



CO₂ - Hochtemperatur-Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Unsere Mission:
Zero Carbon Transition as a Service

ENGIE – Pioniere seit 1856



1946

Gründung
Gaz de France



2016

Integration von
Energie und Service;
Umfirmierung



1858

Gründung der Com-
pagnie Universelle
du Canal Maritime de
Suez zum Bau
des Suez-Kanals



2008

Fusion von Gaz de
France und SUEZ zu
GDF SUEZ



2019

Zero Carbon
Transition as a
Service

ENGIE Deutschland – auf einen Blick

rund **4.500**
Mitarbeiter

rund **50**
Niederlassungen
in Deutschland

Headquarter:
Berlin, Köln

CEO:
Manfred Schmitz



5 Geschäftsbereiche

- Building Technologies
- Energy & Facility Solutions
- Refrigeration
- Renewables
- Strategic Cooperations

rund **1,4 Mrd. €**
Umsatz Geschäftsjahr 2020

ENGIE Deutschland GmbH ENGIE Deutschland AG ENGIE Refrigeration GmbH H.G.S. GmbH Kooperationspartner der ENGIE Deutschland Otto Building Technologies GmbH



4.500 QM
18.100 QM
3.200 QM

ENGIE Refrigeration GmbH

5 Regionen

11 Niederlassungen

rund 300 Mitarbeiter



▶ QUANTUM

Mit integriertem Open-Flash-Economizer, erhöhter Kälteleistung und energetisch nochmals verbessertem Kälteprozess. Erhältlich als wasser- und luftgekühlte Version. Kältemittel: R-134a, R-1234ze, R-513A.



▶ PENSUM

Ganz groß in „kleinen“ Leistungsbereichen von 45 bis 360 kW. Zuverlässig. Effizient. Leise.



▶ SPECTRUM

Von -25 °C bis 65 °C: deckt dank drehzahl-geregeltem Schraubenverdichter und Open-Flash-Economizer ein besonders breites Temperaturspektrum ab.



▶ AMONUM

Als Containerlösung verfügbar: die umwelt-verträgliche Lösung bis 200 kW. Unsere neue, kompakte Ammoniak-Kältemaschine.



▶ MARENUM

Beste Stahl und überlegene Technik: für die zivile Schifffahrt und auch für die Marine ein unerschütterlicher Kälte-Partner.



▶ THERMECO₂

Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen. CO₂-Hochtemperaturwärmepumpen und CO₂-Kältemaschinen der Baureihe thermeco₂ werden in Deutschland entwickelt, konstruiert und hergestellt.



▶ VENTUM

Die offenen VENTUM-Rückkühlwerke: passen sich jeder Situation und jedem Rückkühlbedarf an.



▶ VENTUM

Die geschlossenen VENTUM-Rückkühlwerke: geräuscharm, kompakt konstruiert und einfach in der Handhabung.



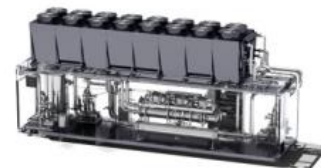
▶ VENTUM

Die adiabaten VENTUM-Rückkühlwerke: ganzjährig im Einsatz für ideale Temperaturen bei geringstem Wasser- und Stromverbrauch.



▶ VENTUM

Unsere Mietkühltürme sind innerhalb von 24 Stunden einsatzbereit, hoch effizient und erfüllen alle industriellen Ansprüche.



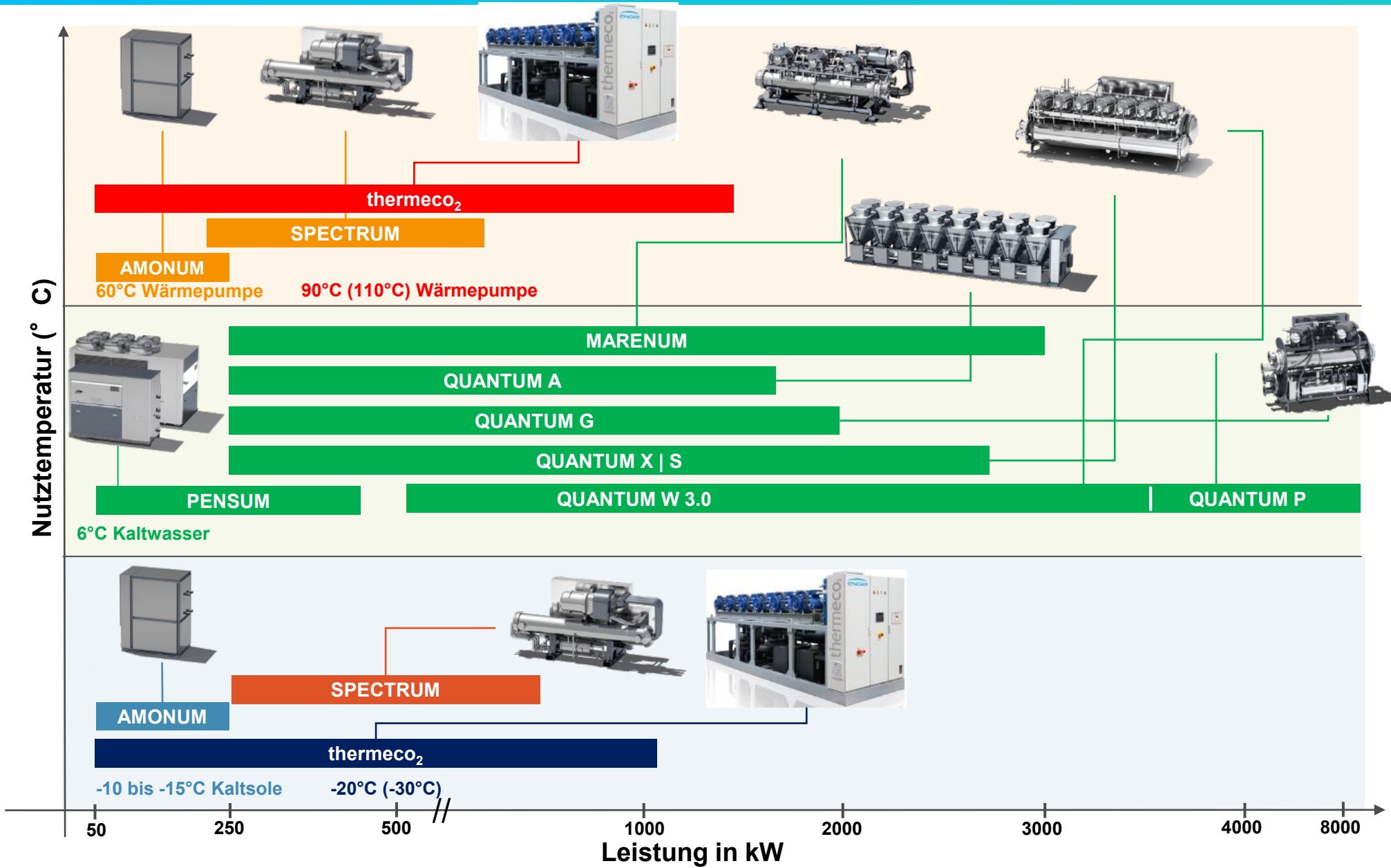
▶ GENIUM

Kälteanlage im Container – gefertigt nach dem Baukastenprinzip: innovative Technik, intelligent verpackt.



▶ SERVICE

Kompletter Service rund um die Kälteerzeugung und alle damit verbundenen Dienstleistungen. Fachgerecht, effizient und schnell.



Markt und Motivation

Zero Carbon Transition As a Service

Problem Klimawandel – Es ist Zeit, zu handeln!

- CO₂ - Ausstoß durch Verbrennung fossiler Brennstoffe
- Umweltschädliche Kältemittel

Rechtliche Rahmenbedingungen

- F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 (→ nat. Kältemittel)
- CO₂ - Bepreisung für Wärme nEHS/ EU ETS (Emissionshandel)
- Richtlinie (EU) 2018/844 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- Novellierte Düngeverordnung (→ Klärschlamm-trocknung)

