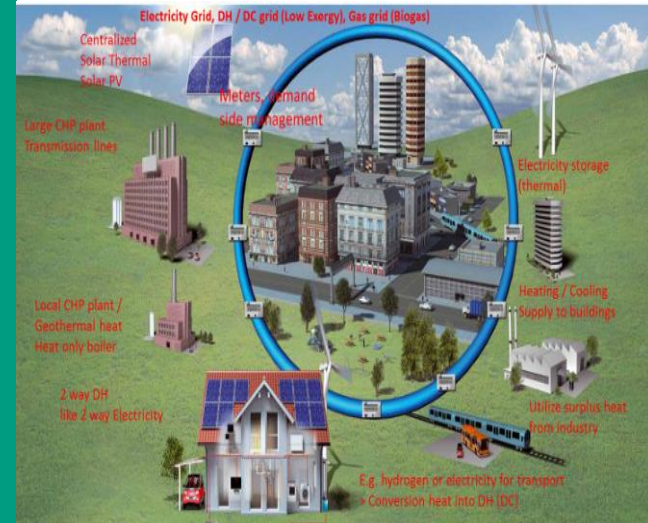


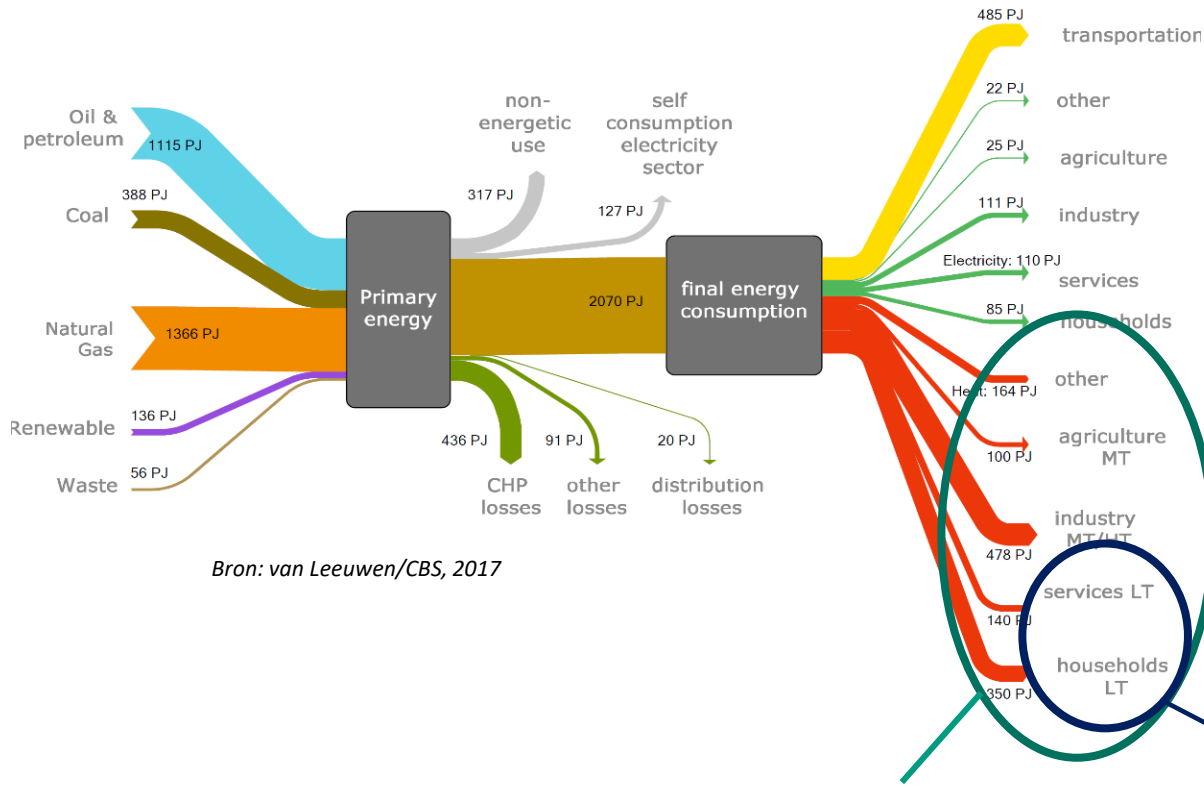
# Technische keuzes in warmtenetten

1. Warmte-opties voor gebouwen
2. Keuzes temperatuurniveau
3. Keuzes afgiftesysteem
4. Keuzes warmtebronnen
5. Keuzes distributienet
6. Keuzes regeltechniek en optimalisering

*Dr. Ir. Richard van Leeuwen*  
*Lector Duurzame Energievoorziening*



# Warmte-opties voor gebouwen



Bron: van Leeuwen/CBS, 2017

Energieverbruik per huishouden:



Elektrisch: 3500 kWh/j  
Gas: 1500 m<sup>3</sup>/j → 15.000 kWh/j

Warmte: 60 % van het energieverbruik

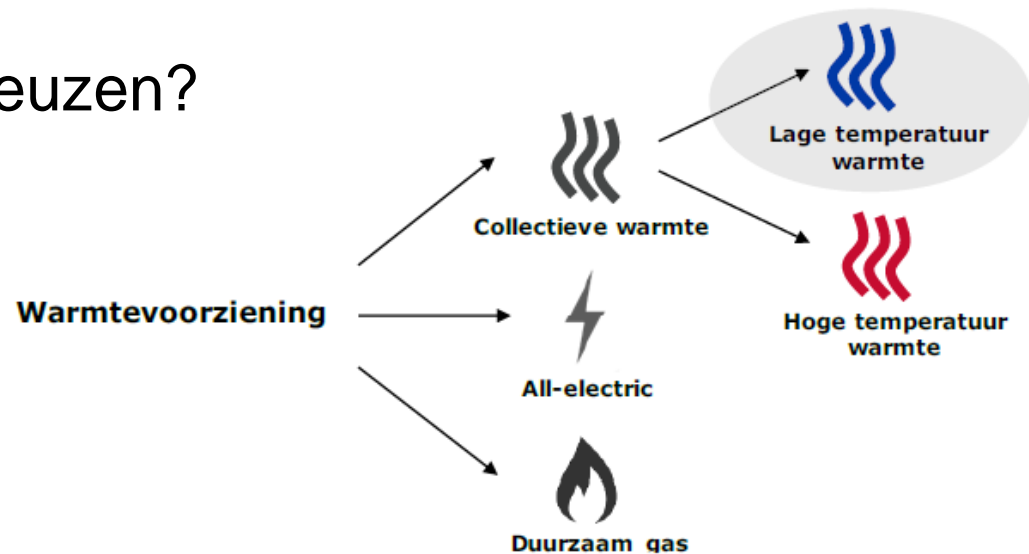
Ruimteverwarming: 23 % van het energieverbruik

## Doelstelling:

2020: nieuwbouw (bijna) energieneutraal

2050: CO2 vrije energievoorziening

Hoe? Welke keuzen?





