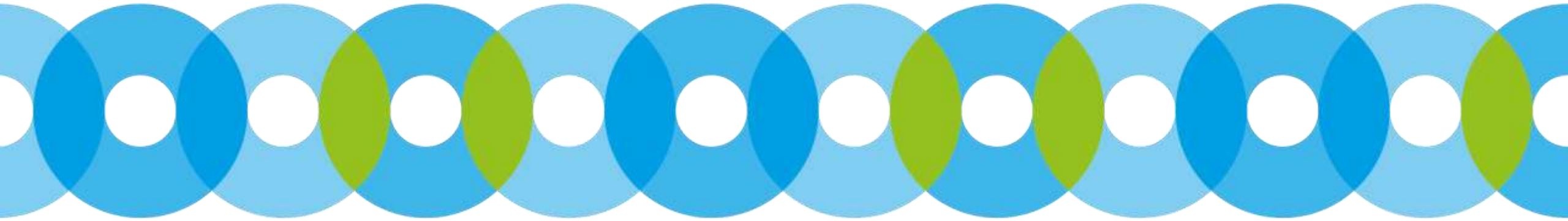


Smart Elektrificatie met HT-warmtepompen en MDR



Dinsdag 11 oktober 2022
René Waggeveld





Industrie

Chemie | Procesindustrie | F&B
| Rubber & Kunststof | Pharma |
Diervoeding | Papier & Karton



Land- en tuinbouw

Ondernemers & clusters |
Glastuinbouw Nederland |
Warmtenetten



Grootzakelijke markt

Overheid | Woningcorporaties |
Maatschappelijk vastgoed |
Commercieel vastgoed



Inhoud

Smart elektrificatie met HT-warmtepompen en MDR

- Waarom smart elektrificatie van de warmte?
- Ontwikkelingen hoogtemperatuur warmtepompen
- Ontwikkelingen MDR
- Praktijkvoorbeelden
- Conclusie
- Vragen



Waarom smart elektrificatie?

Smart elektrificatie met HT-warmtepompen en MDR

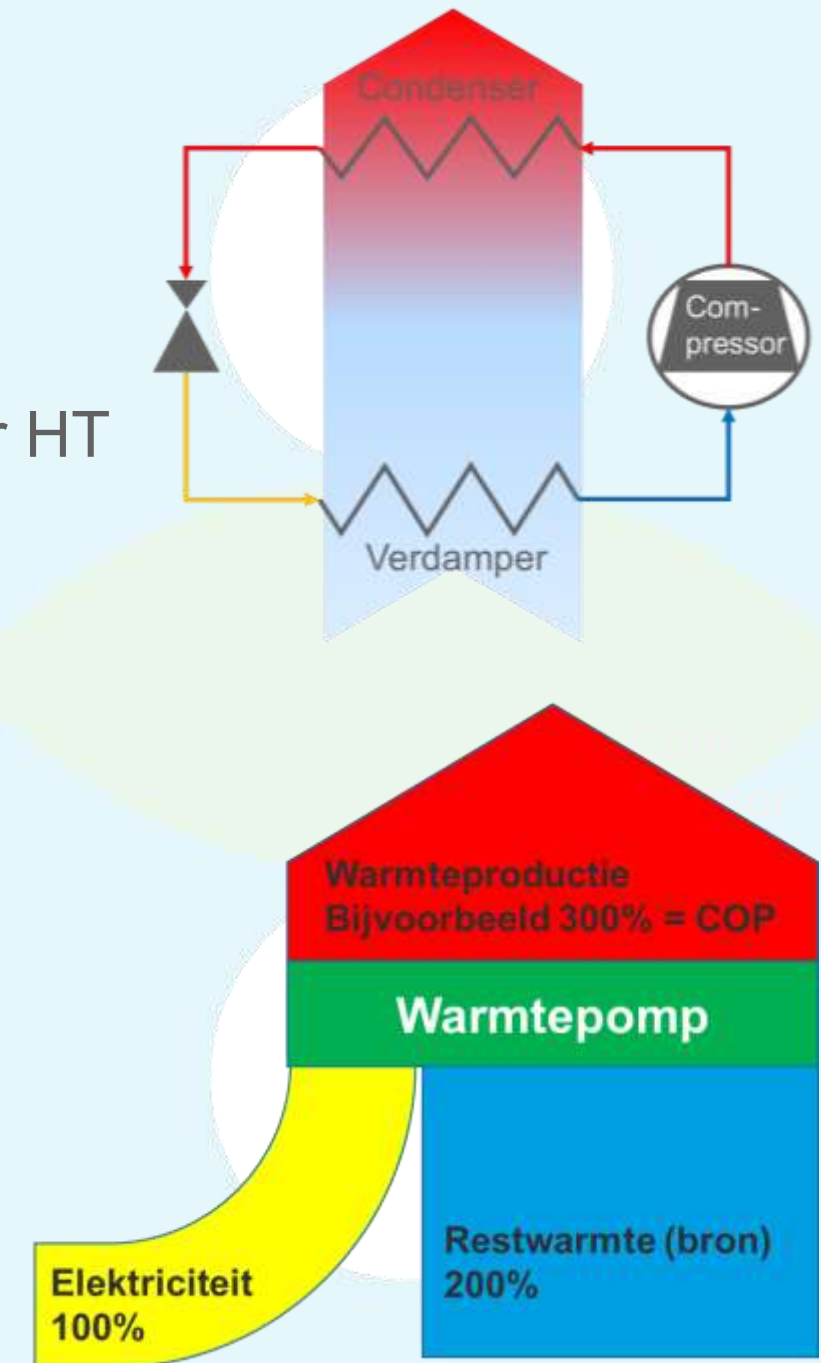
- Smart = slim, minder GJs energie nodig
- Reductie van CO₂ nodig en vereist (NL, EU)
- Toename in productie duurzame elektriciteit
- Switch van fossiel (aardgas) naar hernieuwbare energie
- Aardgas wordt relatief duurder
- ETS en Dutch Carbon Taks
- Kans voor verlagen energievraag en energiekosten



