

# Projekt Esbjerg (DK) Meerwasser-Wärmepumpe mit CO<sub>2</sub>



# MAN Energy Solutions im Überblick

## Vision & Mission

Auf der Grundlage unseres einzigartigen Kompetenzspektrums entwickeln wir bahnbrechende Lösungen, um die geschäftlichen, technischen und betrieblichen Herausforderungen der Dekarbonisierung zu meistern.

Wir ermöglichen unseren Kunden eine nachhaltige Wertschöpfung auf dem Weg in eine **klimatechnische Zukunft**.

11

Produktionsstätten in  
Europa

3

Produktionsstätten in  
Asien

30

Lizenznehmer in 7 Ländern  
(2- / 4-takt Motoren, Turbocharger)

+14'000

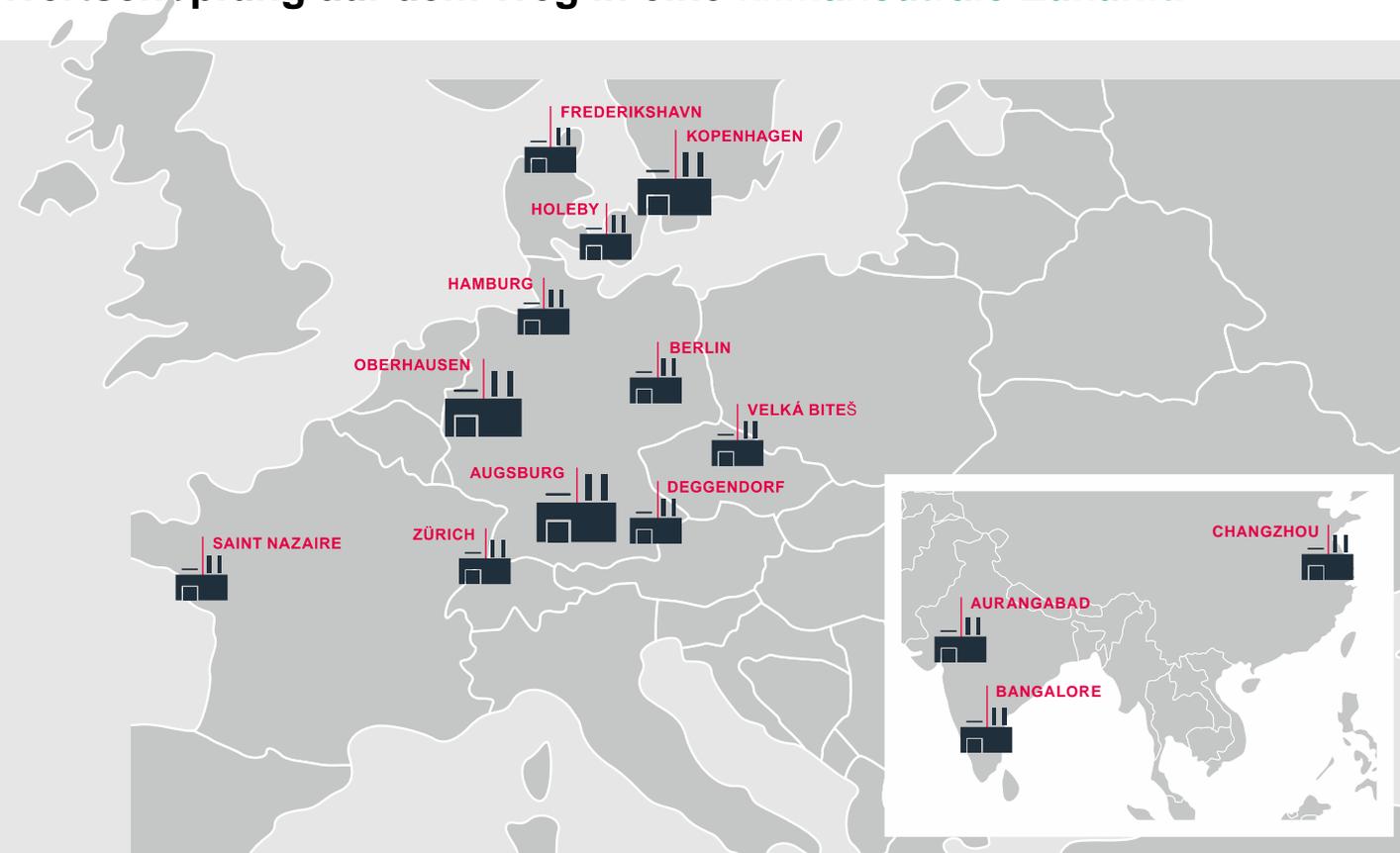
Angestellte weltweit

3.8bn €

Umsatz 2022

HQ

Augsburg / Deutschland



# MAN Energy Solutions (Neue) Geschäftsfelder

Fokus auf Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung

**Marine**



**Energy & Storage**



**Industries**



**Angestammte  
Geschäftsfelder**

**Neue  
Geschäftsfelder**