### Aanpassingskosten voor een bestaande woonwijk jaren 1960-1990

Optie ↓	Bron	Infrastructuur	Gebouwen
Biogas/waterstof ketel	<b>Hoog</b>	Groen gasnet: <b>Laag</b>	<b>Laag</b>
Elektrische warmtepomp	Warmtebron: <b>Middel</b> (ondiepe geothermie)	Elektriciteitsnet: <b>Middel</b>	<b>Hoog</b>
Collectieve warmte	<b>Laag</b> (restwarmte) <b>Hoog</b> (diepe geothermie)	Warmtenet: <b>Hoog</b>	<b>Laag</b> (3 <sup>e</sup> gen.) <b>Hoog</b> (4 <sup>e</sup> gen.)

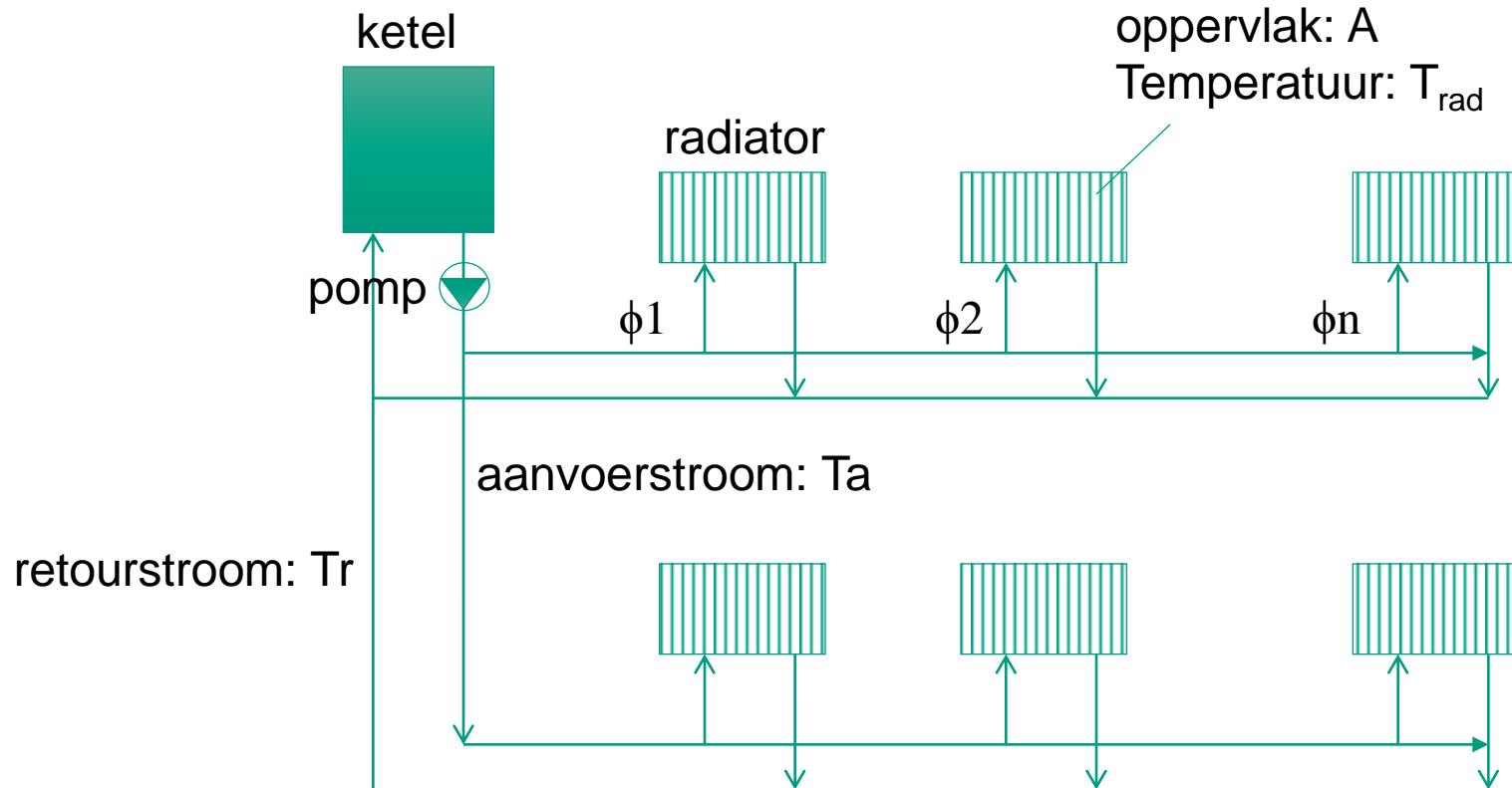


### Aanpassingskosten voor een nieuwbouw woonwijk 2021



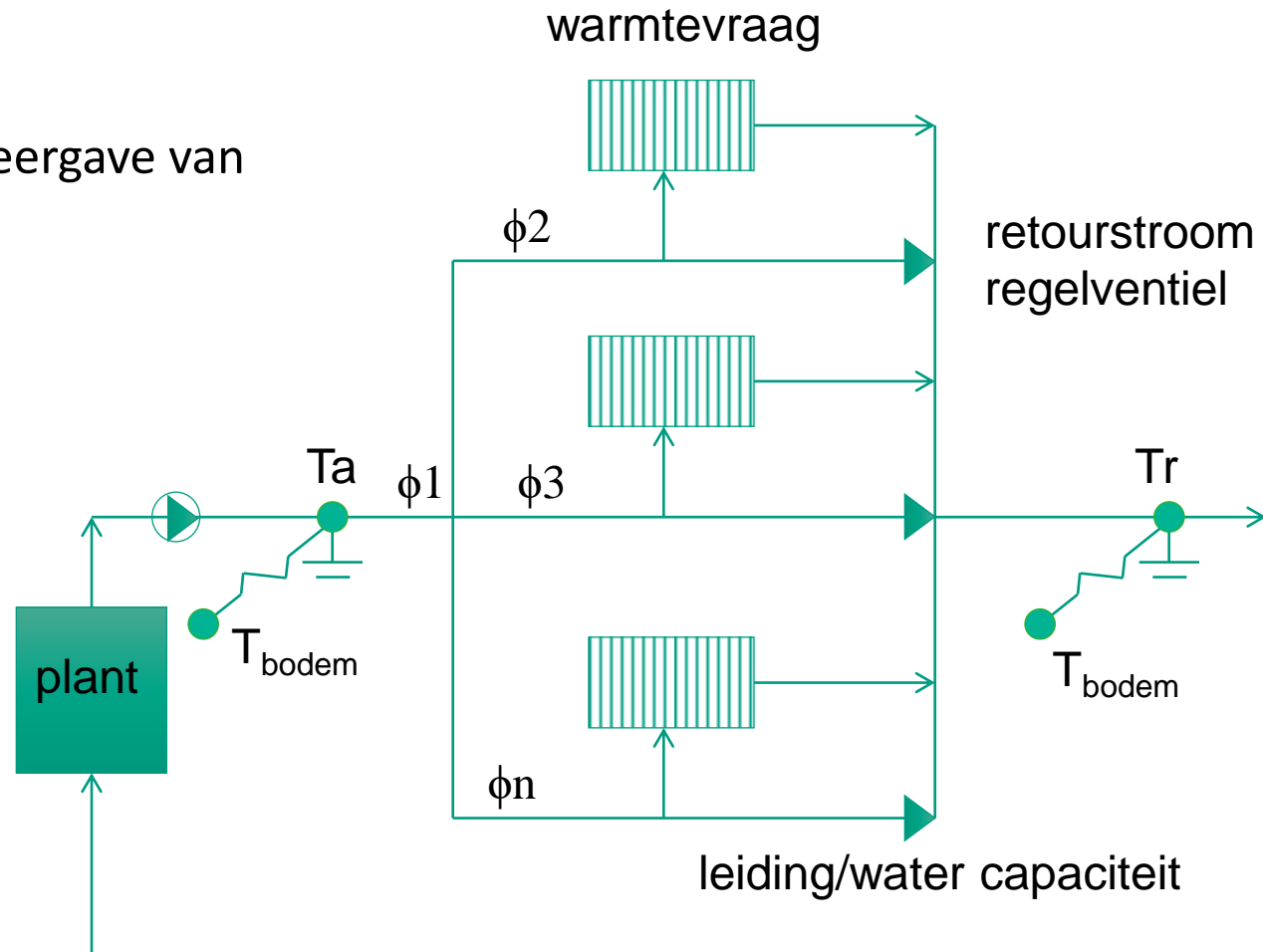
Optie ↓	Bron	Infrastructuur	Gebouwen
Biogas/waterstof ketel	<b>Hoog</b>	Groen gasnet: <b>Laag</b>	<b>Laag</b>
Elektrische warmtepomp	Warmtebron: <b>Laag</b> (omgeving)	Elektriciteitsnet: <b>Laag</b>	<b>Laag</b>
Collectieve warmte	<b>Laag</b> (restwarmte/omgeving) <b>Hoog</b> (diepe geothermie)	Warmtenet: <b>Middel</b>	<b>Laag</b>