HT-warmtepompen

Basics

- Warmtepompen, 'pompen' warmte van LT naar HT
- Aanvoer van warmte aan verdamper op LT
- Warmte oogsten van de condensor op HT
- $COP > 1$
- Maakt gebruik van werkmedia/koudemiddelen
- Vaak elektriciteit als drijvende kracht
- HT= hoge temperatuur, $>100^{\circ}\text{C}$

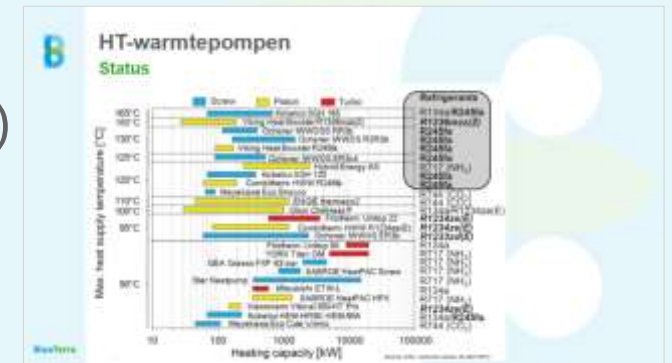




HT-warmtepompen

Status

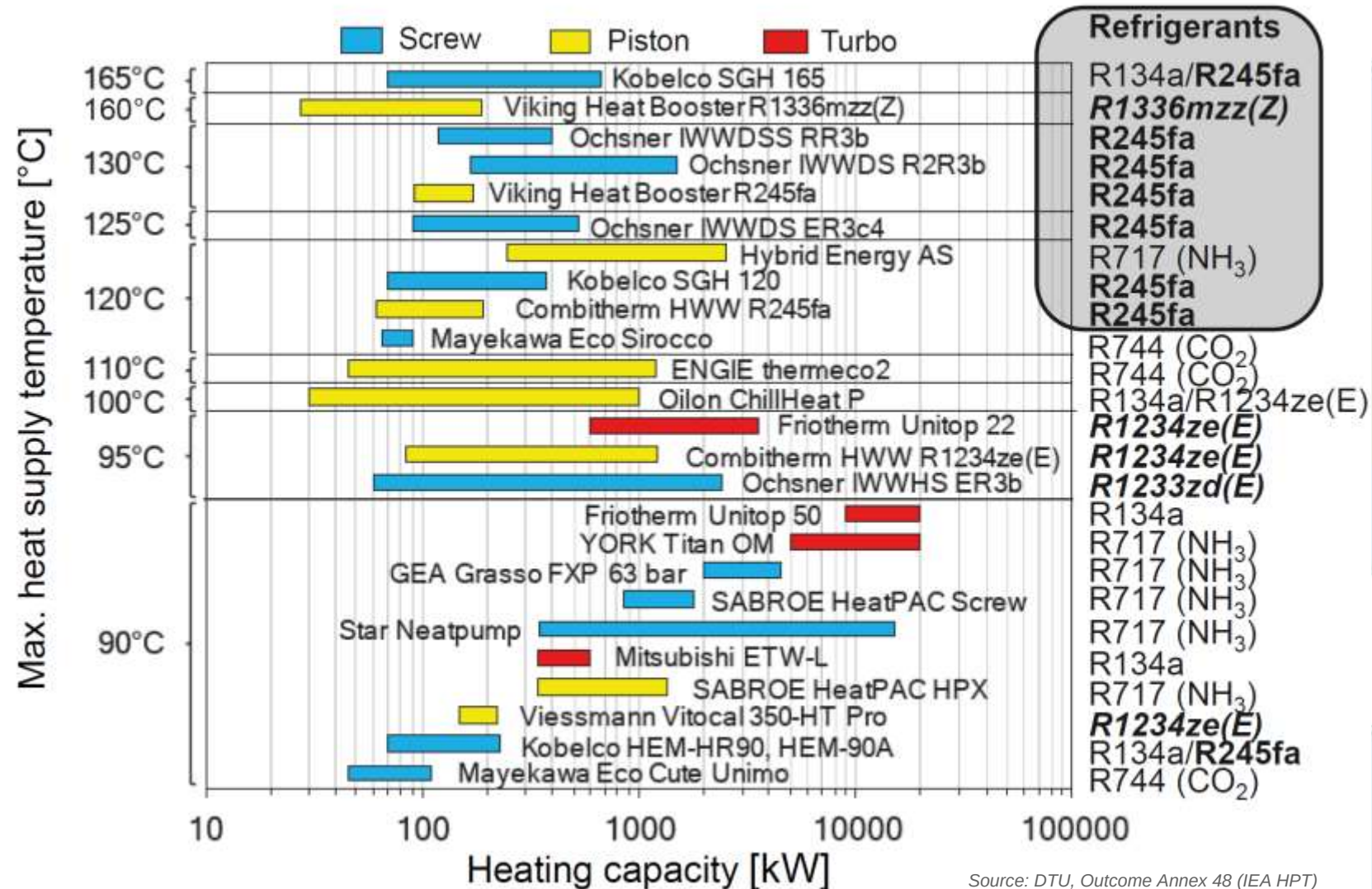
- Van oudsher warmtepompen doorontwikkelde koelcompressoren
- Maximale temperatuur vaak rond de 70-90°C
- Bewezen techniek
- Vanuit industrie vraag naar >100°C
- Andere koudemiddelen/werkmedia
 - Natuurlijke koudemiddelen (Ammoniak, CO₂ en Helium)
 - Synthetische (HC, HFCs en HFOs)
- Tot 120°C (beperkt) commercieel beschikbaar
- Uitrol van hogere temperatuur warmtepompen





