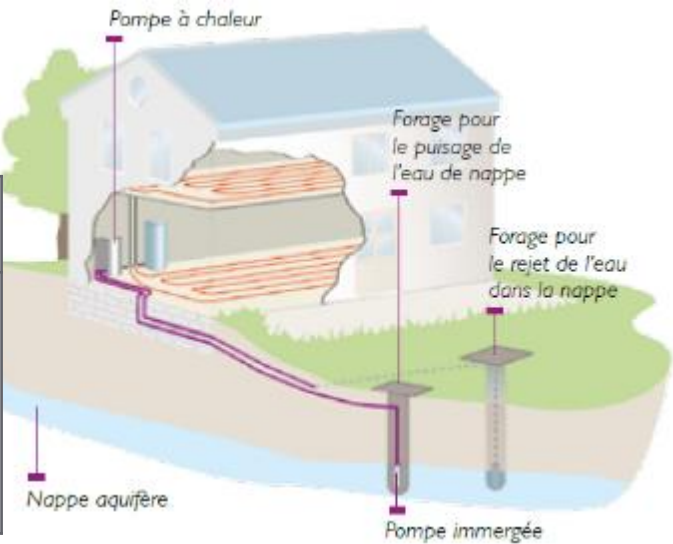
Bron: EnergiePlus



Warmtepomp op grondwaterlaag:

- ▶ De in de watervoerende lagen vervatte warmte wordt gewonnen door boring.
- ▶ Vereist 1 of 2 boringen:
 - Boringen onderworpen aan gewestelijke regelgeving.
- ▶ Opgepompt waterdebiet moet toereikend en stabiel zijn in de tijd.
- ▶ Systeem met 1 boring:
 - Opgepompt grondwater wordt afgevoerd naar een rivier, een regenwatersnet ...
- ▶ Systeem met twee boringen:
 - 2^e boring dient voor het later injecteren van het gebruikte water in de laag.
 - Vermijdt verspilling van grondwater.

+	-
▶ Voor grote vermogens (collectieve huisvesting, stadsverwarming)	▶ Kosten van de studies ▶ Kosten van de boringen ▶ Vereist aanzienlijke afstand tussen de boringen



Maar ook ...

- Rivier, kanaal, meer ...
- Rioolwater (riothermie)
- Afvalwarmte



SEIZOENSPRESTATIEFACTOR (SPF)

Voor correct gedimensioneerde en geregelde installaties met modulerende WP kunnen de volgende SPF's worden verwacht:

TYPE WARMTEPOMP	SPF (HT:55 °C)	Rendement op primaire energie	SPF (LT: 35 °C)	Rendement op primaire energie
LUCHT - LUCHT	/	/	4	160 %
LUCHT – WATER	3,1	124 %	4,2	168 %
GROND _H – WATER	3,2	128 %	4,6	184 %
GROND _V – WATER	4,3	172 %	5,1	204 %

Opgelet: er bestaan verscheidene manieren om de SPF te berekenen/meten!

Bronnen: Waarden voor SPF W35DT5K en W55DT5K afkomstig van de gegevens van verscheidene fabrikanten volgens de testvoorwaarden van de EN 14511 en volgens de EN 14825 voor de methode om de seizoensrendementen te berekenen.



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Compatibiliteit afgifte / productie

THERMOACTIE
VE
VERWARMING

STRALINGSPANELEN

RADIATOREN

VENTILERENDE CONVECTOREN

OPPERVLAKTEVERWARMING

30

40

55

70

θVertrek

Zeer lage
temperaturen

Lage
temperaturen

Hoge
temperaturen

Zeer hoge
temperaturen

WARMTEPOMP

CONDENSERENDE VERWARMINGSKETEL

ANDERE VERWARMINGSKETELS

WARMTEKRACHTKOPPELING



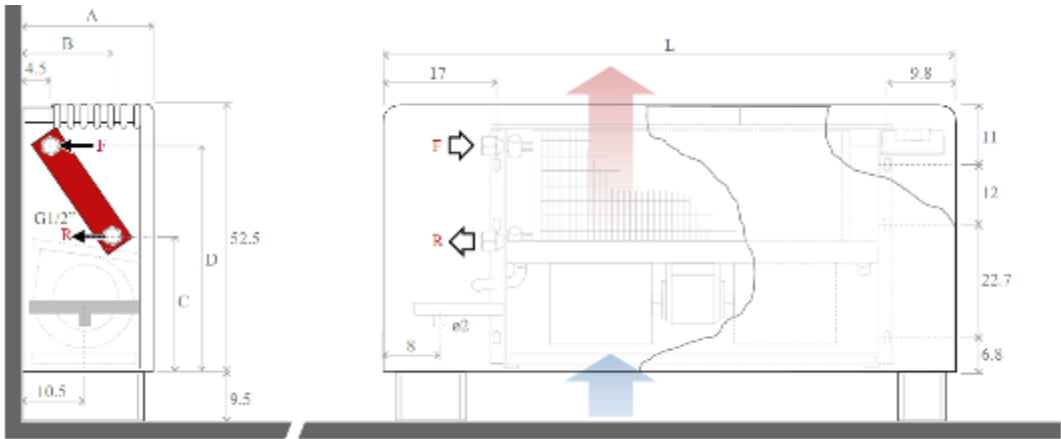
En bij koeling?

- ▶ Er bestaan gewoonlijk 2 temperatuurregimes
 - 7/12 °C “koeling”,
 - ⇒ productie van condensaten
 - 16/18 °C → “lichte koeling”,
 - ⇒ geen productie van condensaten
 - ⇒ beperkt vermogen
 - ⇒ compatibel met passieve koeling
- ▶ Compatibele afgifte-elementen:
 - Identiek aan die voor verwarming, radiatoren uitgezonderd,
 - Moeten worden voorzien en gedimensioneerd voor de koudeproductie, en eventueel voor het beheer van de condensaten,
 - Eventueel omkeerbaar warmte/koude, twee buizen of vier buizen



Dimensionering?

- De vertrektemperatuur heeft een grote invloed op het afgiftevermogen.
- Voorbeeld voor een omkeerbare ventilerende convector:



Type	Hauteur	Longueur	Largeur	Position	CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	LIGHT COOLING	DEEP COOLING	DEEP COOLING
					75/65/20	55/45/20	45/35/20	35/30/20	Non condensant	Total	sensible
	[cm]	[cm]	[cm]		[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]
02	Tous	Tous	Tous	max	4000	2386	1571	990	769	1833	1304

Bron: Jaga



Dimensionering?

- ▶ De vertrektemperatuur heeft een grote invloed op het afgiftevermogen.
 - ⇒ Als er bij renovatie van een productiesysteem met hoge temperatuur op een warmtepomp wordt overgestapt, dient er nagegaan of het afgiftesysteem toereikend is.
- ▶ Voorbeeld voor de radiatoren:

Tableau D.1 Valeurs de Φ/Φ_{n50} à diverses températures ambiantes et diverses températures d'eau pour un débit nominal (exposant $n = 1,3$) (suite).