**Mega HT Heat-Pumps**



**Carbon Capture (CCS)**

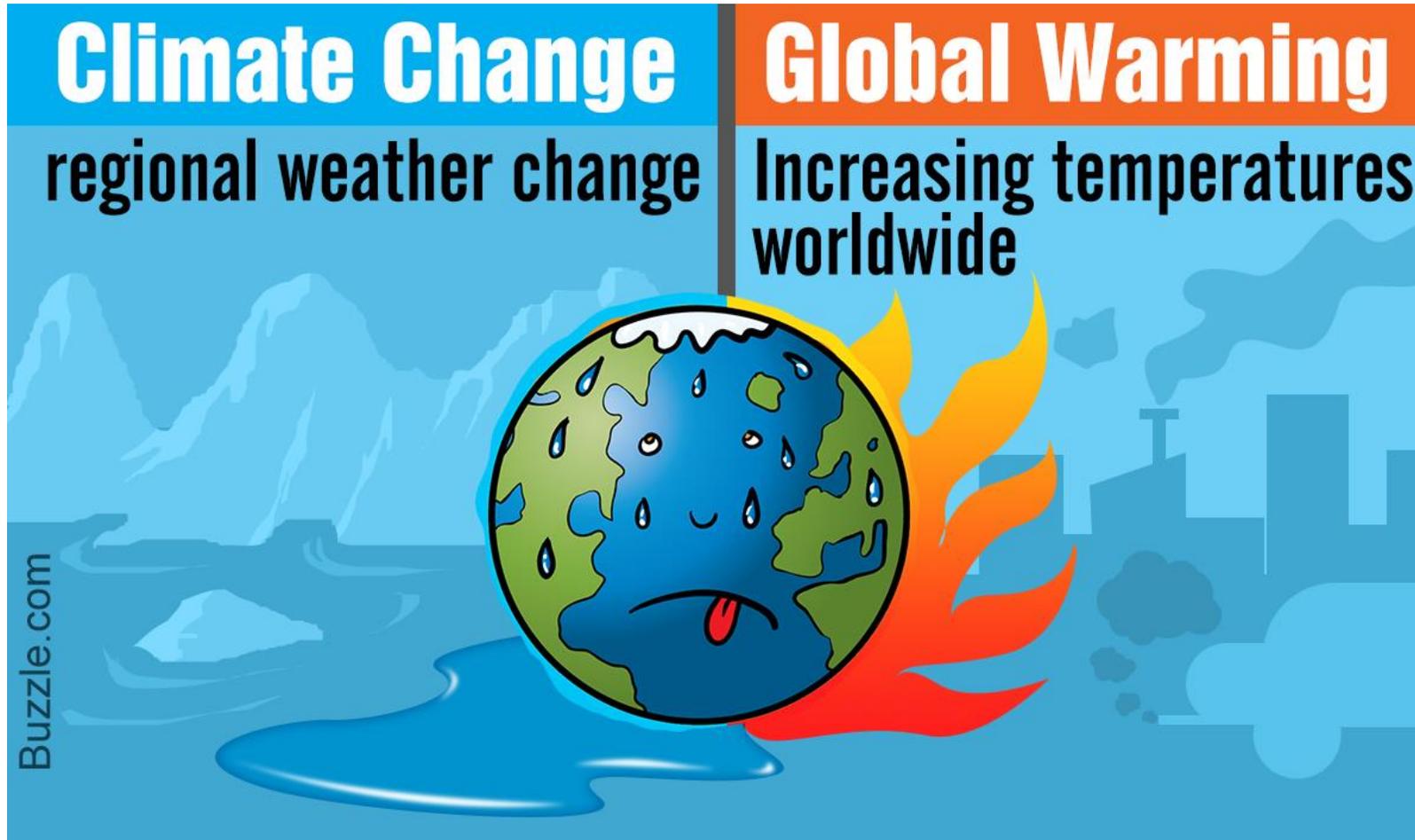


**Hydrogen (H2)**



**Global MAN Service Organisation PrimeServ**

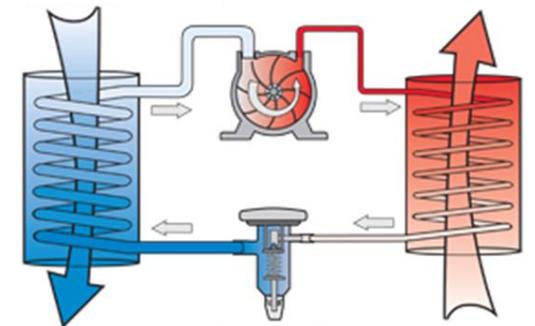
# Bedrohung: Erderwärmung für Klimawandel verantwortlich



**Lösung: Energiewende = Dekarbonisierung = CO<sub>2</sub> Reduktion**

# Erfolgreiche Wege zur Reduktion des CO<sub>2</sub> Ausstosses

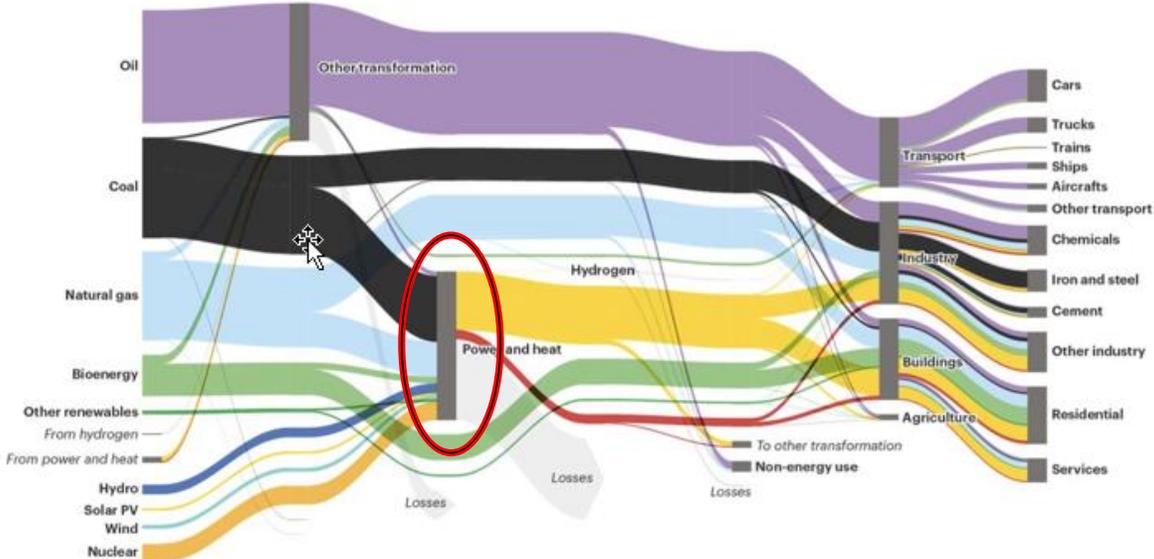
- **Wir alle:** Reduzieren des persönlichen Energiebedarfs
- **Industrie u. Forschung:** Effizienzsteigerungen / neue Technologien
- **Kooperationen:** z.B. Sektorenkopplung / Abwärmenutzung
- **Investitionen (jetzt) in nachhaltige Technologien:**
  - Erneuerbare (Wind & Solar)
  - Strom- u. Thermische-Speicher (LDES)
  - (Gross-)Wärmepumpen



Wärmepumpen

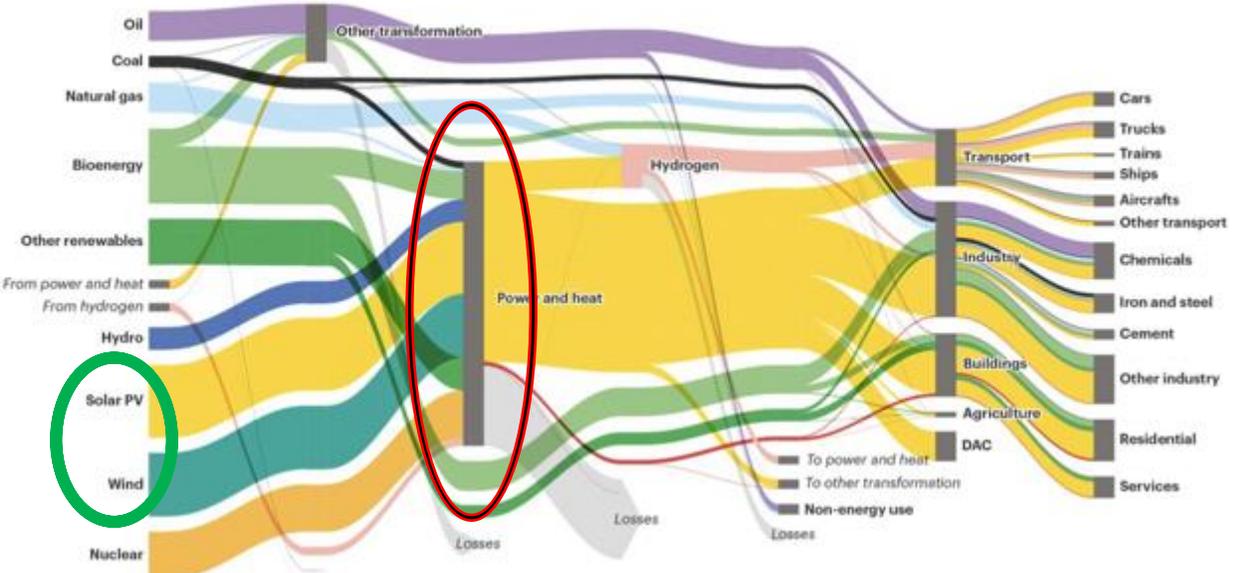
# Energiewende – Dekarbonisieren der Wärme- und Kälteproduktion (Power-to-heat & cold)