HT-warmtepompen

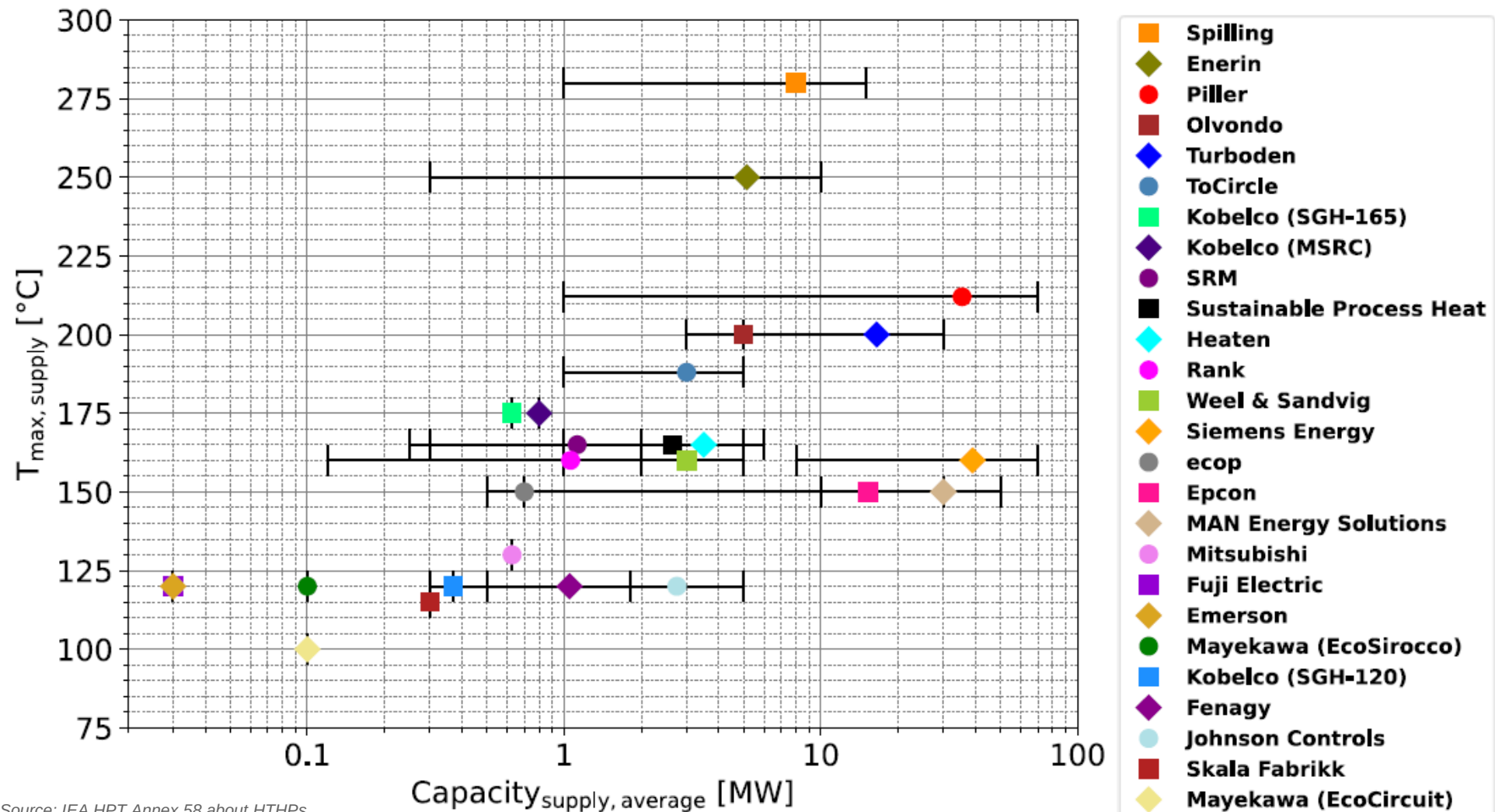
Status





HT-warmtepompen

Leveranciers en capaciteiten



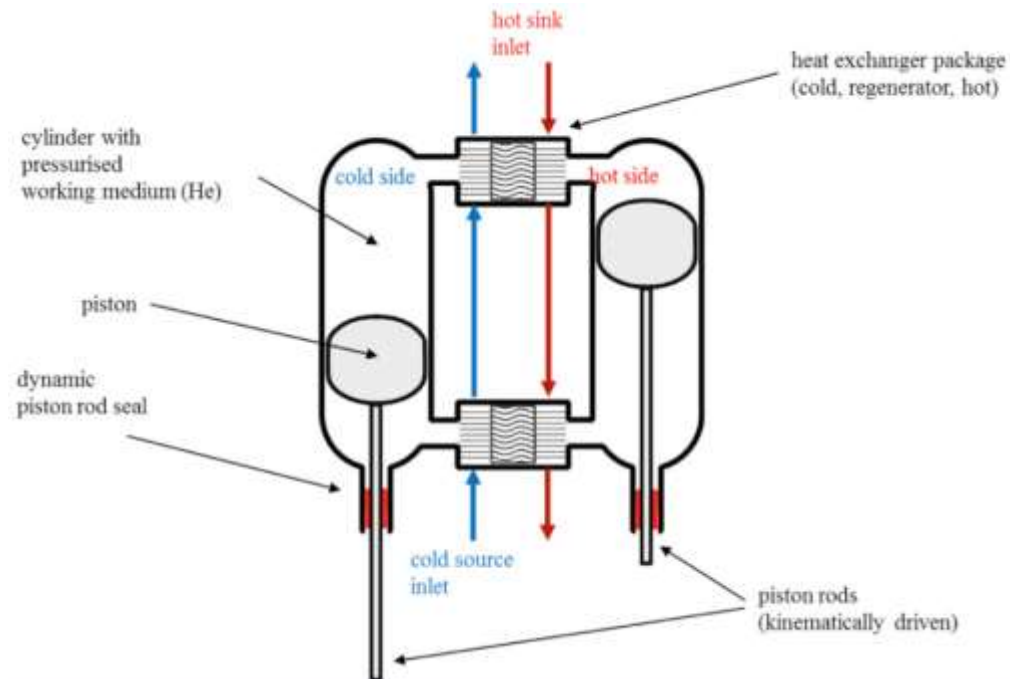
Source: IEA HPT Annex 58 about HTHPs



HT-Warmtepompen ontwikkelingen

Olvondo Stirling warmtepomp

- Gestandaardiseerde units (350 kWe)
- Helium als werkmedium (GWP/ODP 0)
- Temperatuurlift van >100 K in één stap





HT-Warmtepompen ontwikkelingen

SPH Thermobooster

- Zuigercompressor, 170 kWe
- HFO als werkmedium
- Leveringstemperatuur max 165°C
- Opvolger van Viking heat booster