Température de l'eau de départ $\theta_{s,i}$ (°C)	Température ambiante θ_a (°C)	Température de l'eau de retour $\theta_{s,r}$ (°C)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
55	24	0,21	0,29	0,36	0,42	0,48							
	22	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53							
	20	0,30	0,38	0,45	0,51	0,57							
	18	0,35	0,42	0,49	0,56	0,62							
	16	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67							
50	24	0,19	0,26	0,32	0,37								
	22	0,23	0,30	0,36	0,42								
	20	0,27	0,34	0,40	0,46								
	18	0,31	0,38	0,44	0,50								
	16	0,36	0,42	0,49	0,55								
45	24	0,16	0,22	0,27									
	22	0,20	0,26	0,31									
	20	0,24	0,30	0,35									
	18	0,28	0,34	0,40									
	16	0,32	0,38	0,44									

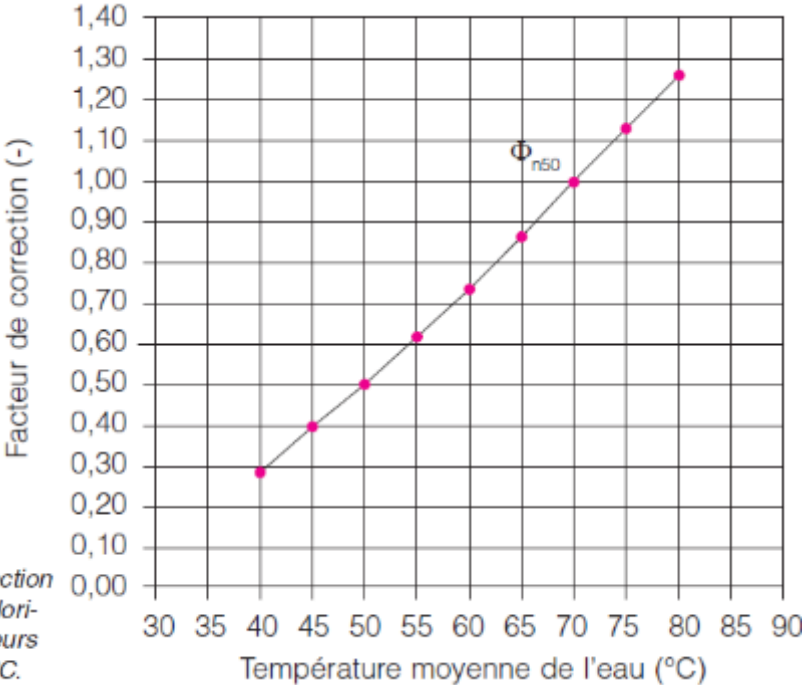
$$\Phi/\Phi_{n50} = (\Delta\theta_m/49,83)^n$$

où :
$$\Delta\theta_m = (\theta_{s,i} - \theta_{s,r})/\ln[(\theta_{s,i} - \theta_a)/(\theta_{s,r} - \theta_a)]$$

Bron: WTCB, rapport nr. 14

Fig. 11

Facteur de correction de l'émission calorifique des radiateurs d'un local à 20 °C.



Bron: WTCB, rapport nr. 14



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

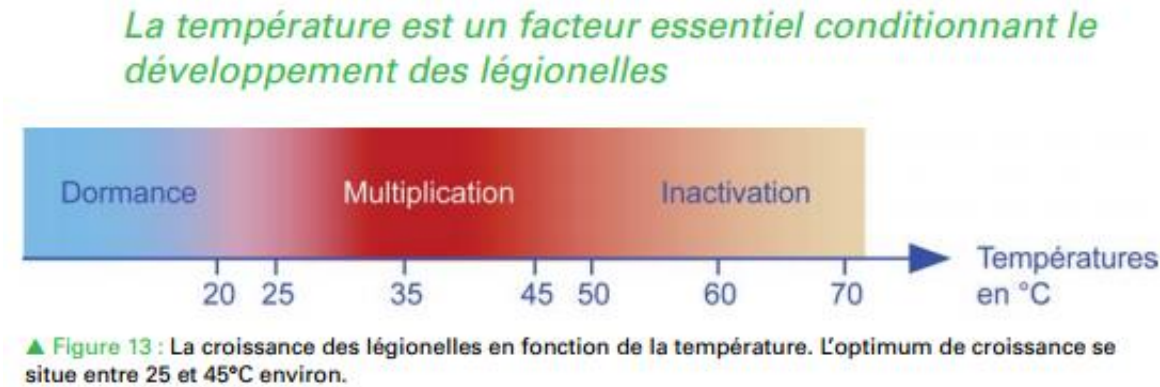


Bijzonderheden van de SWW-productie

► Behoefte:

	Spoelbak	Wastafel	Bad	Douche
Taptemperatuur (NBN 345)	55 °C	40 °C	40 °C	40 °C
Tapprofiel (DIN 1988-300)	4,2 l/min	4,2 l/min	9 l/min	9 l/min

► Eisen op het vlak van de hygiëne (legionellaproblematiek)

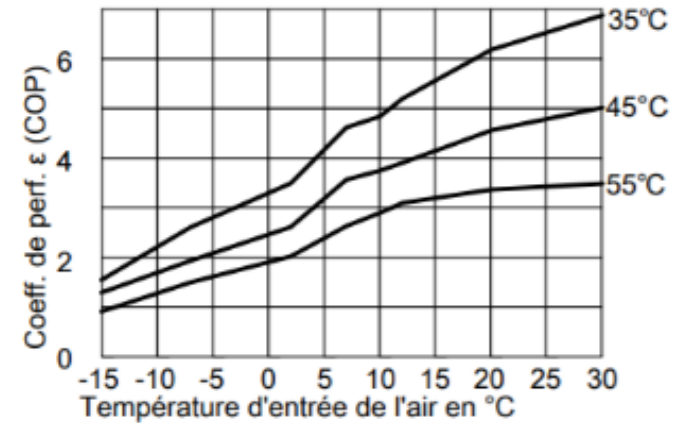
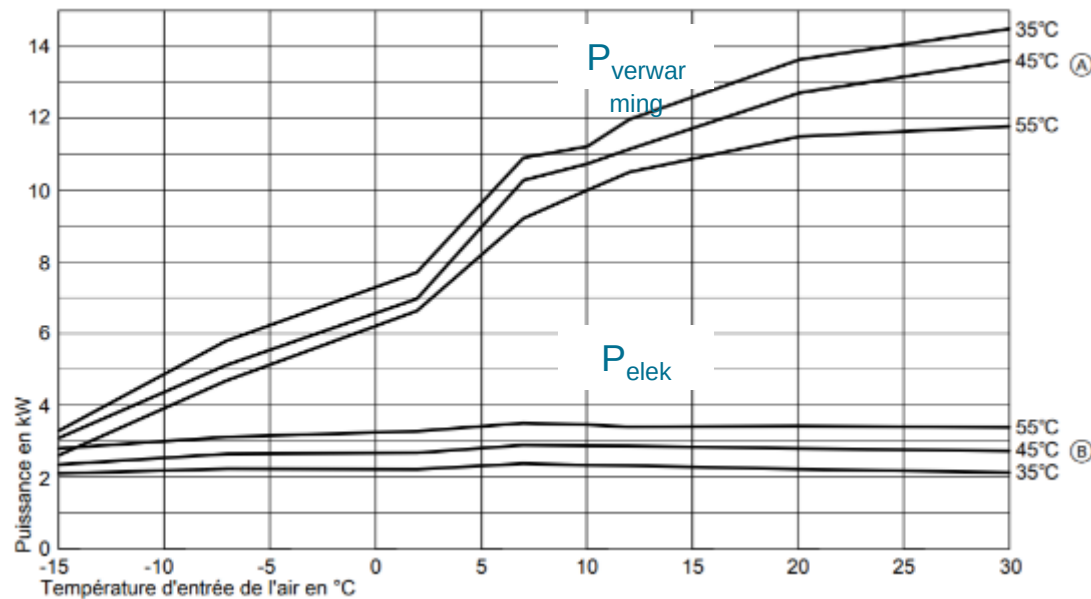


