



**Energieeffizienz in industriellen Prozessen:  
CO<sub>2</sub> - Hochtemperatur-Wärmepumpen  
als Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen**

**thermeco<sub>2</sub>**

Unsere Mission:  
Zero Carbon Transition as a Service

A wide-angle photograph of a modern, multi-story office building with a white facade and large windows. A glass-enclosed skybridge connects two parts of the building. A parking lot with several cars is visible in the foreground. The sky is clear and blue.

4.500 QM  
18.100 QM  
3.200 QM

**ENGIE Refrigeration GmbH**

5 Regionen

11 Niederlassungen

rund 300 Mitarbeiter

# ENGIE Refrigeration – Überblick

In über 19 Ländern aktiv

AUSTRALIEN  
BELGIEN  
CHILE  
CHINA  
FRANKREICH  
GROSSBRITANNIEN  
INDIEN  
MALAYSIA  
NIEDERLANDE  
ÖSTERREICH  
PHILIPPINEN  
RUSSLAND  
SINGAPUR  
SÜDKOREA  
SPANIEN  
SCHWEIZ  
THAILAND  
UKRAINE

**135 Jahre**  
Erfahrung in  
industrieller  
Kältetechnik

**500 x dka**  
durchgeführte  
Kälteschulungen seit  
2004

**3.120**  
verkaufte QUANTUM-  
Kältemaschinen

**8.850**  
installierte  
Kompressoren

## Individuell

Wir planen ganz nach Ihren Bedürfnissen und Anforderungen, damit Sie für Ihren Prozess die beste Kälte-lösung erhalten.

## Nachhaltig

Unsere Systeme werden direkt auf Ihre Temperaturanforderungen zugeschnitten und bieten viele Möglichkeiten zu Energie- und Kosteneinsparungen.

## Effizient

Unsere Experten verfügen nicht nur in der Kälteerzeugung über umfangreiches Wissen – auch bei der Einbindung zugehöriger Komponenten verfügen wir über langjährige Erfahrung.

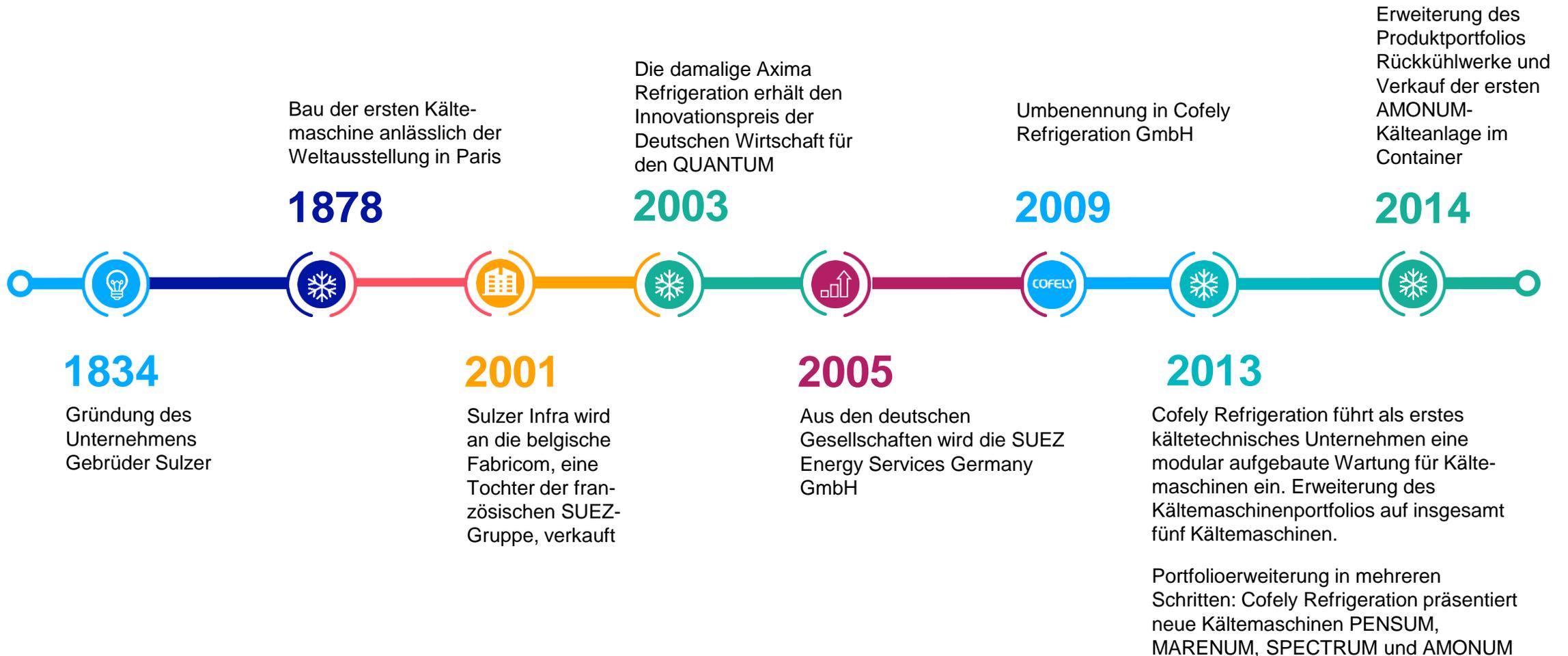
## Serviceorientiert

Beim Service Ihrer Kälteerzeugung achten wir ganz besonders auf Betriebssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltsicherheit.

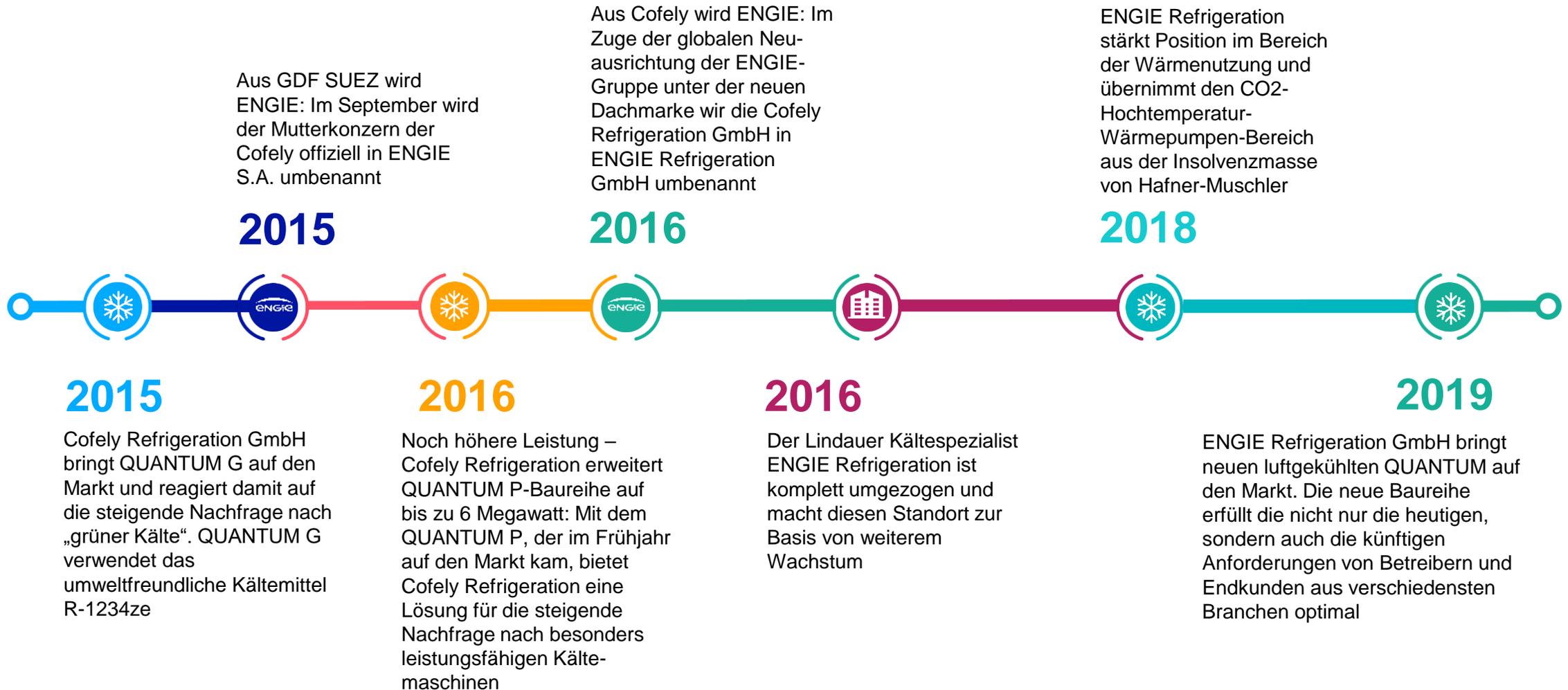
## Geschult

Wir bieten umfangreiche Trainings und Betreiber-schulungen für unsere Kunden. So leisten wir einen Beitrag zur Weiterentwicklung von Fachkräften und Experten.

# ENGIE Refrigeration - Geschichte



# ENGIE Refrigeration – Geschichte



# ENGIE Refrigeration – Portfolio

## Kältemaschinen:

AMONUM, MARENUM, PENSUM, QUANTUM,  
SPECTRUM

## Wärmepumpen:

AMONUM, PENSUM, QUANTUM, thermeco<sub>2</sub>

## Rückkühlwerke:

VENTUM – Offen, Geschlossen, Adiabat

## Systeme & Lösungen:

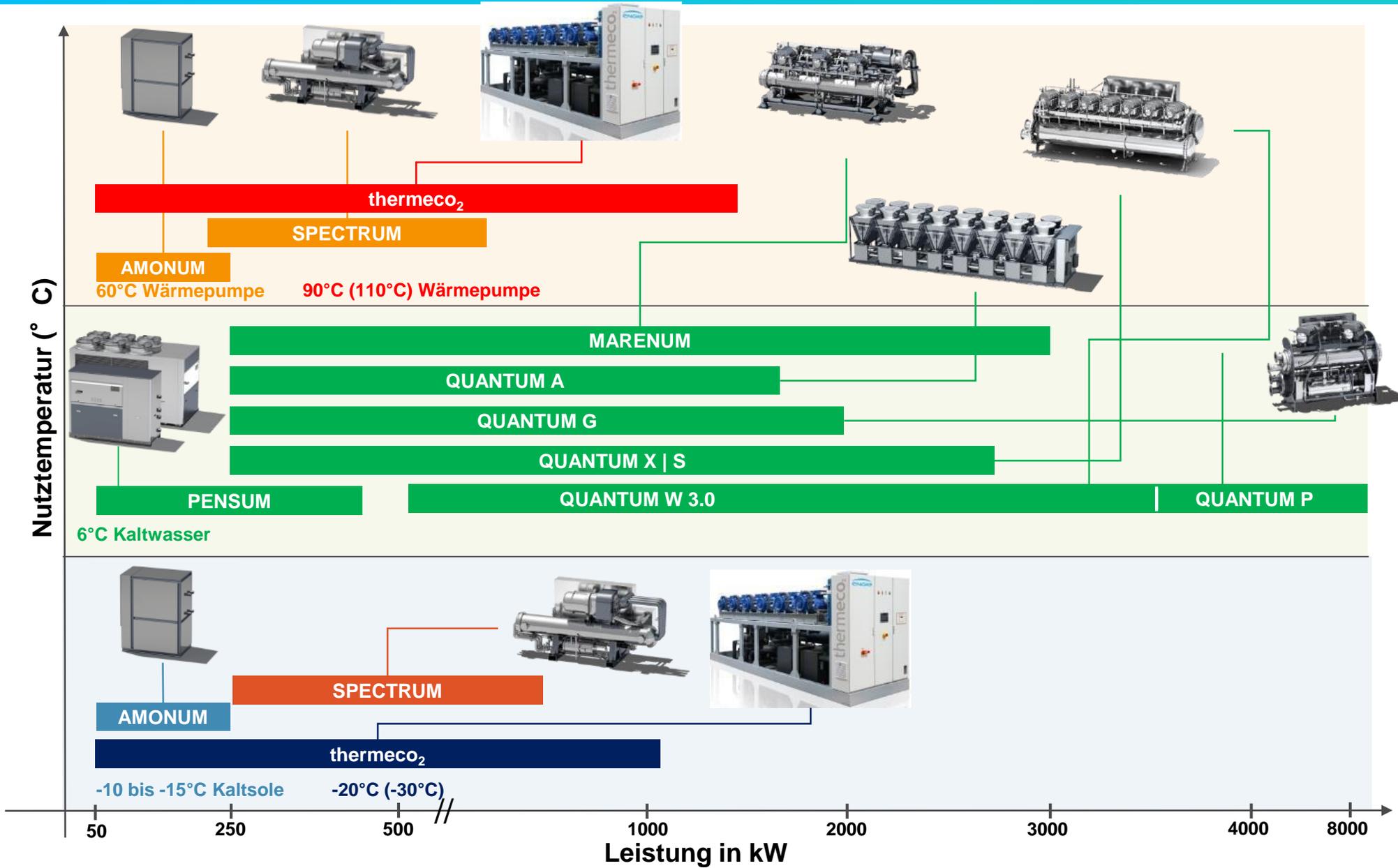
Kühl- und Kaltwasseranlagen, Containeranlagen,  
Spezialanwendungen

## dka die kälte-akademie:

Schulungen, Betreiberpflichten,  
Gefährdungsbeurteilungen, Status-Checks

## Dienstleistungen:

Modulare Wartung, Modernisierungsleistungen,  
Effizienz-Check, Mietkälte



# Markt und Motivation

## Zero Carbon Transition As a Service

**AKTUELL** Verteuerung vor allem fossiler Brennstoffe

**Problem Klimawandel – Es ist Zeit, zu handeln!**

- CO<sub>2</sub> - Ausstoß durch Verbrennung fossiler Brennstoffe
- Umweltschädliche Kältemittel

**Rechtliche Rahmenbedingungen**

- F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 (→ nat. Kältemittel)
- CO<sub>2</sub> - Bepreisung für Wärme nEHS/ EU ETS
- Richtlinie (EU) 2018/844 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- Novellierte Düngeverordnung (→ Klärschlamm-trocknung)



**Unsere Lösung: thermeco<sub>2</sub>**



# CO<sub>2</sub> als Kältemittel

Phase Down nach F-Gase-Verordnung (EU) 517/2014

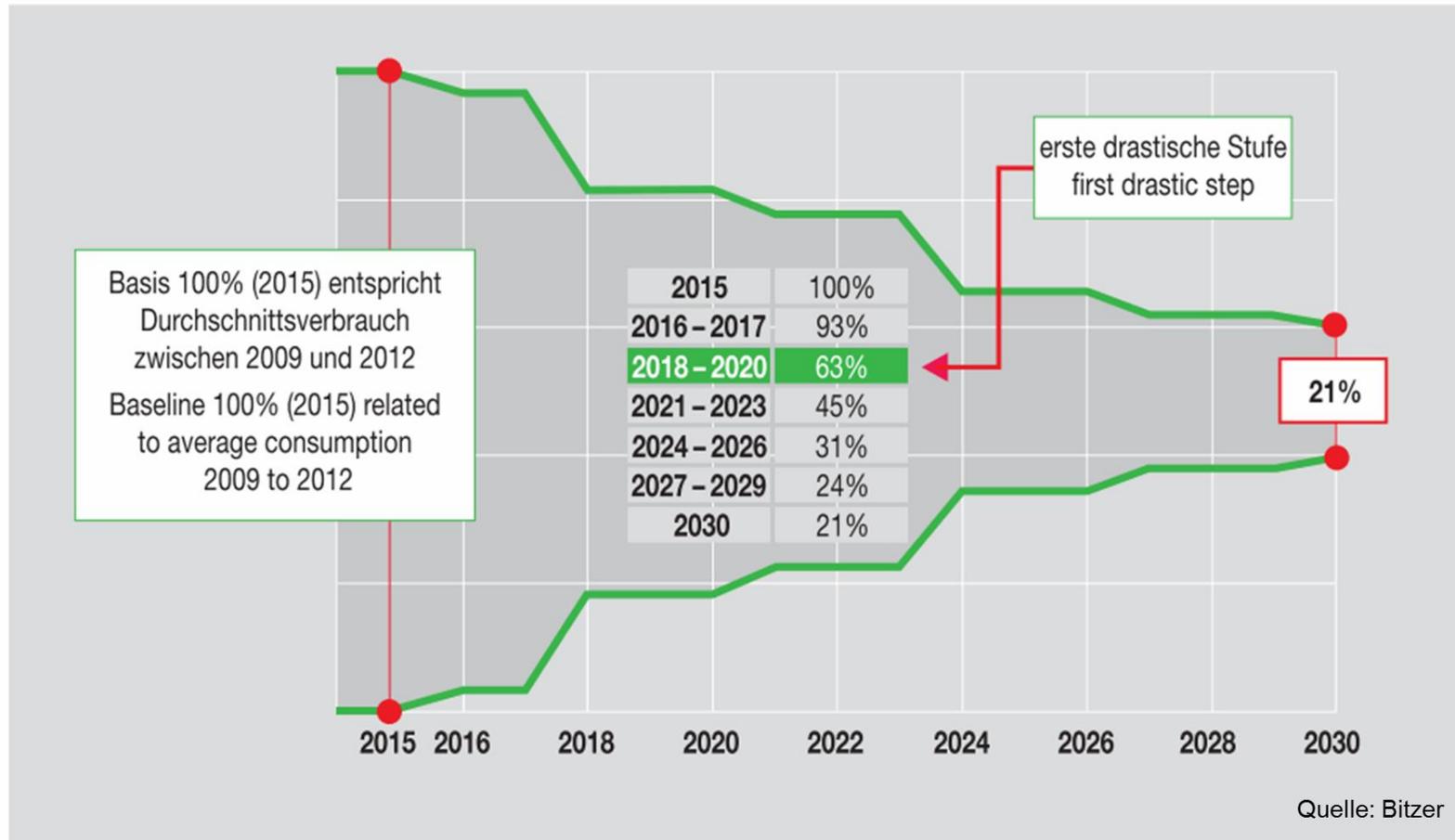
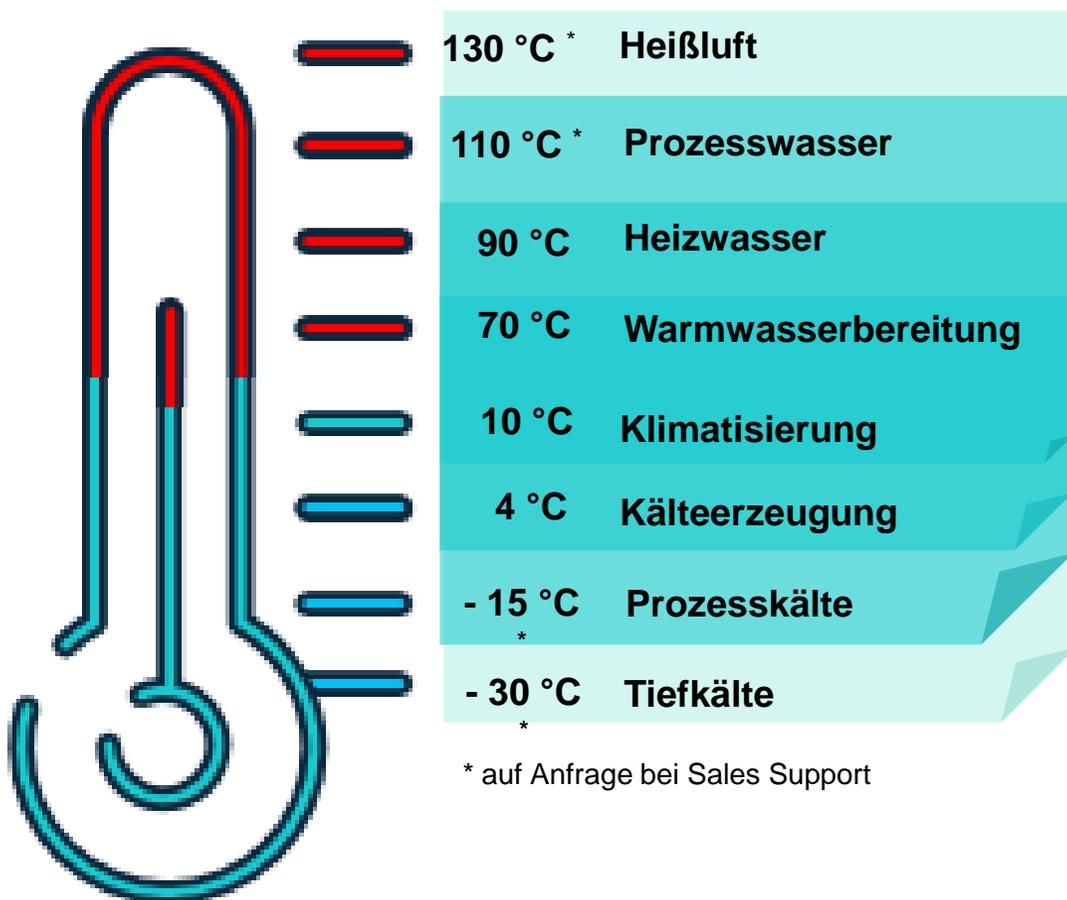


Abb. 1 Mengenbegrenzung („Phase-Down“) bis 2030

Fig. 1 Quantitative limit ("phase-down") until 2030

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



## Warmwasserbereitung und Klimatisierung

- Versorgung in öffentlichen Bereichen
- Hotels



Gebäude

## Nahwärme/-kälte

- Energieversorger
- Abfallwirtschaft



Quartiere

## Prozesswärme-/Kälte

- Lebensmittelherstellung
- Industrie



Industrie

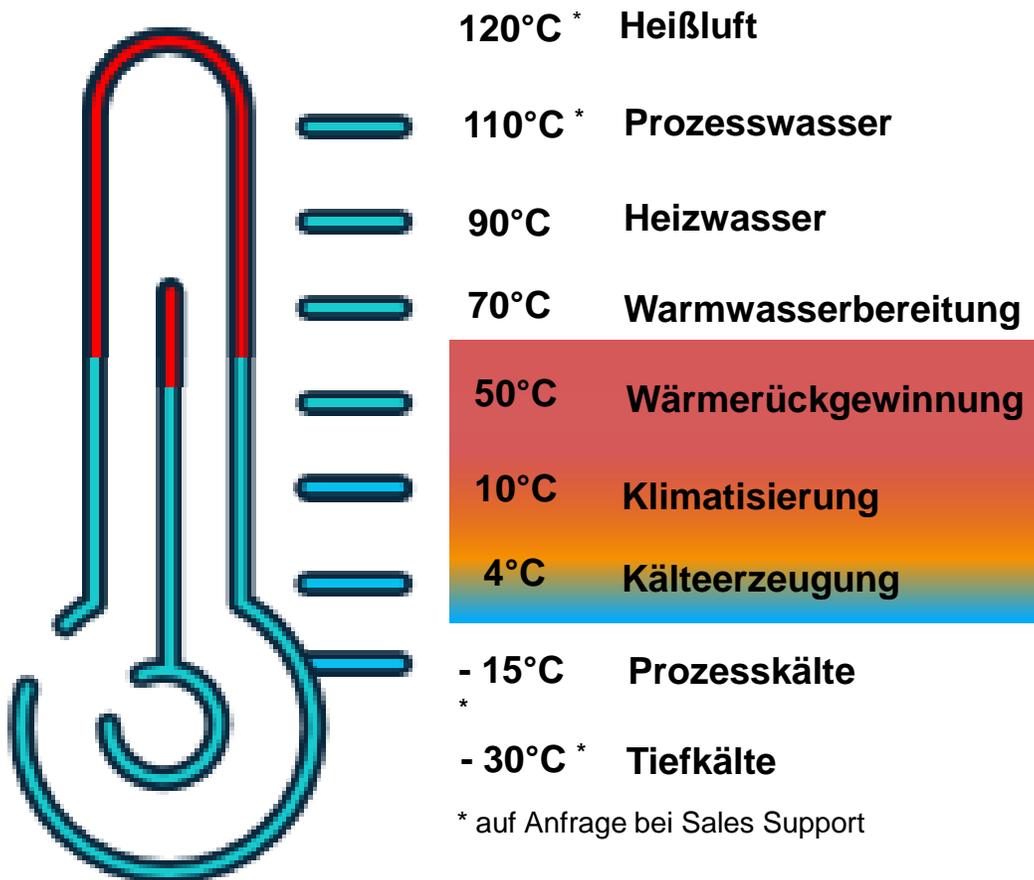
## Energiesparoption bei Spezialmaschinen