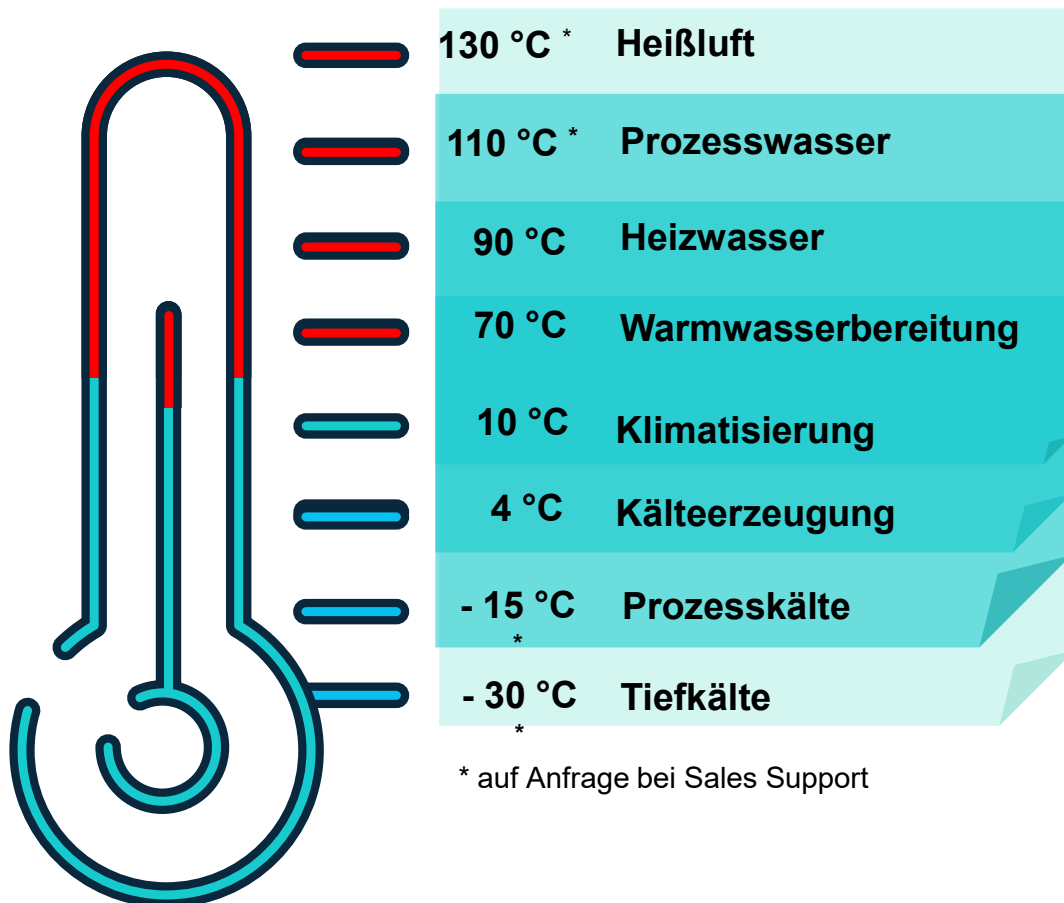


Unsere Lösung: thermeco₂



Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



Warmwasserbereitung und Klimatisierung

- Versorgung in öffentlichen Bereichen
- Hotels



Gebäude

Nahwärme/-kälte

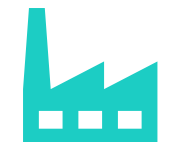
- Energieversorger
- Abfallwirtschaft



Quartiere

Prozesswärme-/Kälte

- Lebensmittelherstellung
- Industrie



Industrie

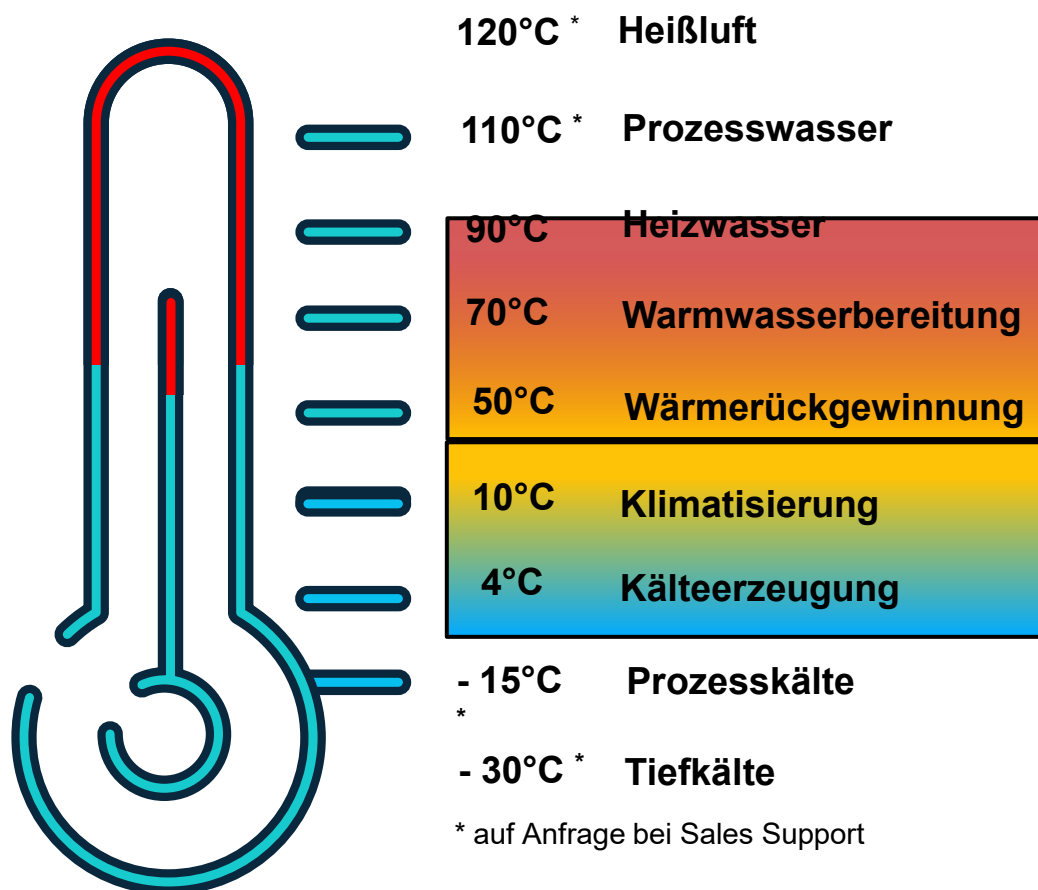
Energiesparoption bei Spezialmaschinen



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

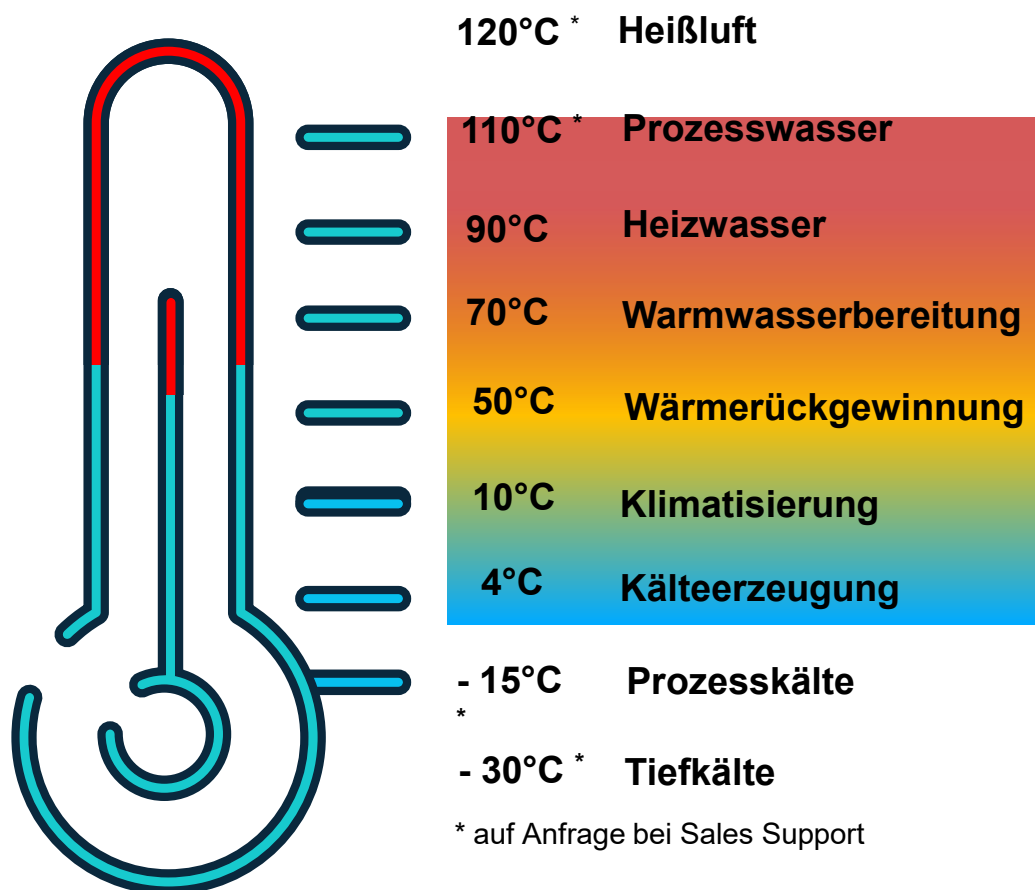
- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco₂: ca. 60-120 K

Kondensierende KM/WP:

Kaskade

Umweltfreundliche Schlüsseltechnologie zum Heizen und Kühlen

Einsatzbereiche - Die richtige Temperatur für jeden Prozess



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

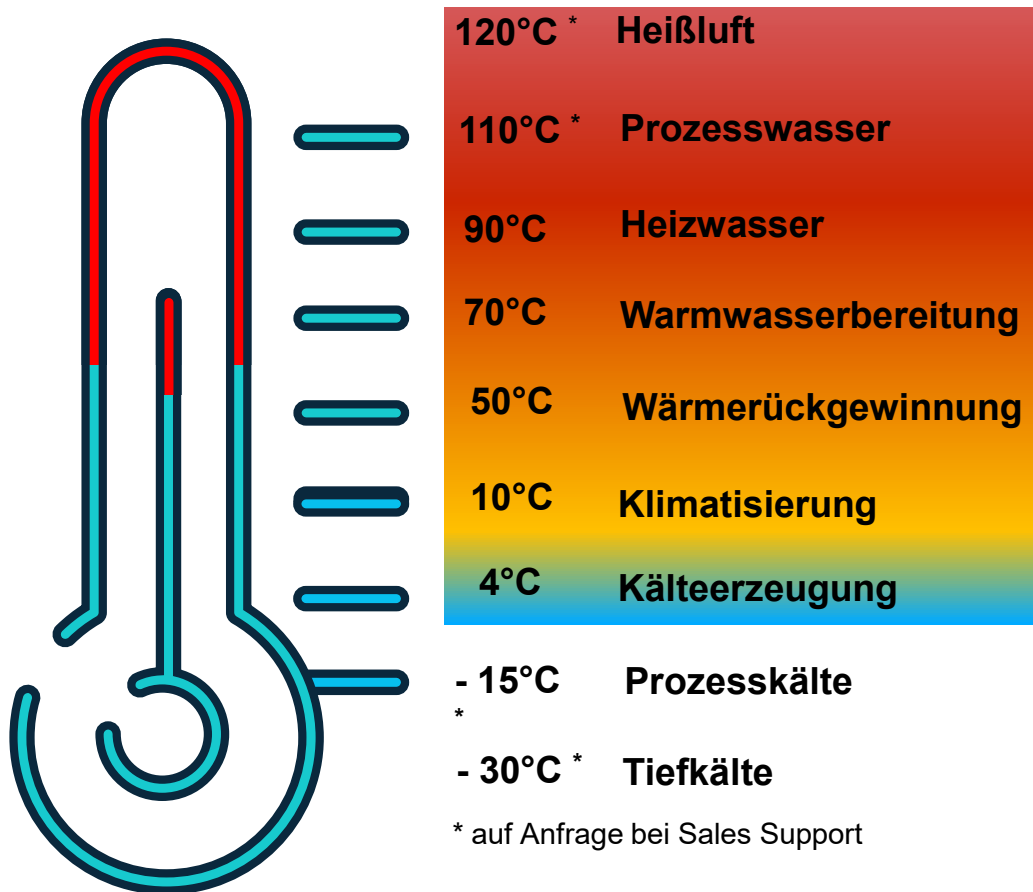
- kondensierenden KM/WP: ca. 50 K
- thermeco₂: ca. 60-120 K

thermeco₂:

**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
- thermeco₂: ca. 60-120 K

thermeco₂:

Zugleich Kaltwasser und Heißluft

Produktsteckbrief

Produktbeschreibung



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

- Leistungsstufen zwischen 45 und 1.400 Kilowatt
- halbhermetische Hubkolbenverdichter mit optionalen Frequenzumformern
- konstruiert für den europäischen Markt gemäß EU-Richtlinien
- ca. 70 Maschinen sind im Feld
- förderfähig