Bron: Guide installations d'eau chaude sanitaire, règles de l'art Grenelle Environnement 2012

⇒ Productietemperatuur ~ 60 °C



Invloed van het temperatuurregime op de prestaties van een WP



- ▶ De prestaties (COP) en het vermogen zijn afhankelijk van het temperatuurverschil tussen de warmte- en koudebronnen.
- ▶ De productietemperatuur van het SWW bedraagt meestal 55 - 60 °C.
 - ⇒ de prestaties nemen af
 - ⇒ een aangepaste warmtepomp voorzien



Er bestaan verschillende oplossingen:

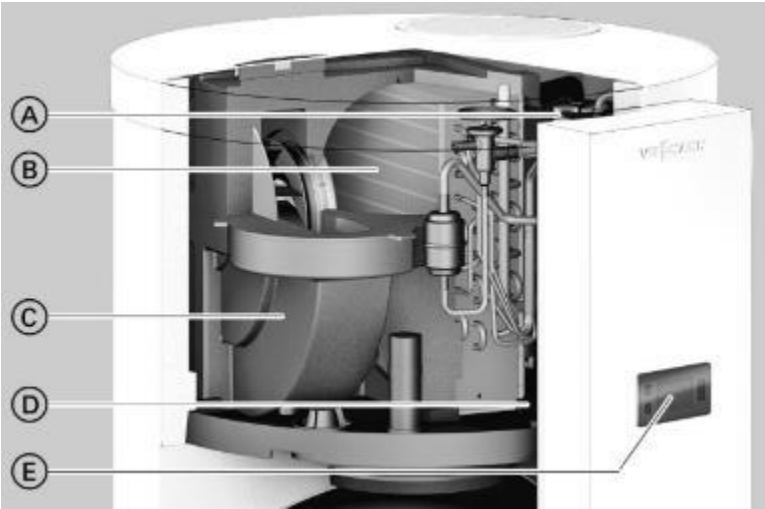
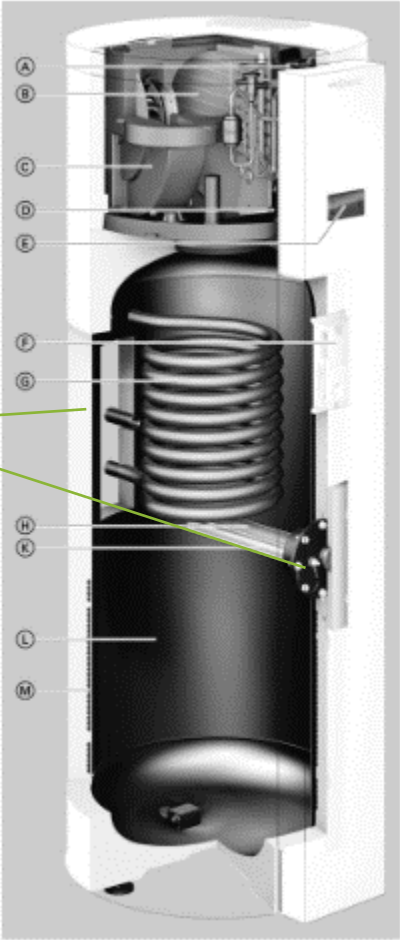
- ▶ thermodynamische boiler,
 - met elektrische aanvulling
 - met aanvulling d.m.v. verwarmingsketel
 - met aanvulling d.m.v. zonnepanelen
- ▶ specifieke (aerothermische of geothermische) WP met hoge temperatuur,
- ▶ gemengde WP verwarming/SWW



Thermodynamische boiler - Principe

- Onafhankelijk toestel voor de productie van sanitair warm water (SWW), met opslagvolume en kleine WP voor de verwarming van dit water.

Kan worden gecombineerd met fotovoltaïsch of thermisch zonne-energiesysteem



- (A) Compresseur
- (B) Evaporateur
- (C) Ventilateur
- (D) Séparateur de liquide
- (E) Module de commande
- (F) Régulation de pompe à chaleur
- (G) Type T2H-ze uniquement : échangeur de chaleur pour le raccordement d'un générateur de chaleur externe
- (H) Système chauffant électrique (intégré pour le type T2E-ze, accessoire pour le type T2H-ze)
- (K) Anode de protection au magnésium
- (L) Préparateur d'eau chaude sanitaire
- (M) Condenseur

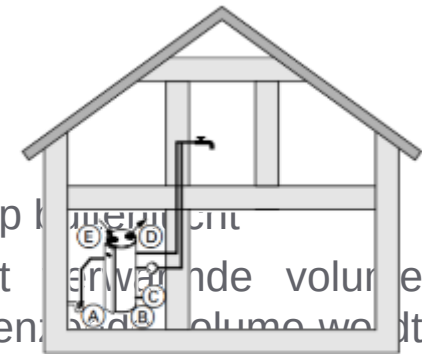


Thermodynamische boiler - Koudebron

► Omgevingslucht van een onverwarmde ruimte:

- Profiteert 's winters van hogere temperaturen dan op koudere dagen
- MAAR haalt een deel van de energie uit het verwarmde volume (aangezien de AOR onrechtstreeks door het aangrenzende volume wordt verwarmd)

Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



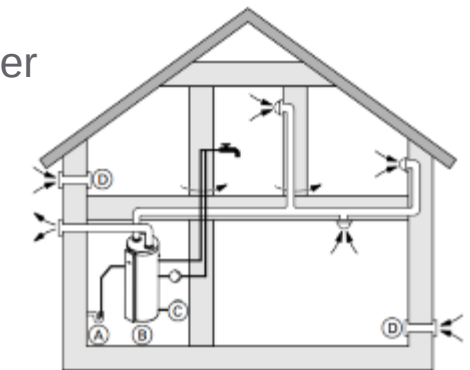
Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air
- (E) Arrivée d'air