© SPH



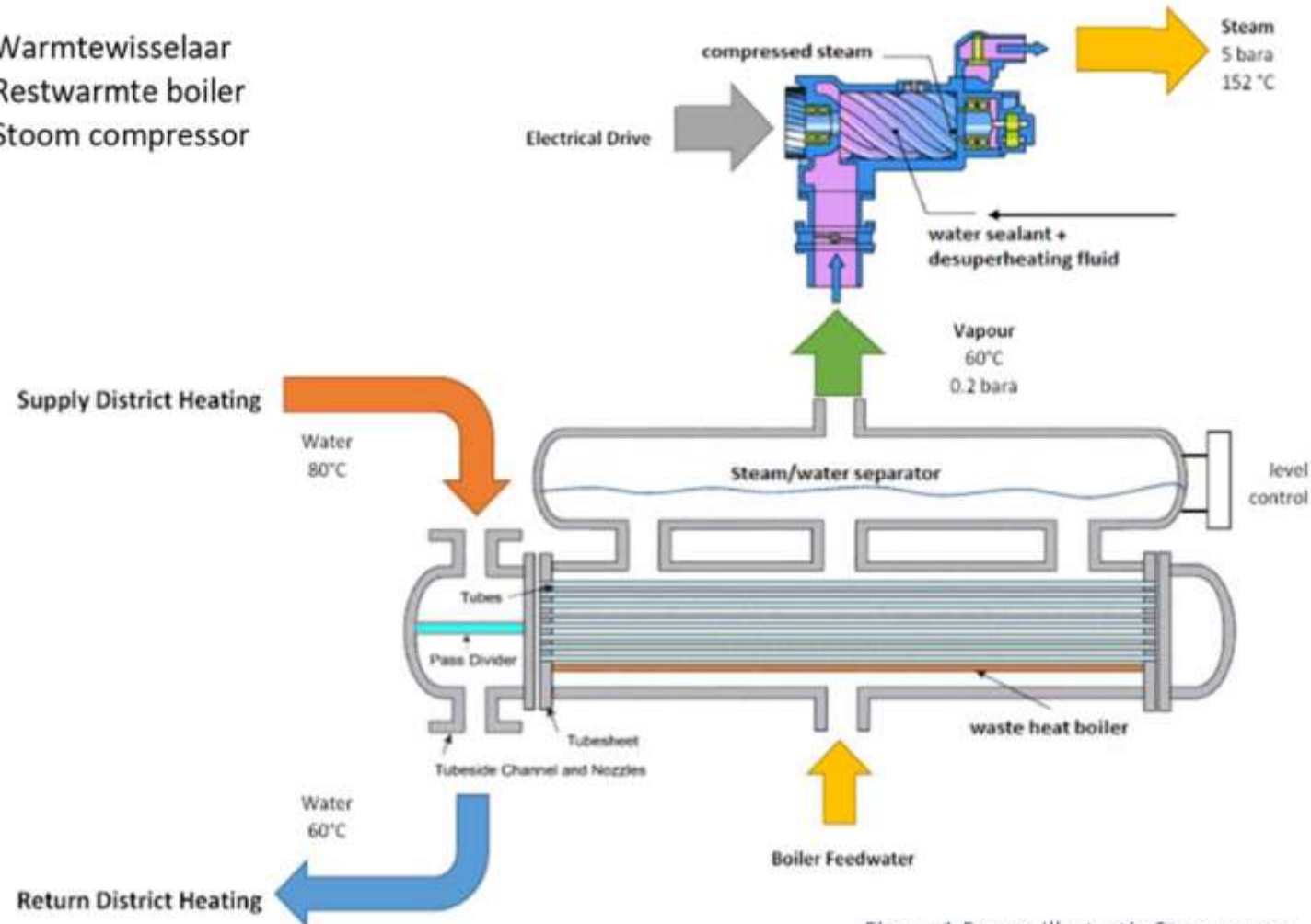
© SPH



HT-warmtepompen ontwikkelingen

Steampump (StandardFasel)

- Warmtewisselaar
- Restwarmte boiler
- Stoom compressor



Figuur 1 Proces Illustratie Steampump



HT-warmtepompen ontwikkelingen

2 MW HT-warmtepomp (Ochsner)

- Unit van 2 MW
- HFO als werkmedium
- Leveringstemperatuur max 150°C
- Wordt getest bij Carnot lab in Petten (TNO)





HT-warmtepompen toepassing

Voorbeeld opwaardering restwarmte

- Terugwinnen van restwarmte op laag niveau (35°C)
- Opwaarderen naar 120°C
- Warmtepomp (1 of 2 traps), overall COP = 2,6.
- Thermisch vermogen circa 3 MW.
- Mogelijke leveranciers: Ochsner, SPH, Johnson Controls
- Vergelijk COP met e-boiler (COP=1)



Mechanische damp recompressie

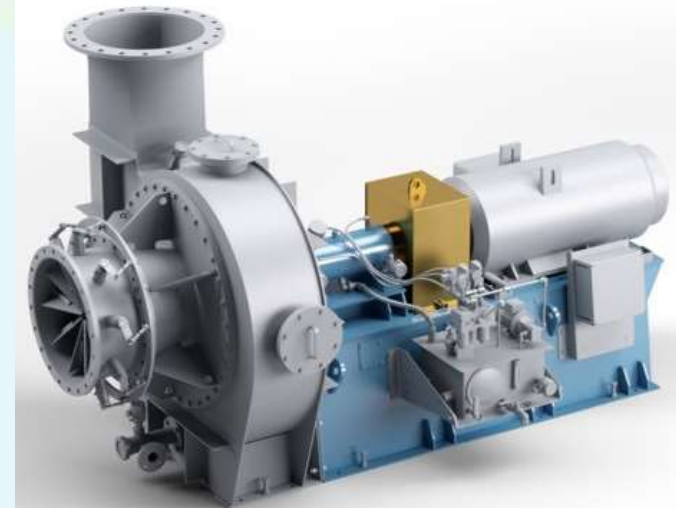
MDR



MDR

Basics

- Recompressie van damp
- Open warmtepomp (geen condensor/verdamper)
- Procesmedium kan gebruikt worden
- Overschot LD-stoom of potentie om LD-stoom te maken
- Hoge COP mogelijk (>10)
- Bewezen techniek
- Meerdere aanbieders





MDR apparatuur

Blowers, turbo fans en compressoren

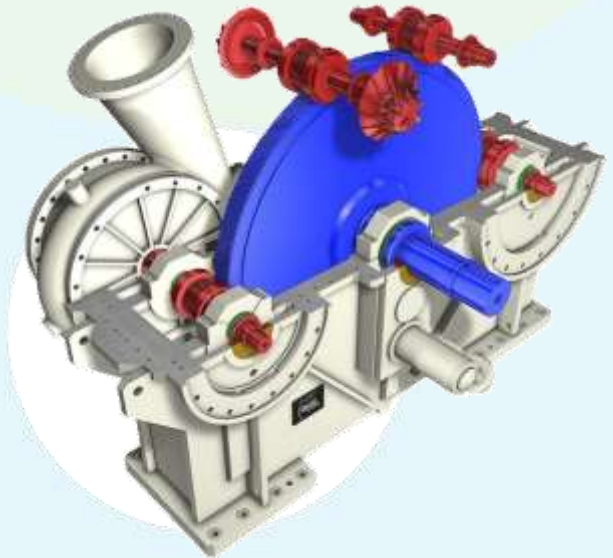
- (Roots) Blowers:
 - Flow: 1-5 t/h
- Turbo fans
 - Flow: 5-50 t/h
- Sub-atmosferisch tot 5 bar
- Zuigercompressor
 - Flow: 1-20 t/h
 - Hoge flow is meer cilinders
 - Druk: 1,5 tot 60 bar
- Turbocompressor
 - Flow 10-100 t/h
 - flow 5-50 t/h
 - Druk 1,5 tot 60 bar



