



REFOLUTION

DAS INGENIEURBÜRO FÜR NACHHALTIGE INDUSTRIEKÄLTE

23.09.2019

VDI TGA & DKV Karlsruhe

Kaltluftmaschinen für Kühlprozesse

unter -40 °C bis -160 °C





F-Gase Verordnung – Phase down



Höchstmenge (%) für das Inverkehrbringen teilfluorierter Kohlenwasserstoffe (HFKW) Jahre 2015-2030

Quelle: Umweltbundesamt

Auszug Verbote:

2020: Ortsfeste Kälteanlagen mit GWP \geq 2500
Ausnahme für Produkttemperaturen < -50 °C

R23 - GWP 14800

R14 - GWP 7390 (kein HFKW sondern ein PFKW)

Ausnahme noch gerechtfertigt?

-> Alternativen bereits vorhanden



F-Gase Verordnung - Preisentwicklung

GWP Kältemittel - Preissteigerung und Engpässe bei der Verfügbarkeit

Preisanstieg folgt dem GWP:

Preisanstieg bisher:

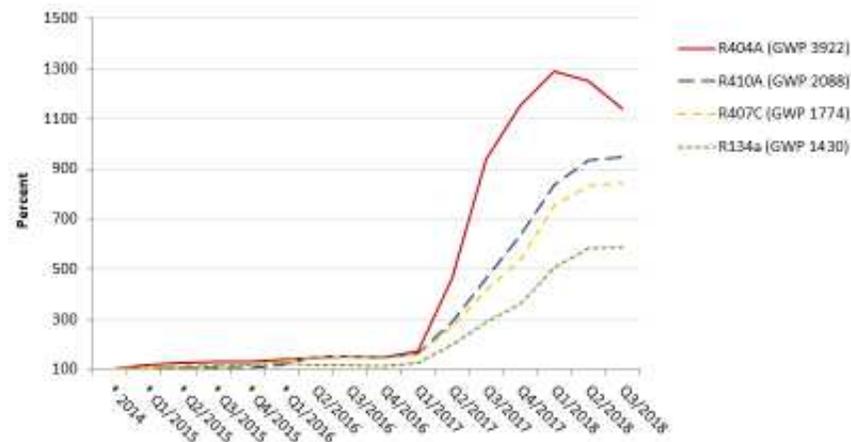
R134a: Mehr als 3-fach

R404A: Mehr als 9-fach

R410A: Mehr als 6-fach

R23: Mehr als 25-fach !

Development of purchase prices for various HFC refrigerants at service company level (price index, 2014 = 100 %)



Ökorecherche (2018) on behalf of the EU Commission (DG Clima)



Warnung vor HFO als Kältemittel

10.07.2018

„Das fluorierte Kältemittel R1234yf wird in immer höheren Konzentrationen in der Atmosphäre nachgewiesen. Es entweicht vor allem aus Pkw-Klimaanlagen und zunehmend auch aus stationärer Kälte-Klima-Technik. Die extrem wasserlösliche, algengiftige und schwer abbaubare **Trifluoressigsäure** – ein Abbauprodukt von R1234yf – gelangt über Niederschläge in Gewässer. Das UBA rät zum **Umstieg auf Alternativen.**“

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/auf-umweltfreundliche-kaeltemittel-umsteigen>

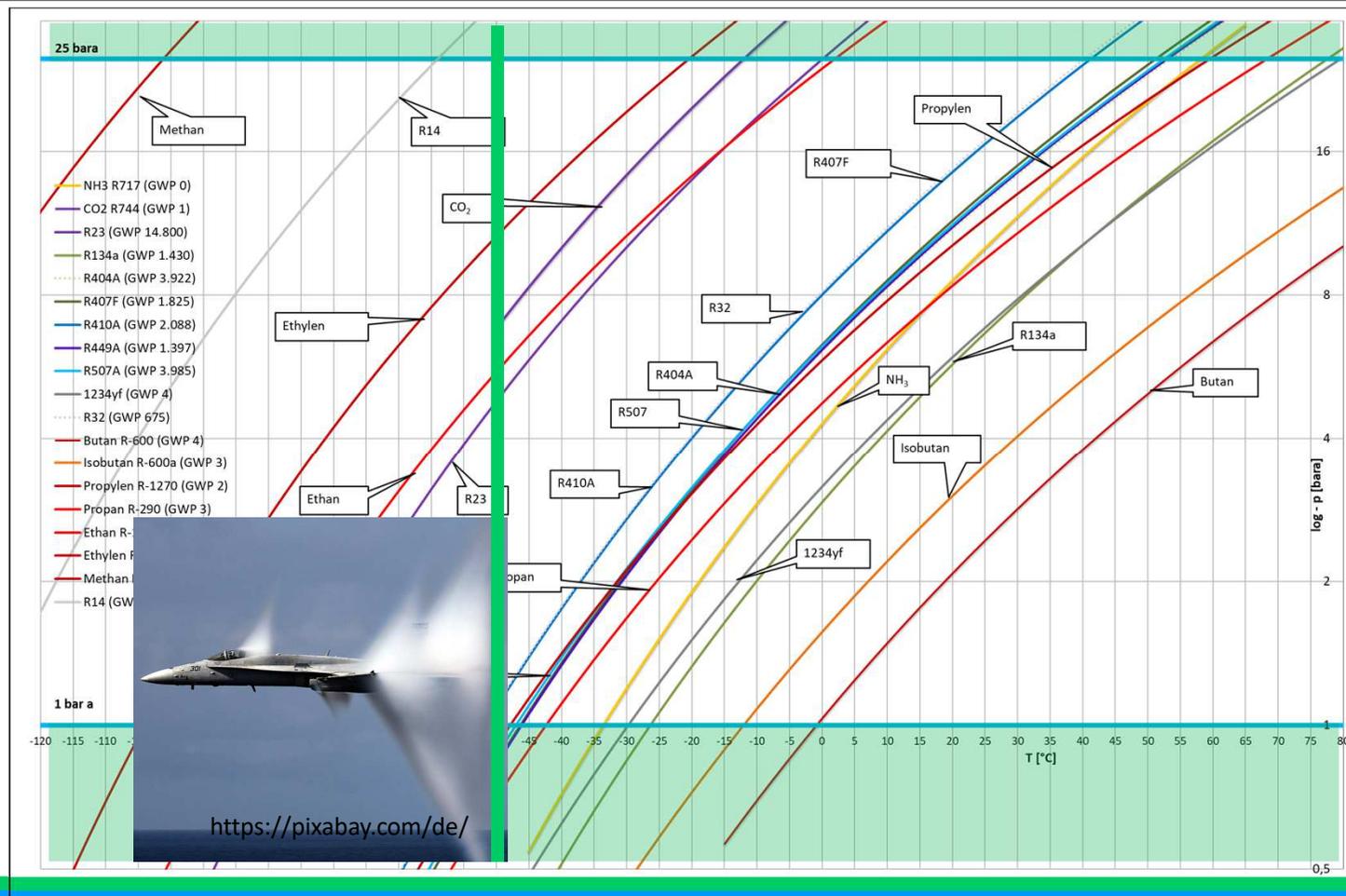
**Einfluss auf Trinkwasser nicht abschließend untersucht
Reglementierung von HFO vorhersehbar**





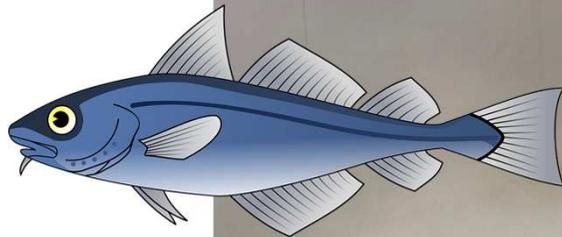
Kältemittelübersicht

„Schallmauer“ ab
-50°C Nutzttemperatur





Ausflug in die Kaltlufttechnik



<https://pixabay.com/de/>



<https://pixabay.com/de/>



Die Vorteile Kaltluftkältetechnik

- Luft als Kältemittel
 - kein GWP / keine Reglementierung
 - niedrige Drücke
 - keine Gefahr für Mensch und Umwelt
 - einfache Aufstellung
- Gaslagerung mit minimalem Verschleiß
 - ölfrei
 - langlebig
 - wartungsarm
 - energieeffizient
- Drehzahl geregelt $\pm 0,5$ K Raumluft
- Leise 70 dBa (Option 50 dBa)
- Automatische Enteisung
- Niedriger Taupunkt