## Vergelijking met een woning CV-systeem



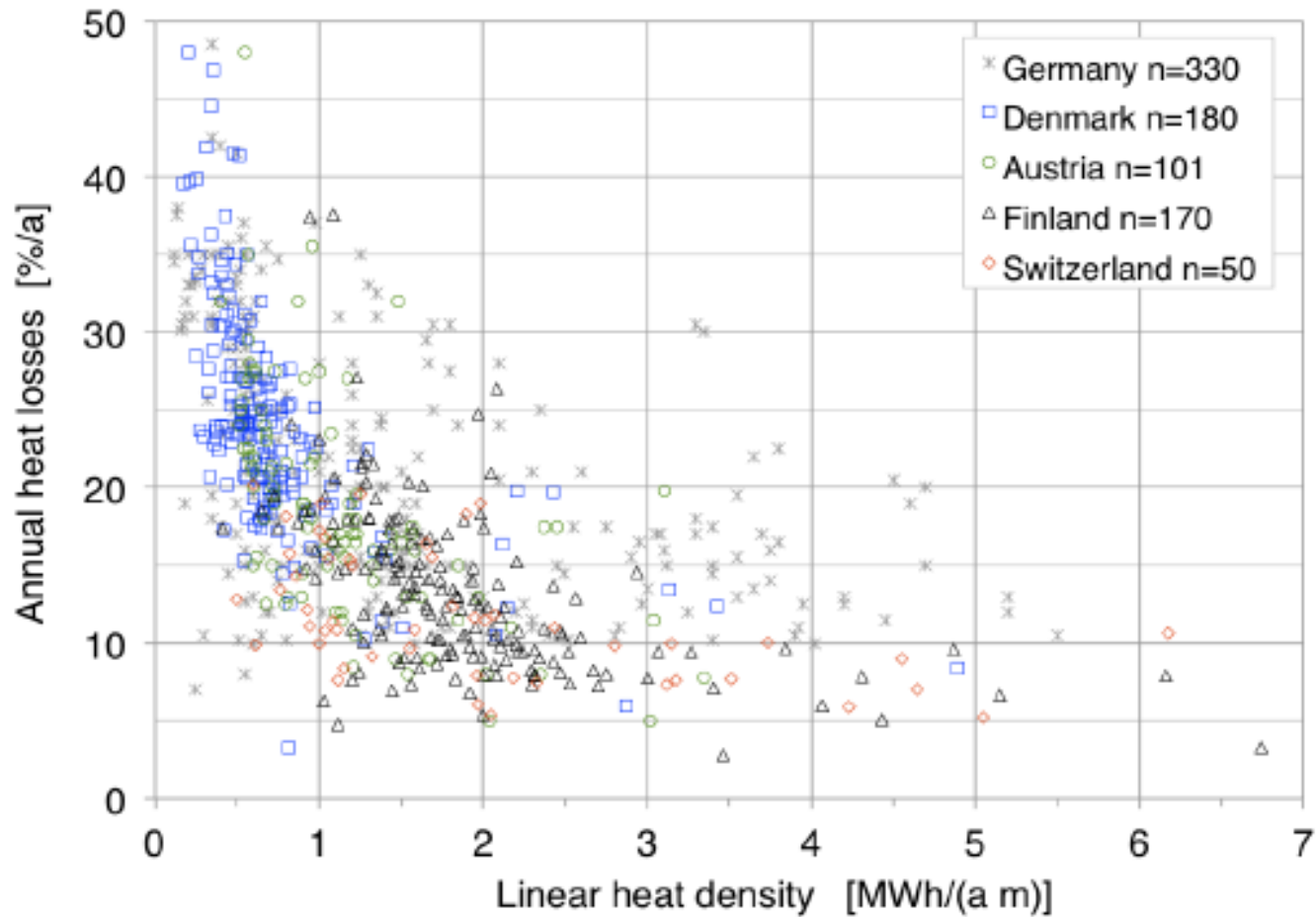
- Overgedragen warmte:  $Q_{nuttig} = h \cdot A \cdot T_{rad}$
- De ketel moet opwekken:  $Q_k = \phi \cdot \rho \cdot c_w \cdot (T_a - T_r)$
- Optimalisatie pompenergie: zo groot mogelijk verschil:  $T_a - T_r$