OEMs

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



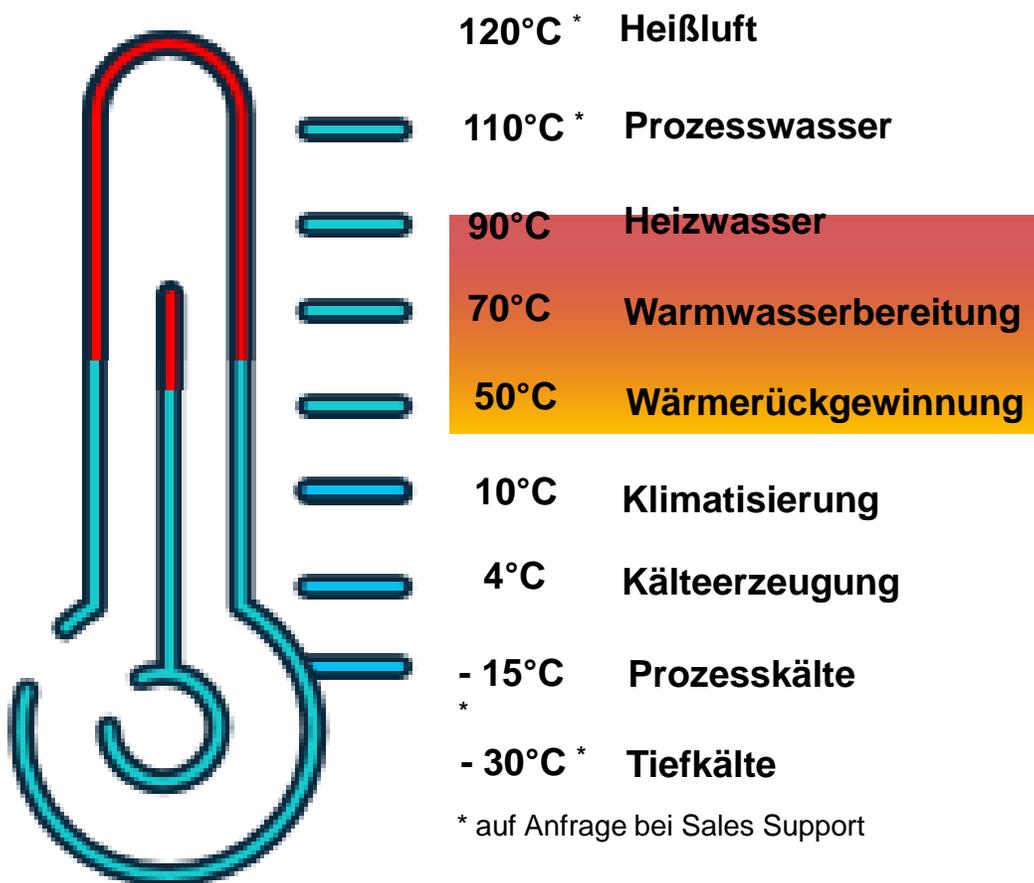
Wirtschaftlich/technisch mögliche Spreizung  $t_o$  zu  $t_c$  (Senke) bei

- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco<sub>2</sub>: ca. 60-120 K

**Kondensierende KM/WP:**  
**Kaltwassererzeugung/  
 Warmwassererzeugung**

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



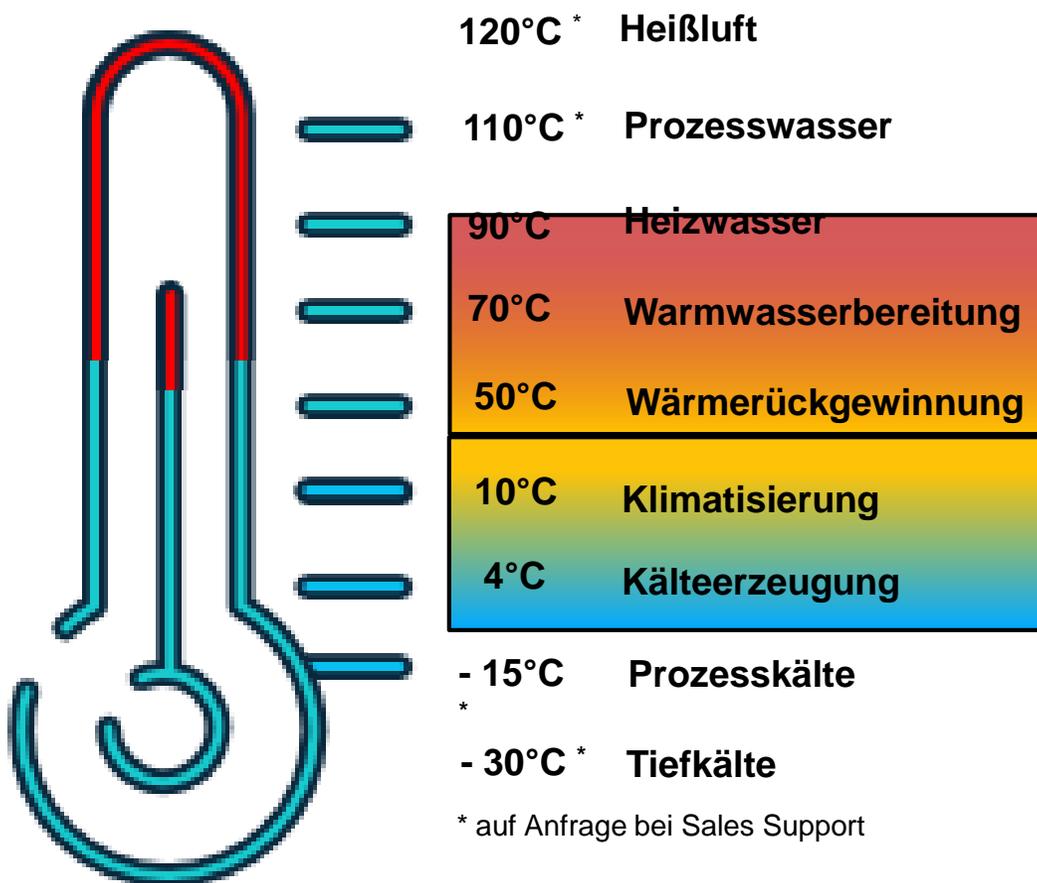
Wirtschaftlich/technisch mögliche Spreizung  $t_o$  zu  $t_c$  (Senke) bei

- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco<sub>2</sub>: ca. 60-120 K

**Kondensierende KM/WP:**  
**Wärmerückgewinnung**

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



Wirtschaftlich/technisch mögliche Spreizung  $t_o$  zu  $t_c$  (Senke) bei

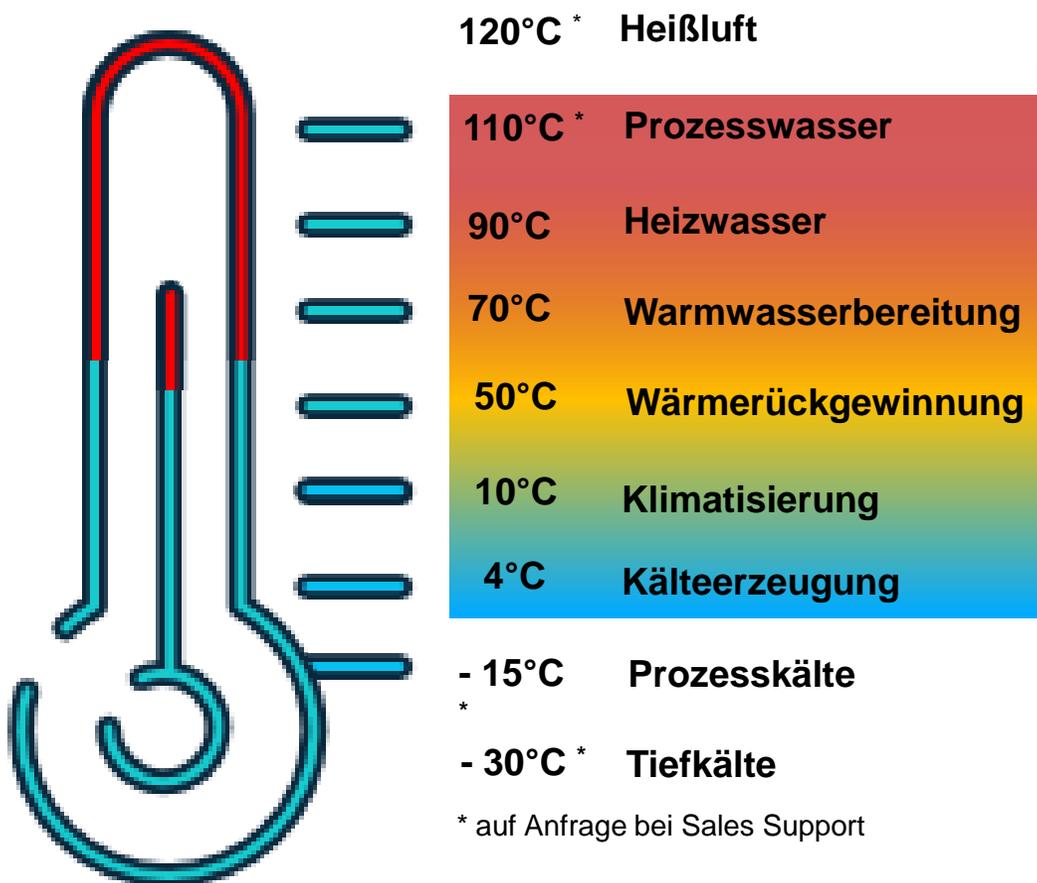
- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco<sub>2</sub>: ca. 60-120 K

**Kondensierende KM/WP:**

**Kaskade**

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



Wirtschaftlich/technisch mögliche Spreizung to zu tc (Senke) bei

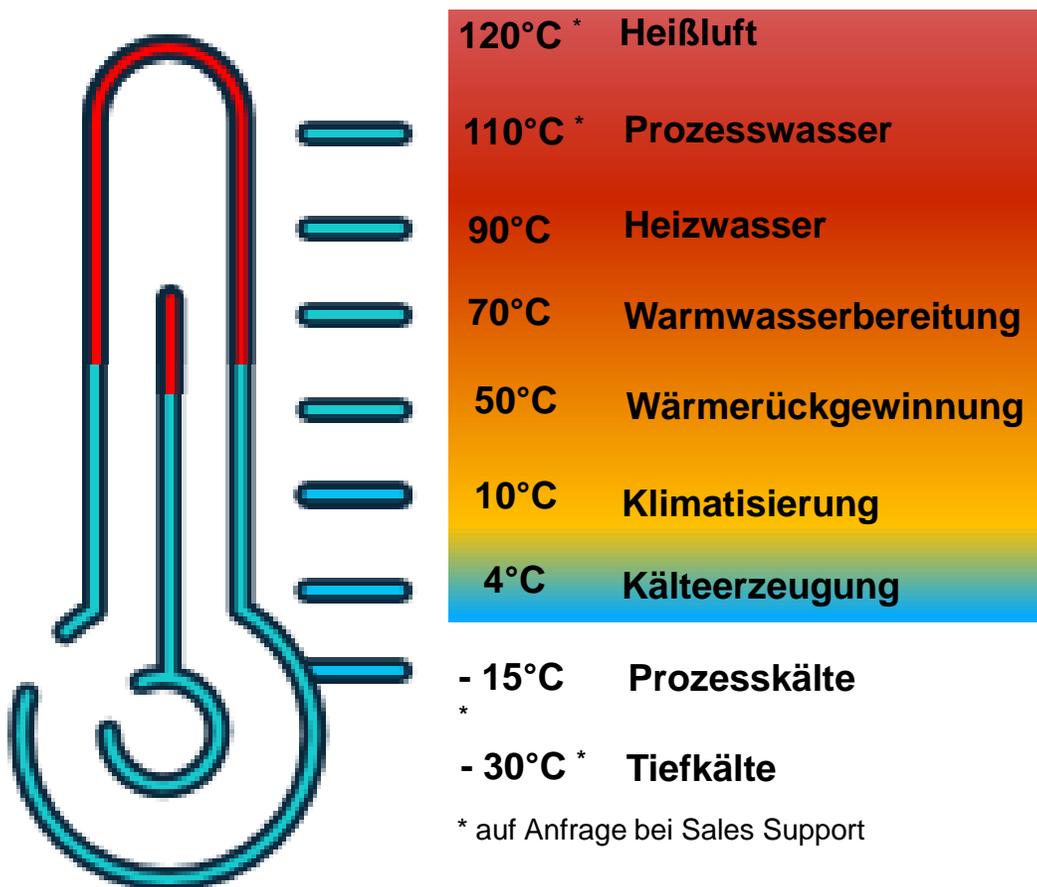
- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco<sub>2</sub>: ca. 60-120 K

thermeco<sub>2</sub>:

**Zugleich Kaltwasser und  
Prozesswasser**

# Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



Wirtschaftlich/technisch mögliche Spreizung  $t_o$  zu  $t_c$  (Senke) bei

- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco<sub>2</sub>: ca. 60-120 K

thermeco<sub>2</sub>:

**Zugleich Kaltwasser und Heißluft**

# Produktsteckbrief HHR-Baureihe

## Produktbeschreibung



HHR90



HHR130



HHR180



HHR260



HHR360



HHR520



HHR720



HHR1000

## Wasser/Wasser-Kältemaschine mit Hochtemperaturskopplung bzw. Wärmepumpe zur Innenaufstellung

- Leistungsstufen zwischen 90 und 1.000 Kilowatt
- halbhermetische Hubkolbenverdichter mit optionalen Frequenzumformern
- konstruiert für den europäischen Markt gemäß EU-Richtlinien
- ca. 80 Maschinen sind im Feld
- förderfähig



Bundesamt  
für Wirtschaft und  
Ausfuhrkontrolle

# Die Komponenten der thermeco<sub>2</sub>

Gute **Servicezugänglichkeit** im Maschinendesign

## Verdichter

semi-hermetischer Hubkolbenverdichter mit Teilwicklungsstart verringern die Anlaufstromspitzen

## 130 bar Ausführung

ermöglicht höhere Druckstufen für gesteigerte Effizienz bei Hochtemperaturanwendungen

## Geschweißter Stahlrahmen

kombiniert Stabilität und Kompaktdesign zur robusten Industriedesignlösung

**19 mm Diffusionsdichteisolierung** des gesamten Kältemittelkreislaufs verhindert Schwitzwasserbildung und Korrosion



## Schaltschrank

- gemäß DIN EN 60204; VDE 0113-1
- Schutzart IP54, Spannung 400V/3Ph/50Hz
- Schaltschrankbelüftung
- Hauptschalter, Nothaltschalter
- Steuertransformatoren
- Unabhängige Stromversorgung schließt bei Spannungsausfall die Hoch- und Mitteldruckventile

## Schwingmetallfüße

für einen vibrationsarmen Betrieb

## Filtertrockner

für hohe Betriebssicherheit und Langlebigkeit

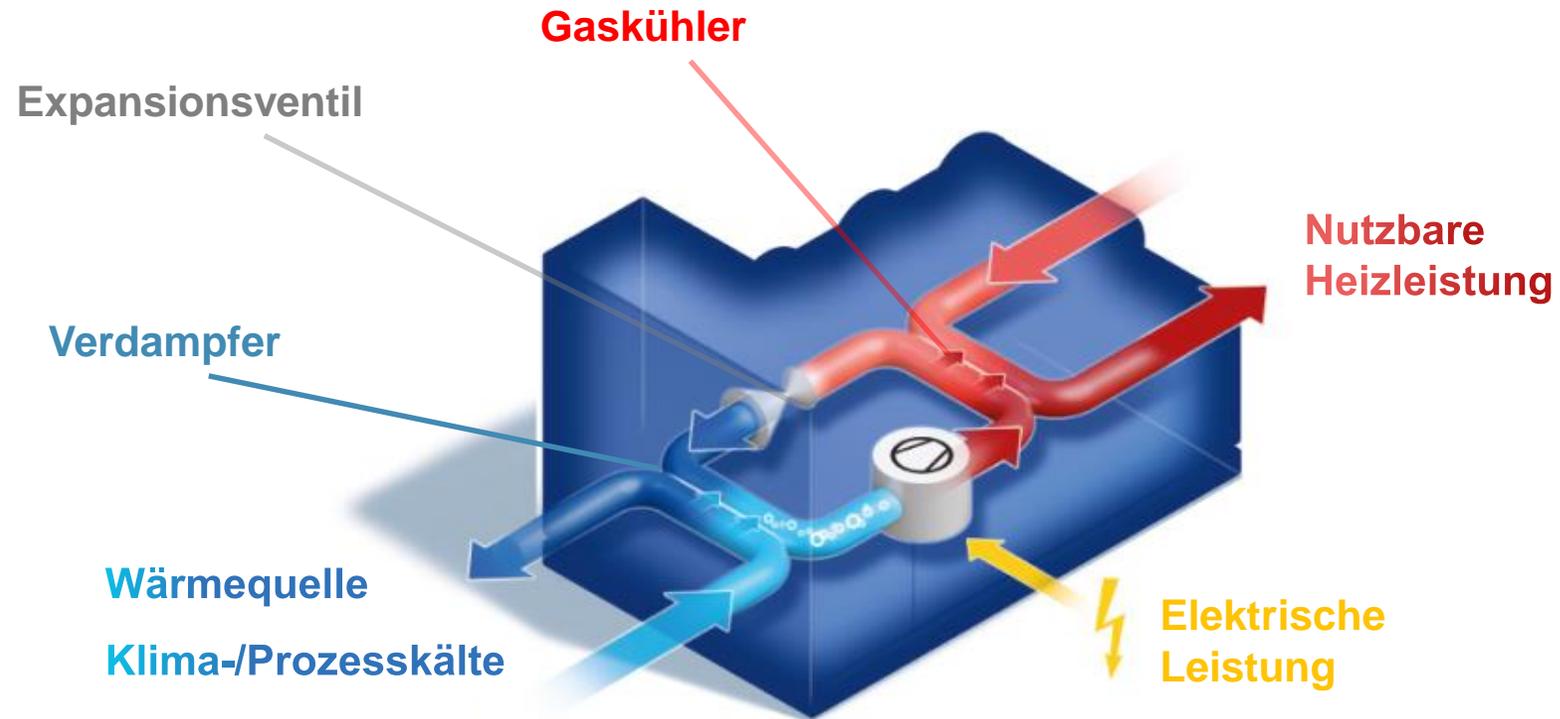
# Optionen und Zubehör

- Interner Wärmetauscher IHE zur Effizienzsteigerung oder höhere Wärmeträgeraustritts-/Vorlauftemperaturen
- Variables Regelungskonzept (Kälte oder Wärme kann als „Master“ dienen; „Wärmepumpen“ Regelung möglich)
- Regelung der Sekundärmedien durch Regelung und Versorgung von externen Pumpen
- Frequenzumformer FU zur stufenlosen Leistungsanpassung
- Kaltwassermischventil: stellt sicher, dass keine zu hohen Wärmequelltemperaturen (Eintrittstemperatur Kälte-träger) den Maschinenbetrieb beeinflussen
- Unterstützung der state-of-the-art Busprotokolle
- Gaswarnanlage
- Gefährdungsbeurteilungen und weitere Serviceleistungen



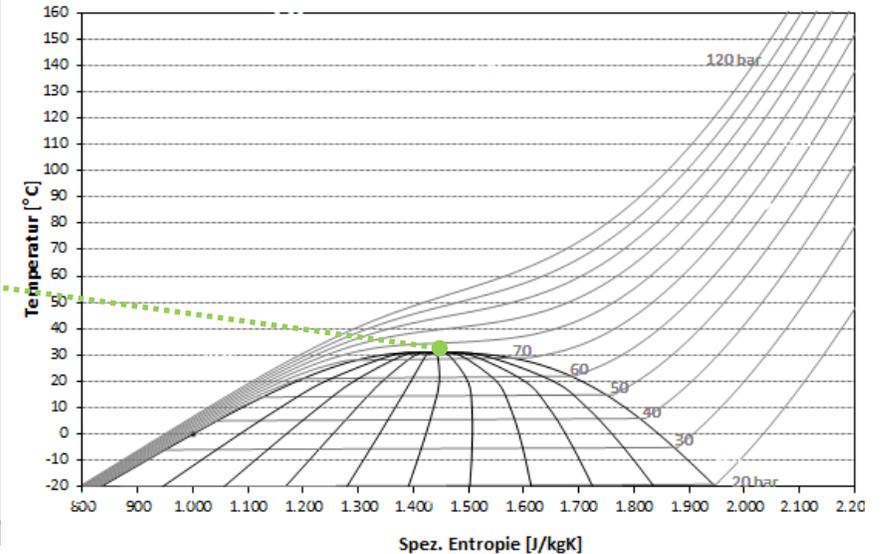
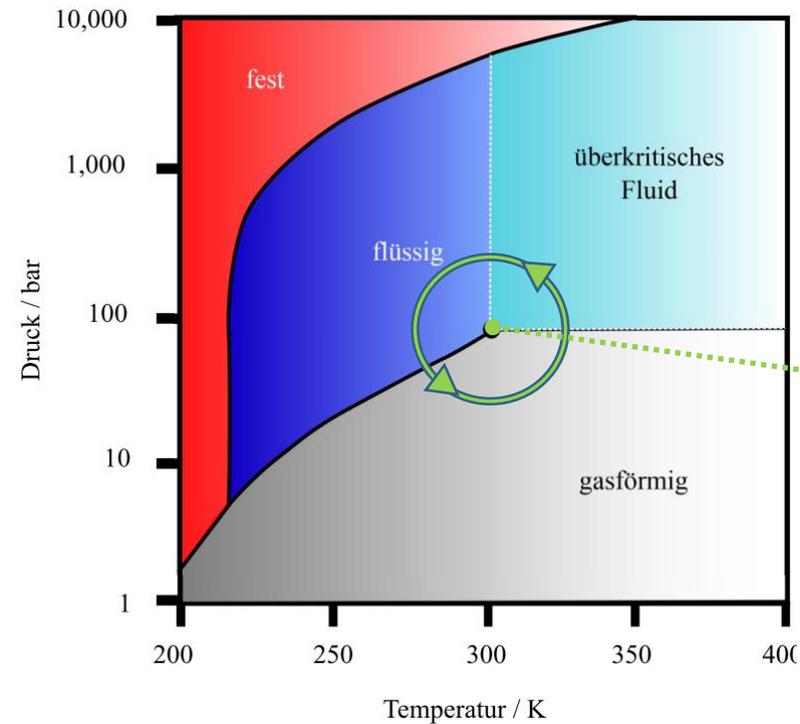
# **thermeco<sub>2</sub>** **Funktionsweise und Thermodynamik**