Représentation système pour une utilisation sur air évacué

► Extractielucht van de ventilatie:

- Samenhangend met de ventilatie → kleiner luchtdebiet dan voor de andere types toestellen (200 m³/h tot 350 m³/h)
- Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt hoger



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Air extérieur

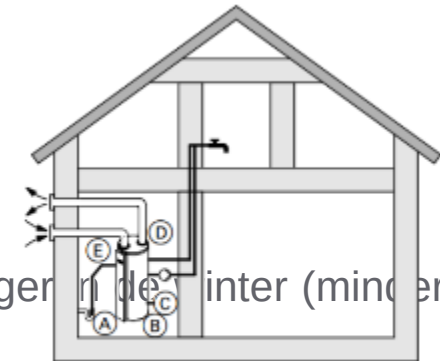


Thermodynamische boiler - Koudebron

► Buitenlucht:

- Onbeperkt luchtdebiet
- Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt lager dan de winter (minder goede prestaties)
- Geen effect op de omgeving van het gebouw

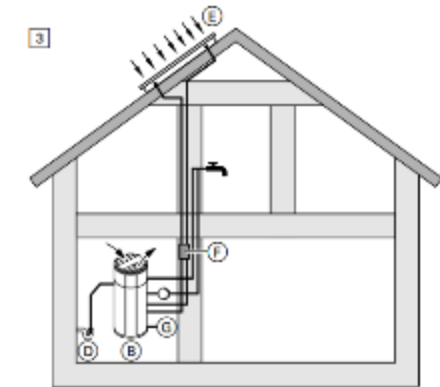
Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air vers l'extérieur
- (E) Arrivée d'air depuis l'extérieur

Type WWKS (avec utilisation de l'énergie solaire)



- (B) Vitocal 160-A, type WWKS (pour le mode à circulation d'air)
- (A) Evacuation des condensats
- (E) Capteurs solaires
- (F) Divison solaire
- (C) Raccordement eau froide

Thermische zonne-energie

- Voorbeeld: 6 m² vlakke zonnecollectoren voor een volume van 300 liter.



Thermodynamische boiler - Concreet geval



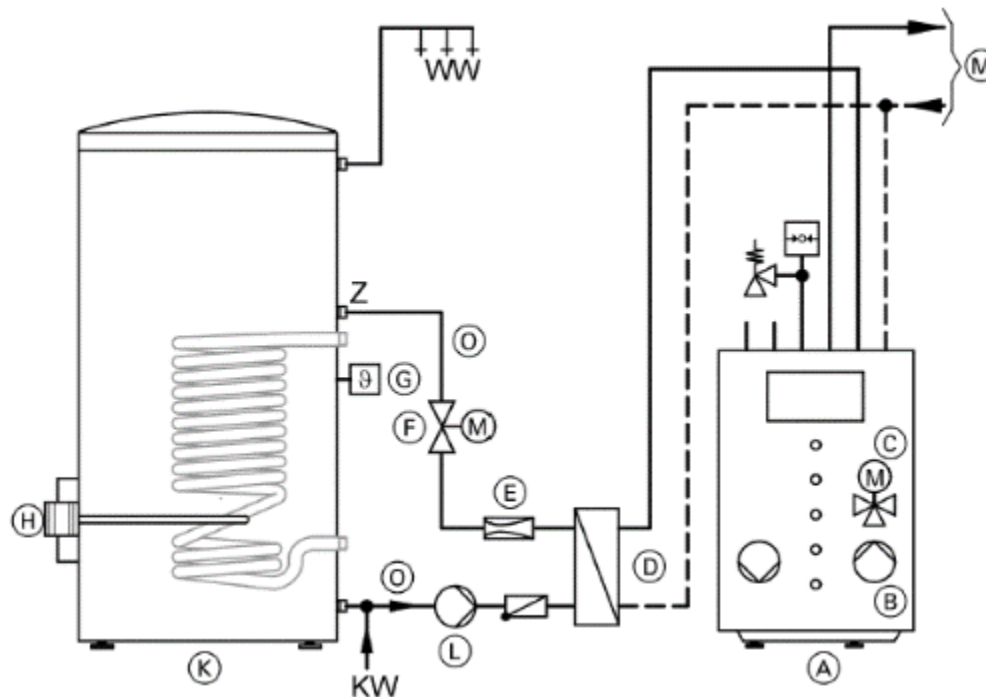
Bron: Écorce



Gemengde WP - Principe

- ▶ Hoofdzakelijk lucht/water of glycolwater/water
- ▶ Gekoppeld aan een boiler met spiraalwisselaar voor de SWW-productie (opgelet: verschillend van een eventueel buffervat voor de verwarming)

Bron: Viessmann



Voorbeeld - Concreet geval

- Warmtepomp glycolwater/water (13 kW) met buffervat + SWW-boiler



Voorbeeld - Concreet geval

- ▶ Warmtepomp glycolwater/water uitsluitend SWW



WP SWW: 4,8 kW

WP verwarming:
9,7 kW



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Monovalente werking:

- ▶ De warmtepomp is de enige warmteproducent.
- ▶ De warmtepomp dekt alle energiebehoeften voor de verwarming van het gebouw.

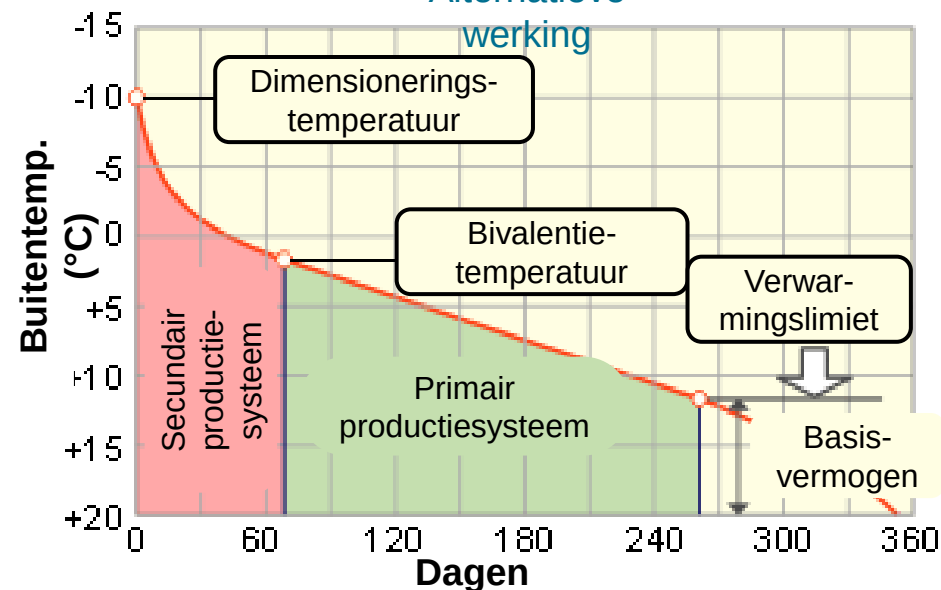
Bivalente werking:

- ▶ Naast de warmtepomp is er een aanvullende warmteproducent beschikbaar (verwarmingsketel, elektrische weerstand, ...).
- ▶ Bivalent-parallelle werking: $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow 2$ producenten werken parallel
 - Indien het bivalentiepunt op 50 % van het gedimensioneerde vermogen ligt, kan 80 tot 90 % van de jaarlijkse warmtebehoefte door de warmtepomp worden gedekt.
- ▶ Bivalent-alternatieve werking = $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow$ omschakeling tussen de 2 producenten.



