

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

REGELING VAN GEBOUWEN

LENTE 2025

Regeling van een verwarmingsinstallatie



- ▶ Verkrijgen van een overzicht van sensoren en actuatoren specifiek voor de verwarmingsinstallatie
- ▶ Begrijpen van eenvoudige regelingsschema's



INLEIDING

KENMERKEN VAN EEN VERWARMINGSINSTALLATIE IN DE PRAKTIJK



Verwarming

De installatie is voorzien om zelfs in extreme omstandigheden het comfort te verzekeren.

- ▶ Comfort hoeft niet overal en altijd gerealiseerd te worden.
- ▶ Het vereiste vermogen $< 50 \%$ van het dimensioneringsvermogen $> 80 \%$ van de tijd.

⇒ Een regeling is noodzakelijk om het totale verbruik te beperken en om het afgegeven vermogen en het vereiste vermogen goed op elkaar af te stemmen

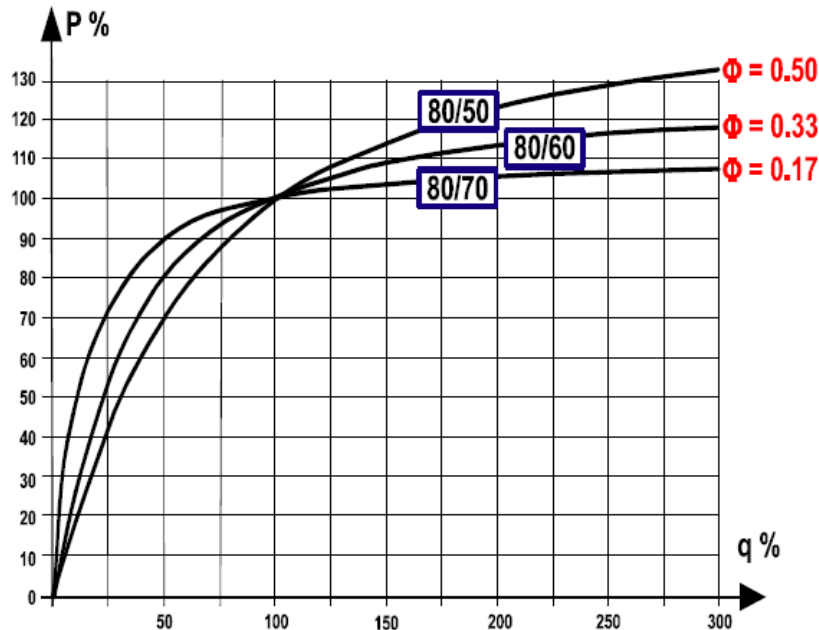


Aan een kring overgebracht vermogen:

$$\begin{aligned} P \text{ [kW]} &= \\ &1,16 \quad [\text{kWh/m}^3\text{K}] \\ &\times \\ &Q_v \quad \text{Waterdebiet (m}^3\text{/h)} \\ &\times \\ &\Delta\Delta T \text{ [}^\circ\text{C]} \quad T_{\text{vertrek}} - T_{\text{retour}} \text{ [}^\circ\text{C]} \end{aligned}$$



Vermogen afgegeven door een radiator (n = 1,3):



Bron: IMI Hydronic

Energie-efficiëntie

$$\phi = \frac{T_{\text{départ}} - T_{\text{retour}}}{T_{\text{départ}} - T_{\text{ambiance}}}$$

- ▶ Het vermogen varieert logaritmisch overeenkomstig het waterdebiet
- ▶ De curve varieert overeenkomstig de thermische efficiëntie
- ▶ Debiet > 100 % nominaal debiet: weinig impact op het afgegeven vermogen, maar duidelijke impact op het verbruik van de circulatiepompen
- ▶ 0 < Debiet < 50 % nominaal debiet: het vermogen varieert zeer snel, het is niet makkelijk het afgiftevermogen nauwkeurig te regelen



Vermogen afgegeven door een radiator (n = 1,3):

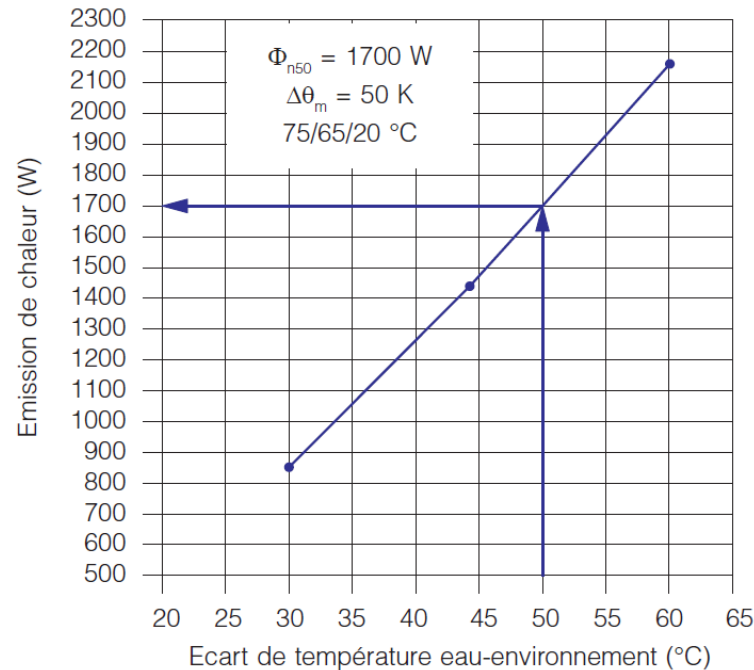


Fig. 10
Exemple de courbe caractéristique d'un radiateur (détermination de l'émission calorifique selon la norme NBN EN 442-2) [B9].

Bron: Buildwise – Rapport nr. 14

- Het afgegeven vermogen varieert lineair overeenkomstig de gemiddelde temperatuur van het water



Vermogen afgegeven door een vloerverwarming ($n = 1,05$):

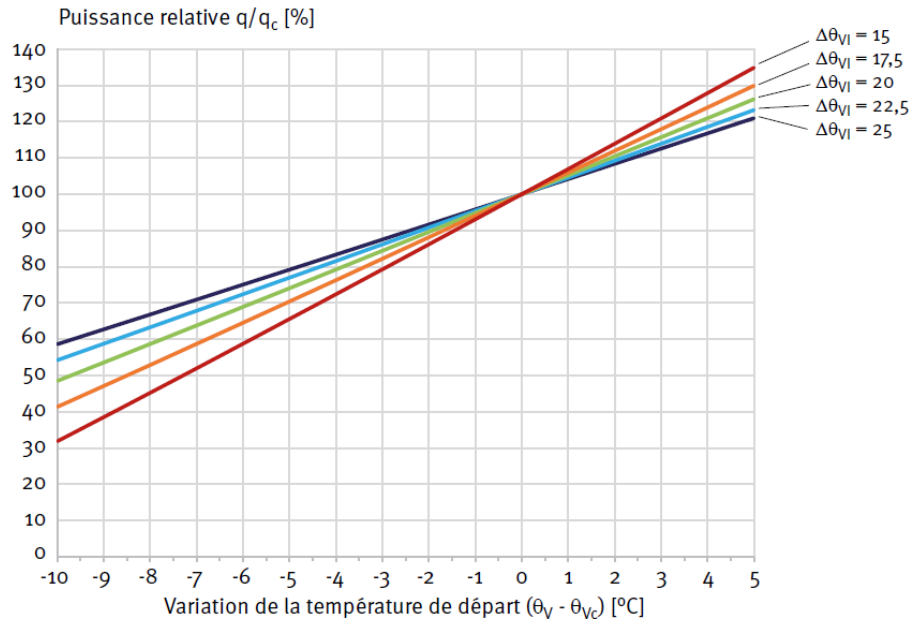


Fig. 33 Évolution de la puissance relative du chauffage par le sol en fonction de la variation de la température de départ et de la différence $\Delta\theta_{vl}$.

>> Het vermogen varieert lineair overeenkomstig de temperatuur van het water

Het vermogen varieert logaritmisch overeenkomstig het waterdebiet

<<

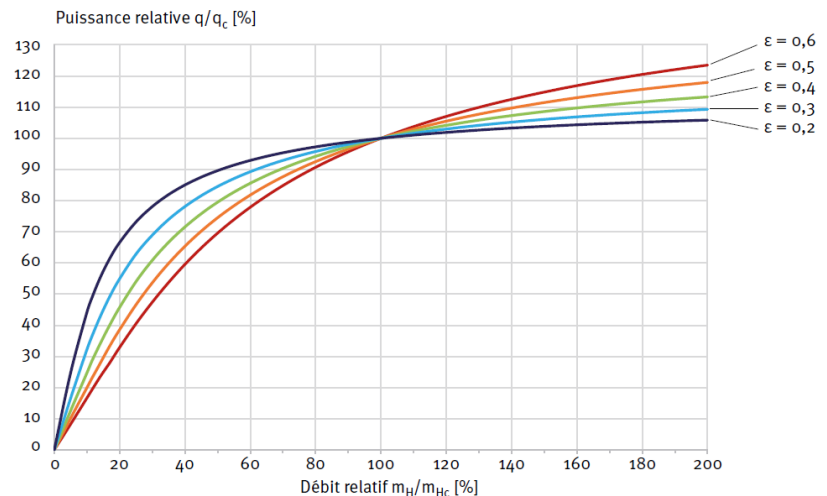


Fig. 31 Évolution de la puissance relative du chauffage par le sol en fonction du débit d'eau relatif et de l'efficacité ϵ (exposant $n = 1,05$) (*).





CONCLUSIE



INLEIDING

KENMERKEN VAN EEN VERWARMINGSINSTALLATIE

- ▶ **Sensoren**
- ▶ **Actuatoren**

IN DE PRAKTIJK



11 **SENSOREN: VERWARMINGSINSTALLATIE**

Temperatuursensoren

Bolsensor



Bron: Danfoss

Bimetaalsensor



Bron: Euro-Index

Dompelhuissensor



Bron: Siemens

Opbouwsensor



Bron: Siemens

Dompelsensor



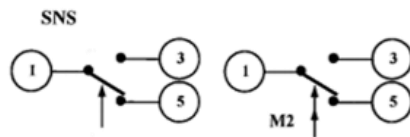
Bron: Siemens, IMIT

Waterdruksensoren

Watertekortpressostaat



Bron: Siemens

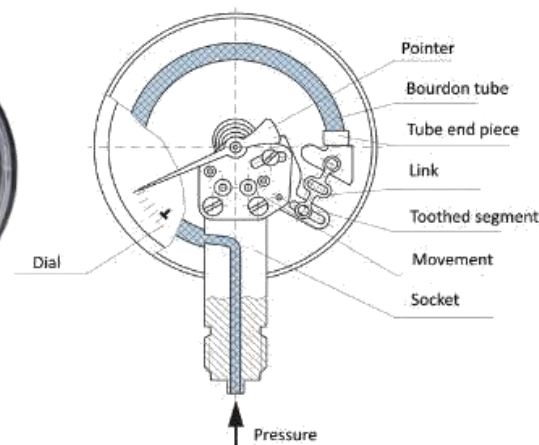


Le contact 1 et 3 se ferme quand la pression augmente.
Le contact 1 et 5 se ferme quand la pression diminue.