Bundesamt
für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

Die Komponenten der thermeco₂

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

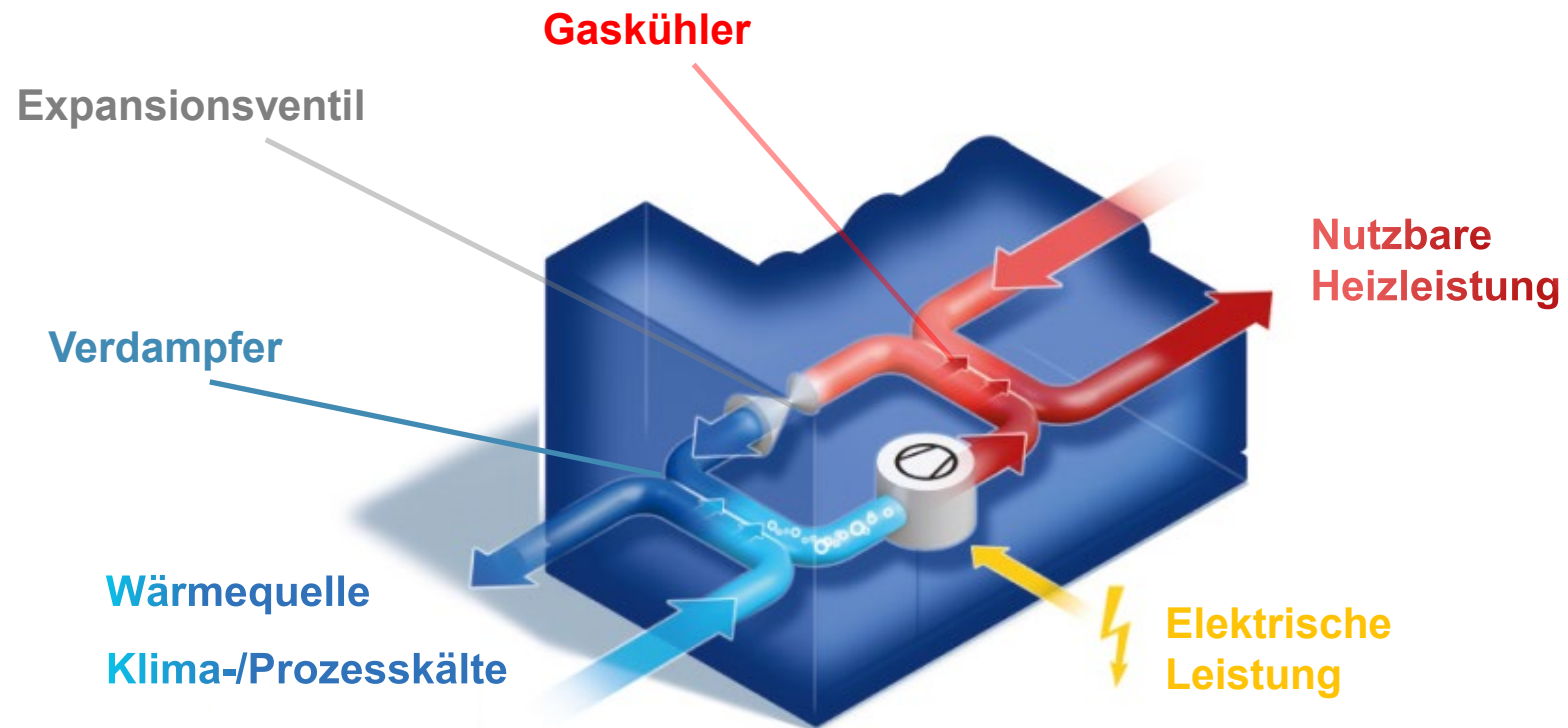
Filtertrockner

für hohe Betriebssicherheit und Langlebigkeit

thermeco₂

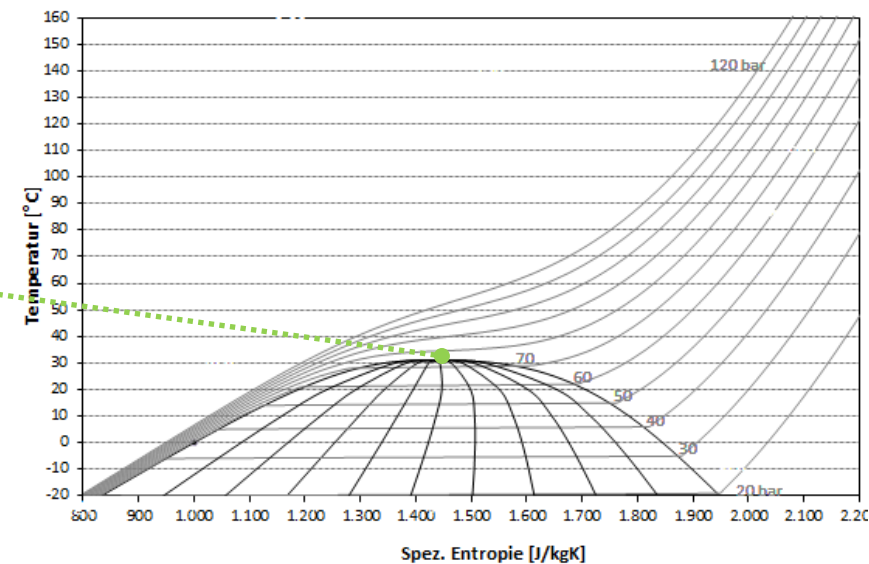
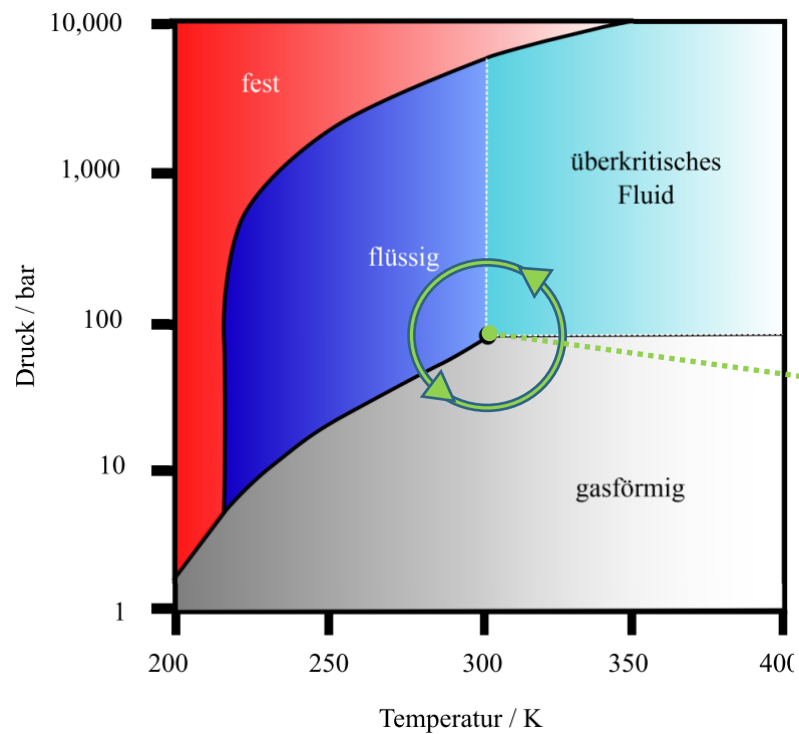
Funktionsweise und Thermodynamik

