

# Kohlenwasserstoffe als Kältemittel

Kältenetz Hamburg

**SECON**  
*dare to be better*

SECON GMBH  
GEWERBESTRASSE 2 75053  
GONDELSHEIM  
GESCHÄFTSFÜHRER  
JOACHIM SCHADT



# AGENDA

- Vorstellung SECON GmbH
- Randbedingungen
  - Gesetze, Richtlinien und Normen
  - Anwendbarkeit von Kohlenwasserstoffen
  - BAFA-Förderung
- Beispiele Flüssigkeitskühler
  - Luftgekühlt
  - Wassergekühlt
- Projektbeispiele



---

# VORSTELLUNG SECON GMBH

## Das Unternehmen

- Gegründet 2010 (Modell: Engineering-Dienstleister / Komponentenbeschaffung)
- Systemanbieter für Kältetechnik ausschließlich auf Basis natürlicher Kältemittel
- Secon in Gondelsheim (Entwicklung/Projekt-Engineering/Vertrieb/After-Sales)
- Produktionsbetrieb in Zagreb (insgesamt 60 Mitarbeiter)

---

# VORSTELLUNG SECON GMBH

## Schwerpunkte

- Flüssigkeitskühler mit R290 / R1270 (luft- und wassergekühlt)
- Wasser-Sole-Wärmepumpen mit R290 / R600a
- Luft-Wasser-Wärmepumpen mit R290
- Rückkühlsysteme (trocken / adiabatisch / Hochtemperatur)
- CO<sub>2</sub> - Aggregate (subkritisch)
- Luftkältemaschinen (-40°C bis -150°C)

# VORSTELLUNG SECON GMBH

## Werke

- Neubau in Gondelsheim  
Eröffnung Juli 2018



- Neubau in Zagreb  
Eröffnung September 2019



# VORSTELLUNG SECON GMBH

## Produktion

- Seriennahe Werksfertigung mit eigenem Gehäusebau
- Projektorientierte Abwicklung mit eigenem Schaltschrankbau
- Flexible Anpassungsmöglichkeiten durch große Modellpalette
- Prüfstände für alle Leistungsklassen (200m<sup>2</sup> Prüffläche)
- Umfassende After-Sales-Services (IBN, Wartung, Werkskundendienst)



# RANDBEDINGUNGEN

## Gesetze, Richtlinien und Normen

- Produktsicherheitsgesetz (ProdSV)
- Relevant:
  - Maschinen-Richtlinie\*
  - Druckgeräte-Richtlinie\*
  - Niederspannungs-Richtlinie
  - Explosionsschutzprodukte-Verordnung

- Ökodesign-Richtlinie
- Relevant:
  - ENTR Lot 1 – (EU) Nr. 2015/1095
  - ENER Lot 21 – (EU) Nr. 2016/2281

- Norm DIN EN 378 (2017)
  - Teil 2 von besonderer Bedeutung (\*harmonisiert mit DGRL und MRL -> Konformitätsvermutung))
  - Stand der Technik -> Nationale, gesetzliche Regelungen haben aber Vorrang

- F-Gase-Verordnung --> CH: ChemRRV !
- Relevant:
  - Inverkehrbringungsverbote
  - Phase-Down
  - Dichtheitsprüfungen

# RANDBEDINGUNGEN

## DIN EN 378 (Neufassung 2017)

- Aufstellungsorte: Für Flüssigkeitskühler mit brennbaren Kältemitteln sind die Klassen III und IV relevant
- Die vier Klassen von Aufstellungsorten sind:

a. **Klasse IV – Belüftetes Gehäuse**

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem belüfteten Gehäuse befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse IV. Das belüftete Gehäuse muss die Anforderungen nach EN378-2 und EN378-3 erfüllen

b. **Klasse III – Maschinenraum oder im Freien**

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse III. Der Maschinenraum muss die Anforderungen nach EN378-3 erfüllen

c. **Klasse II – Verdichter im Maschinenraum oder im Freien**

Sofern sich alle Verdichter und Druckbehälter im Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse II, außer die Anlage entspricht den Anforderungen der Klasse III. Rohrschlangen und Rohrleitungen mit Ventilen können sich in einem Personen Aufenthaltsbereich befinden

d. **Klasse I – Mechanische Geräte im Personen-Aufenthaltsbereich**

Sofern die Kälteanlage oder die Kältemittelführenden Teile sich im Personen-Aufenthaltsbereich befindet/befinden, gilt Klasse I, außer sie entspricht den Anforderungen der Klasse II.