Manometer met Bourdon-buis



Bron: Euro-Index



Gebruik

- ▶ Meting van de omgevingsluchttemperatuur en de buitentemperatuur
- ▶ Meting van de watertemperatuur: vertrek/retour van de verwarmingsketels en -kringen, in de boilers/buffervaten, ...

Kenmerken

- ▶ **Eenheid:** °C
- ▶ **Type:** kanaalsensor, dompelsensor, mantelsensor, opbouwsensor, sensor met display
- ▶ **Meting:**
 - resistieve sensoren RTD (Ni, Pt, NTC): de weerstand neemt toe volgens de temperatuur (de meest voorkomende met platinadraad: Pt-100 → 100 ohm bij 0 °C)
 - Sensoren met negatieve temperatuurcoëfficiënt (NTC): de weerstand neemt af volgens de temperatuur
 - Bimetaalsensor
 - Bolsensor
- ▶ **Uitgangssignaal:** 4-20 mA, 0-10 V, 0-5 V, "passief", Modbus, contact, analoge weergave, digitaal, beweging



Gebruik

- ▶ Meting en weergave van de waterdruk in de installatie (manometer)
- ▶ Detectie van te lage druk in de installatie (watertekortpressostaat)

Kenmerken

- ▶ **Eenheid:** bar (Pa, mcE)
- ▶ **Meting:**
 - Manometerbuis
- ▶ **Uitgangssignaal:** contact, weergave



Thermostatische kranen (TK)

Bron: Siemens, Wilo,
Danfoss



Thermostaat



Bron: Honeywell

Mengkraan (MK)



Bron: Siemens

Circulatiepompen



Bron: Wilo



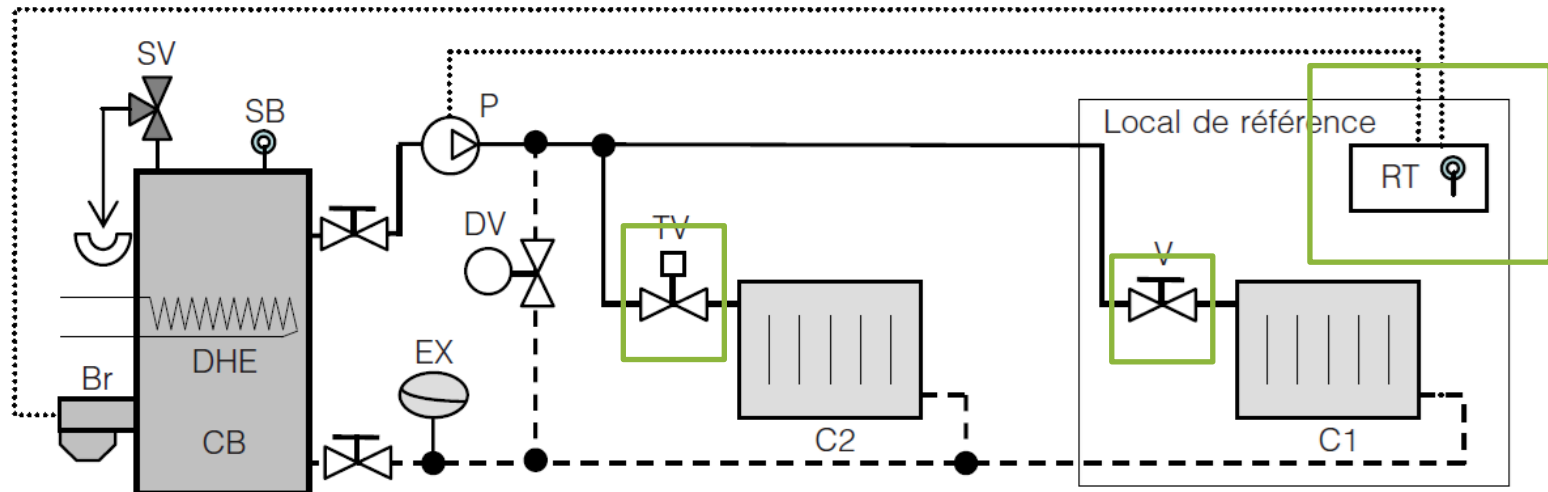
Bron: Grundfos

⇒ De verschillende actuatoren in een verwarmingsinstallatie worden één voor één voorgesteld zoals ze in de typische regelingsschema's voorkomen.



Schema 1

- ▶ Ruimtethermostaat
- ▶ Thermostatische kranen
- ▶ Manuele kraan

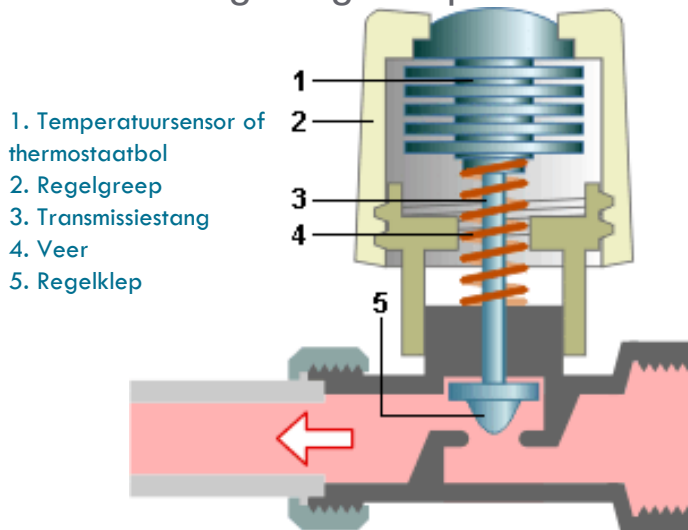


- Uiterst eenvoudige regeling
- Wanneer in het typelokaal aan de warmtevraag is voldaan, kunnen de andere lokalen niet worden verwarmd
- Oververhitting wordt voorkomen door het gebruik van thermostatische kranen
- Beperkt energiebesparingspotentieel

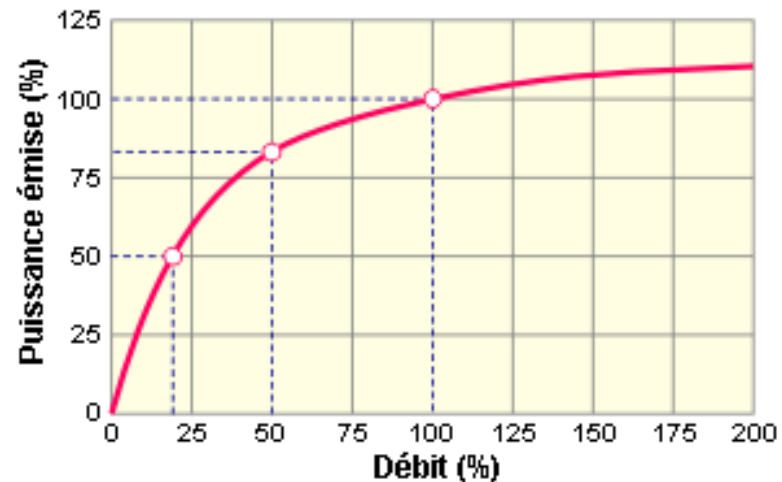


Gebruik

- Wijziging van het waterdebiet dat door een verwarmingslichaam stroomt om het vermogen ervan te wijzigen. Inwerking op basis van de omgevingstemperatuur.



Bron: energie+



Bron: Energie Plus

- Het waterdebiet in het verwarmingslichaam varieert overeenkomstig het verschil tussen de omgevingstemperatuur en de insteltemperatuur die wordt bepaald door de instelring te verdraaien.
- De opening is afhankelijk van het met de instelring bepaalde instelpunt en van de gemeten temperatuur: de aanpassing van het instelpunt heeft geen invloed op de snelheid waarmee het instelpunt bereikt wordt.
- De aanduidingen op de instelring worden niet in graden uitgedrukt aangezien de gerealiseerde temperatuur afhankelijk is van de omstandigheden. Over het algemeen komt stand III overeen met ~ 20 °C.
- Onder 50 % van het debiet is de regeling niet zo nauwkeurig meer.



Gebruik

- Beheer van de warmtevraag

Kenmerken

- Eenvoudige regeling

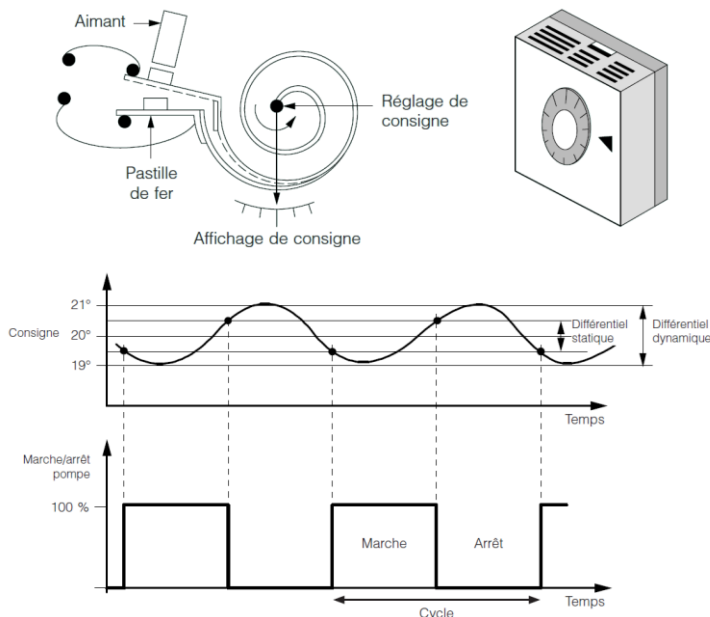


Fig. 42 Variations de température générées par un simple thermostat d'ambiance marche/arrêt.