# thermeco<sub>2</sub> | Funktionsweise



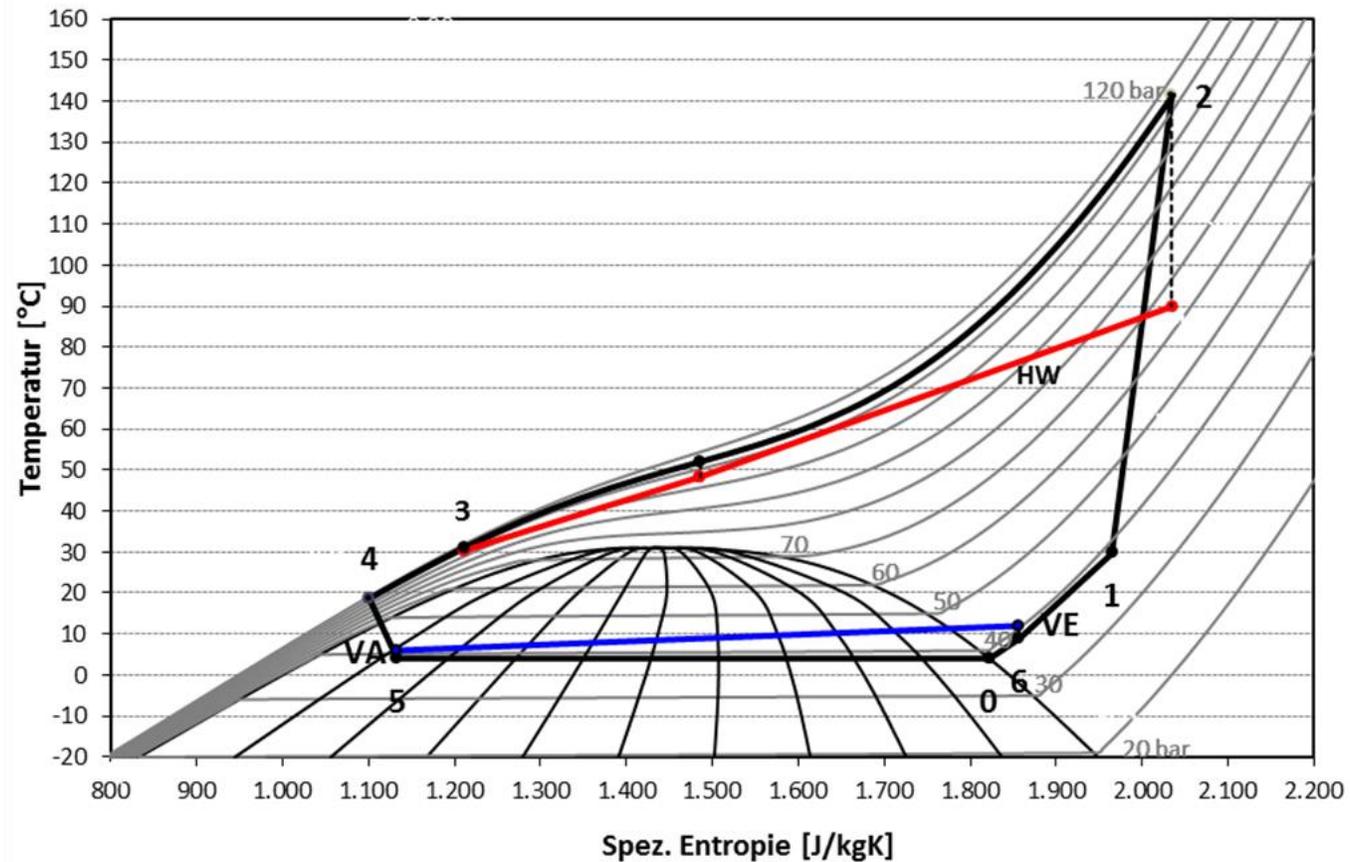
# Thermodynamik

- kritischer Punkt bei **31,1 °C** und **73,8 bar**
- Ab 304,1 K (31,1 °C) überkritisch
- Transkritischer Kreisprozess bei Kältemaschinen
- Überwiegend subkritischer Kreisprozess bei Kältemaschinen



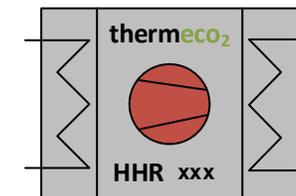
# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

## Wärme- und Kälteerzeugung



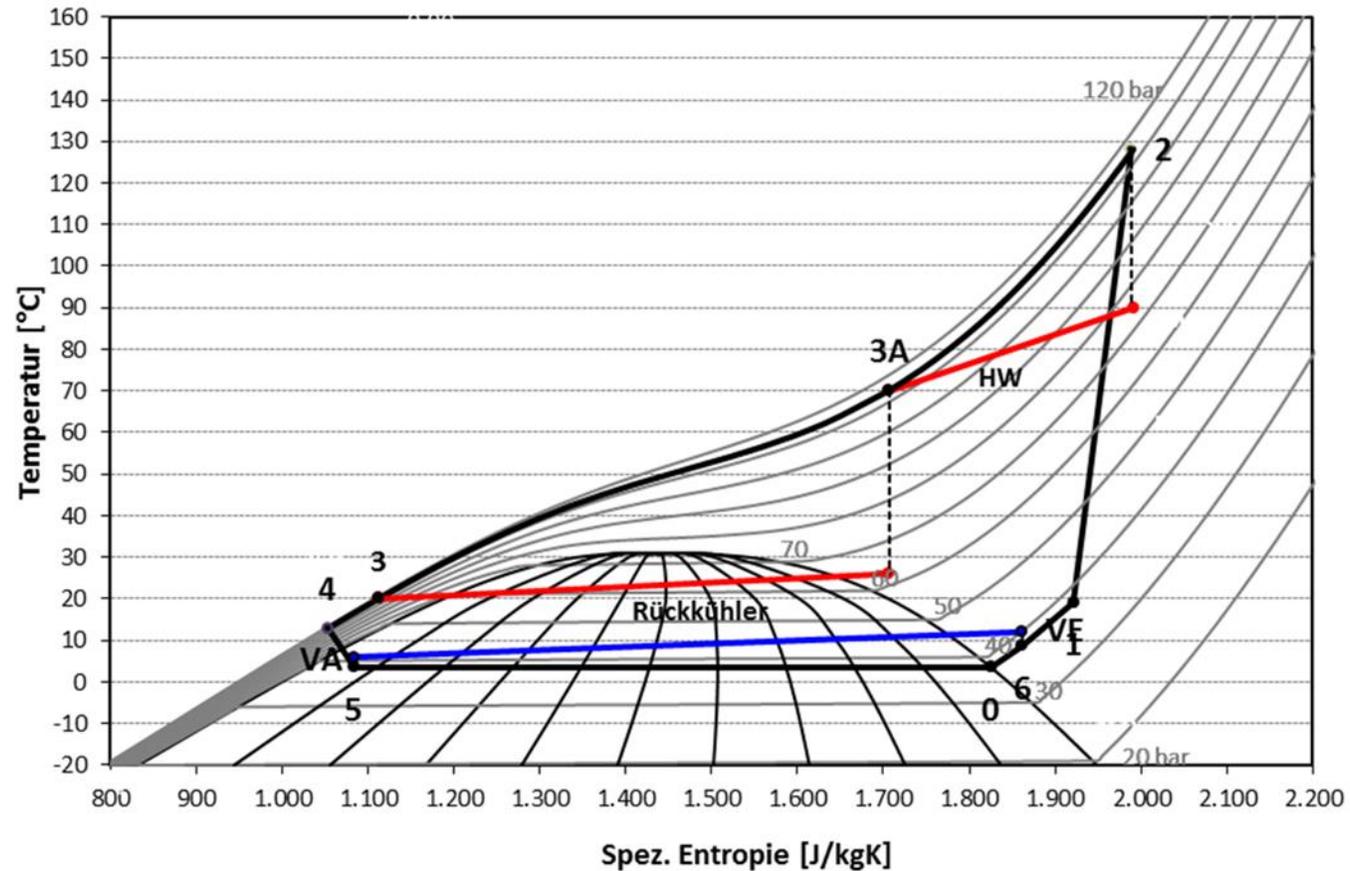
● Wärmeezeugung 30/90 °C

● Kälteerzeugung 12/6 °C

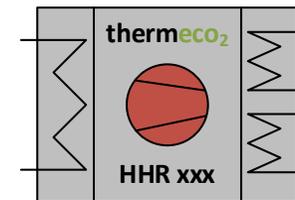


# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

## Wärme- und Kälteerzeugung

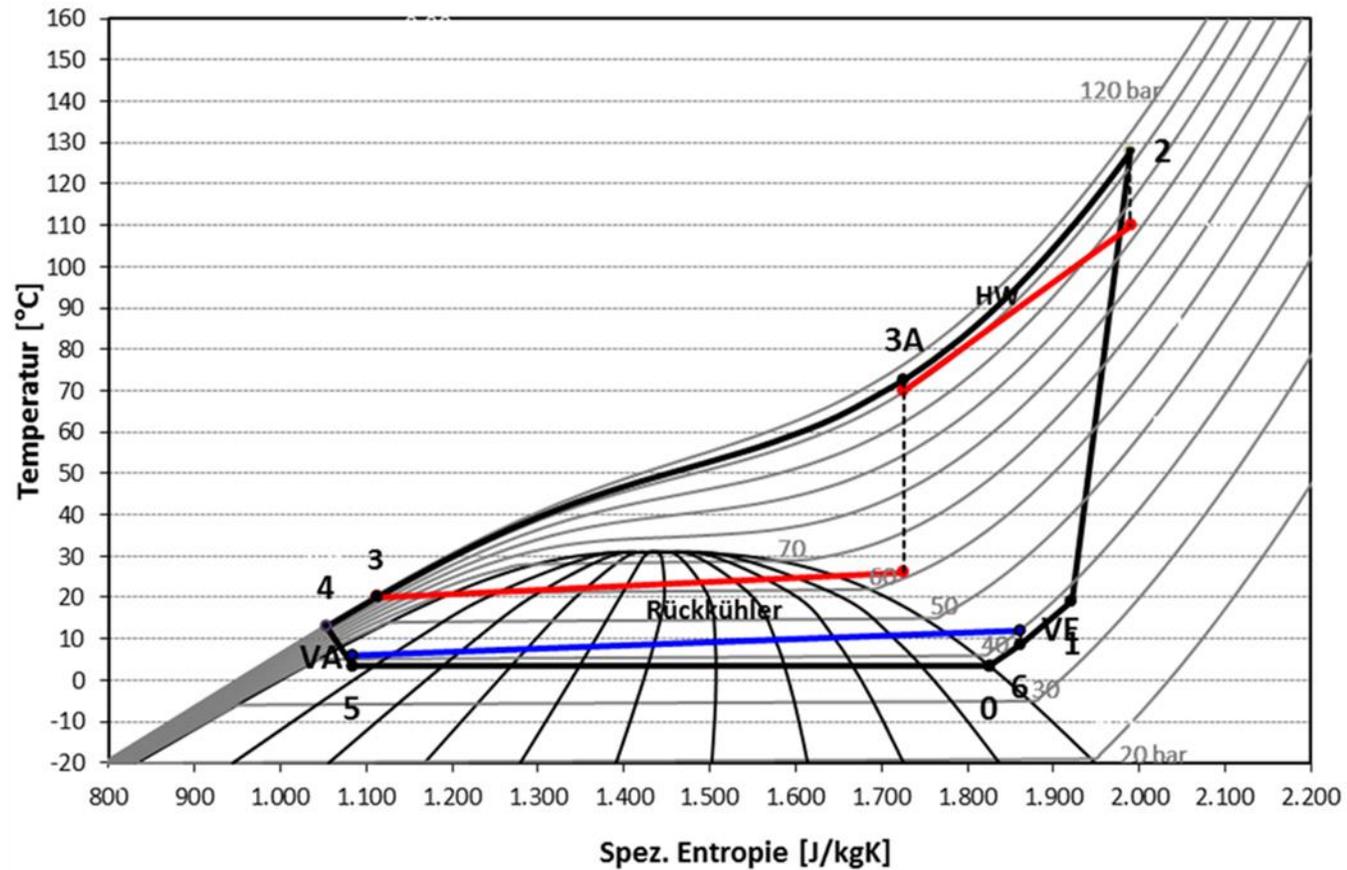


- Wärmeezeugung 70/90 °C
- Kälteerzeugung 12/6 °C
- Rückkühler / NT Wärme
- 2 Gaskühler in Reihe

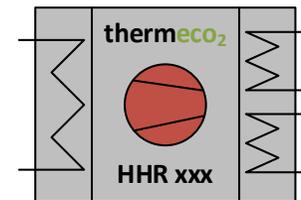


# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

## Wärme- und Kälteerzeugung

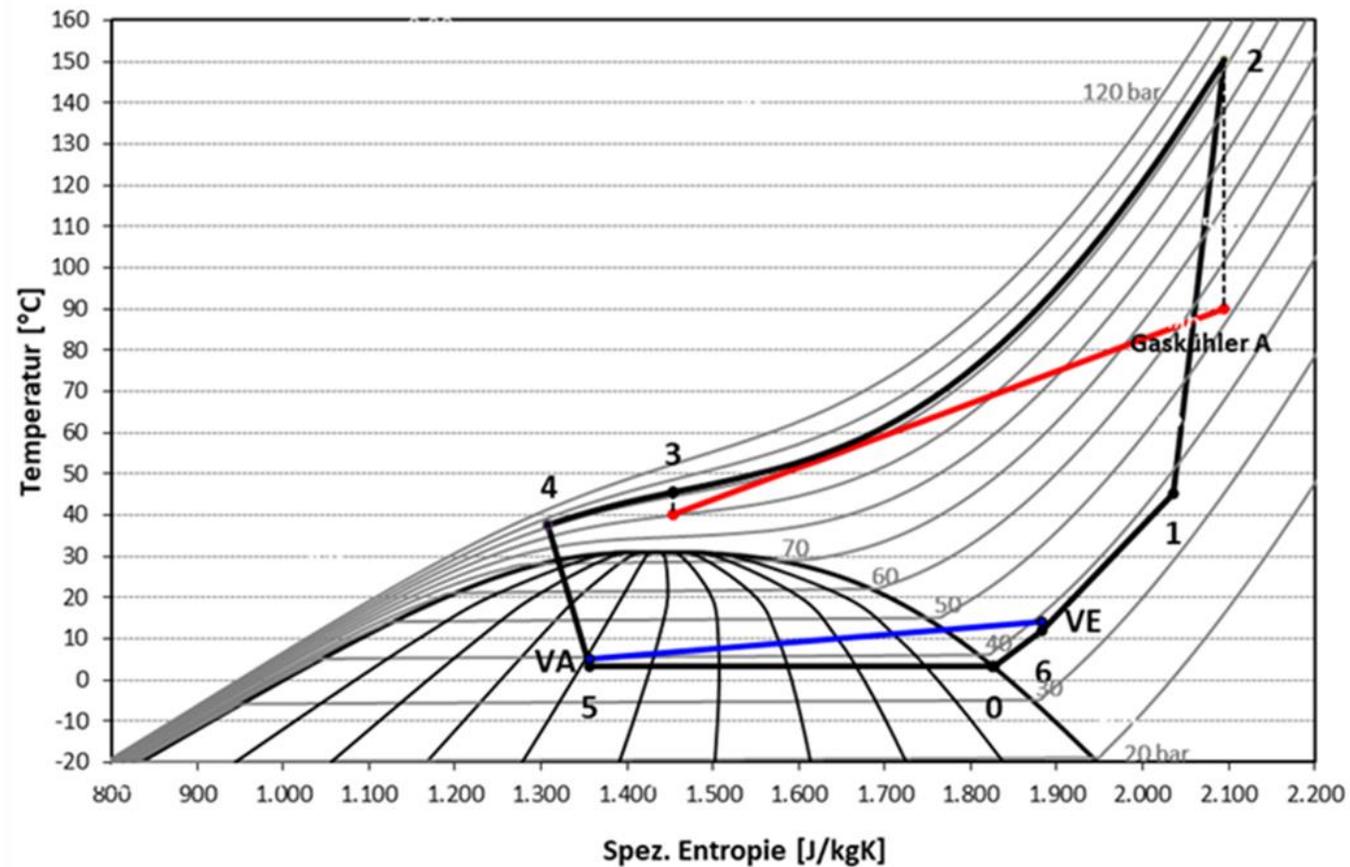


- Wärmeezeugung 70/110 °C
- Kälteerzeugung 12/6 °C
- Rückkühler / NT Wärme
- 2 Gaskühler in Reihe



# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

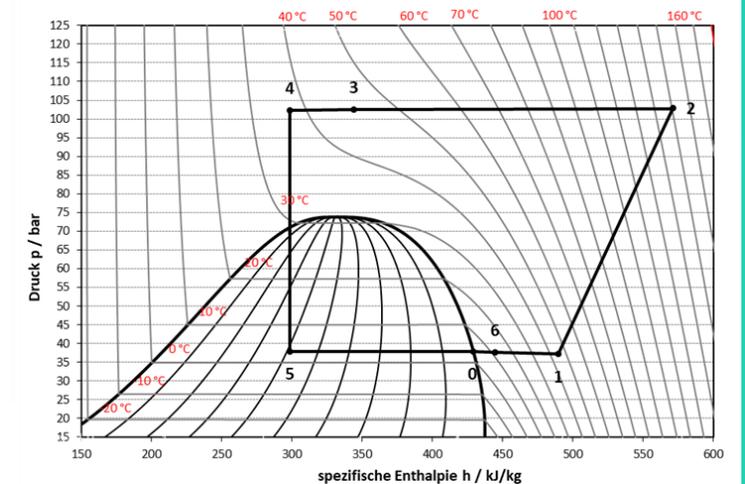
## Einfluss Rücklauftemperatur auf Performance



● BP 14/5 °C // 40/90 °C

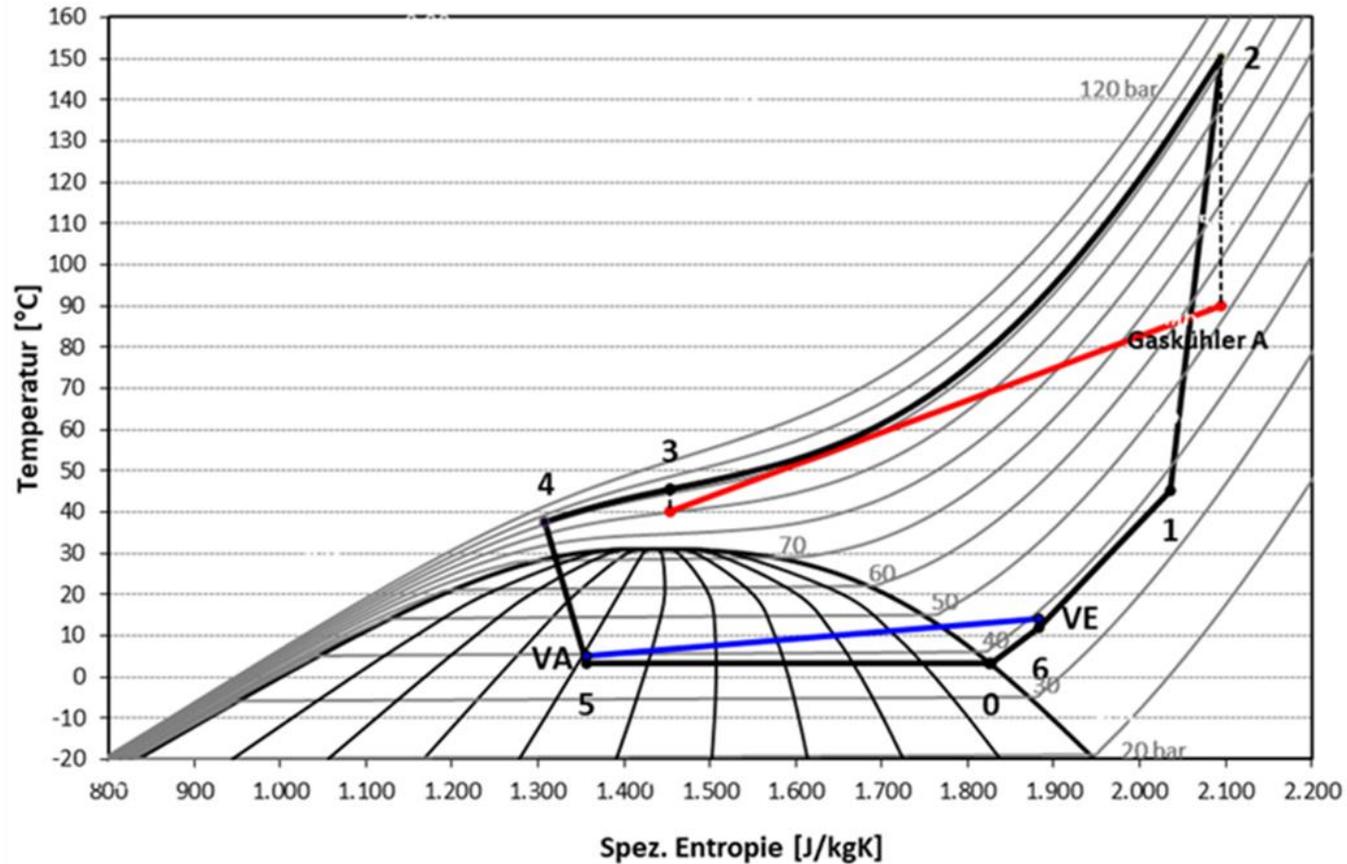
●  $COP_h = Q_h / P_{el}$

● Sauggastemperatur 45 °C (IHE)



# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

## Einfluss Rücklauftemperatur auf Performance

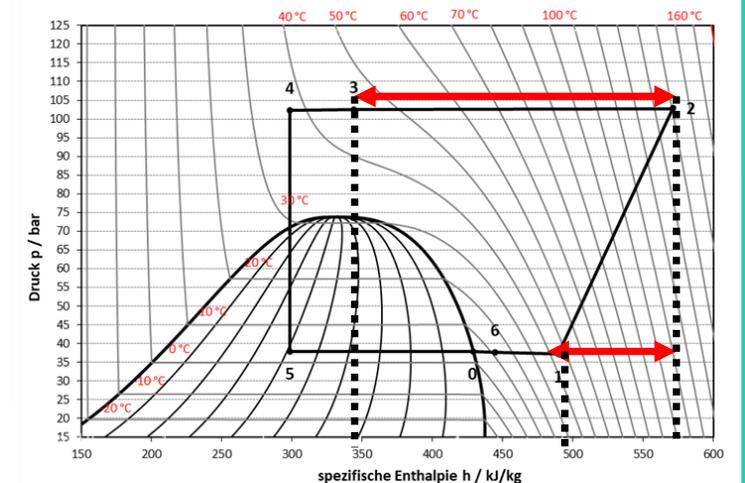


● BP 14/5 °C // 40/90 °C

●  $COP_h = Q_h / P_{el}$

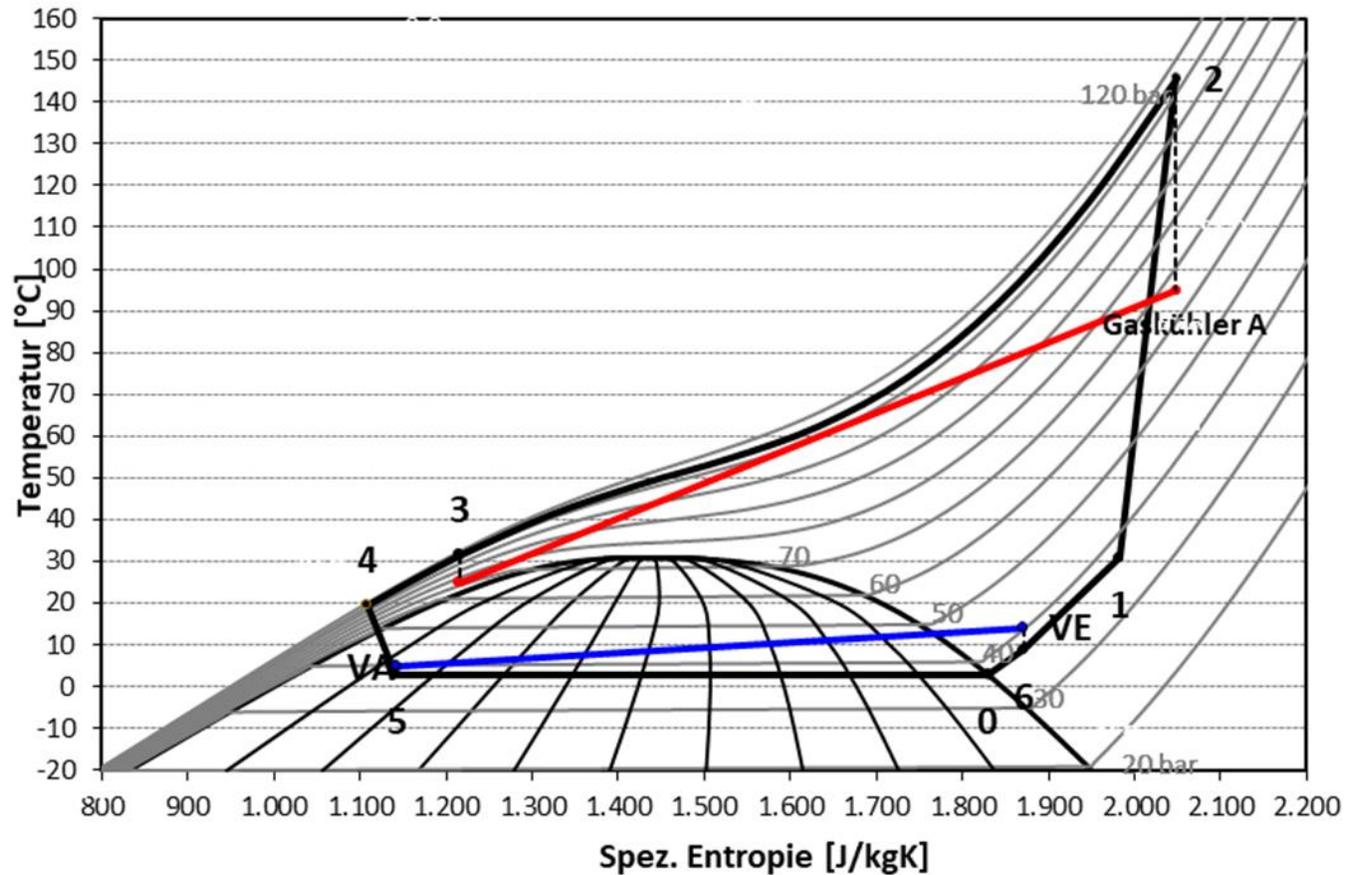
$= \frac{h''(2) - h''(3)}{h''(2) - h''(1)} = \frac{571 - 344}{571 - 489,8}$  (alle kJ/kg im lg,p, h - Diagramm) = **2,8**

● Sauggastemperatur 45 °C (IHE)



# thermeco<sub>2</sub> - Thermodynamik

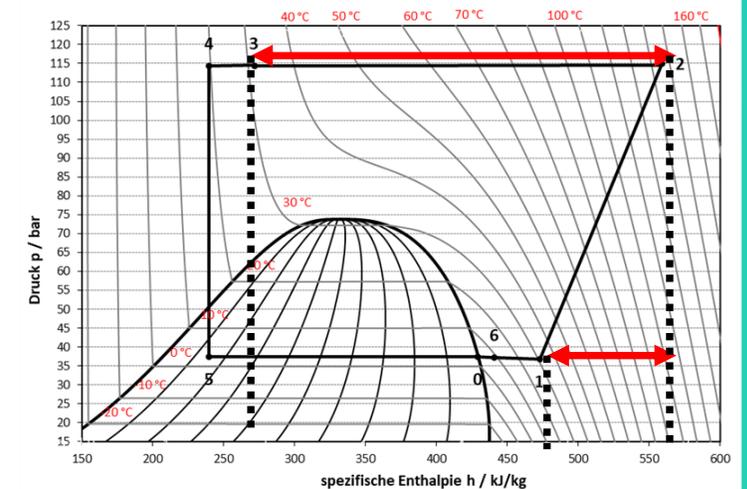
## Einfluss Rücklauftemperatur auf Performance



● BP 14/5 °C // 25/90 °C

●  $COP_h = Q_h / P_{el} = \frac{h''(2) - h''(3)}{h''(2) - h''(1)} = \frac{559 - 271}{559 - 472,7}$  (all kJ/kg) = 3,3

● Sauggastemperatur 31 °C



# thermeco<sub>2</sub> Einsatzgrenzen

## Zusammenfassung

**Im Vergleich zu anderen Kältemitteln ist CO<sub>2</sub> besonders geeignet für**

- Einstufig große Temperaturhübe
  - Wärme-Kälte-Kopplung für maximalen Nutzen
- Große Temperaturspreizungen des Sekundärmediums am Gaskühler bei niedriger Eintrittstemperatur möglich
  - Trocknungsprozesse
  - indirekte Frischwassererwärmung

# thermeco<sub>2</sub> Förderung

In zahlreichen Kategorien förderfähig

**thermeco<sub>2</sub> erfüllt die Rahmenbedingungen für folgende Förderprogramme beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA)**



**Gebäude**



**Quartiere**



**Industrie**

- Förderung von Kälte- und Klimaanlage mit nicht-halogenierten Kältemitteln (Förderprogramm „Kälte-Klima“), max.  $Q_o=600$  kW
  - Wärmepumpe zur Nutzung von Prozessabwärme (**ca. 20 T€**)
  - Flüssigkeitskühlsätze NK (**ca. 60 T€**)
  - Komponenten
- Marktanreizprogramm (MAP) → Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
  - Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude, Einzelmaßnahmen
  - Wärmeerzeuger, die vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden, wie zum Beispiel S/W Wärmepumpen
  - Erstattung bis 45 % der förderfähigen Kosten.
- Förderung der Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft
  - Modul 2 - Prozesswärme aus erneuerbaren Energien
  - Auswahl des Herstellers der Eintrag „Sonstiges & Sonderbauform“
  - 10 Millionen Euro pro Investitionsvorhaben bei einer Förderquote von bis zu 55 % der förderfähigen Investitionskosten.



staatlich  
gefördert

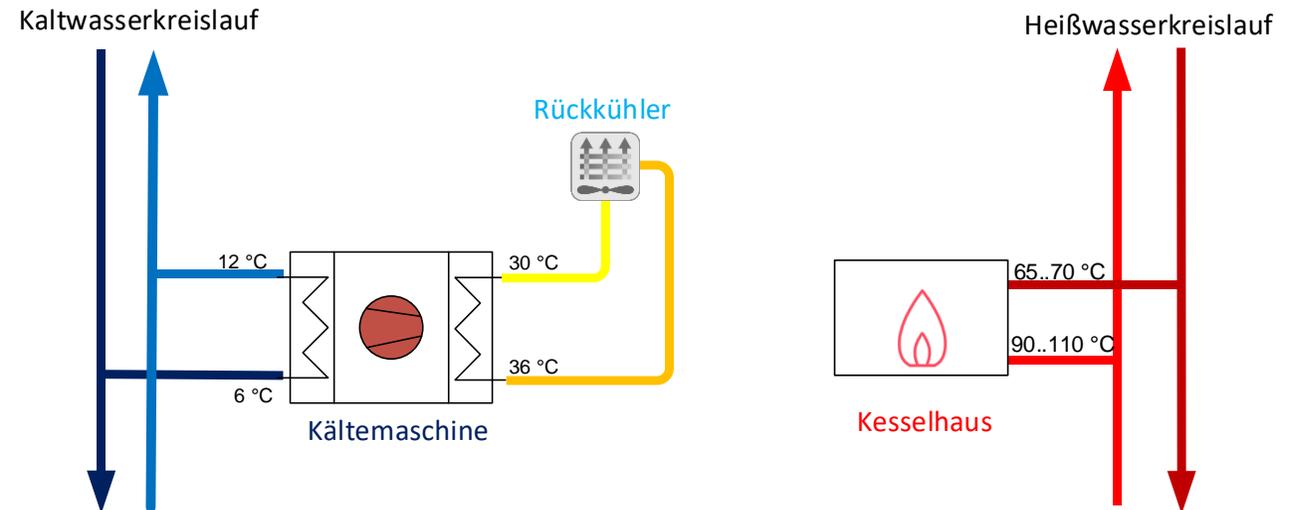


# Grundsätzliche Applikationen

# Wärme-Kälte-Kopplung

## Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

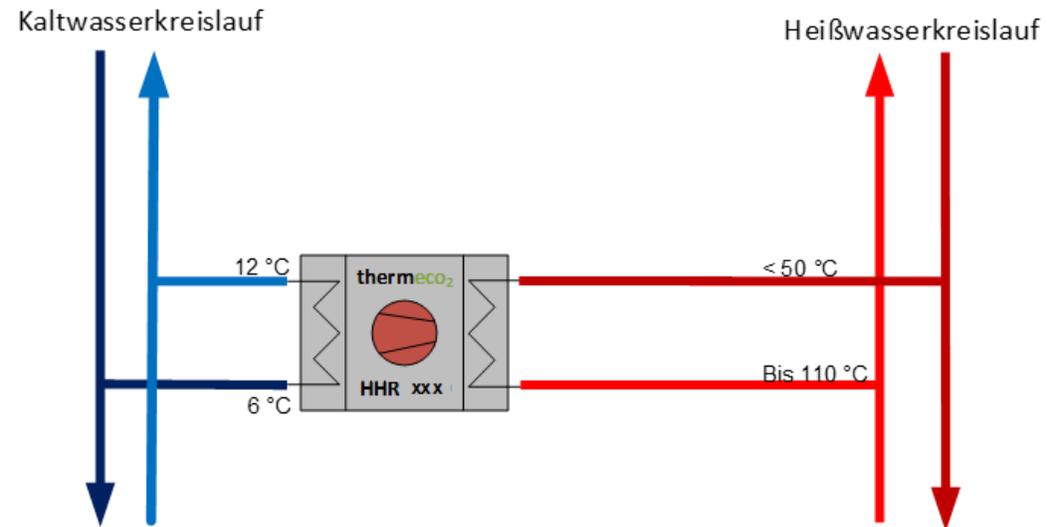
- Heißwasser und Kaltwasser wird im **Kesselhaus** erzeugt
- Kälteerzeugung mit konventionellen **Kältemaschinen**
- Abwärme der Kälteerzeugung wird über einen **Kühlturm** an die Umwelt abgegeben
- Hohe Kosten für Gas, Strom und Wasseraufbereitung (für Kühlturm)



# Wärme-Kälte-Kopplung

## Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

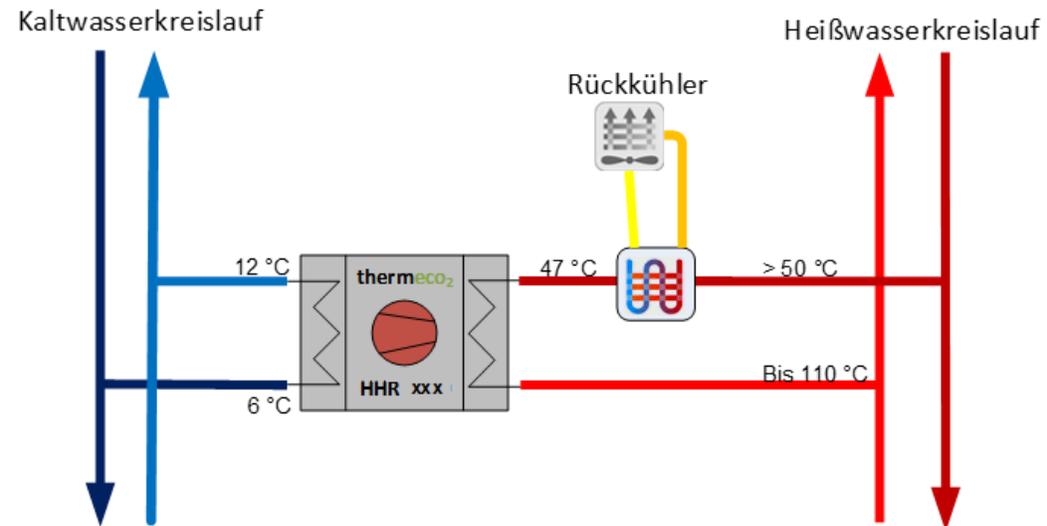
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur **einer** Maschine
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Wärme-Kälte-Kopplung

## Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

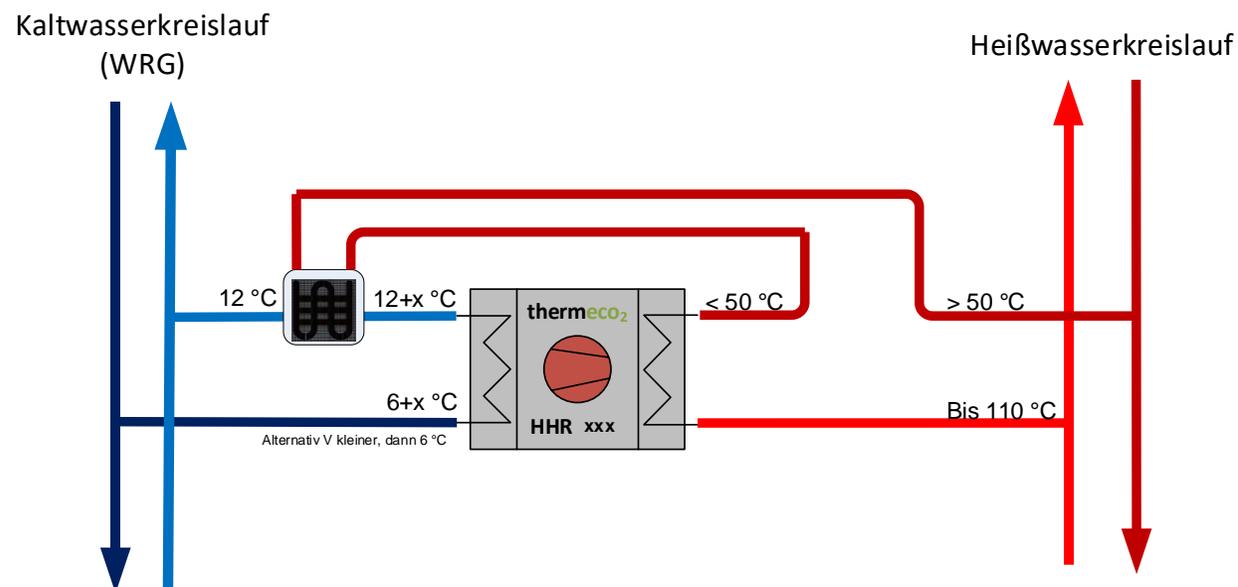
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur einer Maschine
- Falls HW-RL < ca. 50 °C  
→ Rücklaufauskühlung
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Wärme-Kälte-Kopplung

Nur bei WRG, falls Rücklauf < 50 °C

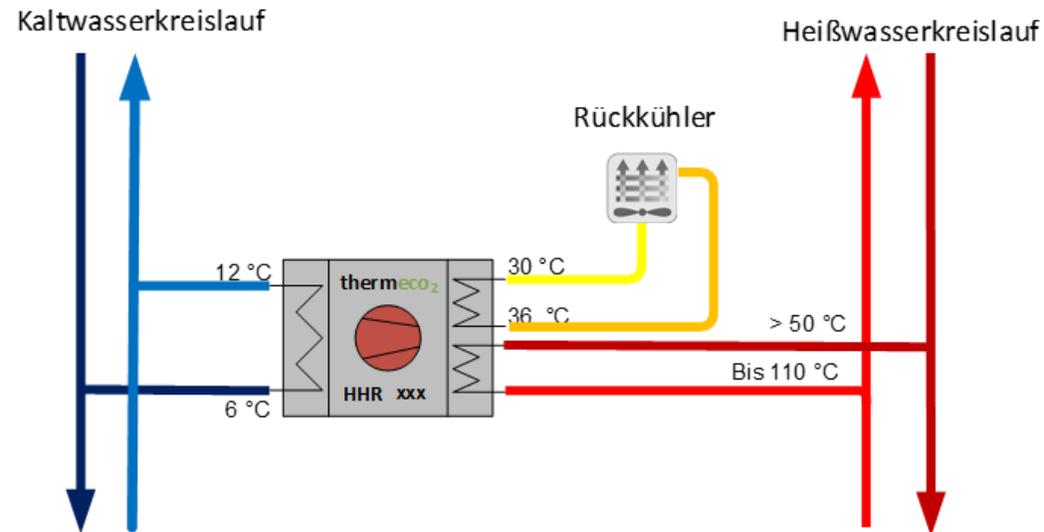
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur einer Maschine
- Falls HW-RL < ca. 50 °C  
→ Rücklaufauskühlung und zugleich Erwärmung der Quelle
- Verbesserung des COP
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Wärme-Kälte-Kopplung

## Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

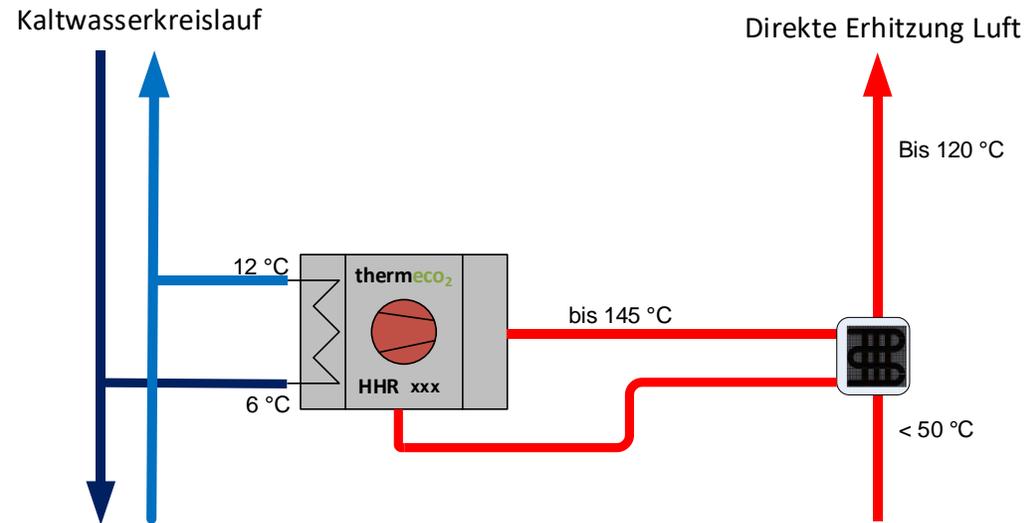
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur einer Maschine
- Falls HW-RL < ca. 50 °C → zweiter Gaskühler (auch 35/45 °C)
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Wärme-Kälte-Kopplung

## Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

- Lufterhitzung und Kaltwassererzeugung mit nur **einer** Maschine
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen





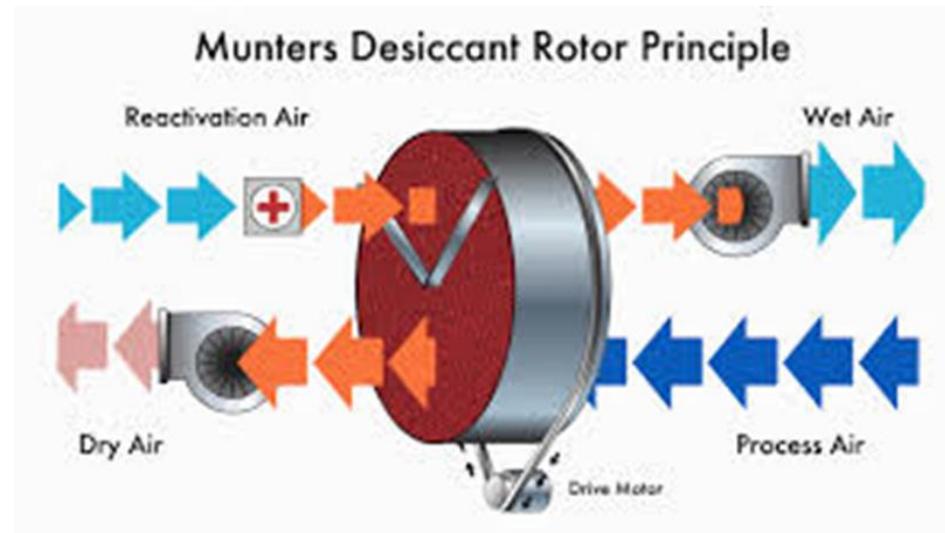
# Besondere Applikationen

# Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco<sub>2</sub> für Entfeuchtung in der Klimatechnik - Adsorptionsentfeuchter