thermeco₂ | Funktionsweise



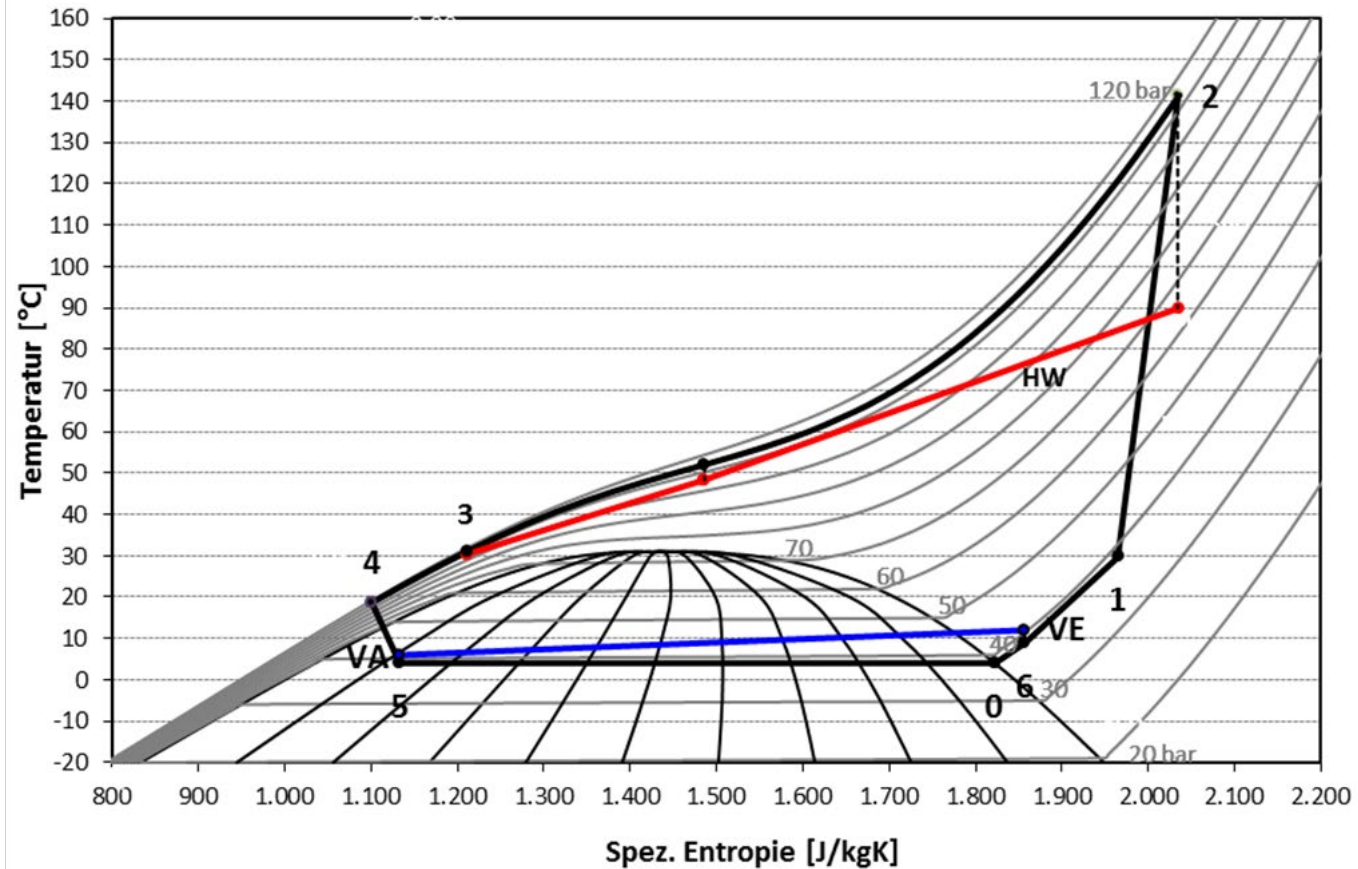
Thermodynamik

- 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



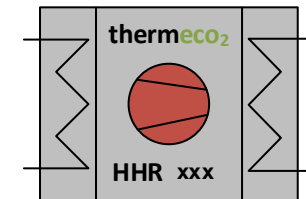
thermeco₂ - Thermodynamik

Wärme- und Kälteerzeugung



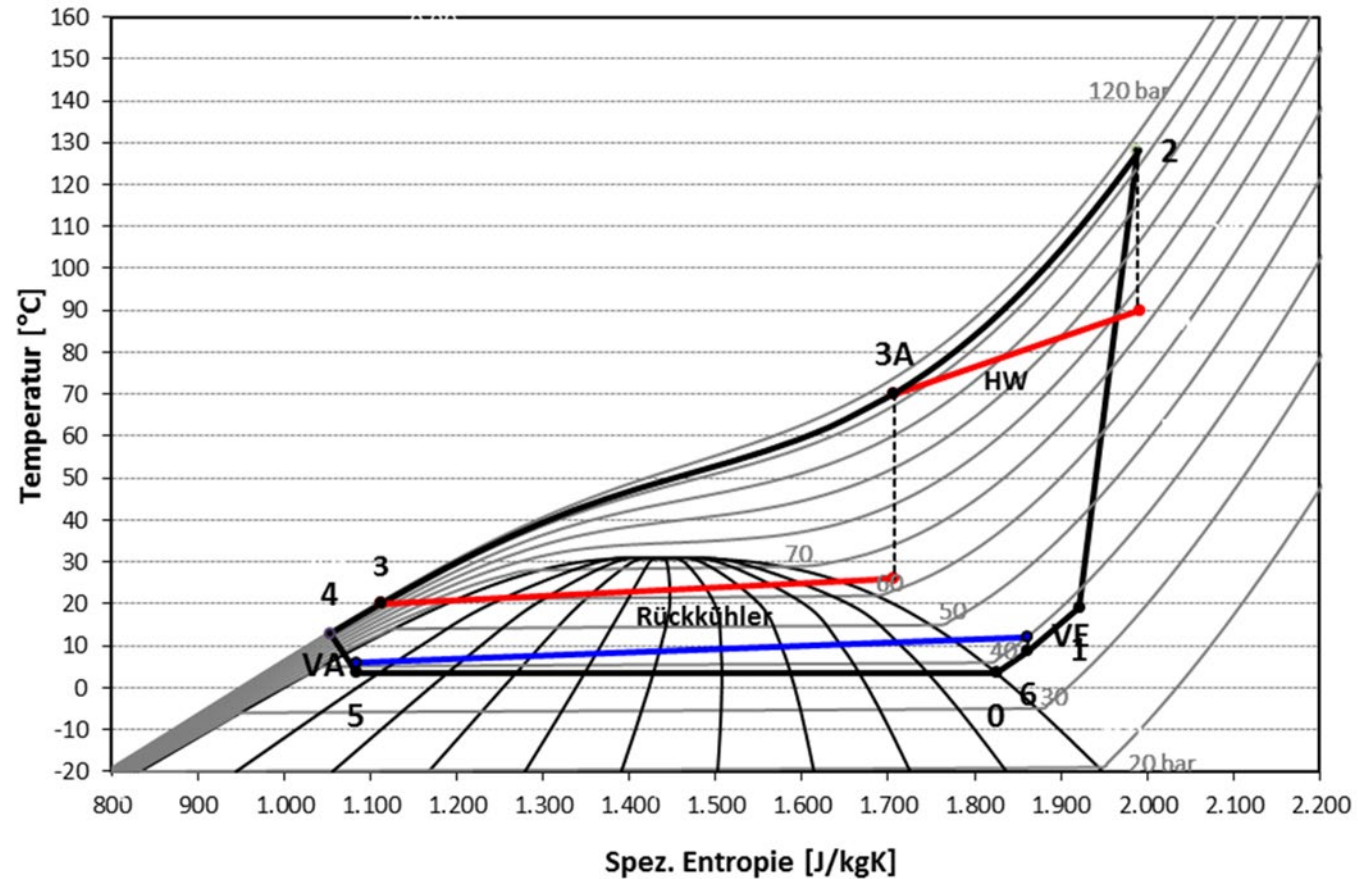
● Wärmeezeugung 30/90 °C

● Kälteerzeugung 12/6 °C

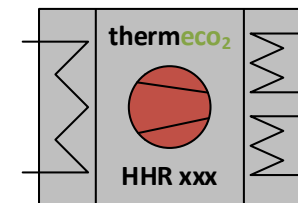


thermeco₂ - Thermodynamik

Wärme- und Kälteerzeugung

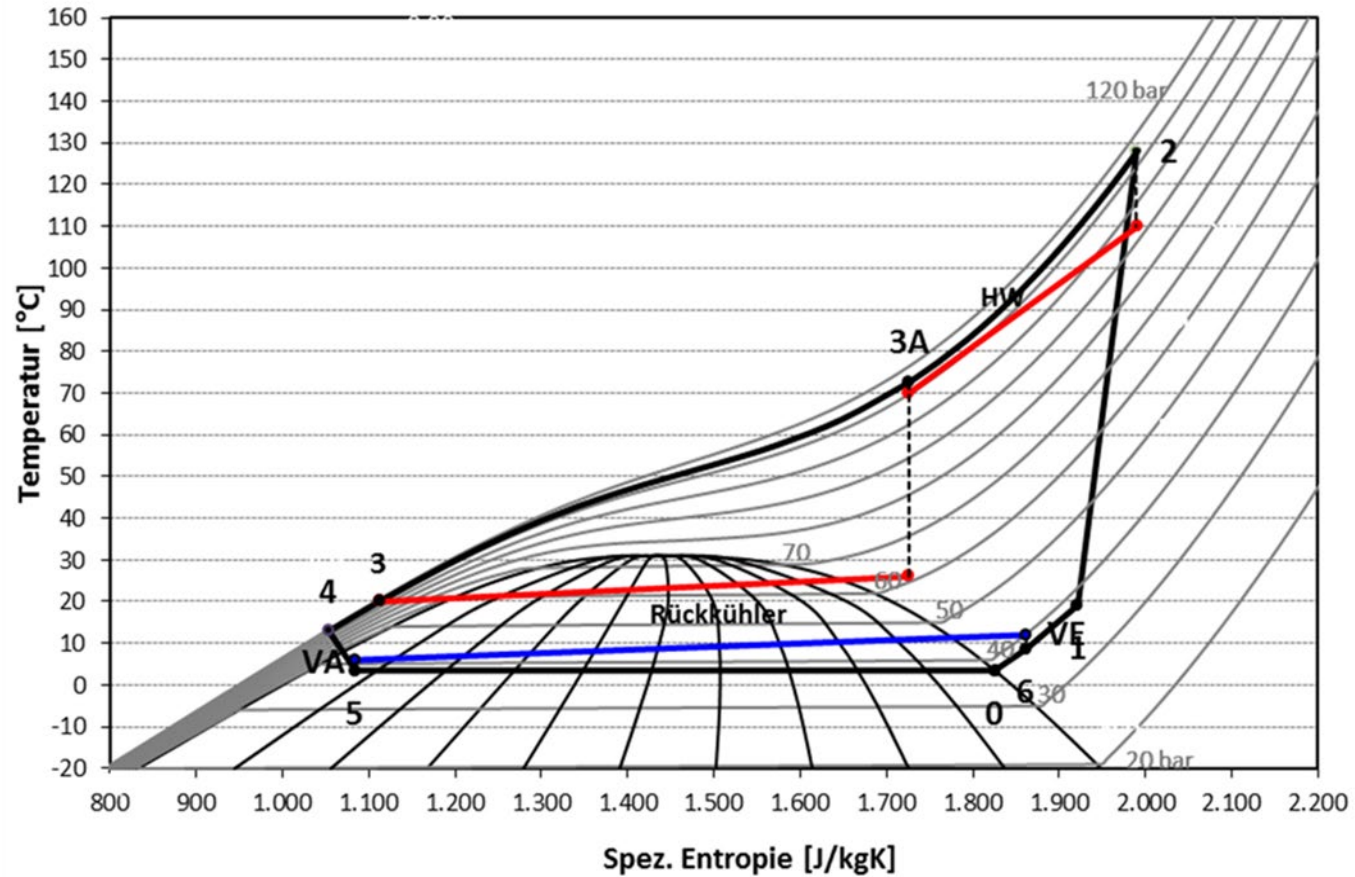


- Wärmeezeugung 70/90 °C
- Kälteerzeugung 12/6 °C
- Rückkühler / NT Wärme
- 2 Gaskühler in Reihe

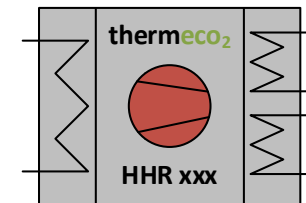


thermeco₂ - Thermodynamik

Wärme- und Kälteerzeugung

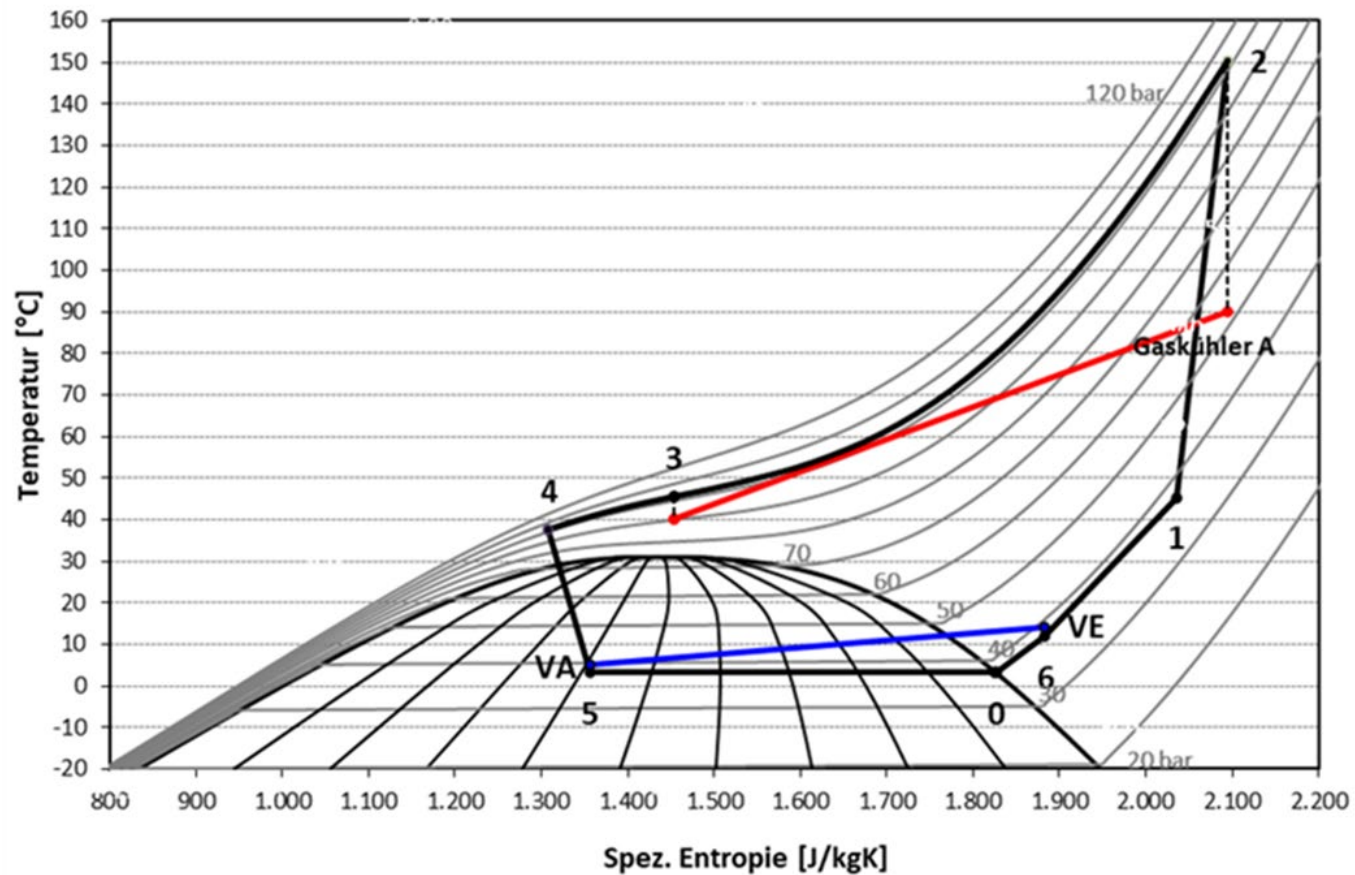


- Wärmeerzeugung 70/110 °C
- Kälteerzeugung 12/6 °C
- Rückkühler / NT Wärme
- 2 Gaskühler in Reihe



thermeco₂ - Thermodynamik

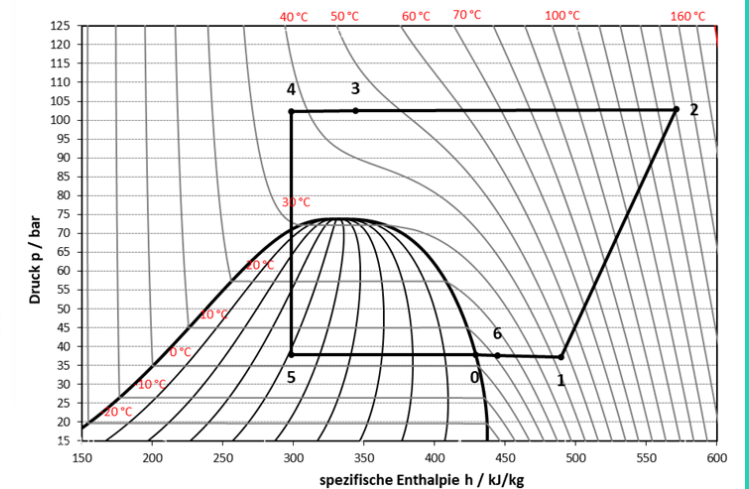
Einfluss Rücklauftemperatur auf Performance



● BP 14/5 °C // 40/90 °C

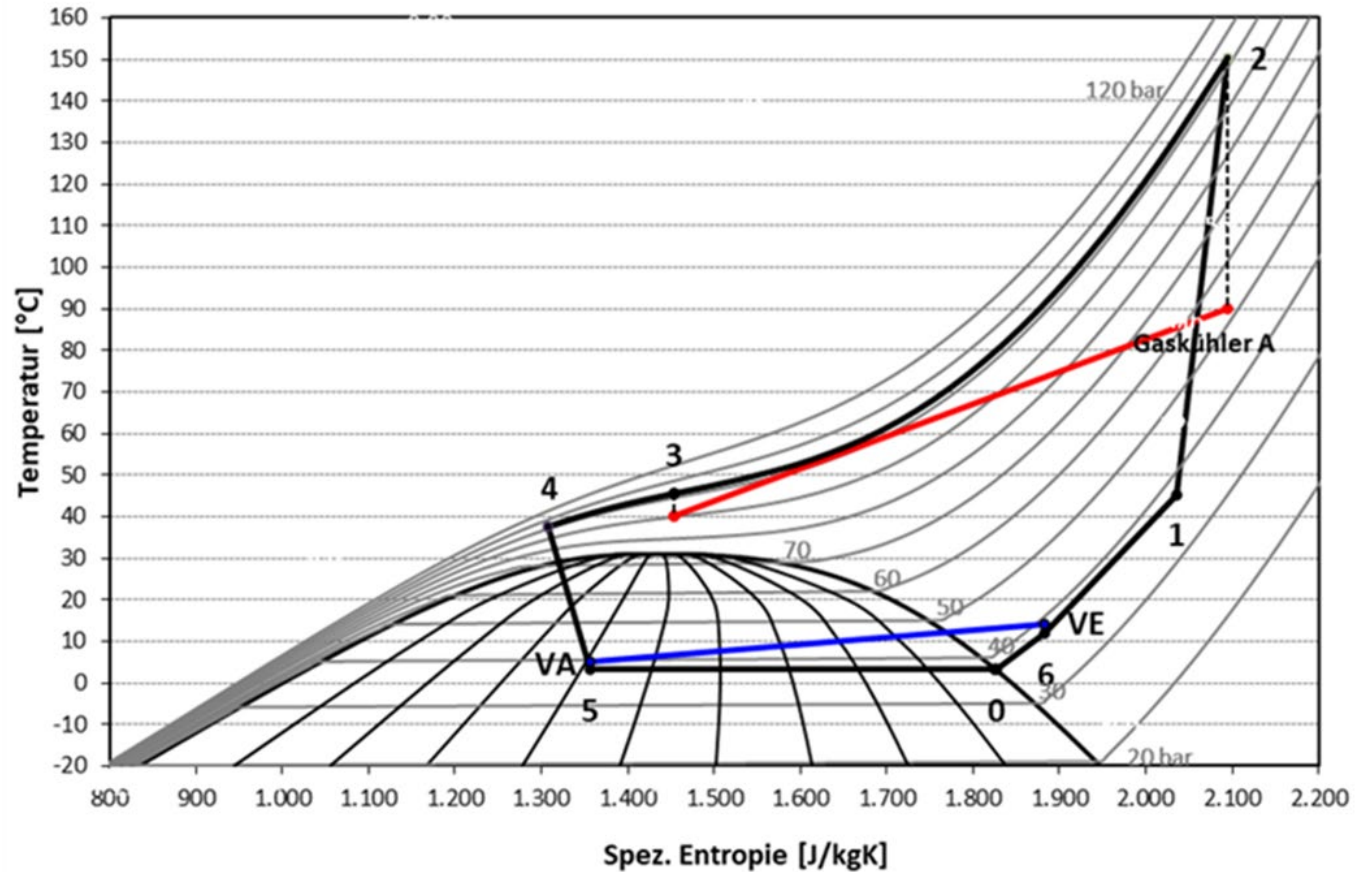
● $COP_h = Q_h / P_{el}$

● Sauggastemperatur 45 °C (IHE)