⇒ **Onstabiele temperatuur**

- Chronoproporcionele regeling



Bron: Honeywell

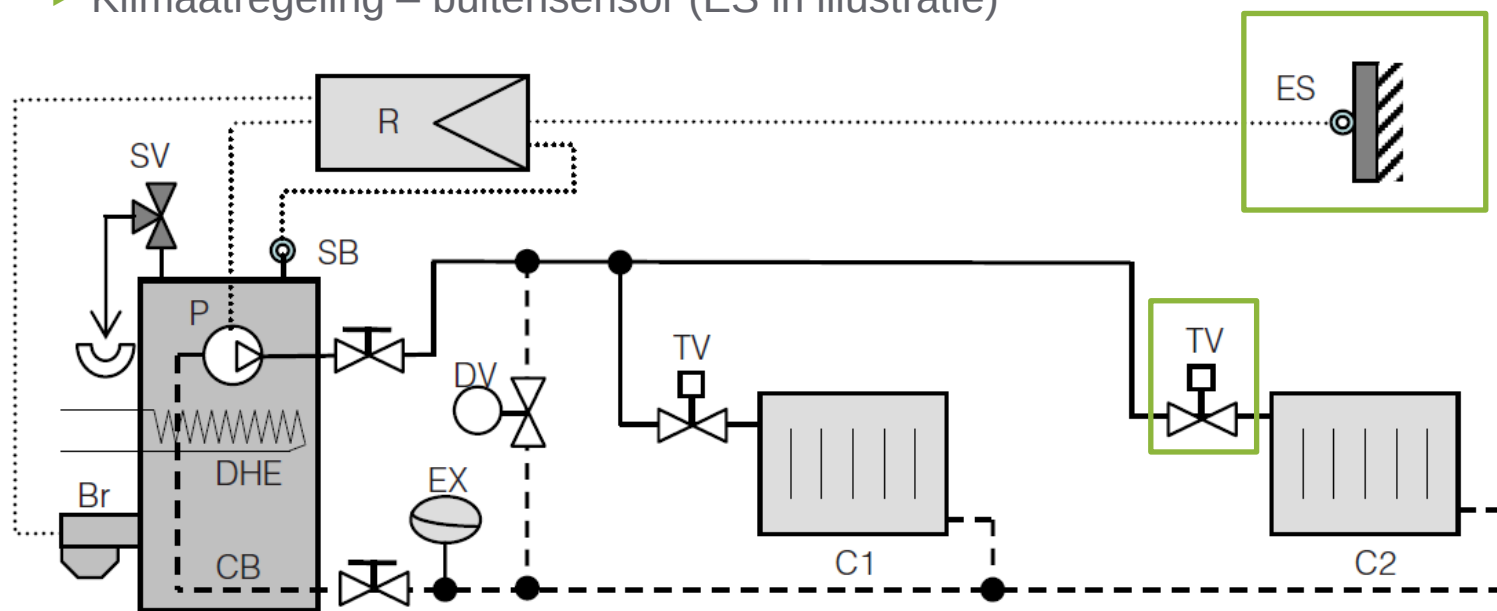
- Is uitgerust met een PID-regelaar die een fijnere systeemregeling en stabilisering van de gerealiseerde temperatuur mogelijk maakt
- Maakt het mogelijk de temperatuurinstelwaarde te laten variëren: comfort-, energiebesparings-, vorstbeveiligingsmodus
- Volgens een tijdsregeling: dagelijks, wekelijks, jaarlijks (vakantiemodus)



SCHEMA 2: BUITENSOR, TK

Schema 2

- ▶ Thermostatische kranen (TV in illustratie)
- ▶ Klimaatregeling – buitensensor (ES in illustratie)



- Eenvoudige regeling
- De vertrektemperatuur is afhankelijk van de buitentemperatuur
- Alle lokalen zijn onafhankelijk van elkaar, er is geen typelokaal
- Groter energiebesparingspotentieel



Gebruik

- ▶ Variatie van de vertrektemperatuur op basis van de buitenvoorwaarden
- ▶ Aanpassing van het vermogen van de afgiftelichamen overeenkomstig de behoefte
- ▶ Bevordering van condensatie in de verwarmingsketels en hoog productierendement (warmtepompen, condenserende verwarmingsketels)
- ▶ Vermindering van de verliezen in de leidingen

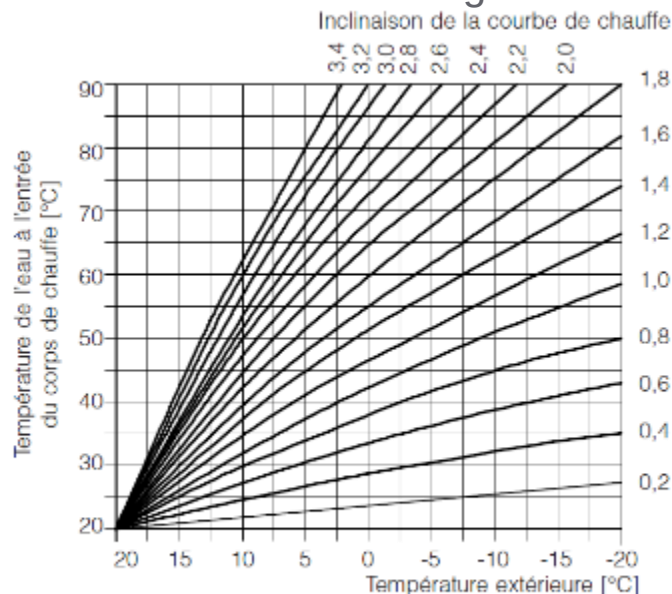


Fig. 44 Courbes de chauffe du régulateur d'une chaudière déterminée.

Bron: Buildwise

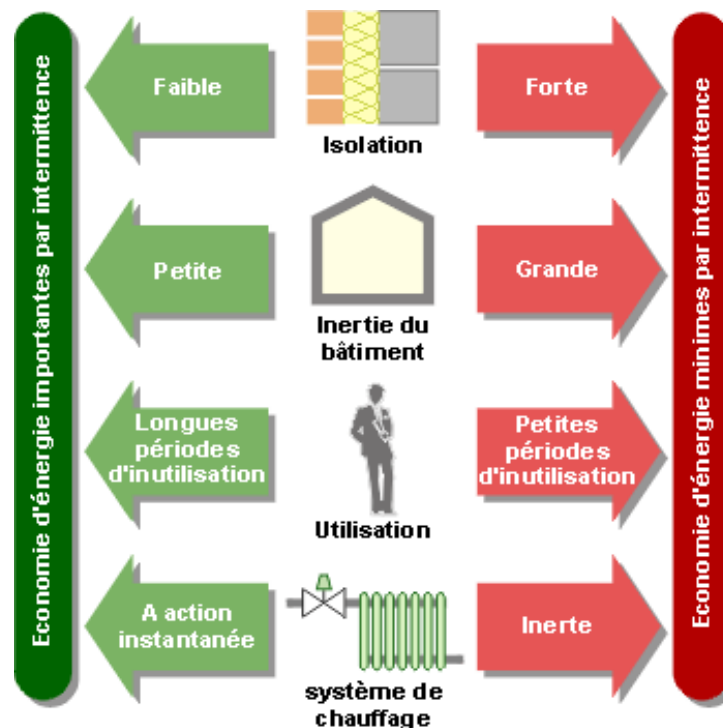
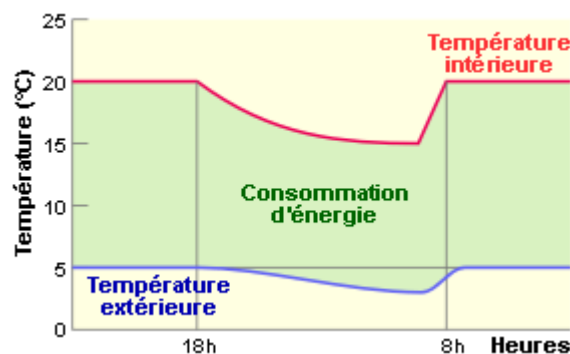
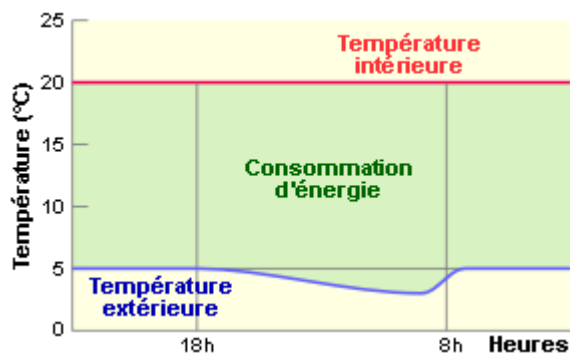


INTERMITTERENDE WERKING

Werkwijzen:

- ▶ Verlagen van de watertemperatuur
- ▶ Werkingsonderbreking
- ▶ Geoptimaliseerde werkingsonderbreking

Voordeel:



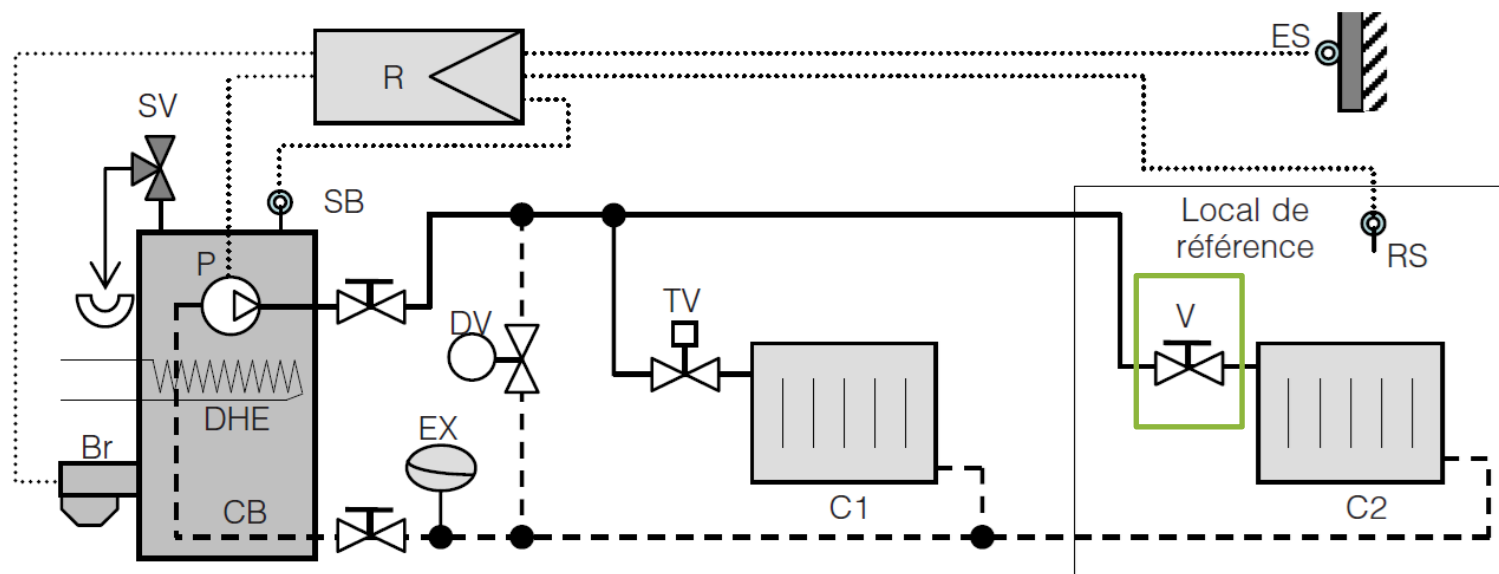
Bron: EnergiePlus



21 SCHEMA 3 THERMOSTAAT, BUITENSOR, TK

Schema 3

- ▶ Ruimtethermostaat (RS in illustratie)
- ▶ Thermostatische kranen (V in illustratie)
- ▶ Klimaatregeling – buitensensor (ES in illustratie)