- Kältemaschine MC10-CC-WC
- Geschlossener Kreislauf
 - Wassergekühlt

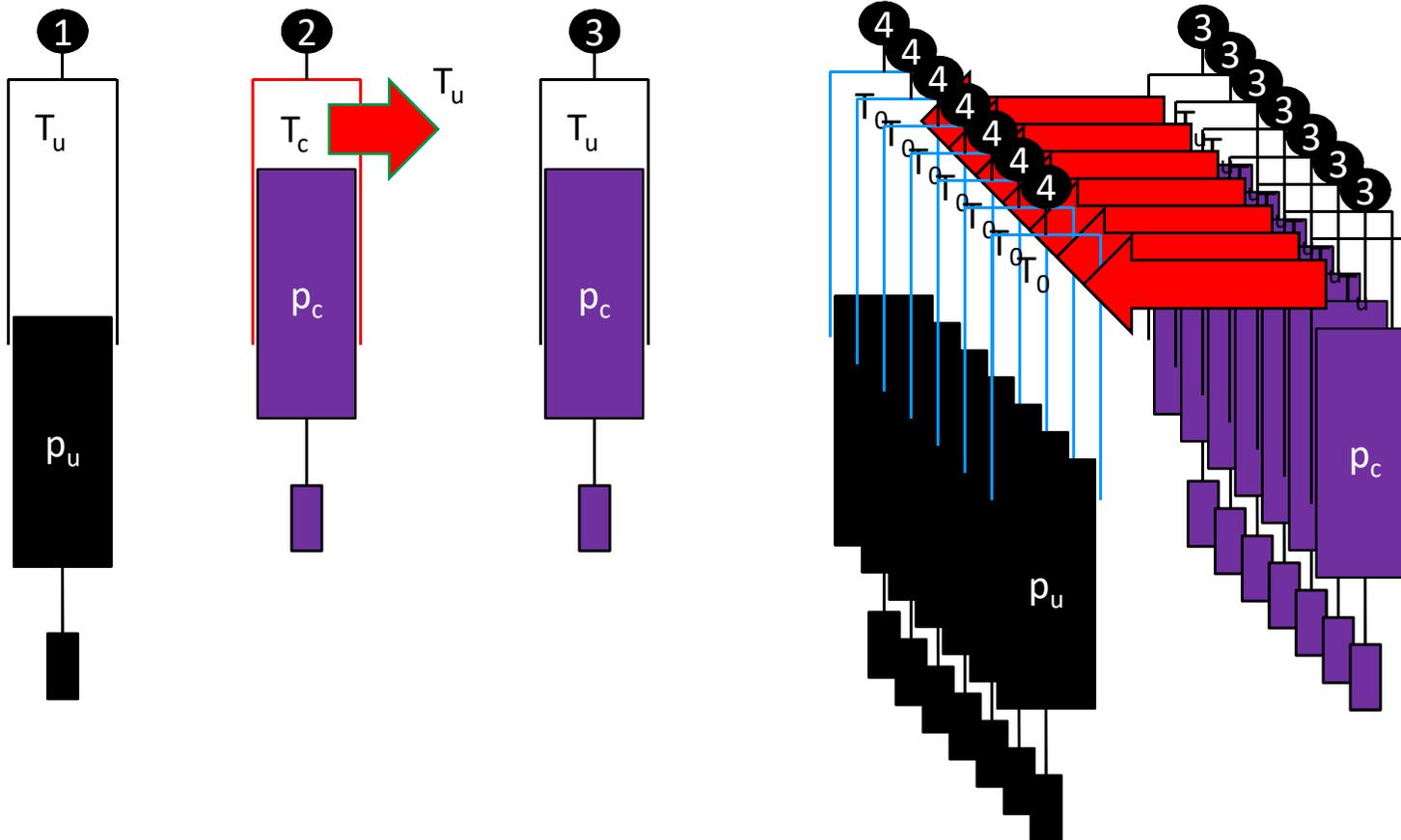


- Kältemaschine MC15-OC-AC
- Offener Kreislauf
 - Luftgekühlt



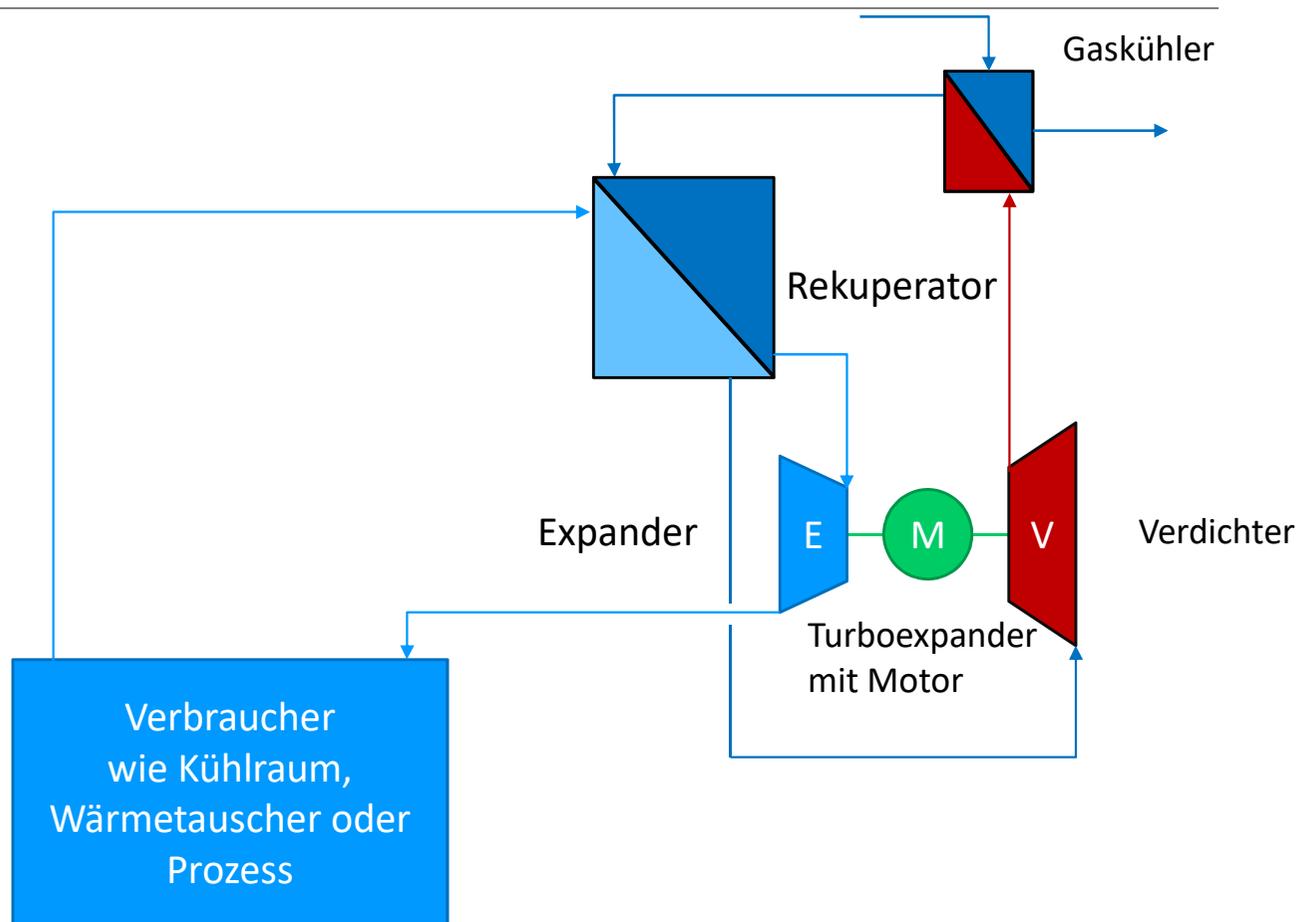
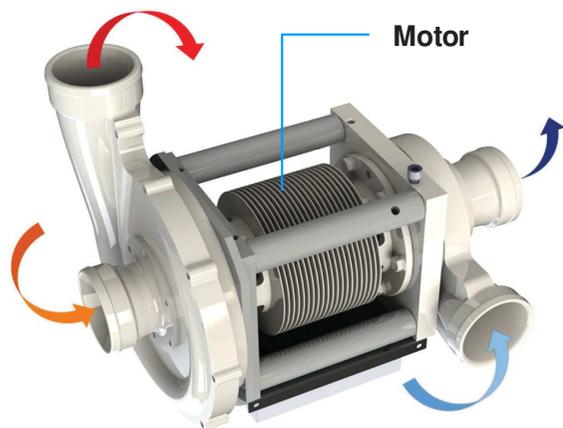
Gedankenexperiment Kaltluftkältetechnik

