

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VERWARMING EN SANITAIR WARM WATER: ONTWERP

LENTE 2025

Sanitair warm water : distributie, productie en opslag



- ▶ Kennismaken met de verschillende soorten netten voor de distributie van sanitair warm water, en hun werking en impact begrijpen
- ▶ Kennismaken met de verschillende SWW-productiewijzen en hun toepassingsgebied(en)
- ▶ De voor- en nadelen van een gecombineerde SWW-installatie of van een SWW-installatie los van het verwarmingssysteem leren kennen
- ▶ De voor- en nadelen van een gecentraliseerde/gedecentraliseerde installatie leren kennen
- ▶ Inzicht verwerven in de basisprincipes van een thermische zonne-energie-installatie, de PV Heater en de thermodynamische boilers



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

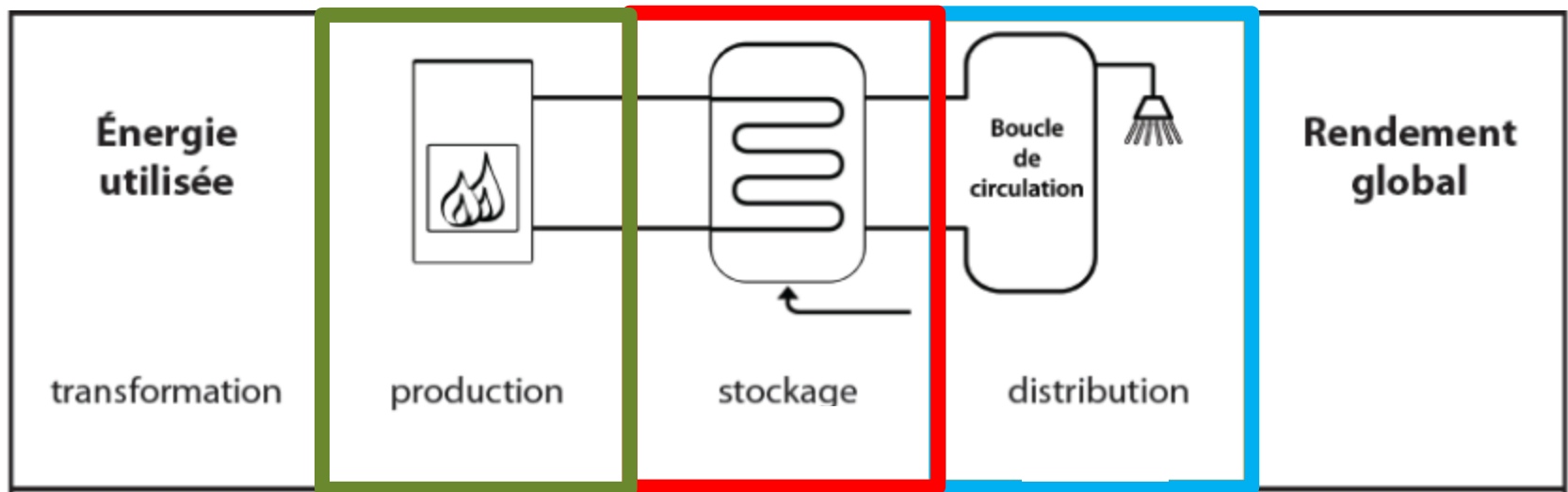
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG



Een sanitaire installatie bestaat uit:

- ▶ tappunten
- ▶ een distributienet
- ▶ een productietoestel
- ▶ ... en eventueel een opslagsysteem



$$\Rightarrow \eta_{\text{totaal SWW}} = \eta_{\text{productie,SWW}} \times \eta_{\text{opslag SWW}} \times \eta_{\text{distributie SWW}}$$



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG



Tweegreepsmengkranen >< Eengreepsmengkranen

- ▶ Tweegreepsmengkraan: twee onderscheiden bedieningselementen
- ▶ Eengreepsmengkraan: **een enkel bedieningselement** dat **debiet en temperatuur** regelt
 - Thermostatische mengkraan: deze handhaaft een stabiele watertemperatuur door de aanvoer van warm en koud water te regelen



Tweegreepsmengkraan

Bron: Grohe



Thermostatische mengkraan

Bron: Micra



Gecentraliseerde thermostatische mengkraan

Bron: Presto

Gecentraliseerde thermostatische mengkraan

- ▶ Laat toe de gebruiker te beletten de temperatuur te wijzigen
- ▶ Nuttig in collectiviteiten (mag niet worden gebruikt bij hoog legionellarisico)
- ▶ Leiding voor gemengd water: lengte < 15 m en volume < 3 l



Verbrandingsbeveiliging

- ▶ Ter hoogte van het kraanwerk geplaatst
- ▶ Maakt het mogelijk het risico van brandwonden te vermijden
 - Onderbreekt de uitstroom onmiddellijk bij een watertemperatuur $> 48\text{ }^{\circ}\text{C}$



Cartouche anti-brûlure pour douche



Cartouche anti-brûlure pour lavabo

Bron: Watts



Bron: Watts



Enkele regels van goede praktijk

- ▶ De tappunten bijeenbrengen
- ▶ Geen weinig gebruikte tappunten aan de uiteinden van lange leidingen plaatsen
- ▶ Koud water rechts (blauw) - warm water links (rood)
- ▶ Te bereiken minimumdruk en -debiet
 - Voorschrift van de fabrikanten
 - DIN 1988-300 (2012)

Type tappunt	Pmin [bar]	Debiet [l/s]
Douche	0,10	0,15
Badkuip	0,10	0,15
Keukenspoelbak	0,10	0,07
Wastafel	0,10	0,07
Bidet	0,10	0,07
Huishoudelijke wasmachine	0,05	0,15
Huishoudelijke vaatwasser	0,05	0,07
WC en urinoirs	0,05	0,13
Kraan met debietregelaar	0,10	0,15
Kraan zonder debietregelaar	0,50	0,30



Druk

- ▶ De druk in de installatie is afhankelijk van

- de hoogte van het tappunt
- de drukverliezen van het net
- de druk van het distributienet

⇒ **De druk van het distributienet varieert volgens tijd en plaats**

- ▶ Bij ontoereikende druk,

⇒ **ontoereikend debiet >> gebrek aan comfort**

- ▶ Bij overmatige druk,

⇒ **te groot debiet >> water- en energieverspilling + voortijdige veroudering van de installaties**



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

► Ontwerp

- Verschillende soorten distributienetten
- Specifieke kenmerken van de SWW-lus
- Distributiematerialen
- Toebehoren

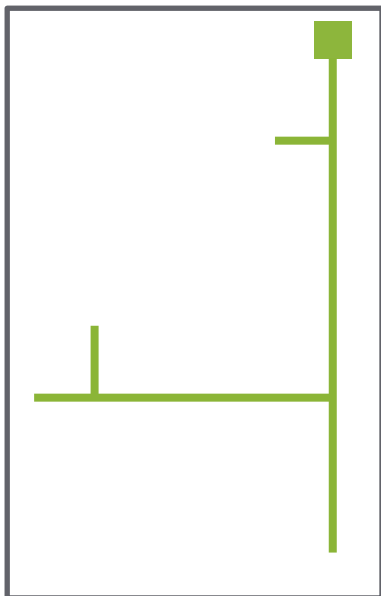
► Dimensionering

PRODUCTIE EN OPSLAG



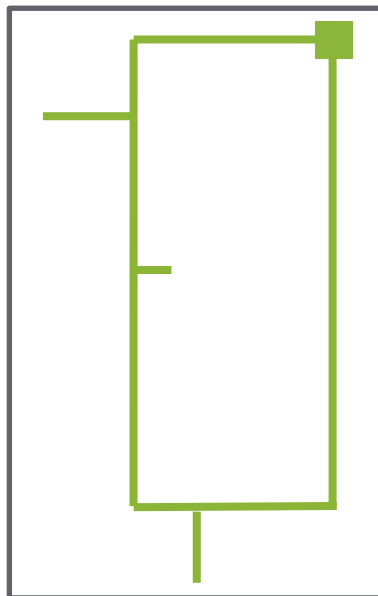
VERSCHILLENDE SOORTEN DISTRIBUTIENETTEN

VERTAKKINGEN



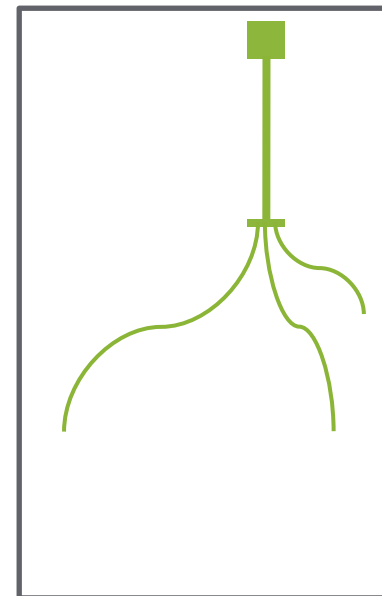
- + Beperkte leidinglengte
- Lange wachttijd
- Gezondheidsrisico
- Interferentie tussen verschillende tappunten

CIRCULATIELUS



- + Zeer korte wachttijd
- + Beperkte gezondheidsrisico's
- Aanzienlijk energieverbruik

COLLECTOREN



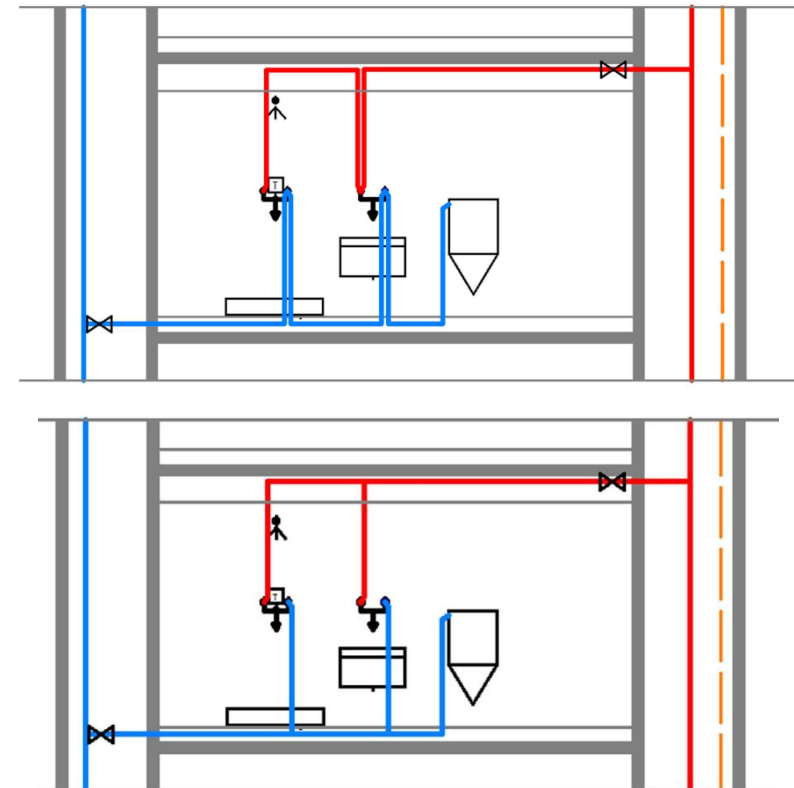
- + Uniforme drukverliezen
- + Kleinere diameter
- + Geen interferentie tussen tappunten
- Grotere leidinglengte

⚠ voor dode armen in het net!



