

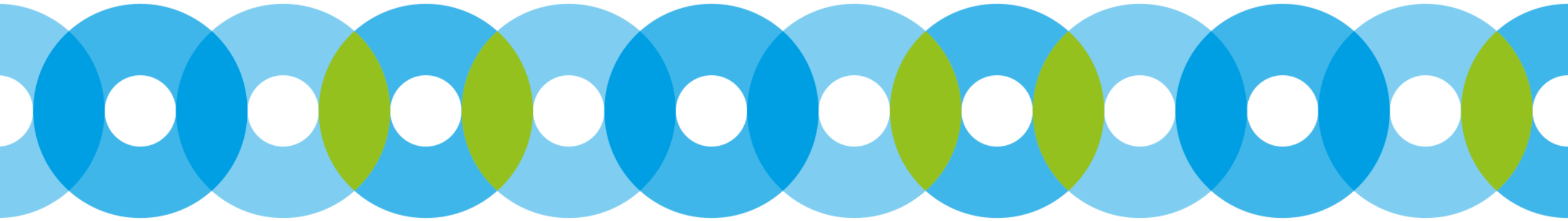


BlueTerra
Energy Experts

Empowering Sustainability



HT-warmtepompen en MDR: Actuele ontwikkelingen en toepassingen



Dinsdag 10 oktober 2023
René Waggeveld





Industrie

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



Land- en tuinbouw

Ondernemers & clusters |
Glastuinbouw Nederland |
Warmtenetten



Grootzakelijke markt

Overheid | Woningcorporaties |
Maatschappelijk vastgoed |
Commercieel vastgoed



Inhoud

HT-warmtepompen en MDR - ontwikkelingen

- De aanleiding
- Ontwikkelingen hoogtemperatuur warmtepompen
- Ontwikkelingen MDR
- Praktijkvoorbeelden
- Conclusie
- Vragen



Aanleiding voor elektrificatie

HT-warmtepompen en MDR – ontwikkelingen en toepassingen

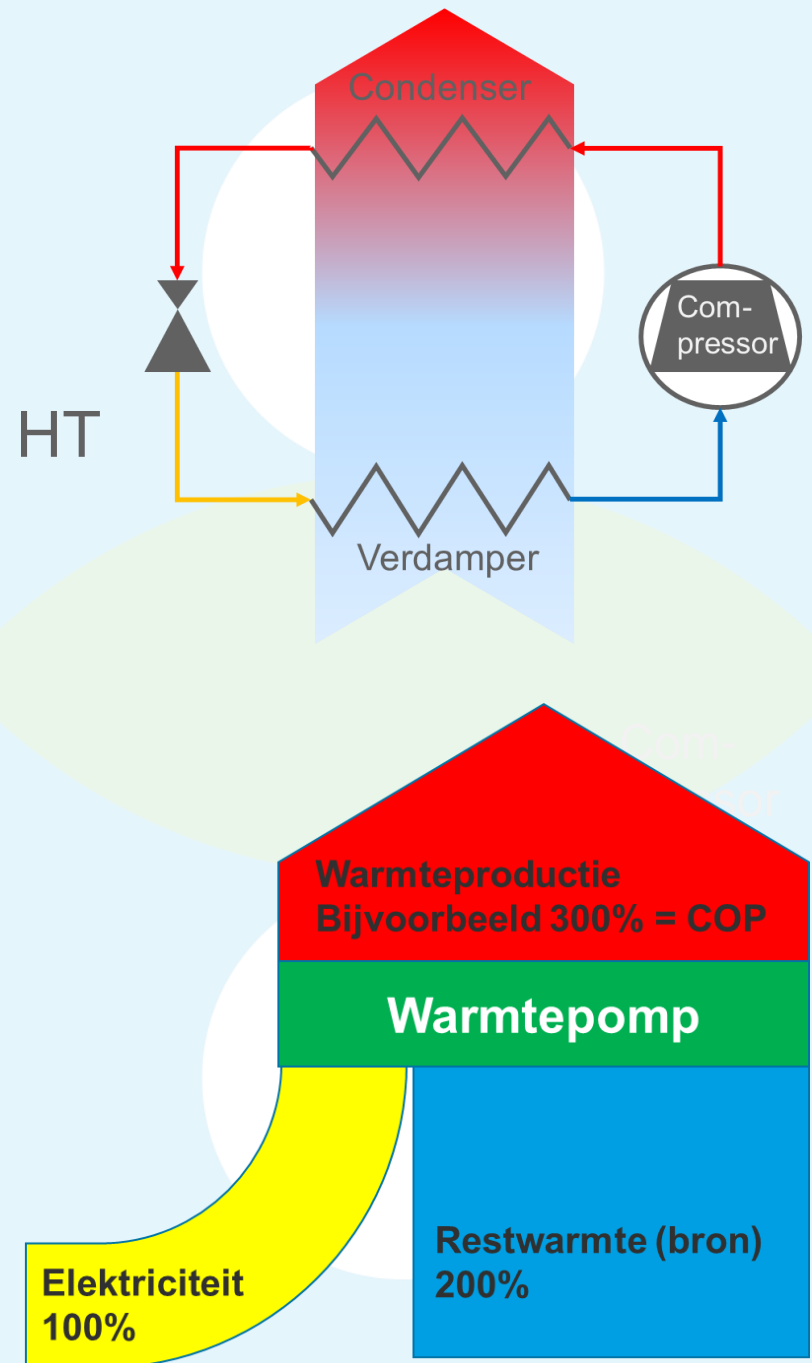
- Smart = slim, minder GJs energie nodig
- Reductie van CO₂ nodig en vereist (NL, EU)
- Toename in productie duurzame elektriciteit
- Switch van fossiel (aardgas) naar hernieuwbare energie
- Aardgas wordt relatief duurder
- ETS en Dutch Carbon Taks
- Kans voor verlagen energievraag en energiekosten