Werkingsmodi

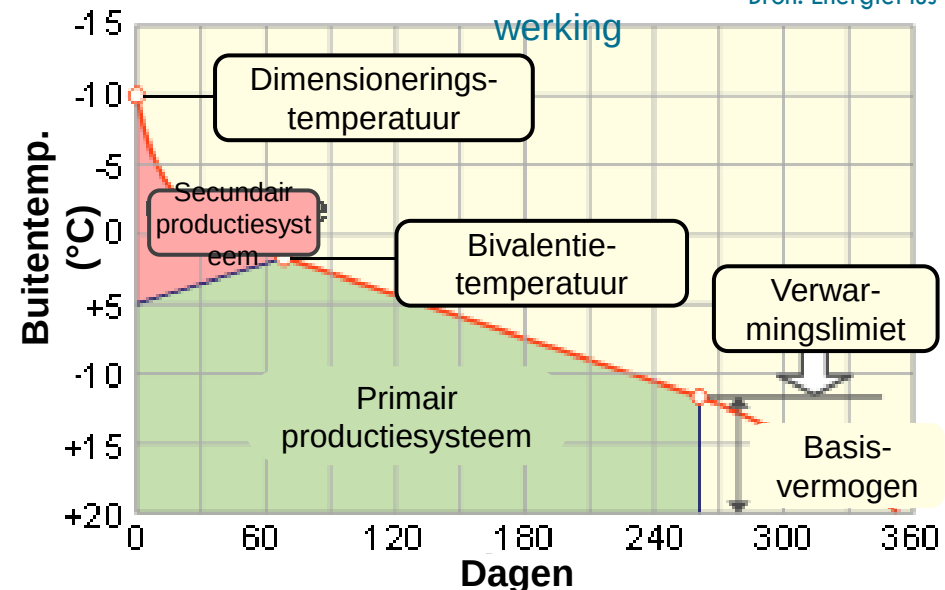
Alternatieve werking



- ▶ Secundair productiesysteem gedimensioneerd voor het totale vermogen
- ▶ Het secundaire systeem moet aanzienlijke prestaties leveren (geen elektriciteit)
 - ⇒ **Groot gebouw (investering in 2 systemen)**
 - ⇒ **Toevoeging van een WP in een bestaande installatie**

Parallele werking

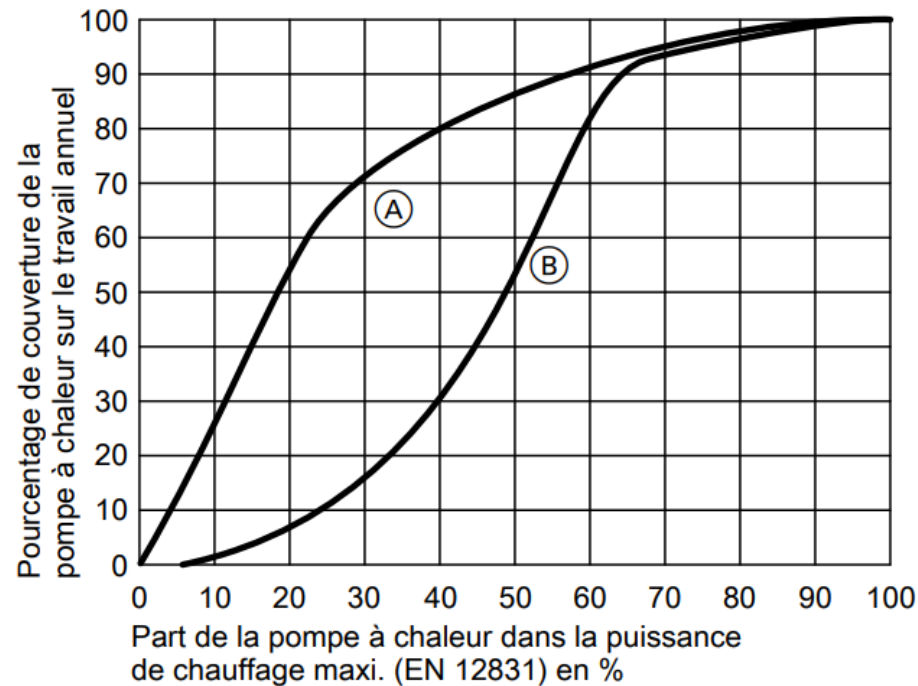
Bron: EnergiePlus



- ▶ Secundair productiesysteem beschouwd als 'aanvulling'



Aandeel van de productie



A: Parallelle werking
B: Alternatieve werking

Bron: Viessmann



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

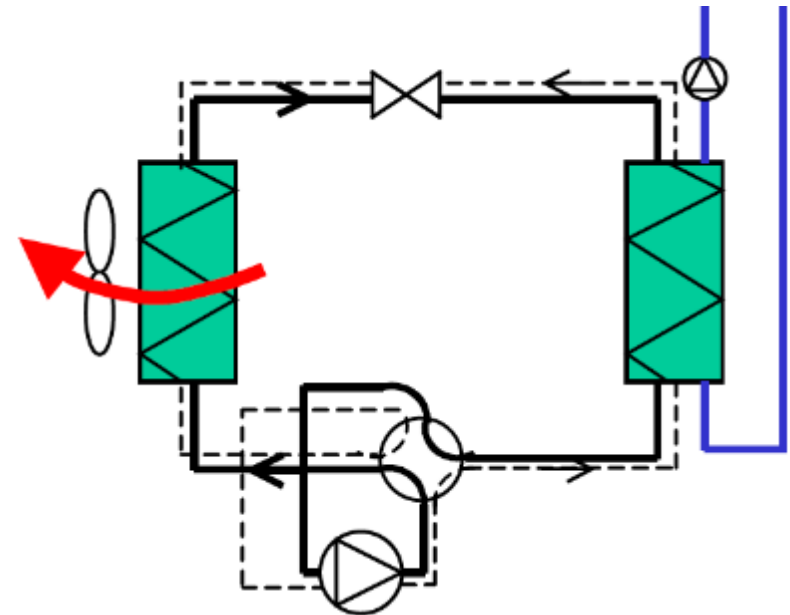
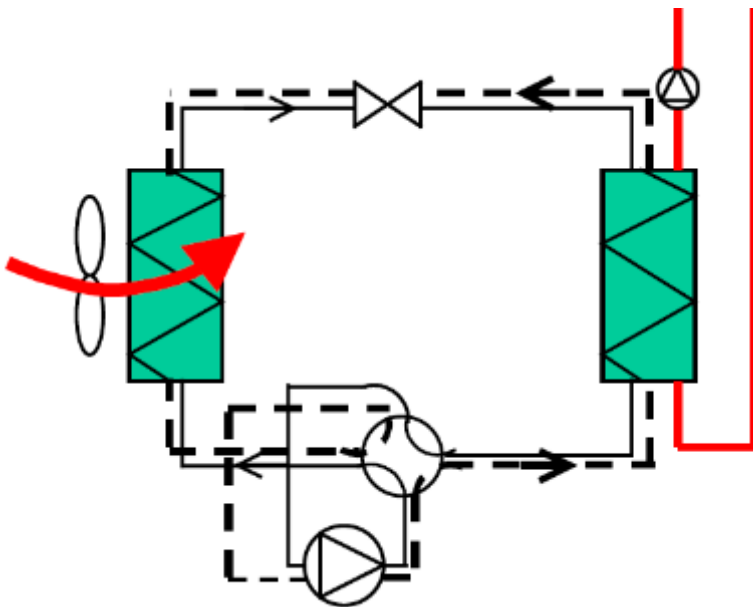
OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Omkeerbaarheid:

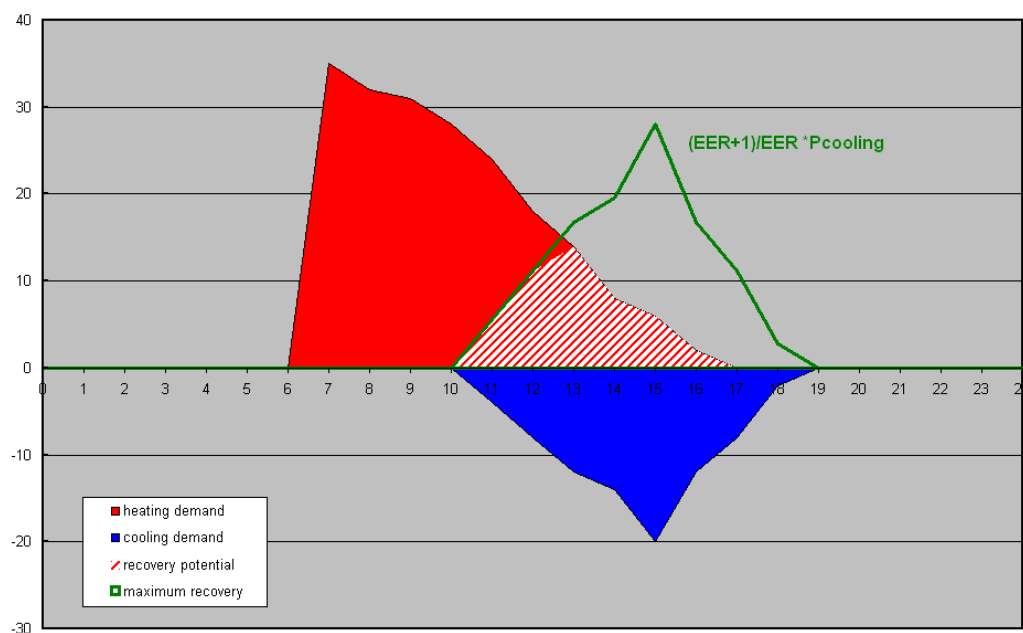
- ▶ De warmtepomp kan werken
 - in verwarmingsmodus
 - in koelmodus
- ▶ Gebruik van een 4-wegsafsluiter (afsluiter voor omkering van cyclus)



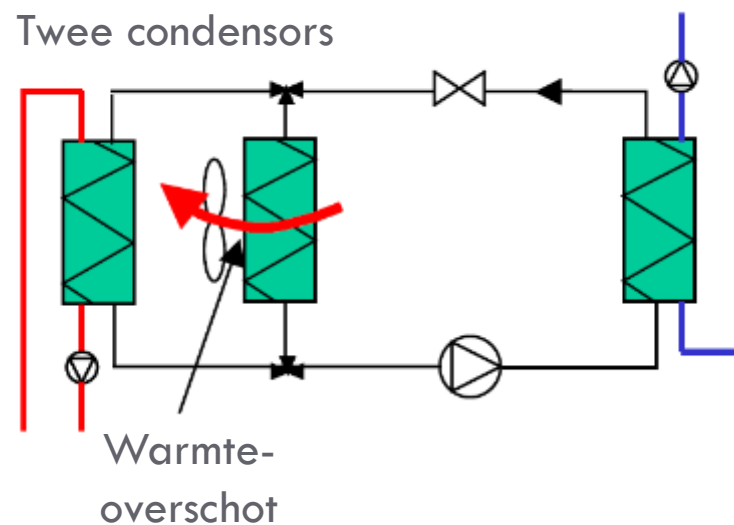
Mogelijkheid van warmteterugwinning wanneer een installatie gelijktijdig verwarming en koeling vraagt:

- Voorbeeld: computerruimte en kantoor

Twee condensors nodig



Twee condensors



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

WARMTEBRONNEN

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

- ▶ **Ecologisch ontwerp & energie-etikettering**
- ▶ EPB
- ▶ Andere regelgevingen
- ▶ Financiële steunmaatregelen



Sinds 26/09/2015 gelden de richtlijnen inzake **ecologisch ontwerp** en **energie-etikettering** voor warmteopwekkingstoestellen voor verwarming en SWW (kleine toestellen met een **nominaal thermisch vermogen ≤ 400 kW** niet gevoed door biomassa).

Deze richtlijnen werden aangevuld door gedelegeerde verordeningen:

- ▶ 811/2013 (energie-etikettering) en 813/2013 (ecologisch ontwerp): **verwarming** via waterlus, inclusief de gemengde toestellen voor SWW
- ▶ 812/2013 (energie-etikettering) en 814/2013 (ecologisch ontwerp): **waterverwarmingstoestellen** en warmwatertanks
- ▶ 206/2012 (ecologisch ontwerp): airconditioners van minder dan 12 kW (transportmedium = lucht)



Energie-etikettering: Europese verordeningen 811/2013 en 812/2013

Alle WP's

- ▶ op de markt gebracht en/of in gebruik genomen sedert **26 september 2015**
- ▶ met een nominaal thermisch vermogen ≤ 70 kW
- ▶ bestemd voor de productie van
 - enkel **verwarming**
 - **de combinatie** verwarming en sanitair warm water
 - enkel **sanitair warm water**

moeten een **etiket** dragen met vermelding van hun

- ▶ energieprestaties
- ▶ geluidsproductie

⇒ **Elke etikettering stemt overeen met een bepaald rendementsbereik dat afhankelijk is van het gebruik: SWW, LT-verwarming, HT-verwarming**

