

Warmtepomp



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

- Introductie
- Werking warmtepomp
- Voorbeelden toepassing
- Vragen



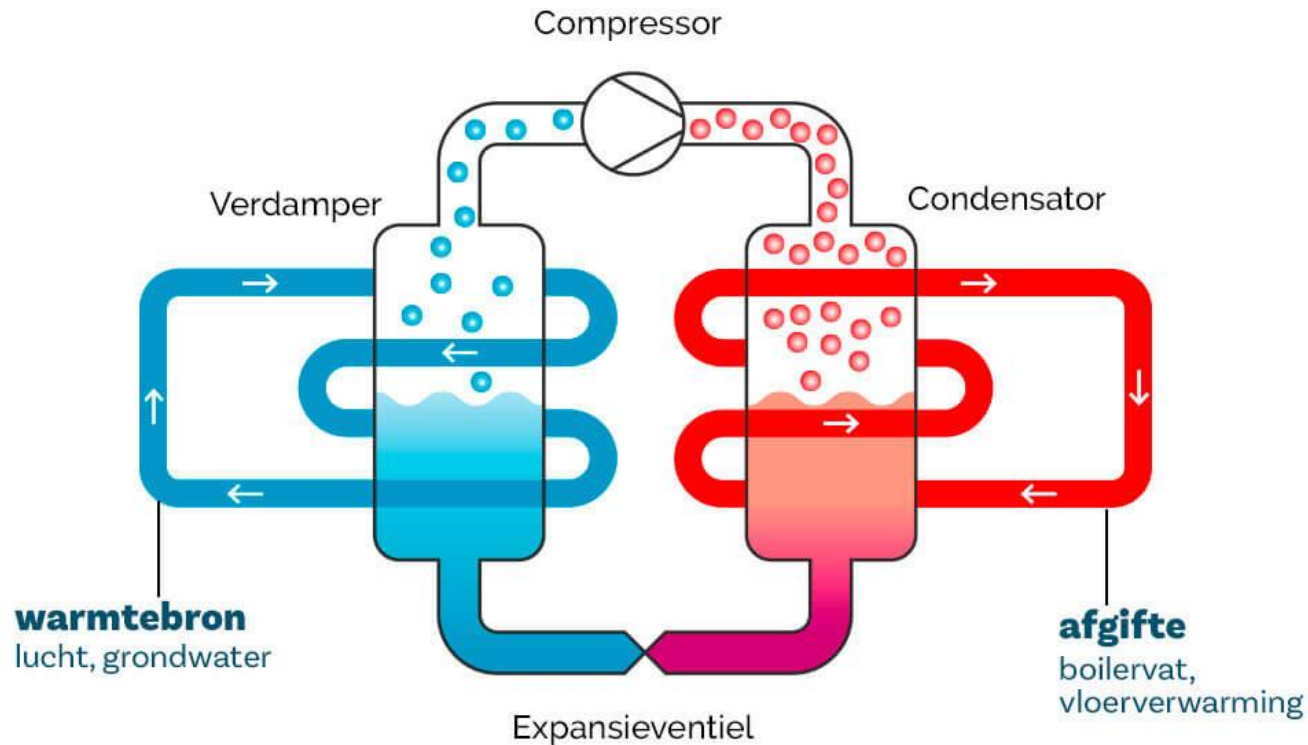
Erik Bax

Adviseur Energie en CO₂-emissie



Principe compressie warmtepomp

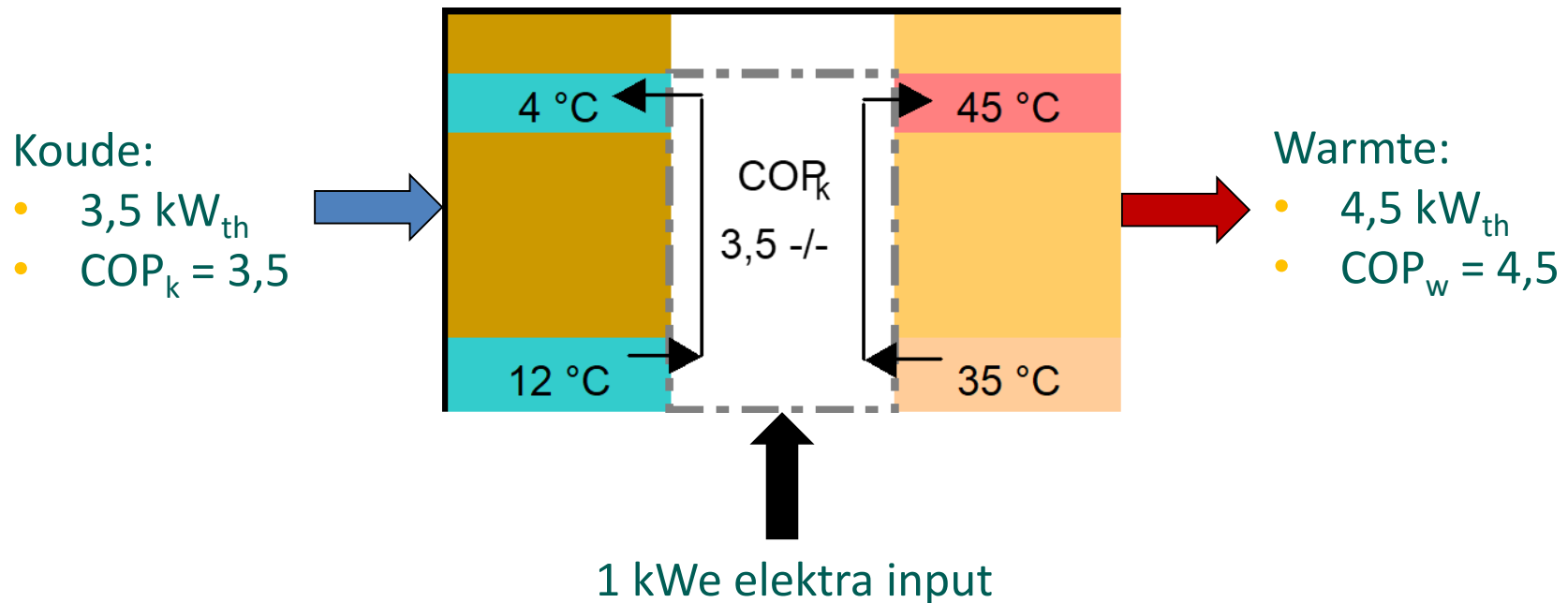
- 'Omgekeerde koelmachine'
- Werkt meestal op elektriciteit
- Onttrekt energie uit vloeistof of omgeving