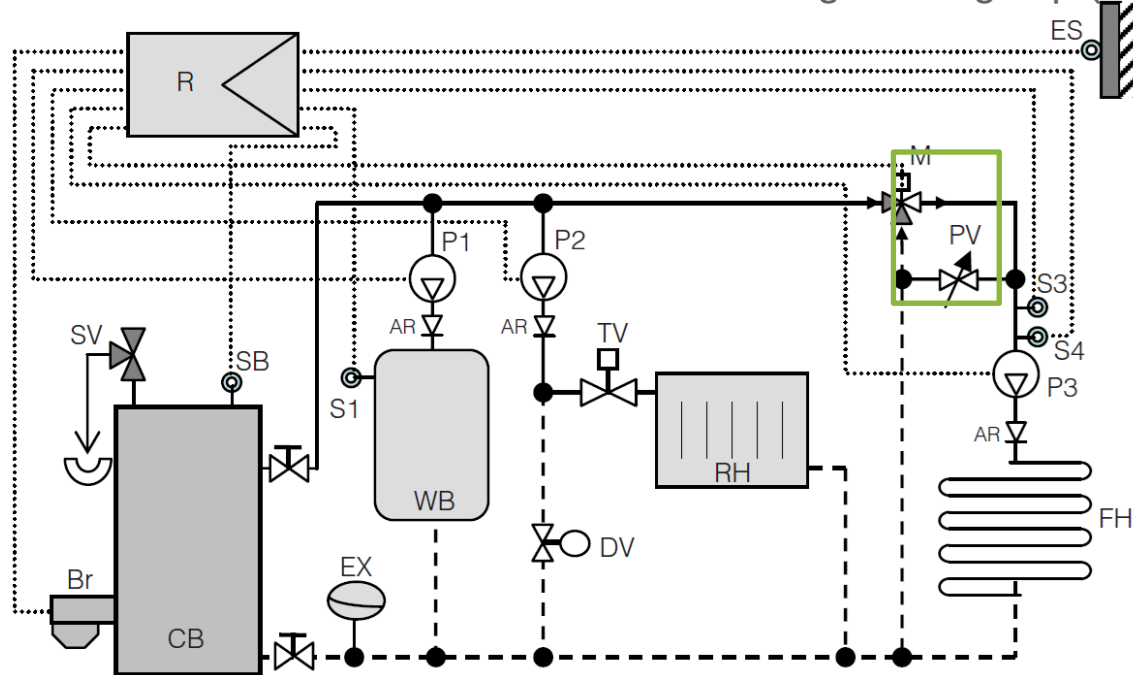


- Identiek aan schema 2
- Afgifte geregeld door de binnensensor in het typelokaal (mogelijkheid tot optimalisatie?)



Schema 4

- Schema 3
- + Productie van sanitair warm water
- + combinatie van radiatoren **en** vloerverwarming > mengklep (M)



- [...] zie geval 3
- Complexere regeling
- Prioriteit sanitair warm water?



Gebruik

- ▶ Zone-indeling (opening/scheiding) van delen van kringen,
- ▶ Het mengen van waterdebieten om de temperatuur of het debiet van een deel van de kring te wijzigen.

Kenmerken

- ▶ **Beïnvloede grootheid:** debiet
- ▶ **Inwerkingswijze:** aanpassing van de doorgangsd doorsnede(n)
- ▶ **Motor:**
 - Servomotor
 - Manueel
- ▶ **Ingangssignaal:** 4-20 mA-, 0-10 V-, 3-puntssturing, ...



Voorbeelden



- ▶ Servomotor:
 - 3-puntssturing
 - Continue 0-10 V-sturing
 - 4-20 mA-sturing
 - Elektrohydraulische sturing
 - Elektromagnetische sturing

- ▶ Kraanlichaam

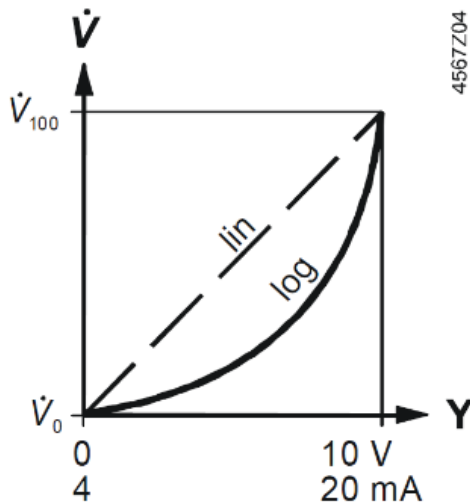
Bron: Siemens



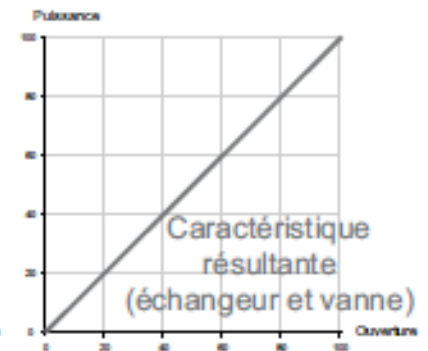
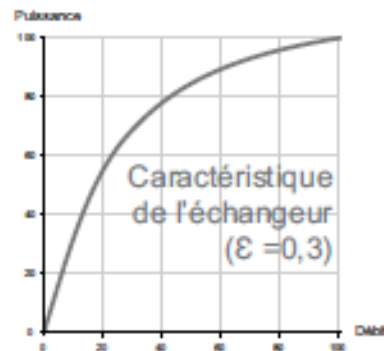
Continue regeling

lin = linéaire

log = à égal pourcentage



4567Z04

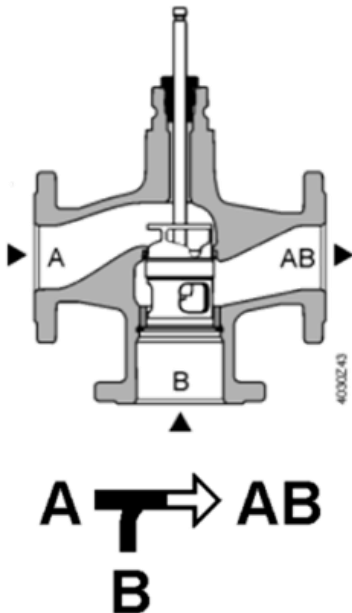
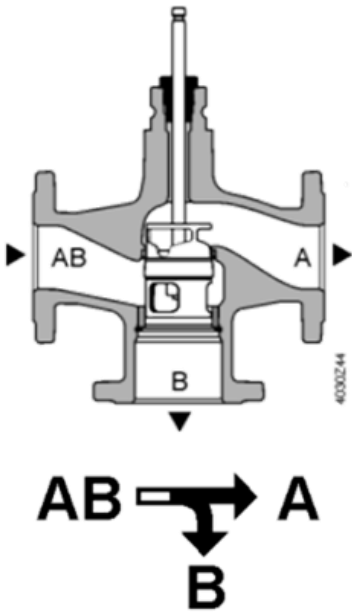


Courbes caractéristiques pour un échangeur, une vanne égale pourcentage et la combinaison des deux (Guide RAGE)

Bron: Siemens



3-wegsklep: mengklep of verdeelklep

 Vanne mélangeuse (de préférence)	 Vanne de répartition
 A T-junction schematic showing flow from A and B combining into AB.	 AB T-junction schematic showing flow from AB splitting into B and A.

Gebruik

- ▶ Verzekering van een aangepast waterdebiet in de volledige installatie

Kenmerken

- ▶ Snelheid
 - Vaste snelheid
 - Instelbare (3 standen) snelheid
 - Variabele snelheid
- ▶ Communicatie
 - OUT: status (ON/OFF)
 - OUT: standaard
 - IN: instelpunt, snelheid



IQ Heat GmbH
Intelligente Wärme

Bron: Wilo



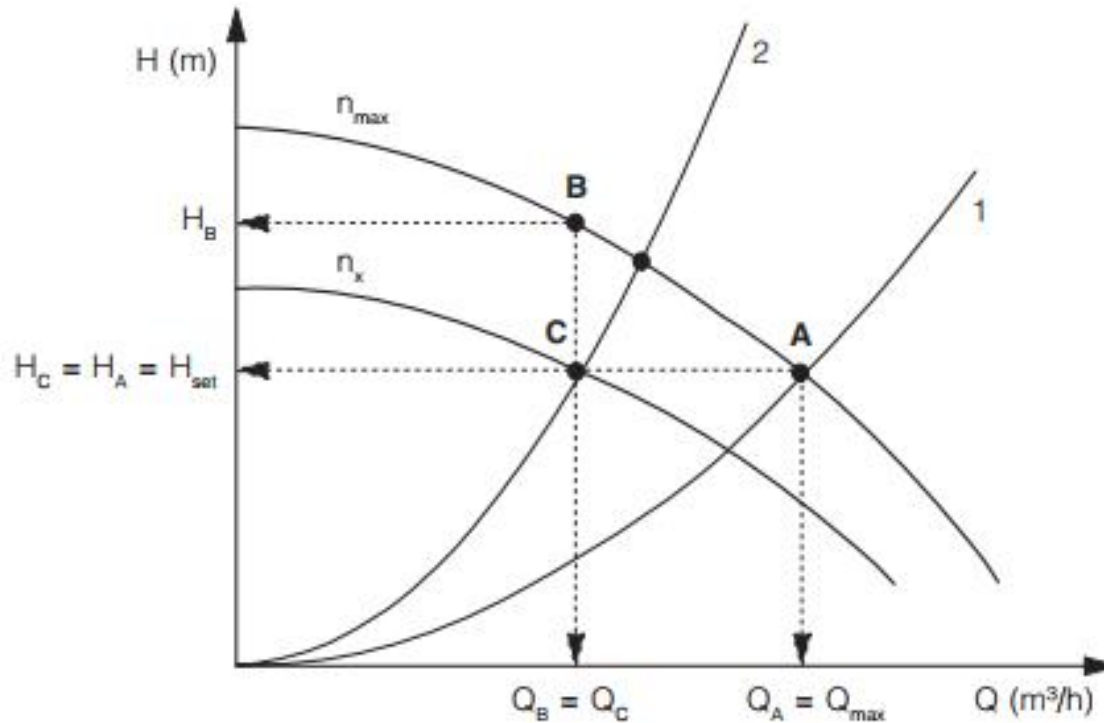


Fig. 61

Régulation du débit au moyen d'une pompe à vitesse réglable et à pression constante.