# RANDBEDINGUNGEN

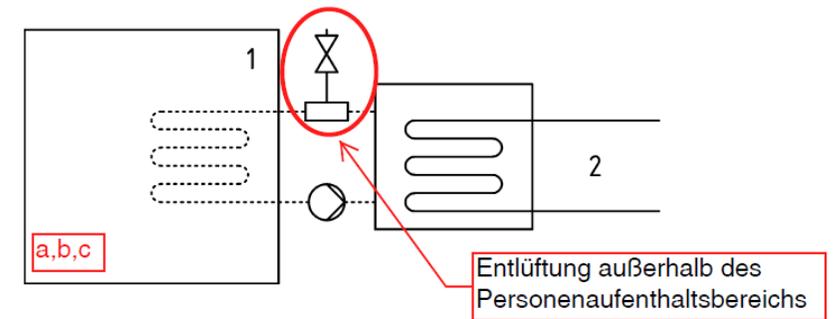
## DIN EN 378 (Neufassung 2017)

- Indirekte Anlagen werden nicht selbstverständlich der Klassen III / IV zugeordnet.
- Indirekt geschlossene Systeme werden den Klassen I oder II zugeordnet.
- Lösungen:
  - Indirekt belüftetes geschlossenes System
  - Doppelt indirektes System
  - Indirektes Hochdrucksystem

### Indirekt belüftetes geschlossenes System:

Ein indirektes System ist als indirekt belüftetes geschlossenes System zu klassifizieren, wenn sich der Wärmeträger in direkter Verbindung mit einem Personen-Aufenthaltsbereich befindet und eine Kältemittelleckage in den indirekten Kreislauf durch eine mechanische Entlüftung in die Atmosphäre außerhalb des Personen-Aufenthaltsbereichs entlüften kann.

Indirekt belüftete Systeme gelten als zur Klasse III (5.3 b) des Aufstellungsorts gehörig.



#### Legende

- 1 Personen-Aufenthaltsbereich
- 2 kältemittelführende(r) Teil(e)

# RANDBEDINGUNGEN

## Die wichtigsten Kohlenwasserstoffe

| Bezeichnung                                  | Ethan                                                                                                     | Propen                        | Propan                        | Iso-Butan                      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Alphanumerischer Code                        | R170                                                                                                      | R1270                         | R290                          | R600a                          |
| Chemische Formel                             | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                                                                             | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> |
| Kritische Temperatur [°C]                    | 32,2                                                                                                      | 92,4                          | 96,7                          | 134,7                          |
| <b>Sättigungstemperatur bei 1 bar [°C]</b>   | <b>-89</b>                                                                                                | <b>-47,7</b>                  | <b>-42,1</b>                  | <b>-11,9</b>                   |
| Untere Explosionsgrenze [Vol.%]              | 2,4                                                                                                       | 1,8                           | 1,7                           | 1,5                            |
| Obere Explosionsgrenze [Vol.%]               | 14,7                                                                                                      | 11,2                          | 10,8                          | 9,4                            |
| <b>Anwendungsbereich to praktisch [°C]</b>   | <b>-85 bis -40</b>                                                                                        | <b>-45 bis +5</b>             | <b>-40 bis +15</b>            | <b>-10 bis +30</b>             |
| Max. to praktisch [°C]                       | 0                                                                                                         | 60                            | 65                            | 90                             |
| <b>Temperaturbereich Sekundärmedium [°C]</b> | <b>-50* bis -35</b>                                                                                       | <b>-40 bis +10</b>            | <b>-35 bis +20</b>            | <b>-5 bis +35</b>              |
| Sonstiges                                    | Sicherheitsklasse A3, keine WGK, nicht toxisch, GWP < 6<br>* Kein brauchbares Sekundärmedium unter -50 °C |                               |                               |                                |