2021



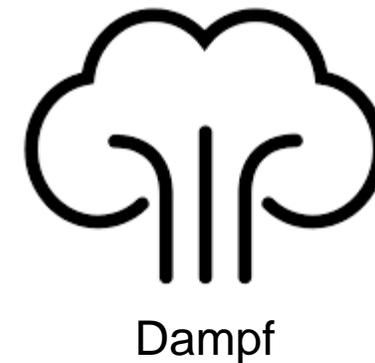
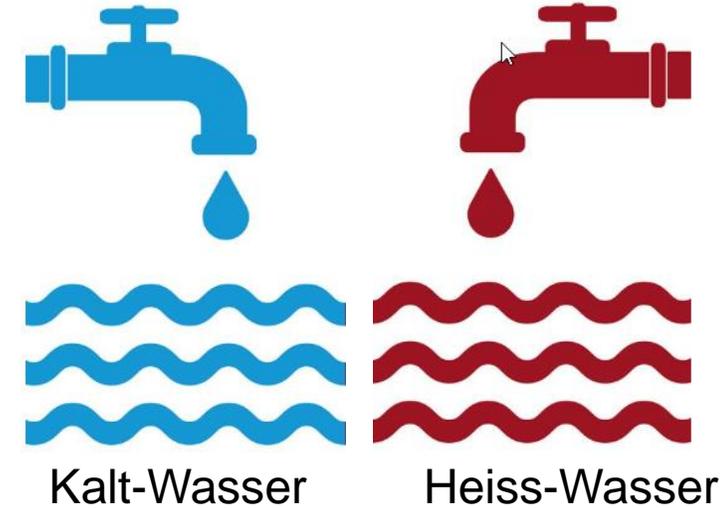
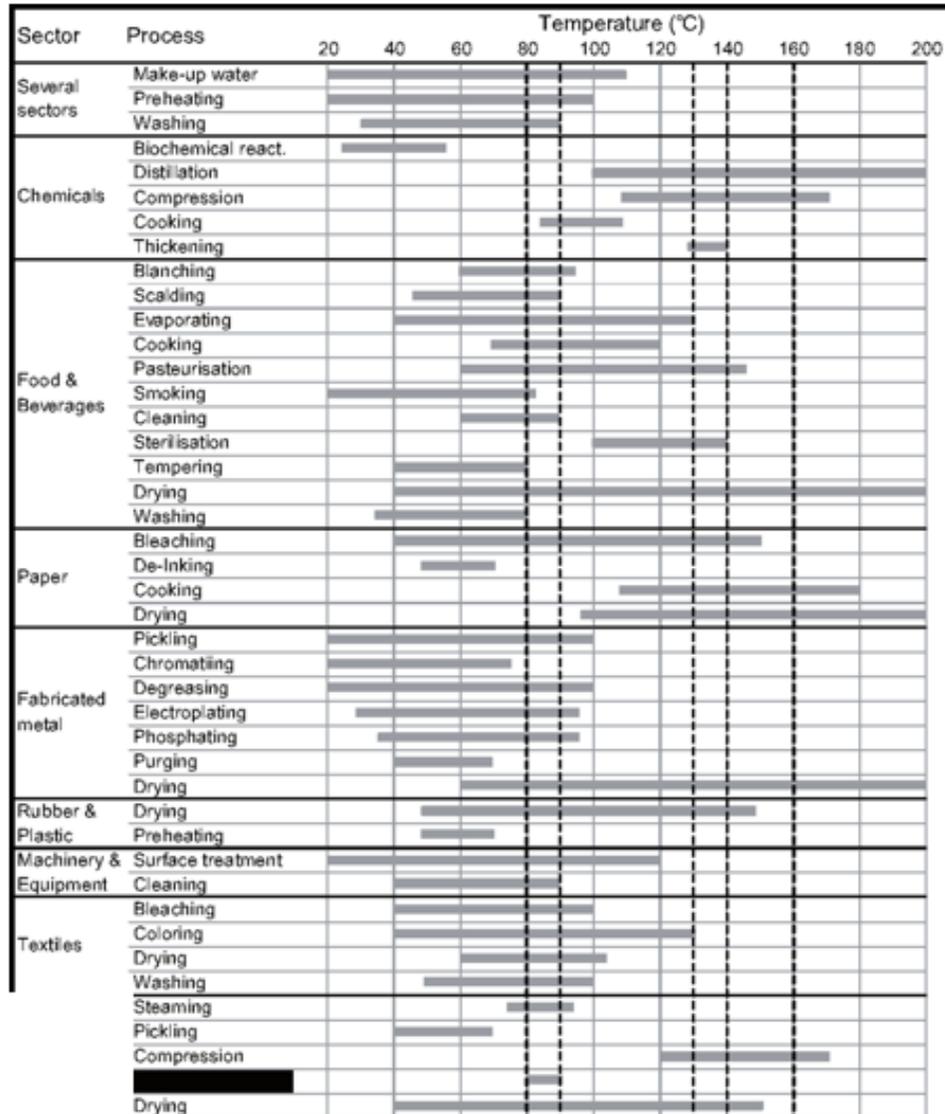
Source: AXPO