Luftpumpe





Luftkältetechnik





JOULE CYCLE

- 1-2s isentropic compression
- 1-2 real compression
- 2-2s-3 constant pressure heat rejection
- 3-4 constant pressure heat transfer
- 4-5s isentropic expansion
- 4-5 real expansion
- 5-6 constant pressure heat supply
- 6-1 constant pressure heat transfer

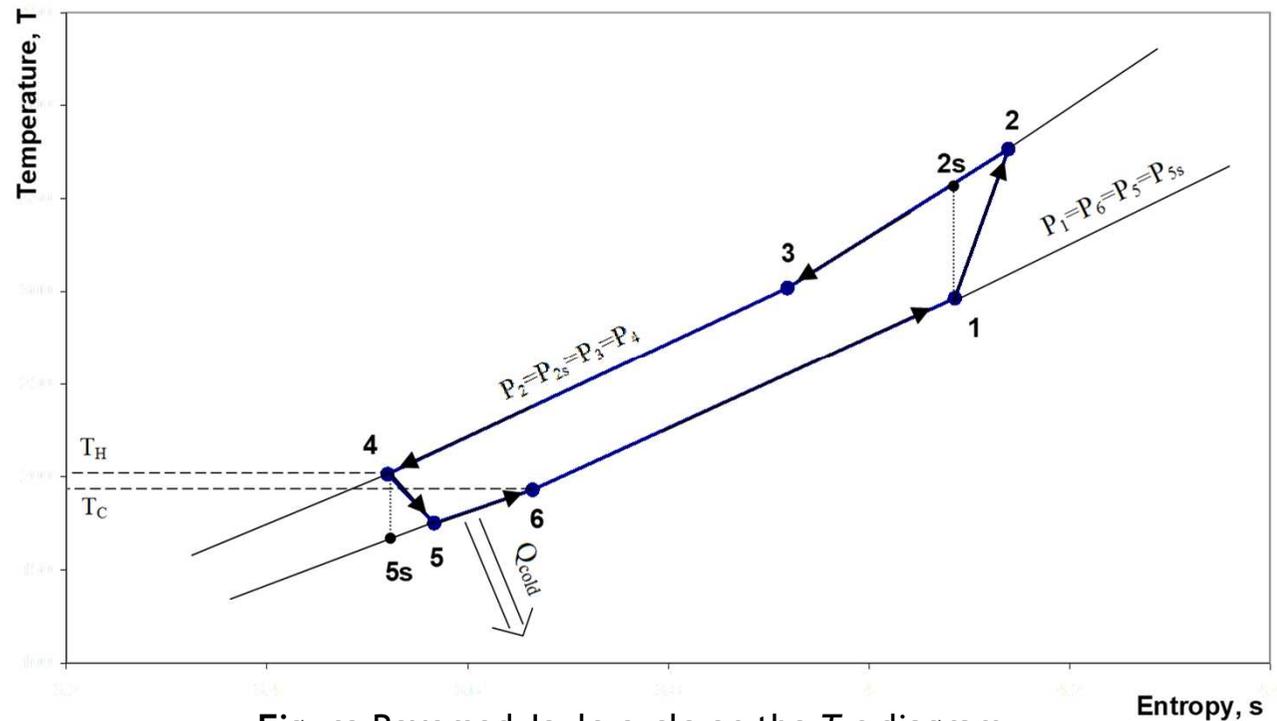
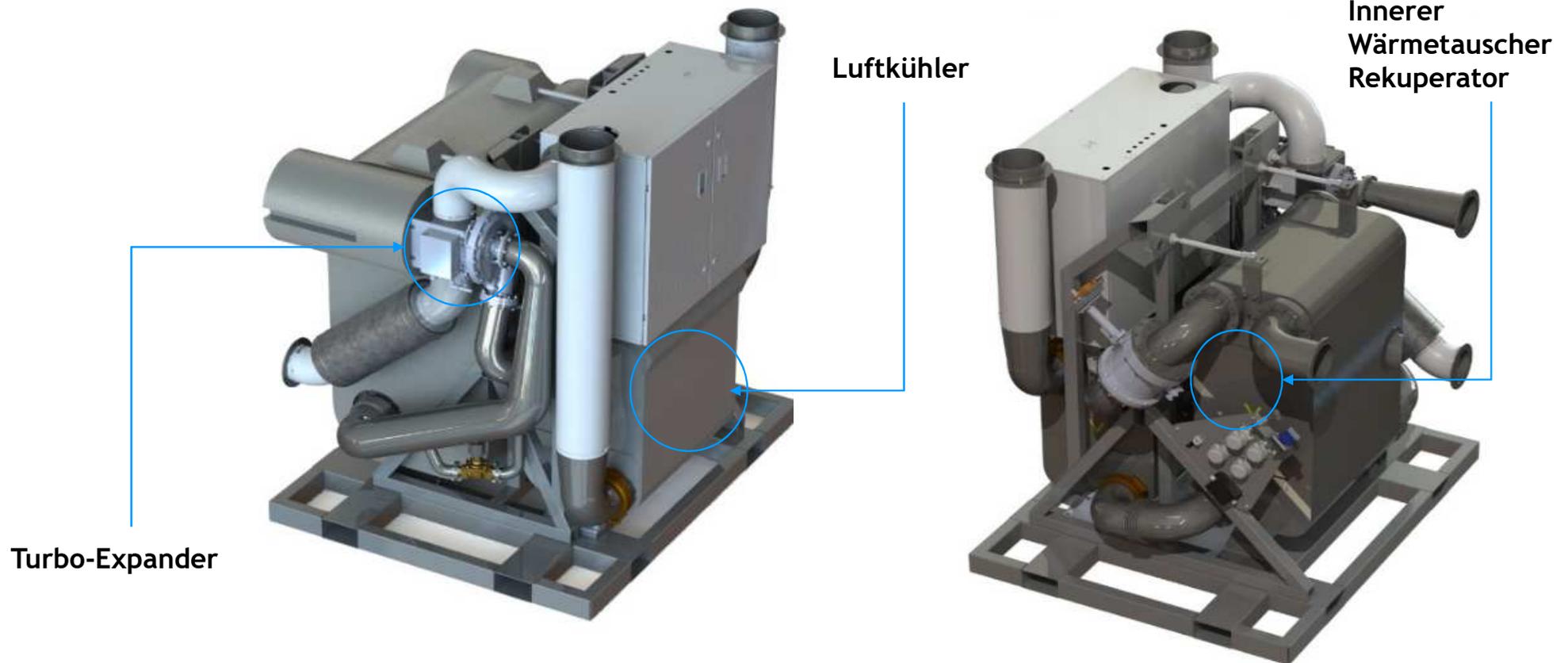