Status Quo /Funktionsweise

- Luft wird mit Sorptionmittel auf drehendem Rotor stark entfeuchtet (process air); Teilweise Vorentfeuchtung mit zus. Kälteanlage notwendig
- Feuchtigkeit auf Rotor wird mit heißer Luft (120 °C) verdampft und ausgetragen (reactivation)
- Vorteil: niedriger Invest gegenüber KM
- Nachteil: Hoher Gasverbrauch

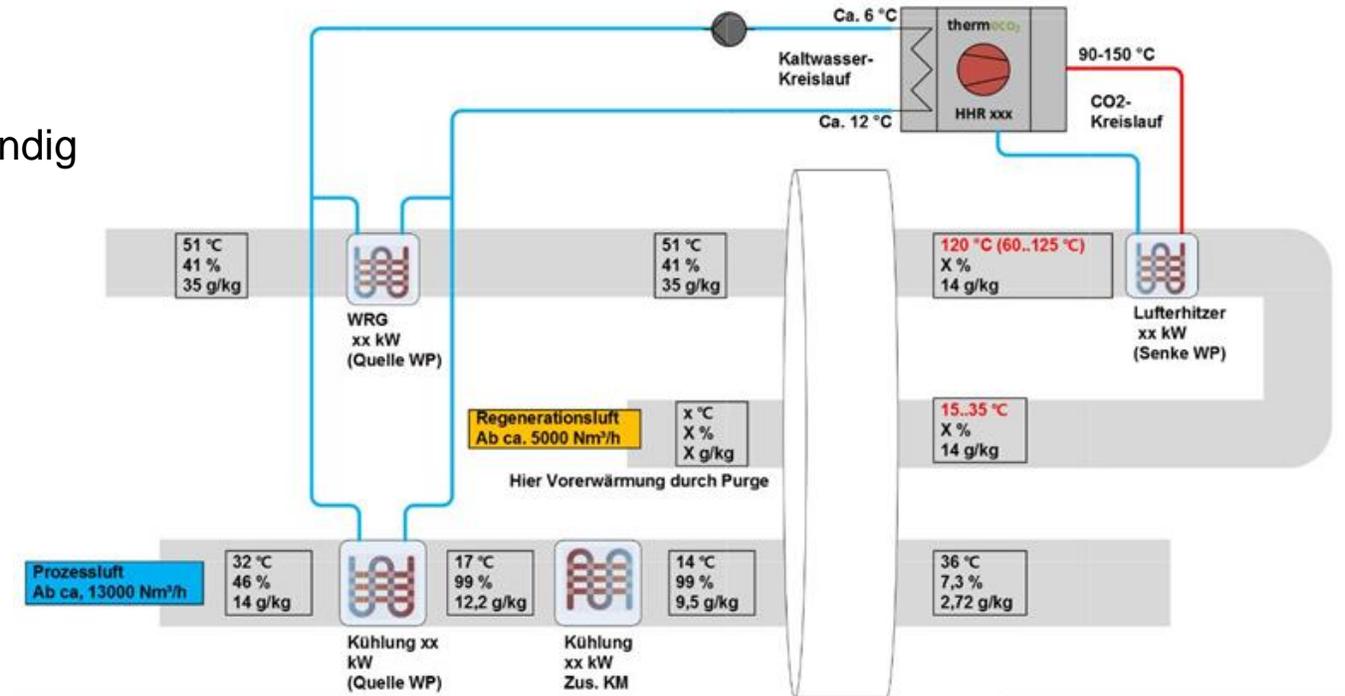


# Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco<sub>2</sub> für Entfeuchtung in der Klimatechnik - Adsorptionsentfeuchter

Mit thermeco<sub>2</sub> **Gleichzeitige Erzeugung Wärme und Kälte**

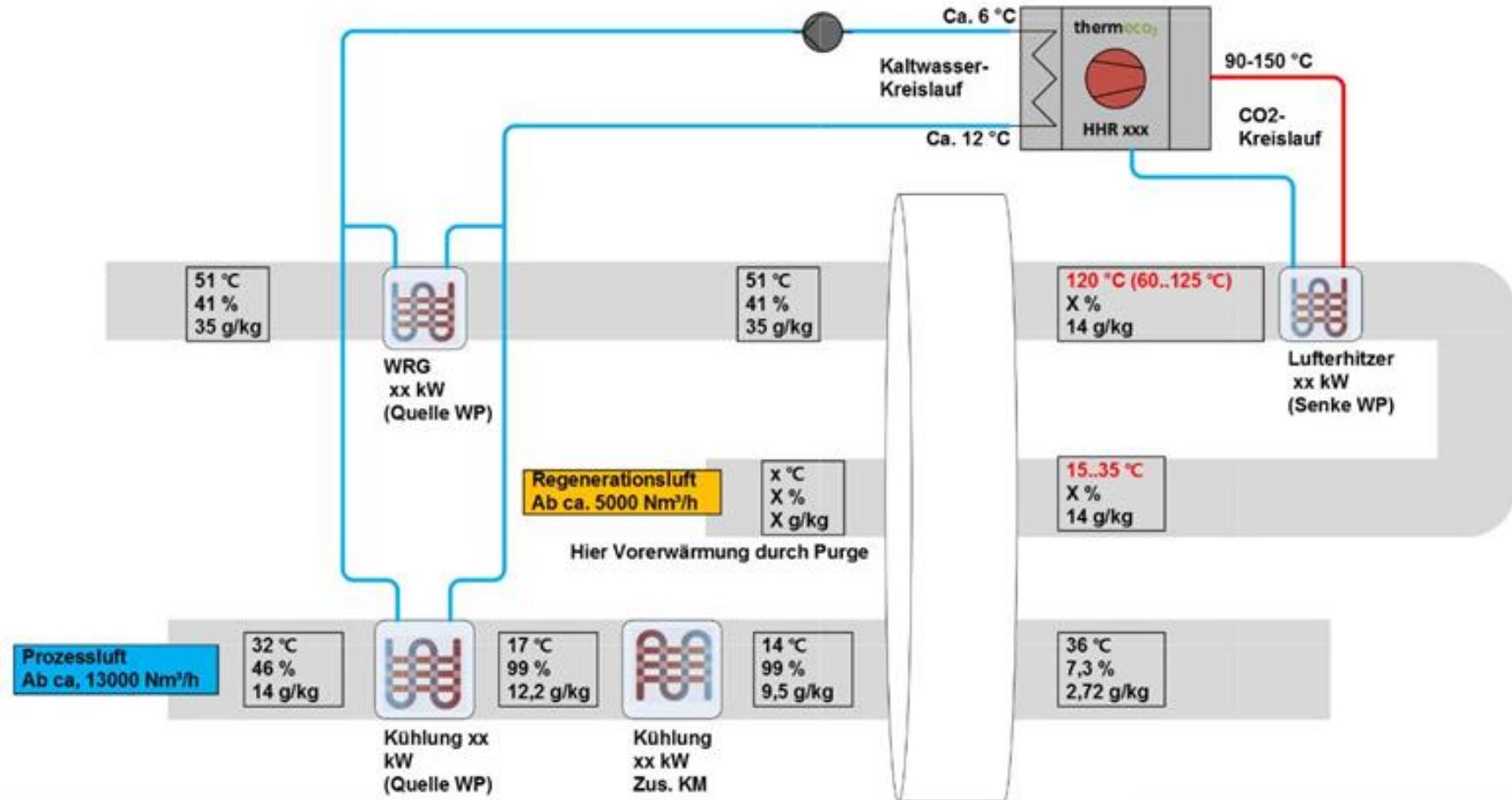
- Quelle: Vorkühlung der zu entfeuchtenden Luft (12/6 °C) oder Abluft
- Senke: Lufterwärmung mit Luft/CO<sub>2</sub> Erhitzer von 35 °C auf 120 °C
- Vorteile:
  - geringere Betriebskosten
  - kein zusätzlicher Gasanschluss notwendig



# Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco<sub>2</sub> für Entfeuchtung in der Klimatechnik - Adsorptionsentfeuchter

Mit thermeco<sub>2</sub> **Gleichzeitige Erzeugung Wärme und Kälte**



# Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco<sub>2</sub> für die Trocknungstechnik - Schlamm Trockner

Status Quo /Funktionsweise

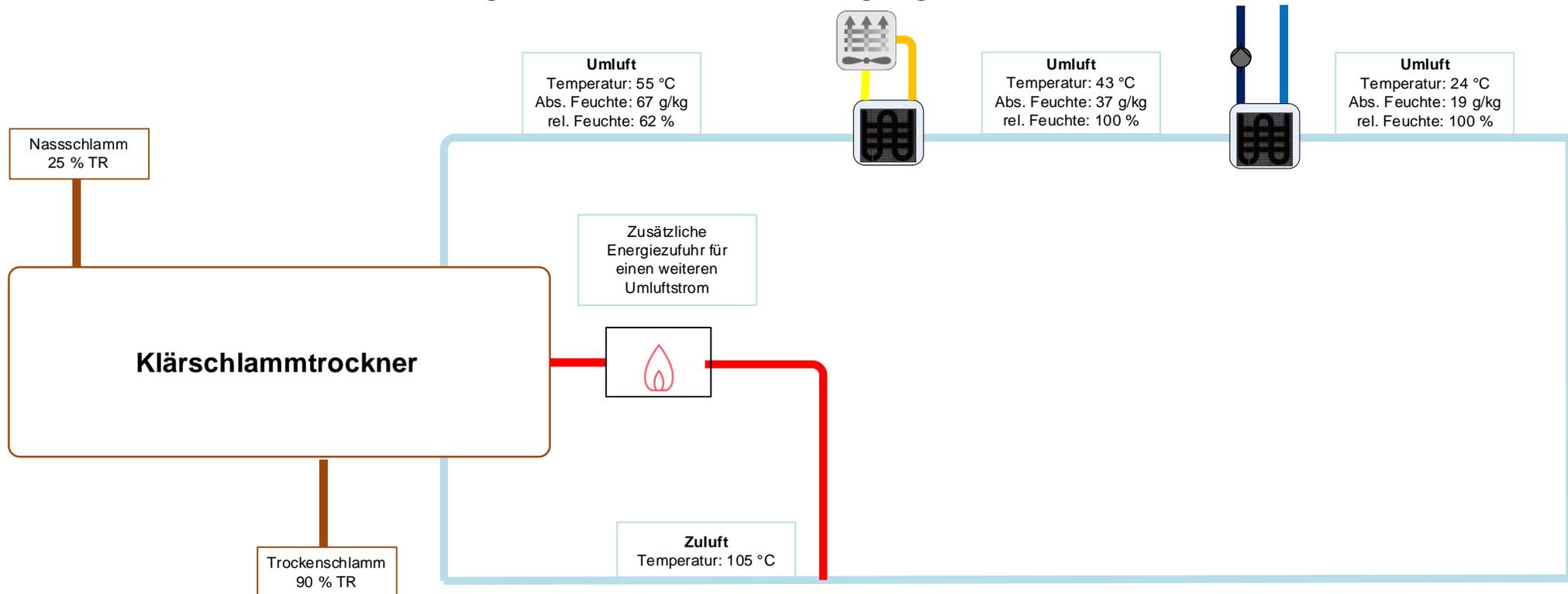
- In jedem Trockner wird dem zu trocknenden Gut das Wasser mittels heißer Luft entzogen
- In Trocknern mit unkritischer Abluft wird ein Teil der feuchten Umluft durch Abluft ersetzt
  - Frischluft wird mit einem hohen Rekuperationsgrad erwärmt

# Wärme-Kälte-Kopplung

## thermeco<sub>2</sub> für die Trocknungstechnik – Schlamm Trockner

Konventionelle Technik Schlamm Trockner

- Die Umluft durch Kühlung mit Kaltwasser 6/12 °C auf ca. 20 °C entfeuchtet dann wieder erhitzt
- Oder ein Teil der Abluft nach einer geruchsmindernden Reinigung durch Frischluft ersetzt, welche erhitzt wird

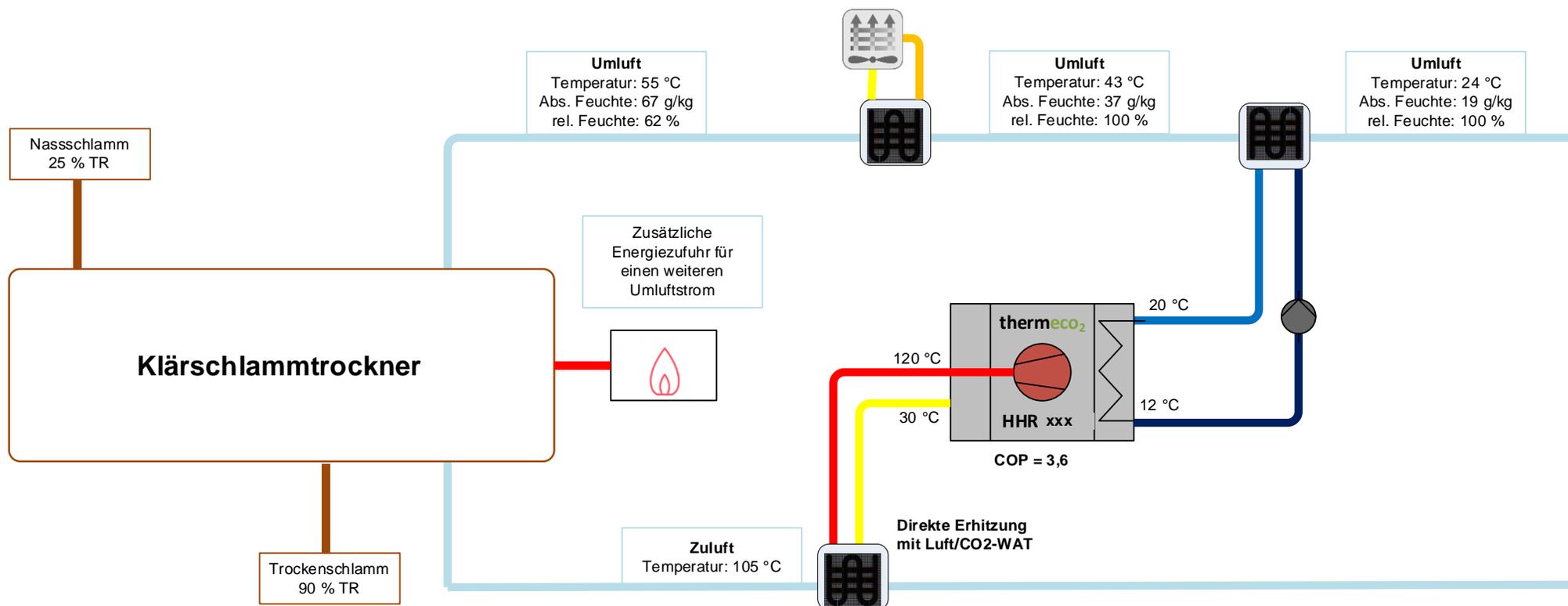


# Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco<sub>2</sub> für die Trocknungstechnik - Schlamm Trockner

Mit thermeco<sub>2</sub> **Gleichzeitige Erzeugung Wärme und Kälte**

- Umluft wird Entfeuchtet und danach auf bis zu 120 °C erhitzt
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

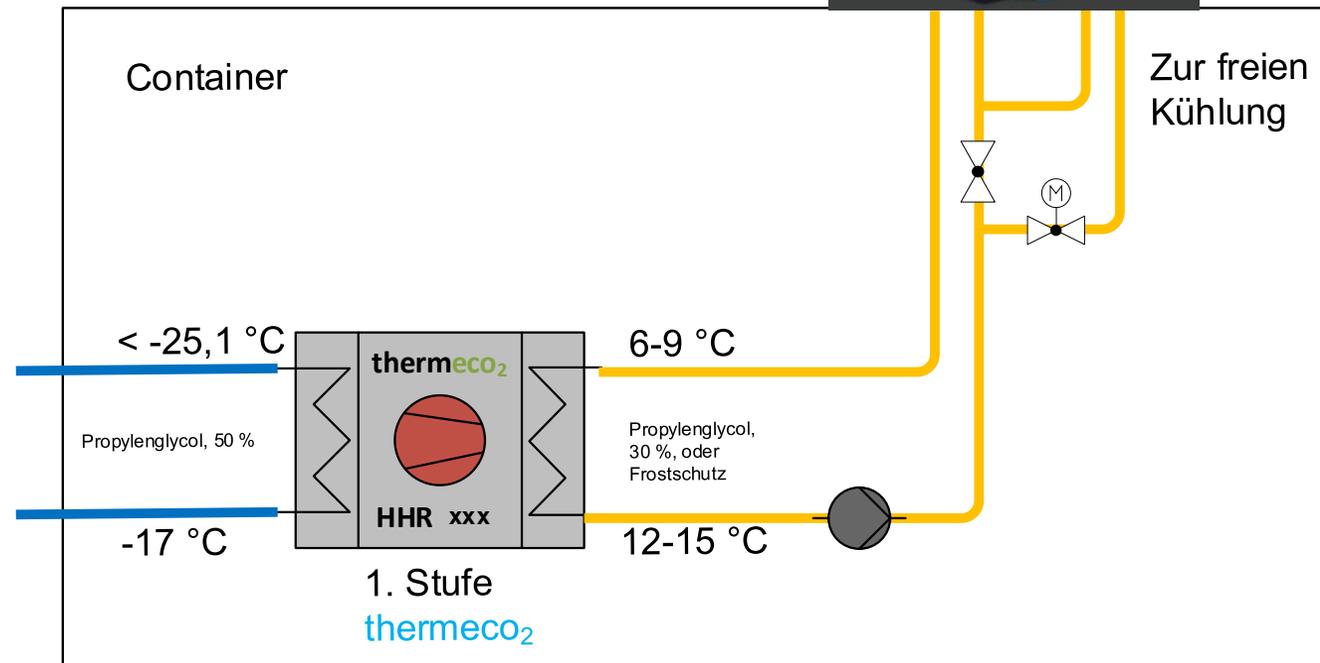


# Tiefkälte - Erzeugung < -25 bis -40 °C

## 2 - stufige Erzeugung Tiefkälte

- 1. Stufe: thermeco<sub>2</sub>, unterkritische Betriebsweise mit sehr hohen EER
- 2. Stufe: Quantum A mit freier Kühlung bei Übergabetemperatur 15/9 °C
- Containerlösung denkbar
- Kälteleistung @-25 °C: 45 - 480 kW

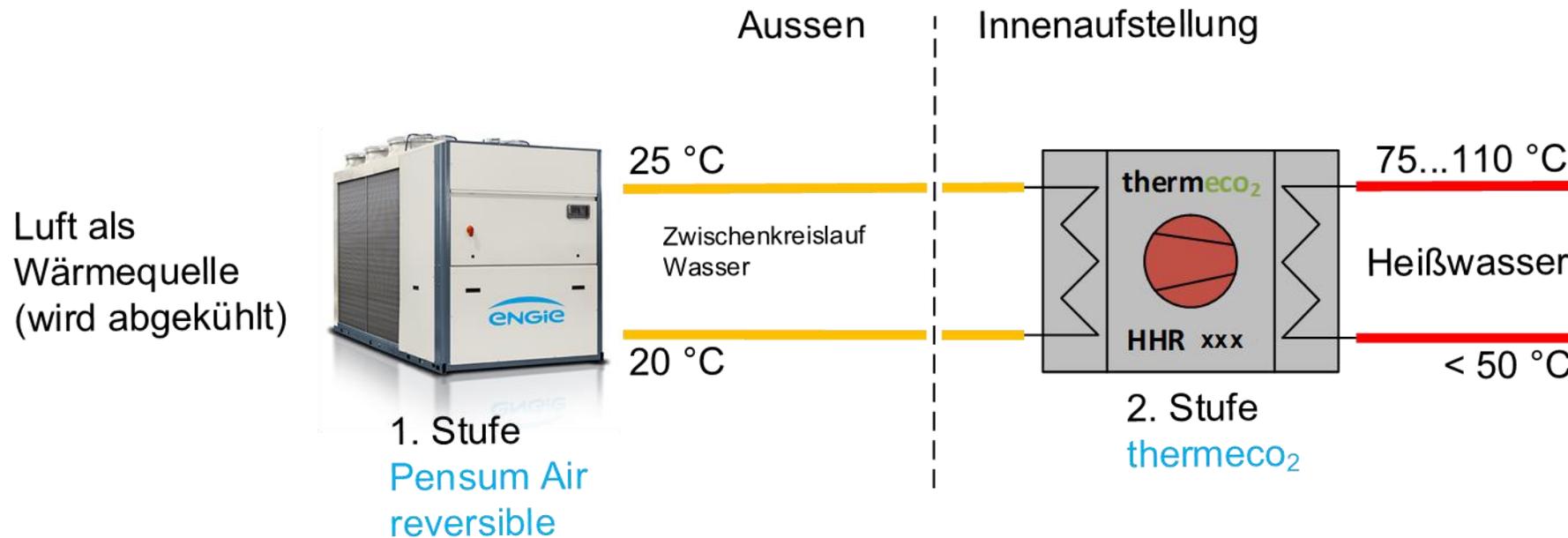
2. Stufe  
Quantum A



# Luft / Wasser WP-Kaskade für hohe Endtemperaturen

## 2 - stufige Erzeugung Heißwasser mit Luft als Quelle

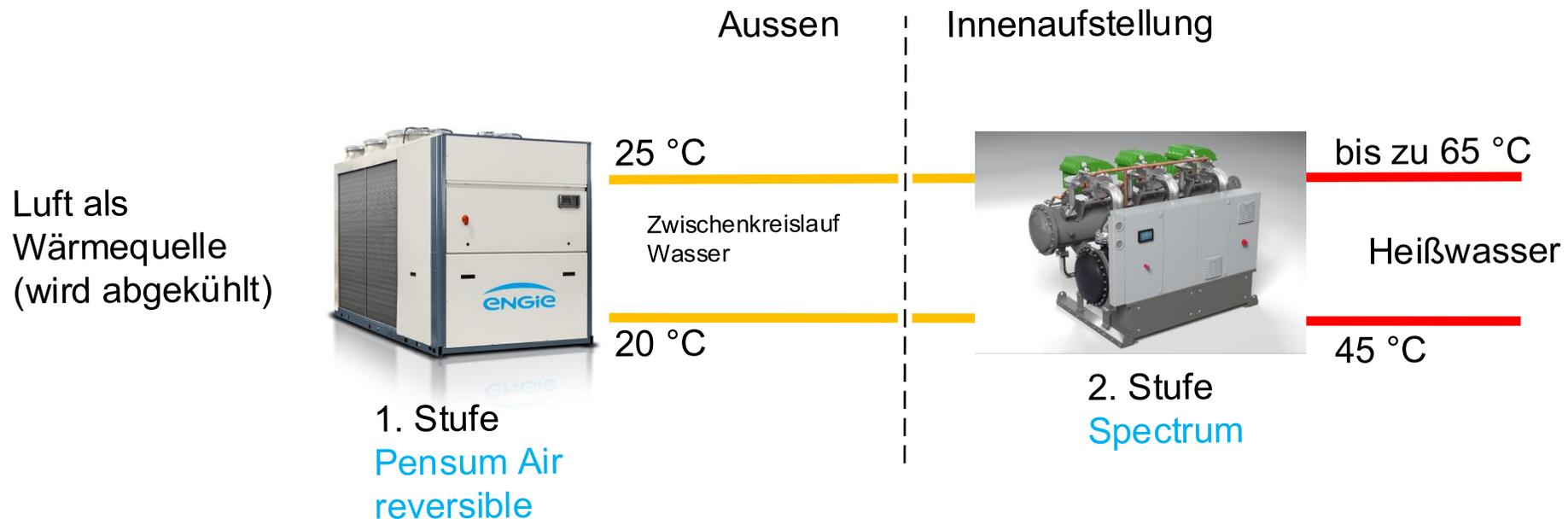
- 1. Stufe: Pensum AIR reversible, Luft/Wasser WP erzeugt Zwischenkreislaufwasser bei 25/20 °C, Luft: min -10 °C
- 2. Stufe: thermeco<sub>2</sub>, Wasser/Wasser WP erzeugt Heißwasser bei hohen Endtemperaturen
- Heizleistung mit einer thermeco<sub>2</sub> bis 1 MW
- Alternative zur 1. Stufe: Solarthermie (+Puffer)