- Geeft onttrokken energie op een hogere temperatuur af



Principe compressie warmtepomp

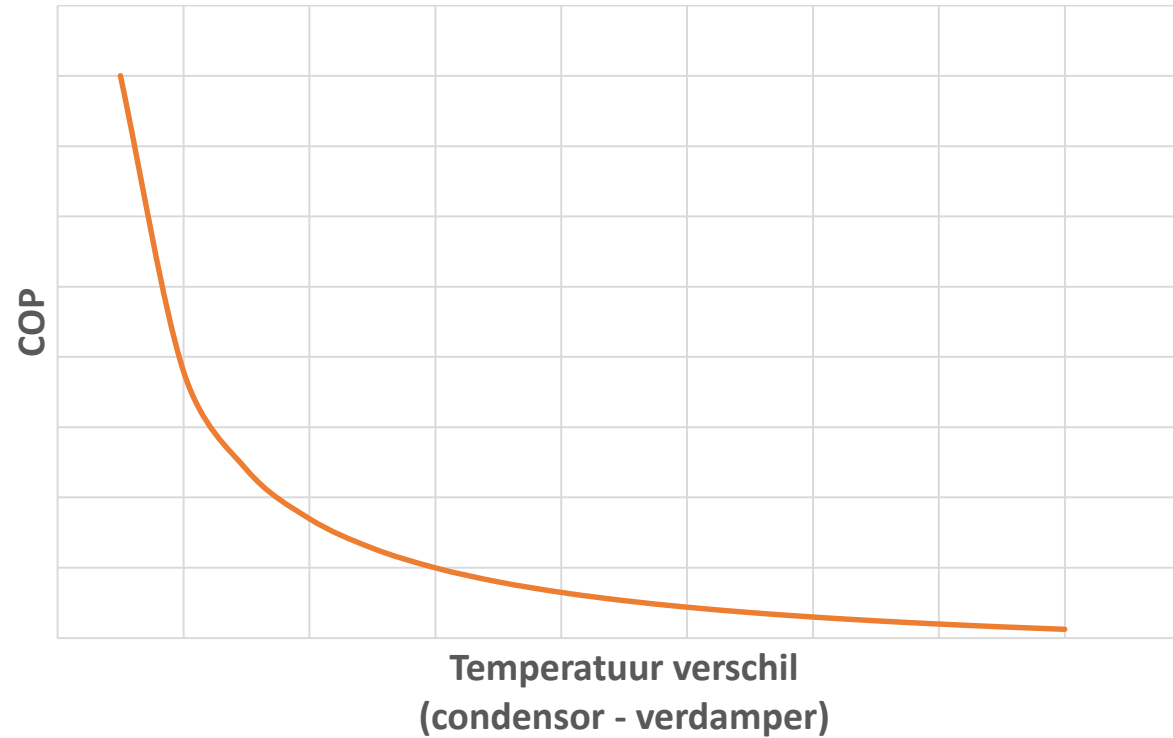
- Energie input WP is minder dan hoeveelheid output energie
- Verhouding tussen afgegeven thermisch vermogen en opgenomen elektrisch vermogen is COP
- COP is afhankelijk van te overbruggen temperatuurverschil en rendement van de installatie
- COP veel hoger dan van E-boiler