Enkele regels van goede praktijk

- ▶ Alleen horizontaal / verticaal tracé
- ▶ Bij ingewerkte leidingen >> Koker vereist
⚠ Geen ingewerkte koppelingen
- ▶ Om vorstrisico te vermijden ...
 - bovengrondse tracés buiten, tracés in onverwarmde zones e.d. vermijden; anders
 - isolatie voorzien en leiding ledigen voor de winter / elektrische tracing voorzien,
- ▶ Rekening houden met de interacties met de koudwaterdistributie
 - De KW- en SWW-distributienetten van elkaar scheiden (min. 15 cm)
- ▶ Aan de coherentie tussen de aan- en afvoernetten denken ...



Bron: WTCB:



Wanneer dient er een SWW-lus voorzien te worden?

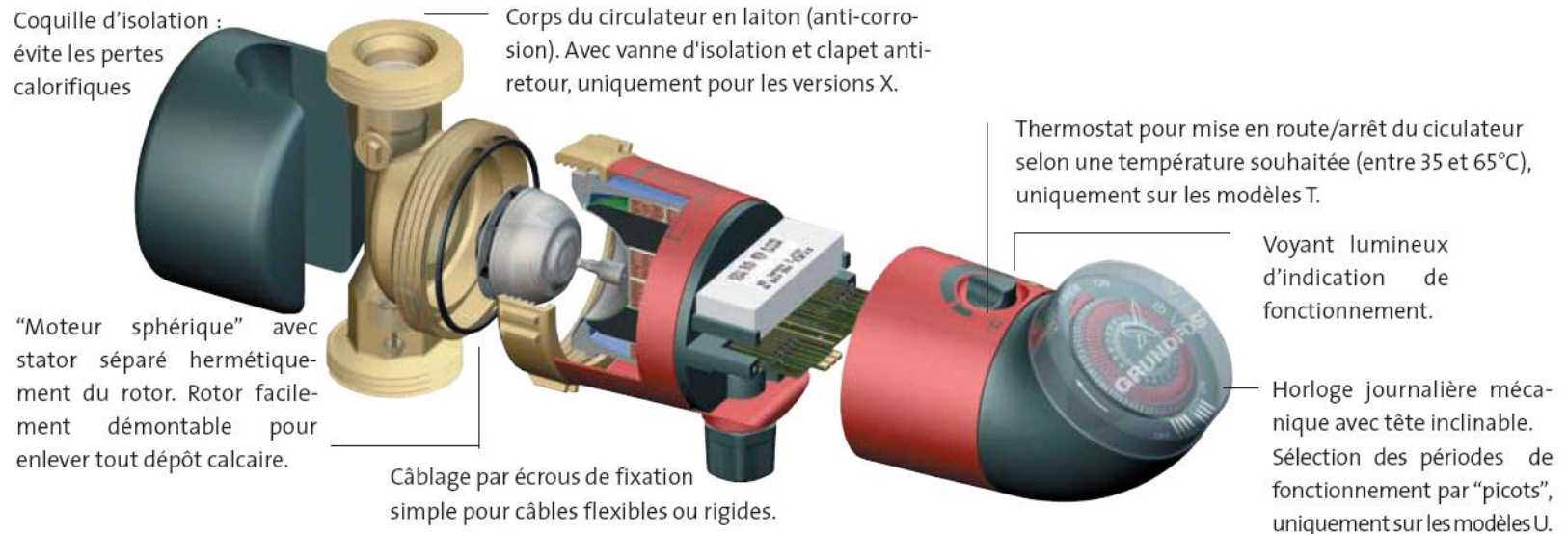
- ▶ In het algemeen bij een lengte > 15 m of een volume > 3 l >> water op 60 °C handhaven
- ▶ Als het waterverlies aanzienlijk is t.o.v. het gegenereerde oververbruik:
 - Een verlies van 3 l water voor
 - de voeding van een badkuip van 140 l >> verlies van 2,1 %
 - de voeding van een keukenspoelbak van 5 l >> verlies van 60 %
- ▶ Bij hoge comforteisen (wachtijd)



14 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN DE SWW-LUS

Watercirculatie zelfs als er geen water wordt afgenomen

- ▶ Vereist een pomp!
 - Leidt tot extra energieverbruik
 - Gekozen op basis van de manometrische hoogte van de installatie en het debiet
 - Moet corrosievast zijn > **lichaam uit messing!**
 - Op de retour van de hoofdlus geplaatst



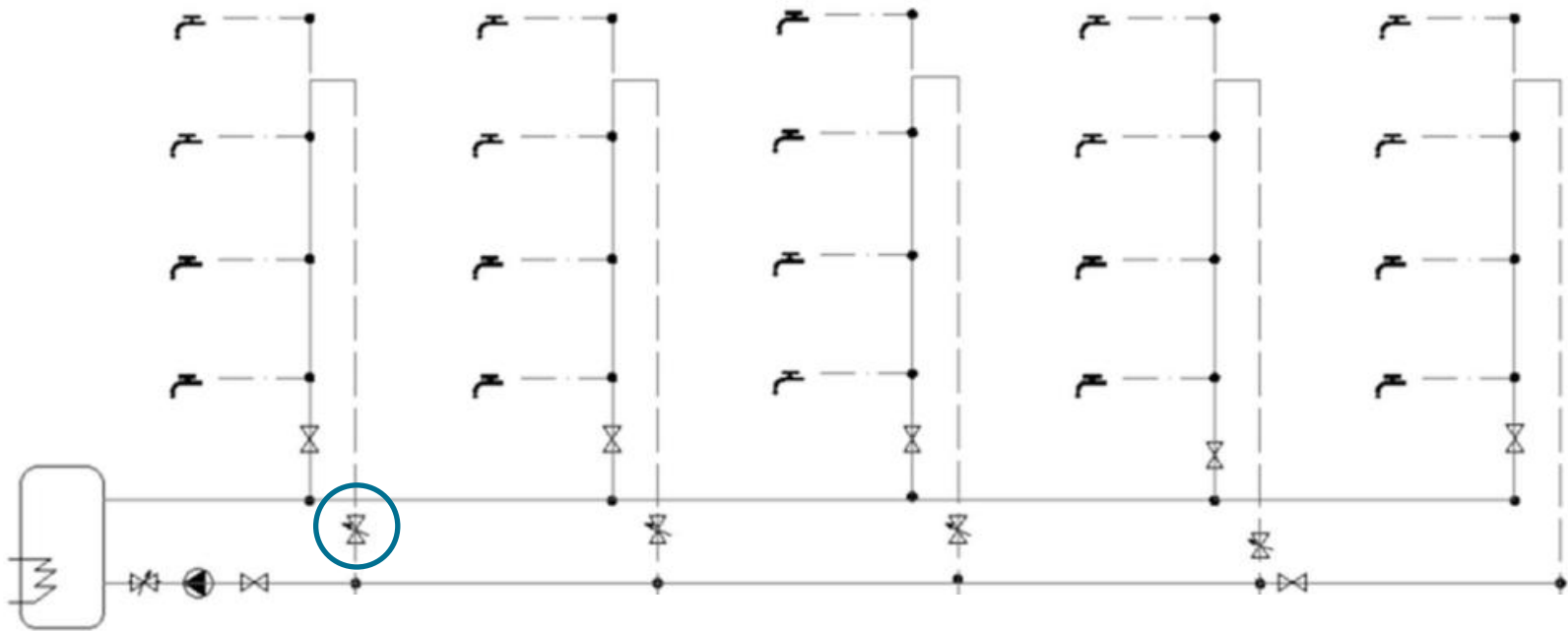
Bron: Grundfos



15 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN DE SWW-LUS**Afregeling van de kringnetten**

- Net zoals in verwarmingsinstallaties moeten de lussen voor het SWW worden afgeregeld!

⇒ **Extra drukverlies via afregelklep (balanceerklep)**



16 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN DE SWW-LUS

Bijzonder geval: buis-in-buis-systeem

- ▶ Twee concentrische buizen: retour bevindt zich in de aanvoer!
- + Neemt minder plaats in de kokers in,
- + Minder bevestigingen vereist
- + Snellere plaatsing
- + Minder warmteverliezen
- + Snellere en makkelijkere isolatie
- Grotere drukverliezen



Bron: Viega



Keuzecriteria

- ▶ Druk
- ▶ Temperatuur van het water en van de omgeving >> ⚠ Thermische schokken
- ▶ Effect op de waterkwaliteit
- ▶ Mechanische sterkte
- ▶ Interne en externe corrosie
- ▶ Doorlatendheid voor lucht, voor water, voor chemische stoffen aangebracht op het oppervlak
- ▶ Verenigbaarheid met de andere materialen
 - Koper + verzinkt staal
 - Messing + verzinkt staal



- ▶ Koper
 - + Bestand tegen thermische en chemische ontsmetting
 - + Beperkte biofilmvorming
 - Zet uit bij temperatuurstijging
 - Lassen bij hoge temperatuur
 - Vereist water dat weinig agressief, d.w.z. niet te zacht is

⇒ **Voor meer info, zie TV 245**

- ▶ Verzinkt staal (steeds minder gebruikt)
 - + Makkelijk te plaatsen
 - Versnelde aantasting boven 60 °C
 - Gevoelig voor corrosie en kalkaanslag
 - Onverenigbaar met koper stroomopwaarts

⇒ **Voor meer info, zie TV 145**



- ▶ Roestvast staal
 - + Geschikt voor agressief en corrosief water
 - Hoge aanschafkosten

 - ▶ Meerlaagse synthetische materialen
 - + In het algemeen geschikt voor agressief en corrosief water
 - + Flexibele leidingen
 - + Makkelijk te plaatsen
 - Grote doorsneden zijn duur
 - Bevorderen biofilmvorming
- ⚠ Niet alle materialen zijn bruikbaar in ieder temperatuurbereik!
- ⇒ Voor meer info, zie TV 207
-
- ▶ Lood
 - Verboden te plaatsen!



Net zoals in een verwarmingsinstallatie wordt het distributienet voor het SWW uitgerust met ...

- ▶ afsluitkranen,
 - om een deel van de kring af te sluiten zonder de toevoer te onderbreken

- ▶ aflatkranen,
 - om een installatie te ledigen

- ▶ collectoren
 - om de aansluitstukken voor de leidingen te centraliseren

- ▶ ...



Bron: Belven



Bron: Vanmarcke



Bron: Comap



Maar ook met ...

- ▶ een filter
 - om de vaste partikels uit het distributiewater te filteren
 - die systematisch na de hoofdmeter wordt geplaatst
 - aanbevolen bij uitbreiding of vervanging van leidingdelen

- ▶ een terugslagklep
 - om te vermijden dat er water terugloopt bij drukschommelingen in de installatie
 - er bestaan tal van types volgens de toepassing

⇒ Repertorium (van Belgaqua),
jaarlijks bijgewerkt



Bron: Belven



Bron: Belven



- ▶ Drukverhoger
 - Laat toe de druk in de leidingen te verhogen

- ▶ Drukverlager
 - Laat toe de druk in de installatie te verlagen en te stabiliseren
 - Verbonden met een manometer
 - ⚠ Gevoelig voor verontreiniging
 - Stroomafwaarts van de filter en de hoofdmeter geplaatst, en stroomopwaarts van de terugslagklep
 - Op een recht leidingdeel geplaatst
 - Geen drukverlager in lussen!