1. Courbe caractéristique de l'installation (vannes de radiateur grande ouvertes)
 2. Courbe caractéristique de l'installation (vannes de radiateur partiellement fermées)
- n_{max} : régime maximal
 n_x : régime ajusté
 H_{set} : pression de consigne de la pompe



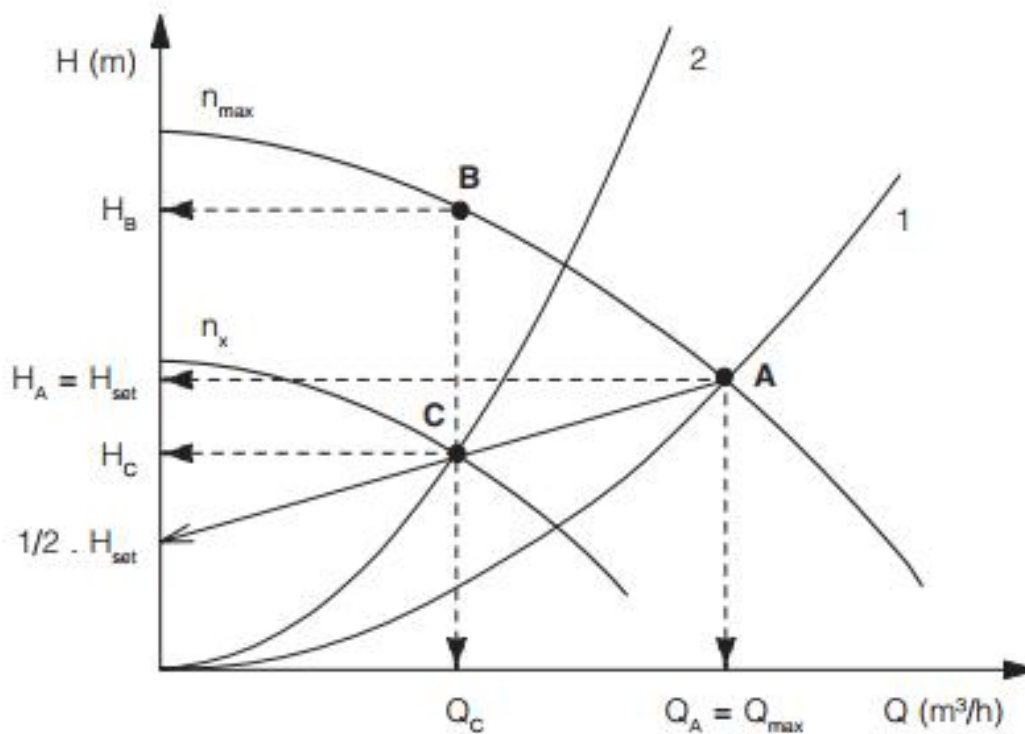


Fig. 62
Régulation du débit au moyen d'une pompe à vitesse réglable et à pression proportionnelle.

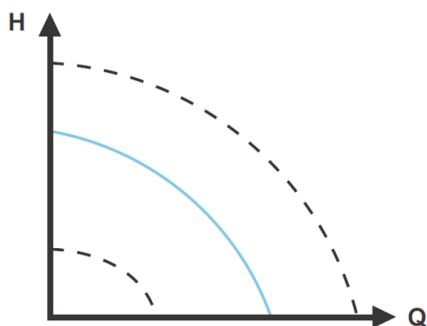
1. Courbe caractéristique de l'installation (vannes de radiateur grande ouvertes)
 2. Courbe caractéristique de l'installation (vannes de radiateur partiellement fermées)
- n_{max} : régime maximal
 n_x : régime ajusté
 H_{set} : pression de consigne de la pompe



- ▶ Weergave:
 - van het verbruikte vermogen
 - van het debiet of de snelheid
 - van de manometrische opvoerhoogte
 - warmtemeter
 - min of meer volledig parameterscherm

Regeling

- ▶ Constant debiet



Bron: Grundfos



Bron: Wilo
Stratos Maxo



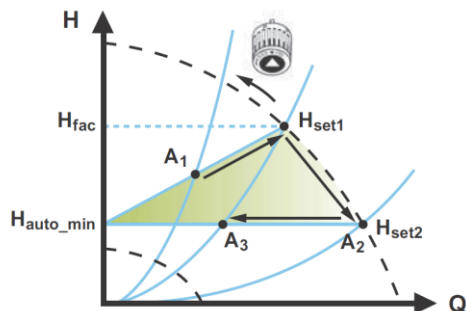
Bron: Grundfos
Magna 3



Bron: Wilo Stratos Pico

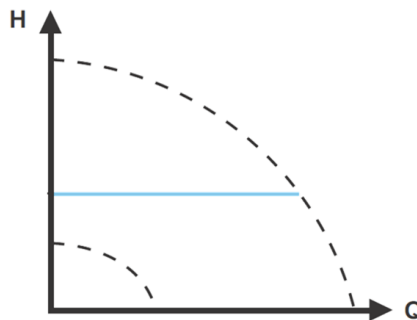


► “Auto Adapt”



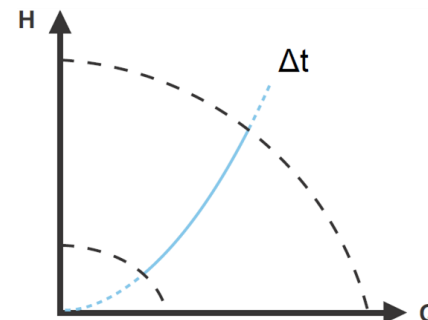
Bron: Grundfos

► Constante druk



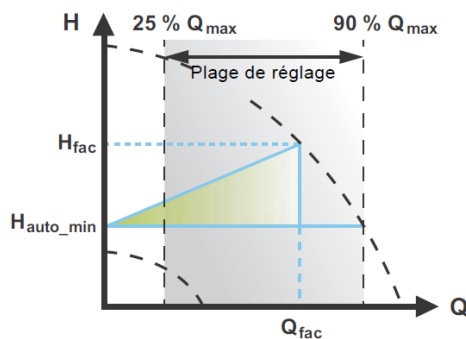
Bron: Grundfos

► Temperatuurverschil



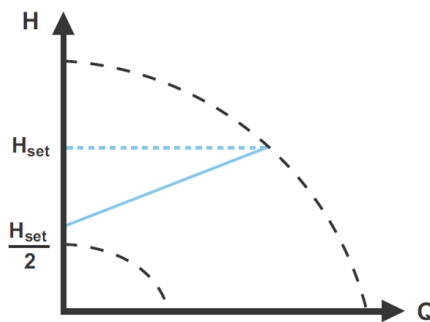
Bron: Grundfos

► “Flow Adapt”



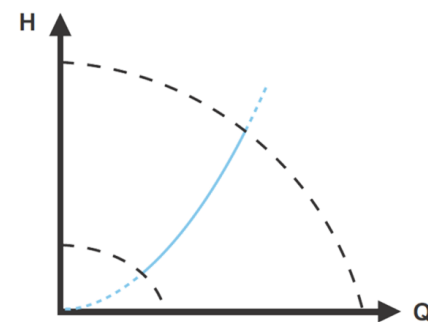
Bron: Grundfos

► Proportionele druk



Bron: Grundfos

► Constante temperatuur



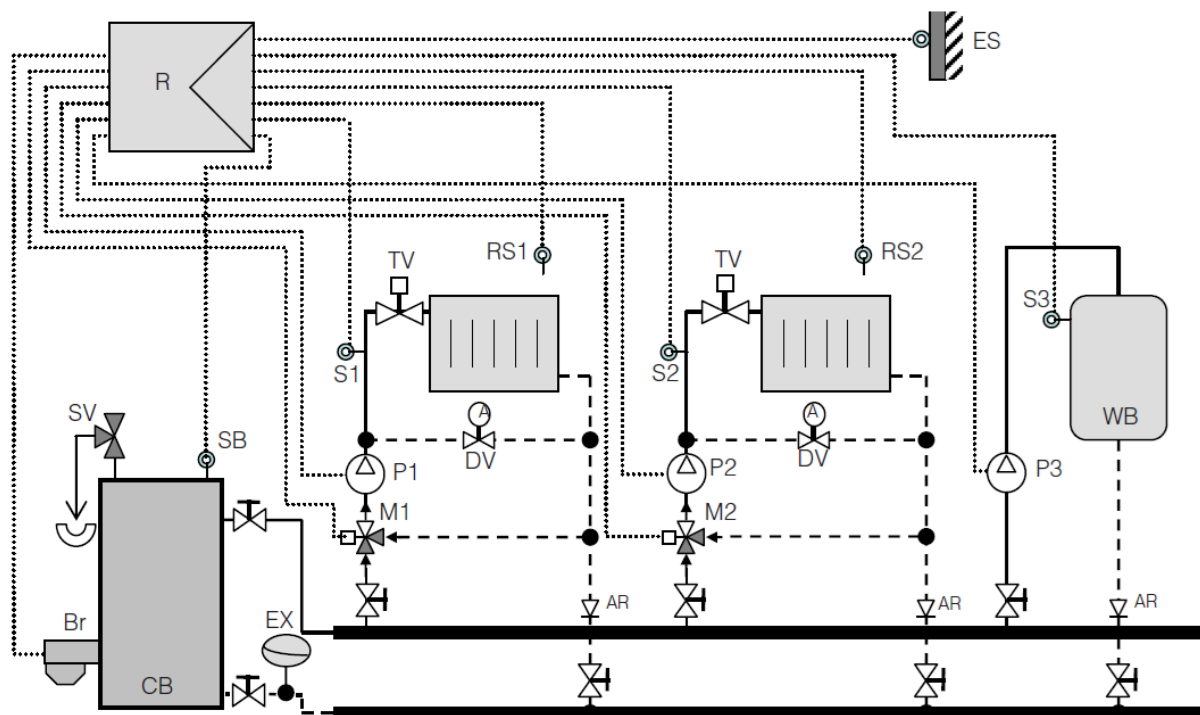
Bron: Grundfos



SCHEMA 5: COLLECTIEVE INSTALLATIE

Schema 5

- Collectieve installatie
- Minimaal twee radiatorringen
- Productie van sanitair warm water