thermeco₂ - Thermodynamik

Einfluss Rücklauftemperatur auf Performance

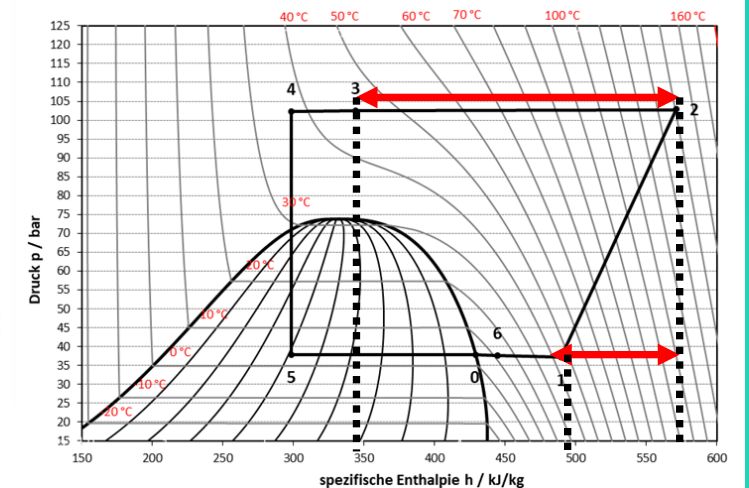


● BP 14/5 °C // 40/90 °C

● $COP_h = Q_h / P_{el}$

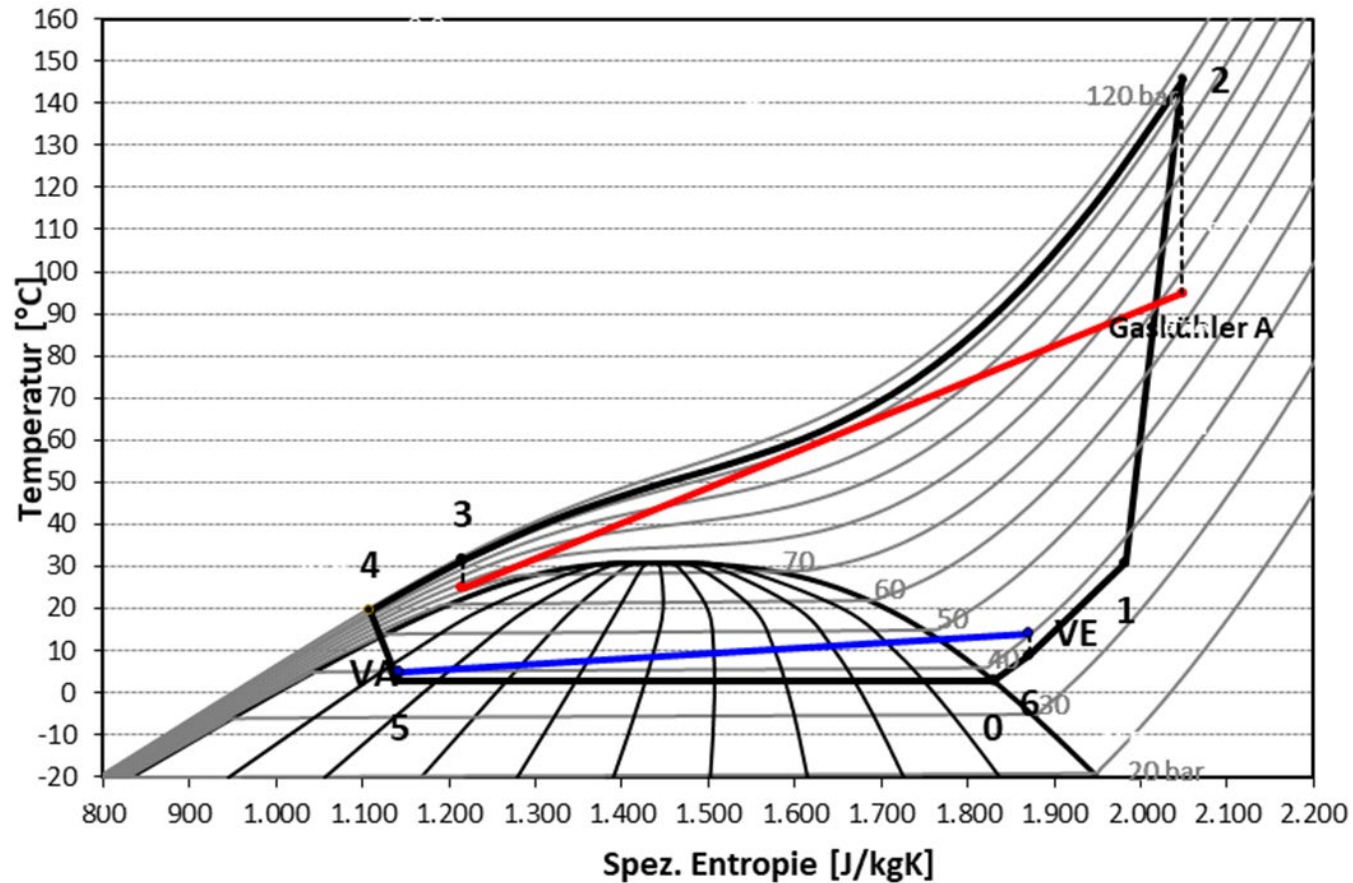
$= \frac{h''(2) - h''(3)}{h''(2) - h''(1)} = \frac{571 - 344}{571 - 489,8}$ (alle kJ/kg im lg,p, h - Diagramm) = **2,8**

● Sauggastemperatur 45 °C (IHE)



thermeco₂ - Thermodynamik

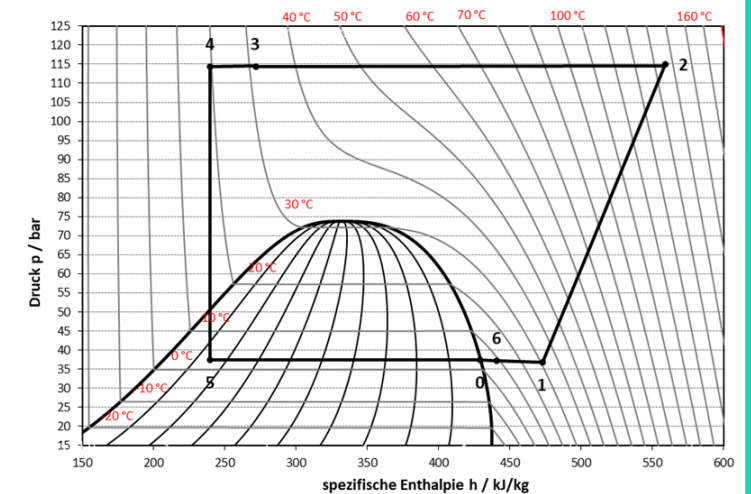
Einfluss Rücklauf­temperatur auf Performance



● BP 14/5 °C // 25/90 °C

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

● Sauggastemperatur 31 °C



thermeco₂ Förderung

In zahlreichen Kategorien förderfähig

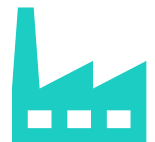
thermeco₂ erfüllt die Rahmenbedingungen für folgende Förderprogramme beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA)



Gebäude



Quartiere

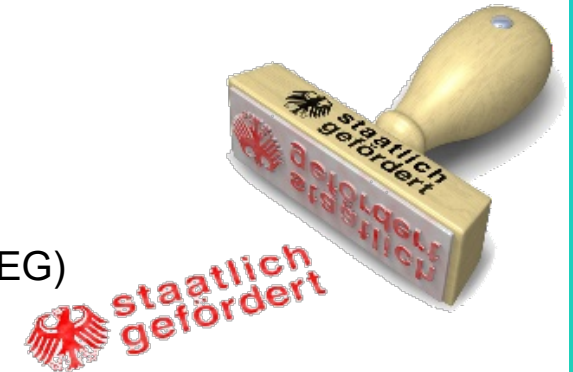


Industrie

- 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.



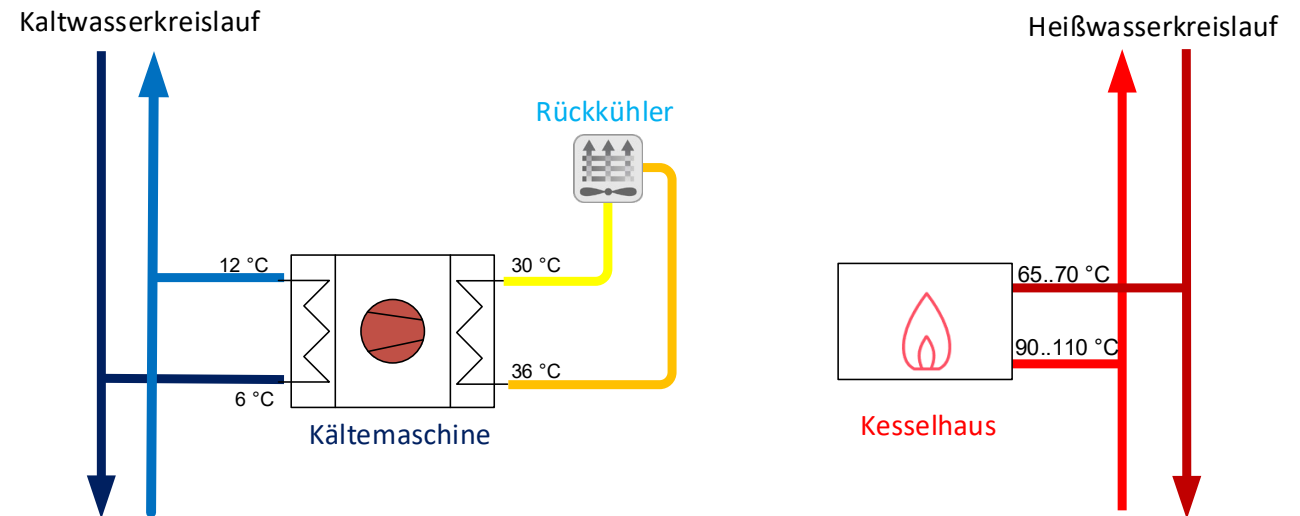


Grundsätzliche Applikationen

Wärme-Kälte-Kopplung

Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

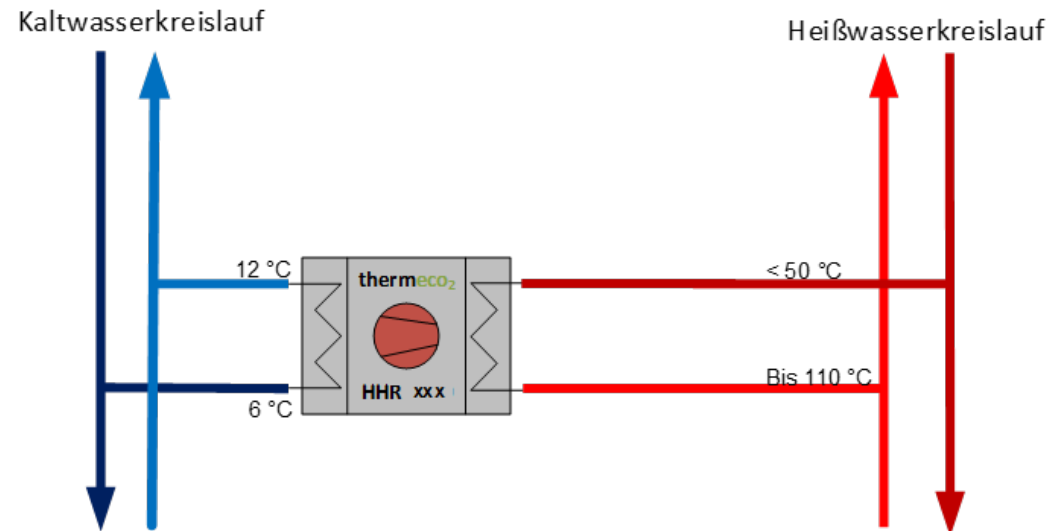
- Heißwasser und Kaltwasser wird im **Kesselhaus** erzeugt
- Kälteerzeugung mit konventionellen **Kältemaschinen**
- Abwärme der Kälteerzeugung wird über einen **Kühlturm** an die Umwelt abgegeben
- Hohe Kosten für Gas, Strom und Wasseraufbereitung (für Kühlturm)