Vereenvoudigde weergave van  
een warmtenet

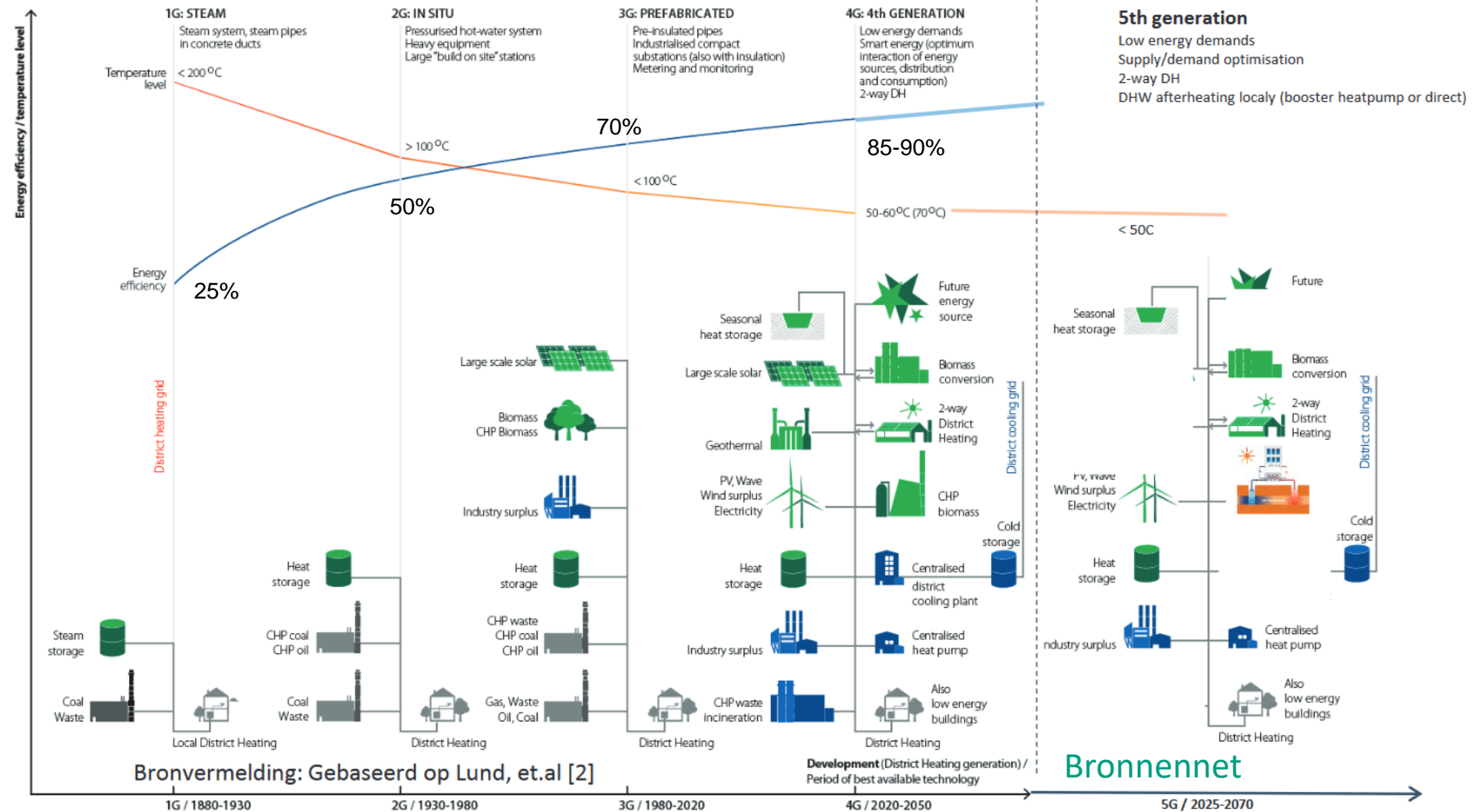


- Warmteverlies:  $Q_v = U \cdot A_{\text{buis}} \cdot (T_{\text{buis}} - T_{\text{bodem}})$
- Aanvoer- en retourbuizen hebben dezelfde lengte  $\rightarrow$  warmteverlies wordt bepaald door de hoogte van  $T_a$  én  $T_r$
- Optimalisatie: zo laag mogelijke  $T_a$  én  $T_r$  & zo klein mogelijke buisdiameter

# Keuzes temperatuurniveau

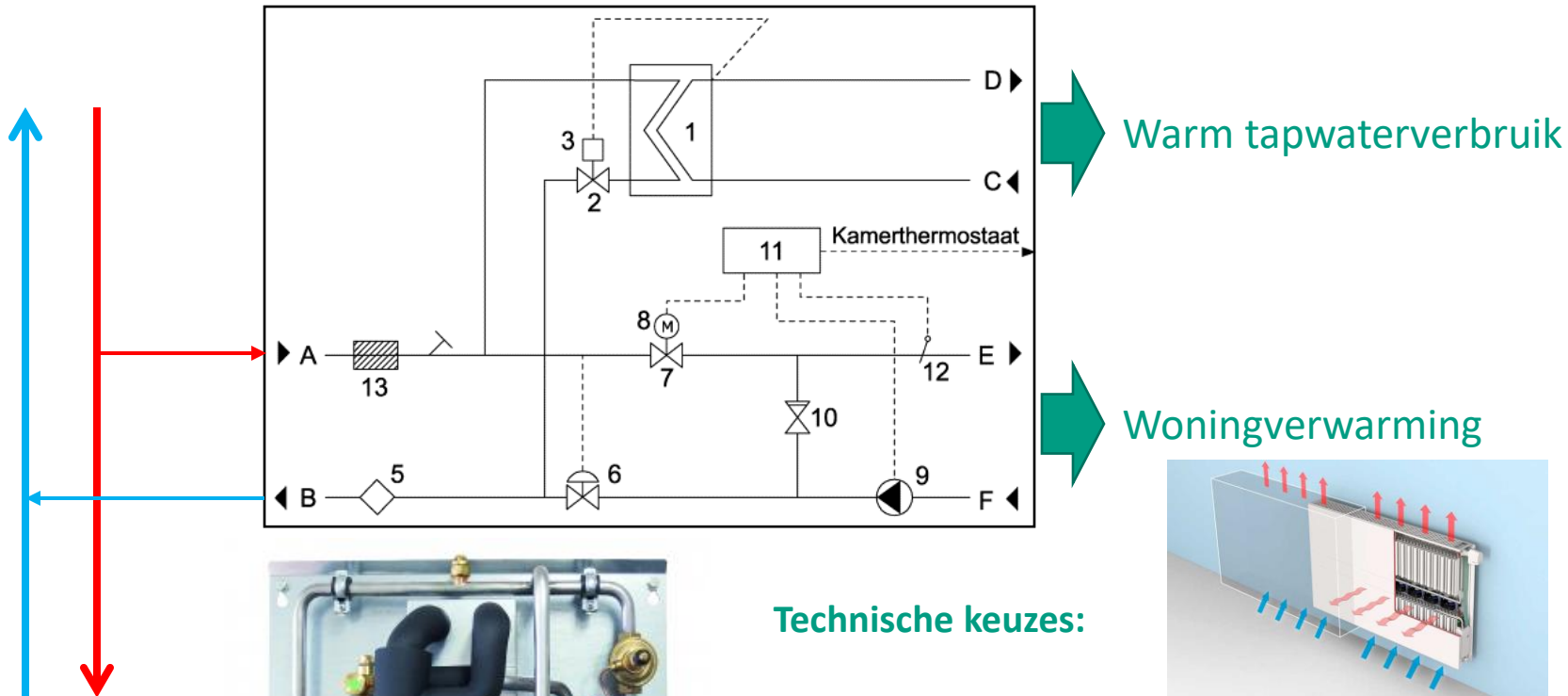


# Keuzes temperatuurniveau





# Keuzes afgiftesysteem



Bron: ferolli.com

## Technische keuzes:

- Tapwater  $>60^{\circ}\text{C}$
- Indien  $T_a < 60^{\circ}\text{C}$  dan eventueel elektrisch naverwarmen
- HT of LT verwarmingssysteem?
- Woning verwarming met of zonder warmtewisselaar in afleverzet

- Restwarmte elektriciteitscentrale (WKK)
- Afvalverbrandingsinstallatie
- Industriële restwarmte
- Biobrandstoffen: hout, stro en gewasresten
- Zonthermische energie (warmwater uit zonnecollectoren)
- Laag temperatuur bronnen: oppervlakte water en grondwater (aquathermie), riolsystemen (riothermie), in combinatie met een warmtepomp.