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, $>100^{\circ}\text{C}$

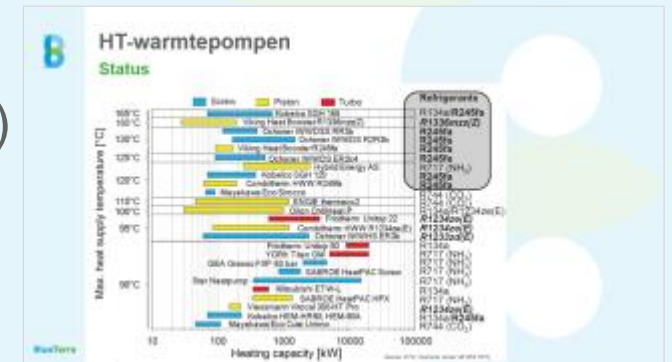




HT-warmtepompen

Status

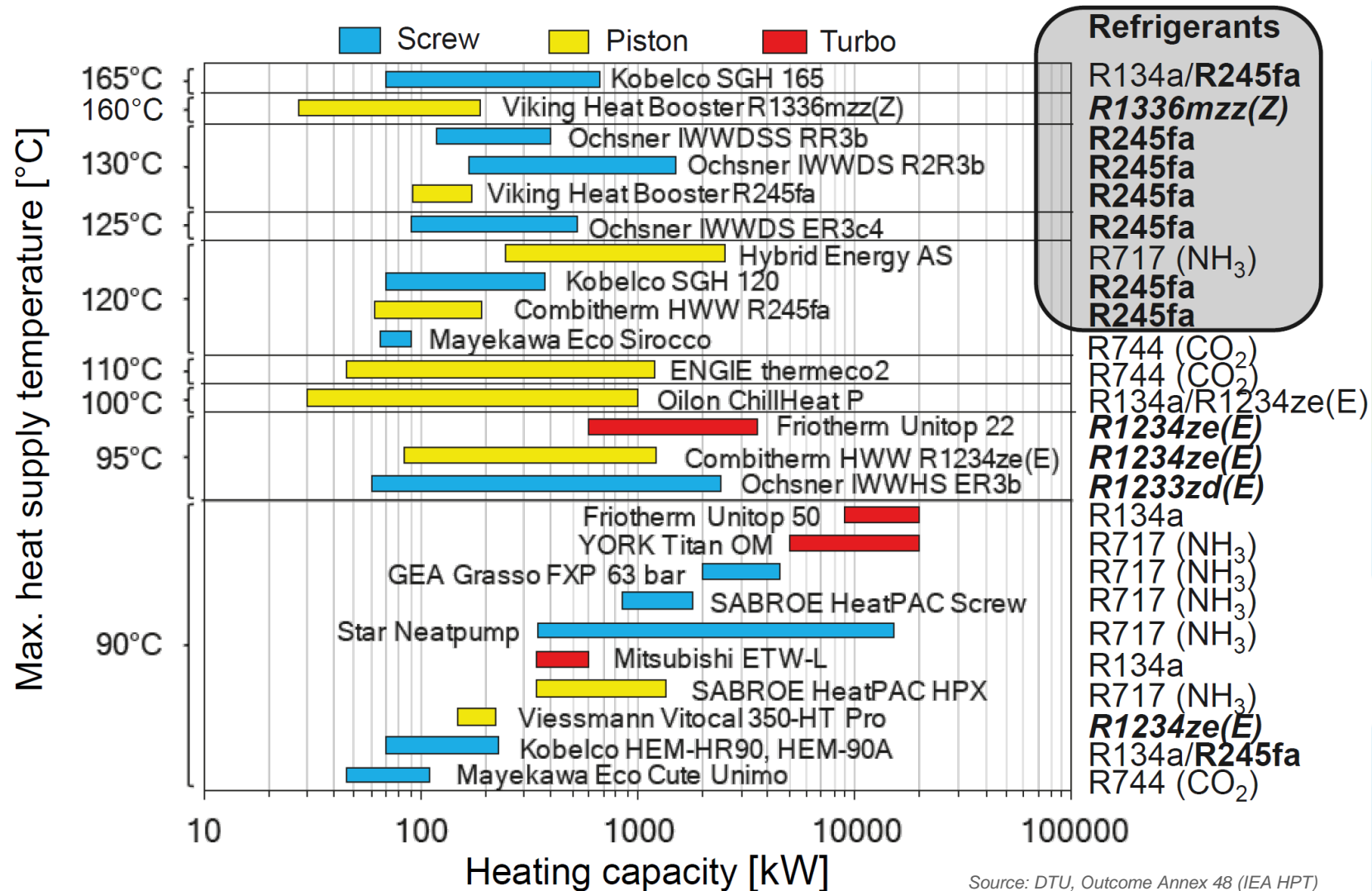
- Van oudsher warmtepompen doorontwikkelde koelcompressoren
- Maximale temperatuur vaak rond de 70-90°C
- Bewezen techniek
- Vanuit industrie vraag naar >100°C
- Andere koudemiddelen/werkmedia
 - Natuurlijke koudemiddelen (Ammoniak, CO₂ en Helium)
 - Synthetische (HC, HFCs en HFOs)
- Tot 120°C (beperkt)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