Wärme-Kälte-Kopplung

Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

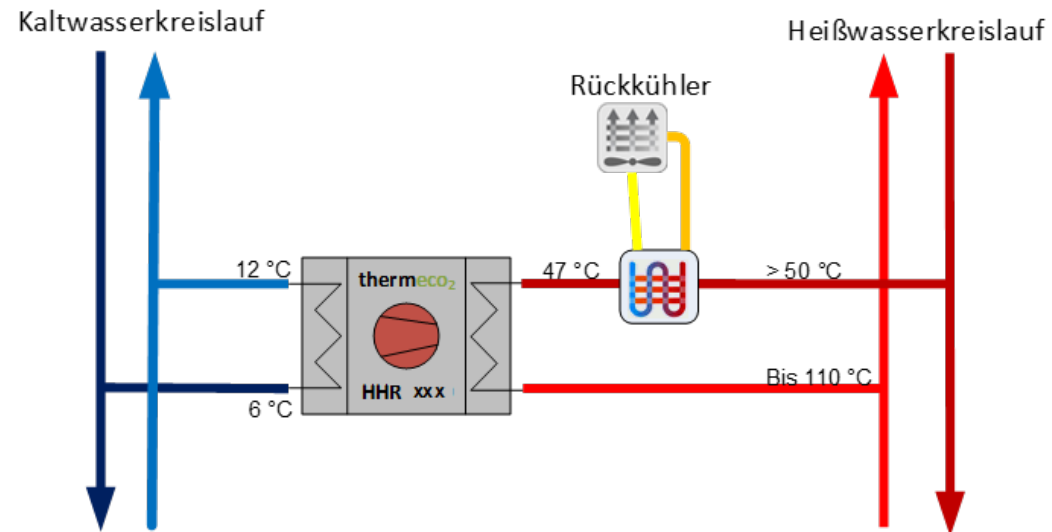
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur **einer** Maschine
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO₂-Emissionen



Wärme-Kälte-Kopplung

Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

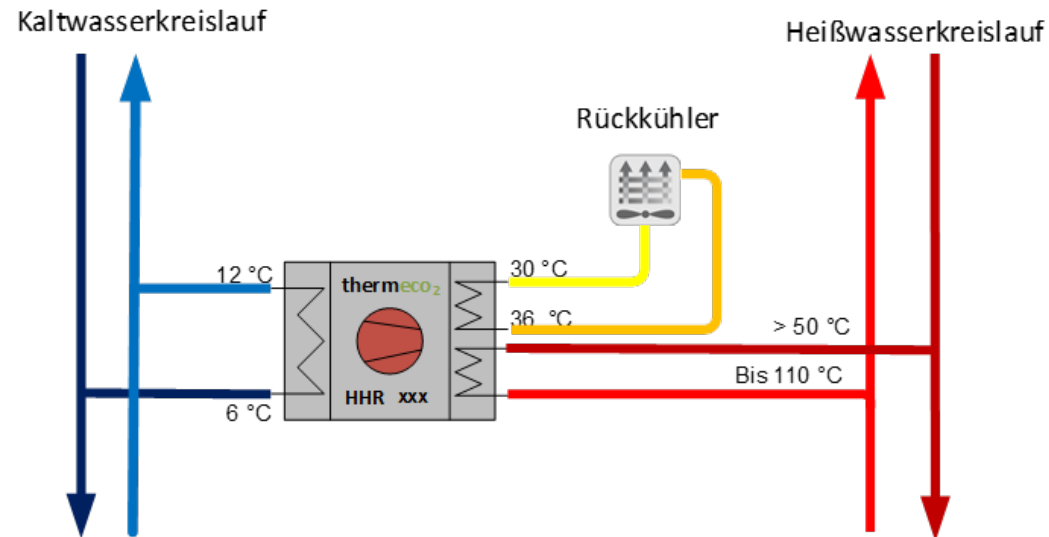
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur einer Maschine
- Falls HW-RL < ca. 50 °C
→ Rücklaufauskühlung
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO₂-Emissionen



Wärme-Kälte-Kopplung

Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

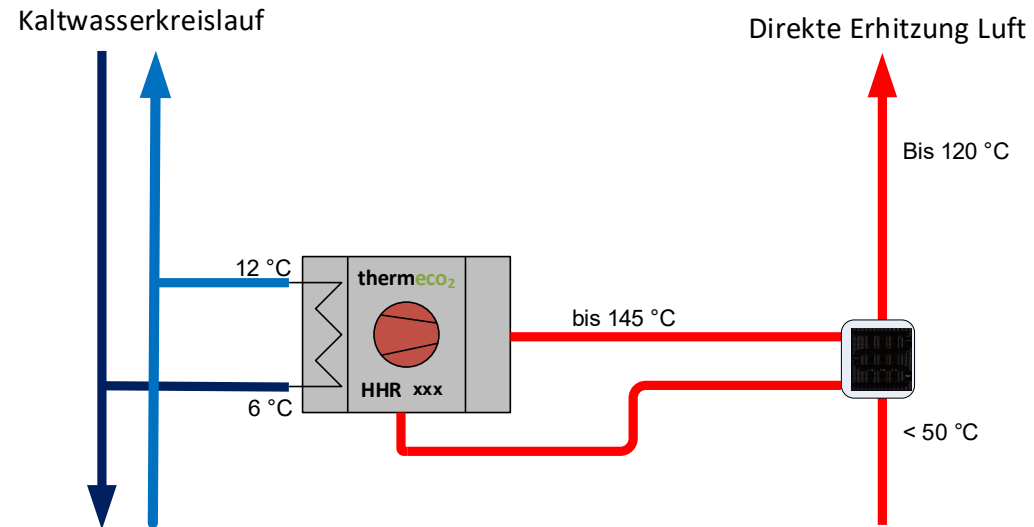
- Heißwasser- und Kaltwassererzeugung mit nur einer Maschine
- Falls HW-RL < ca. 50 °C → zweiter Gaskühler (auch 35/45 °C)
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO₂-Emissionen



Wärme-Kälte-Kopplung

Standardanwendung Wärme- und Kälteversorgung

- Lufterhitzung und Kaltwassererzeugung mit nur **einer** Maschine
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO₂-Emissionen





Besondere Applikationen

Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco₂ für die Trocknungstechnik - Schlamm Trockner

Status Quo /Funktionsweise

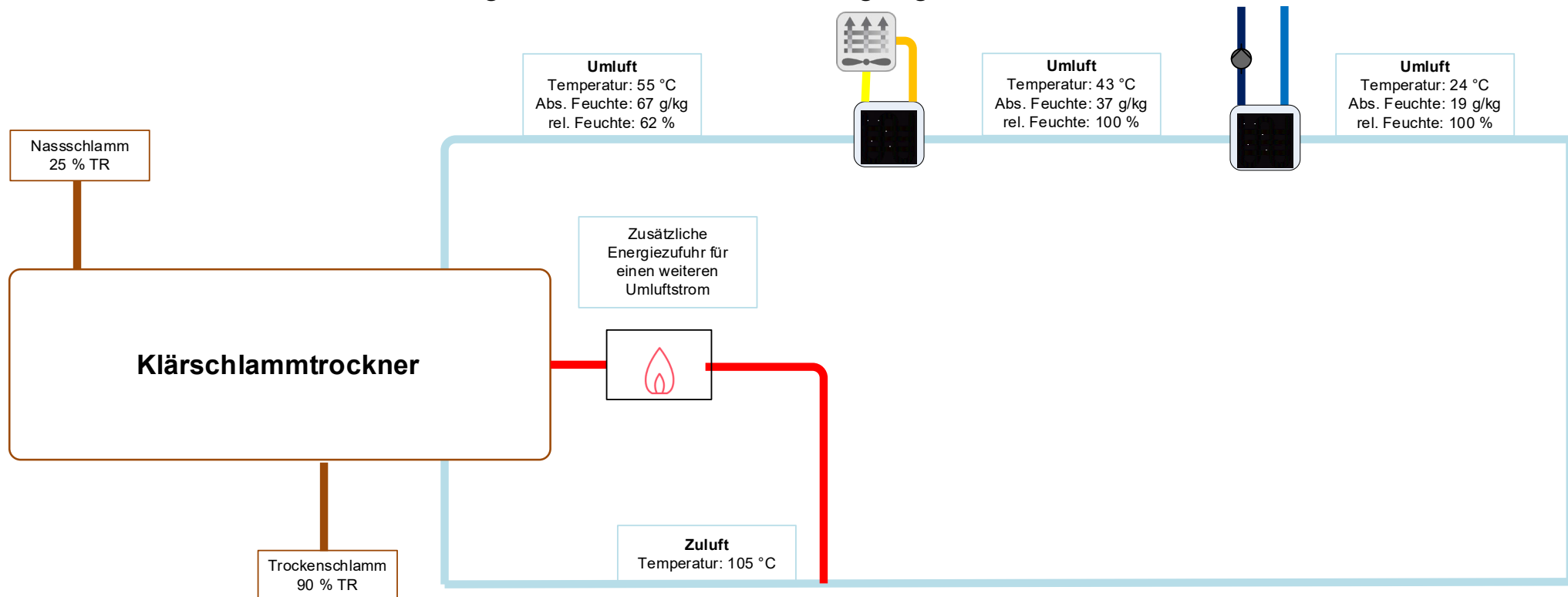
- In jedem Trockner wird dem zu trocknenden Gut das Wasser mittels heißer Luft entzogen
- In Trocknern mit unkritischer Abluft wird ein Teil der feuchten Umluft durch Abluft ersetzt
 - Frischluft wird mit einem hohen Rekuperationsgrad erwärmt

Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco₂ für die Trocknungstechnik – Schlammrockner