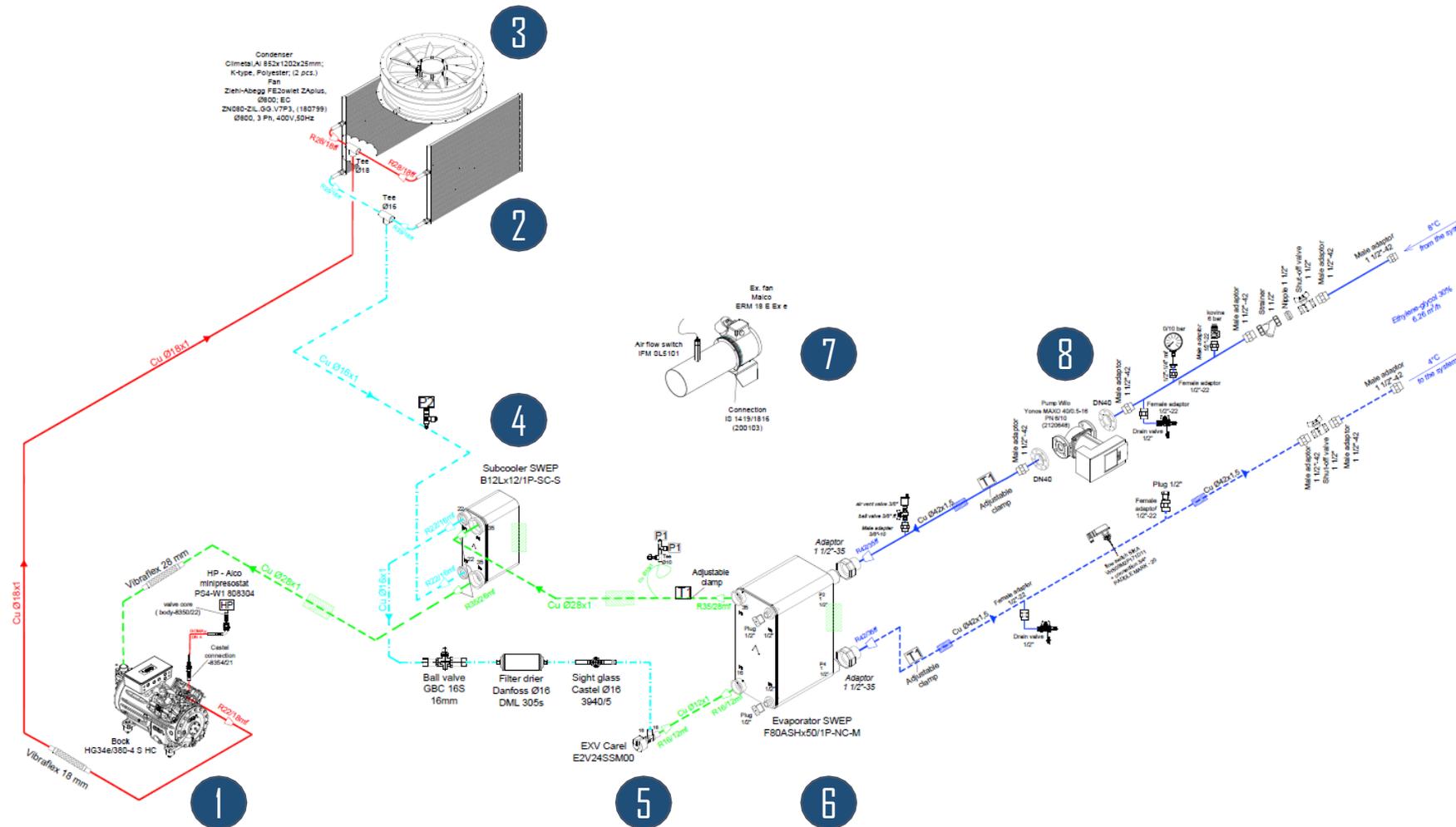
# FLÜSSIGKEITSKÜHLER

## Anwendungsbereiche / Temperaturen

- Mit R290 und R1270 sind Vorlauftemperaturen von -35 °C bis +20 °C möglich
  - Prozesskühlung
  - Komfortkühlung
  - Normalkühlung
  - Tiefkühlung
  
- Umgebungstemperaturen:
  - Sommer: bis +43 °C (bis +40 °C Standard)
  - Winter: bis -20 °C (bis -15 °C Standard mit Heizung im Schaltschrank)
  
- Temperaturbereiche:
  - HT: +2 °C bis +20 °C (Prozess-HT / Komfortkühlung)
  - MT: -15 °C bis < +2 °C (Prozess-MT / Normalkühlung)
  - LT: -35 °C bis < -15 °C (Prozess-LT / Tiefkühlung)

# FLÜSSIGKEITSKÜHLER

## Beispiel eines Funktionsschemas



1. Verdichter
2. Verflüssiger
3. EC-Ventilator
4. IWT (BPHE)
5. EEV
6. Verdampfer (BPHE)
7. Atex-Havarie-Lüfter als Permanentventilation \*
8. Hydraulik mit Pumpe

\* Alternativkonzept mit Gassensor möglich

---

# FLÜSSIGKEITSKÜHLER

## Optionen – Abwärmenutzung

- **Enthitzer (HRD)**

Auskopplung von ca. 15 – 20 % der Kondensationsleistung. Seriell vor luftgekühltem Verflüssiger. Keine Erhöhung der Kältemittelfüllmenge und hohes Temperaturniveau ( $T_c$  bis ca. 60 °C)

- **WRG – Teilkondensation (HRCSP)**

Auskopplung von bis zu 50 % der Kondensationsleistung. Seriell vor luftgekühlten Verflüssigern. Geringe Erhöhung der Kältemittelfüllmenge. ( $T_c$  bis ca. 50 °C)