Figure Reversed Joule cycle on the T-s diagram



Das Innenleben





Offene System mit Luft

➤ Luft als Kältemittel

➤ Anwendung

- Lagerung von Medizinprodukten
- Kältetherapie
- Produktion z.B. Enzyme
- Flüssig N2 Ersatz
- Umweltsimulation

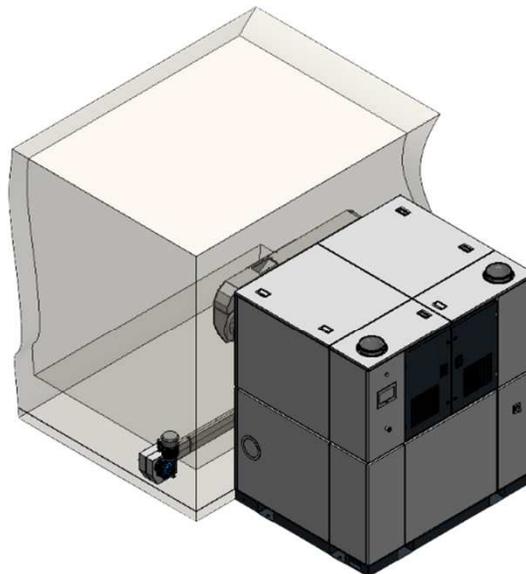




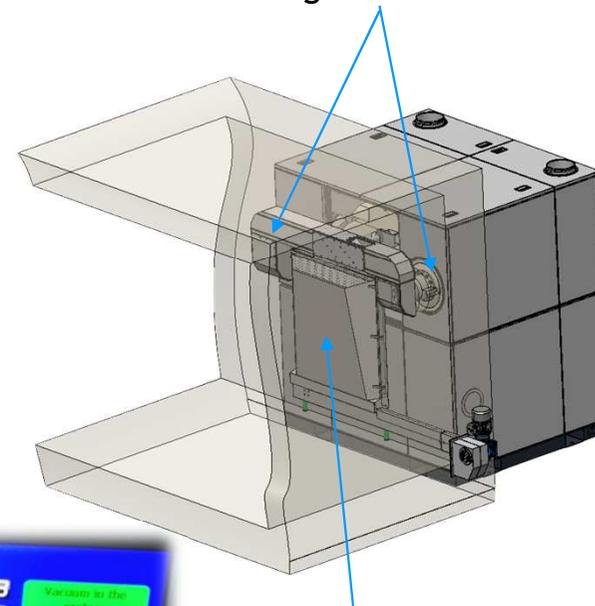
Kein Verdampfer notwendig



- ✓ Kein Verdampfer notwendig
- ✓ Keine Abwärme durch die Ventilatoren und Abtauheizungen
- ✓ Automatische Enteisung
- ✓ Niedriger Taupunkt



Direkt am Kühlraum anschließen für maximale Energieeffizienz

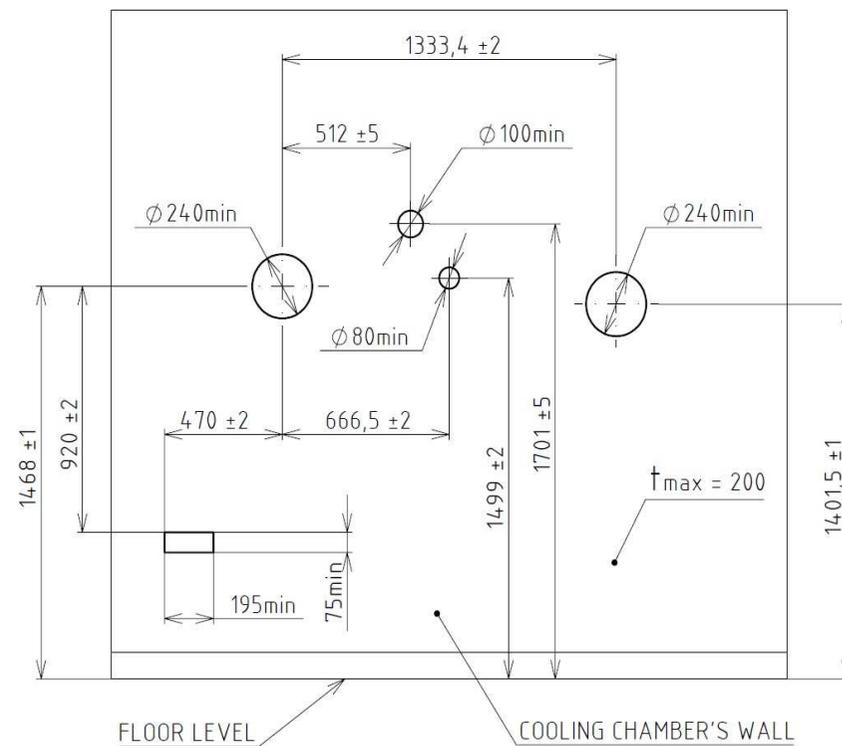
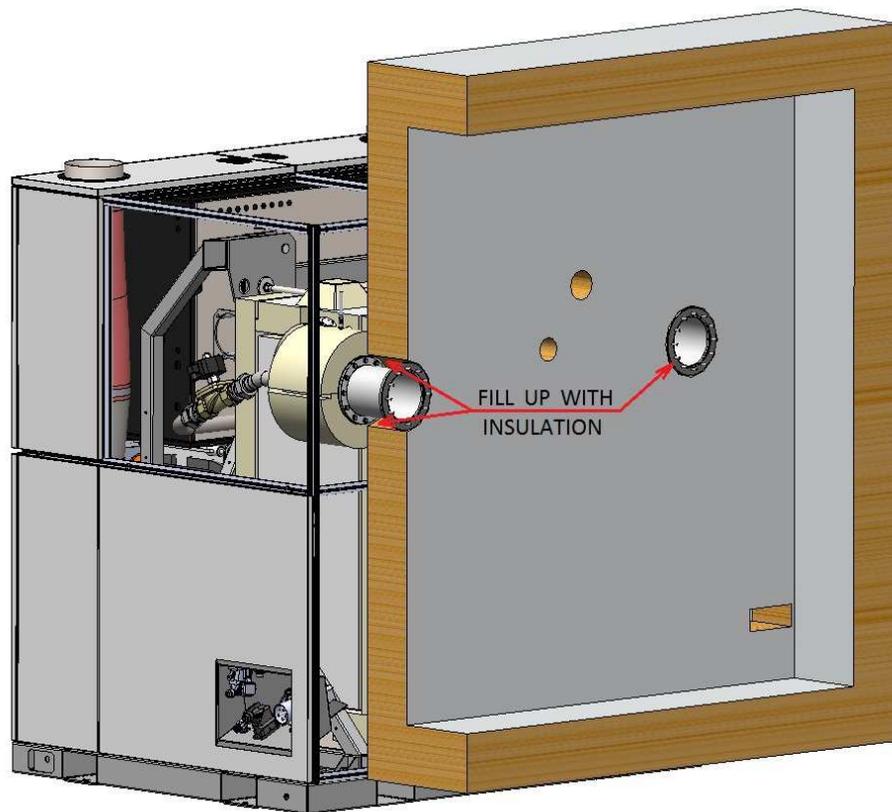


Enteisungssystem





Installation am Kühlraum



Auch zum einfachen Nachrüsten in Bestandsräume...