Bron: Wilo

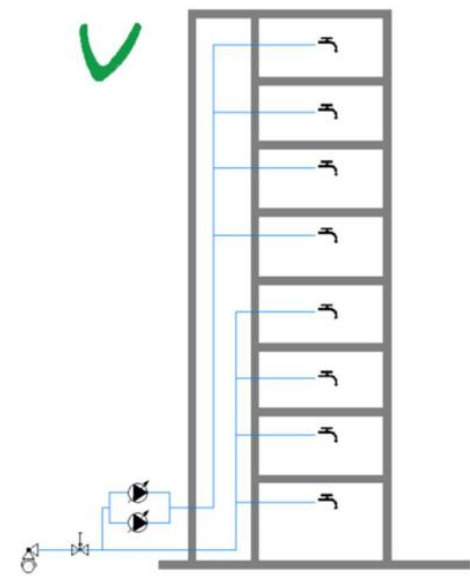
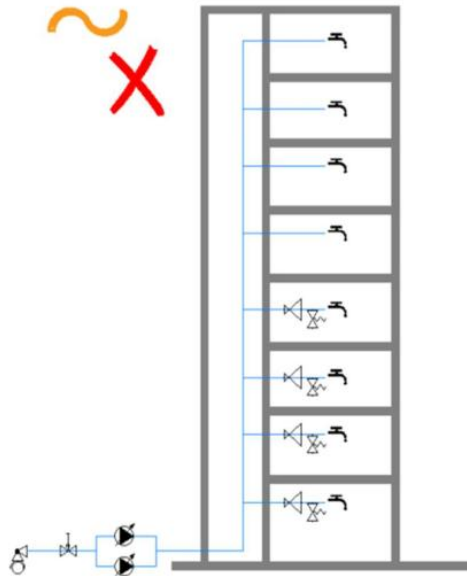
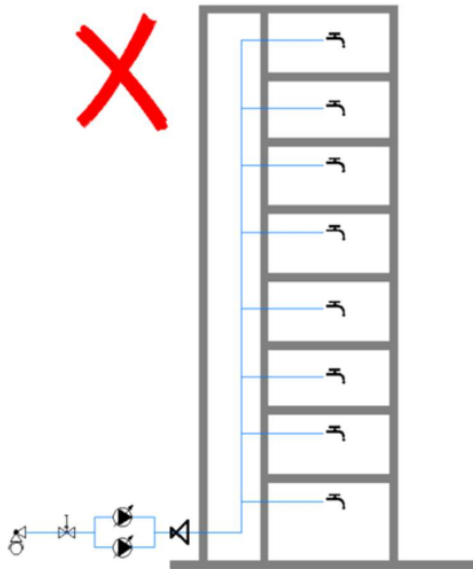


Bron: Socla



► ⚠ Combinatie van drukverlager en drukverhoger

⇒ De plaatsing van drukverhogers en drukverlagers in serie moet worden vermeden ...



- ▶ Waterbehandeling
 - Waterontharder
 - Uitwisseling van de Ca^{2+} - en Mg^{2+} -ionen voor Na^{+} -ionen (⚠️ drinkbaarheid)
 - Kalkwerend systeem
 - Toestellen met (elektro)magnetisch veld
 - Toestel met CO_2 -injectie
 - Toestel met zinkanode
- ⇒ **WTCB meet de prestaties van de systemen: E-factor**



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

► Ontwerp

- Verschillende soorten distributienetten
- Specifieke kenmerken van de SWW-lus
- Distributiematerialen
- Toebehoren

► **Dimensionering**

PRODUCTIE EN OPSLAG



De diameter van de leidingen is afhankelijk van ...

- ▶ het debiet en de snelheid van het water,

⇒ **Beperkt volgens de doorkruiste lokalen**

Technische lokalen, kelders, ...	1,5 - 2 m/s
Technische kokers	1,5 m/s
Bewoonde lokalen	1 m/s

- ▶ de mogelijke drukverliezen, ...
 - volgens de uitrustingen dient er op het tappunt voor 1 tot 3 bar gezorgd te worden

⇒ **Overgedimensioneerde leidingen betekenen hogere aankoopkosten, grotere energieverliezen, ...**

⇒ **Als de leidingen ondergedimensioneerd zijn, kan dit tot akoestische hinder en vroegtijdige slijtage leiden**



De diameter van de sanitaire lus

► Aanvoerlus:

- Aanpak identiek aan die van de leidingtracés

► Retourlus:

- Op elk punt een temperatuurdaling van maximaal 5K handhaven (55 °C op elk punt)
- Circulatiedebiet bepaald om deze minimale temperatuur te handhaven
- Diameter van de lus bepaald om welbepaalde snelheden te respecteren
 - Leidingen nabij de pomp: 0,5 m/s tot 1m/s MAX.
 - Leidingen ver van de pomp: ~ 0,3 m/s

⇒ **De binnendiameter bedraagt minstens 10 mm!**

⇒ **De verschillende lussen moeten onderling worden afgeregeld!**



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

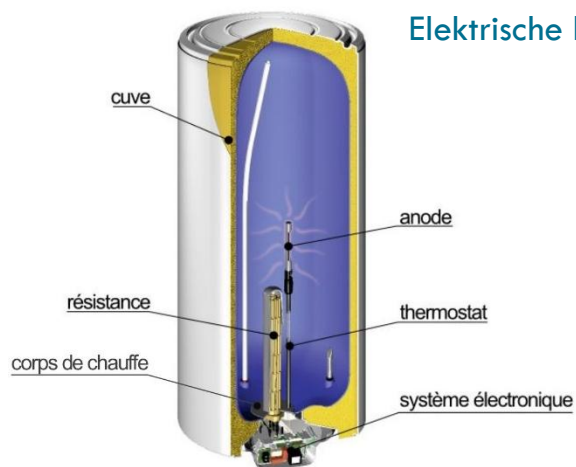
► Bereidingswijze

- Onafhankelijke productie of productie gecombineerd met verwarming?
- Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- Productie met behulp van hernieuwbare energiebronnen
 - Thermische zonne-installatie
 - Fotovoltaïsche installatie
 - Warmtepomp



Productietoestellen

Elektrische boiler



Plaatwarmtewisselaar

Bron: Energie +

- 1 Surface d'échange Inox-radial en acier inoxydable – pour une fiabilité élevée de fonctionnement et une longévité accrue, ainsi qu'une grande puissance thermique dans un espace réduit au minimum
- 2 Brûleur cylindrique modulant en acier inoxydable
- 3 Réservoir de stockage en acier inoxydable de 46 litres (Vitodens 111-W)
- 4 Vase d'expansion intégré
- 5 Ventilateur d'air de combustion à réglage de vitesse pour un fonctionnement silencieux et économe en énergie
- 6 Pompe à haut rendement
- 7 Echangeur de chaleur à plaques pour une production d'eau chaude sanitaire confortable (pour chaudière à double service)
- 8 Ecran tactile LCD rétroéclairé

Gasketel

Bron: Viessmann

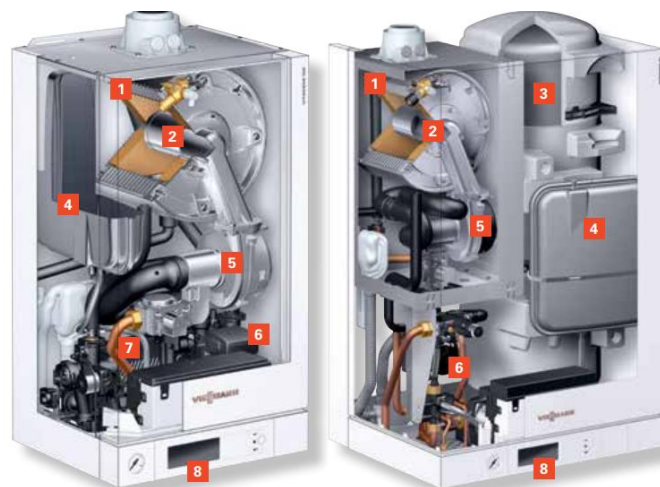


Vitocal 060-A

- 1 Pompe à chaleur
- 2 Module de commande
- 3 Ballon d'eau chaude sanitaire de 254 litres à émailage Ceraprotect
- 4 Résistance électrique stéatite avec une anode 100 % magnésium (la résistance électrique est en accessoire sur la version WWKS)
- 5 Échangeur hydraulique à serpentin (uniquement sur la version WWKS)
- 6 Condenseur extérieur à la cuve
- 7 Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
- 8 Sondes Profil de soutirage eau chaude sanitaire L et XL 2 doigts de gant

Thermodynamische boiler

Bron: Viessmann

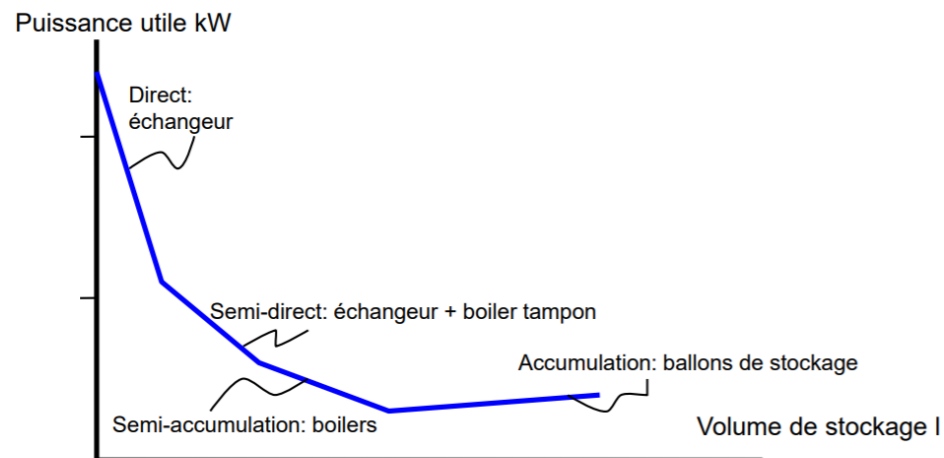


Elektrische doorstroomverwarmer

Bron: Junkers



*Verbruikt warm water (W_v) $\leq$ Opgeslagen warm water (W_o)
+ Geproduceerd warm water (W_p)*



Hoe de bereidingswijze kiezen?

- ▶ Onmiddellijke productie
 - + Beperkte plaatsinname
 - + Geen verliezen door opslag
 - + Goede hygiënische prestaties
 - Hoog vermogen van de generator en de circulatiepompen
 - Schommeling van de watertemperatuur
 - Branderwerking in korte cyclus (lager rendement)
 - Risico van interferentie met de verwarming (bij gecombineerde productie)

⇒ **Vereist een hoog vermogen**

- ▶ Te voorzien vermogen in kW

⇒ **$P \text{ [kW]} = Q \text{ [m}^3\text{/h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$ waarbij $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**



Hoe de bereidingswijze kiezen?