- **WRG – Vollkondensation (HRCSF)**

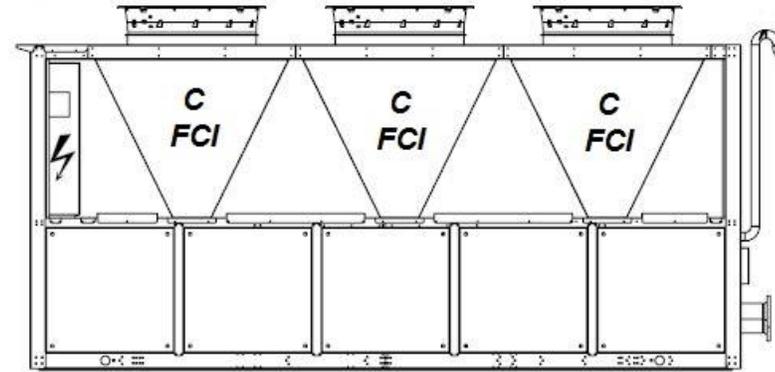
Auskopplung von bis zu 100 % der Kondensationsleistung. Seriell vor luftgekühlten Verflüssigern. Deutliche Erhöhung der Kältemittelfüllmenge. ( $T_c$  bis zu 45 °C)

# FLÜSSIGKEITSKÜHLER

## Optionen – Freie Kühlung

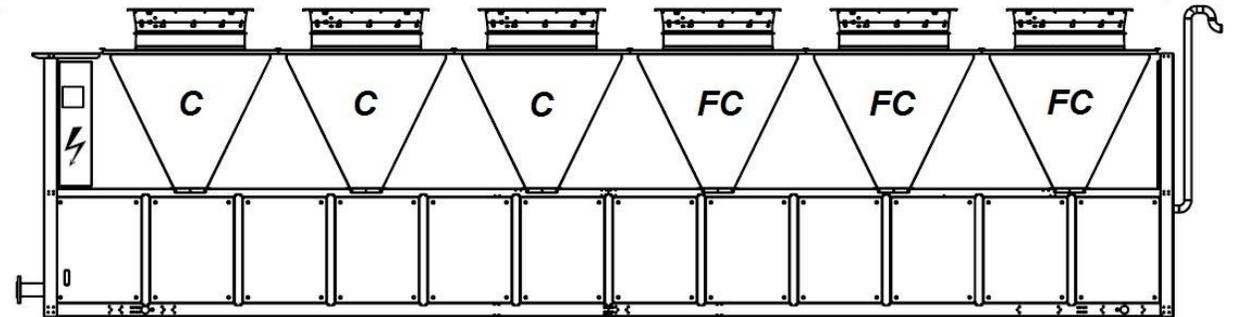
### Kombiniert integrierte Freikühlregister (FCI)

- kein Mischbetrieb
- platzsparend
- kostengünstig



### Separat integrierte Freikühlregister (FCS)

- Mischbetrieb möglich (Vor- und Nachkühlung)
- effizienter
- platz- und kostenintensiv



---

# FLÜSSIGKEITSKÜHLER

## Sicherheitskonzept

- konzeptionelle Prämisse: ausschließlich indirekte Systeme
- konstruktive Prämisse: auf Dauer technisch dichte Bauteile und Verbindungen gem. TRBS 2152
- zusätzliche Sicherheitseinrichtungen (geschlossenes Verdichtergehäuse, Überwachung mittels Gassensoren oder Luftströmungswächter, Havarielüftung mit Atex-Ventilator)
- Füllmengenbegrenzung, insbesondere bei innenaufgestellten Anlagen
- Werksfabrikation, inkl. Funktionsprüfplan an Prüfstand
- Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung durch geschultes Personal

## Unterlagen zum Angebot

- ausführliches Datenblatt mit Angabe der Füllmenge
- Sicherheitskonzept mit konkreten Hinweisen zu den Aufstellbedingungen

# RANDBEDINGUNGEN

## BAFA-Förderung – Allgemeines

- Differenzierung nach Kälteleistung und Anlagenart
- Begrenzung der Förderung anhand max. Kälteleistung der Verdichter
- Verbundene Anlagen werden als eine Anlage bewertet
- Förderfähige Kälteleistung ist unter vorgegebenen Auslegungsbedingungen zu ermitteln
- Zusätzliche Förderung von Systemkomponenten und Planungsleistungen, TK-Stufen, sowie Kombi mit regenerativer Stromerzeugung (z.B. PV und BHKW)
- Monitoring über 5 Jahre

### Förderfähig sind:

- Flüssigkeitskühler NK
- Flüssigkeitskühler AC

### Sonstige, förderfähige, stationäre Kälteerzeuger:

- LEH-Kälteanlagen mit Kühlmöbeln
- Flüssigkeitskühler AC mit R-718
- Ad- und Absorptionsanlagen
- Gewerbekälteanlagen (NK und TK) mit Direktverdampfung
- Adiabate Verdunstungskühler
- Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)
- Wärmepumpen zur Nutzung von Prozesswärme