HT-warmtepompen

Status



Source: DTU, Outcome Annex 48 (IEA HPT)



HT-warmtepompen

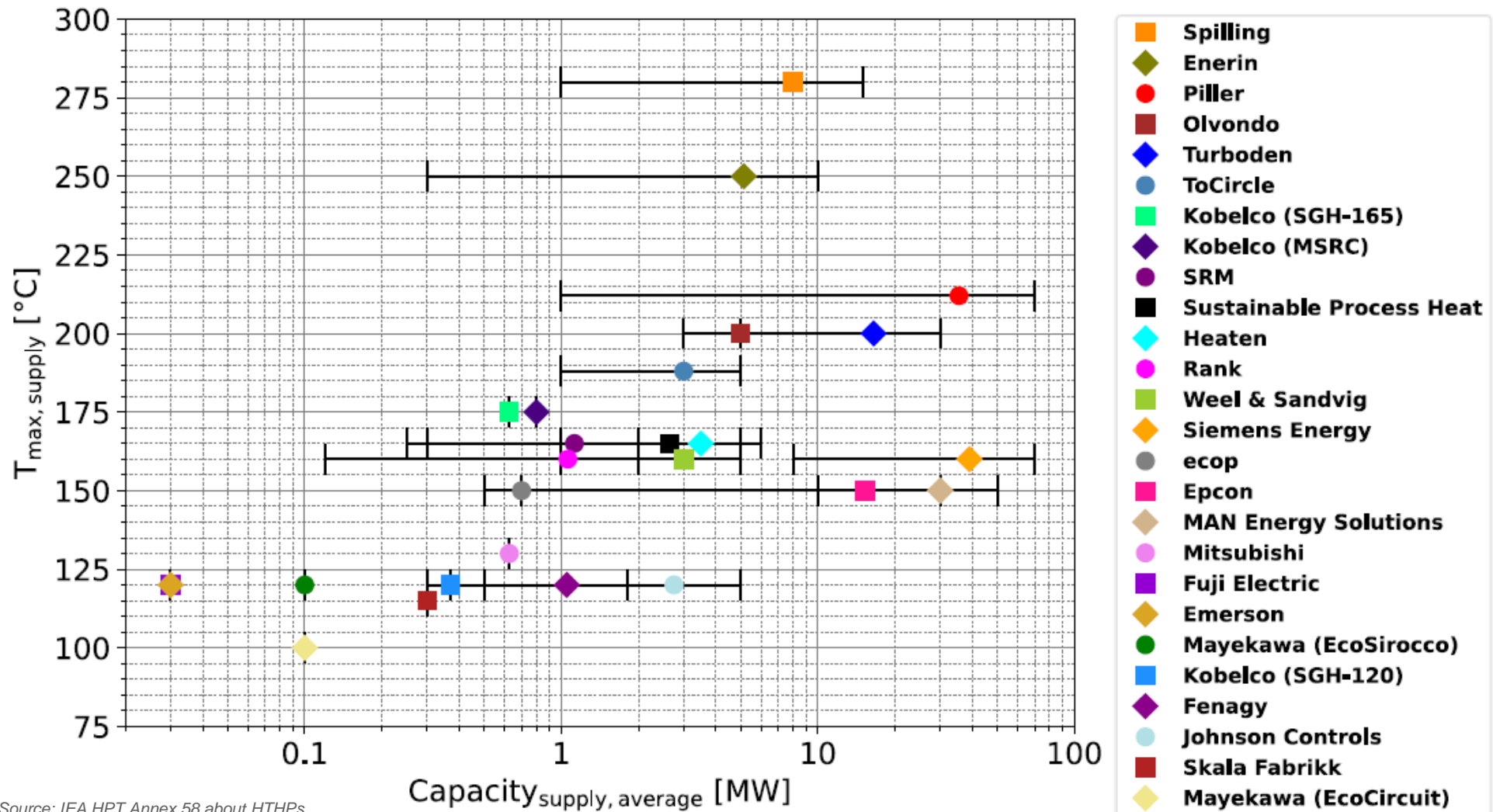
Status

- 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

Leveranciers en capaciteiten



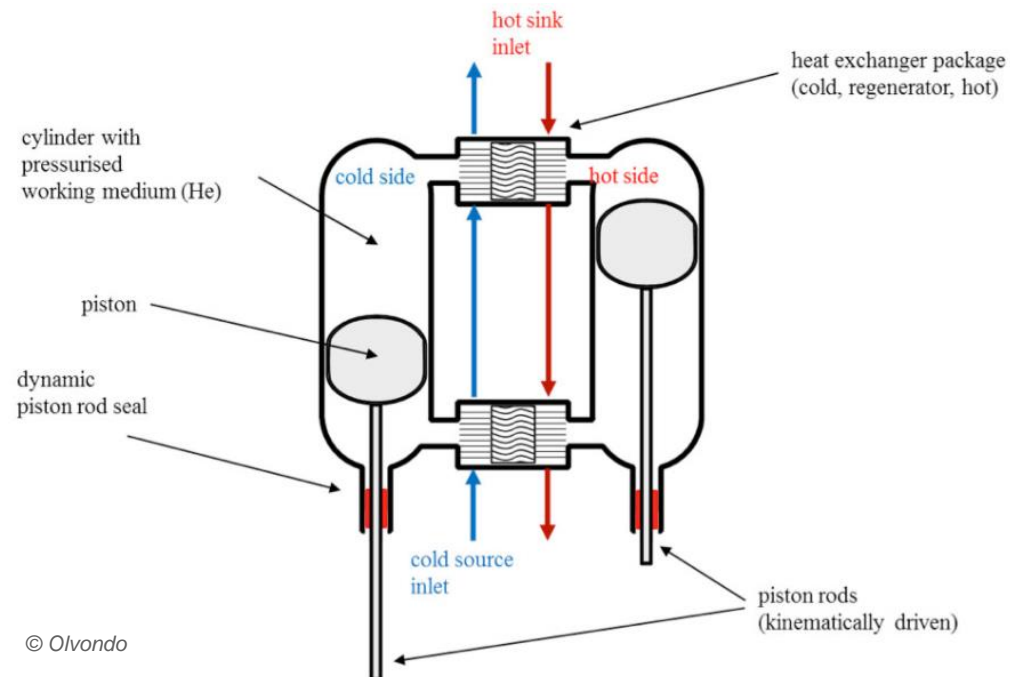
Source: IEA HPT Annex 58 about HTHPs



HT-Warmtepompen ontwikkelingen

Olvondo Stirling warmtepomp

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

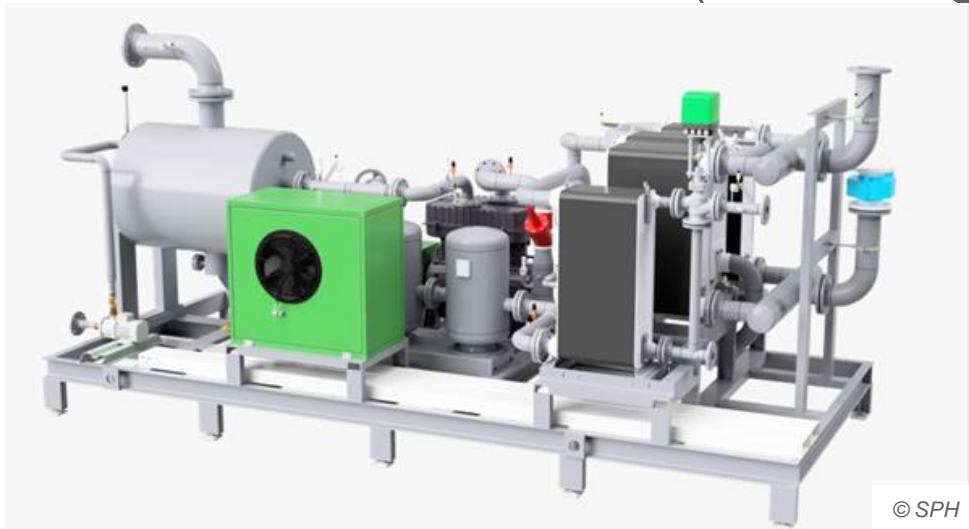




HT-Warmtepompen ontwikkelingen

SPH Thermbooster

- Zuigercompressor, 1 MWth
- HFO of natuurlijk werkmedium
- Geschikt voor direct stoomproductie
- Leveringstemperatuur max 165°C
- Lift tussen 60 en 140 K (1 of 2 stage)





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)



Bron: ISPT-Encore



HT-warmtepompen ontwikkelingen

0,7 MW HT-warmtepomp (ECOP)

- Unit van 700 kW
- Niet condenserend werkmedium op basis van Helium:
- GWP = 0, niet brandbaar, niet giftig.
- Leveringstemperatuur max 150°C