- ▶ Bereiding door accumulatie
 - + Zeer korte reactietijd
 - + Stabiele watertemperatuur
 - + Beperkt vermogen van de toestellen
 - + Goede prestaties van het productietoestel
 - Verliezen door opslag
 - Neemt meer plaats in
- ⇒ **Vereist een 'kalme' periode om opgeslagen volume opnieuw te verwarmen**
- ▶ Te voorzien vermogen in kW (om het watervolume in x uur te verwarmen)
 - ⇒ **$P \text{ [kW]} = V \text{ [m}^3\text{]} / T \text{ [h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$** waarbij $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$





- ▶ Wat zou het vereiste vermogen zijn voor de toevoer van water met een temperatuur van $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ voor een douche (debiet 9 l/min)? Hierbij wordt uitgegaan van een koudwatertemperatuur van $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een opslagvolume van 200 l opnieuw te verwarmen in 6 uur tijd? In 8 uur tijd?





- ▶ Wat zou het vereiste vermogen zijn voor de toevoer van water met een temperatuur van 40 °C voor een douche (debiet 9 l/min)? Hierbij wordt uitgegaan van een koudwatertemperatuur van 10 °C.
 - $P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$
 - $P = 9 \times 60/1000 \times 1,16 \times (40-10) = 18,8 \text{ kW}$

- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een opslagvolume van 200 l opnieuw te verwarmen in 6 uur tijd? In 8 uur tijd?
 - $P = V / T \times c \times (\theta_c - \theta_f)$
 - $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 6 \text{ [u]} \times 1,16 \times (60-10) = 1,9 \text{ kW}$
 - $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 8 \text{ [u]} \times 1,16 \times (60-10) = 1,45 \text{ kW}$





Keuze van een toestel

- Wat is de temperatuur op het tappunt gevoed door het volgende toestel als het leidingwater een temperatuur van 10 °C heeft?

$$\Rightarrow P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$$



Modèle	DHB-E 11 SLi	DHB-E 18 SLi 25 A
	232013	232015
Puissance de raccordement kW		
Puissance nominale 1 kW	11,1	18
Courant nominal 1 A	16	26
Courant nominal A		
Phases	3/PE	3/PE
Fréquence Hz	50/60	50/60
Température d'arrivée max. °C	60	60
Débit d'eau chaude sanitaire l/min	5,6	9,2
Réglage de la température °C	env. 30-60	env. 30-60
Indice de protection (IP)	IP25	IP25
Couleur	blanc	blanc
Hauteur mm	478	478
Largeur mm	225	225
Profondeur mm	105	105
Poids kg	3,6	3,6





Keuze van een toestel

- ▶ Wat is de temperatuur op het tappunt gevoed door het volgende toestel als het leidingwater een temperatuur van 10 °C heeft?

$$\Rightarrow P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$$

- 11,1 kW = 5,6 l/min x 60 / 1000 x 1,16 x ($\theta_c - 10$)
- $\Delta\theta = 28,5 \text{ °C}$
- $\theta_c = 38,5 \text{ °C}$



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

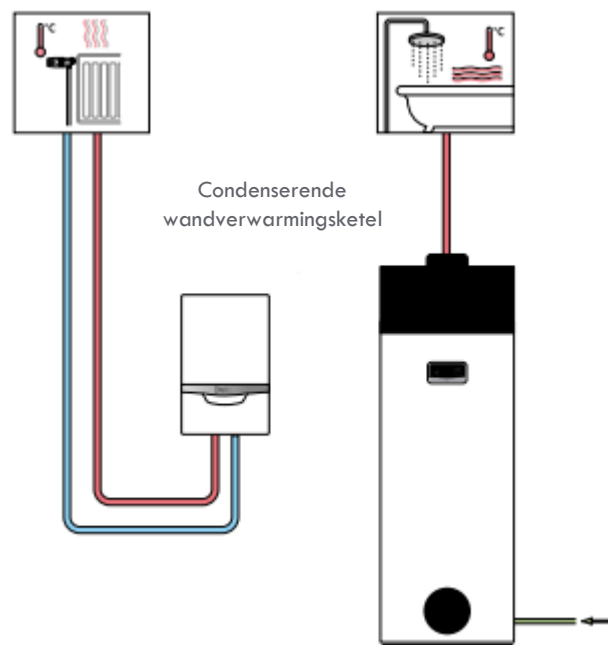
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

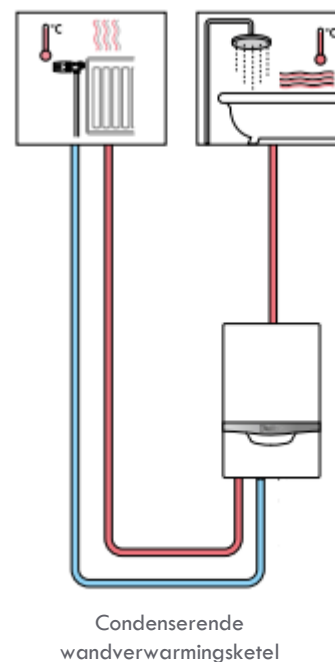
- ▶ Bereidingswijze
- ▶ **Onafhankelijke productie of productie gecombineerd met verwarming?**
- ▶ Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- ▶ Productie met behulp van hernieuwbare energiebronnen
 - Thermische zonne-installatie
 - Fotovoltaïsche installatie
 - Warmtepomp



Onafhankelijke productie



Productie gecombineerd met verwarming

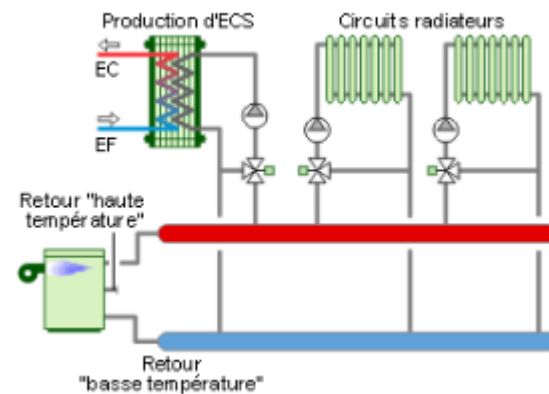
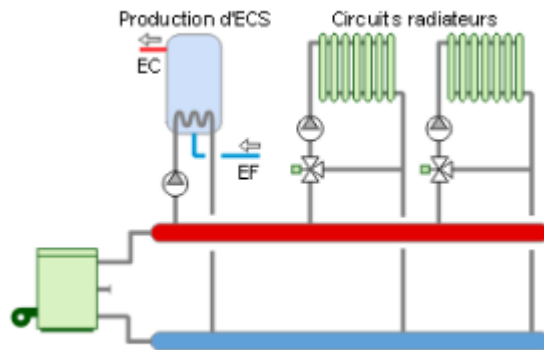


Source/Bron: Vaillant



Productie gecombineerd met verwarming

- ▶ Gemeenschappelijke warmteproductie voor verwarming en sanitair warm water
- ▶ Het verwarmingswater in de kring verwarmt het sanitaire water



Source/Bron: Energie +



Individuele installaties

- Evolutie van de vereiste vermogens voor de warmteproductie

Oude woning



Combi-
toestel

Nieuwe of gerenoveerde woning



80-120 W/m² Afhankelijk van tapvolume
Min. 25 kW (doorstroming)

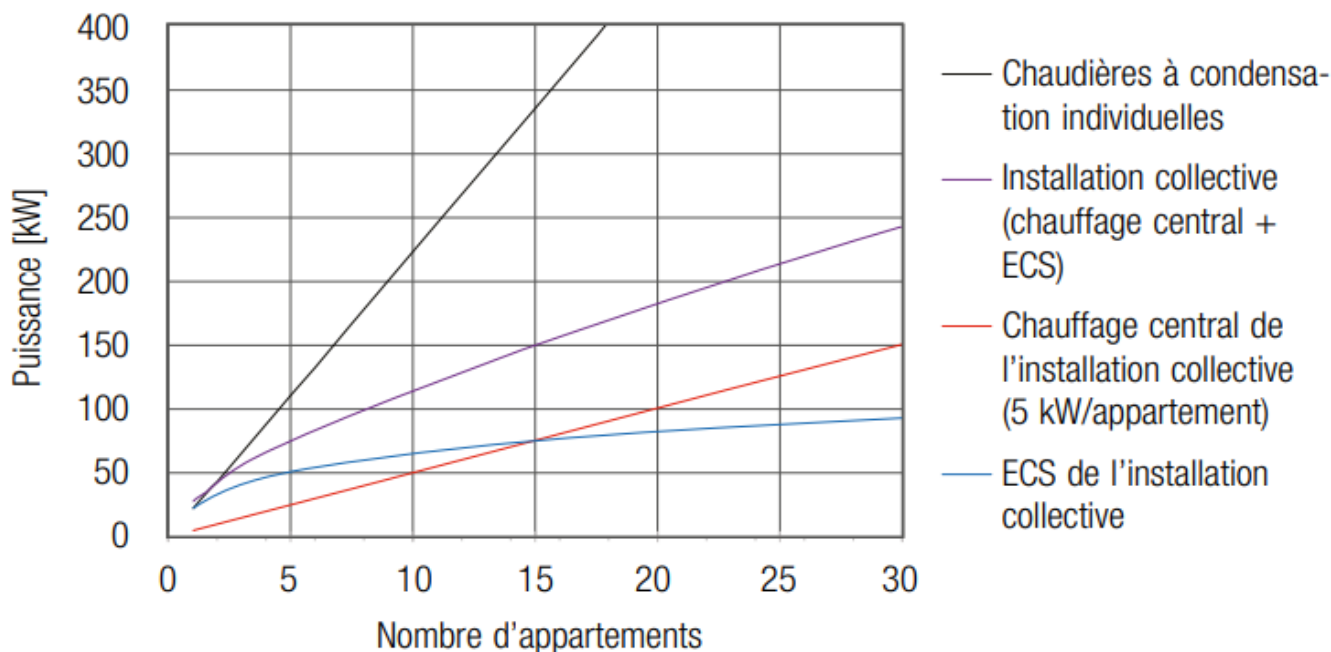
10-40 W/m² Afhankelijk van tapvolume
Min. 25 kW (doorstroming)

- Keuzebeperkingen: vermogen, beschikbare ruimte, investering, enz.



Collectieve voorzieningen

- Inachtneming van het effect van de niet-gelijktijdigheid van de SWW-behoeften ...



- 1 | Comparaison entre la puissance totale requise pour le chauffage et l'ECS dans un immeuble à appartements équipé soit de chaudières à condensation individuelles (courbe noire) soit d'une installation collective (courbe violette) en fonction du nombre d'appartements.