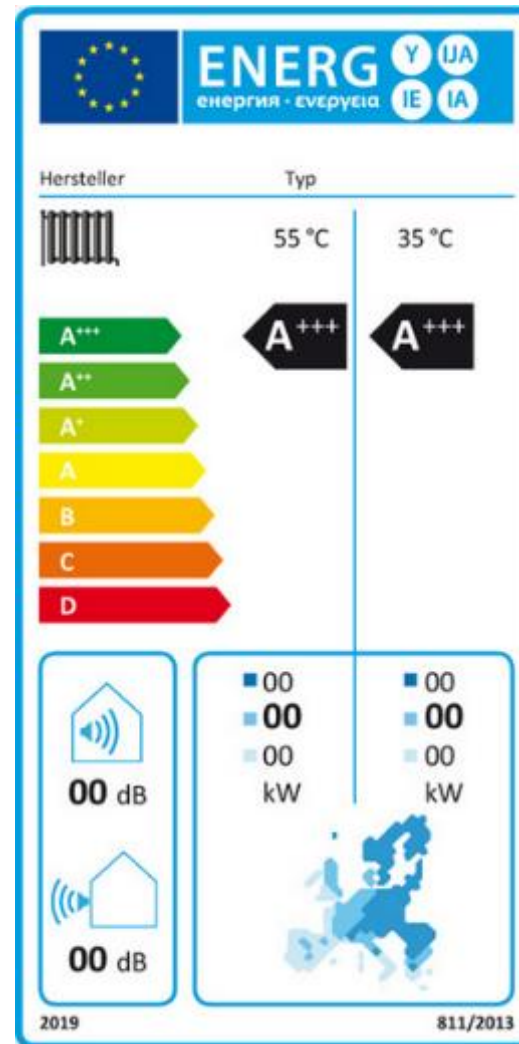


62 ENERGIE-ETIKETTERING - VERWARMING

Etiket WP **verwarming**

Naam van fabrikant en
model

Geluidsniveau
(binnen en buiten)



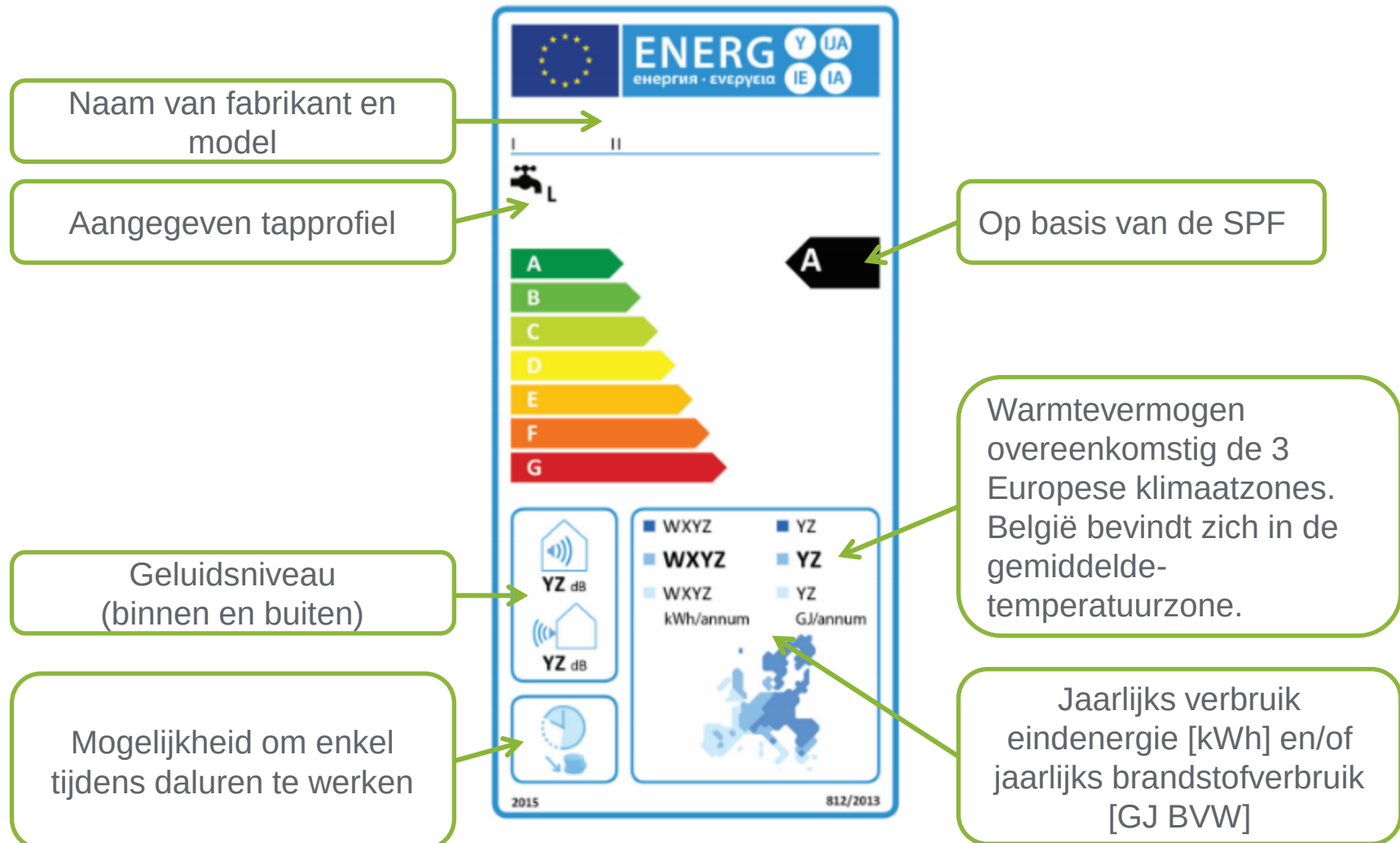
Etiket

- op basis van de SPF
- afhankelijk van de temperatuur van het verwarmingswater (gemiddelde en lage temperatuur)

Warmtevermogen overeenkomstig de 3 Europese klimaatzones. België bevindt zich in de gemiddelde-temperatuurzone.