2050



# Prozessindustrie: $\leq 200^{\circ}\text{C}$ Prozesswärme reichen !

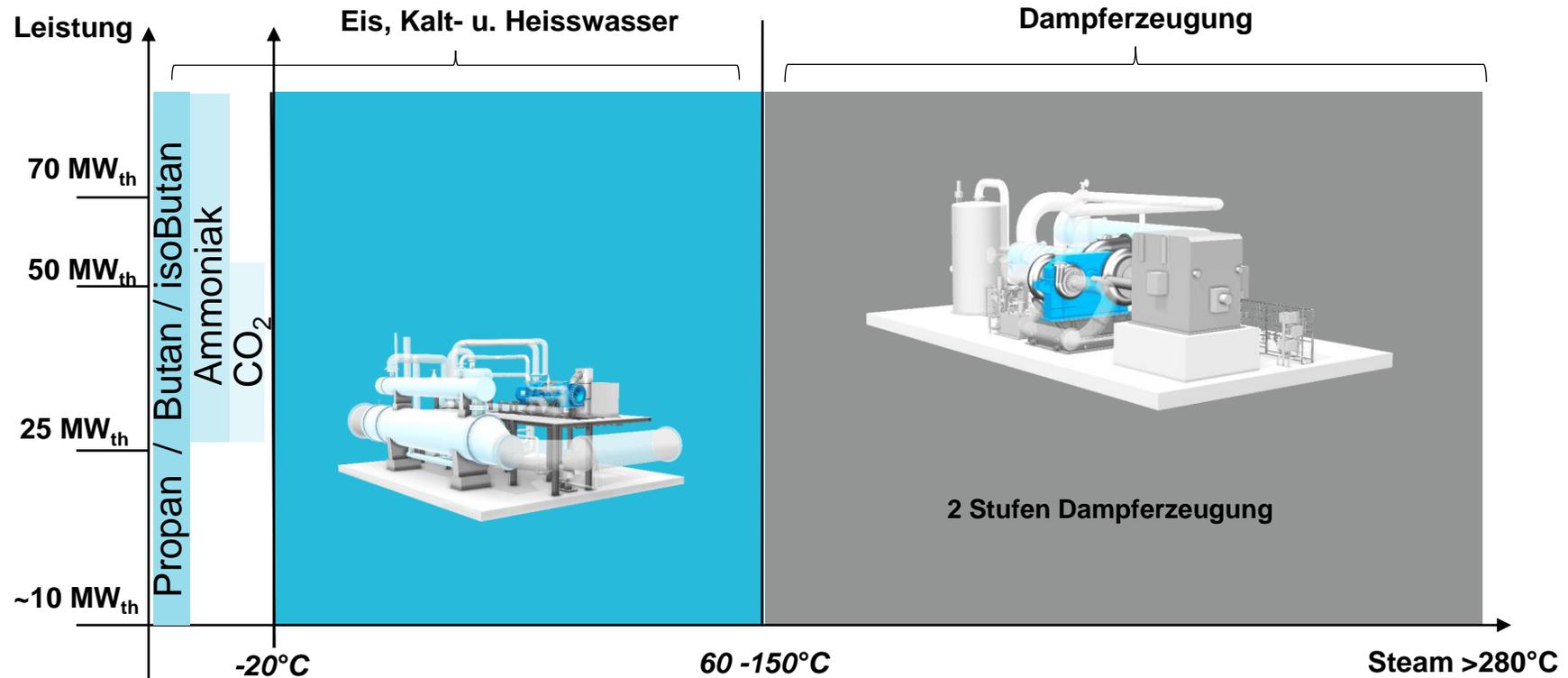
20 –  $\leq$  200°C



Source: ResearchGate

# MAN Wärmepumpen

Grosse Leistungen & hohe Temperaturen



TCC: Transcritical compression cycle, VCC: Vapor compression cycle

# Wärmequellen



Source: lghvacstory.com

## Wasser



Source: Rogers & Sons

## Geothermie

Sub-Surface



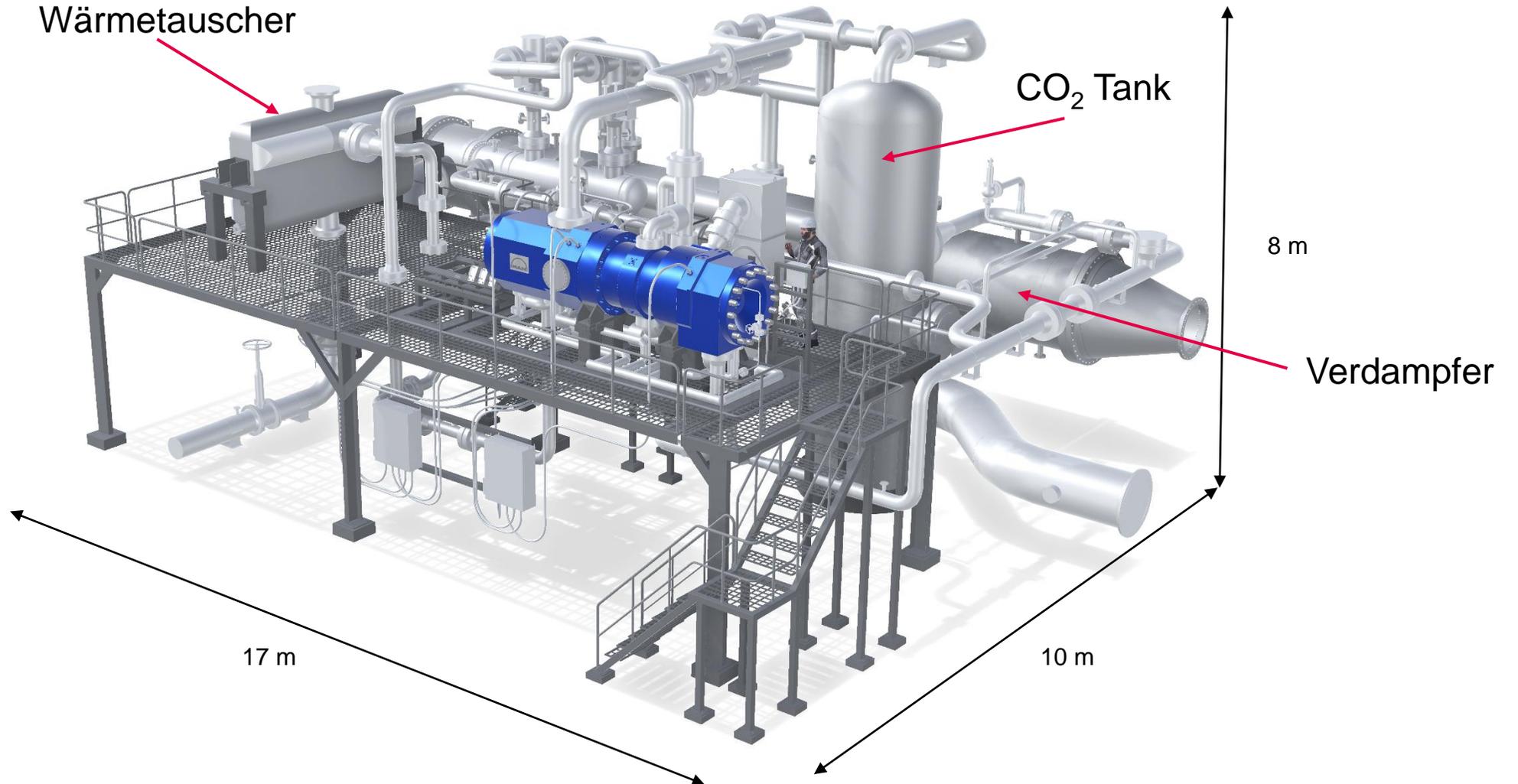
## Umgebungsluft

Machbarkeitsstudie  