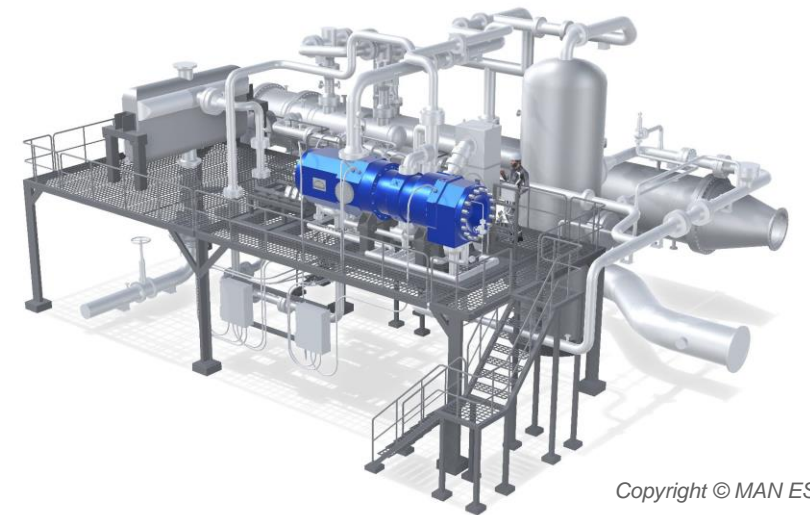




HT-warmtepompen ontwikkelingen

Multi MW

- Custom made warmtepompen
- Grote compressor leveranciers zoals Siemens, MAN, Atlas Copco
- Units tot tientallen MWs, met HFO, CO₂ of koolwaterstof als werkmedium
- Units tot tientallen MWs, met HFO, CO₂ of koolwaterstof als werkmedium
- Bijvoorbeeld Siemens WP voor stadswarmte Berlijn (120°C, 8 MW) en MAN voor stadswarmte in Esbjerg (90°C 50 MW)



Copyright © MAN ES



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

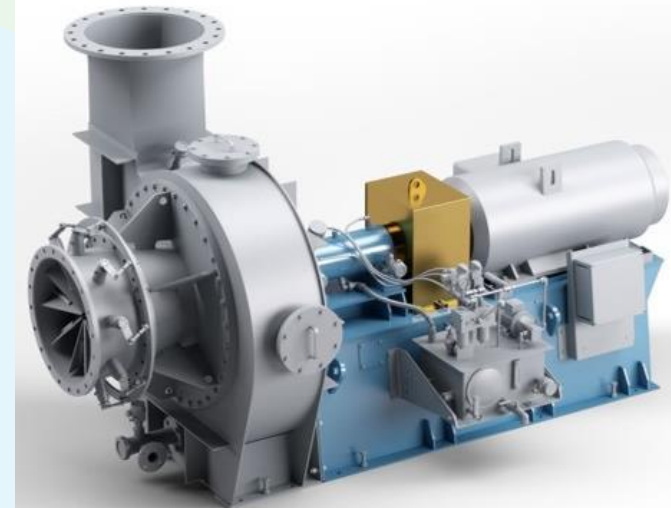
MDR



MDR

Basics

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





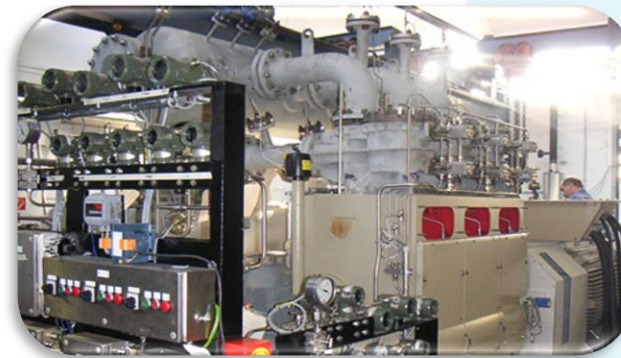
MDR apparatuur

Blowers, turbo fans en compressoren

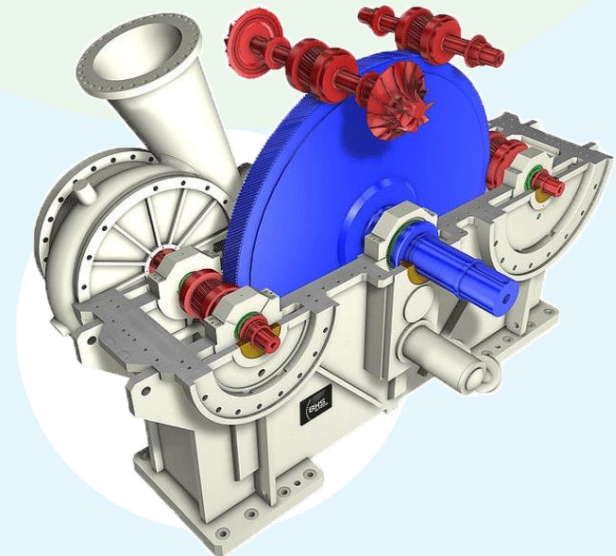
- (Roots) Blowers:
 - Flow: 1-5 t/h
- Turbo fans
 - Flow: 5-50 t/h
- Sub-atmosferisch tot 5 bar
- Zuigercompressor
 - Flow: 1-20 t/h
 - Hoge flow is meer cilinders
 - Druk: 1,5 tot 60 bar
- Turbocompressor
 - Flow 10-100 t/h
 - flow 5-50 t/h
 - Druk 1,5 tot 60 bar