Konventionelle Technik Schlammrockner

- 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

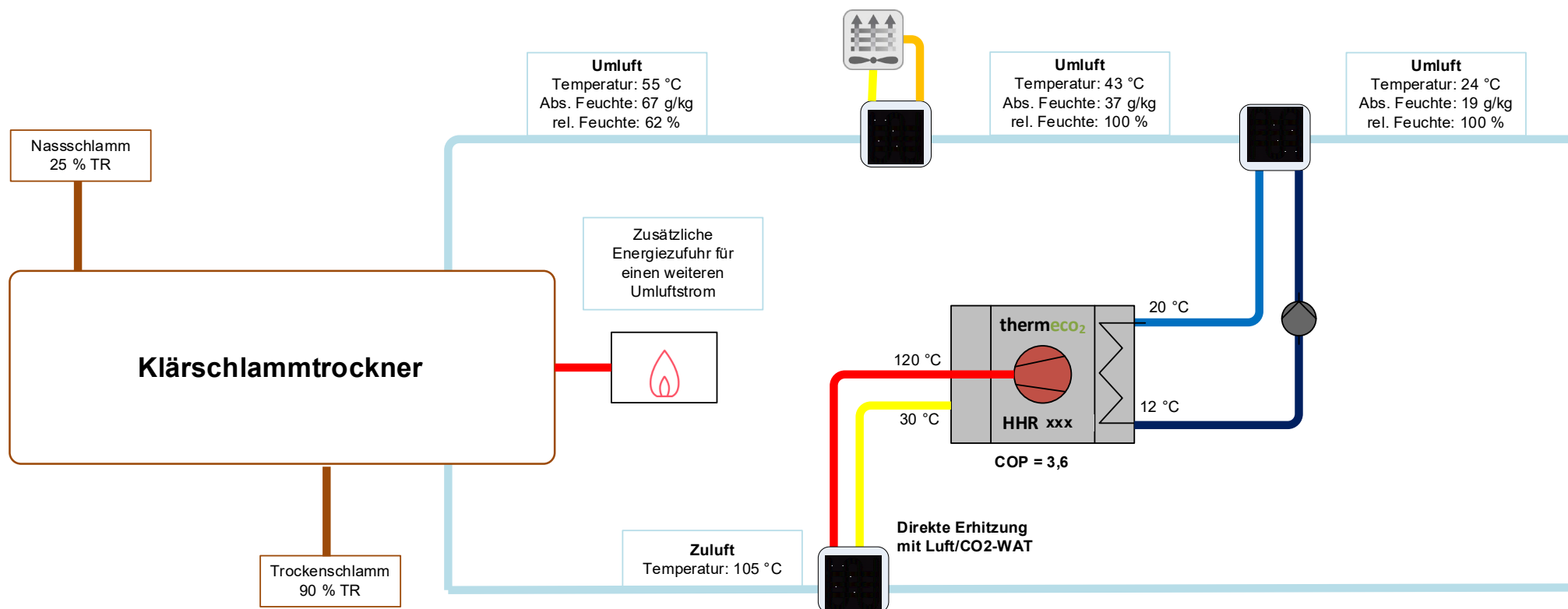


Wärme-Kälte-Kopplung

thermeco₂ für die Trocknungstechnik - Schlamm Trockner

Mit thermeco₂ **Gleichzeitige Erzeugung Wärme und Kälte**

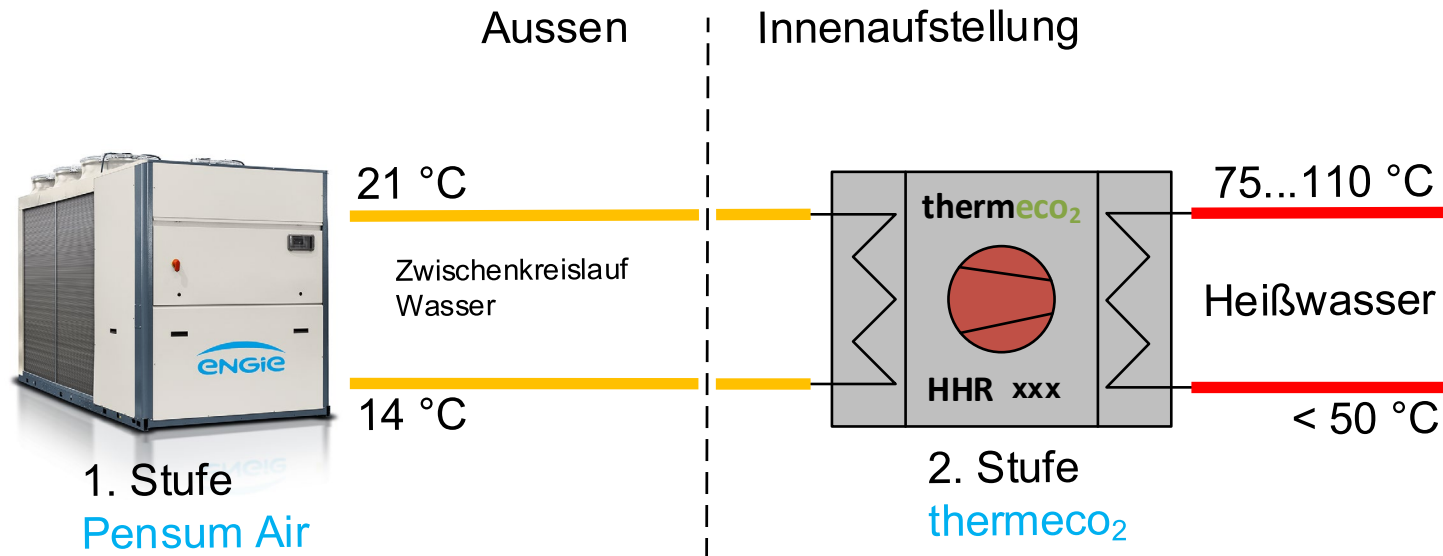
- Umluft wird Entfeuchtet und danach auf bis zu 120 °C erhitzt
- Einsparung konventioneller Brennstoffe (Gas/Öl), Betriebskosten und Reduzierung der CO₂-Emissionen



Luft / Wasser WP-Kaskade für hohe Endtemperaturen

2 - stufige Erzeugung Heißwasser mit Luft als Quelle

- 1. Stufe: Pensum AIR, Luft/Wasser WP erzeugt Zwischenkreislaufwasser bei 20/14 °C
- 2. Stufe: thermeco₂, Wasser/Wasser WP erzeugt Heißwasser bei hohen Endtemperaturen
- Heizleistung mit einer thermeco₂ bis 1,4 MW





Referenzen & Projektbeispiele



SWR, Baden-Baden

Doppelte Einsparung von Heizkosten beim Südwestrundfunk durch die thermeco₂.

- 1 x thermeco₂ HHR 360 mit FU
- Gesamtheizleistung: 311 kW bei 80/40 °C
- Gesamtkälteleistung: 200 kW bei 12/6 °C
- COP_{Wärme}: 2,8
- COP_{Kälte}: 1,8

Fazit:

- Durch die thermeco₂ konnte eine CO₂-Einsparung von rund 45 % und eine Heizkostenreduzierung von 34 % pro Jahr erzielt werden.



SWR, Baden-Baden

Wärme + Kälte gleichzeitig erzeugen!

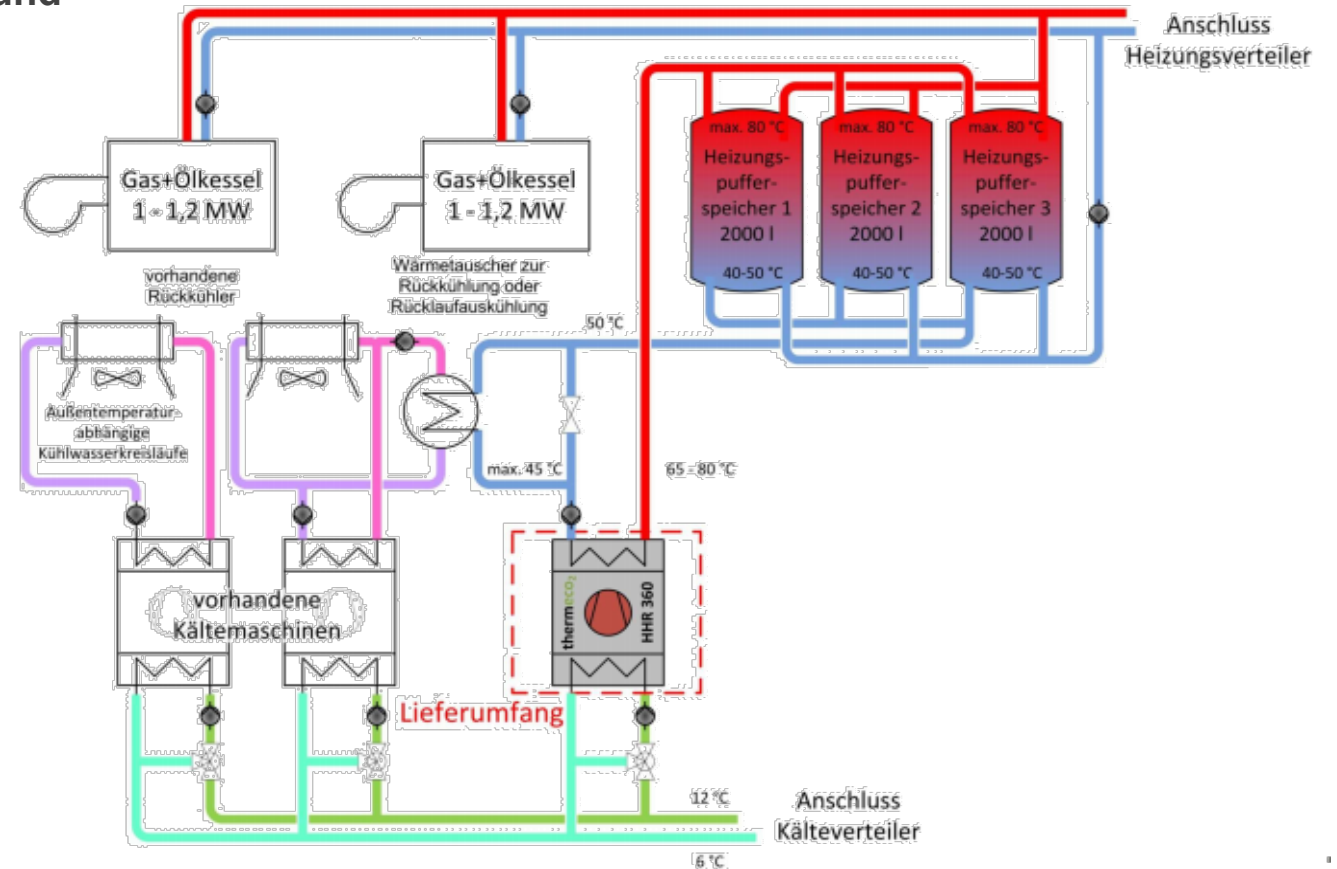
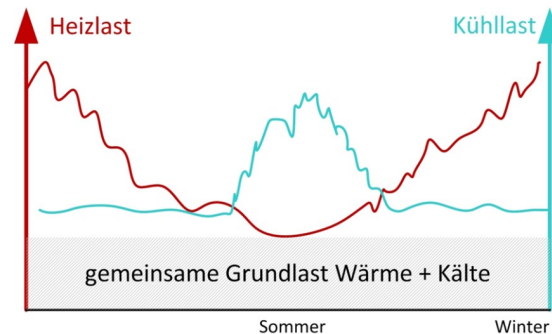
Einsatz einer thermeco₂ zur Kaltwassererzeugung und Nutzung der Hochtemperatur- Abwärme im Heizwassernetz.

Sommer:

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

Winter:

- Serverkühlung
- Heizwärmebedarf



Osatina Gewächshausbeheizung

5 Stück thermeco₂ beheizen an 3 Standorten in Kroatien Gewächshäuser. Osatina ist der größte Lebensmittelproduzent im Lande und hat sich wegen der sehr guten Effizienz für die thermeco₂ entschieden.

- 5 x thermeco₂ 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 thermeco₂ wird teilweise mit Photovoltaik erzeugt
- COP_{Wärme}: 3,0 - 3,2
- Möglichkeit der Förderung durch das BLE im Auftrag des BMLE (Bundesprogramm zur Förderung der Energieeffizienz und CO₂-Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau)



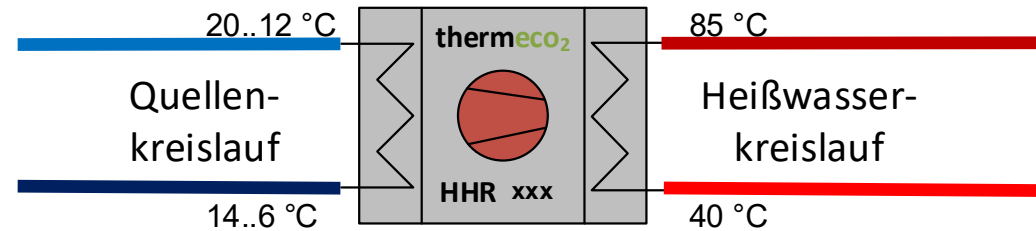
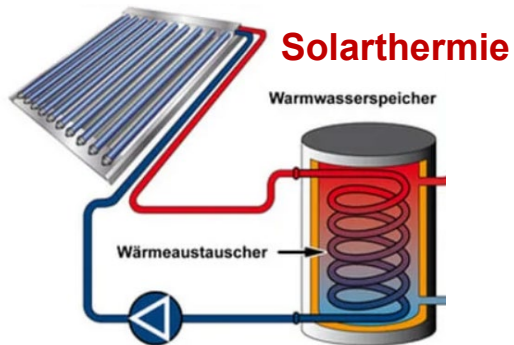
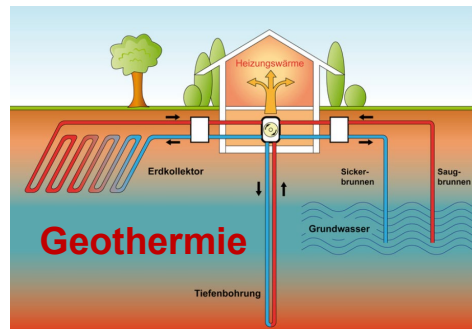
Fazit:

- Osatina beheizt insgesamt mit den 5 thermeco₂ HHR 1000 eine Fläche von 50.000 m², was einer Fläche von 10 Fussballfeldern entspricht.



Osatina Gewächshausbeheizung

Prinzipielle Möglichkeiten der Quelle für die Wärmepumpe.