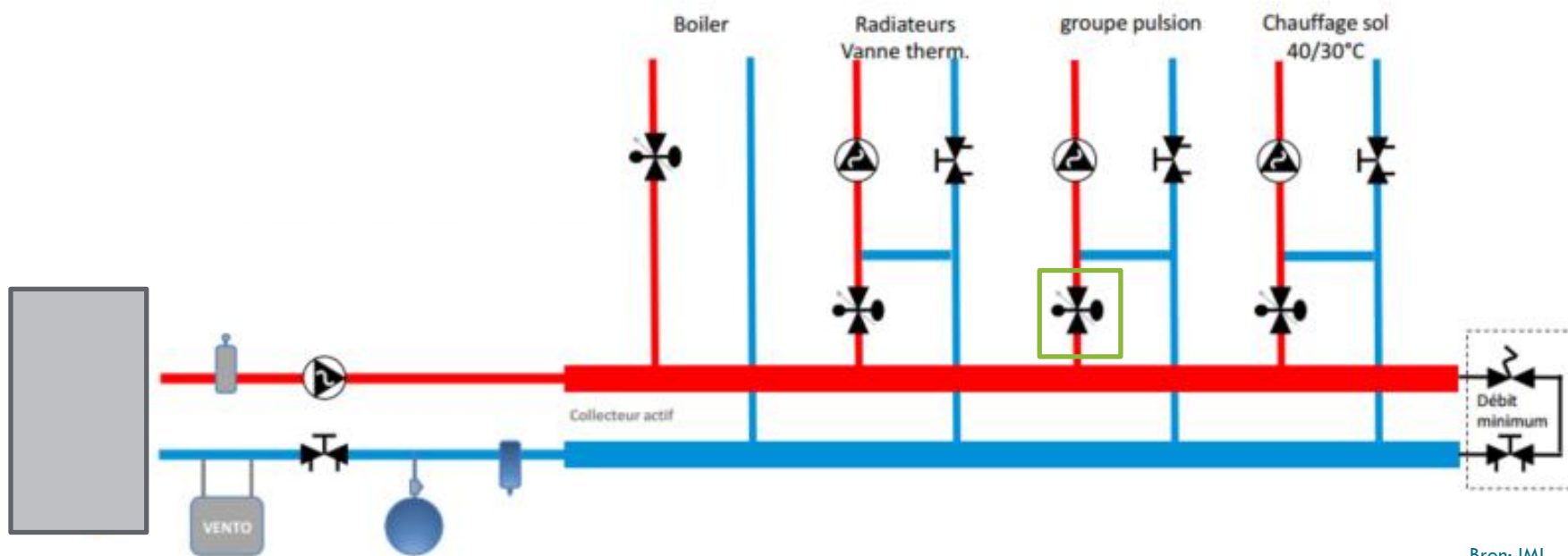
- Biedt de mogelijkheid rekening te houden met verschillende gebruiksconfiguraties (oriëntatie, tijdsregeling, ...). Elke kring is onafhankelijk.
- Vereist één typelokaal per zone.



33 SCHEMA 5B: DYNAMISCHE BALANCERING

Schema 5B

- Dynamische balanceerkleppen



- Verzekering van een vast debiet overeenkomstig de regeling (op zicht)

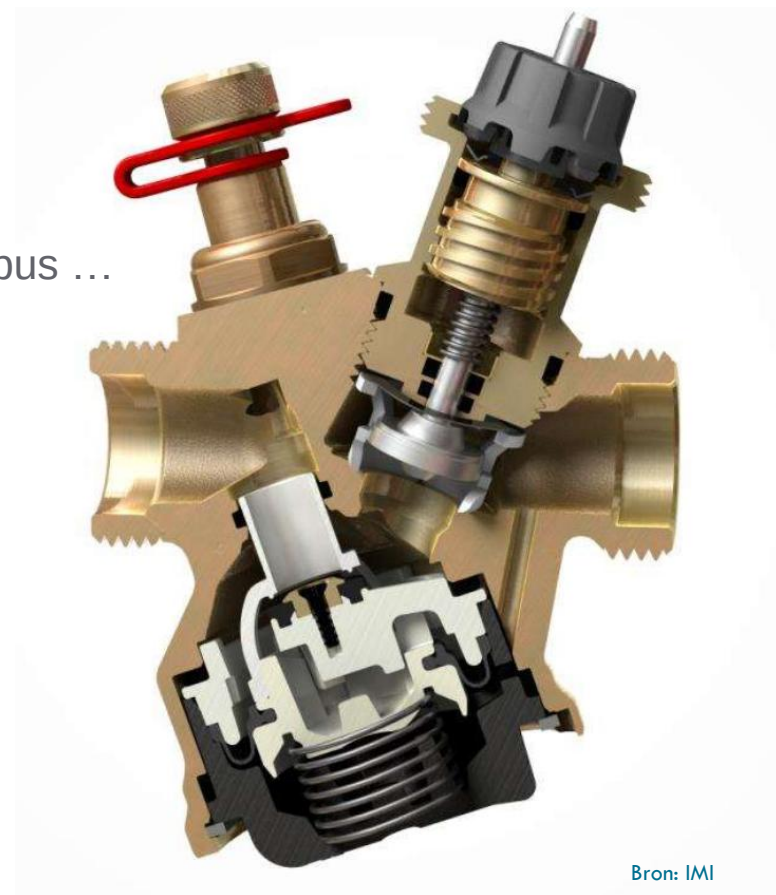


Gebruik

- ▶ Verzekering van een vast debiet (warmte / koude / warmte en koude)

Kenmerken

- ▶ Vereist een minimale differentiaaldruk
- ▶ Selectie uitsluitend op basis van debiet
- ▶ Kan worden gemotoriseerd
- ▶ Communicatie 0-10 V, KNX, BACnet, Modbus ...
- ▶ Kan zelfregelend zijn
- ▶ Kan de energie meten

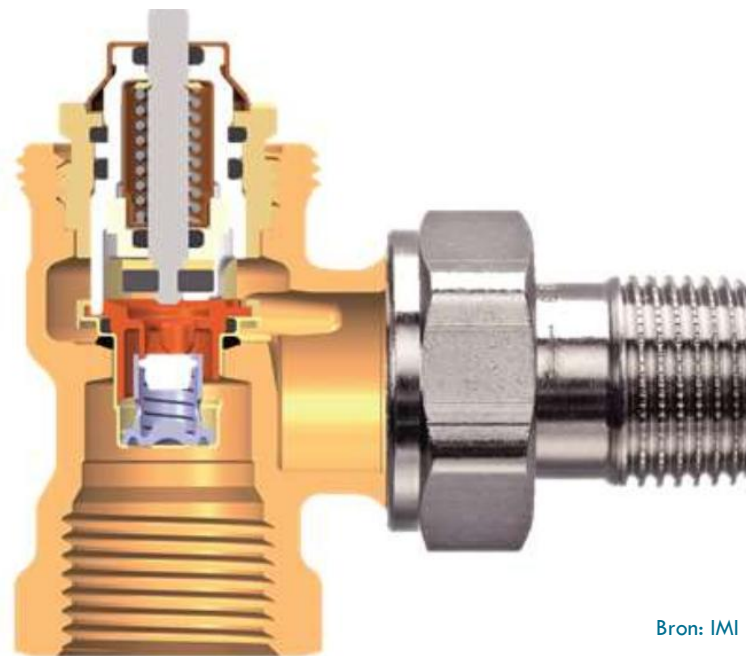


Bron: IMI



35 DYNAMISCHE THERMOSTATISCHE KRAAN**Kenmerken**

- ▶ Maximumdebiet rechtstreeks geregeld op de radiator (10 tot 150 l/h)
- ▶ Automatische debietregeling
- ▶ Compenseert de schommelingen in differentiaaldruk
- ▶ Vloeistofbol (>< gas) > nauwkeuriger
- ▶ Minimale druk vereist