- Geothermie.

ondiepe geothermie (500-1500 meter)

- 500 m: 25°C - 30°C
- 1500 meter: 45°C – 65°C

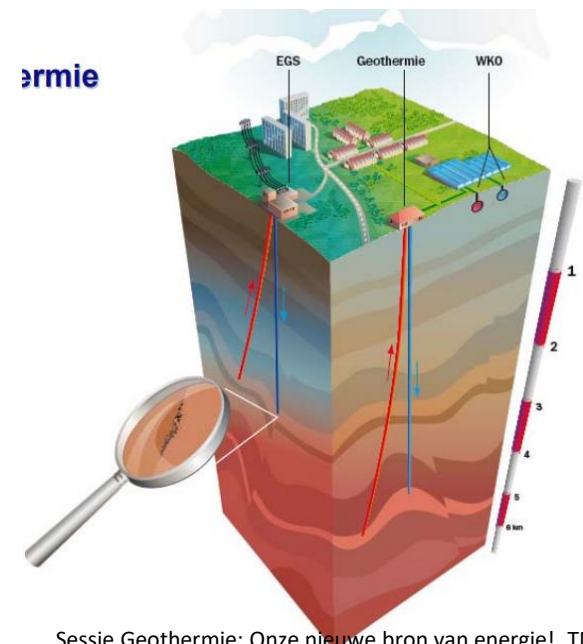
diepe geothermie (1500-4000 meter)

- circa 160 °C

ultradiepe geothermie (>4000 meter)

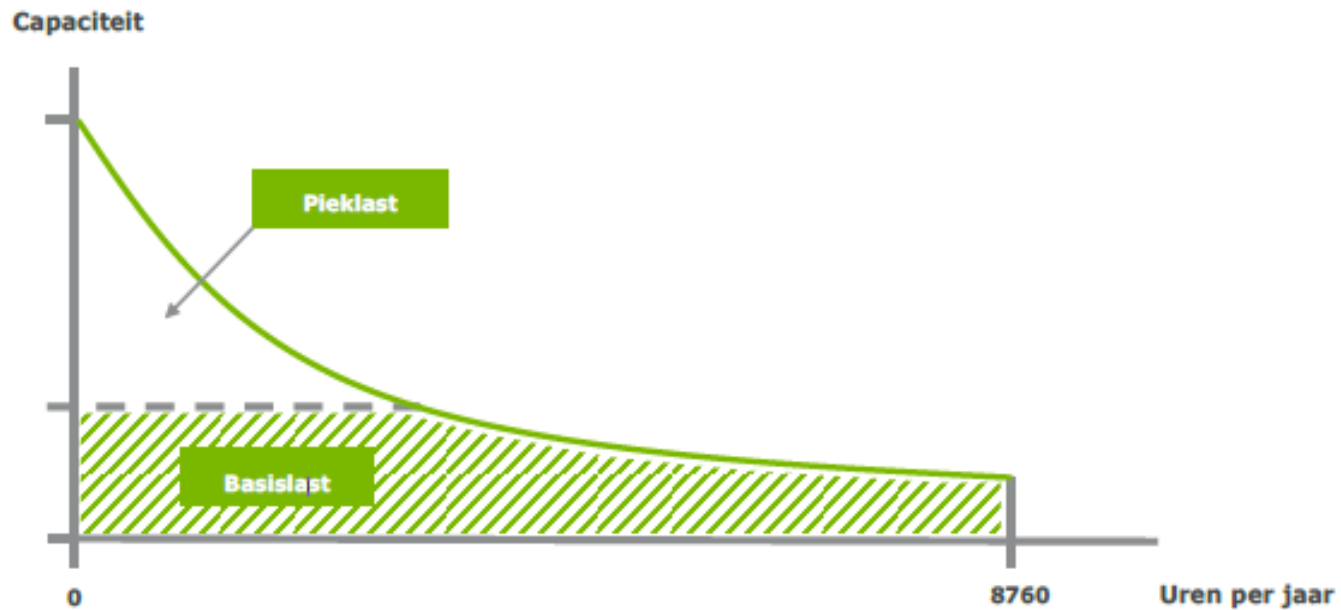
- tot 200 °C

(Temperatuur is indicatief)