# RANDBEDINGUNGEN

## BAFA-Förderung – Vergleichsbeispiel NK (-8 °C / 35 °C) mit 100 kW

### Luftgekühlt mit Frequenzumrichter:

- Förderfähige Kälteleistung (bei 50 Hz): 78,7 kW
- Förderung Kälteerzeuger: ~ 18.600,- €
- Kosten Kälteerzeuger: ~ 49.000,- €  
(Förderquote ~ 37 % --> Saldo: ~ 30.400,- €)

### Wassergekühlter Verbund aus drei Kompaktgeräten mit Stufenregelung:

- Förderfähige Kälteleistung (bei Kühlwassereintritt +30 °C): 113,0 kW
- Förderung Kälteerzeuger + RK: ~ 26.000,- €
- Kosten Kälteerzeuger + RK: ~ 58.000,- € (Förderquote ~ 45 % -> Saldo ~32 T€)
- Zusatzförderung für weitere Systemkomponenten ist höher

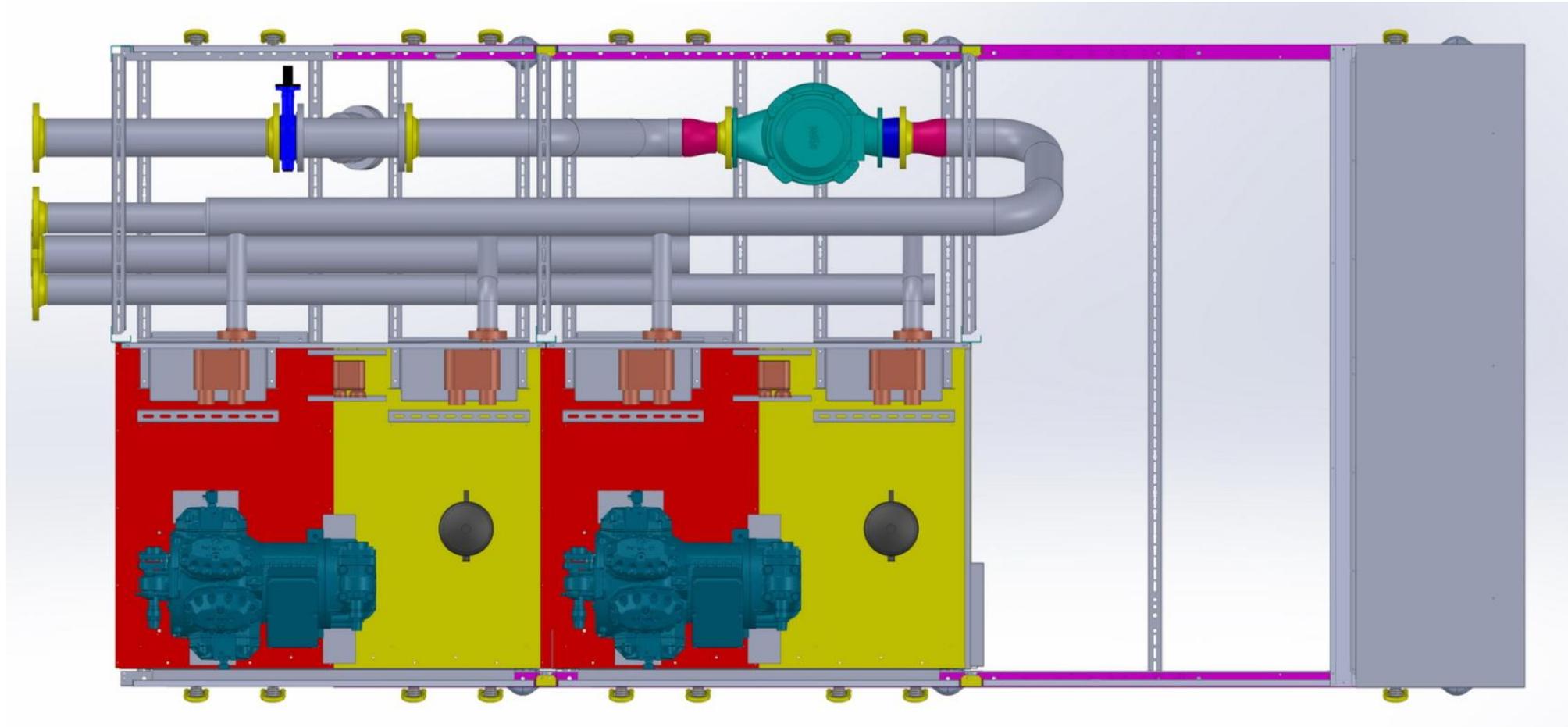
### Fazit:

Mehrkosten von besserer und zukunftssicherer Anlagentechnik können durch entsprechende Konzeption und der damit verbundenen Förderung vollständig kompensiert werden!

Förderfähigkeit vor Beauftragung nachweisen und bestätigen lassen!