ExVel turbo fan - Howden



Steam recompressor: Copyright © Spilling
Steam compressors since 1956



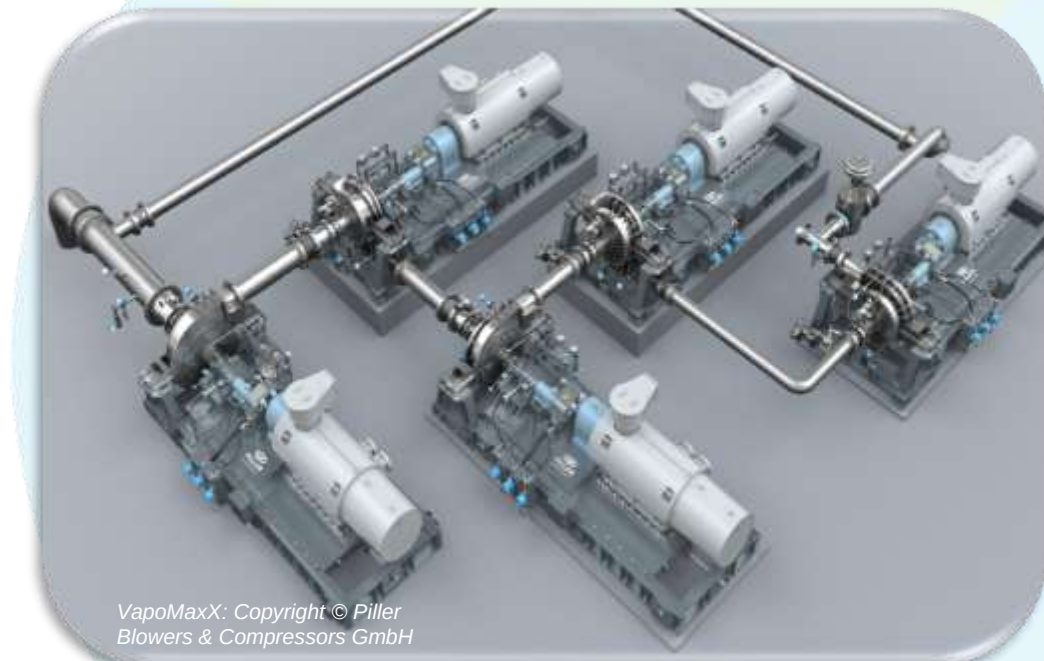
Steam recompressor: Copyright © Atlas Copco



MDR ontwikkelingen

Blower-compressor

- Combinatie van blower en compressor
- Zuigdruk sub-atmosferisch
- Persdruk tot 20 bar (215°C)
- Flow 5-55 t/h
- R 1.8 (per trap)
- Multistage configuratie mogelijk
- Leverancier: Piller (VapoMaxX)

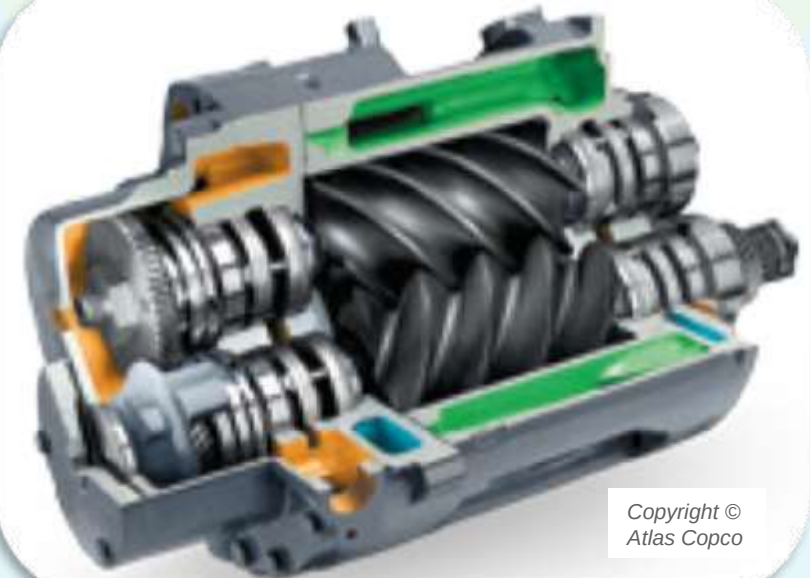




MDR ontwikkelingen

Schroefcompressor

- Druk sub atmosferisch tot 40 bar
- Flow 1-10 t/h
- R=3-4 per trap
- Leveranciers: Atlas Copco, Howden, SRM
- Nieuwe markt voor leveranciers