# Luft / Wasser WP-Kaskade für Endtemperaturen bis 65 °C

## 2 - stufige Erzeugung Heißwasser mit Luft als Quelle

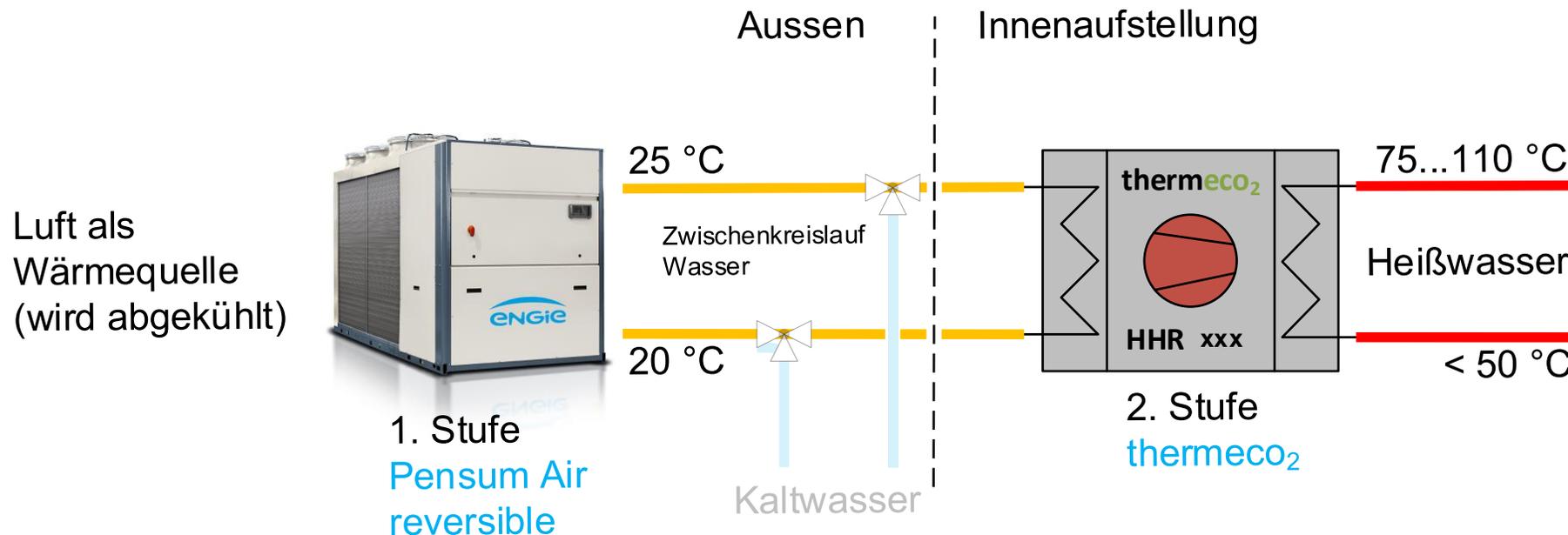
- 1. Stufe: Pensum AIR reversible, Luft/Wasser WP erzeugt Zwischenkreislaufwasser bei 25/20 °C, Luft: min -10 °C
- 2. Stufe: Spectrum, Wasser/Wasser WP erzeugt Heißwasser bis 65 °C
- Heizleistung mit einer Spectrum bis 3 MW
- Alternative zur 1. Stufe: Solarthermie (+Puffer)



# Luft / Wasser WP-Kaskade für hohe Endtemperaturen

## 2 - stufige Erzeugung Heißwasser mit Luft als Quelle im WINTER

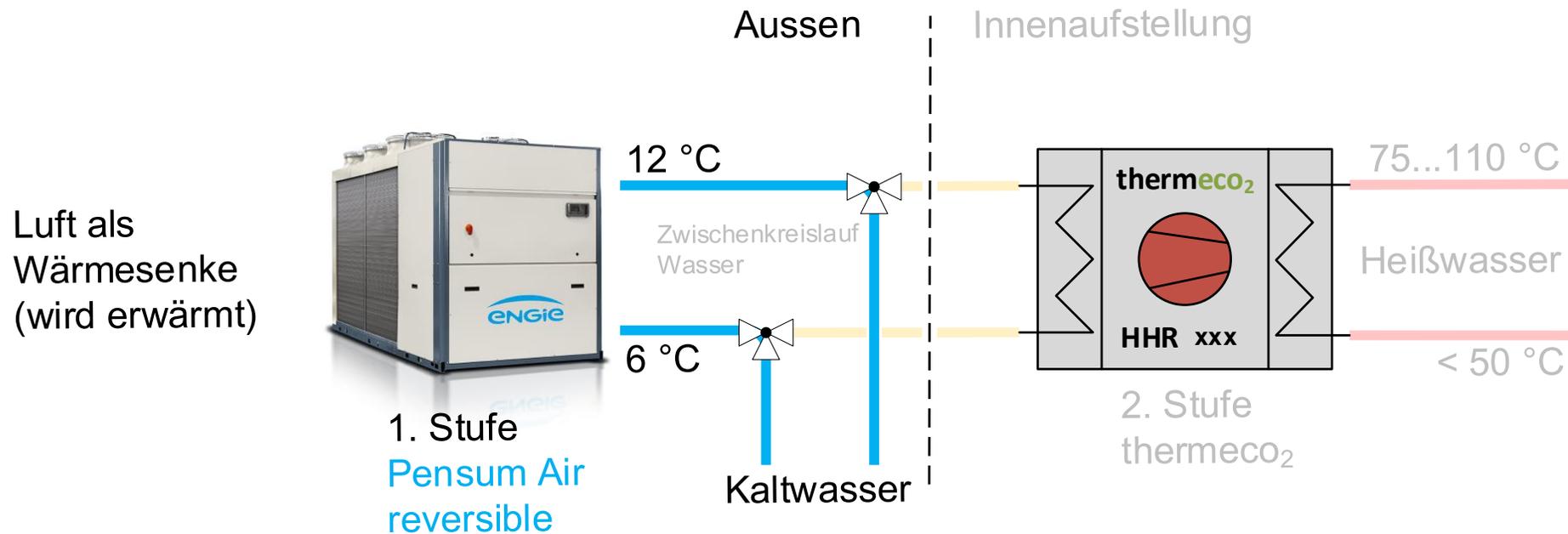
- 1. Stufe: Pensum AIR reversible, Luft/Wasser WP erzeugt Zwischenkreislaufwasser bei 25/20 °C, Luft: min -10 °C
- 2. Stufe: thermeco<sub>2</sub>, Wasser/Wasser WP erzeugt Heißwasser bei hohen Endtemperaturen (Alternativ Spectrum)
- Heizleistung mit einer thermeco<sub>2</sub> bis 1 MW
- Alternative zur 1. Stufe: Solarthermie (+Puffer)



# Luft / Wasser WP-Kaskade für hohe Endtemperaturen

Durch interne Umschaltung (reversible WP) des Pensum **Kälteerzeugung** im SOMMER möglich

- Pensum AIR reversible, Luft/Wasser WP erzeugt Kaltwasser,
- mit Umschaltventilen Einbindung in Kaltwassernetz.
- Funktion als Luftgekühlter Kaltwassersatz
- Alternative zur 1. Stufe: Solarthermie (+Puffer)





# Referenzen & Projektbeispiele

# Kundenprojekte

Projekt	kW	Anwendung
Universität	45	Mensa (Warmwasser, Heizung)
Schlachtbetrieb	800	Meat (process heat)
Datacenter	430	Data center (refrigeration/local heating)
Mediencenter	311 390	Radio (combined heating and cooling)
Automobilindustrie	330	6 compressed air refrigeration driers
Automobilindustrie	200	Office building DGNB certified (heating/cooling)
Universität	170	Technical college (combined heating and cooling)
Schule	145	Secondary school (ground water heat pump + CHP)
Forschungsprojekt	60	Biogas (dehumidification)
Dollnstein	400	Local heat network (ground water heat pump + CHP)
Automobilindustrie	330	4 compressed air refrigeration driers
Industrie	197	Operational data center (combined heating and cooling)

# Kundenprojekte

Projekt	kW	Anwendung
Nahwärmeversorgung	947	Local heat network (mine water heat pump + CHP)
Automobilindustrie	150	Cooling (for welding machine)
Sportzentrum	122	Sports facility (heat recovery - water heating)
Industrie	162	Film/foil manufacturer (machine cooling - heating)
Automobilindustrie	330	2 compressed air refrigeration driers
Klinik	629	Building services (combined cooling/heating)
Klinik	49	Building services (combined cooling/heating)
Nahrungsmittelindustrie	167	Chocolate production (combined cooling/heating)
Optoelektronische Industrie	100	Optical systems (combined cooling/heating)
Prüflabore Armaturenhersteller	180	Sanitary fittings (combined cooling/heating)
Industrie Papieranwendungen	500	Standard components (combined cooling/heating)
Mechanische Industrie	300	Mechanical engineering (heat recovery - heating)

# Kundenprojekte

Projekt	kW	Anwendung
Gebäudetechnik	140	Building services (air conditioning - water heating)
Gebäudetechnik	95	Building services (heat recovery - heating)
<b>International</b>		
Hotel	1675	Hotel swimming pool (geothermal)
Hotel	344	Building services (air conditioning - water heating)
Nahrungsmittelindustrie	436	Beverage bottling (combined cooling/heating)
Automobilindustrie	254	Paint booth (process air dehumidification)
Luft- und Raumfahrt	800	Air treatment for paint shop
Schlamm Trocknung	346	Drier for sewage sludge
Automobilindustrie	470	Plastic Paint booth (heat – cold coupling)
Lebensmittelindustrie	955	Heat recovery; hot water for processes + CIP



## SWR, Baden-Baden

Doppelte Einsparung von Heizkosten beim Südwestrundfunk durch die thermeco<sub>2</sub>.

- 1 x thermeco<sub>2</sub> HHR 360 mit FU
- Gesamtheizleistung: 311 kW bei 80/40 °C
- Gesamtkälteleistung: 200 kW bei 12/6 °C
- COP<sub>Wärme</sub>: 2,8
- COP<sub>Kälte</sub>: 1,8

### Fazit:

- Durch die thermeco<sub>2</sub> konnte eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 45 % und eine Heizkostenreduzierung von 34 % pro Jahr erzielt werden.



# SWR, Baden-Baden

Wärme + Kälte gleichzeitig erzeugen!

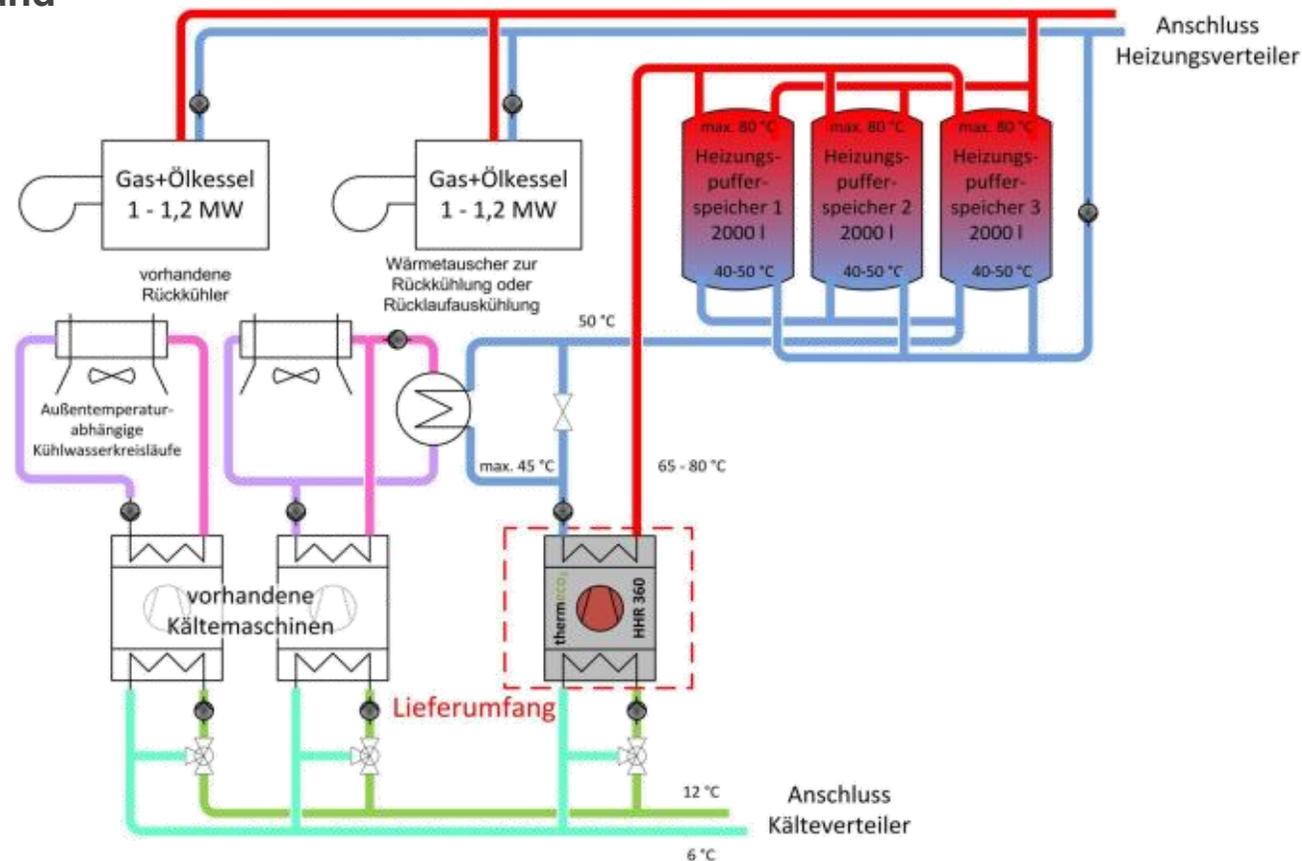
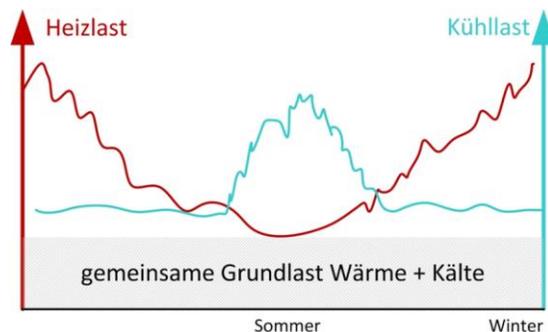
Einsatz einer thermeco<sub>2</sub> zur Kaltwassererzeugung und Nutzung der Hochtemperatur- Abwärme im Heizwassernetz.

## Sommer:

- Kältebedarf zur Klimatisierung und Serverkühlung
- Heizwärmebedarf für die Nachheizung nach Luftentfeuchtung und WWB Hotel

## Winter:

- Serverkühlung
- Heizwärmebedarf



## Osatina Greenhouse heating

5 Stück thermeco<sub>2</sub> beheizen an 3 Standorten in Kroatien Gewächshäuser. Osatina ist der größte Lebensmittelproduzent im Lande und hat sich wegen der sehr guten Effizienz für die thermeco<sub>2</sub> entschieden.

- 5 x thermeco<sub>2</sub> HHR 1000 (2+2+1)
- Heizleistung (je nach Quelle): 850-950 kW bei 40/85 °C
- Wärmequellen: Je nach Jahreszeit werden unterschiedliche Wärmequellen genutzt (Solarthermie, Luft, Geothermie) bei 20/14 °C bis 12/6 °C
- Elektrischer Strom für die thermeco<sub>2</sub> wird teilweise mit Photovoltaik erzeugt
- COP<sub>Wärme</sub>: 3,0 - 3,2
- Möglichkeit der Förderung durch das BLE im Auftrag des BMLE (Bundesprogramm zur Förderung der Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau)



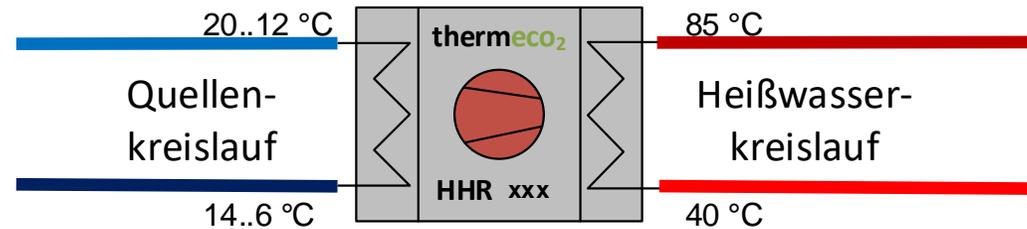
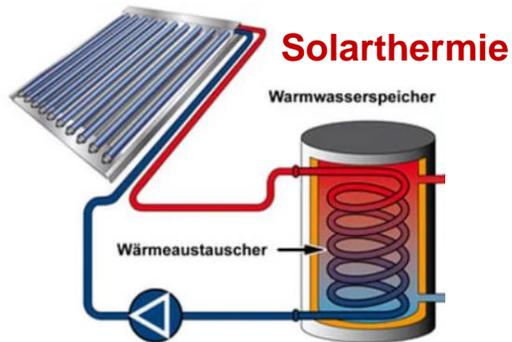
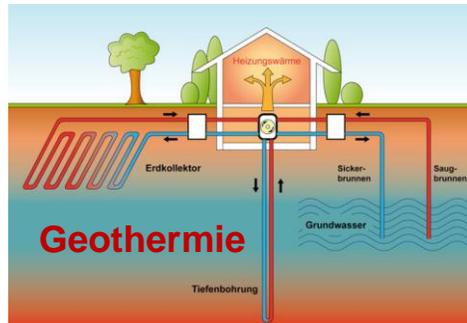
### Fazit:

- Osatina beheizt insgesamt mit den 5 thermeco<sub>2</sub> HHR 1000 eine Fläche von 50.000 m<sup>2</sup>, was einer Fläche von 10 Fussballfeldern entspricht.



# Osatina Gewächshausbeheizung

Prinzipielle Möglichkeiten der Quelle für die Wärmepumpe.



## Schwan-Stabilo Cosmetics, Heroldsberg

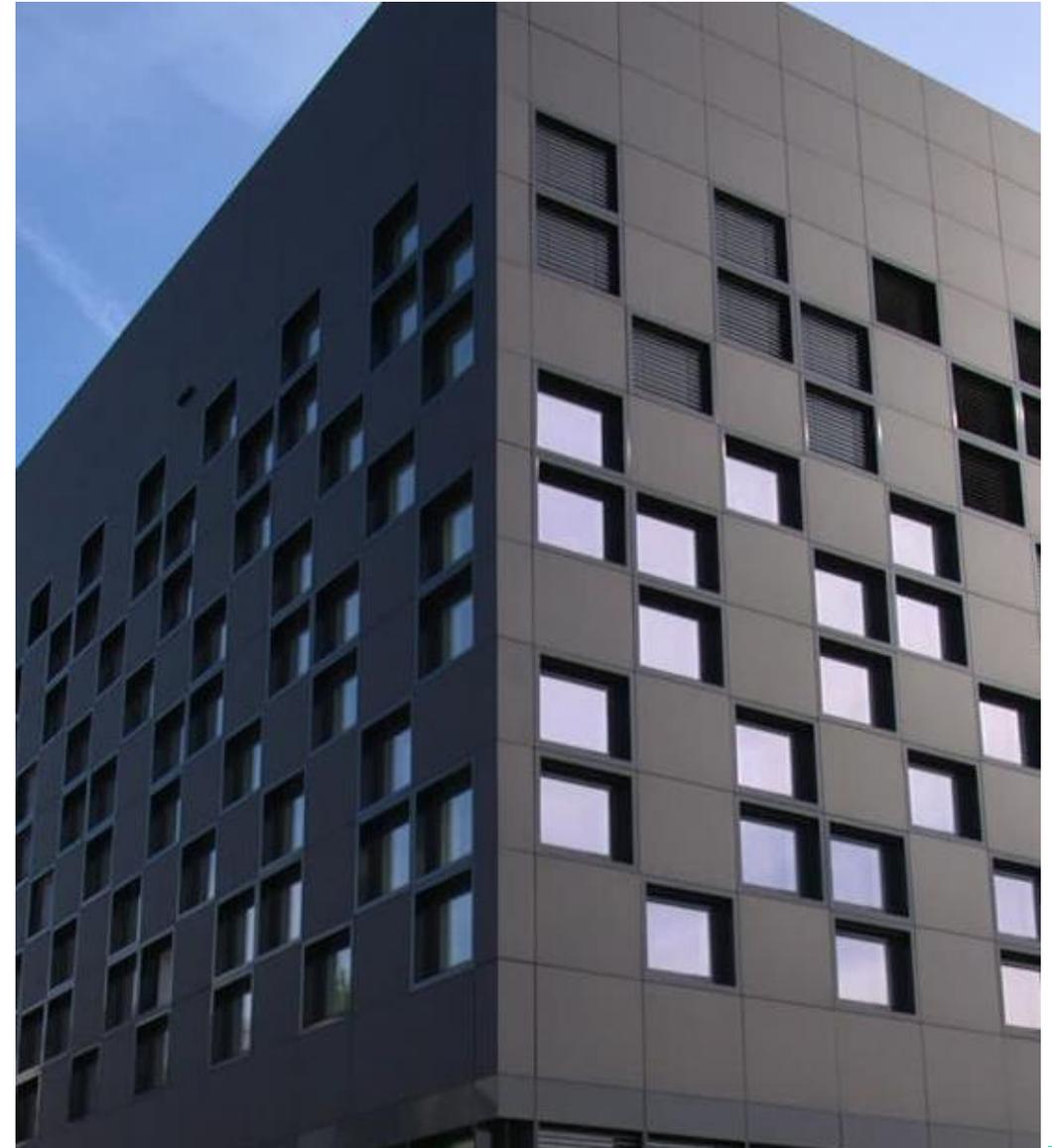
Die thermeco<sub>2</sub> übernimmt die komplette Gebäudebeheizung im Winter und den Übergangsmontaten und sorgt für eine optimale Energieeffizienz im Rechenzentrum