**-20°C** / 35 MWth



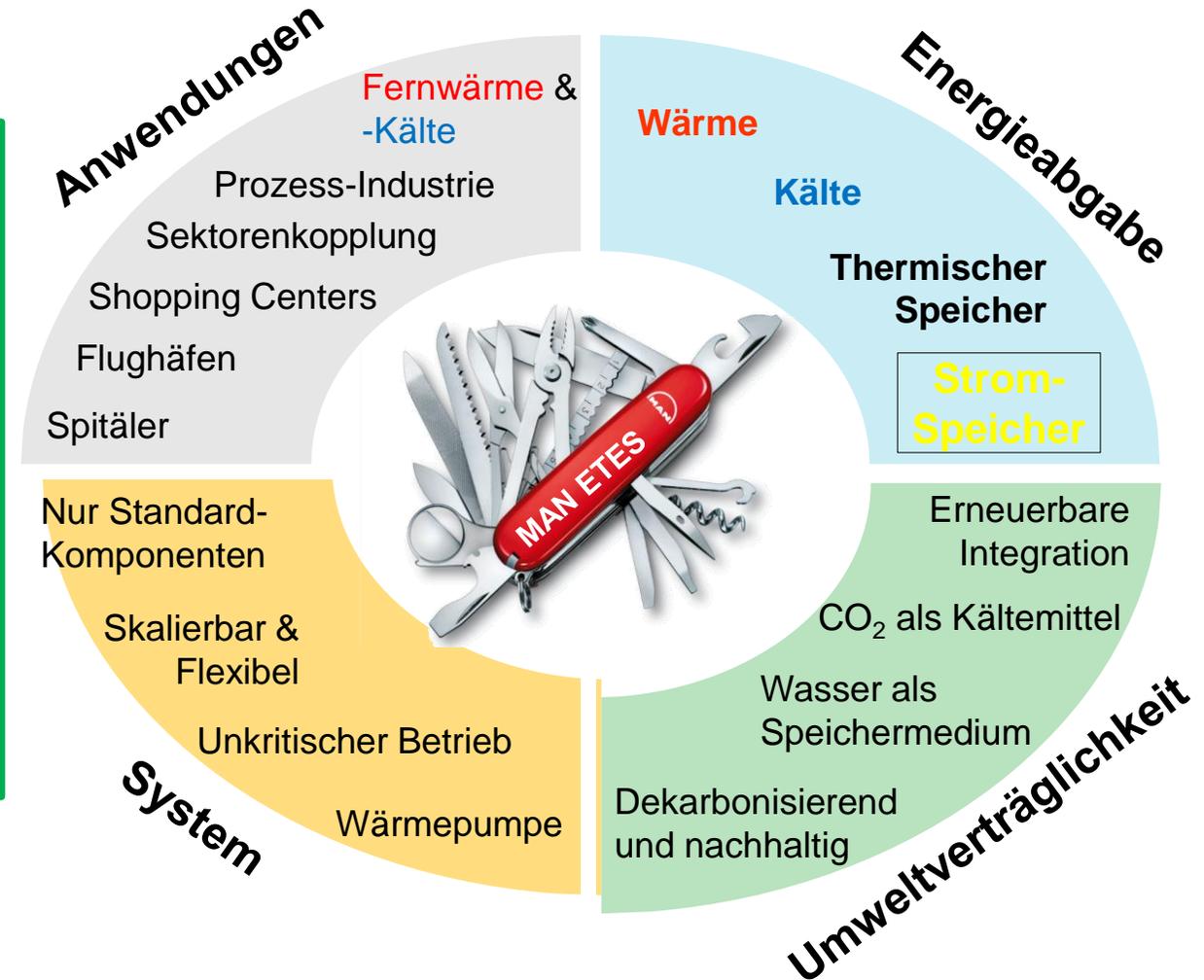
## Industrieabwärme

# MAN Grosswärmepumpe (Bsp. Esbjerg (DK))



# MAN-ES CO<sub>2</sub> Wärmepumpe

- Leistung: **50 MW<sub>th</sub> Wärme** + **30 MW<sub>th</sub> Kälte**
- Temperaturbereich **-20° - 150+ °C**
- **Thermischer Speicher** für Flexibilität u. Kosteneinsparungen
- **Kältemittel: CO<sub>2</sub>**
- **COPs: 3-5+ Wärmeseite** + **2-4 Kälteseite**
- **Lebensdauer: +35 Jahre**