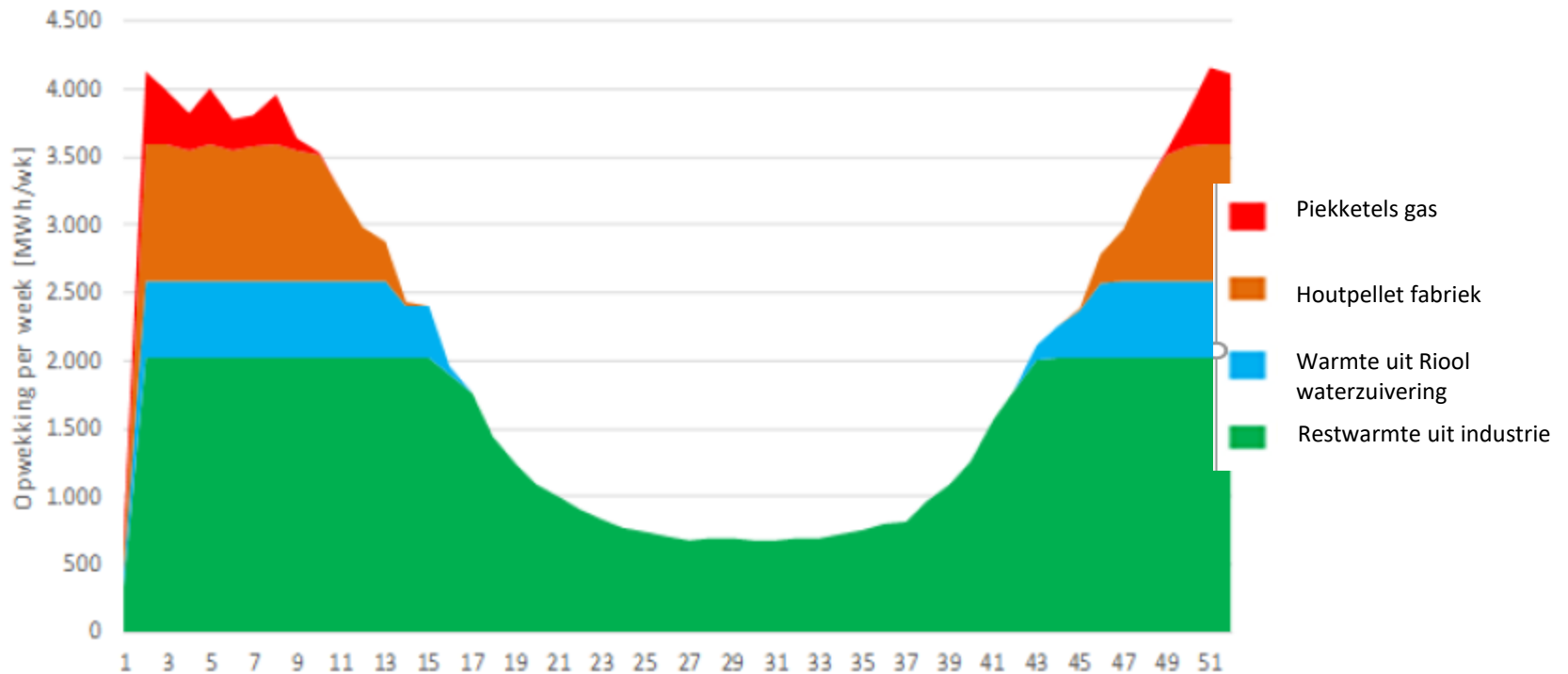


## Dimensionering: belasting duurcurve

- Basislast met duurzame energie (80-90% van de energie)
- Pieklast met goedkopere gasketels en/of buffering



# Keuzes warmtebronnen



Bron: Grift, J., & Hoek, T. (2018). *Eindrapport oriënterende studie naar de haalbaarheid van Open Warmtenet Vriezenveen*. Blueterra.

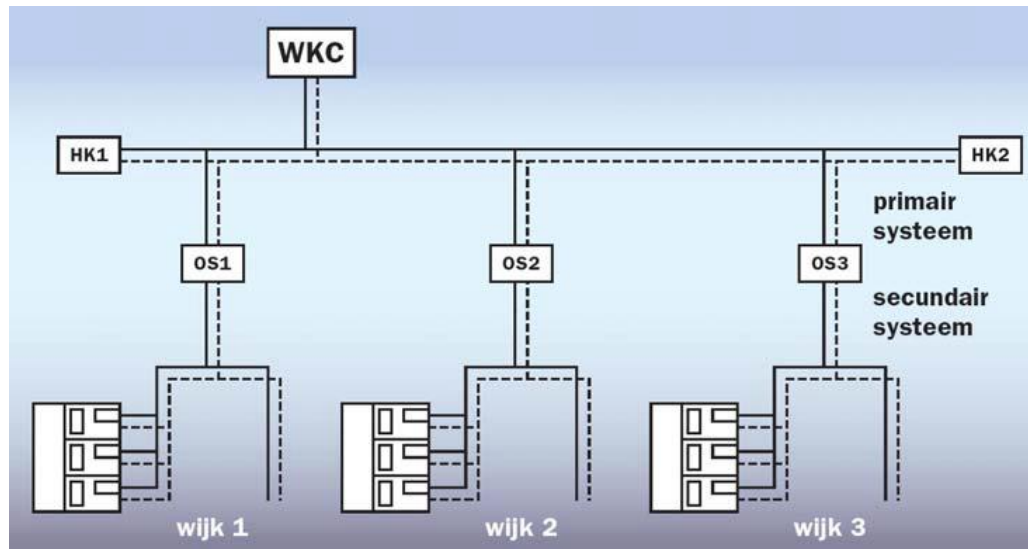
Onderscheid op basis van grootte:

Grootschalig (> 5000 afnemers)

vs kleinschalig

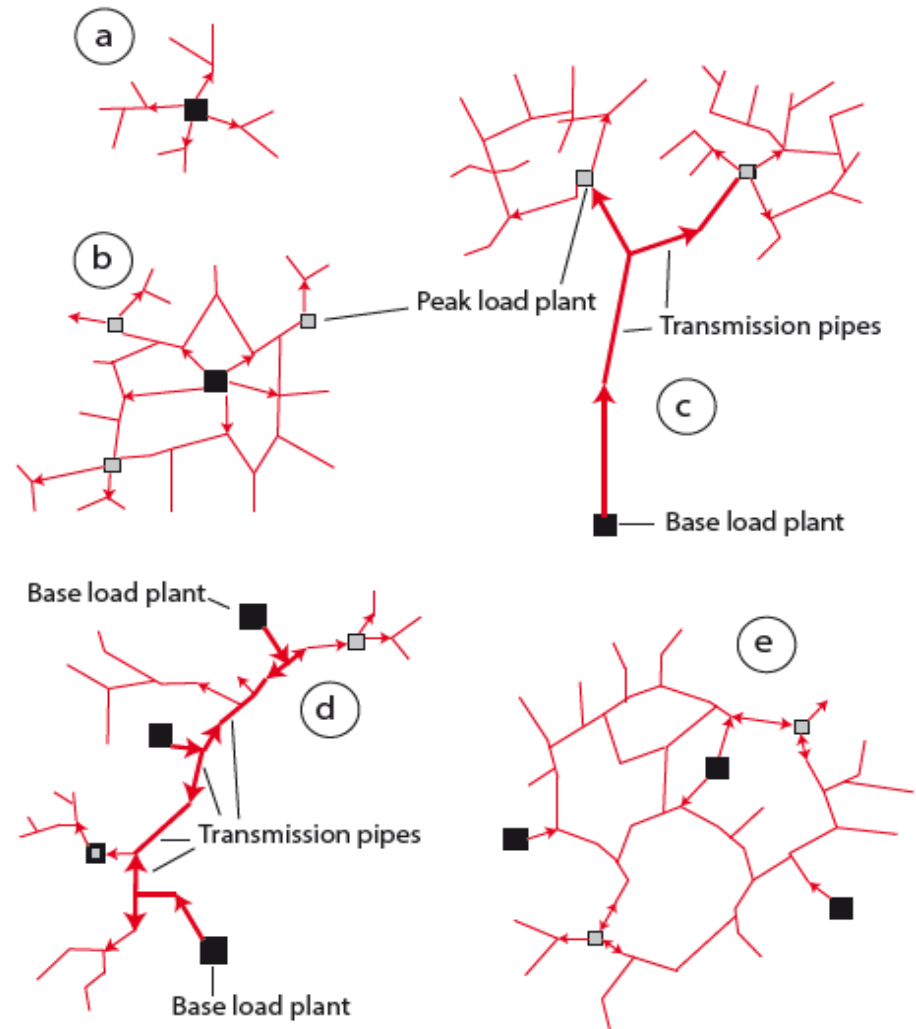
Grootschalig: primair net (hoge P en T) en secundair net (lage P en T)