Source/Bron: WTCB:



Gecombineerde productie

- + Mogelijk lagere investerings- en onderhoudskosten
- Warmteproductiesysteem moet het hele jaar in werking blijven (verliezen bij stilstand)
- Bij onmiddellijke SWW-productie, risico van overdimensionering voor de SWW-productie
- Verschillende temperatuurregimes bij lagetemperatuurverwarming
- Risico van interferentie tussen SWW en verwarming

Onafhankelijke productie

- + Mogelijkheid om verschillende energievectoren te gebruiken
- + Geoptimaliseerd ontwerp
- Mogelijk hogere investerings- en onderhoudskosten
- Potentieel grotere plaatsinname



Productierendement

- Parameters van een condenserende verwarmingsketel en in het bijzonder rendement bij 30 %-last en bij 100 %-last.

Vitocrossal 200 (type CM2) – de 87 à 311 kW

Chaudière gaz à condensation avec brûleur radiant MatriX

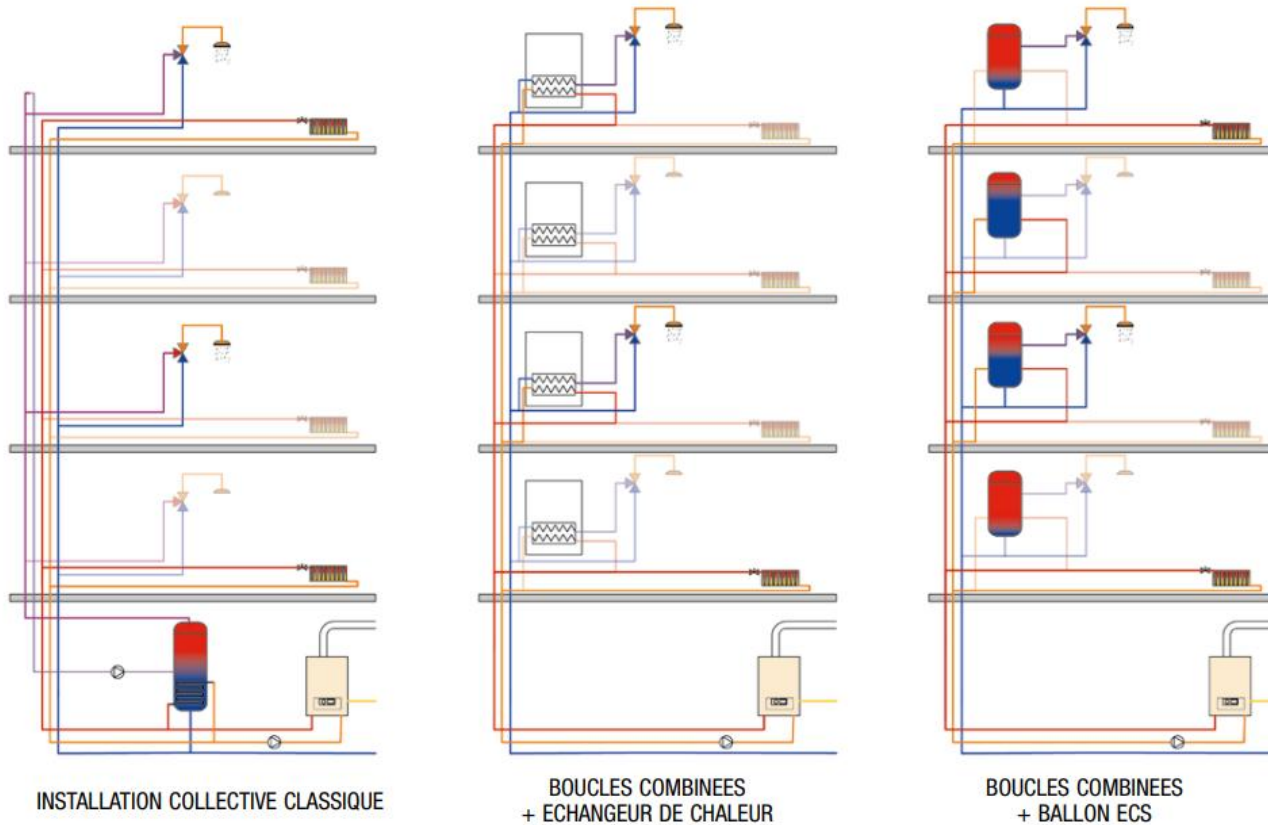
Puissance nominale							
T_D/T_R = 50/30 °C	kW	87	115	142	186	246	311
T_D/T_R = 80/60 °C	kW	80	105	130	170	225	285
Rendement η à							
- 100% de la puissance nominale	%	97,2	97,4	97,6	97,7	97,8	97,8
- 30% de la puissance nominale	%	107,9	108,0	108,0	108,1	108,2	108,2
Pertes d'entretien q_{B,70}	%	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Puissance électrique absorbée à							
- 100% de la puissance nominale	W	85	150	195	280	340	395
- 30% de la puissance nominale	W	35	50	55	55	60	65

Source/Bron: Viessmann

⇒ **Het rendement van een productietoestel is verschillend voor verwarming en SWW ...**



Combilussystemen



2 | Installation collective classique (à gauche), système de boucles combinées à échangeur de chaleur (au milieu) et avec un ballon d'ECS (à droite).
Les éléments inactifs apparaissent en semi-transparence.

Source/Bron: WTCB



Combilussystemen

- + Kleiner totaal geïnstalleerd vermogen
- + Tal van technische mogelijkheden / montages
- + Beperking van de warmteverliezen
- + Kleiner hygiënerisico
- + Makkelijke verdeling van de lasten
- + Vereist geen gastoevoer naar alle eenheden ...
- Kwetsbaar materieel > Vereist onthard water (tussen 15 en 25 °fH)
- Geen dimensioneringsnorm



Source/Bron: Viessmann – Meibes Logotherm



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

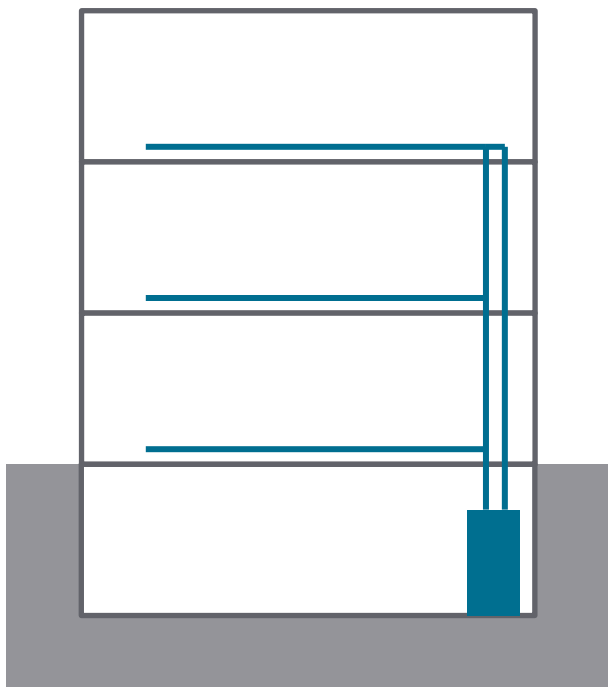
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

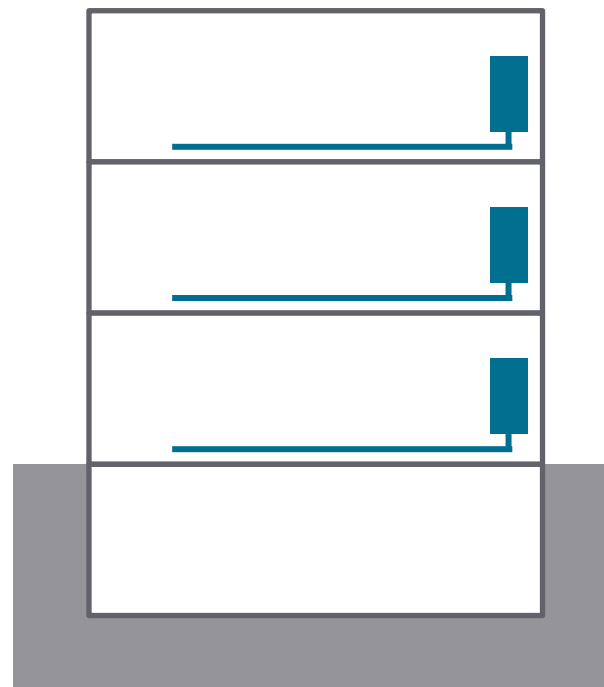
- ▶ Bereidingswijze
- ▶ Onafhankelijke productie of productie gecombineerd met verwarming?
- ▶ **Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?**
- ▶ Productie met behulp van hernieuwbare energiebronnen
 - Thermische zonne-installatie
 - Fotovoltaïsche installatie
 - Warmtepomp



Gecentraliseerde installatie



Gedecentraliseerde installaties



GECENTRALISEERD OF GEDECENTRALISEERD?

Gecentraliseerde installatie

- + Lagere installatiekosten
- + Lagere onderhoudskosten
- + Neemt minder plaats in
- + Hoger productierendement
- + Minder vermogen en volume (gelijktijdigheid van behoeften)
- Lager distributierendement
- Moeilijkheid om het verbruik te verdelen volgens gebruikers

Gedecentraliseerde installaties

- + Hoger distributierendement
- + Makkelijke opsplitsing van gebruikskosten
- + Autonomie van de eindgebruikers
- Maximaal geïnstalleerd vermogen
- Installatie van meerdere toestellen (hogere installatie- en onderhoudskosten)



Bedenking over de wachttijd

- ▶ Wachttijd = wachttijd toestel + wachttijd leiding

	Keuken- spoelbak	Wastafel	Bad	Douche
Max. wachttijd (DIN 1988-300)	5 tot 8 s	8 tot 10 s	15 tot 25 s	10 tot 15 s





Toestelwachtijd

- ▶ Wat is de maximale leidinglengte om water naar een wastafel te voeren in minder dan 10 seconden, wetende dat:
 - het tapdebiet 4 l/min bedraagt bij 60 °C
 - het water wordt getapt met een temperatuur van 45 °C
 - de waterinhoud van de leiding 0,1 l/m bedraagt
 - de toestelwachtijd 3 seconden bedraagt





Toestelwachtijd

- ▶ Wat is de maximale leidinglengte om water naar een wastafel te voeren in minder dan 10 seconden, wetende dat:
 - het tapdebiet 4 l/min bedraagt bij 60 °C
 - het water wordt getapt met een temperatuur van 45 °C
 - de waterinhoud van de leiding 0,1 l/m bedraagt
 - de toestelwachtijd 3 seconden bedraagt
- De leidingwachtijd bedraagt:
$$T_{\text{leiding}} = T_{\text{totaal}} - T_{\text{toestel}} = 10 - 3 = 7 \text{ s}$$
- Het gecorrigeerde tapdebiet bedraagt:
$$D_{45} = D_{60} \times (60-10) / (45-10) = 5,7 \text{ l/min}$$
- Het maximale watervolume van de leiding bedraagt:
$$V = 7 \times 5,7 / 60 \text{ min/s} = 0,665 \text{ l}$$
- De lengte van de leiding bedraagt dus:
$$L = 0,665 \text{ l} / 0,1 \text{ l/m} = \mathbf{6,65 \text{ m}}$$



OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

TAPPUNTEN

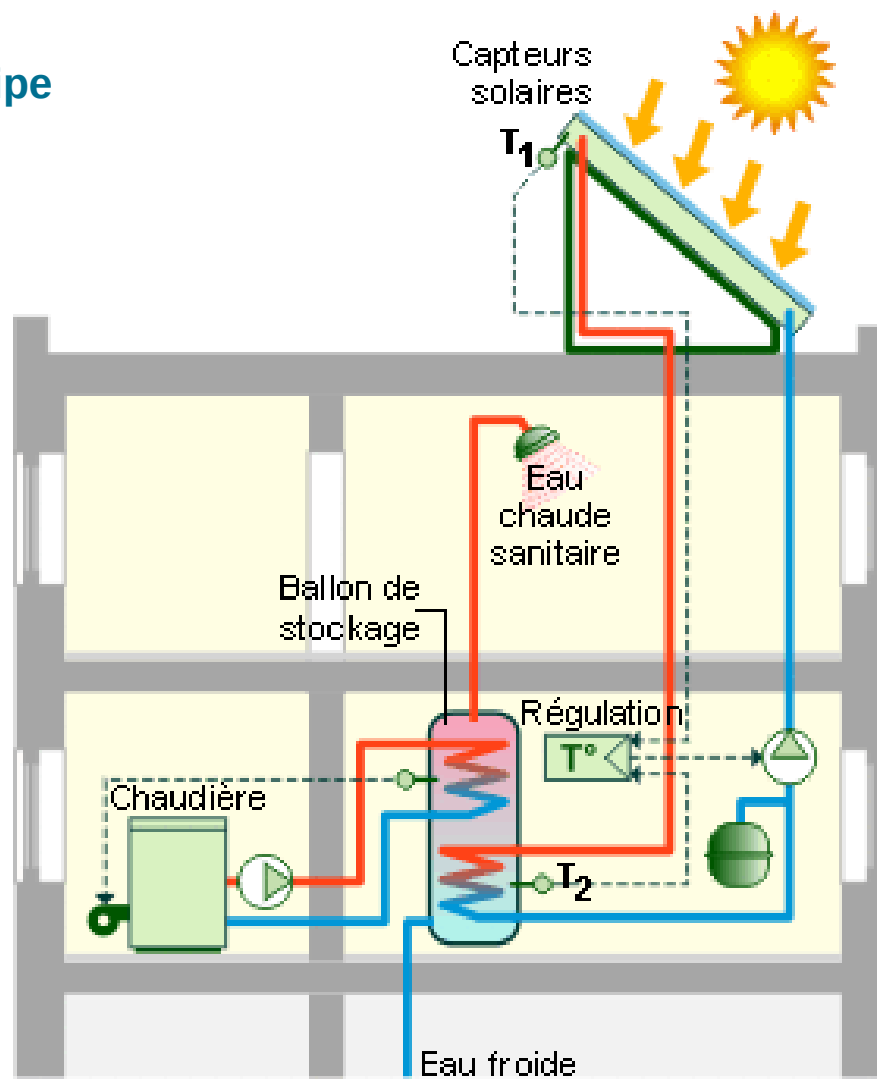
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

- ▶ Bereidingswijze
- ▶ Onafhankelijke productie of productie gecombineerd met verwarming?
- ▶ Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- ▶ **Productie met behulp van hernieuwbare energiebronnen**
 - Thermische zonne-installatie
 - Fotovoltaïsche installatie
 - Warmtepomp



Weringsprincipe



Source/Bron: Energie +



Componenten van een thermische zonne-installatie

- ▶ Collectoren:
 - verschillende types: opake of glazen vlakke collectoren, vacuümbuiscollectoren ...



- ▶ Primaire kring:
 - Gesloten kring die de collectoren verbindt met het opslagvat
 - Warmtedragende vloeistof: water + glycol
 - Aanzienlijke temperatuurschommelingen



Componenten van een thermische zonne-installatie

► Reservoir

- Compenseert de discontinuïteit van de zonne-energie en de niet-gelijktijdigheid van de productie en de behoeften
- De energie wordt via het water opgeslagen in een verticaal en geïsoleerd reservoir
- Het water in het reservoir wordt opgewarmd door middel van een warmtewisselaar



Source/Bron: Energie +

► Regeling

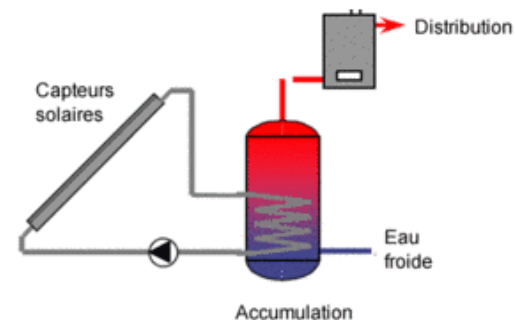
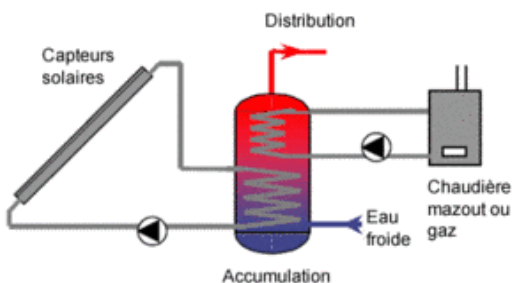
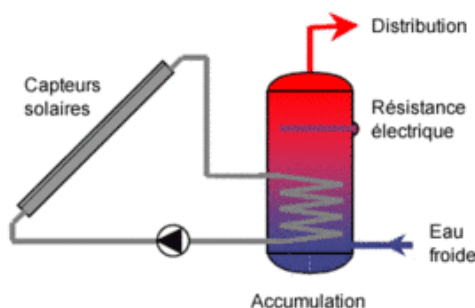
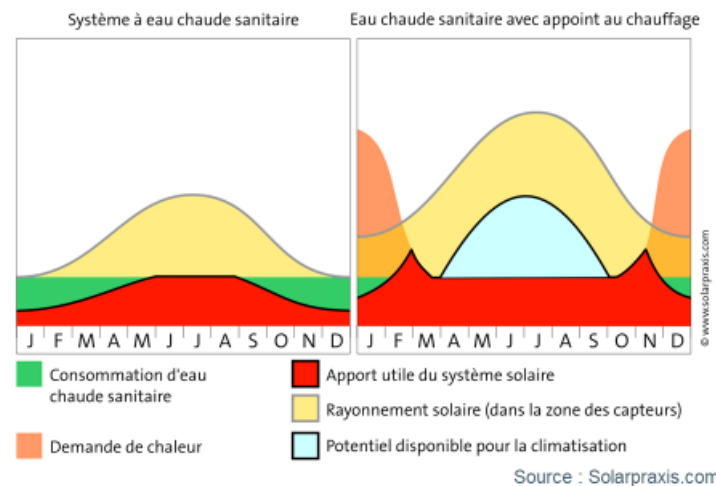
- Zorgt voor in- en uitschakeling van de installatie
- Steunt op de opslagtemperatuur en de temperatuur van de collectoren

⇒ Dit is een **ESSENTIEEL** element van de thermische zonne-installatie!



Componenten van een thermische zonne-installatie

- Naverwarmingssysteem
 - Elektrische naverwarming
 - In de boiler geïntegreerd
 - In serie geschakeld

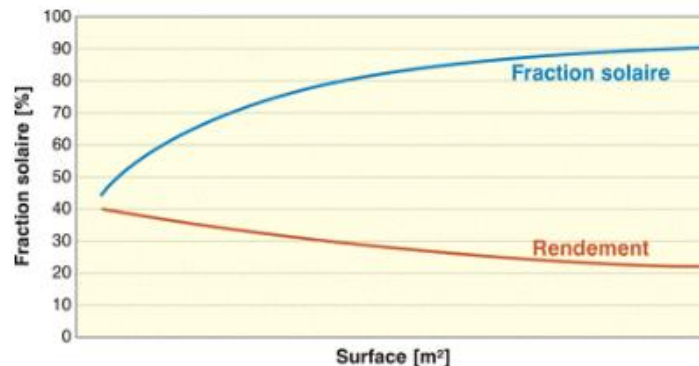
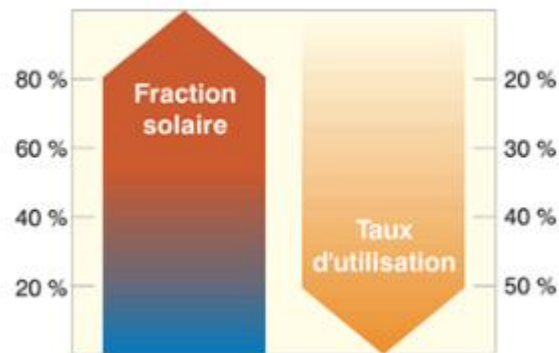


Source/Bron: Energie +



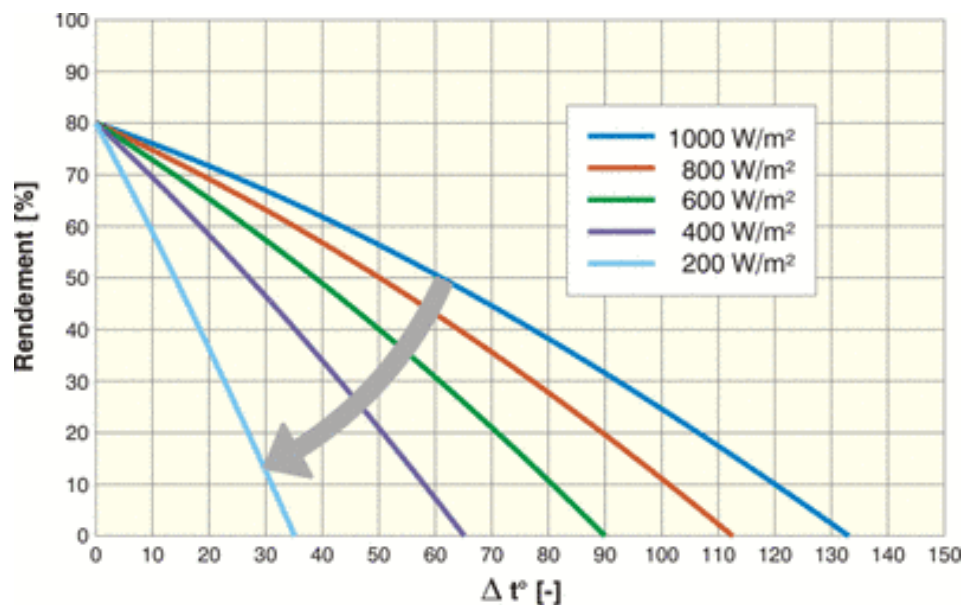
Aandachtspunten

- ▶ Het opslagvolume is beperkt
 - ⇒ **Als het reservoir vol is, kan er niet meer worden geaccumuleerd!**
- ▶ Niet-constante verwarmingstemperatuur
 - ⇒ **risico van ontwikkeling van legionella (behandeling te voorzien)**
- ▶ Zonnefractie
 - Dekt 30 tot 50 % van de behoeften.
 - Niet-constante energiebron die aangevuld moet worden met een andere hulpbrandstof