Coëfficiënt of performance (COP)



1 m³ gas geeft ca. 8,79 kWh warmte en kost met WP dus 2 kWh (8,79 kWh / COP 4,5 = 1,95 kWh_e)

Coëfficiënt of performance (COP)



COP daalt naarmate temperatuurverschil condensor en verdamper stijgt

Coëfficiënt of performance (COP)

COP afhankelijk van te overbruggen temperatuurverschil

- Hoogste temperatuur condensor voor warmte output
- Laagste temperatuur verdamper voor koude output

Nodig voor verwarming:

- Omgevingswarmte of warmtebron om energie aan te onttrekken
- Warmtebronnen:
 - lucht, buitenlucht of kaslucht
 - water bv. zeewater, oppervlaktewater
 - bodem d.m.v. aquifers
 - aardwarmte
 - rookgassen WKK
 - datacenters
- Verwarmingssysteem geschikt voor laagwaardige warmte (35°C - 45°C)

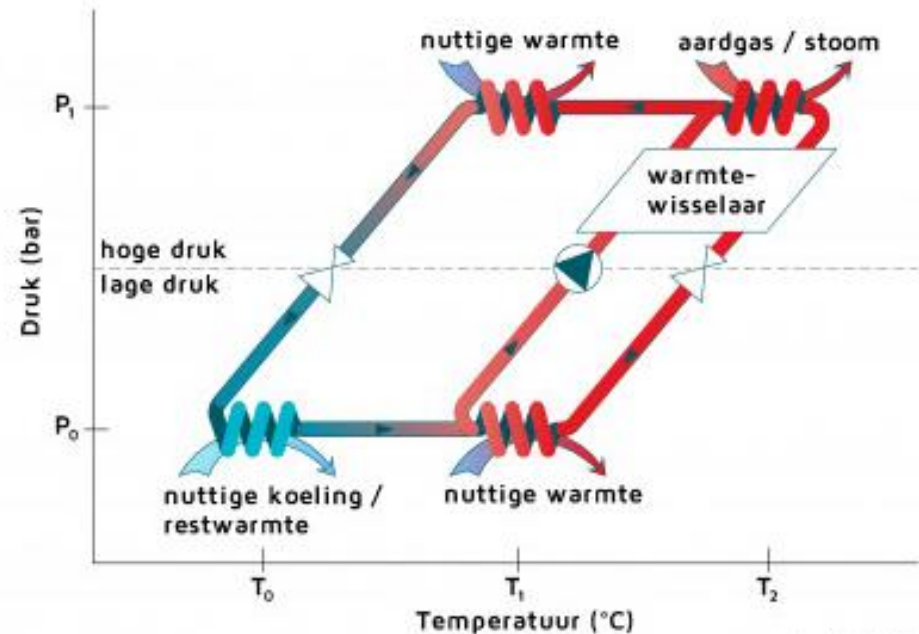
Absorptie warmtepomp

Warmtepomp gedreven door warmte i.p.v. elektrische energie bijv:

- Zonthermie
- Geothermie
- Gas (meestal)
- Restwarmte

Kenmerken Absorptie WP:

- COP tussen 1,5 – 2,5
- warmte van maximaal 70 °C
- Koeling rookgassen WKK
- Geschikt indien er naast warmte ook koude vraag is