ExVel turbo fan - © Howden



Steam recompressor: © Spilling
Steam compressors since 1956



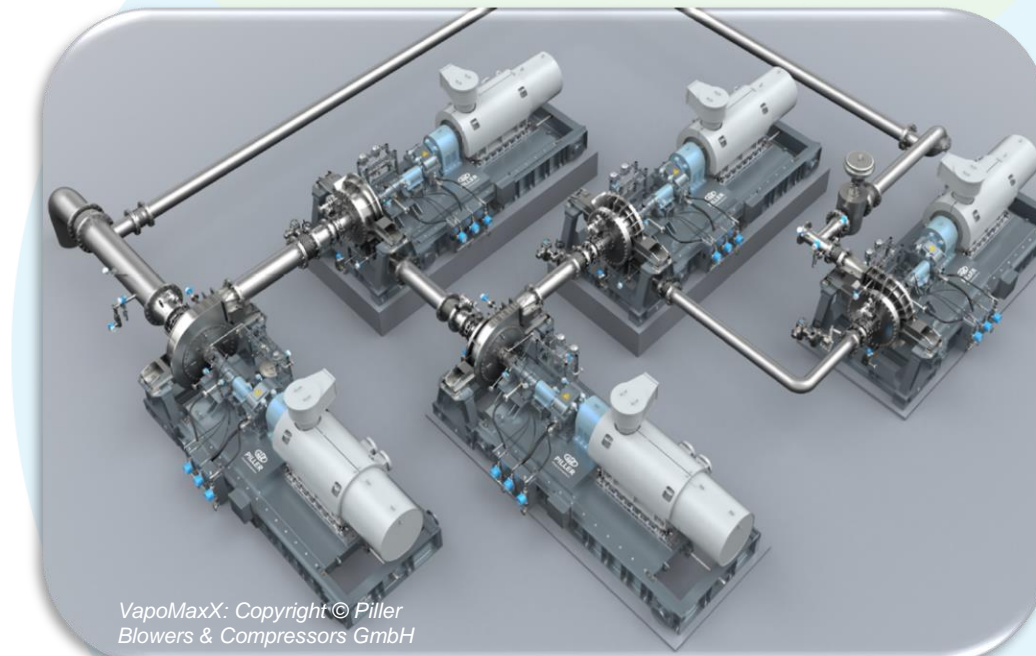
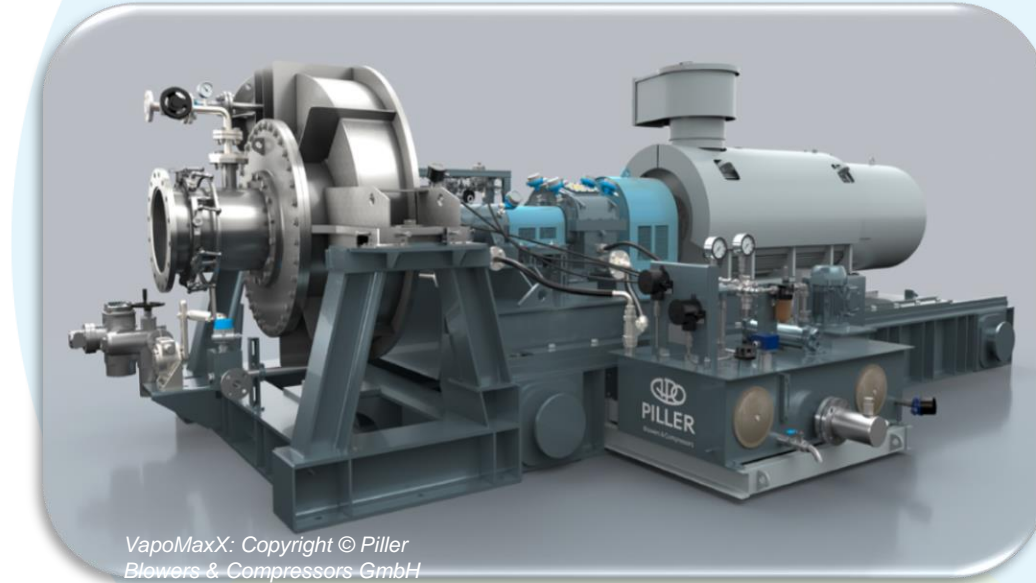
Steam recompressor: © Atlas Copco