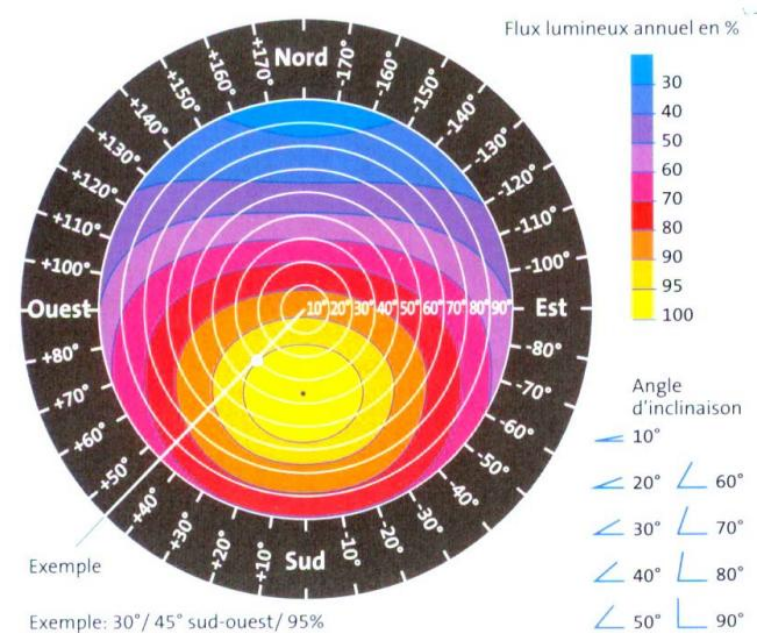


Aandachtspunten

- Het rendement van de installatie is afhankelijk van
 - het type zonnecollectoren
 - de zonnestraling en dus van de blootstelling van de panelen
 - het temperatuurregime van de panelen



SOURCE/BRON: ENERGIE+



Source/Bron: apere.org



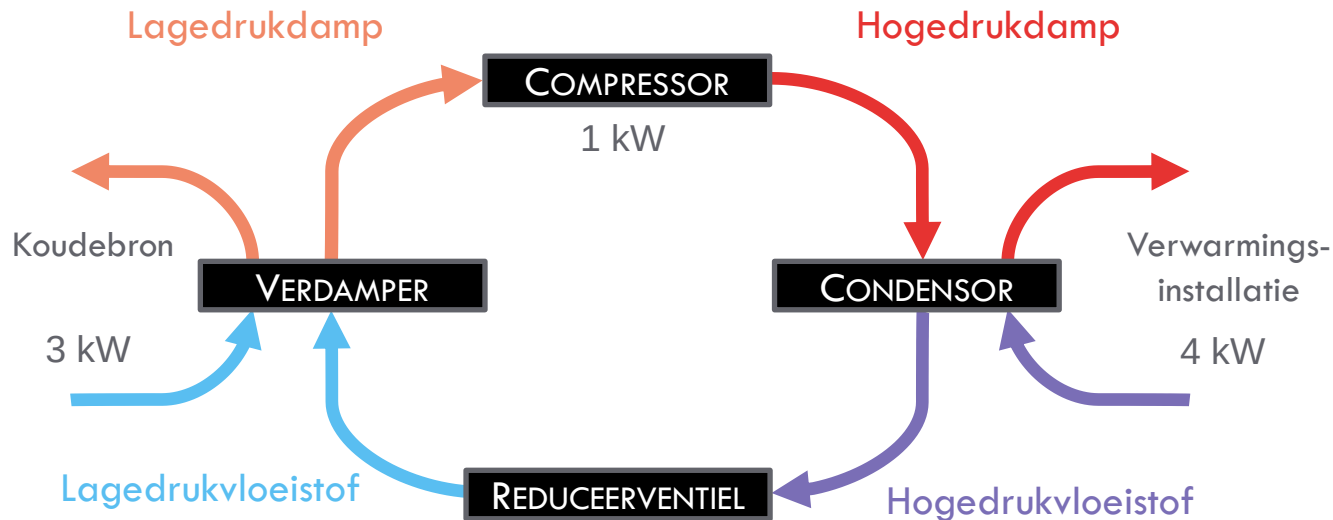
PV Heater

- ▶ Systeem voor de **permanente vergelijking** van de fotonvoltaïsche productie en het realtime verbruik van een woning
 - Als de panelen **meer** produceren dan er wordt verbruikt
 - > wordt het overtollige vermogen naar een SWW-boiler gezonden
 - Als de panelen **minder** produceren dan er wordt verbruikt
 - > werkt de boiler op netstroom voor de verwarming van het water



Weringsprincipe van een warmtepomp:

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



Prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp

⇒ **COP = thermisch vermogen van de condensor / opgenomen vermogen**



Koudebron

- ▶ De grond (= oppervlaktegeothermie)
- ▶ De lucht (= aërothermie)
- ▶ Het water (= hydrothermie)
- ▶ De verloren warmte (vervuilde lucht, proceswarmte, ...)

Aërothermische WP



Statische warmtewisselaar

Geothermische WP



Horizontale captatie

Hydrothermische WP



Oppervlaktewater



Dynamische warmtewisselaar



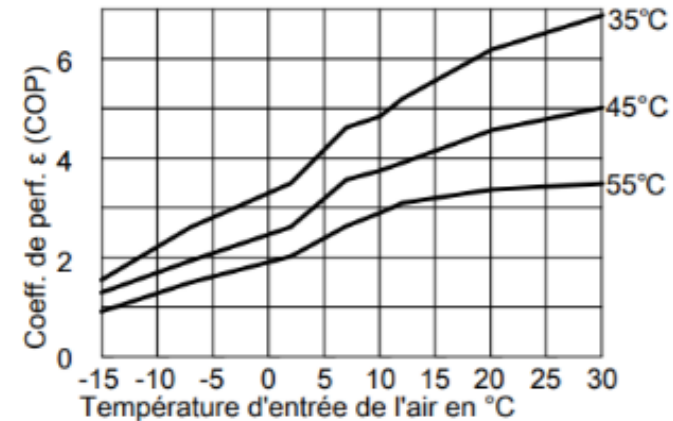
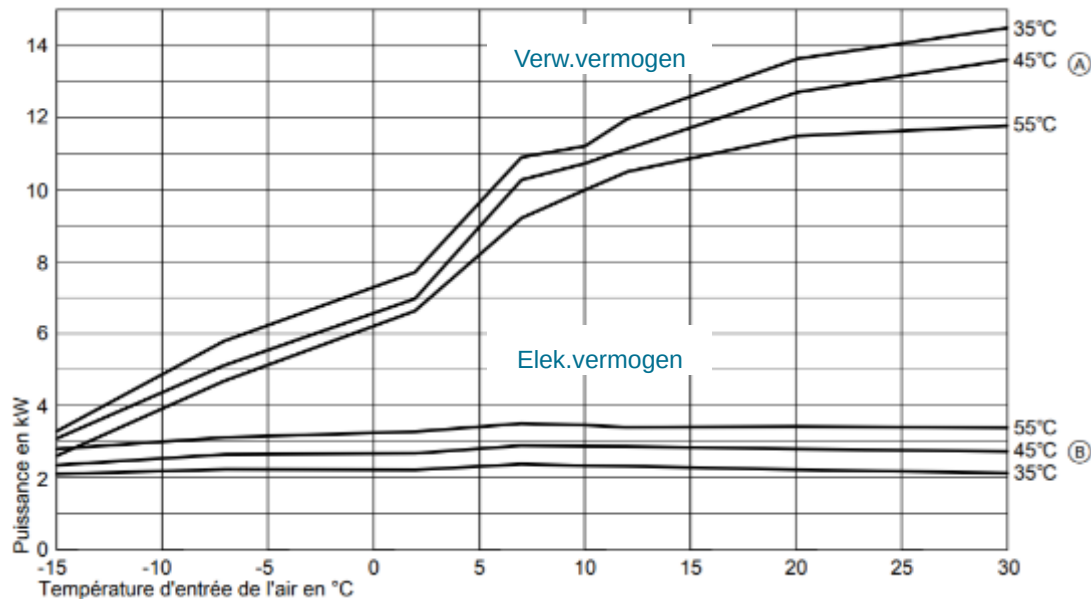
Verticale captatie



Grondwater



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



Energievoordeel

- ▶ Potentieel hoge energie-efficiëntie
Volgens het type bron: lucht / water / grond (geothermie)
- ▶ Eventueel omkeerbaar

Specifieke kenmerken

- ▶ Uitgebreid aanbod qua vermogen
- ▶ Lagetemperatuurwerking
 - (⚠ Type afgiftelichaam)
 - ⚠ Sanitair warm water → aangepaste WP

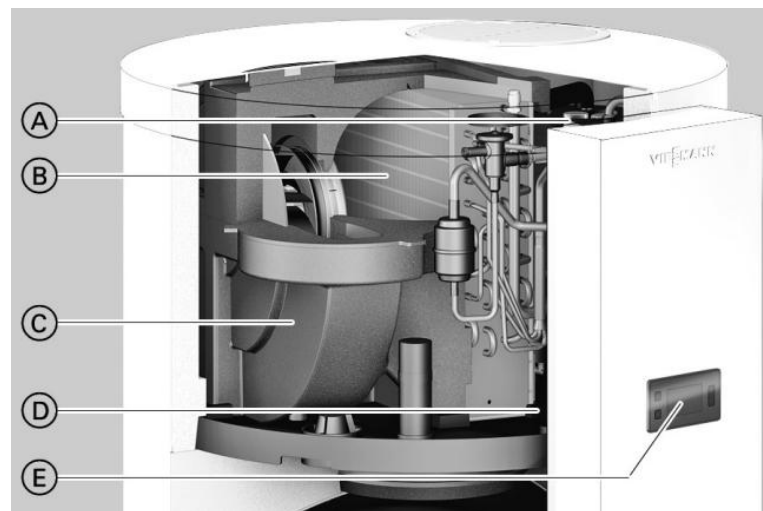
⇒ **Er bestaan verschillende oplossingen!**

- > *thermodynamische boiler,*
- > *specifieke (aerothermische of geothermische) hogetemperatuurwarmtepomp,*
- > *gemengde WP verwarming/SWW*

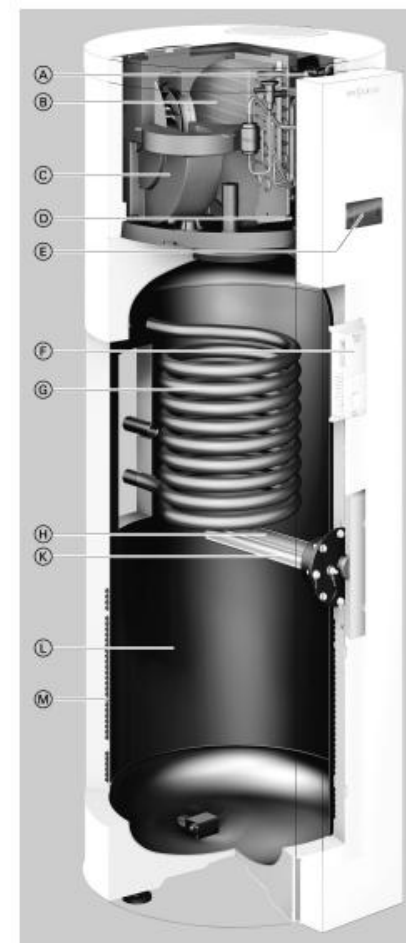


Werkingprincipe

- Combinatie van een kleine specifieke WP en een opslagvolume
 - Compact systeem
 - Beperkt vermogen