Warmtekosten

Voorbeeldberekeningen warmtekosten per m³ aeq excl. kapitaalslasten

	huidig	2024	2025	2026
gasprijs	€ 0,67	€ 0,70	€ 0,56	€ 0,40
heffing ketel gas	€ 0,04	€ 0,08	€ 0,28	€ 0,30
heffing wkk gas	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,14	€ 0,15
Elektriciteitsprijs	€ 129,00	€ 172,00	€ 148,00	€ 117,00
heffing + transport elektra	€ 50,00	€ 55,00	€ 60,00	€ 65,00
onderhoud wkk per MWh	€ 10,00	€ 10,00	€ 10,00	€ 10,00
onderhoud WP per MWh	€ 2,00	€ 2,00	€ 2,00	€ 2,00
COP WP	4	4	4	4
kosten warmte ketel	€ 0,71	€ 0,78	€ 0,84	€ 0,70
kosten warmte wkk	€ 0,49	€ 0,24	€ 0,41	€ 0,34
kosten warmte WP	€ 0,39	€ 0,50	€ 0,46	€ 0,40

Indicatie investeringen

Warmtepomp

- Investering → 250 €/kW

Warmte koude opslag (WKO)

- Investering → € 100.000 - € 150.000

Verwarmend oppervlak (VO)

- Investering → 5 €/m²

Warmtewinning/ventilatie systemen

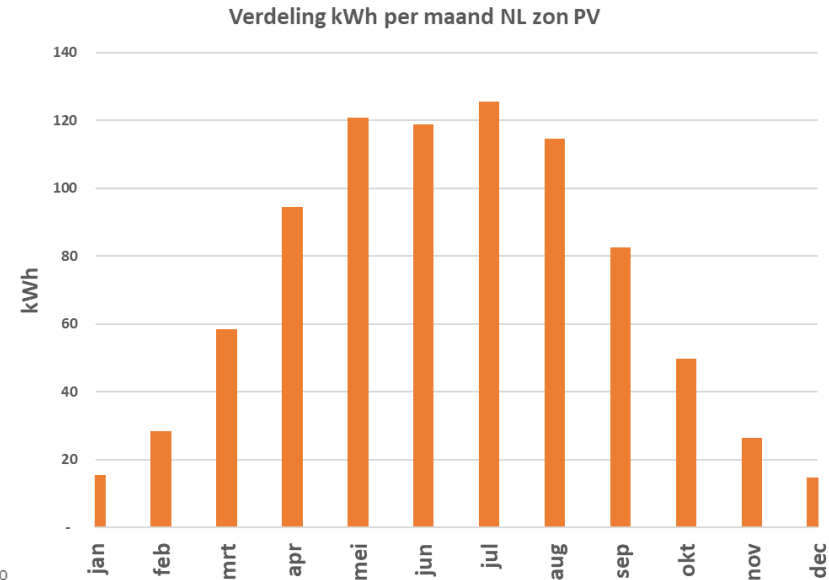
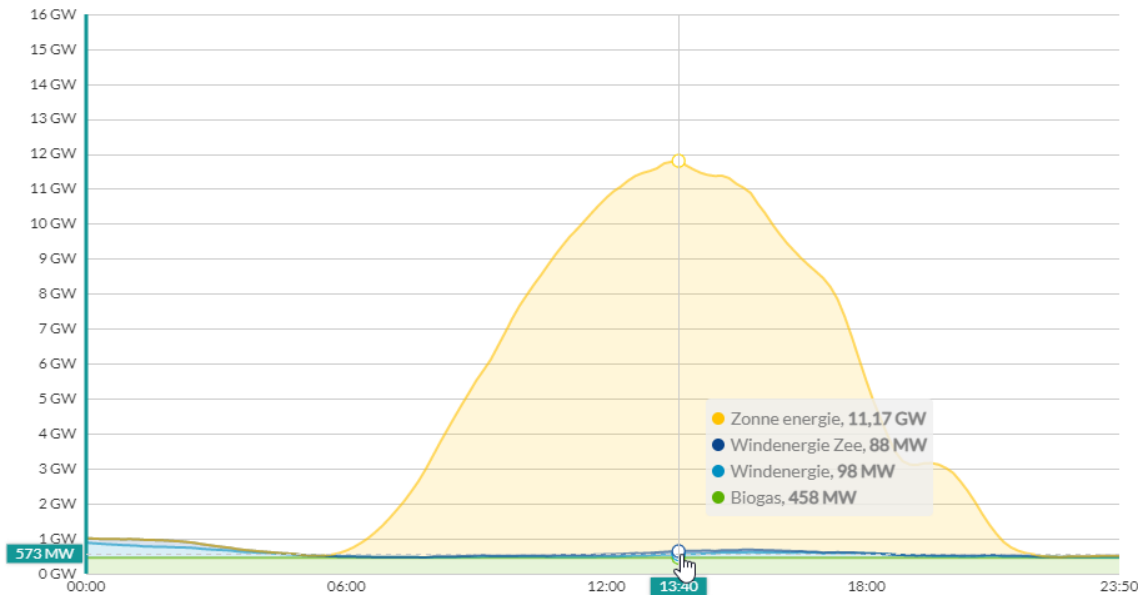
- Investering → € 10-25/m²