# Wie lange braucht es, das Wasser eines Olympischen Schwimmbeckens mit einer MAN Wärmepumpe zum Siedepunkt zu bringen?



- Länge: 50m
- Breite: 25m
- Tiefe: 2m
- = 2,5 Mio. Liter bei 20°C

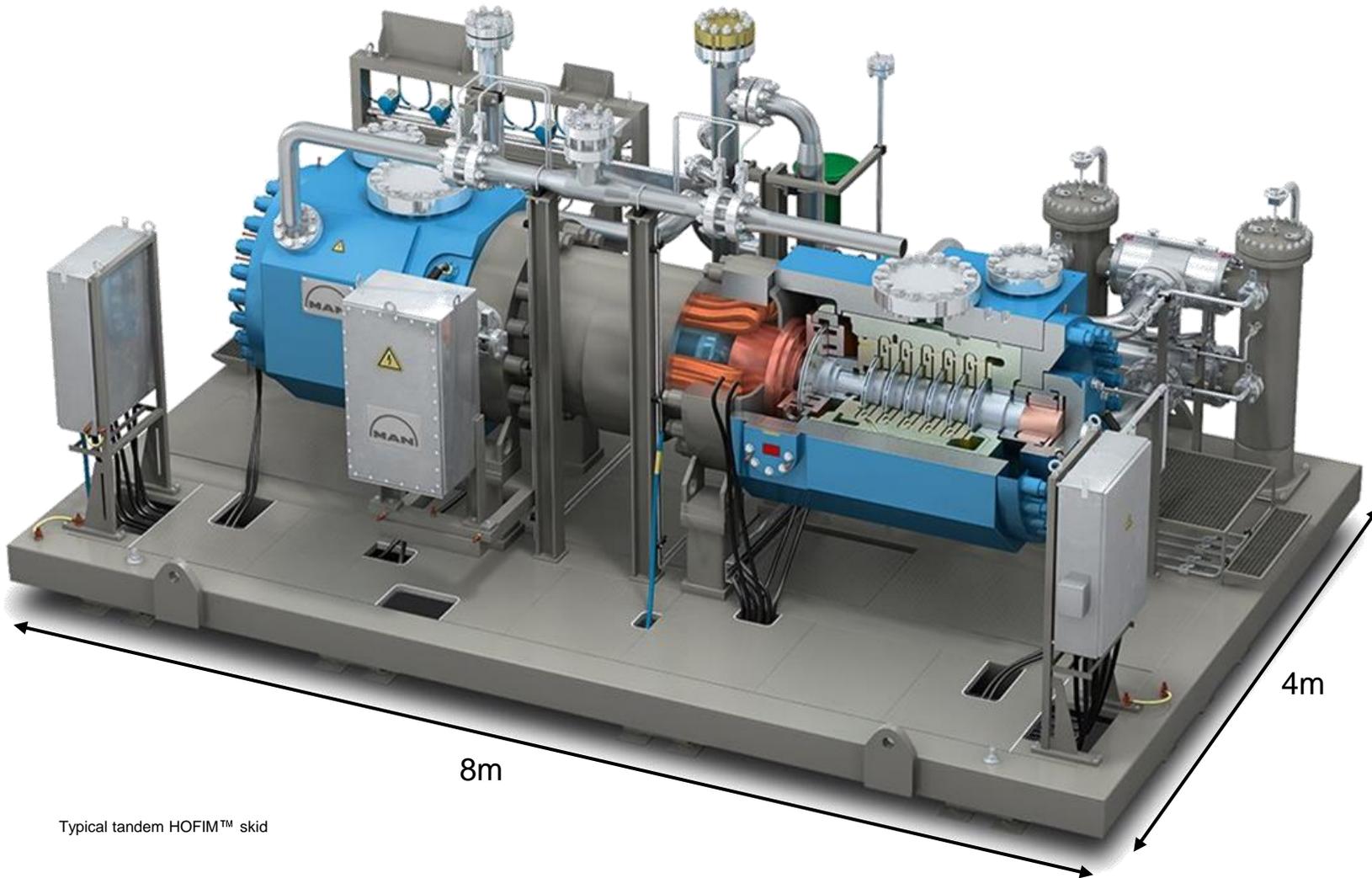
**< 4 Stunden**

oder

**11 Stunden**  
zum Gefrieren

# MAN HOFIM™ Kompressor

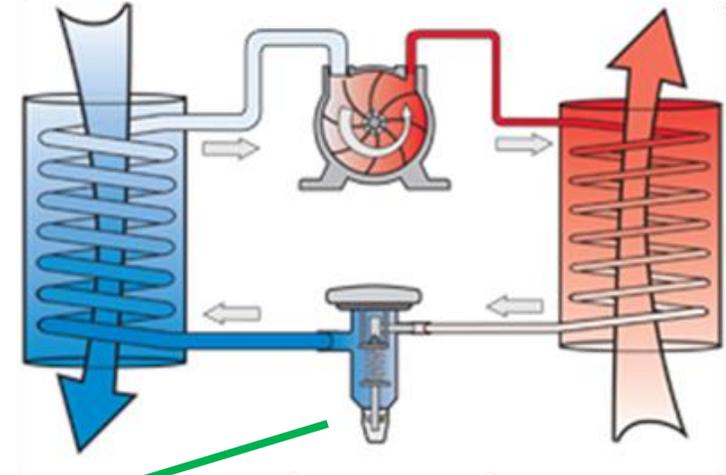
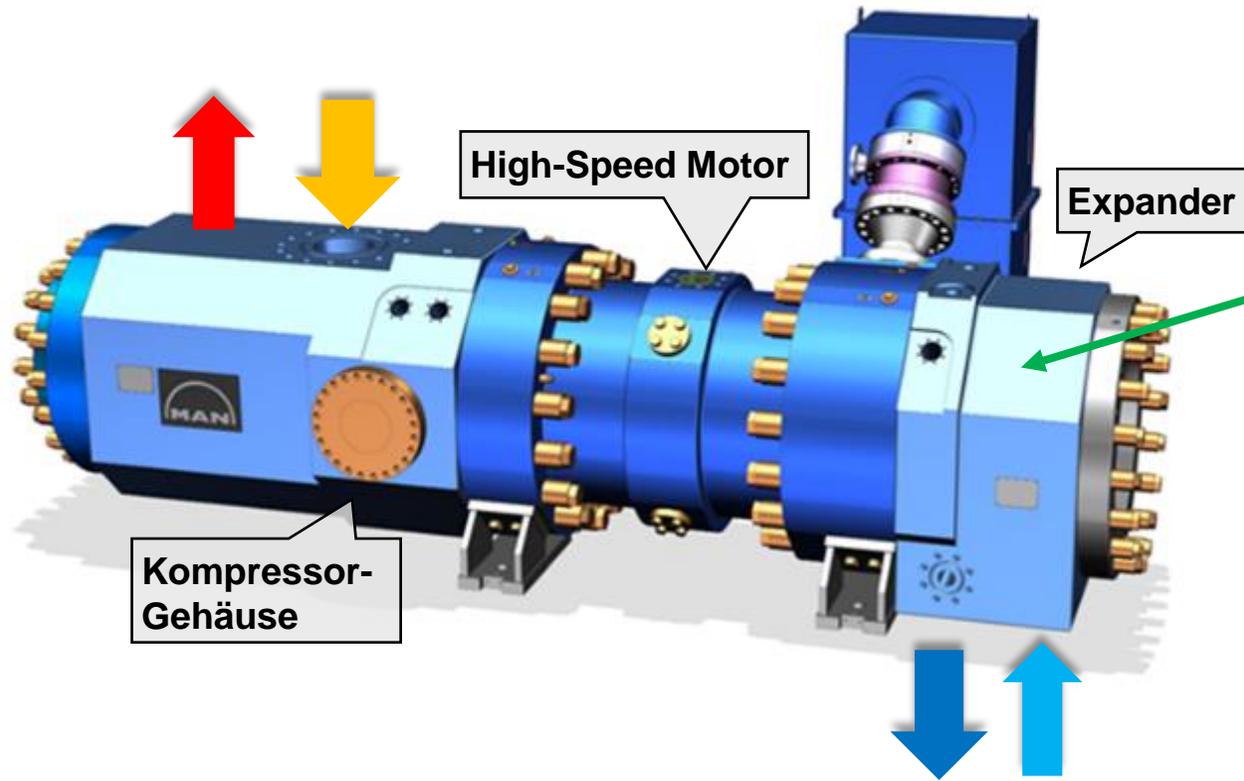
High-speed Oil Free Integrated Motor compressor



Typical tandem HOFIM™ skid

- Axial-Barrel-Kompressor
- 3 Kompressor-Größen: Elektrische Leistungsaufnahme 5 / 9 / 16 MWel
- High-Speed Motor – variabel (10'000 – 18'000 Umdrehungen)
- Teillastbetrieb 50% - 100%
- Kühlung durch Prozessgas (CO<sub>2</sub>)
- **Achse auf Magnetlager** = bedingt kein Schmieröl
- **Hermetisch verschlossen** = Keine Kältemittelverluste oder andere umweltbelastende Emissionen
- Kompakte Bauweise (max. 8m – 4m)