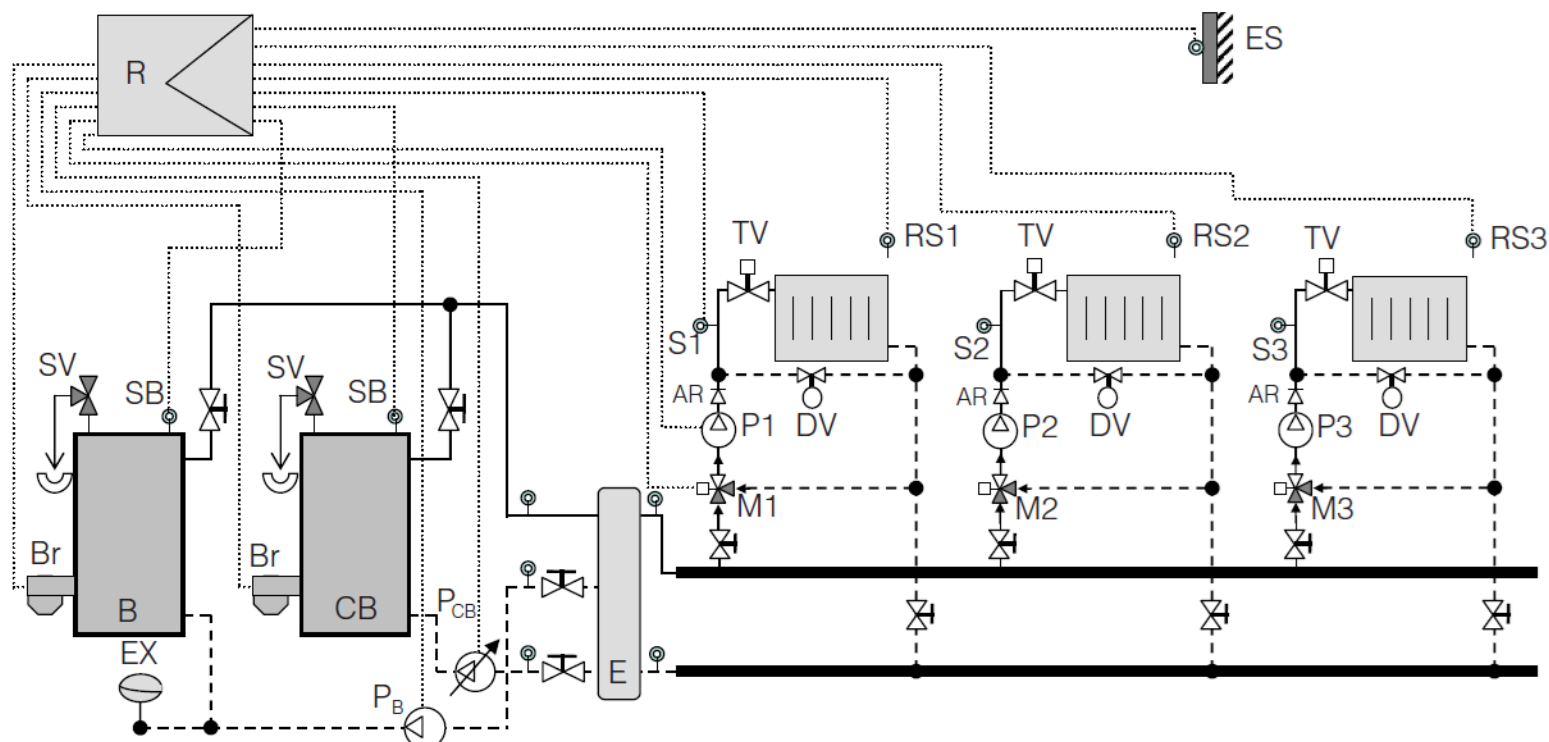
Bron: IMI



SCHEMA 6: SCHEMA 5 + COMBINATIE VAN PRODUCTIESYSTEMEN

Schema 6

- Schema 5
- + combinatie van productiesystemen

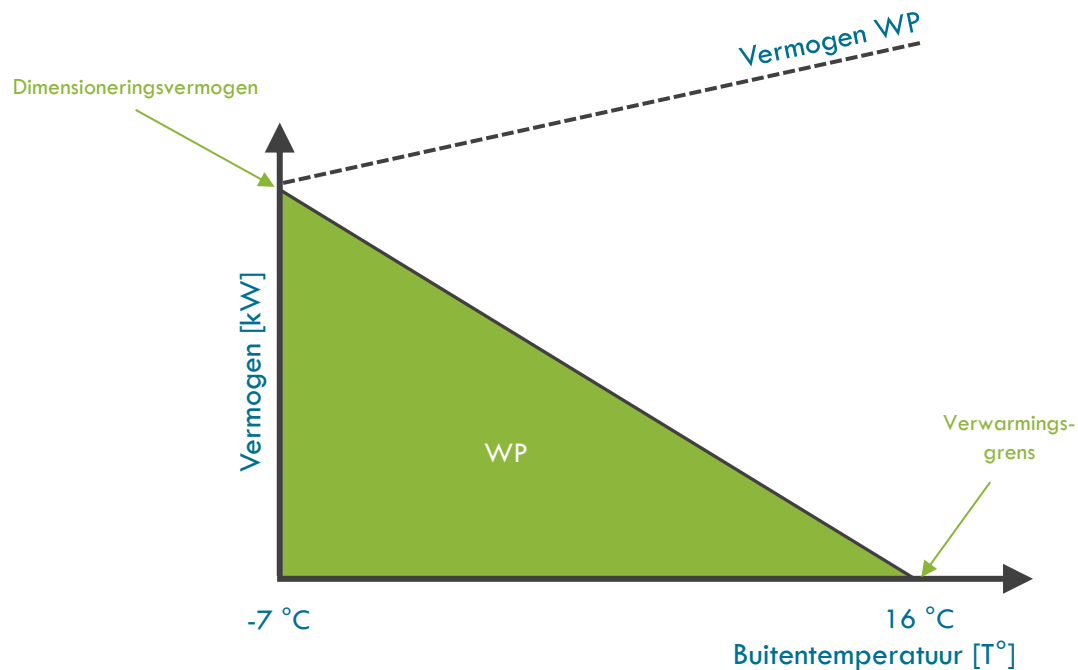


- [...] zie schema 5
- Gebruik van een **cascade** voor een productiesysteemtype of voor verschillende productiesysteemtypes (verwarmingsketel/warmtepomp, verwarmingsketel/WKK-installatie)



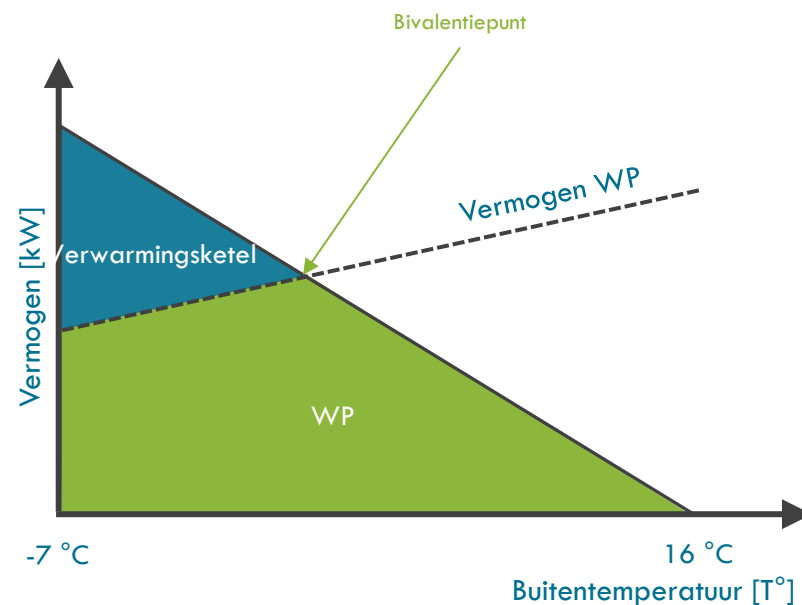
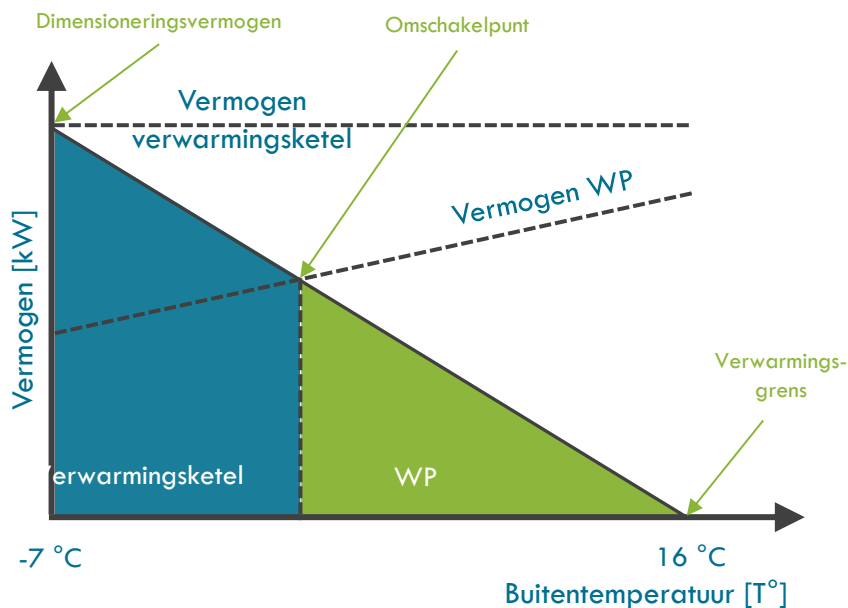
Monovalente werking:

- ▶ De WP is de enige warmteproducent
- ▶ De WP dekt alle energiebehoeften voor de verwarming van het gebouw (+ eventueel SWW)



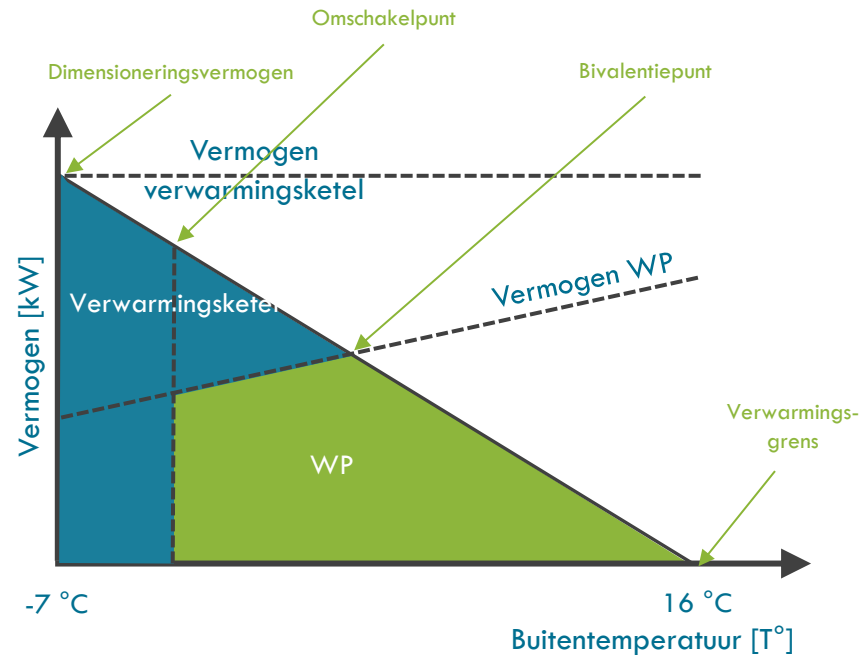
Bivalente werking:

- ▶ Naast de warmtepomp is er een aanvullende warmteproducent beschikbaar (verwarmingsketel, elektrische weerstand, ...).
- Bivalent-parallele werking: $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow 2$ producenten werken parallel
- Bivalent-alternatieve werking = $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow$ omschakeling tussen de 2 producenten