Voorbeelden inzet Warmtepomp

- Rookgassen van wkk of biomassaketel
- Kaskoeling
- Klimaatcellen
- Kaswarmteterugwinning
- Aquathermie
- Verder uitkoeling aardwarmte
- Ondiepe geothermie (opwaarderen)
- Zonthermie
- Datacenters
- Buitenlucht

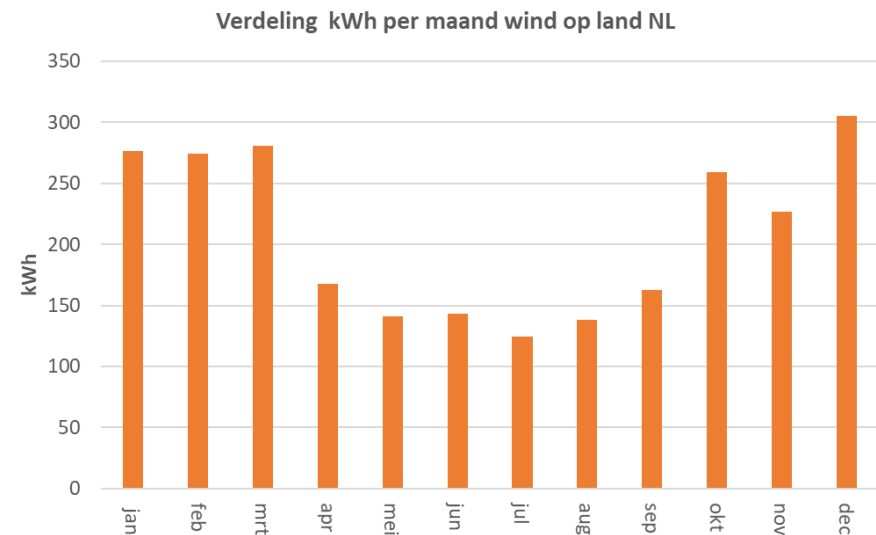
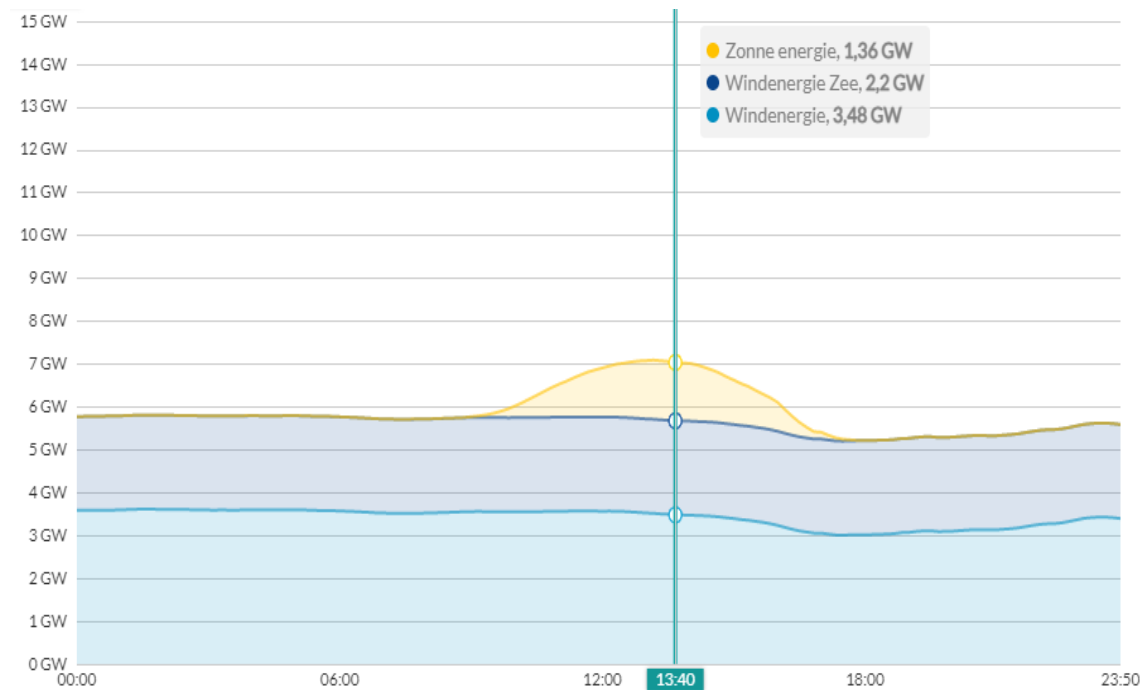
Duurzame opties zon