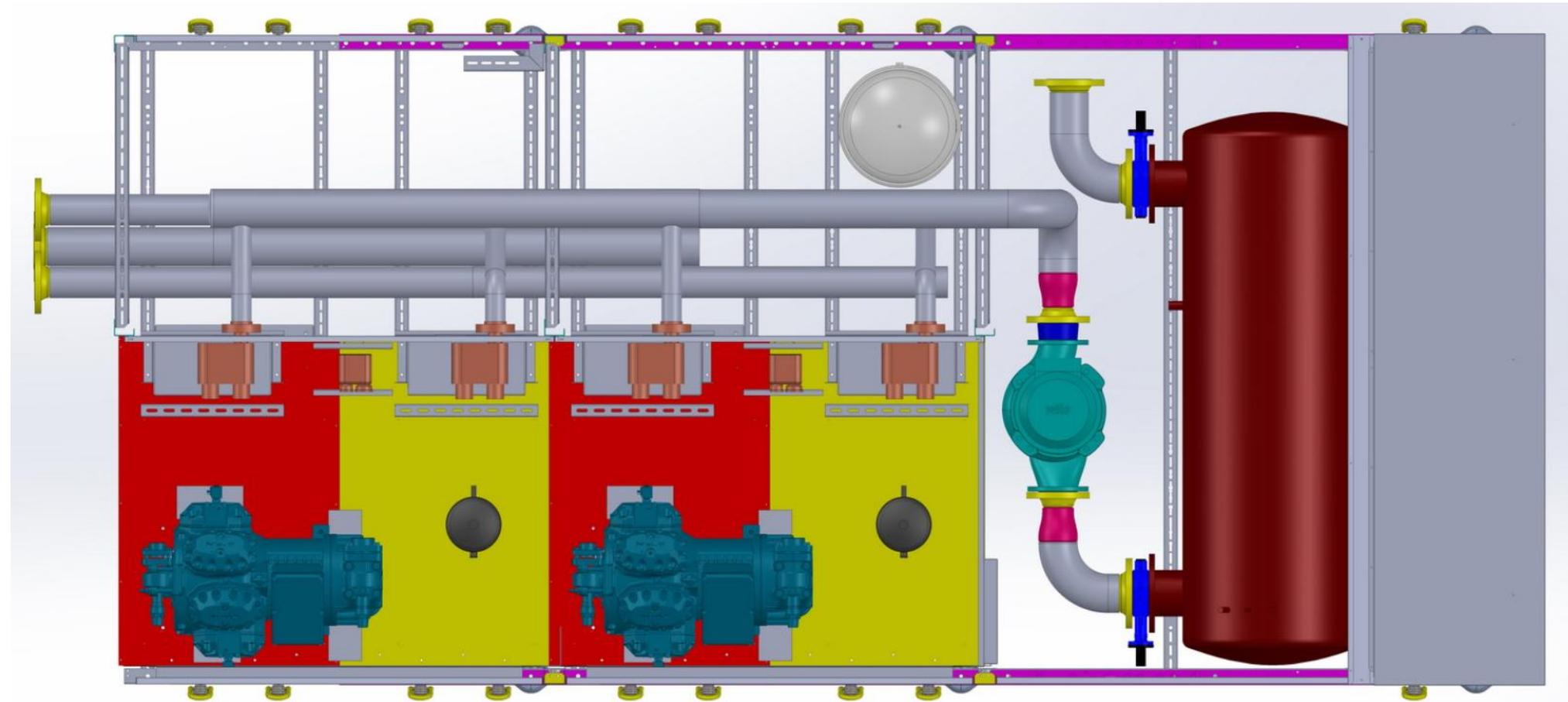
# BAUREIHEN LUFTGEKÜHLT

## Luftgekühlter Flüssigkeitskühler mit einfacher Hydraulik



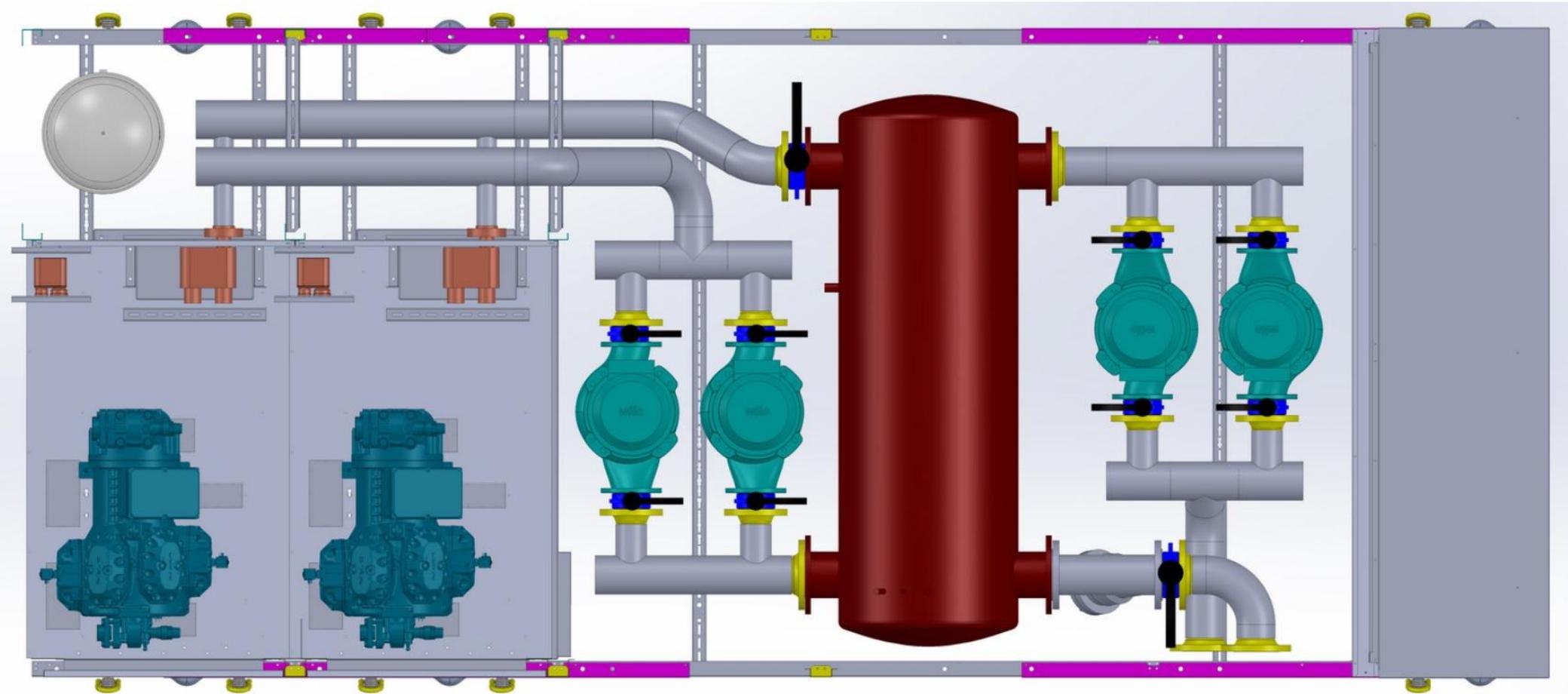