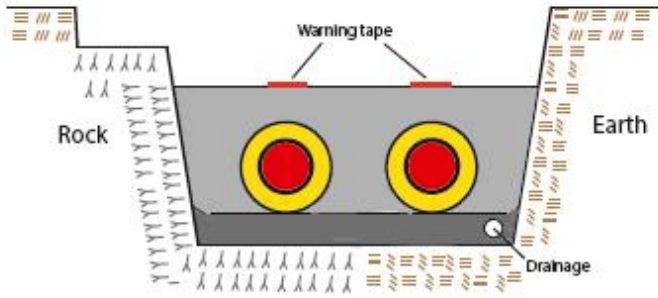
Warmte overdracht via Overdracht Station (OS)



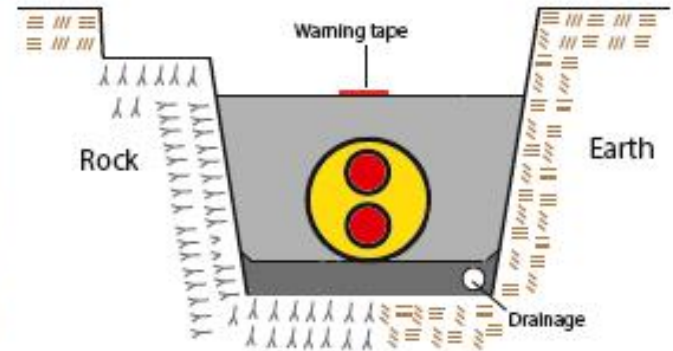
## Complex planningsproces:

- Eenvoudig net voor een wijk, of stedelijke voorziening?
- Toekomstige uitbreidingen
- Onderlinge verbondenheid?
- Centrale en decentrale warmtebronnen
- Plaatsing pieklastketels en temperatuur “boosters”:
  - Temperatuurborging “end of pipe”
  - Minst geïsoleerde woningen bepalend voor temperatuurniveau
- Warmtevraag nu en in de toekomst i.v.m. toenemende woningisolatie
- Optimale diameter keuze nu en in de toekomst
- Langste route bepalend voor pompvermogen





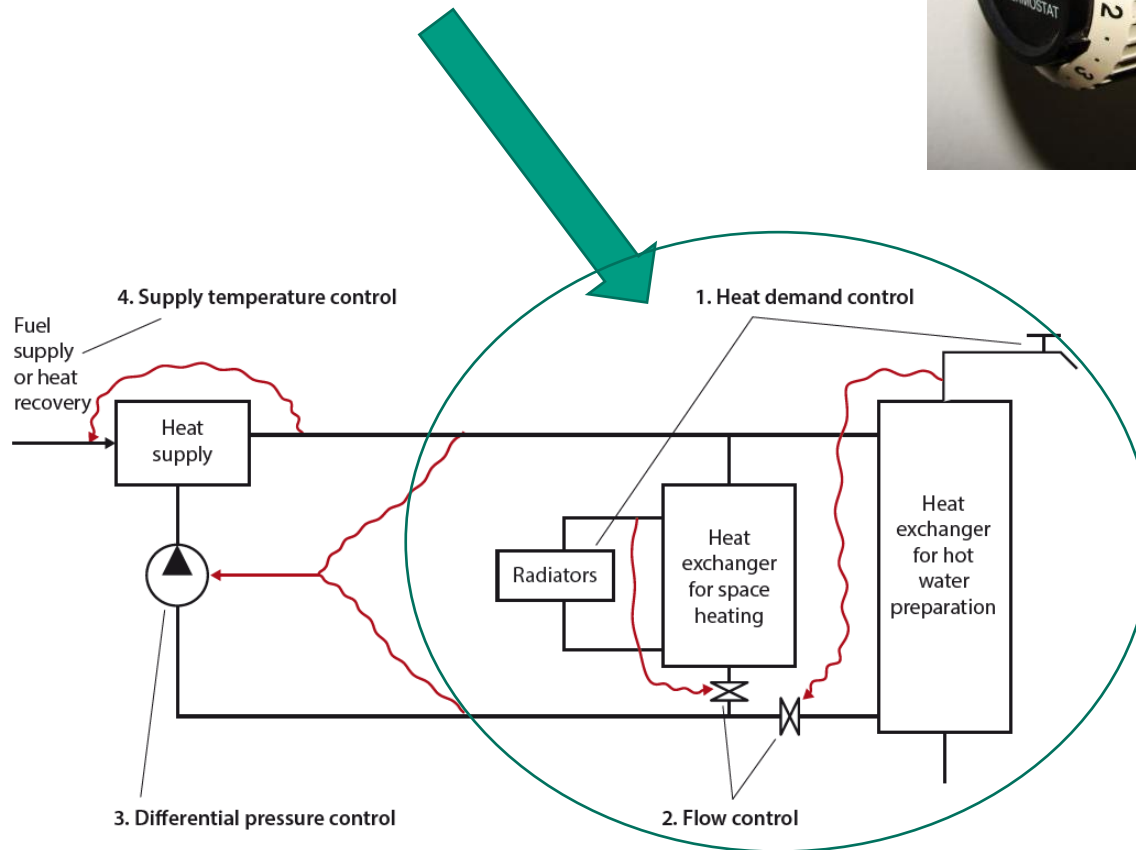
**FIGURE 8.40** Top: Laying two pipes made of pre-joined sections. Source: Isoplus. Bottom: Standard trench profile. Left half: Laying pipes in bedrock; right half: Laying in earth (it is understood that in the two kinds of embedding the cross-sections will be symmetrical). Sources: Isoplus & Swedish District Heating Association.



**FIGURE 8.41** Left: Laying twin pipes joined within a trench. Photo: S. Werner. Right: Standardised trench. Source: Swedish District Heating Association.