- Zonnige dag met 11,17 GW vermogen piek opwekking door zon
- Relatief weinig vermogen met wind



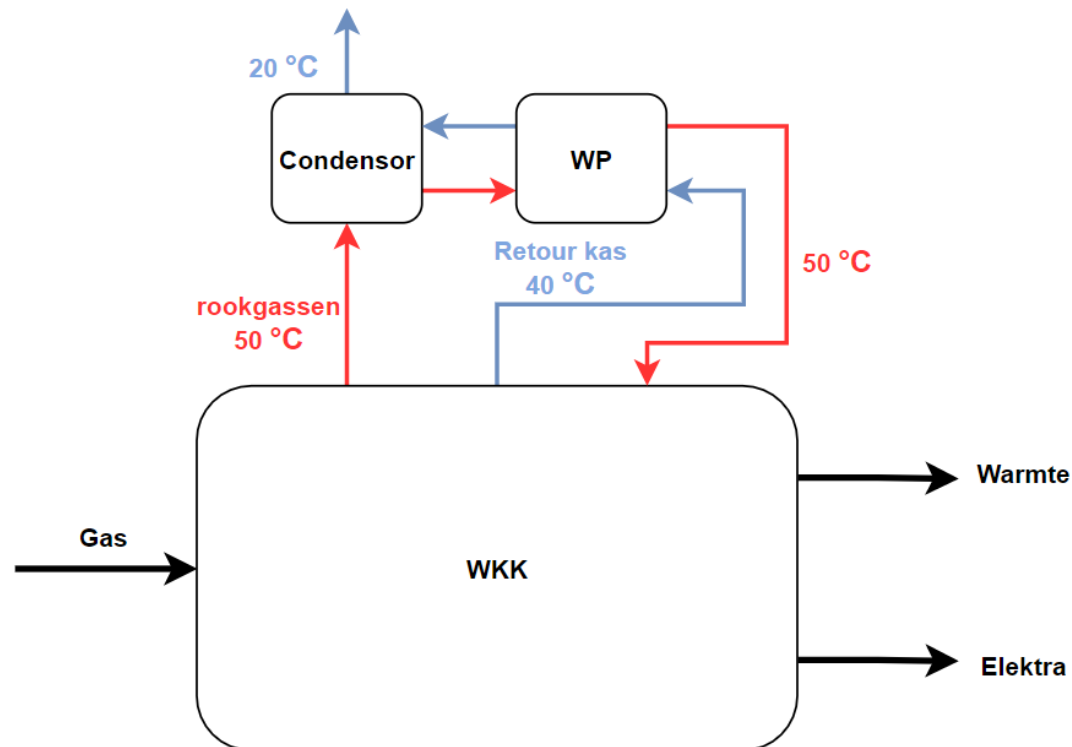
Duurzame opties wind

- Dag met veel wind ca. 6,0 GW opwekking door wind gedurende dag
- Windprofiel past beter bij profiel belichtende teelten dan zonprofiel