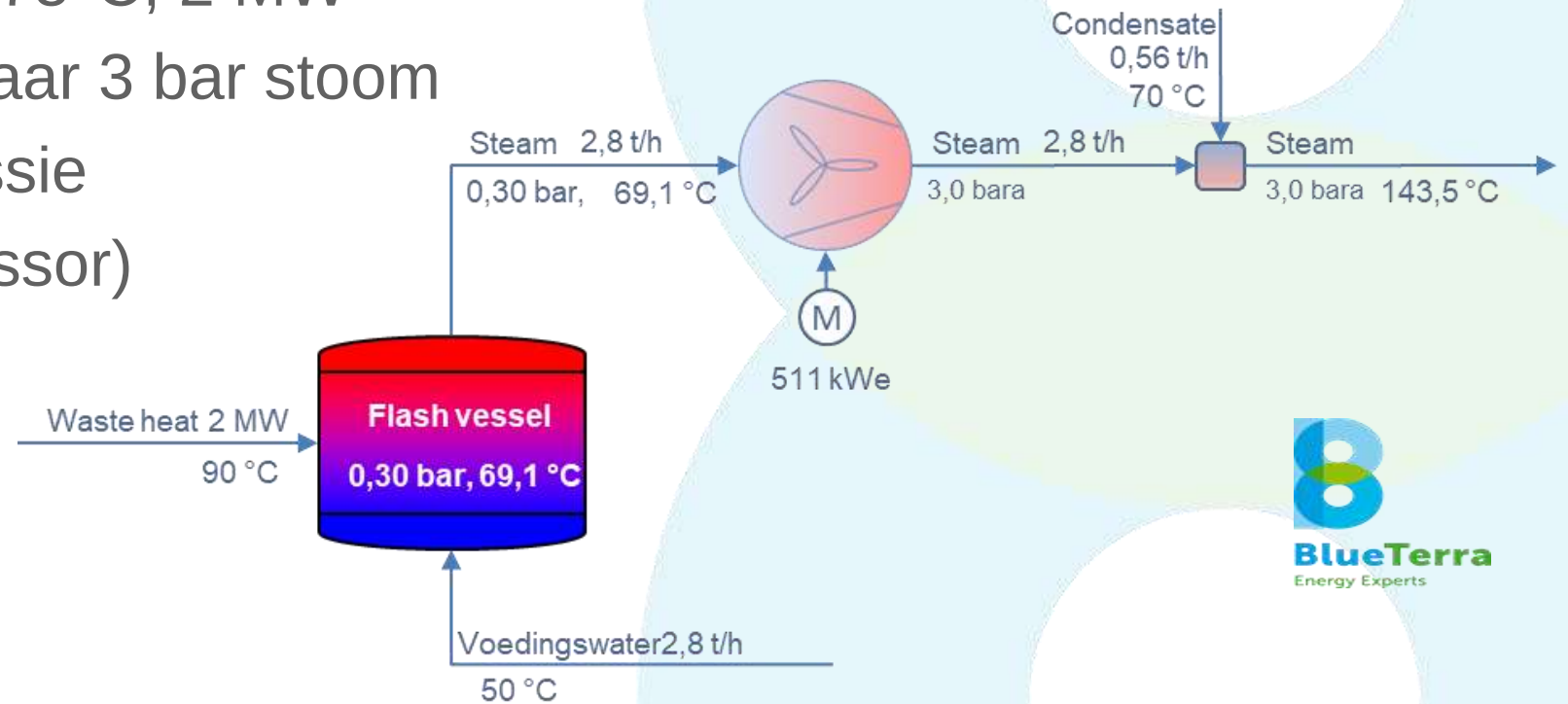




MDR toepassingen

Chemisch bedrijf

- Restwarmte 90-75°C, 2 MW
- Opwaarderen naar 3 bar stoom
- 2 traps compressie (schroefcompressor)
- COP = 5