- (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

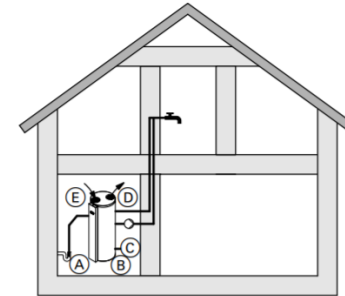


Koudebron

- ▶ **Omgevingslucht van een onverwarmde ruimte:**
 - Profiteert 's winters van hogere temperaturen dan op buitenlucht
 - MAAR haalt een deel van de energie uit het verwarmde volume (aangezien de AOR onrechtstreeks door het aangrenzende volume wordt verwarmd)

- ▶ **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

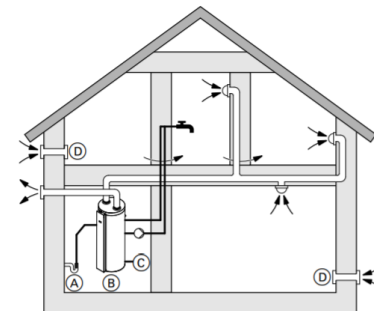
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



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



Exemple avec le type T2E-ze

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

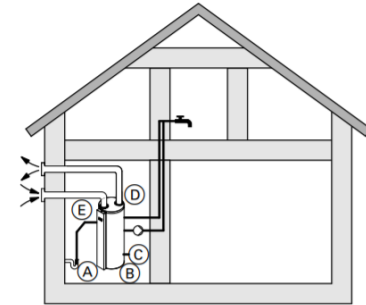


Koudebron

► Buitenlucht:

- Onbeperkt luchtdebiet
- Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt lager in 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



Specifieke kenmerken



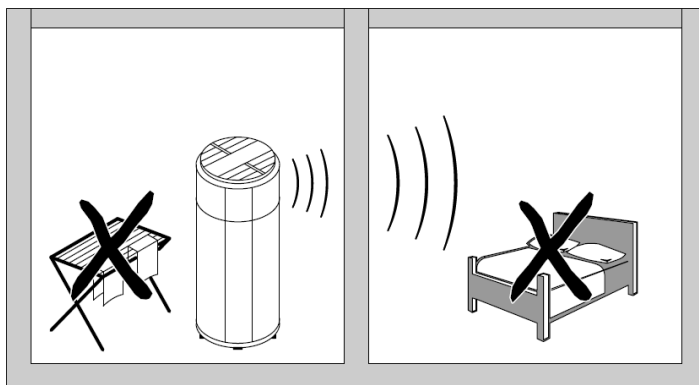
- ▶ Capaciteit varieert doorgaans tussen 200 en 300 liter (maar kan tot 1.000 liter gaan)
- ▶ Gering thermisch vermogen van 4 tot 6 W/liter
- ▶ Hun reservoir bevat vaak een elektrische weerstand of een tweede warmtewisselaar, waardoor een andere generator kan worden aangesloten
- ▶ Productie van water met een temperatuur van 60 - 65 °C (opgelet: bepaalde modellen gebruiken de elektrische weerstand om van 55 °C naar 60 – 65 °C te gaan)
- ▶ Betere prestaties bij één enkele opwarmbeurt → zo instellen dat meerdere opwarmbeurten in de loop van de dag worden vermeden
- ▶ Energie-efficiëntie η_{WH} van 110 - 130 %
- ▶ Ingenomen ruimte: voor 300 liter, Ø 70 cm en H 170 cm
- ▶ Prijs: tussen € 1.500 en € 3.000
- ▶ Afvoer van de condensaten voorzien
- ▶ De elektrische aansluiting (vermogenschakelaar, ...) is gelijkaardig aan die van een elektrisch warmwatertoestel



Geluidshinder vermijden

Geluidsvermogensniveau in circulatiewerking bij tapwateropwarming van 15 naar 60 °C en luchtinlaattemperatuur 15 °C

	Geluidsniveau L_w [dB (A)]								Totaal
	bij octaaf-middenfrequentie [Hz]								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
In de stookruimte	16	41	46	50	52	49	46	34	56

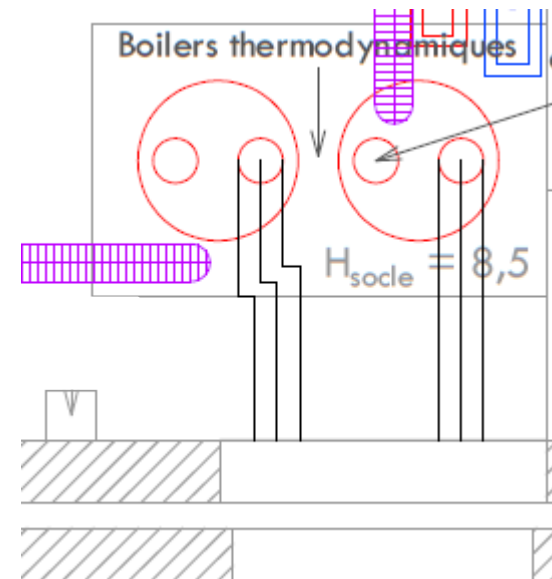
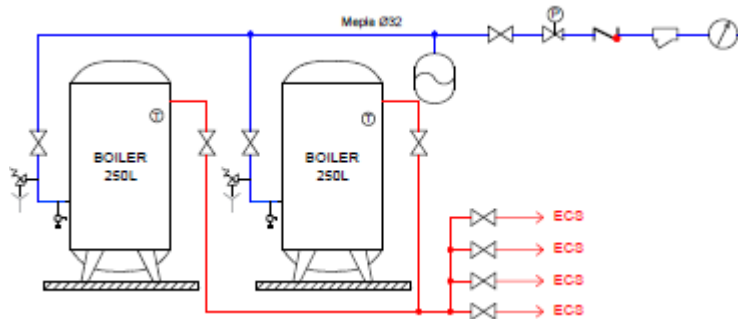


Geluidsbron	L_w (dB)
Ruisende bladeren	30
Geroezemoes	40
Gesprek met gedempte stemmen	50
Gesprek met normale stemmen	70
Gesprek met luide stemmen	80



Concreet geval

- ▶ Bestaande installatie: SWW-boiler in een school met keuken, aangesloten op verwarmingsketels en sanitaire lus
- ▶ Nieuwe installatie: twee thermodynamische boilers, parallel aangesloten en rationalisering van tappunten om sanitaire lus te elimineren.



Aandachtspunt:

- ▶ Met een sanitaire lus, 'constante' afkoeling van de boilerinhoud wegens verliezen van de lus > in acht te nemen!



Concreet geval

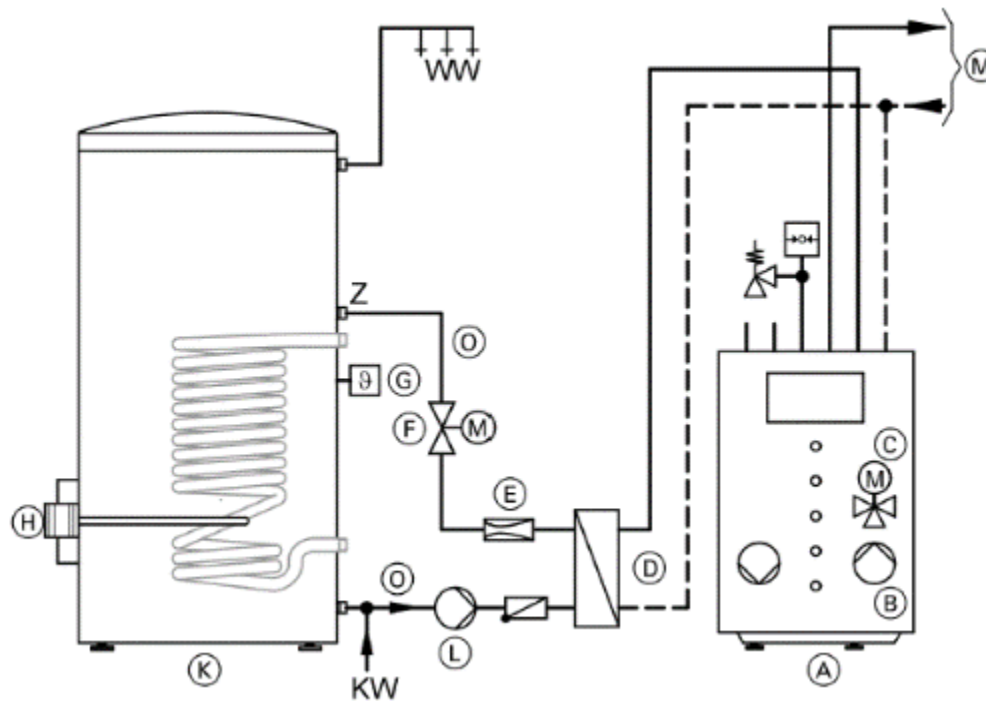


Source/Bron: Ecorce



Werkingsprincipe

- ▶ 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)



Source/Bron: Viessmann



Specifieke kenmerken



- ▶ Variabel vermogen (van ongeveer 3 kW tot meer dan 15 kW)
- ▶ Afzonderlijke boiler of boiler geïntegreerd in de binnenunit (capaciteit van 150 liter tot 350 liter)
- ▶ Gering temperatuurverschil tussen vertrek/retour
 - Vermogen van spiraal in de boiler
 - Groter warmtewisselaaroppervlak
- ▶ Elektrische weerstand geïntegreerd in de boiler (voor legionellabestrijding)
- ▶ Mogelijkheid aan een verwarmingsketel te koppelen (hybride WP)
- ▶ Verwarming stilgelegd tijdens de SWW-productie → regelingsstrategie in de toestellen om het risico van gebrek aan comfort te vermijden



Verlaging van **SPF** (Seasonal Performance Factor) van de installatie

► Prestaties:

- Grond/water-warmtepomp

COPtest in omstandigheden B0/W35: 4.30

COP in omstandigheden B0/W45: 3.50

COP in omstandigheden B0/W55: 2.80

- Lucht/water-warmtepomp

COPtest in omstandigheden A2/W35: 3.10

COP in omstandigheden A2/W45: 2.60

COP in omstandigheden A2/W55: 1.68

- Legionella: elektrische hulpweerstand



Voorbeeld - Concreet geval

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



Voorbeeld - Concreet geval

- ▶ Warmtepomp glycolwater/water uitsluitend SWW



WP SSW: 4,8 kW

WP verwarming:
9,7 kW





- ▶ De productie- en distributiewijzen moeten aan de behoeften aangepast zijn
- ▶ Door interventies aan een deel van de installatie kan het globale rendement worden verbeterd
- ▶ Er bestaat geen kant-en-klare oplossing om te besparen. Het is noodzakelijk de installatie in al haar aspecten onder de loep te nemen ...



Sophie HAINE

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