- 1 x thermeco<sub>2</sub> HHR 180
- Heizleistung Winter/Sommer: 197 kW/142 kW bei 60/40 °C
- Kälteleistung Winter/Sommer: 151 kW/96 kW bei 18/28 °C
- Nutzung der Geothermie mit Erdsonden und Energiepfählen, Beheizung aber auch ohne Kühlbedarf durch Geothermie möglich
- COP<sub>Wärme</sub>: 3,9
- COP<sub>Kälte</sub>: 2,9
- COP<sub>Kälte-Wärme-Kopplung</sub>: 6,8
- Amortisation: 2,5 Jahre



### Fazit:

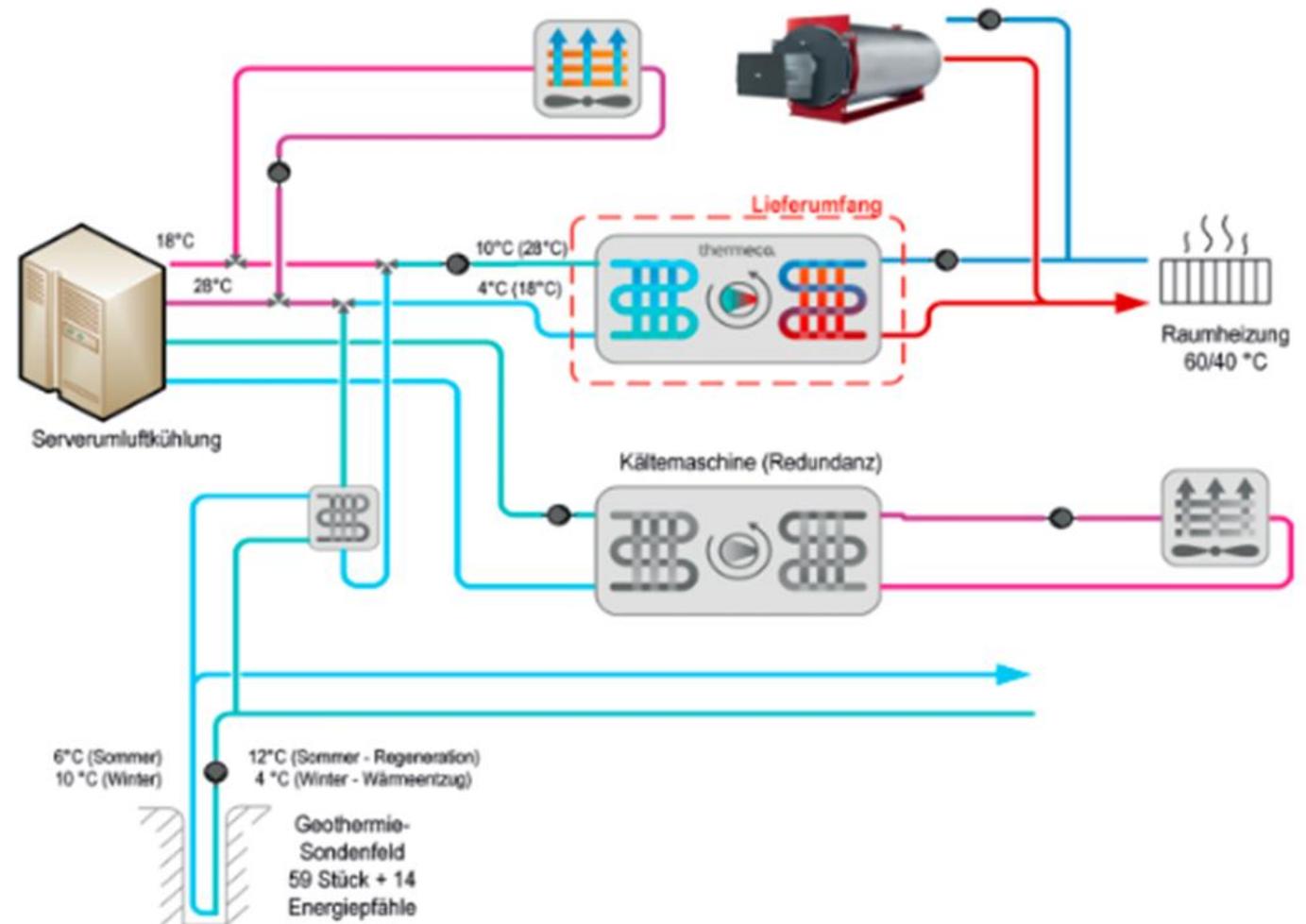
- Die Schwan-Stabilo Cosmetics bekam für die thermeco<sub>2</sub> sogar einen Investitionskostenzuschuss von 25% durch das BAFA-Förderprogramm „Effizienz in gewerblichen Kälteanlagen“.



## Schwan-Stabilo Cosmetics, Heroldsberg

Mehr Kälte und Wärme für die Schwan–Stabilo Cosi

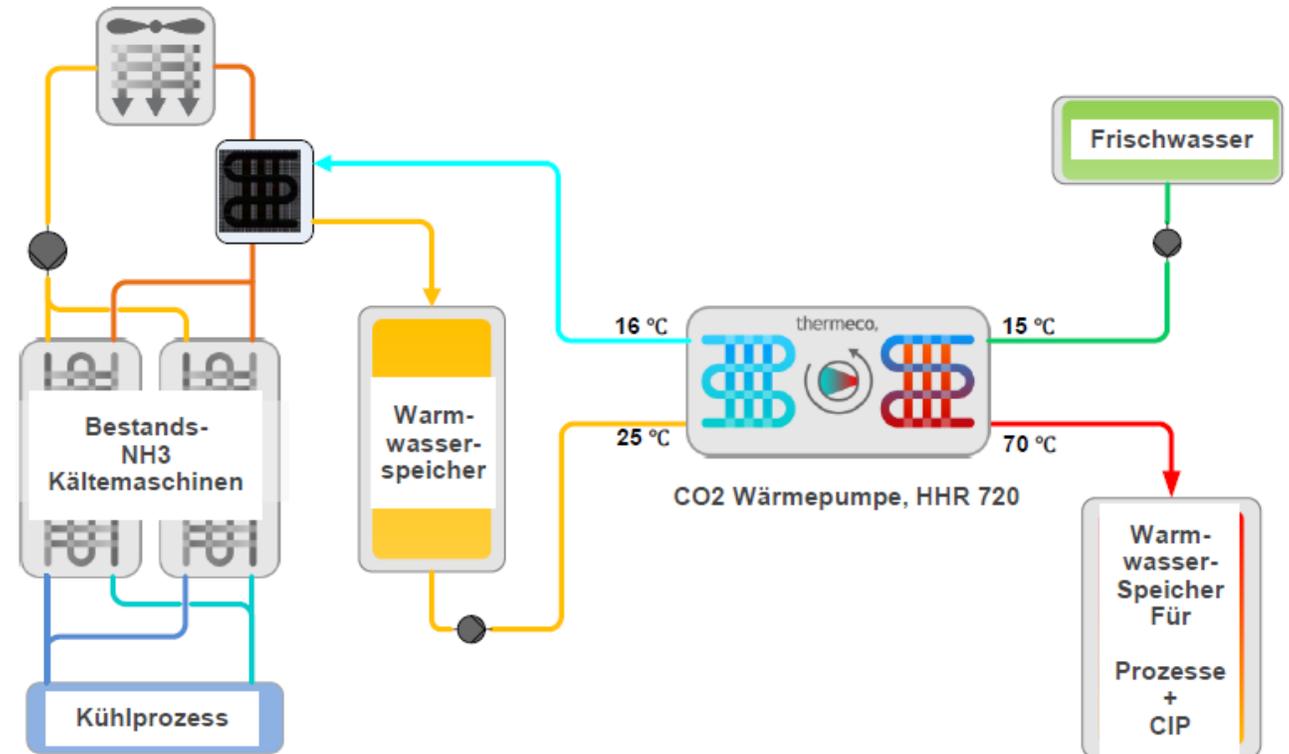
- hocheffiziente Server- und Gebäudekühlung und gleichzeitige Heizwärmebereitstellung
- Investitions- und Betriebssicherheit durch umweltneutrales Kältemittel
- Einsatz einer CO<sub>2</sub>-Kältemaschine zur Kaltwassererzeugung. Nutzung der Hochtemperatur-Abwärme im Heizwassernetz.



## Lebensmittelindustrie - Schlachtereier

### Frischwassrerwärmung für Hähnchenschlachtereier

- 1 x thermeco<sub>2</sub> HHR 720
- 955 kW für Prozesse und Reinigung bei 15/70 °C
- Wärmequelle (25/16 °C): Abwärme bestehender NH<sub>3</sub>-Kälteanlagen
- Die Kondensationstemperatur der NH<sub>3</sub>-Kälteanlage kann abgesenkt werden, wodurch die Betriebskosten abgesenkt werden
- COP<sub>h</sub> = 4,8



#### Fazit:

- **Einsparung fossiler Brennstoffe, geringerer Energieverbrauch sowie weniger Frischwasserverbrauch der Kühltürme bei der vorhandenen Kältemaschine.**



## Lebensmittelindustrie - Schokoladenfabrik

### Wärme-Kälte-Kopplung in der Lebensmittelindust

- 1 x thermeco<sub>2</sub> HHR 360
- Heißwasser 130 kW bei 85/65 °C → 2 GK
- Kaltwasser 170 kW bei 5/9 °C
- Grundlast Heißwasser und Kaltwasser
- Jährliche Laufzeit: 8.700 h (!)

2 x Boiler

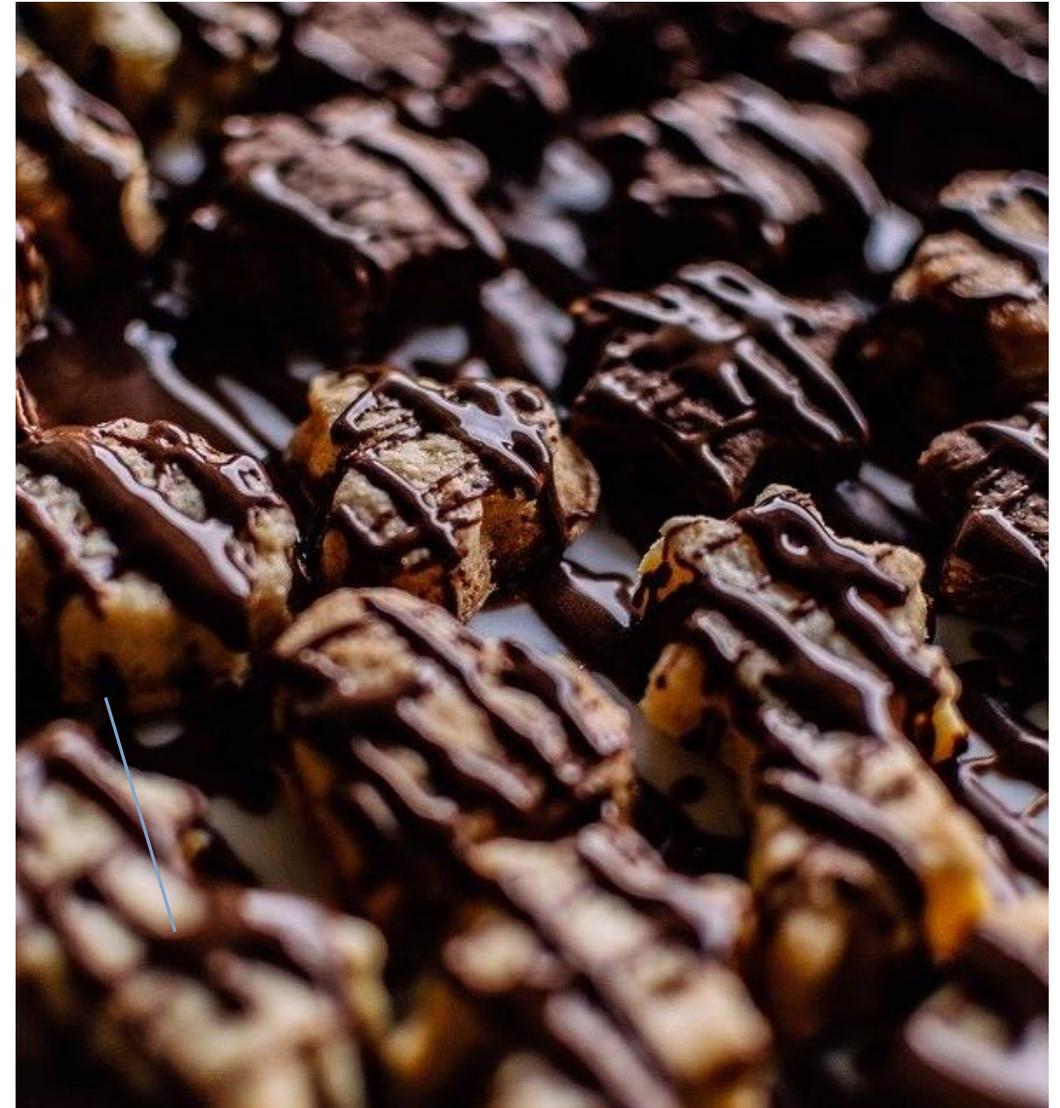
zus. KM

thermeco<sub>2</sub>



#### Fazit:

- Jährliche Einsparung von 114 Tonnen CO<sub>2</sub>
- Amortisation 1,5 Jahre



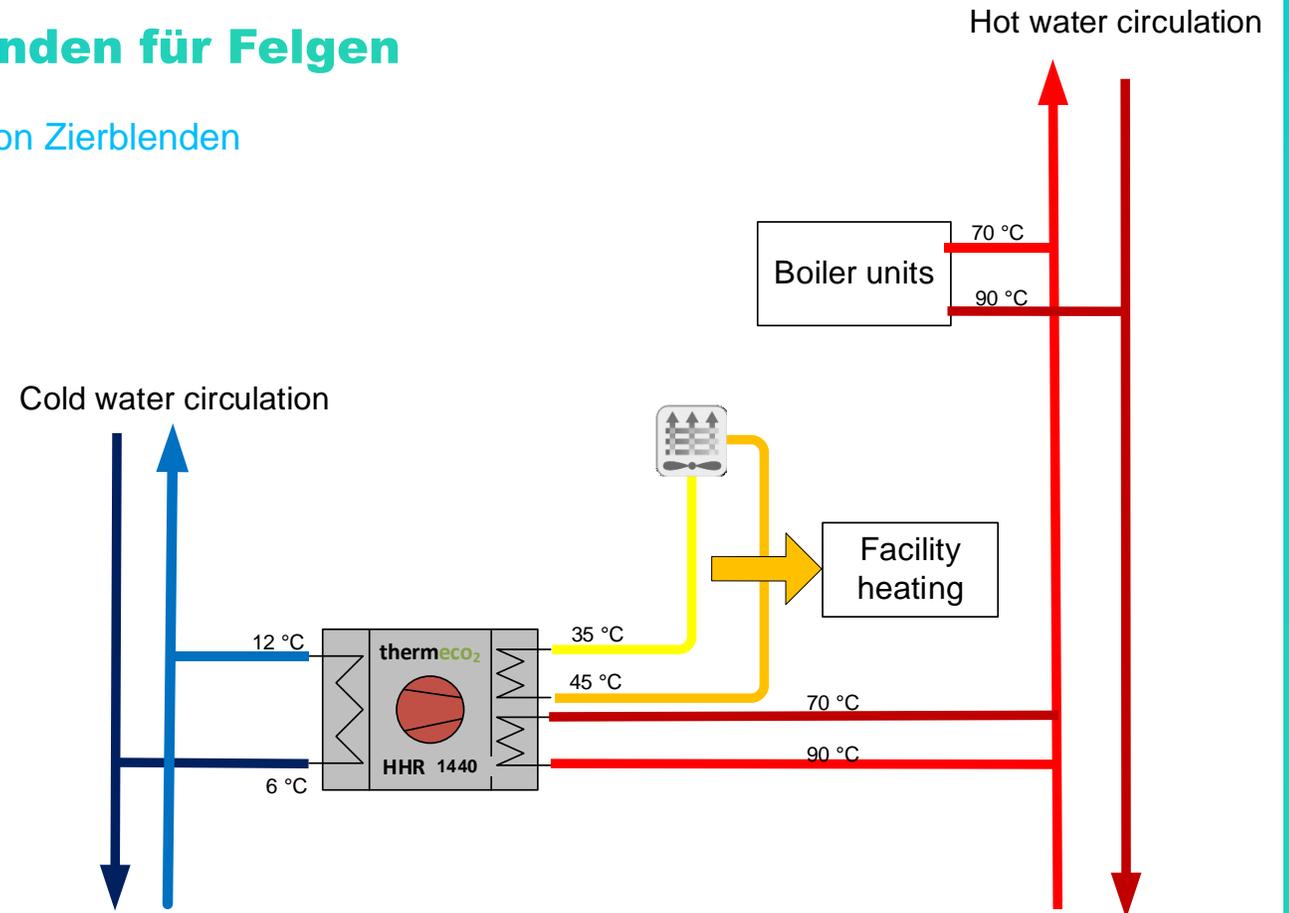
## Automobilindustrie – Hersteller Zierblenden für Felgen

Wärme-Kälte-Kopplung in einem Neubau für die Lackierung von Zierblenden

- 1 x thermeco<sub>2</sub> HHR 1440
- Heißwasser 470 kW bei 70/90 °C mit 1. GK
- Warmwasser 550 kW bei 35/45 °C mit 2. GK
  - → Wärme im Winter für Gebäudeheizung
  - → im Sommer über Rückkühler
- Gesamtwärmeleistung: 1 MW
- Kaltwasser 700 kW bei 12/6 °C
- Gesamte Last Kaltwasser und 80 % Wärmelast
- $COP_{\text{Wärme}}: 3,2$
- $COP_{\text{Kälte}}: 2,2$

### Fazit:

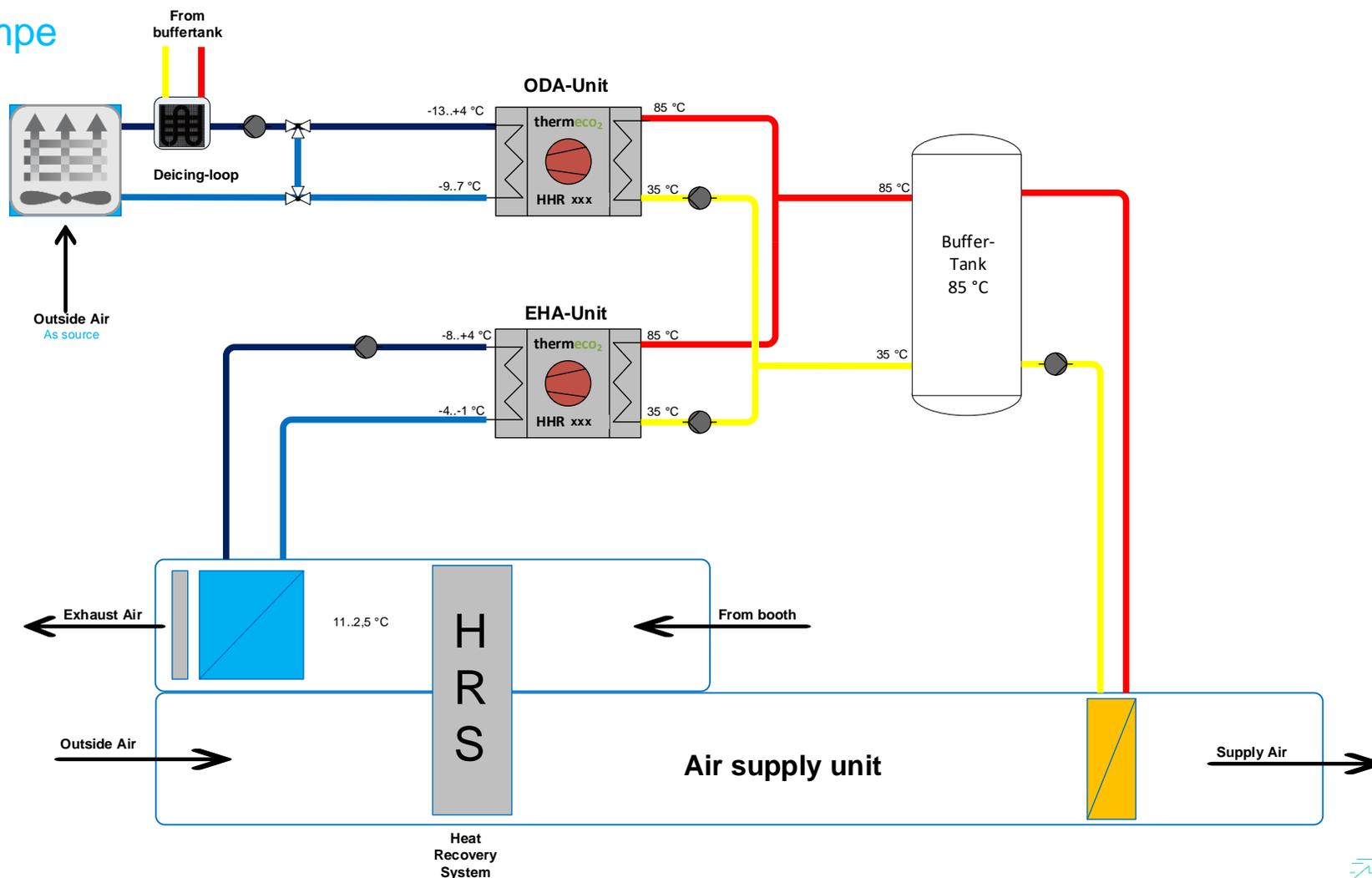
- Keine zusätzliche Kältemaschine notwendig
- Jährliche Einsparung von 1.600 Tonnen CO<sub>2</sub>
- Amortisation 2 Jahre