Anschlüsse offener Luftkältekreislauf

Abluft

Zuluft

Turbo-Expander

Enteisungssystem



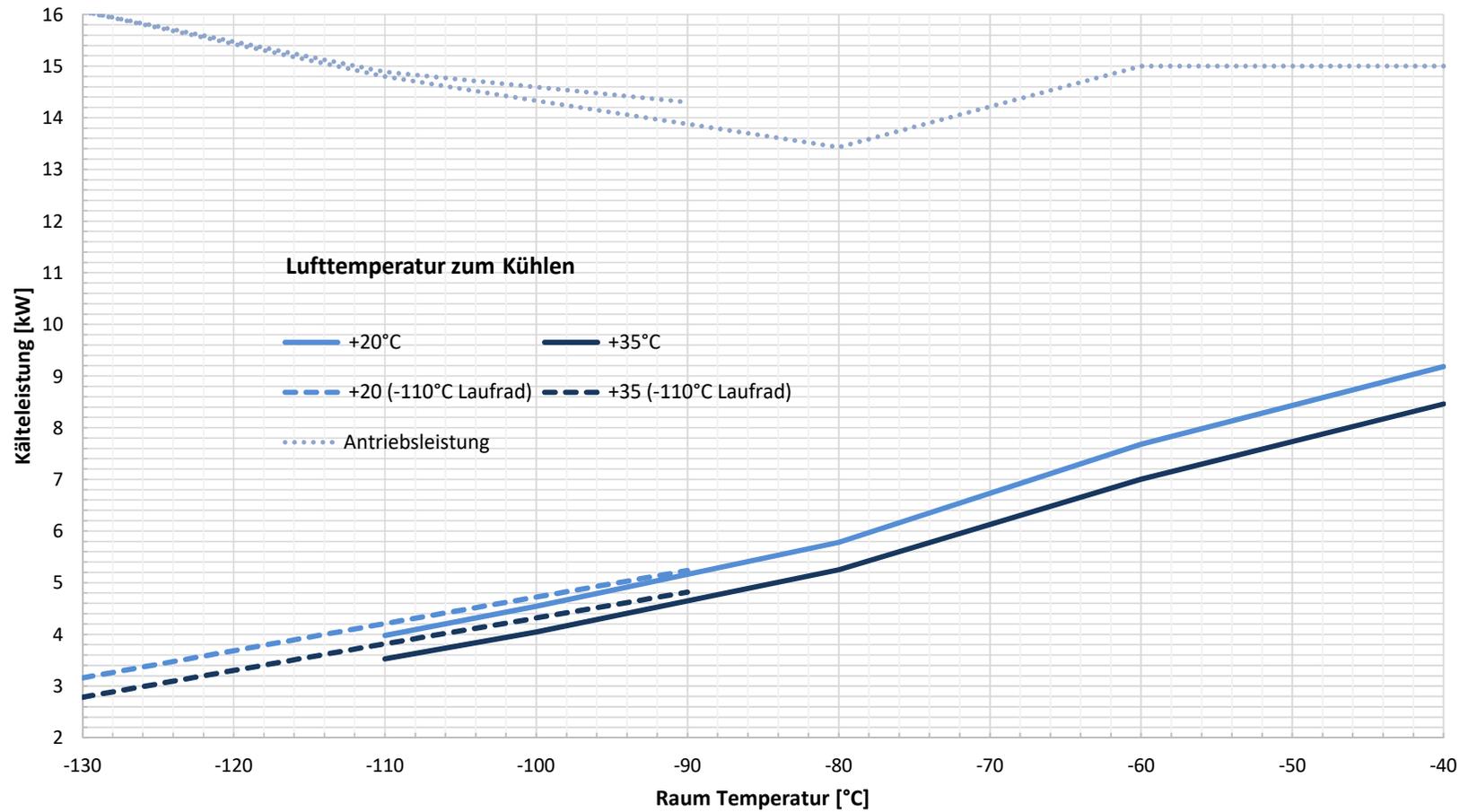


MC-15-OC-AC



Kältemaschine MC15-OC-AC

- Offener Kreislauf
- Luftgekühlt





Tieftemperaturlagerung - Refolution Storage

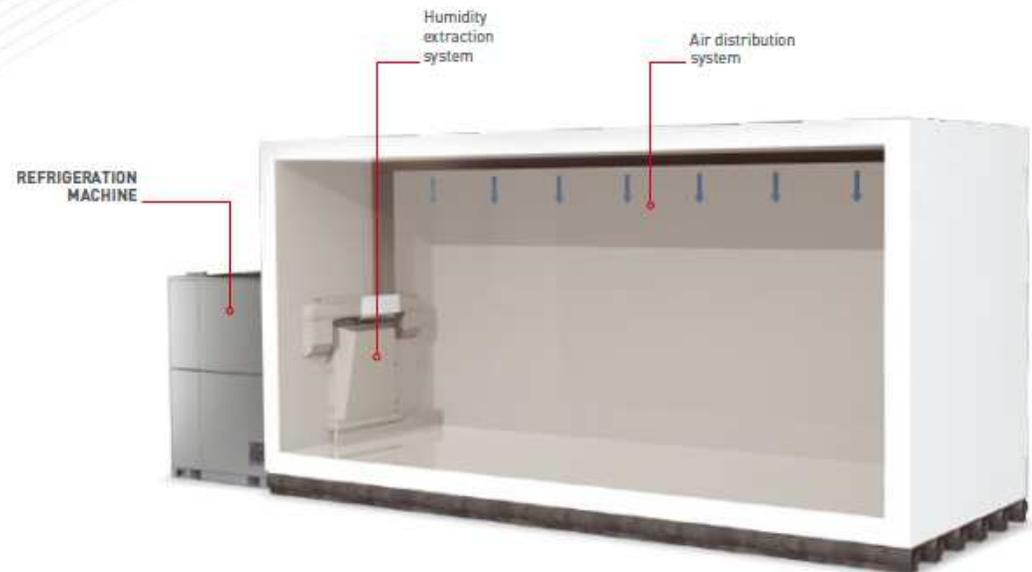
Die Lösung für Tieftemperaturlagerung

- ✓ verfügbar
- ✓ langlebig
- ✓ sicher
- ✓ effizient
- ✓ servicefreundlich

+ automatische Entfeuchtung



- ▶ EASY AND FAST ON-SITE INSTALLATION
- connecting air intake/supply pipes
 - air distribution ducts inside the chamber
 - exhaust air outlet pipe



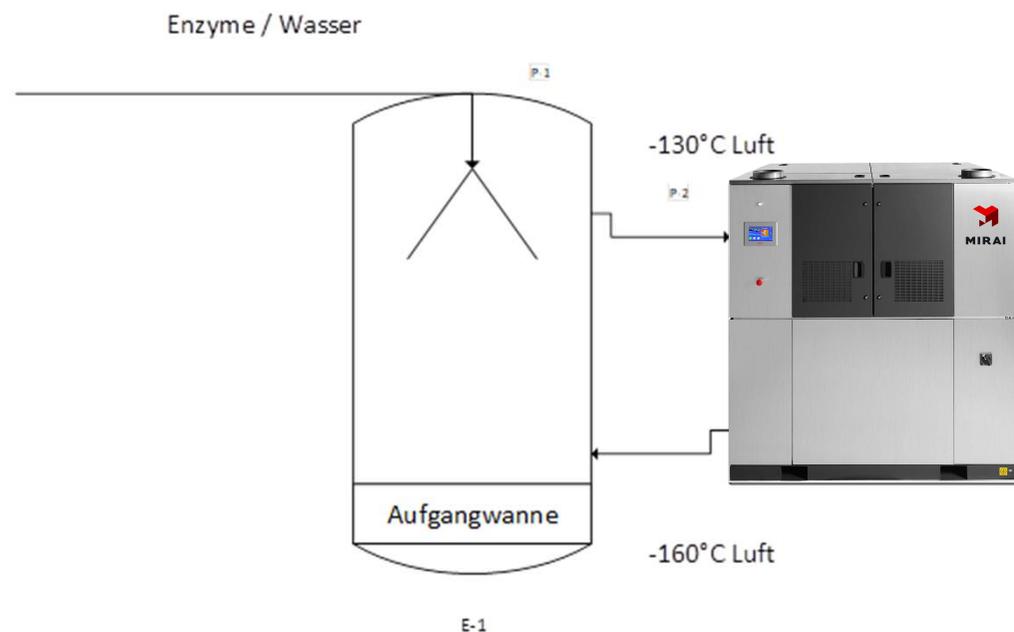


Ersatztechnologie zu Flüssig Stickstoff

Z.B. Herstellung Enzyme

- ✓ verfügbar
- ✓ langlebig
- ✓ sicher
- ✓ effizient
- ✓ servicefreundlich

-> Wirtschaftlichere Produktion





Kältesauna - COOLINN

Die sichere und effiziente Kältesauna

gut für das Wohlbefinden und die Regeneration.