# Der HOFIM<sup>®</sup> Kompressor mit integriertem Expander



Stromeinsparung  
10-15 %

# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



Wärmepumpen  
Gebäude

Frühling  
2024  
In Betriebnahme

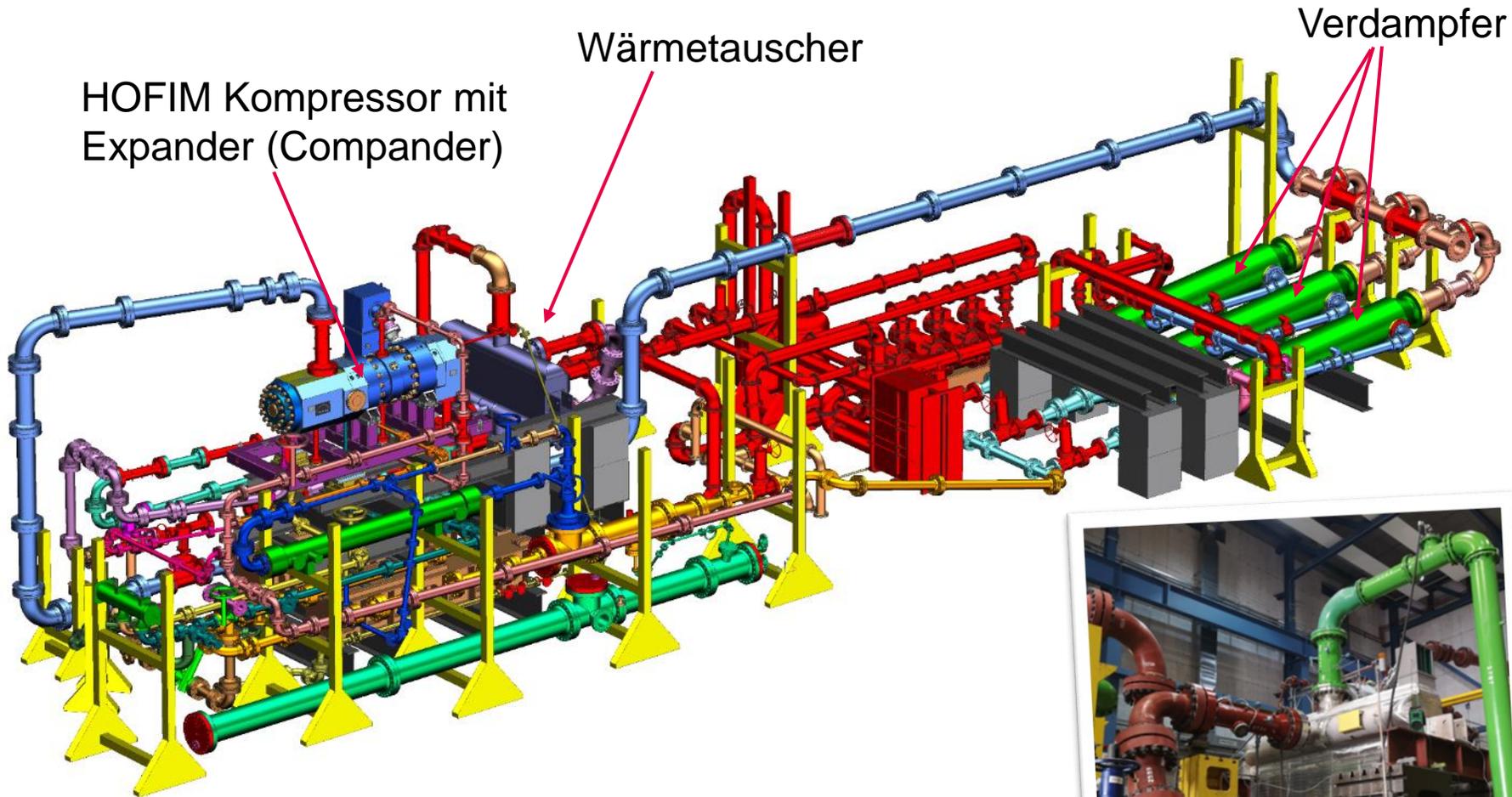
## Project Drivers:

- Energiewende: Von Kohle auf „Power-to-heat“ mit Erneuerbaren
- Fernwärme für 25 Haushalte (100'000 Einwohner)
- CO<sub>2</sub> Einsparungen: 100'000 t / Jahr = entspricht ~55'000 PKWs.

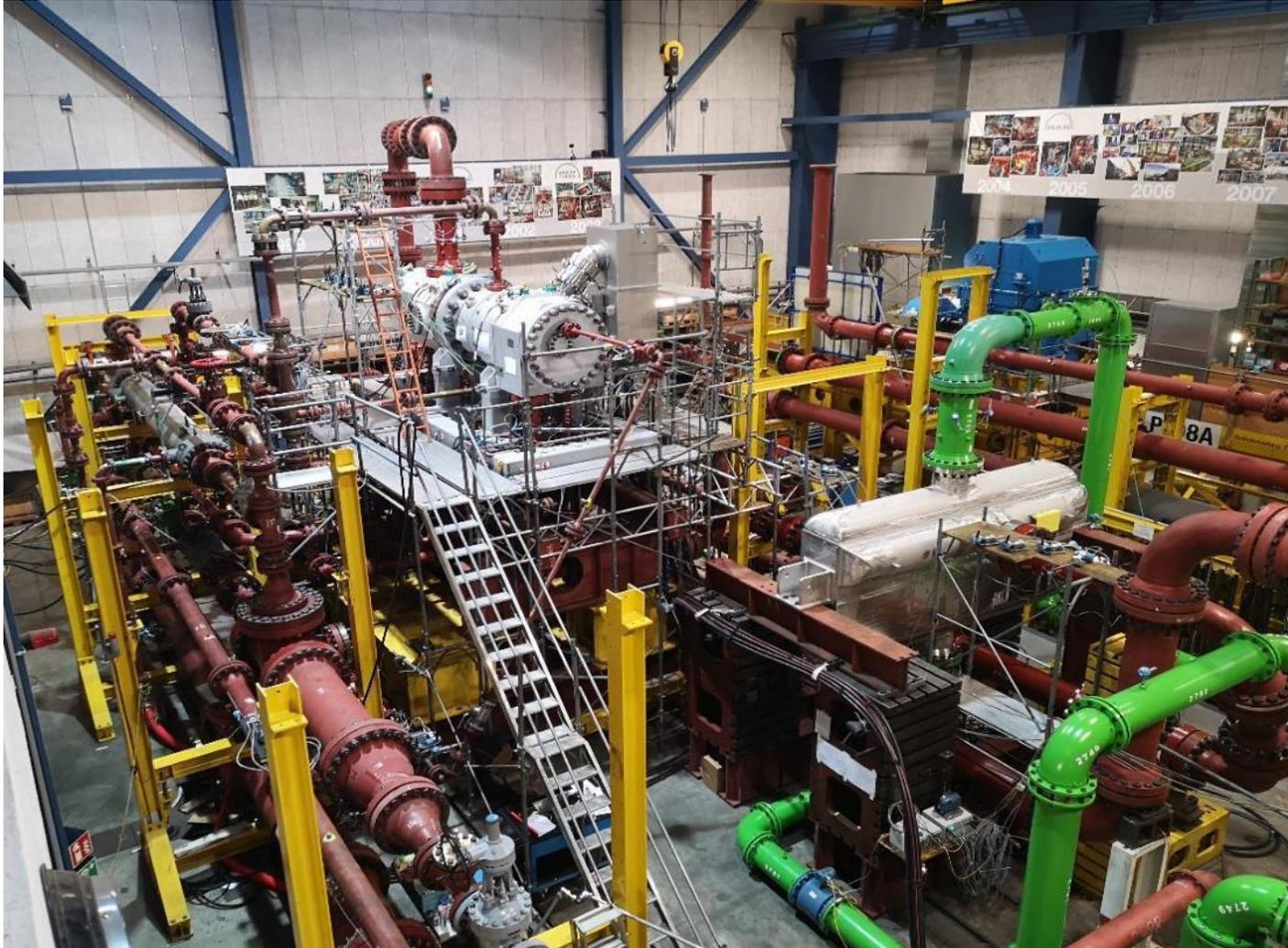
## Entscheidung für MAN-ES:

- CO<sub>2</sub> als Kühlmittel – Natürliches Gas / Umweltverträglich
- Grosser Hub – von 1°C Meerwasser auf 90°C Vorlauf im Winter
- 2 Wärmepumpen mit je 25MWth Leistung
- HOFIM Kompressor – Technologie