# Energieeffizienz für große Lackierhallen

## 4 x ASU mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe

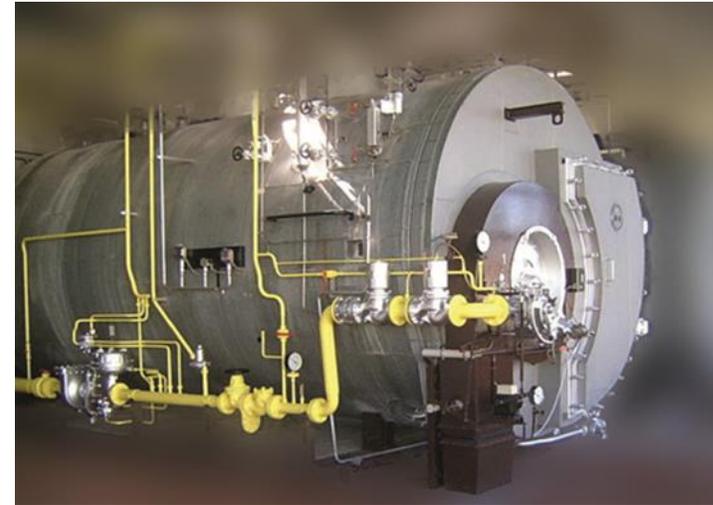
- Luft- und Raumfahrtindustrie – neue Lackierstände – Flugzeugbau
- Kombinierte Nutzung von Abluft und Außenluft als Wärmequelle
- Zwischen 2015-2017: 4 Hallen mit je 2 x HHR
- Gesamte installierte Heizleistung 4 x 500-700 kW, je nach Größe der Lackierhalle



# Energieeffizienz Automotive

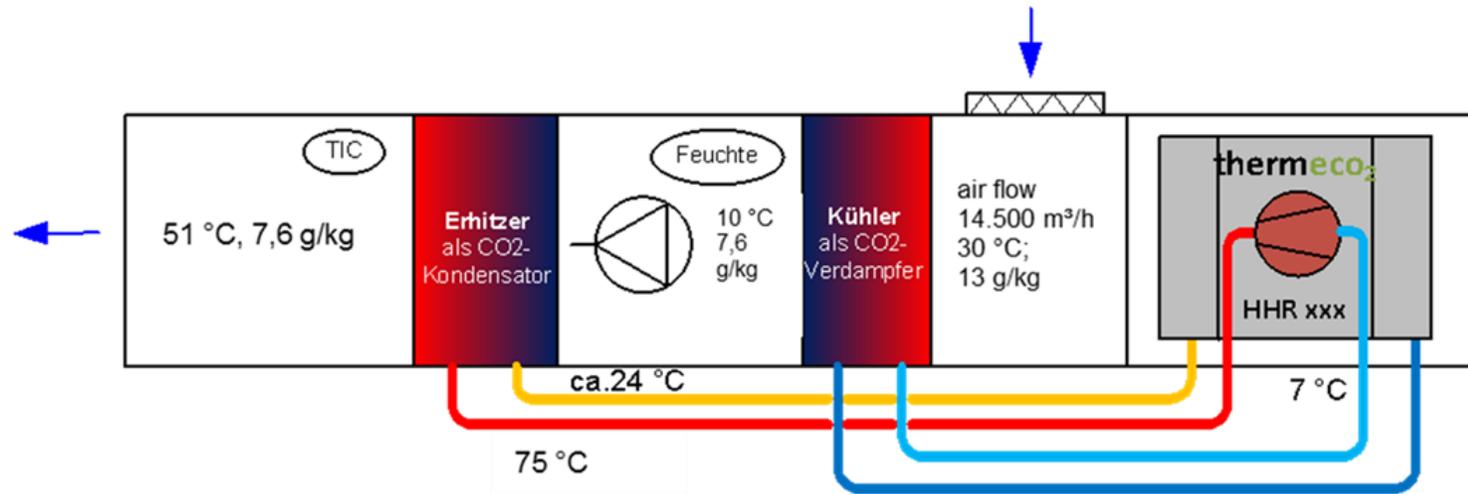
## Zwischentrockner mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe

- Zentrale Energieversorgung:
  - Entfeuchtung durch Kühlung zentral über Kältenetz, Erhitzung über HW-Netz und/oder erdgasbetriebenem Flächenbrenner
- Adsorptionsrad:
  - Entfeuchtung mit Adsorptionsrad und Erwärmung mit erdgasbetriebenem Flächenbrenner oder HW-Netz
- Konventionelle Kältetechnik:
  - Entfeuchtung durch direktverdampfende Kälteanlage (klimaschädliche Kältemittel R134a oder R404c), Vorwärmung Trockenluft mit Abwärme aus Kältemaschine, Abwärmevernichtung über Rückkühlanlage, erheblicher Brennstoffeinsatz durch Nachheizung mit erdgasbetriebenem Flächenbrenner



# Energieeffizienz Automotive

## Zwischentrockner mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe

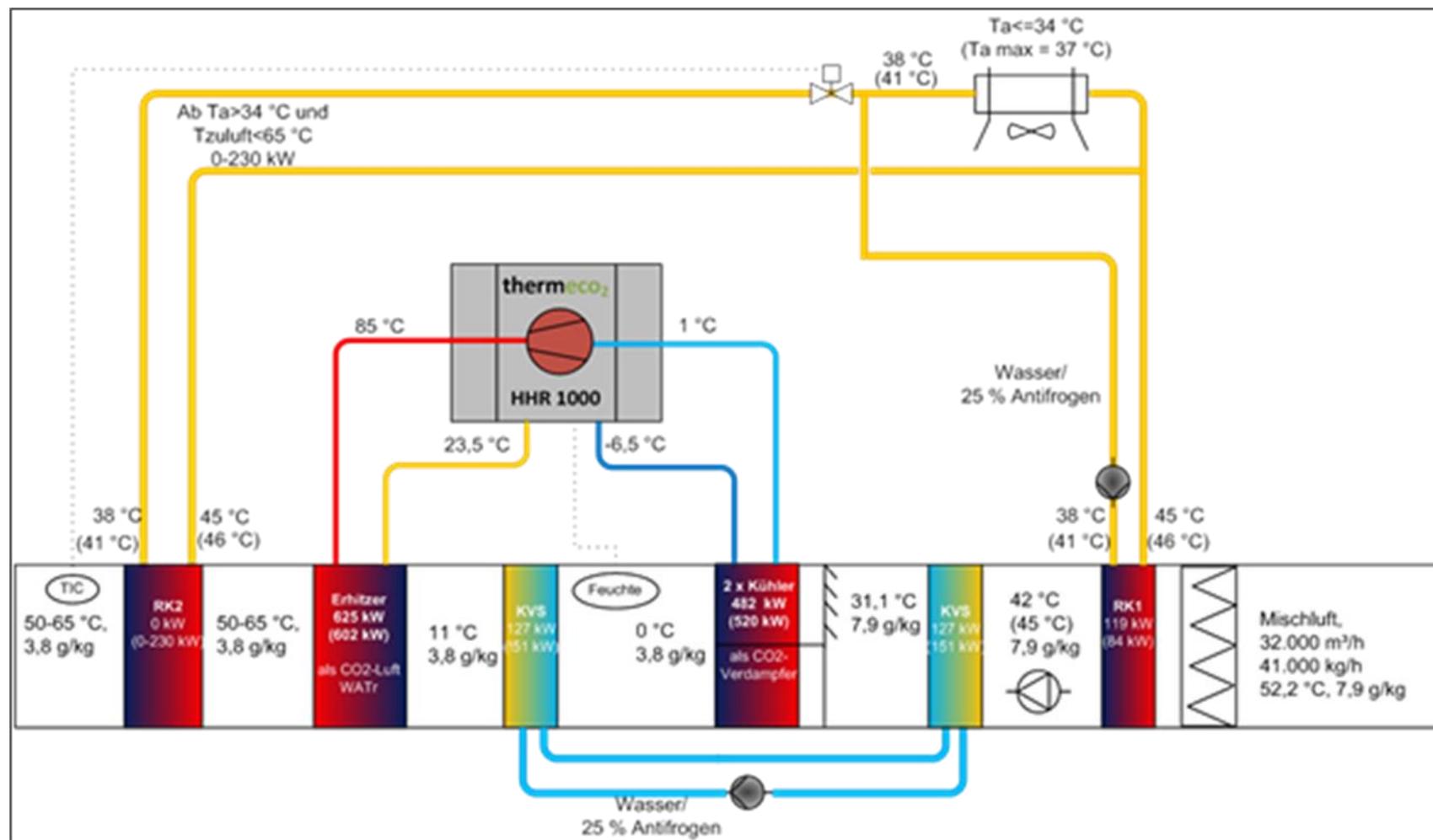


- Vollständige Wiederaufheizung der Trockenluft durch Wärmepumpentechnologie
- Luft- Austrittstemperatur von 50°C bis 110°C möglich
- Kein Rückkühler mehr erforderlich
- Brennstoffeinsatz für Flächenbrenner wird deutlich reduziert oder entfällt
- Hohe Betriebskosteneinsparung
- Deutliche Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz



# Energieeffizienz Automotive

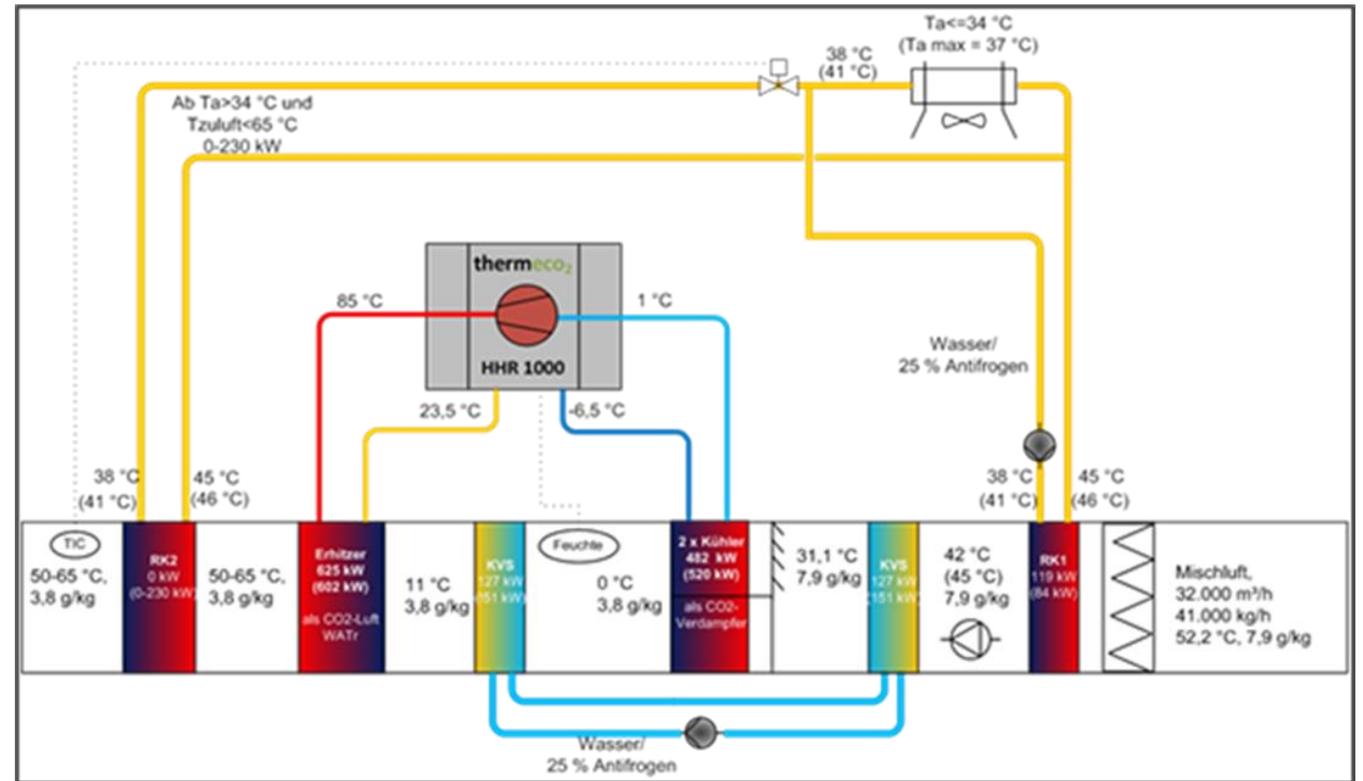
## Zwischentrockner mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe



# Energieeffizienz Automotive

## Zwischentrockner mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe

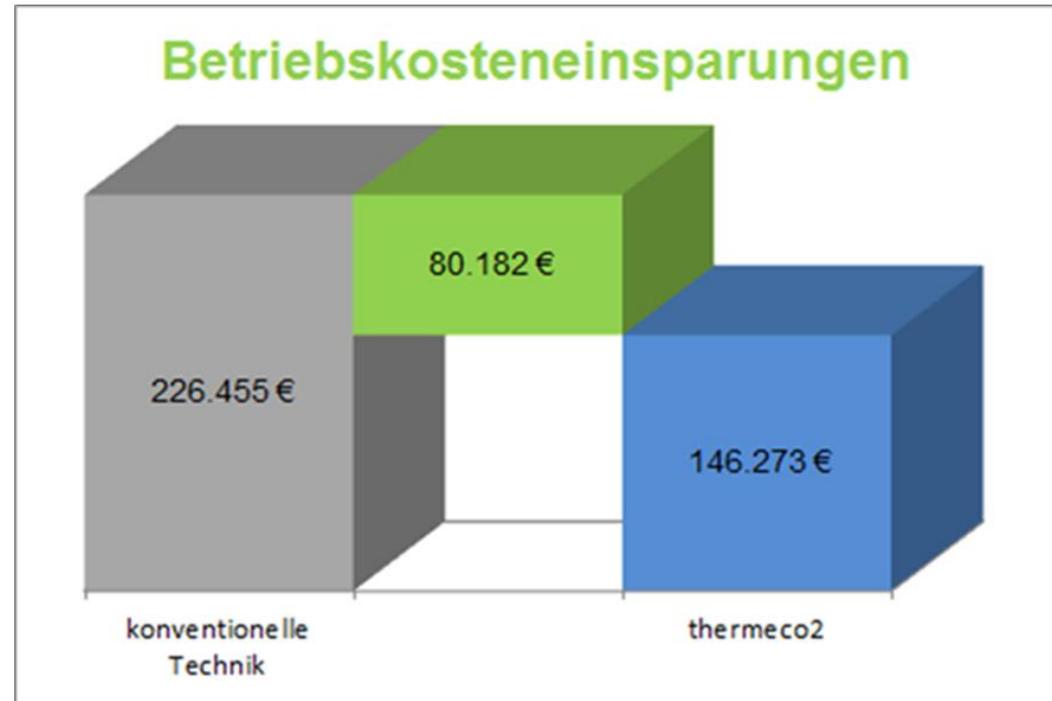
- Luft- Austrittstemperatur von 50°C bis 110°C möglich (direkte Erhitzung)
- Hocheffiziente Entfeuchtung durch Direktverdampfung
- Vollständige Wiederaufheizung der Trockenluft durch Wärmepumpentechnologie
- Kein Rückkühler mehr erforderlich
- Energieeinsparung mit rekuperativem Kreislaufverbundsystem (KVS), 100 kW
- Brennstoffeinsatz für Flächenbrenner wird deutlich reduziert oder entfällt
- Hohe Betriebskosteneinsparung
- Deutliche Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz



# Energieeffizienz Automotive

## Zwischentrockner mit CO<sub>2</sub>- Wärmepumpe

- Jährliche Betriebskosten (Gas+Strom) mit konventioneller Wärmepumpentechnik (max. 50°C)  
226.455€
- Jährliche Betriebskosten (Gas+Strom) mit CO<sub>2</sub>-Wärmepumenteknik (z. B. bis 70°C)  
146.273€
- Jährliche Betriebskostensparnis  
80.183€
- Entspricht 35 % weniger Betriebskosten
- ROI zum Aufpreis: < 2 Jahre
- Kältemittelproblematik gelöst



Berechnungen basieren auf einem realen Projekt mit Medienkosten Standort China

Volumenstrom ZwiTro = 32.000 kg/h, Zuluft/End Temperatur = 58/70°C, Zuluft/End-Feuchte = 8,9/3,8 g/kg,

Betriebsstunden = 7.700 h/a,

Stromkosten = 0,09 €/kWh,

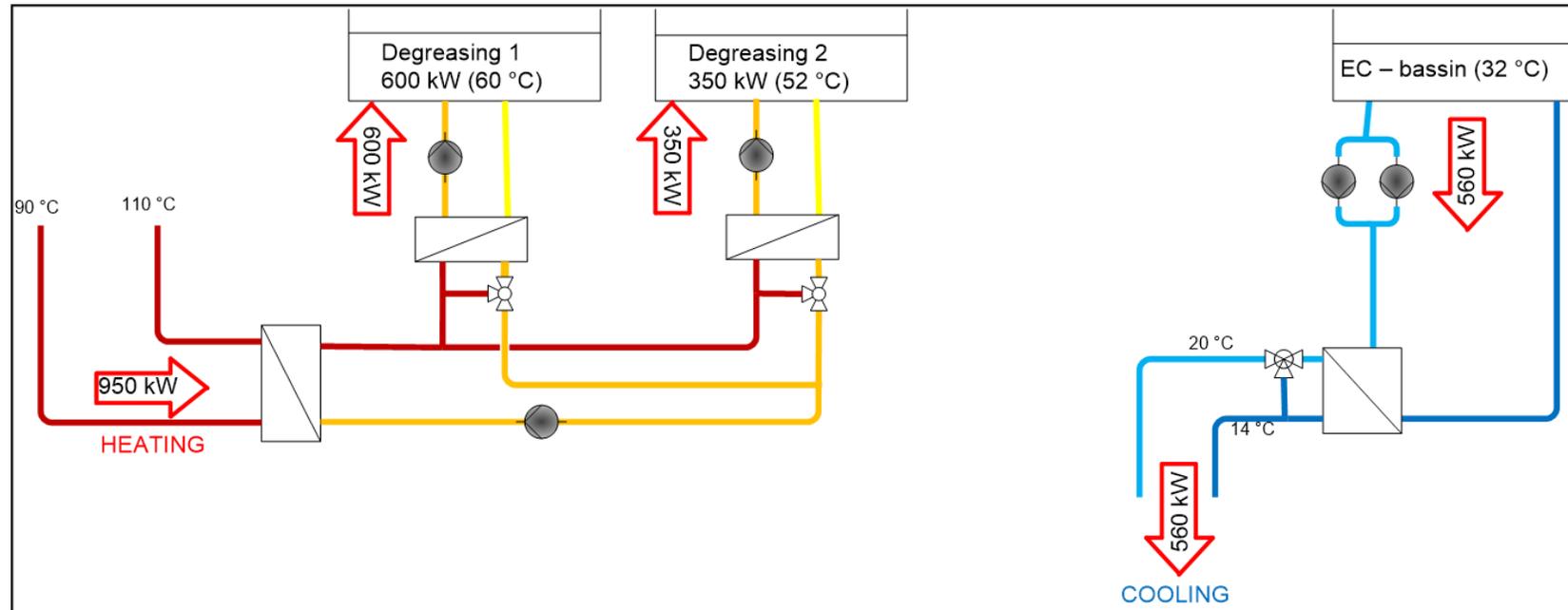
Gaspreis = 0,04 €/kWh



# Energieeffizienz Automotive

## Energieeffiziente Kopplung VBH / KTL

### ● Situation im Betrieb, mit Zentraler Wärme-/Kälteversorgung



### ● Energieverbrauch:

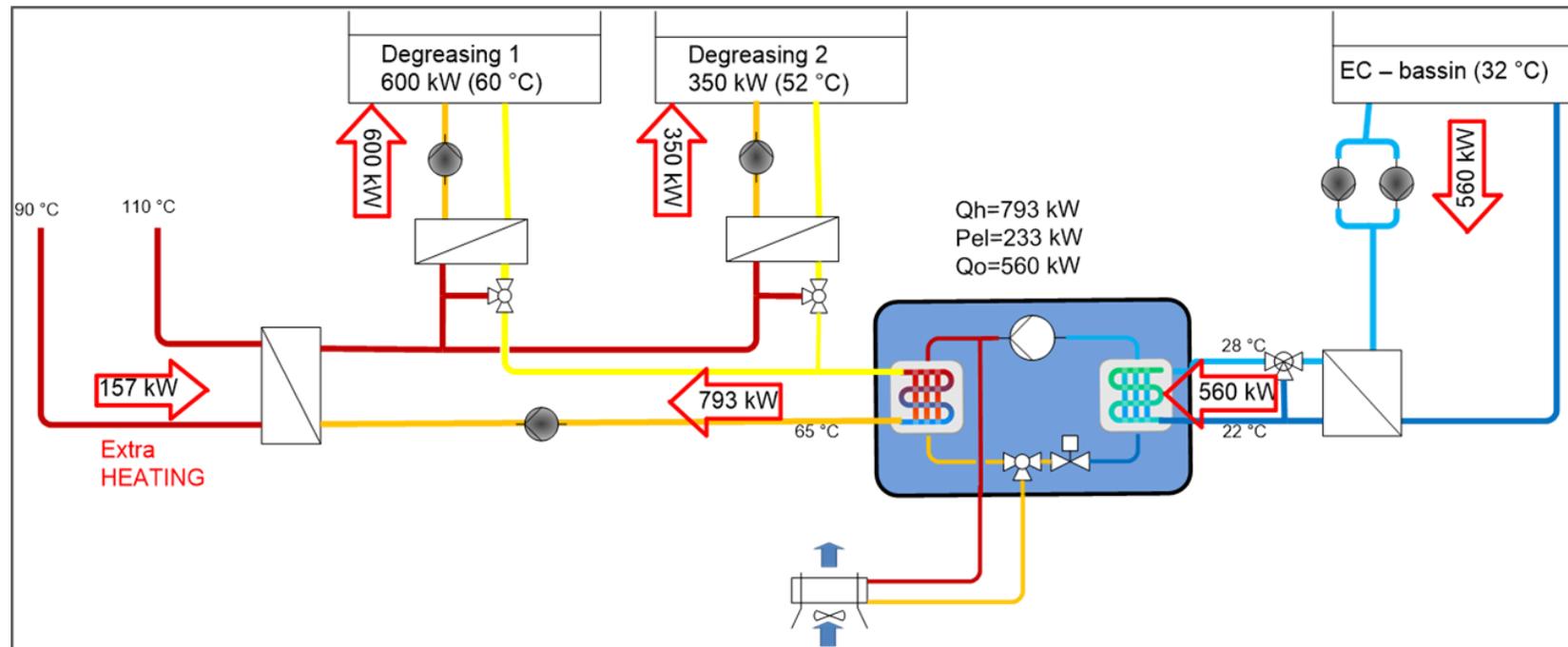
- Wärme (HW) 950 kW
- Kälte (CW) 560 kW



# Energieeffizienz Automotive

## Energieeffiziente Kopplung VBH / KTL

- NEU: Wärmepumpe, Quantum G Doko



- Energieverbrauch mit Quantum G Doko,  $\text{COP}_h = 3,4$

- Wärme (HW)  $157 \text{ kW}$
- Strom  $233 \text{ kW}$





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**ENGIE Refrigeration GmbH**

Frank Glaser | Key Account Manager Industrial & Commercial Heating

Josephine-Hirner-Straße 1 & 3

88131 Lindau

M +49 174 15 93 061

[Frank.glaser@engie.com](mailto:Frank.glaser@engie.com)

[engie-refrigeration.de](http://engie-refrigeration.de)