https://www.linkedin.com/posts/coolinn-gmbh_thisisfuckingcool-freshnupyourlife-coolinn-activity-6578285229713293314-PGS4





Indirektes System mit N2

- N2 Inertgaskreislauf
 - Schutzgas
- Anwendung
 - Prozesskühlung / Produktion
 - Gasverflüssigung
 - Kältefalle / Rückgewinnung
 - Gefriertrocknung
 - Schock Froster
 - Retrofit mit Öl-System
 - Hochtemperatur Supraleitung





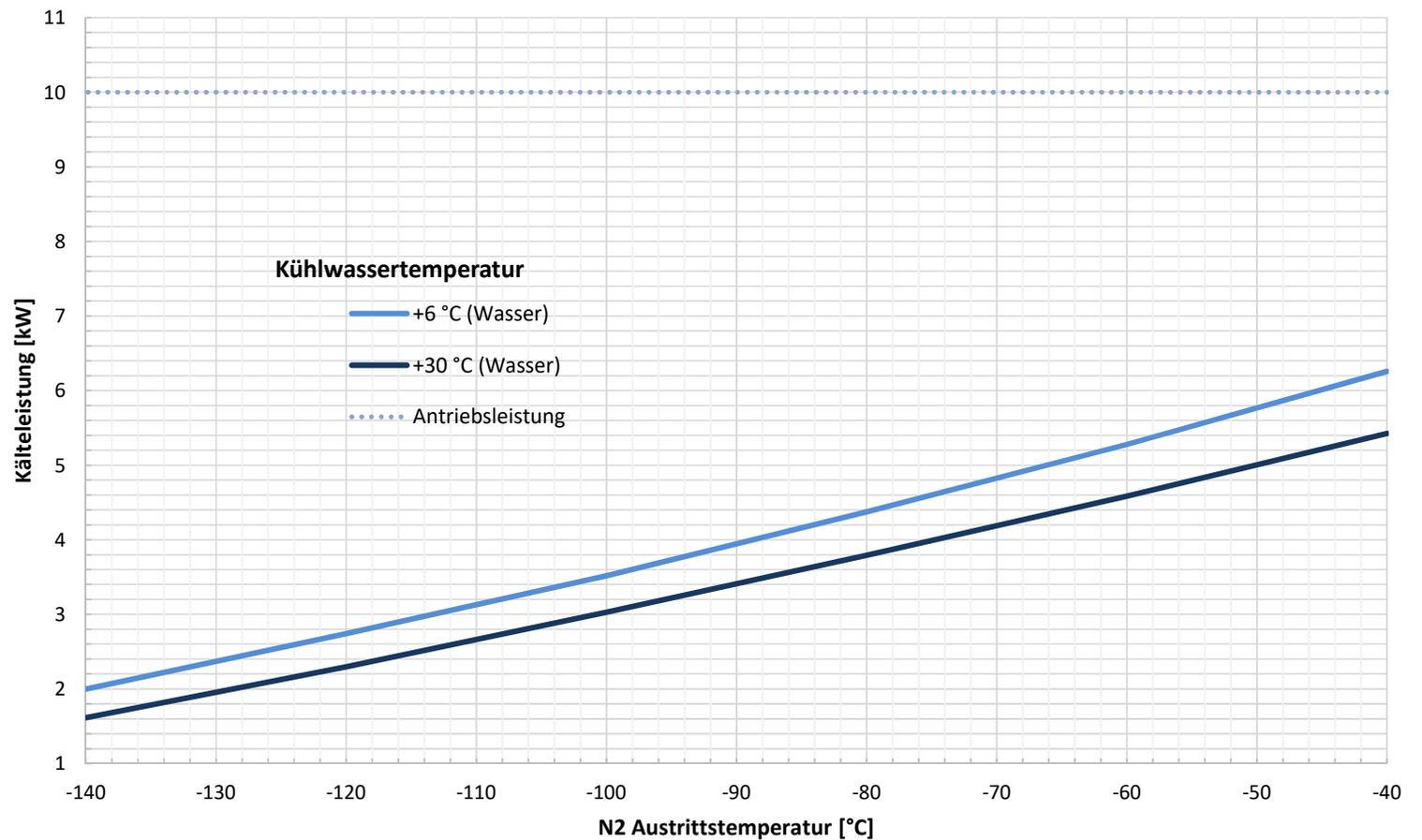