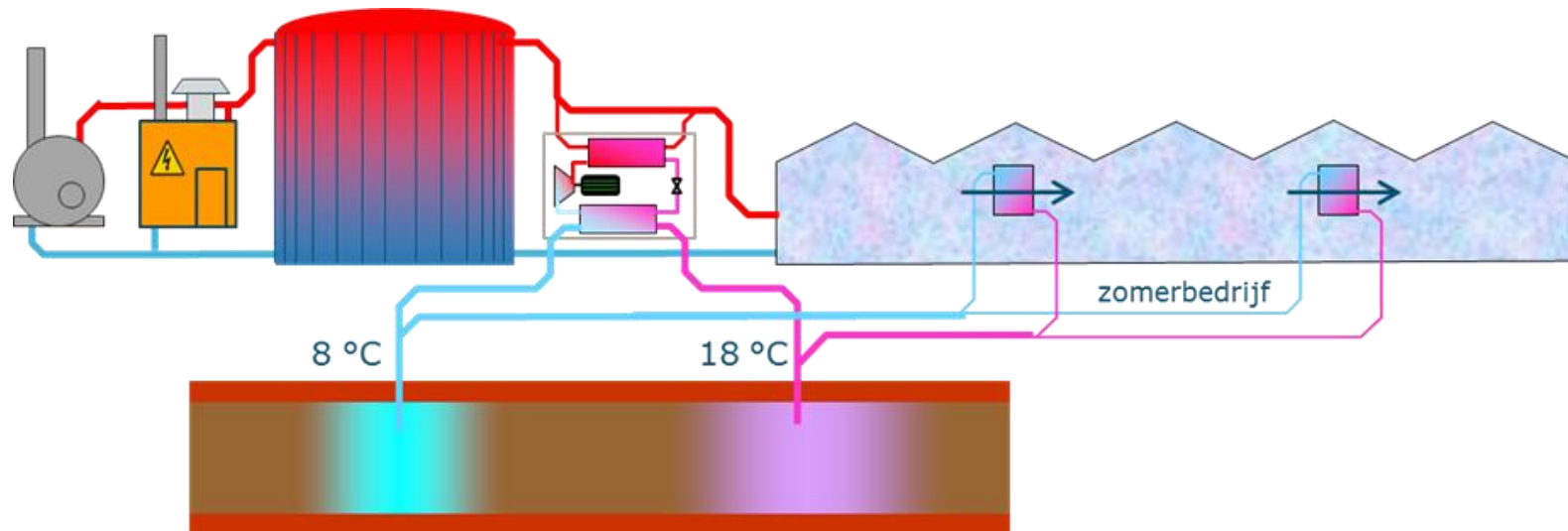
WKK met warmtepomp

- Koelen van de rookgassen
- Mogelijkheid van plaatsen rookgascondensator + WP in WKK
- Extra thermisch rendement (ca. 10%)
- Minder elektrisch rendement (ca. 3%)
- Indien extra warmte vraag benodigd is (flexibel)



Kaswarmte terugwinning

De warmte die wordt gewonnen in de zomer en opgeslagen in de WKO kan in de winter opgewaardeerd worden met een warmtepomp



Kaswarmte

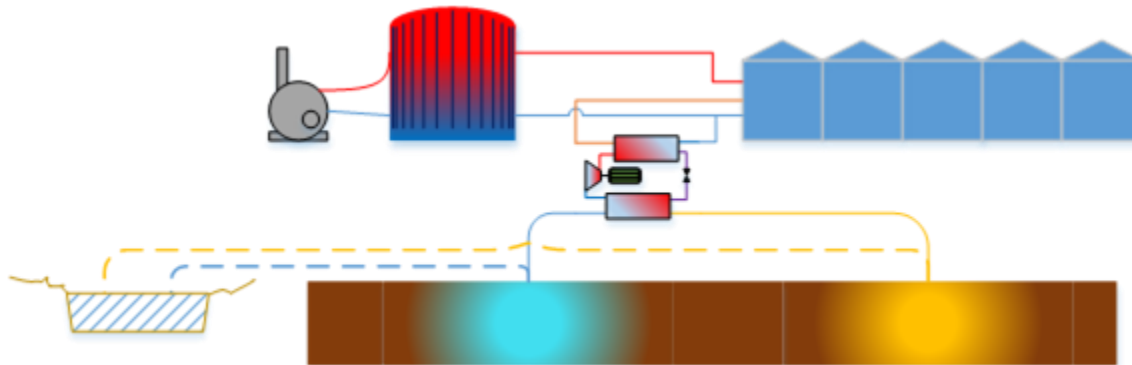
Extra deelsystemen kaswarmte systeem:

- Warmtepomp (WP)
- Warmte koude opslag (WKO), seizoensopslag van warmte
- Verwarmingssysteem geschikt voor lage temperatuur (LT) warmte (meer verwarmingsoppervlak benodigd)
- Warmtewinning systeem (luchtbehandelingskasten) →gelijktijdige vochtafvoer

Aquathermie + WP + WKO

- Warmtepomp
- Elektra nodig voor WP
- Verwarmingssysteem geschikt voor LT warmte
- Vereiste groot of stromend water in (directe omgeving)
- Bodem moet geschikt zijn voor WKO

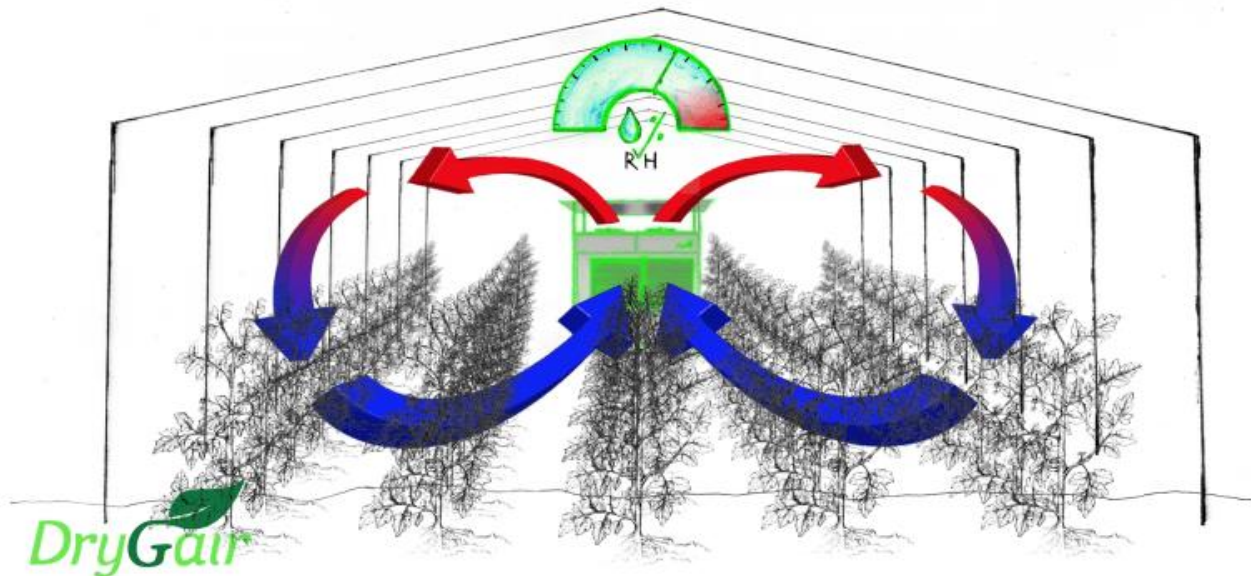
De warmte die wordt gewonnen in de zomer en opgeslagen in de WKO kan in de winter opgewaardeerd worden met een warmtepomp



Ontvochtiging

Voorbeeld DryGair:

- Luchtcirculatie
- Reguleren vochtigheid kas → Voorkomen vocht gerelateerde ziektes
- Verwarming en koeling
- Zuigt vochtige lucht op van de bodem en geeft warme lucht af



Datacenters

Datacenters

- Warmte tussen 20-25°C
- Geen beschikbaarheid van CO₂
- WKO om warmte in op te slaan
- Warmtepomp nodig om temperatuur op te waardenen
- Koude kant WKO koeling voor datacenter
- Te lage temperatuur voor direct gebruik in tuinbouw → warmtepomp nodig + Extra verwarmend oppervlak



Opslag

Buffers

- Dagelijkse opslag warmte en koude
- Effectief in combinatie met WP → draaien op gunstige uren, warmte en koude gebruiken op later moment

Warmte-koude opslag (WKO)

- Seizoensopslag
- Gecombineerd met Aquathermie , zonthermie of kaswarmte
- Tussen 50 en 500 meter diep
- Aquifers water voerende lagen, beperking temperatuur

Bij gebruik van aquifers als warmtebron moet deze opnieuw geladen worden om in balans te blijven en uitputting te voorkomen.

Vragen en discussie