Schwan-Stabilo Cosmetics, Heroldsberg

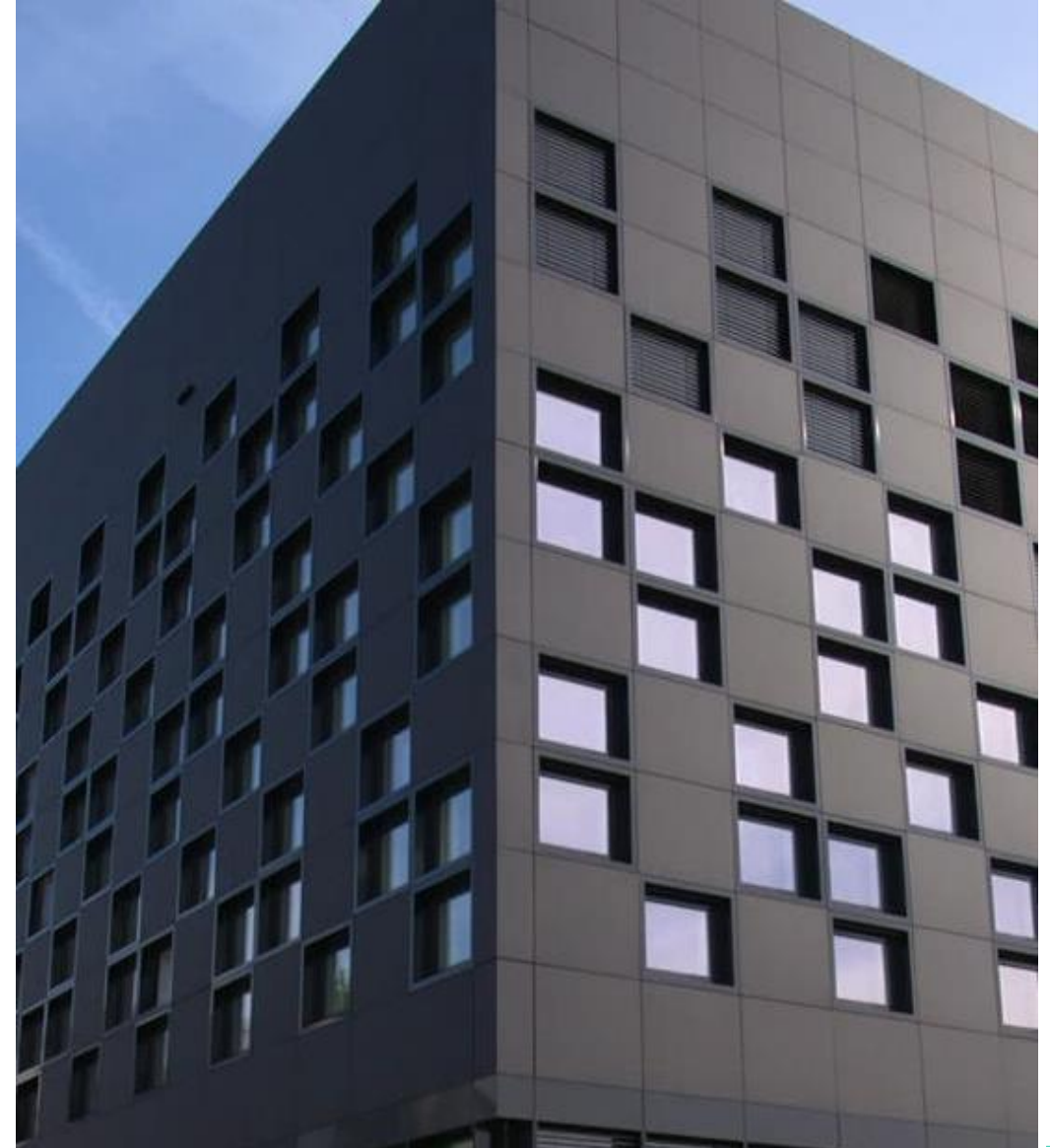
Die thermeco₂ übernimmt die komplette Gebäudebeheizung im Winter und den Übergangsmontaten und sorgt für eine optimale Energieeffizienz im Rechenzentrum

- 1 x thermeco₂ 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_{Wärme}: 3,9
- COP_{Kälte}: 2,9
- COP_{Kälte-Wärme-Kopplung}: 6,8
- Amortisation: 2,5 Jahre



Fazit:

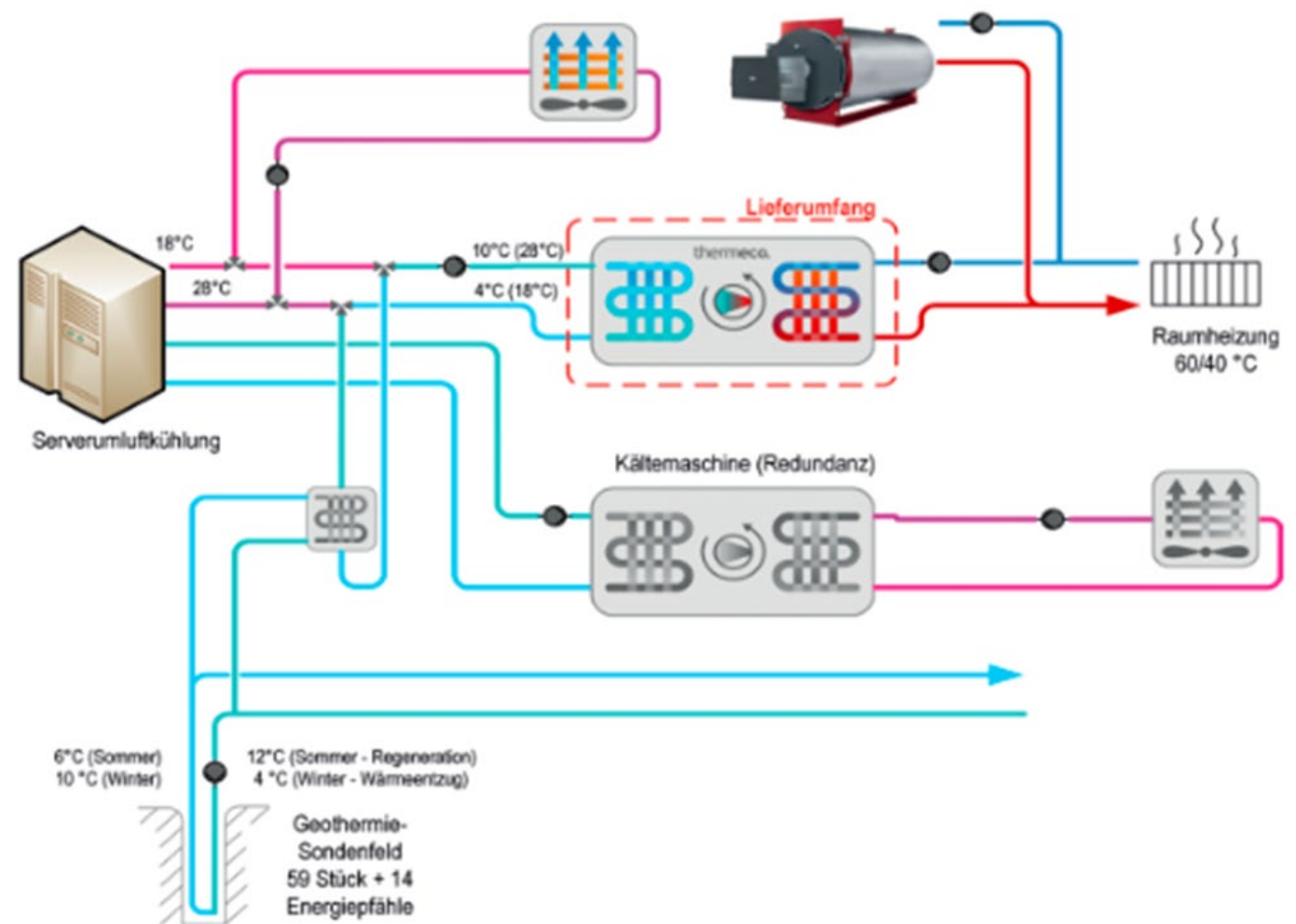
- Die Schwan-Stabilo Cosmetics bekam für die thermeco₂ sogar einen Investitionskostenzuschuss von 25% durch das BAFA-Förderprogramm „Effizienz in gewerblichen Kälteanlagen“.



Schwan-Stabilo Cosmetics, Heroldsberg

Mehr Kälte und Wärme für die Schwan–Stabilo Cosi

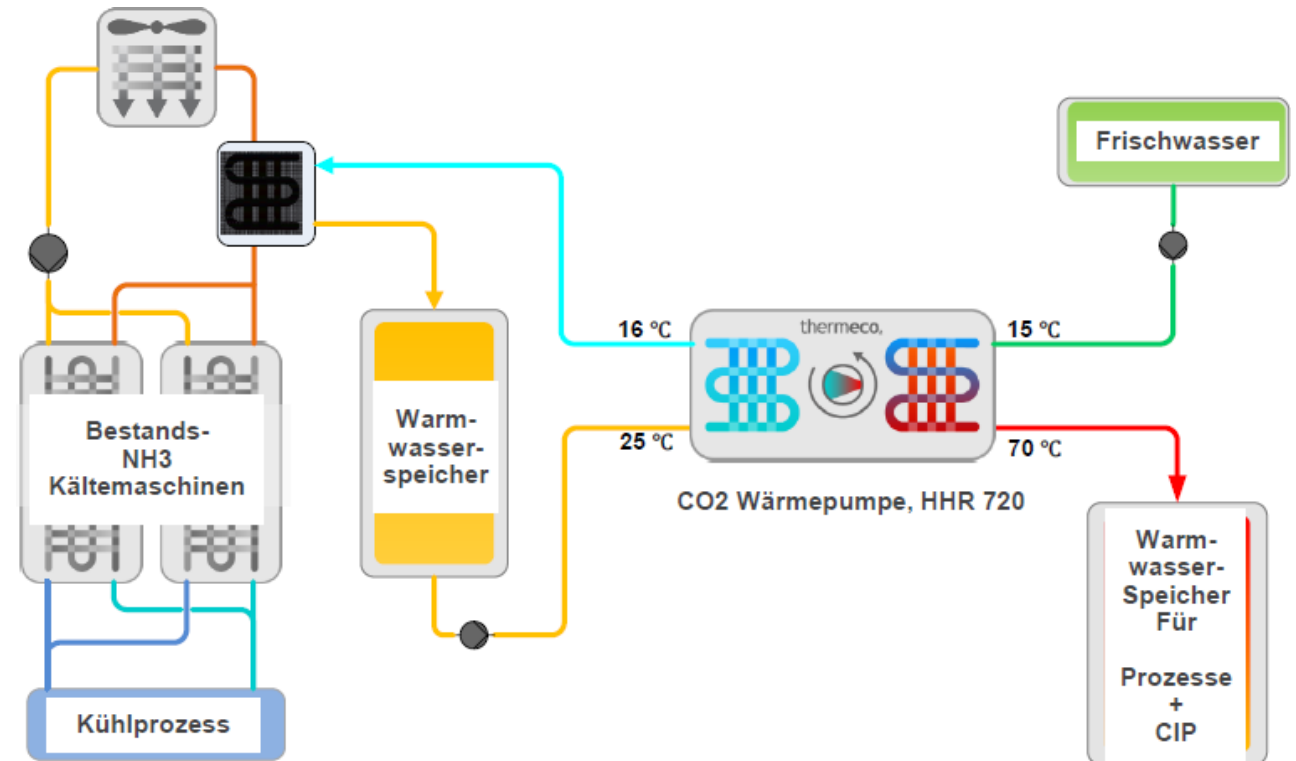
- hocheffiziente Server- und Gebäudekühlung und gleichzeitige Heizwärmebereitstellung
- Investitions- und Betriebssicherheit durch umweltneutrales Kältemittel
- Einsatz einer CO₂-Kältemaschine zur Kaltwassererzeugung. Nutzung der Hochtemperatur-Abwärme im Heizwassernetz.



Lebensmittelindustrie - Schlachtereier

Frischwassrerwärmung für Hähnchenschlachtereier

- 1 x thermeco₂ HHR 720
- 955 kW für Prozesse und Reinigung bei 15/70 °C
- Wärmequelle (25/16 °C): Abwärme bestehender NH₃-Kälteanlagen
- Die Kondensationstemperatur der NH₃-Kälteanlage kann abgesenkt werden, wodurch die Betriebskosten abgesenkt werden
- COP_h = 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 thermeco₂ 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

thermeco₂



Fazit:

- Jährliche Einsparung von 114 Tonnen CO₂
- Amortisation 1,5 Jahre





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

engie-refrigeration.de