MC10-CC-WC



Kältemaschine MC10-CC-WC

- Geschlossener Kreislauf
- Wassergekühlt

**Bis Ende des Jahres 2020
MC22 und MC65**

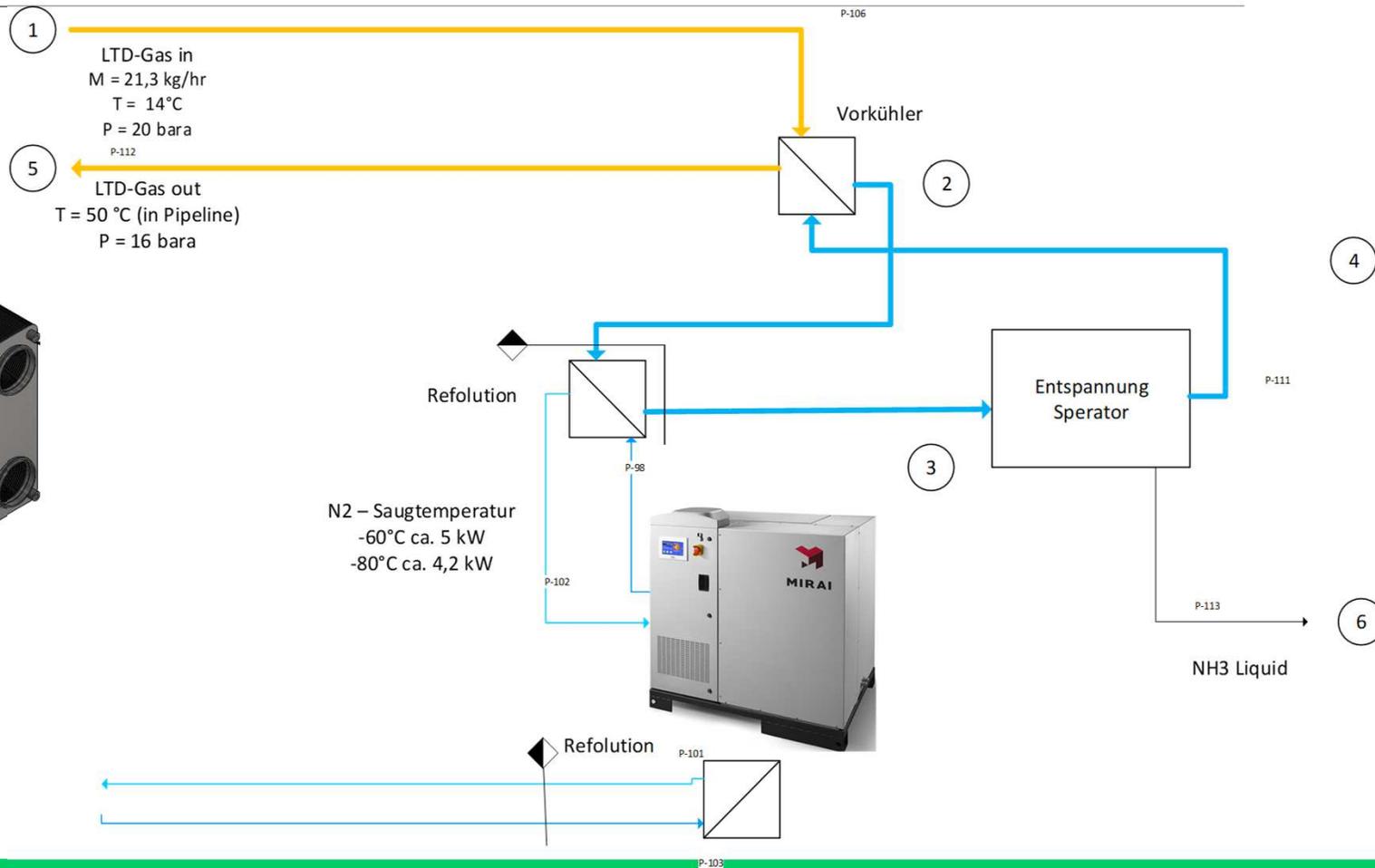




Gas-Falle

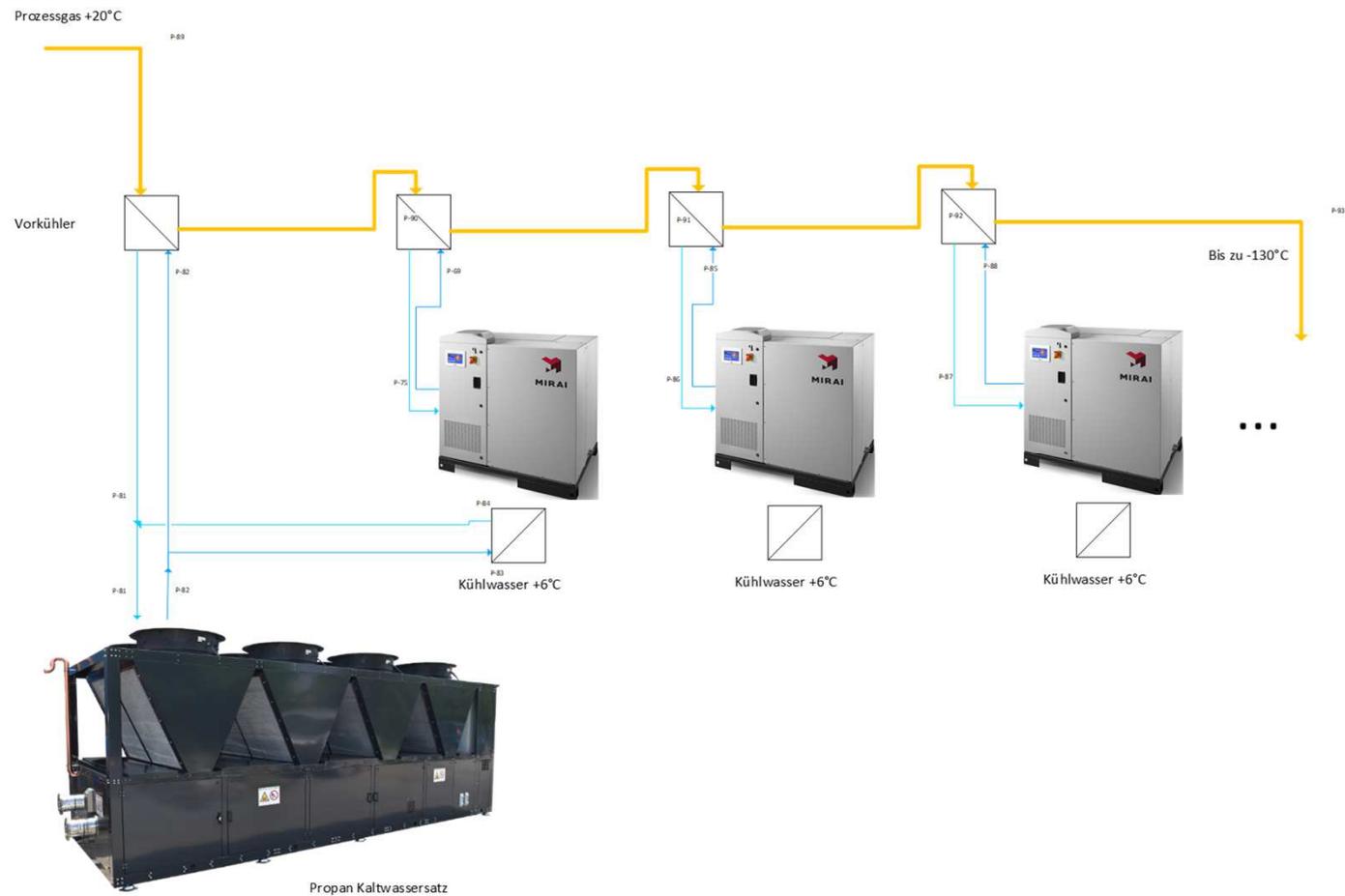


Gas-Falle





Gasverflüssigung



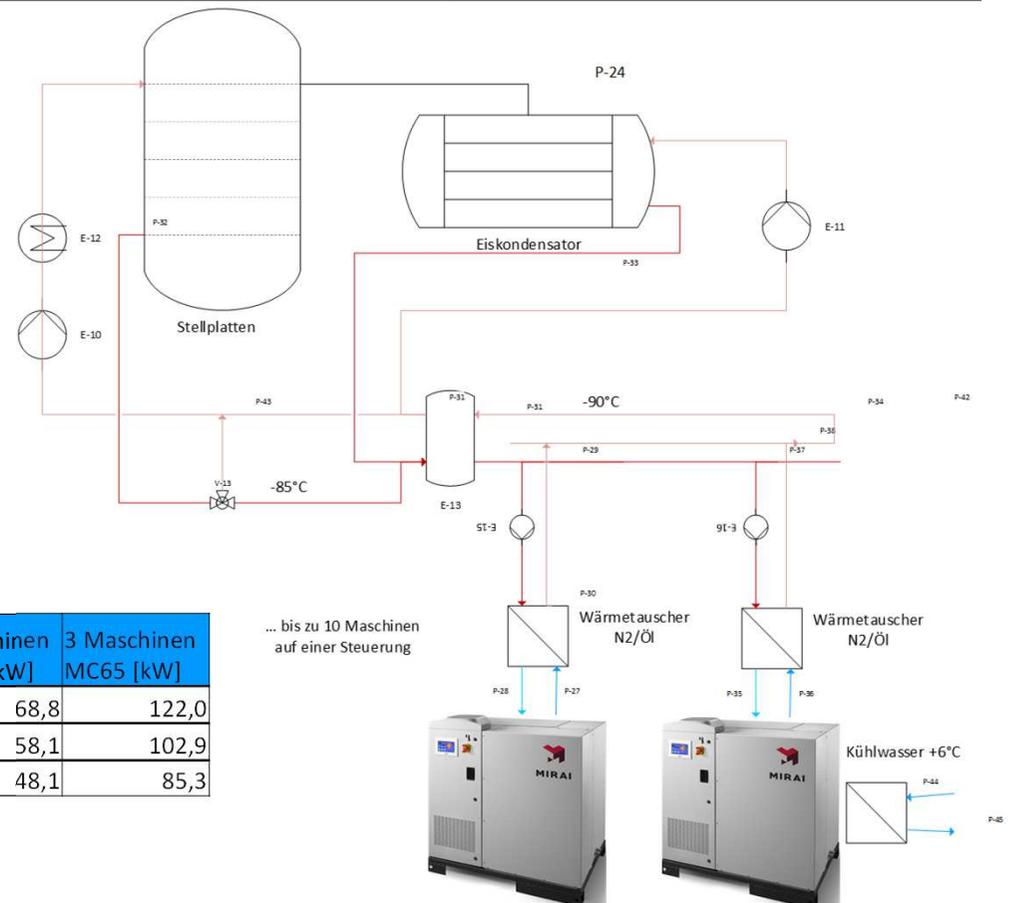


Gefriertrocknung indirektes System

- Bestehende Anlagentechnik
- Einfach zu Skalieren
 - Number up aus MC10, MC22 und MC65