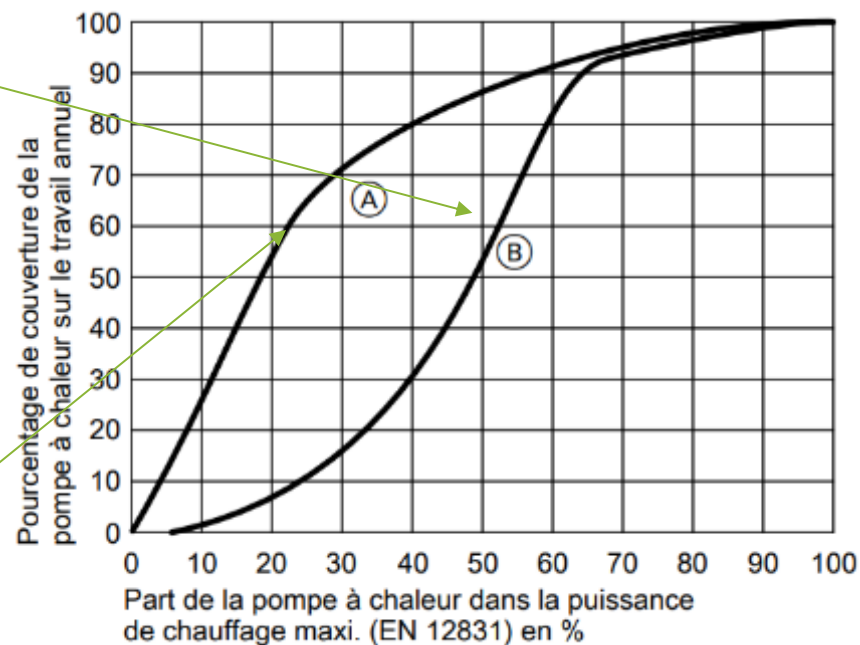
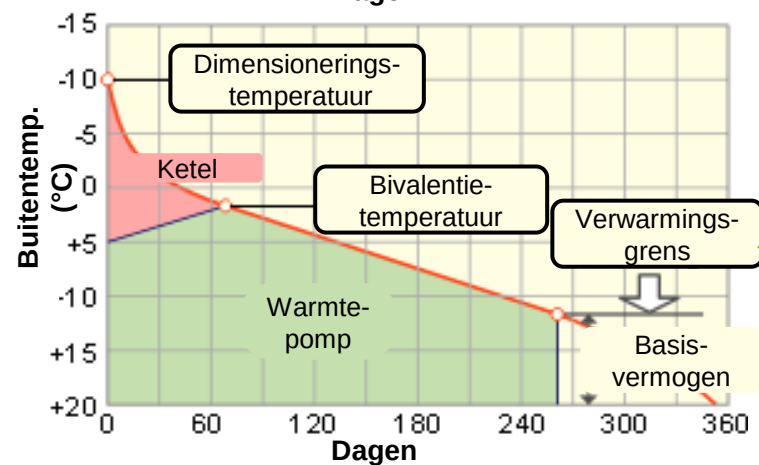
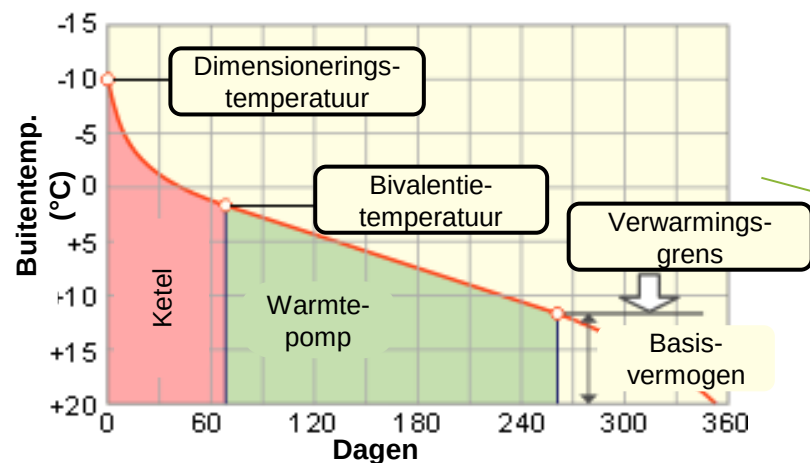


Bivalente werking:

- Parallelle en vervolgens alternatieve werking



Bivalente werking



Bron: energie+



Hoe het bivalentiepunt bepalen? Volgens criteria

- ▶ **Technisch:**
 - de warmtepomp levert niet meer genoeg vermogen
 - de warmtepomp levert onvoldoende warm water voor de gebruikstoepassing
- ▶ **Ecologisch:** de warmtepomp werkt met een te lage COP
- ▶ **Economisch:** de door de warmtepomp geproduceerde thermische kWh is duurder dan de door de verwarmingsketel geproduceerde kWh

Afhankelijk van

- ▶ de prijs van elektriciteit en gas (verhouding tussen beide)
- ▶ de zelf opgewekte elektriciteit
- ▶ het nominale vermogen van de WP
- ▶ de COP van de WP volgens de werkingsvoorwaarden:
 - de vertrektemperatuur
 - de temperatuur van de energiebron



INLEIDING

KENMERKEN VAN EEN VERWARMINGSINSTALLATIE
IN DE PRAKTIJK

- ▶ **Functionele analyse**
- ▶ **Lijst van de punten**
- ▶ **PID-regeling**



Functionele analyse

- Beschrijving van de werking van de installatie

Alle metingen van sensoren en de sturingen van de aanwezige uitrustingen zijn verbonden met een registratieblok. De waarde van de sensoren wordt met regelmatige intervallen geregistreerd:

- *om de 10 minuten voor de watertemperatuursensoren.*
- *om de 10 minuten voor de ventilatiekanaalsensoren.*
- *om de 20 minuten voor de omgevingssensoren.*

De productie wordt stopgezet als:

- *de buitentemperatuur de instelbare temperatuurwaarde van 20 °C overschrijdt*
- *de vraag van de gebruikers (afgiftelichamen) nul is*

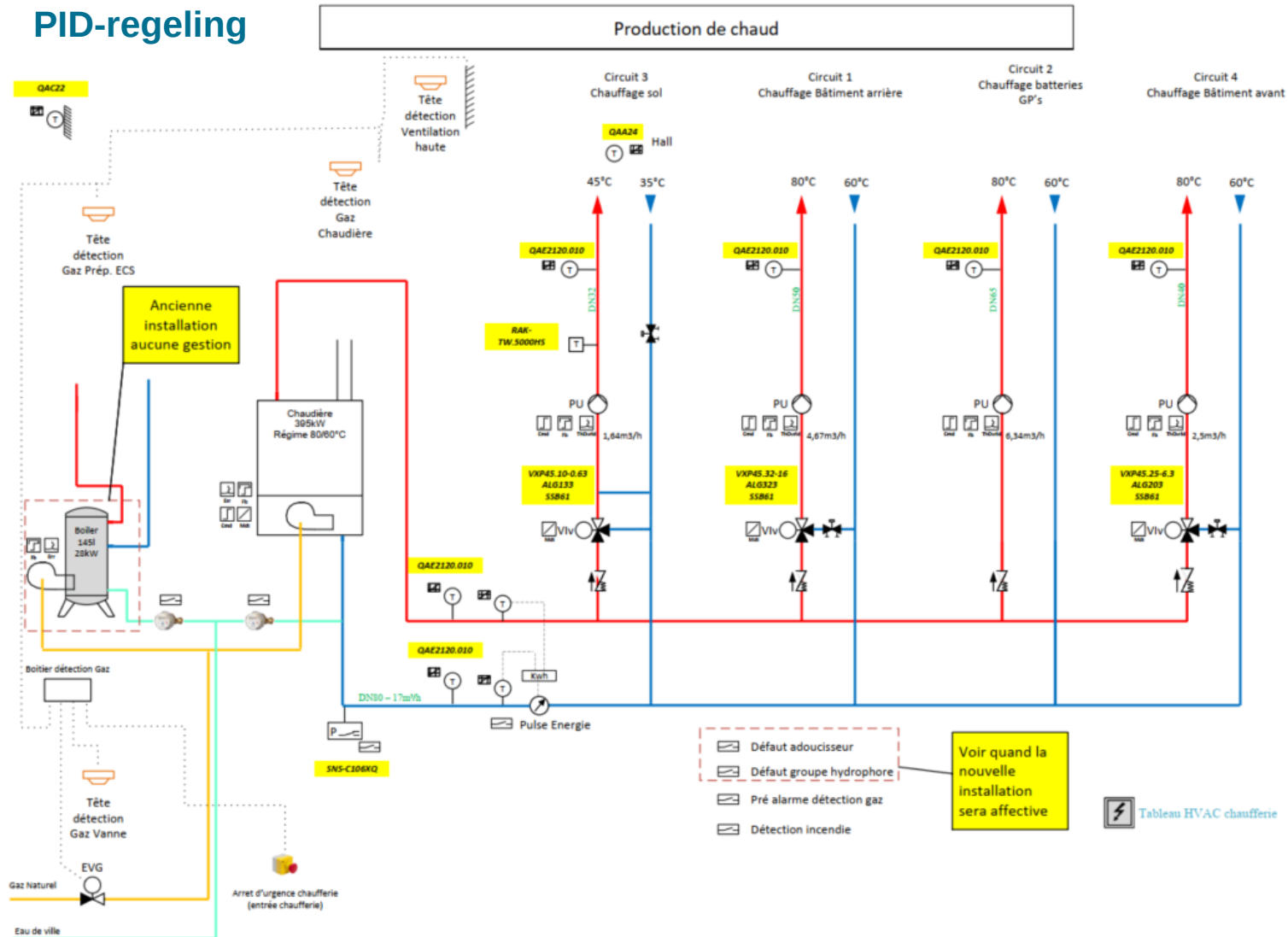


Lijst van de punten

- ▶ Lijst van gemeten en opgevolgde parameters
 - Temperatuursensoren XX, YY, ...
 - Druksensoren
 - Watermeters
 - Elektriciteitsmeters
 - Gasmeters ...
 - Ontharder
 - ...



PID-regeling





- ▶ De regeling vormt een essentieel onderdeel van een verwarmingsinstallatie
- ▶ De sensoren zenden informatie naar een regelaar die op zijn beurt commando's doorzendt naar de actuatoren
- ▶ Er zijn verschillende niveaus van complexiteit met betrekking tot de regeling





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Energie

Dossier I [Een efficiënte verwarmingsinstallatie ontwerpen](#)



Websites

- HIT Portal van Siemens: [apparatuur en typische regelingsschema's](#)
- EnergiePlus: [Regeling van de verwarming met warm water](#)



Naslagwerken

- Buildwise, (2013), Rapport nr. 14: Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties met warm water,
- Buildwise, TV 235 (2008): Condensatieketels



Opleidingen en seminars

- Raadpleeg alle materiaal [gratis!](#)



Pierre GUSTIN

Projectingenieur
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