# Factory Acceptance Test (FAT) 2022



# Resultate Factory Acceptance Test



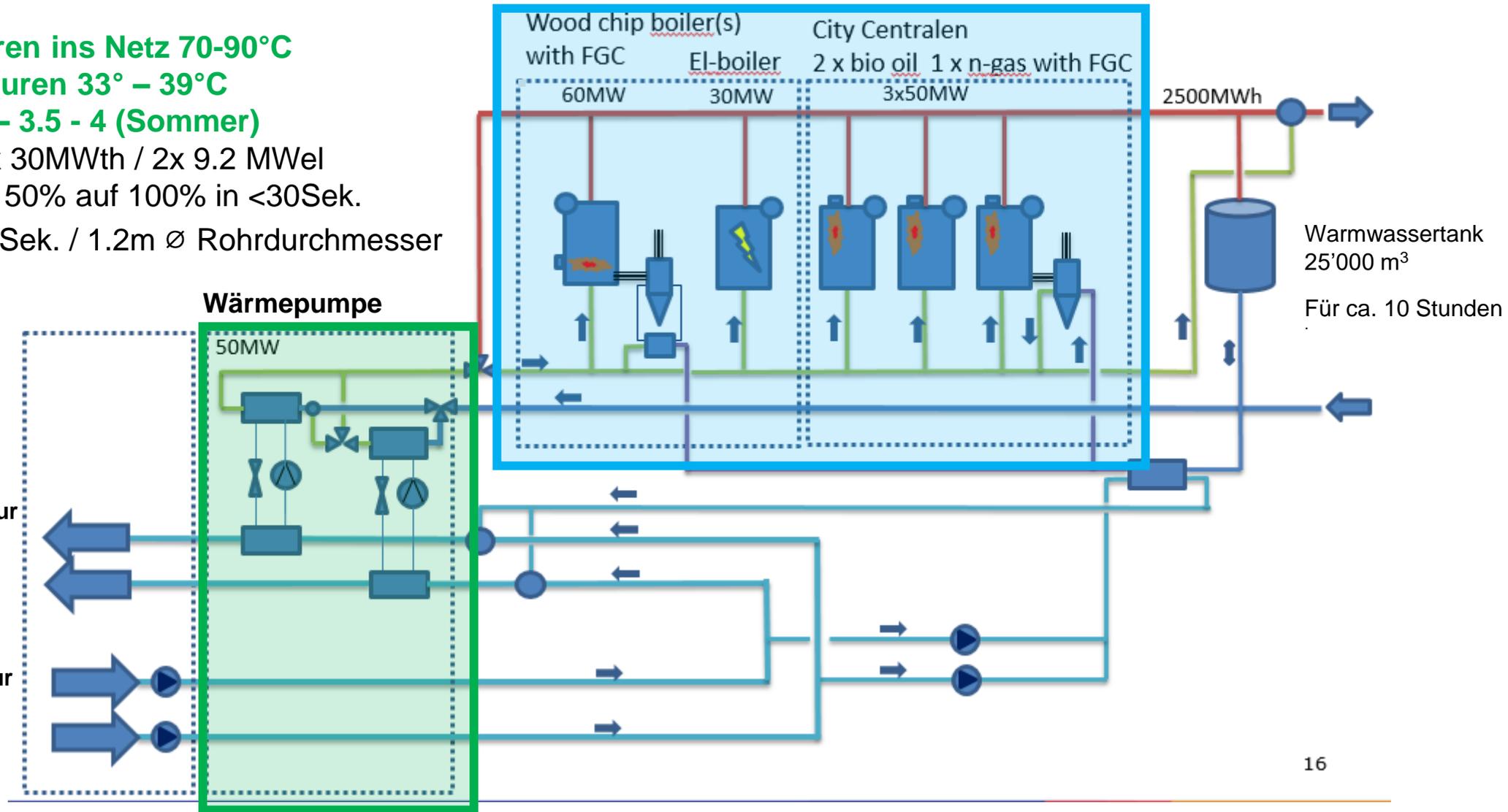
- Bis zu 38 MW<sub>th</sub> Wärme
- Max. 11.5 MW<sub>el</sub> Leistungsaufnahme
- Sink Temperatur 60 – 109 °C
- Fast load change > +/- 7 MW<sub>el</sub> / 30 sec
- Systemkomponenten erfolgreich getestet:
  - Motor
  - Expander
  - Kompressor
  - Wärmetauscher auf Wärmeseite

# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!

- Vorlauftemperaturen ins Netz 70-90°C
- Rücklauftemperaturen 33° – 39°C
- COP 3.3 (Winter) – 3.5 - 4 (Sommer)
- Wärmepumpen: 2x 30MWth / 2x 9.2 MWeI
- Teillastbetrieb: von 50% auf 100% in <30Sek.
- 4000 Liter Wasser/Sek. / 1.2m Ø Rohrdurchmesser



# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



MAN Kompressor in Zürich



MAN Kompressor in Esbjerg



CO<sub>2</sub> Tank



# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



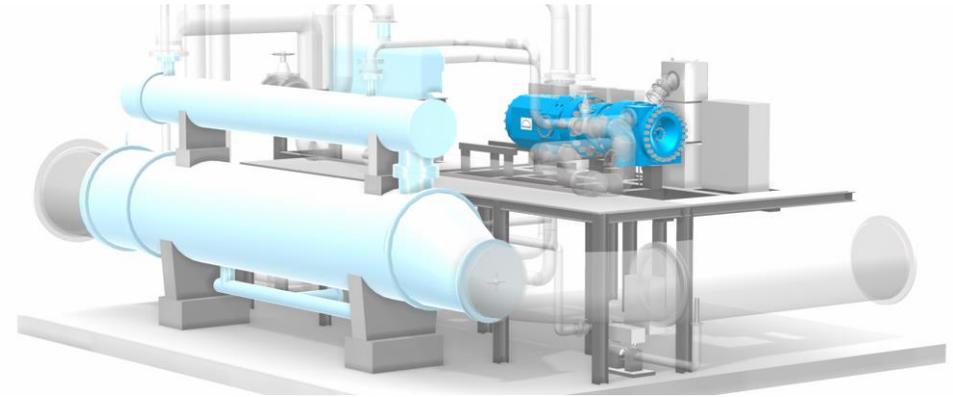
# Esbjerg (DK) Projekt – Grösste CO<sub>2</sub> Wärmepumpe der Welt!



# MAN gewinnt 2. Mega-Wärmepumpen Projekt in Dänemark!



Wärmepumpe-Gebäude



- 3 Meerwasser CO<sub>2</sub> Wärmepumpe (Option für 4.)
- 134 / (175) MWth (~ 44 MWth/WP-Einheit)
- ~ 14 MWeI Leistungsaufnahme
- 40'000 m<sup>3</sup> thermischer Speicher
- Anschluss ans Netz April 2027

# 21. Jahrhundert das Zeitalter der Mega-Wärmepumpen.

A wide-angle photograph of a city skyline at sunset. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds, with the sun low on the horizon. Several tall, modern skyscrapers are visible, their silhouettes dark against the bright sky. A body of water is visible in the foreground, reflecting the light from the sky and the buildings.

Raymond.Decorvet@man-es.com  
Global Business Development ETES