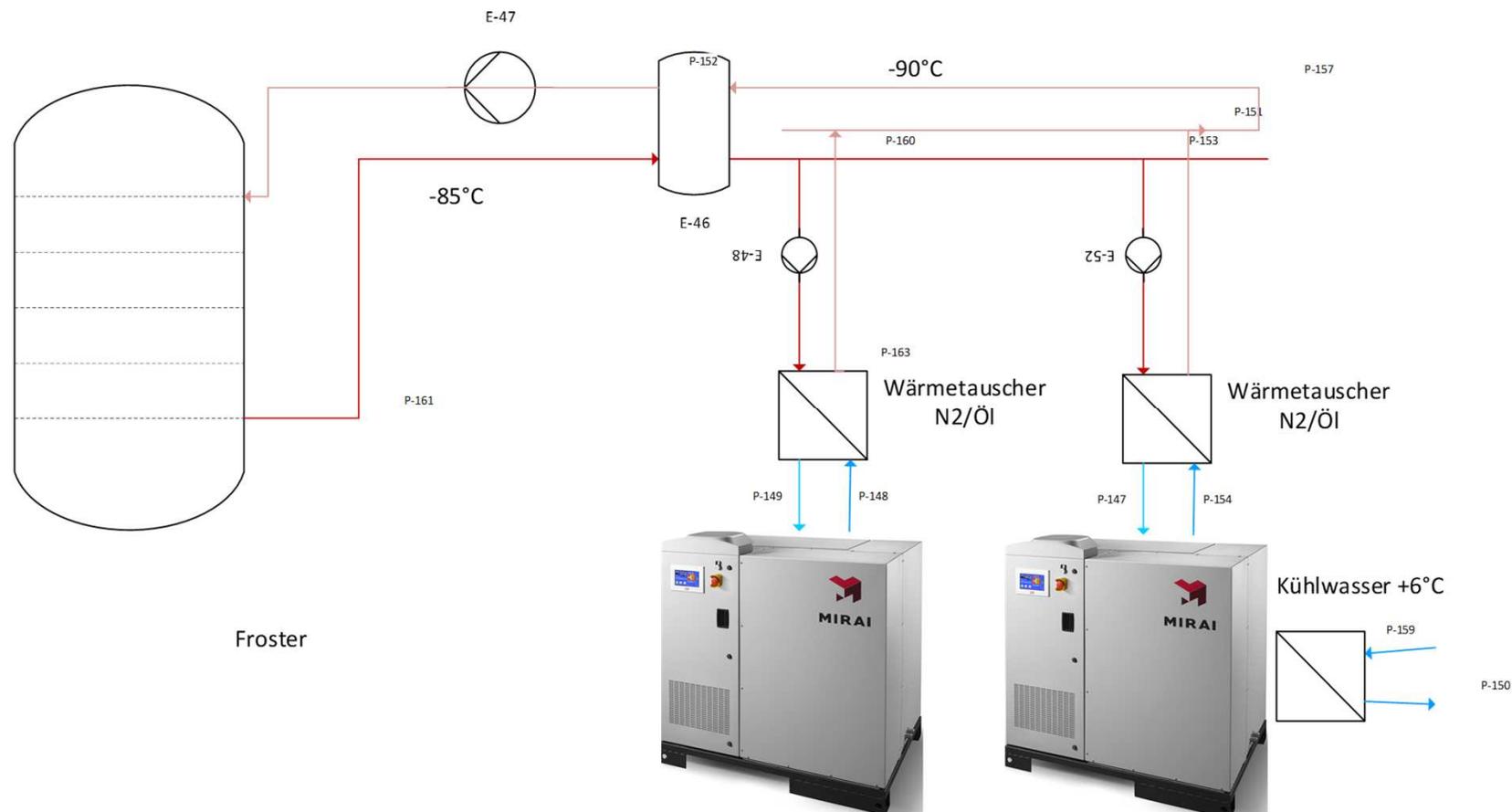
T _{in} [°C]	T _{aus} [°C]	Shaft power [kW]	Cooling power [kW]	rpm	kg/h
-40	-83,6	10	6,26	96000	514
-60	-99,0	10	5,28	96000	484
-80	-114,4	10	4,38	96000	455

T _{in} [°C]	T _{aus} [°C]	Shaft power [kW]	Cooling power [kW]	10 Maschinen MC10 [kW]	5 Maschinen MC22 [kW]	3 Maschinen MC65 [kW]
-40	-83,6	10	6,26	62,6	68,8	122,0
-60	-99,0	10	5,28	52,8	58,1	102,9
-80	-114,4	10	4,38	43,8	48,1	85,3



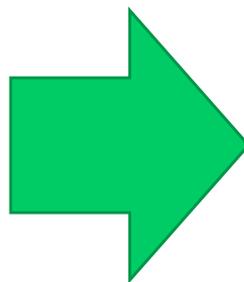
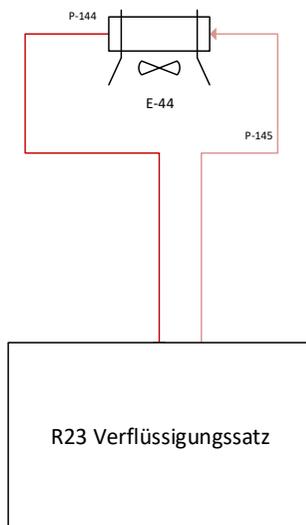


Froster z.B. für Blutplasma

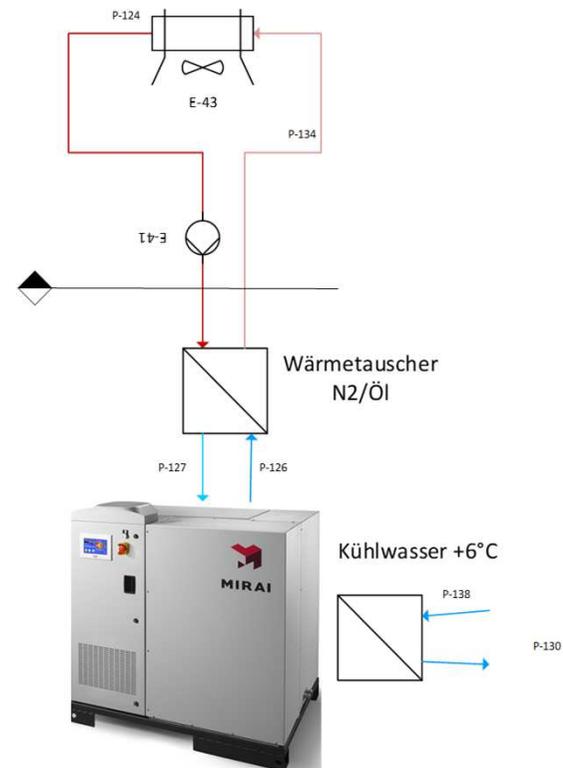




Retrofit



Bestehende
Verrohrung
und
Verdampfer
kann bleiben





Aktueller Entwicklungsstand



MC15
Langzeittests mit 5000 Start / Stop
abgeschlossen – Generation 5 jetzt in
Serie

MC10
Tests abgeschlossen – Zertifizierung bis
September 2019 abgeschlossen – danach
Serie

MC22 & MC65
Werden bis Ende des Jahres Entwickelt
sein – Verfügbarkeit ab 2020



Technologie live erleben

COOLINN

Ab Oktober 2019
Kältetherapiekammer COOLINN
Karlsruhe mit MC15



...ab November 2019 erste
Industrieanwendung mit 2 MC10
Maschinen – mit NDA
Referenzkundenbesuch möglich...

Werk mit Showroom in
Brno Tschechien
MC10 und MC15 Maschinen
angeschlossen





Anlagen Mirai Cold



Produktion - Mirai Intex
Werk in Brno, Tschechien

Distributor & Service - Secon GmbH



Planung, Beratung und Schlüsselfertig Anlagen –
Refolution Industriekälte GmbH



Raum für Ihre Fragen



Thomas Frank
Geschäftsführer
REFOLUTION Industriekälte GmbH

Tel: +491797860704
Thomas.Frank@refolution.de
www.Refolution.de

LinkedIn in Kontakt treten