## Regeling bij substation/ afleverset

1. Regeling warmtevraag in gebouw: thermostaat
2. Flowregeling in afleverset



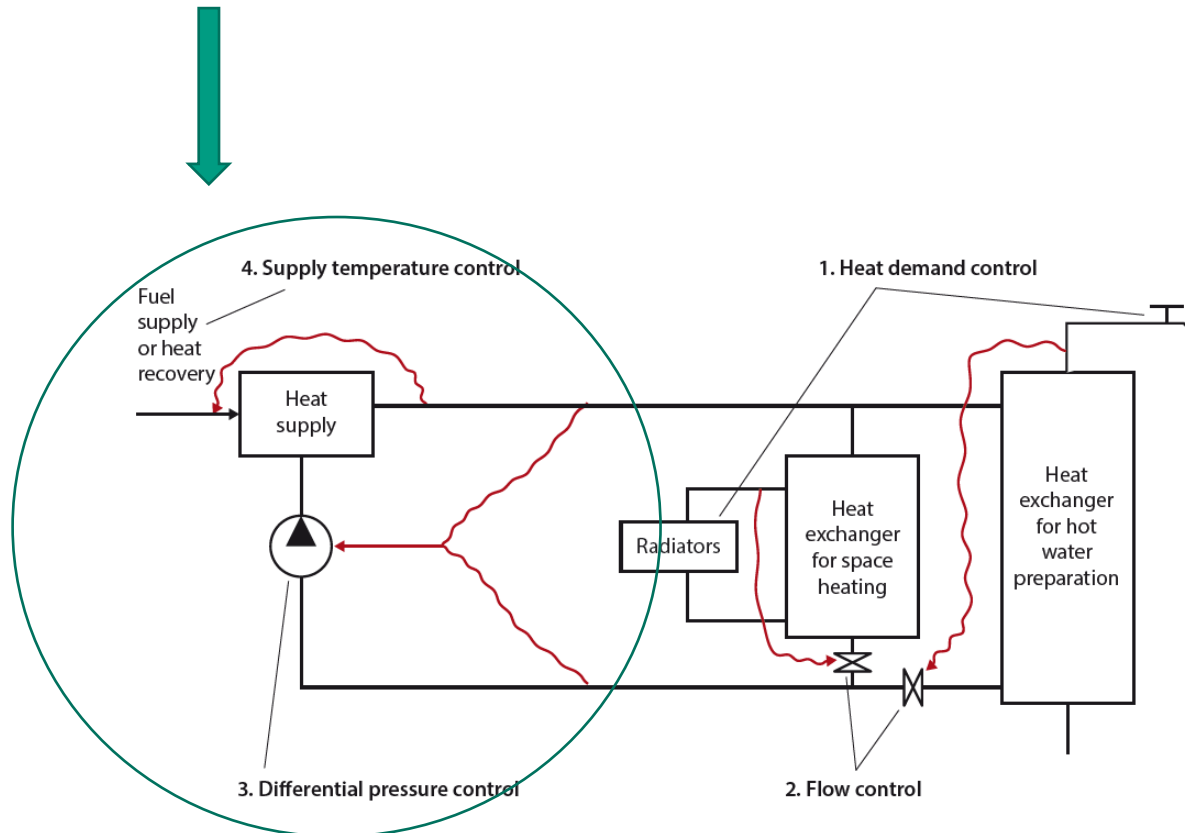


## Verschildruk regeling

circulatiepomp wordt aangestuurd door verschildrukregelaar

## Regeling aanvoertemperatuur

brengt terugkerende stroom weer op juiste aanvoertemperatuur



## Uitgangspunten temperatuurregeling:

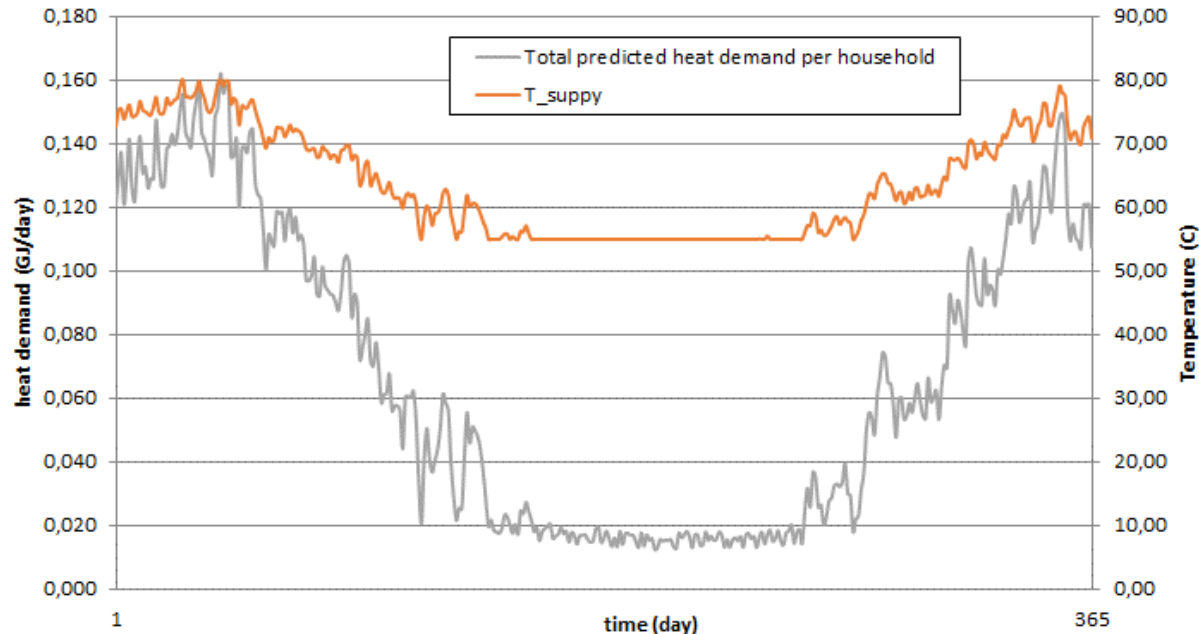
- aanvoertemperatuur niet hoger dan noodzakelijk ivm warmteverlies
- Retourtemperatuur zo laag mogelijk

Maximaal verschil tussen aan- en afvoertemperatuur leidt tot

- kleine massastromen (minder pompvermogen)
- kleinere pijpdiameters

## Optimalisaties:

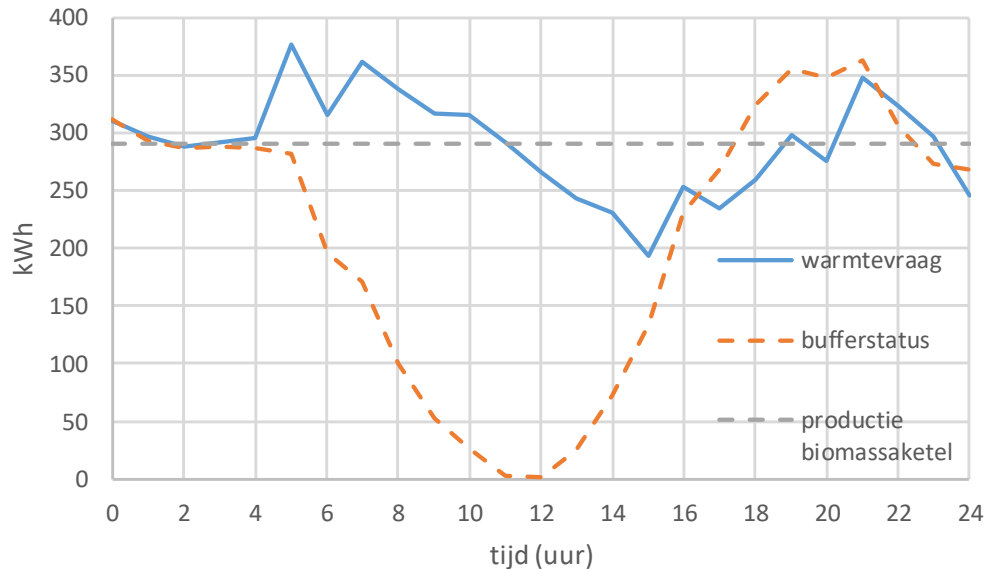
- afstemmen temperatuurniveau op de condities
- Vraagsturing om piekvraag te voorkomen



## Efficiënte inzet warmtebronnen en thermische opslag

Buffer voor dagelijkse/wekelijkse variatie warmtevraag

Aansturen van b.v. biomassaketel en bufferstatus op basis van verwachte warmtevraag



# Dank voor uw aandacht!