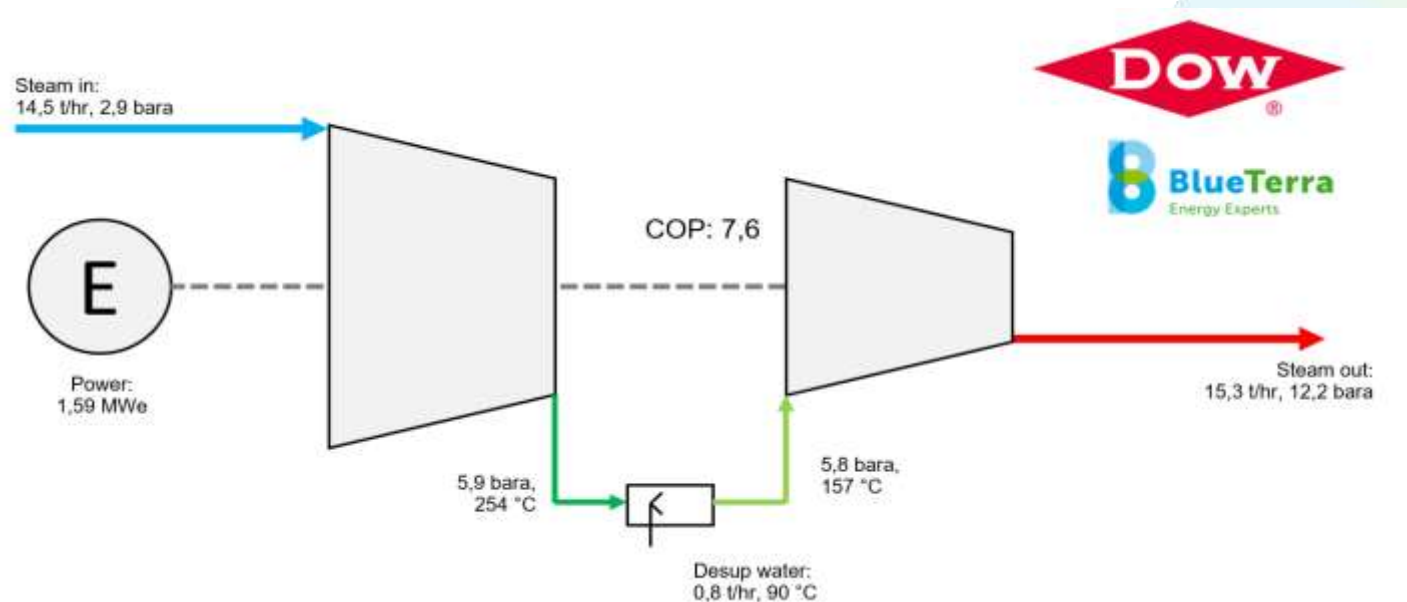




MDR toepassingen

DOW Terneuzen

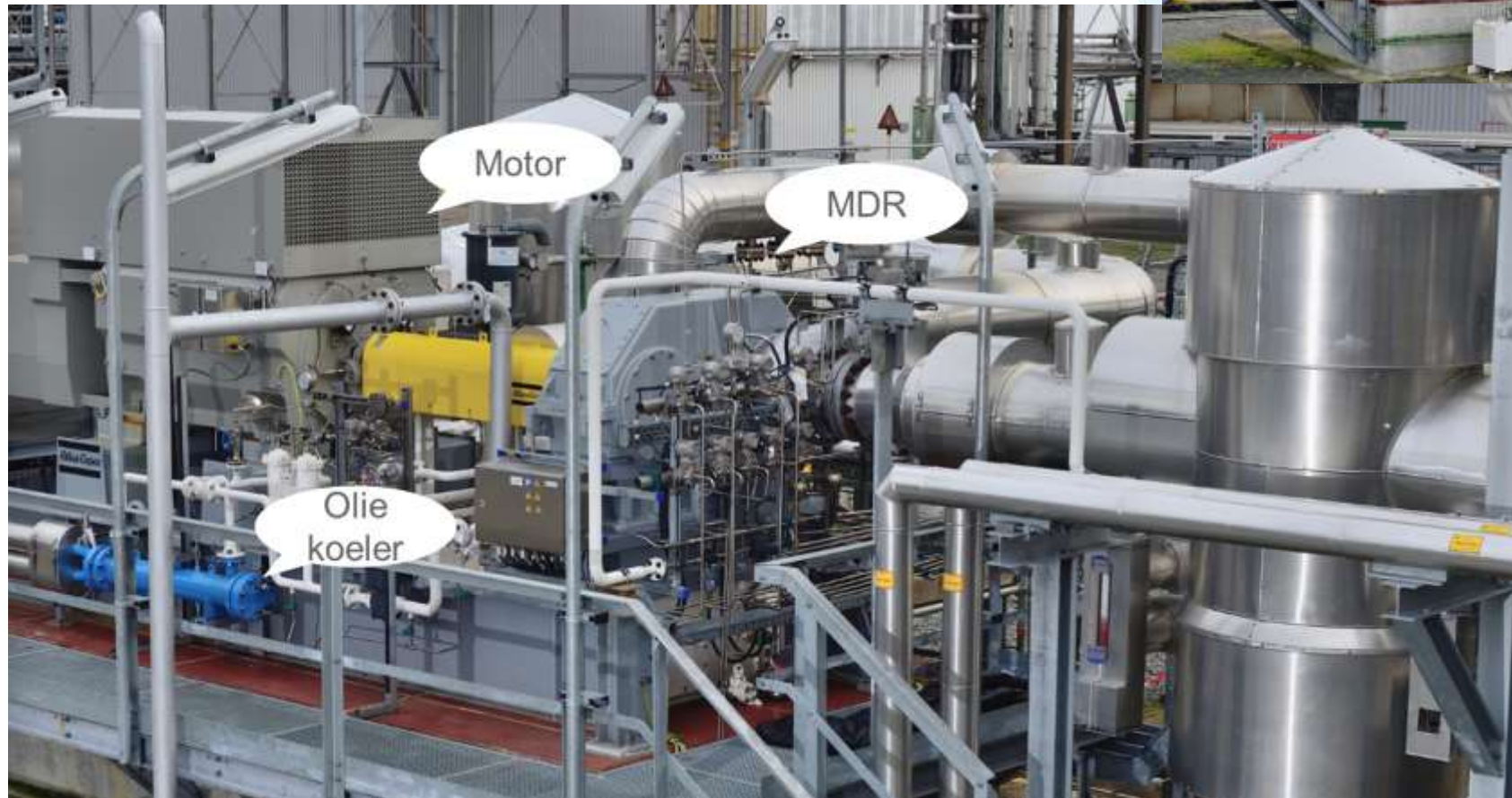
- Overschot LP-stoom (3 barg), vraag naar 12 barg stoom
- 14 t/h compressor geïnstalleerd (Atlas Copco Turbo Compressor)
- COP 7,6 tijdens 12 maanden monitoring
- Aardgasbesparing 10 miljoen Nm³ per jaar, CO₂-reductie 19 kton/jaar





MDR toepassingen

DOW Terneuzen





Smart elektrificatie met HT-WP en MDR

Conclusies

- HT-WP
 - Steeds hogere temperaturen mogelijk ($<200^{\circ}\text{C}$)
 - Doorlopend nieuwe leveranciers en werkmedia
 - Tot 120°C bewezen techniek
- MDR
 - Bewezen techniek voor opwaarderen van restwarmte tot $250\text{-}300^{\circ}\text{C}$
 - Nieuwe leveranciers en nieuwe toepassingen van bestaande techniek
- HT-WP en MDR groeien naar elkaar toe
- Kosteneffectieve oplossing voor decarbonisatie en verduurzaming



Smart elektrificatie met HT-WP en MDR

Vragen





BlueTerra

Energy Experts

BlueTerra Energy Experts is een onafhankelijk adviesbureau voor de industrie en grootzakelijke markt.

Wij adviseren al meer dan 30 jaar op het gebied van **energiebesparing** en **duurzame energie** vanuit een **integrale benadering**.