Etiket WP SWW

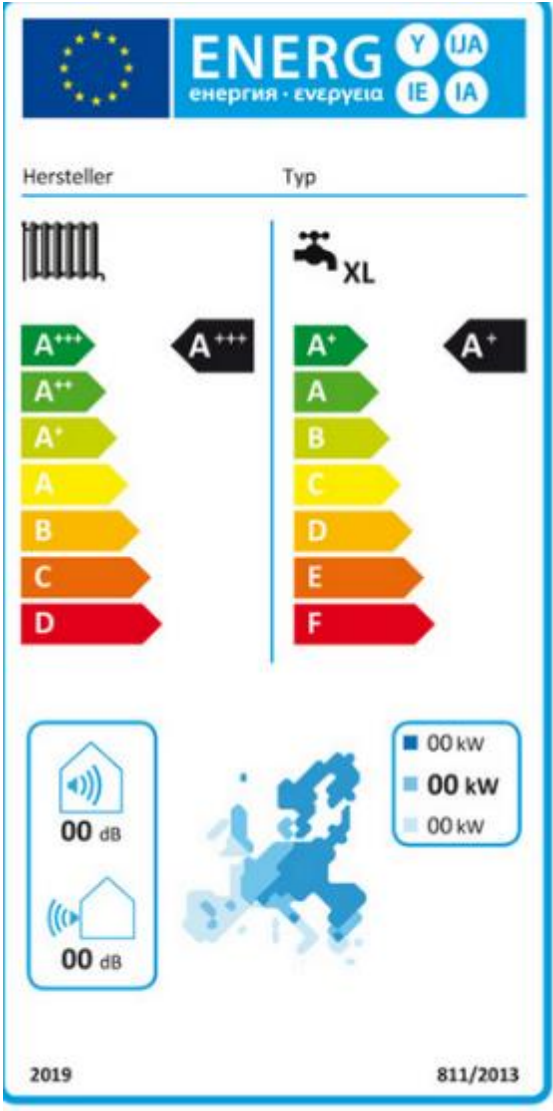


64

ENERGIE-ETIKETTERING - VERWARMING EN SWW

Etiket WP verwarming + SWW

Etiket voor verwarming bij gemiddelde temperatuur



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

WARMTEBRONNEN

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHED

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ **EPB**
- ▶ Andere regelgevingen
- ▶ Financiële steunmaatregelen



De EPB-regelgeving bestaat uit drie onderscheiden luiken:

- ▶ EPB-verwarming en -klimaatregeling
- ▶ EPB-werkzaamheden
- ▶ EPB-certificering



EPB-verwarming en -klimaatregeling

- <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en>

Quand est-on concerné par ces obligations?

Vous êtes concerné par la réglementation chauffage et climatisation PEB si vous **possédez ou installez** :

- ➔ une chaudière au gaz ou au mazout ;
- ➔ un chauffe-eau au gaz ;
- ➔ un système de climatisation avec une puissance frigorifique de plus de 12 kW

Ne sont pas concernés par cette réglementation :

- ➔ les chaudières fonctionnant avec un combustible solide tel que le bois ;
- ➔ les appareils qui chauffent l'espace localement et fonctionnent à l'électricité, au gaz, au mazout ou au bois tels qu'un radiateur électrique, un poêle à pellets, un convecteur gaz,...) ;
- ➔ les pompes à chaleur non-réversibles, qui peuvent uniquement être utilisées pour le chauffage, ne sont pas encore concernées par cette réglementation.

Pour savoir ce qu'il faut faire pour être en ordre par rapport à la réglementation chauffage et climatisation PEB, consultez la page « [Contrôles et entretien](#) ».



EPB-verwarming en -klimaatregeling

- <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-2>

Contrôles et entretien obligatoires pour votre système de climatisation

Votre situation	Quoi ?	Quand ?	Par qui ?
Nous installons, remplaçons ou modifions* une installation de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12kW	Diagnostic climatisation PEB	au plus tard 6 mois après la mise en service	Conseillère climatisation PEB 
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12 kW et inférieure ou égale à 100 kW	Diagnostic climatisation PEB	Tous les 15 ans	Conseillère climatisation PEB
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 100 kW	Diagnostic climatisation PEB	Tous les 5 ans	Conseillère climatisation PEB
Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieur à 12 kW	Programme minimum d'entretien	En continu	professionnel·le qui dispose du certificat d'aptitude « carnet de bord et programme minimum d'entretien »

*Uniquement lorsque la puissance nominale effective installée ou modifiée est supérieure ou égale à 50 % de la puissance du système.



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

WARMTEBRONNEN

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ DE WP IN DE EPB-REGELGEVING
- ▶ **Andere regelgevingen**
- ▶ Financiële steunmaatregelen



De “Gids Koelinstallaties” specificeert alle verplichtingen die in het BHG van toepassing zijn:

- ▶ https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/gids_installation_de_refrigeration_nl.pdf
- ▶ om:
 - de veiligheid te verzekeren,
 - het milieu te beschermen en meer bepaald de opwarming van de planeet tegen te gaan door de emissies van gefluoreerde broeikasgassen te beperken,
 - de vernietiging van de ozonlaag te vermijden,
- ▶ en is hoofdzakelijk gebaseerd op het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 29 november 2018 betreffende de koelinstallaties. Het besluit verplicht met name tot de naleving van:
 - de Europese regelgeving betreffende gefluoreerde broeikasgassen: Verordening (EU) nr. 517/2014 en Verordening (EU) nr. 2015/2067,
 - de NBN EN 378/2016 of een gelijkwaardige norm.



De “Gids Koelinstallaties” specificeert alle verplichtingen die in het BHG van toepassing zijn:

- ▶ Geluidsregelgeving
 - Besluit van 21 november 2002 betreffende de strijd tegen het **buurtlawaai**.
- ▶ Milieuvergunning
 - Praktische gids:
<https://leefmilieu.brussels/de-milieuvergunning/praktische-gids-voor-milieuvergunningen>
 - Lijst van de ingedeelde inrichtingen:
https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr_list=ic_list



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

WARMTEBRONNEN

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ DE WP IN DE EPB-REGELGEVING
- ▶ Andere regelgevingen
- ▶ **Financiële steunmaatregelen**





RENOLUTION-premies 2022

- ▶ <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/renolution-premies-2022>

Fiscale aftrek voor energiebesparende investeringen – bedrijven – 13,5 % (cat. 2.5.f)

- ▶ <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/energiebesparende-investeringen>





Werking

- ▶ De prestaties van een warmtepomp variëren sterk naargelang de gemaakte keuzes m.b.t.
 - het type warmtepomp
 - de dimensionering van de warmtepomp, van de warmtebron en van de koudebron
 - de regeling van het systeem
 - de nominale en ogenblikkelijke temperatuurregimes

⇒ **Behoeften en mogelijkheden van het project duidelijk definiëren voor het systeem wordt gekozen**
- ▶ De installatie van een WP vereist over het algemeen de naleving van bepaalde reglementair vastgelegde voorschriften (MV, SV, inventaris van de bodemtoestand, enz.).
- ▶ Er zijn financiële steun- en ondersteuningsmaatregelen voorzien om de installatie van deze systemen te bevorderen.





Gids Duurzame Gebouwen

- Thema Energie

[Dossier | Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen \(distributie en afgifte\)](#)

[Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen](#)

[Dossier | De beste productiewijzen voor hernieuwbare koeling kiezen](#)



Opleidingen

- Warmtepomp: keuze en ontwerp





Websites

- ▶ Regelgeving
 - [EPB verwarming en -klimaatregeling](#)
 - [Reglementering geothermische systemen](#)
 - [Ecologisch ontwerp](#)
 - [Milieuvergunning en ingedeelde inrichtingen](#)
 - [Koelinstallaties](#)
- ▶ Facilitator
 - [Facilitator WP WG](#)
 - [Facilitator BHG](#)
- ▶ Tools
 - [BruggeoTool](#)
 - [Presentatie van BruggeoTool](#)
 - [Presentatie “Warmtepompen” van het WTCB](#)
 - [SmartGeotherm](#)



Pierre GUSTIN

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