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

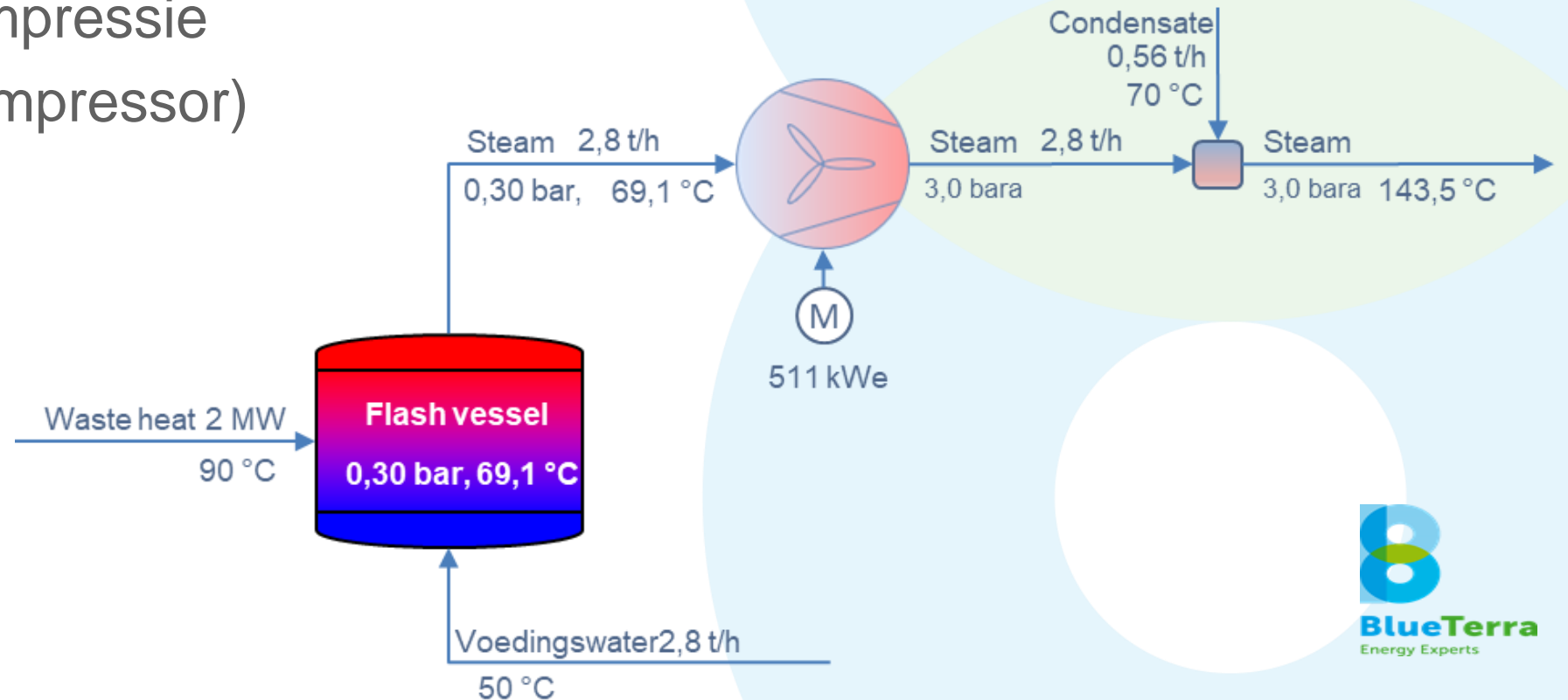




MDR toepassingen

Chemisch bedrijf

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

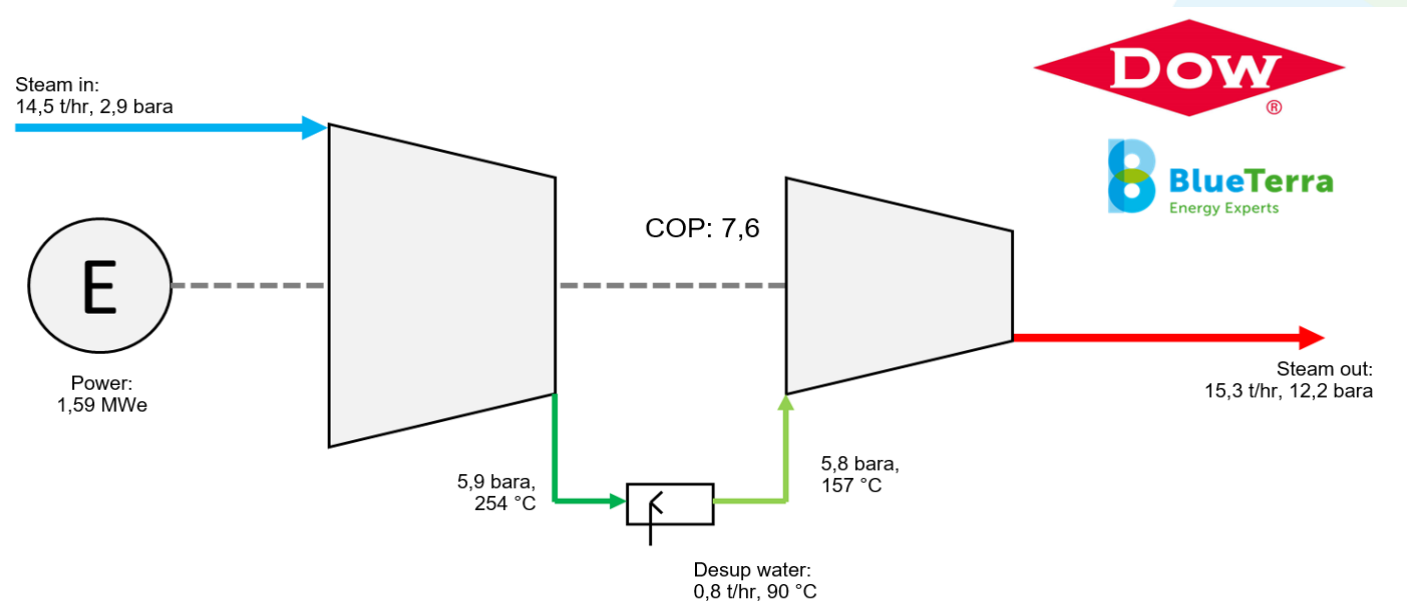




MDR toepassingen

DOW Terneuzen

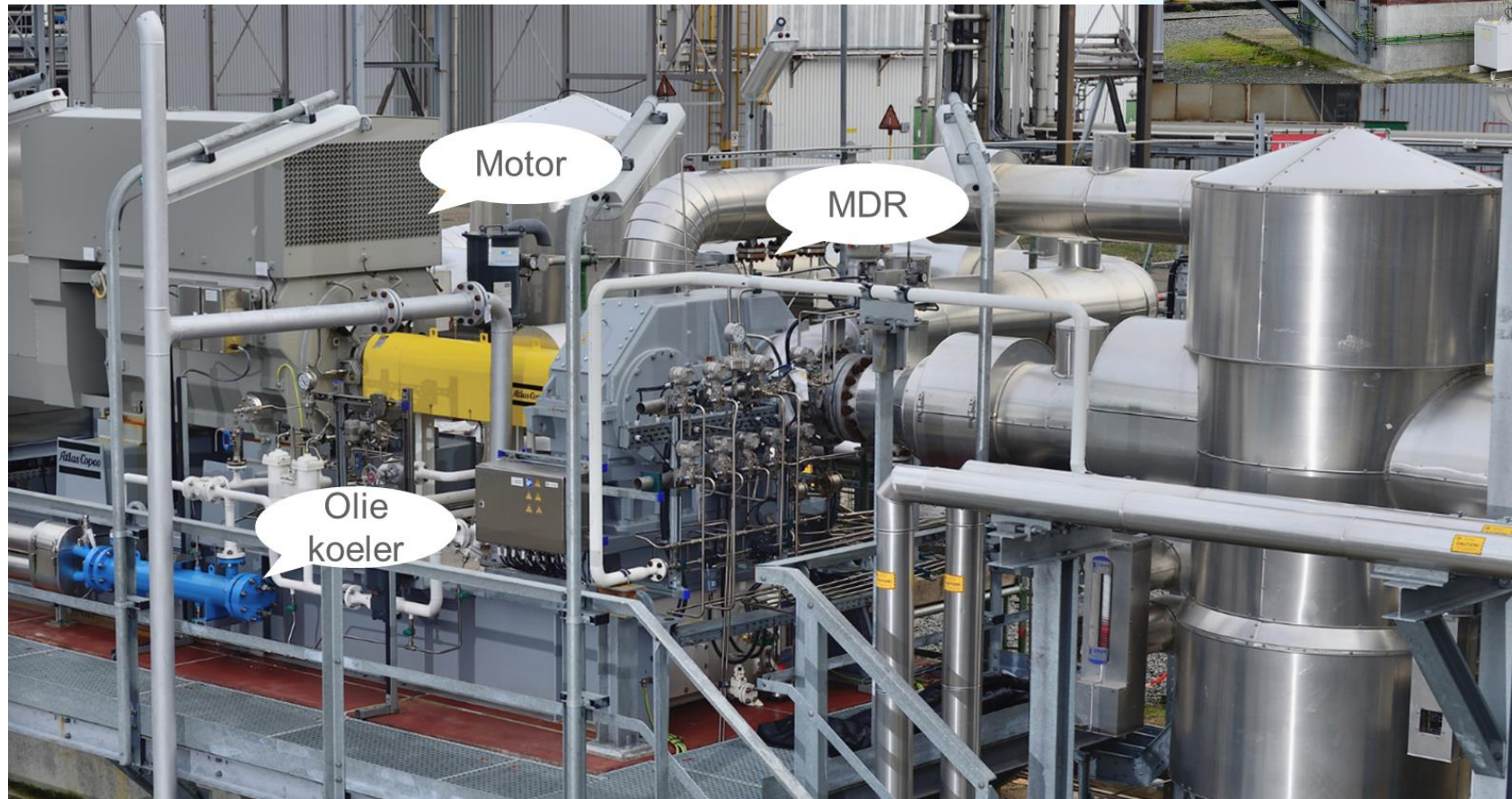
- Overschot LP-stoom (3 barg), vraag naar 12 barg stoom
- 14 t/h compressor geïnstalleerd (Atlas Copco Turbo Compressor)
- COP 7,6 tijdens 12 maanden monitoring
- Aardgasbesparing 10 miljoen Nm³ per jaar, CO₂-reductie 19 kton/jaar





MDR toepassingen

DOW Terneuzen





HT-warmtepompen en MDR

Conclusies

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



HT-warmtepompen en MDR

Vragen



www.wikiwijs.nl





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**.