# BAUREIHEN LUFTGEKÜHLT

## Luftgekühlter Flüssigkeitskühler mit erweiterter Hydraulik



# BAUREIHEN LUFTGEKÜHLT

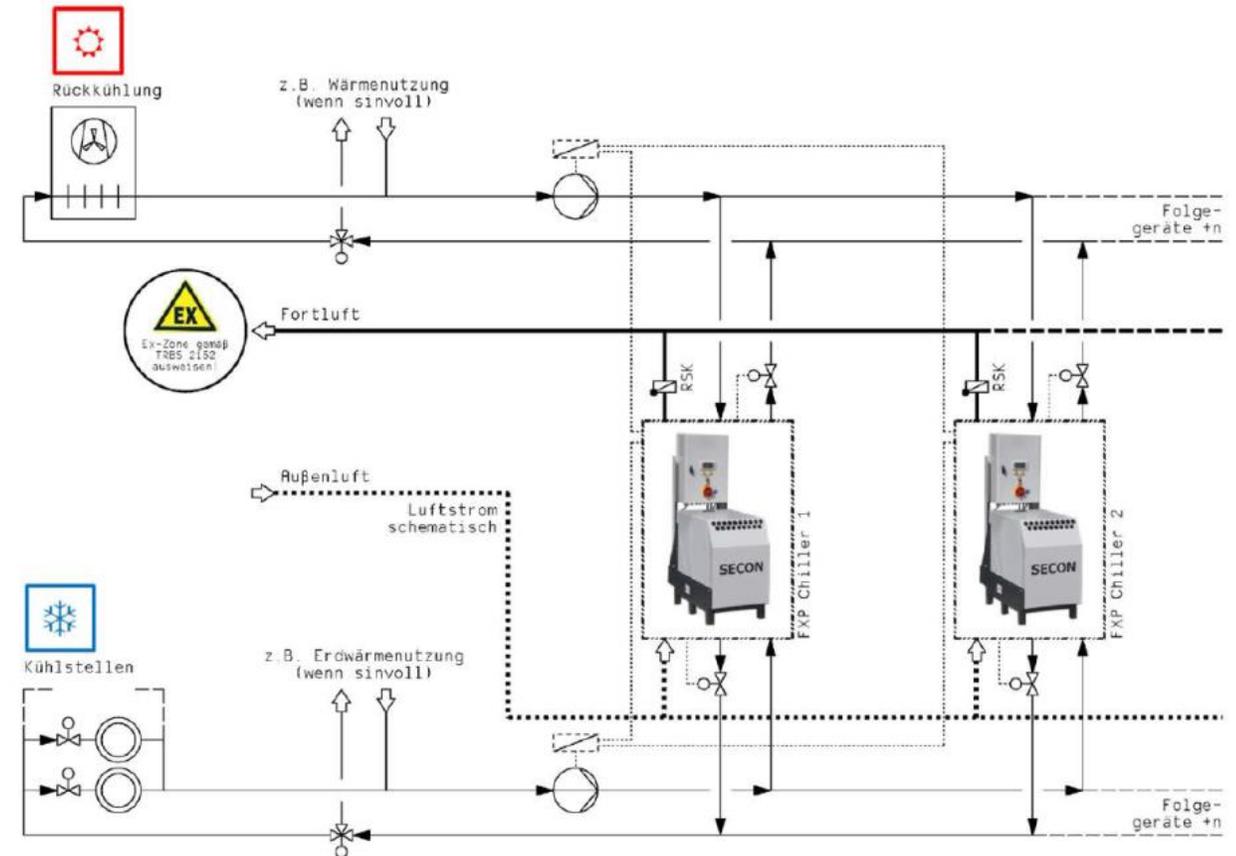
Luftgekühlter Flüssigkeitskühler mit umfangreichen Hydraulikoptionen



# BAUREIHEN WASSERGEKÜHLT

## Kompakt-Chiller FXP

- Wassergekühlte Chiller mit Füllmenge < 2,5 kg je Gerät
- 3 in 1 PWT mit Ölrückführung
- Innenaufstellung oder regengeschützte Außenaufstellung
- Permanentventilation + Luftstromwächter
- Modulare Anordnung und Erweiterung
- Ideal für Retrofit-Anwendungen
- Auch als Wärmepumpe, bzw. hydraulisch reversibler Chiller einsetzbar
- Auch mit FU erhältlich



# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Testkammern



2 x VS6-3-75CC-I

1-stufig luftgekühlt (38°C)

2 x 77 kW

Kaltsole -30/-34°C  
(HYCOOL 50)

3 x 6 kg R290

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Kühllager (Frankreich)



2 x VP2-2-Z50

1-stufig luftgekühlt (35°C)

2 x 130 kW  
Kaltsole 0/-4°C  
(MPG 35%)

2 x 5 kg R290

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Wasser-Sole-Wärmepumpe (reversibel)



**W-2-S20.56-12**

luftgekühlt (35°C), 2  
Kreisläufe stufenlos

80 kW  
Kaltsole 0/-5°C  
Heizwasser 52/60°C

2 x 5,5 kg R290

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Prozesskühlung



**SPI-1-S12-IPT-FCI**

1-stufig luftgekühlt (35°C)

1 x 41 kW

Kaltwasser 12/6°C  
(MEG 30%)

1 x 3,1 kg (R290)

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Komfort- und Serverraumkühlung (Kompakt-Chiller)



8 x FXP64CC-100

1-stufig wassergekühlt  
(40/45°C)

8 x 45 kW (360 kW)

Kaltwasser 12/6°C

8 x 1,8 kg (R290)

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Zentrale Kaltwassererzeugung



**Gesamt-Kälteleistung  
2,1 MW**

3 x 600 kW + 1 x 300 kW  
4-kreisige Ausführung

Kaltwasser 12/6°C  
 $T_a = +35^\circ\text{C}$

12 x 8 kg (R290)  
4 x 5 kg (R290)

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: LKW-Prüfstand (Road to Rig)



**Gesamt-Kälteleistung  
2,1 MW**

3 x 600 kW + 1 x 300 kW  
4-kreisige Ausführung

Kaltwasser 12/6°C  
 $T_a = +35^\circ\text{C}$

12 x 8 kg (R290)  
4 x 5 kg (R290)

# PROJEKTBEISPIELE

## Projektbeispiel: Kaltwasserversorgung Krankenhaus



**VS6-2-Z50.154-12-ULN**

**Kälteleistung 250 kW**

Ultra-Low-Noise (50  
dB(A)/10m)

2 Kreisläufe mit FU

Kaltwasser +6°C

T<sub>a</sub> = +35°C

2 x 11 kg (R290)

# PARTNERSCHAFT

- SECON ist Partner von Fischer Kälte Klima – auch in Hamburg!
- komplementäres, breites Angebot an Lösungen mit natürlichen Kältemitteln



**Christof Fischer GmbH**  
Warnstedtstraße 26  
22525 Hamburg

[hamburg@kaeltefischer.de](mailto:hamburg@kaeltefischer.de)

Tel.: 040 / 54 73 60-0  
Fax: 040 / 5 40 70 80



# RAUM FÜR IHRE FRAGEN

