

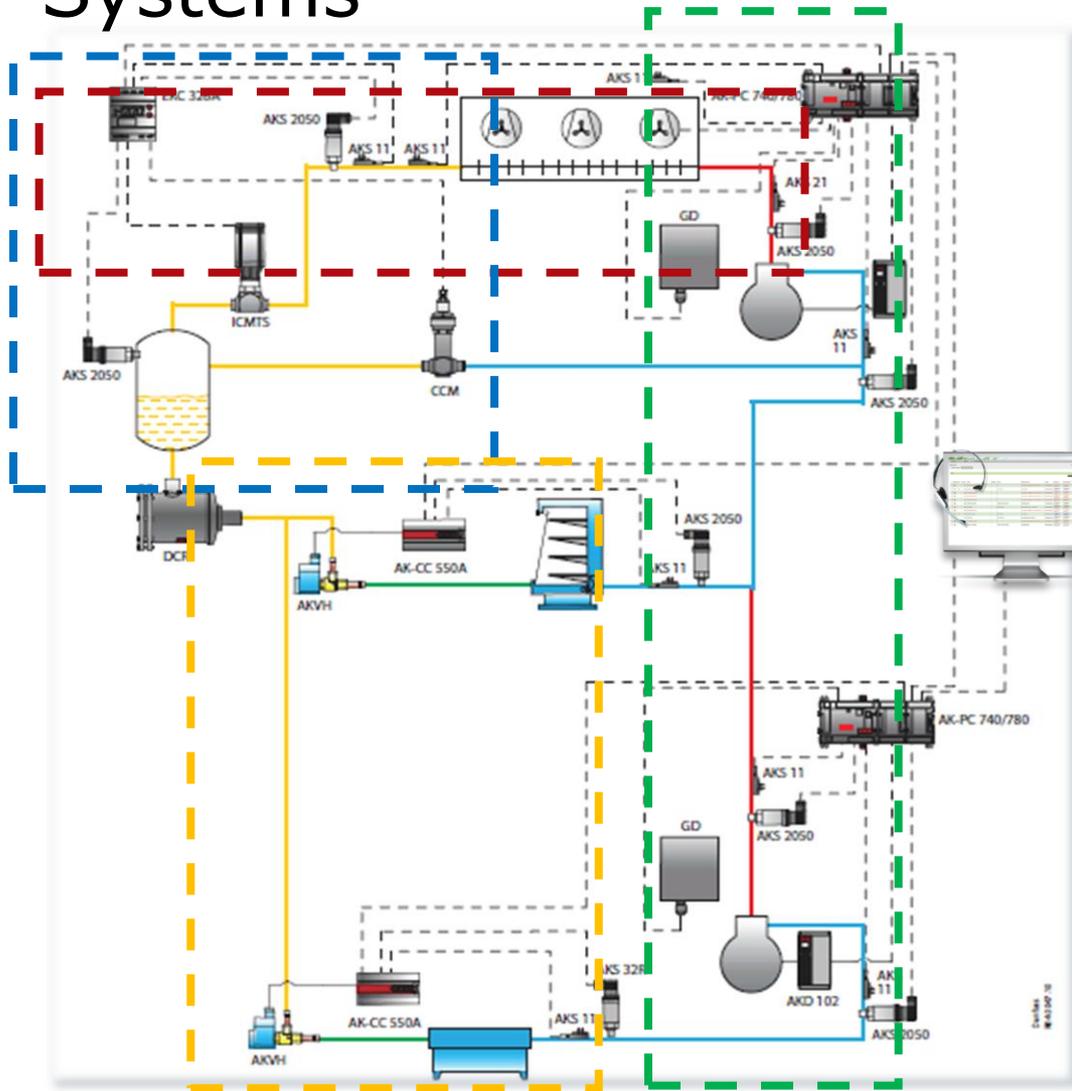
CO₂ – Schulung Robert Schiessl GmbH

Part II

Frank Bahke, Account Manager

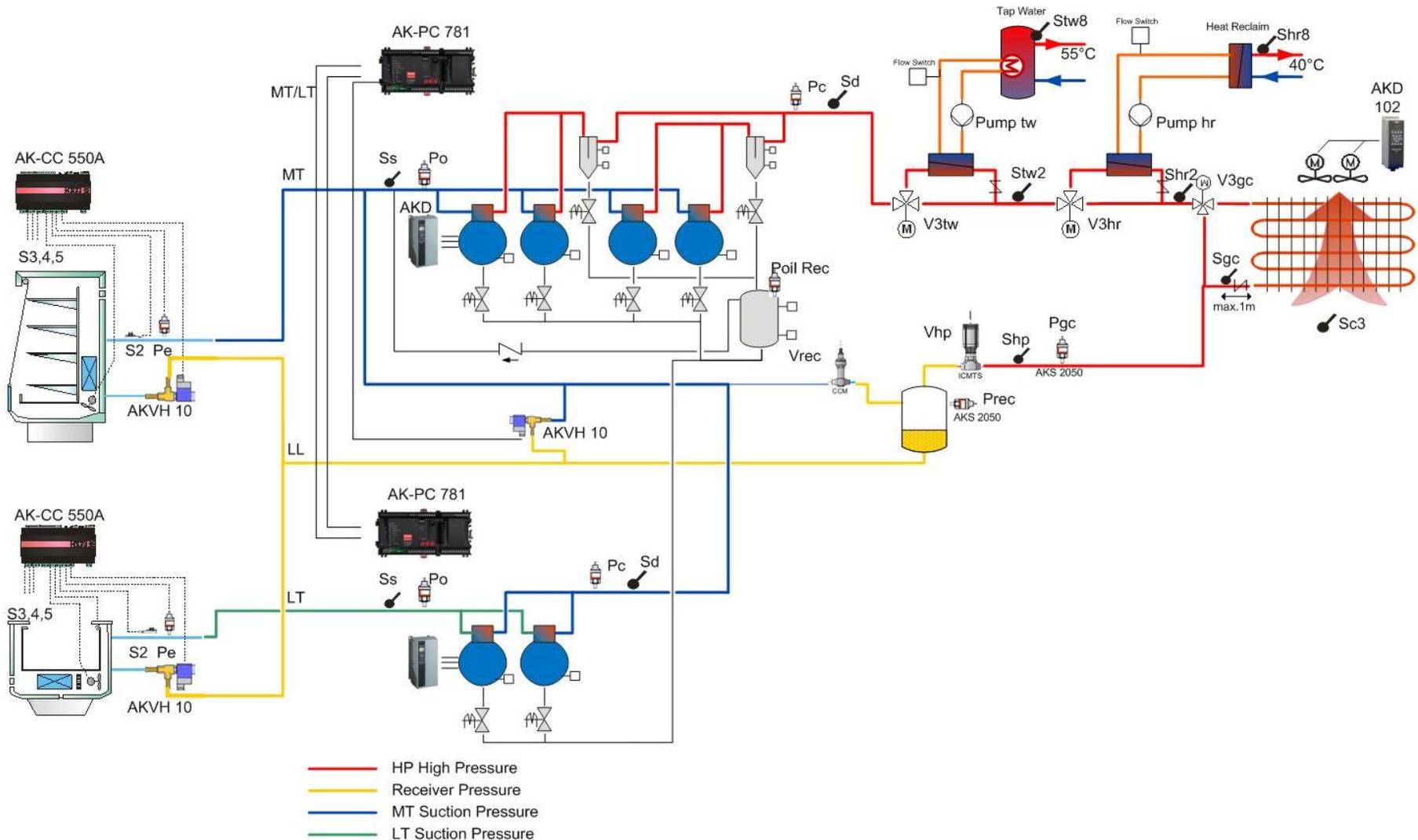
1. Regelkreise CO₂ Booster Verbundregler AK-PC 781 - Wärmerückgewinnung
2. Mini Booster Verbundregler AK-PC 772
3. Kaskadenregler AK-PC 783
4. Systemlösungen für CO₂ Anlagen
5. Wo geht die Reise

Regelkreise eines transkritischen CO₂ Booster Systems



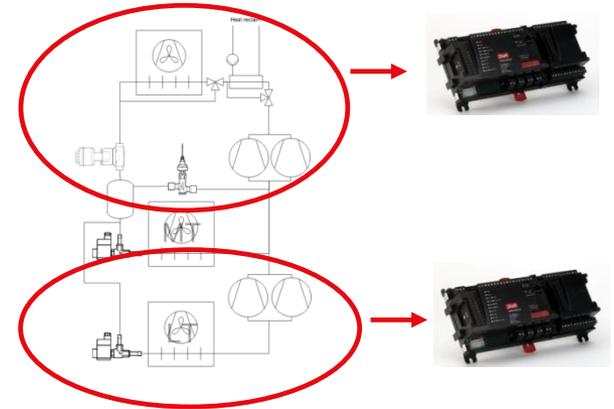
1. Steuerung Gaskühler
2. Regelung Hochdruck & Sammlerdruck
3. Regelung Verdichterleistung
4. Einspritzregelung MD/ND Verdampfung CO₂

Transkritisches CO₂ Booster Systems



Integrierter Verbundregler AK-PC 781

- Anwendungen:
 - Transkritische CO₂- Booster Anlagen
 - Traditionelle HFC-Anlagen
- Hauptfunktionen:
 - Verbundanlagenregler AK-PC 780
 - Verdichterregelung (8)
 - Lüftersteuerung (8)
 - Gaskühler & Sammlerdruckregler (EKC 326A)
 - Wärmerückgewinnung (55 °C) (2)
 - Ölmanagement
 - Allgemeine PI-Regler (3)
 - Analog output Module (4)
 - Schrittmotor Module (4)



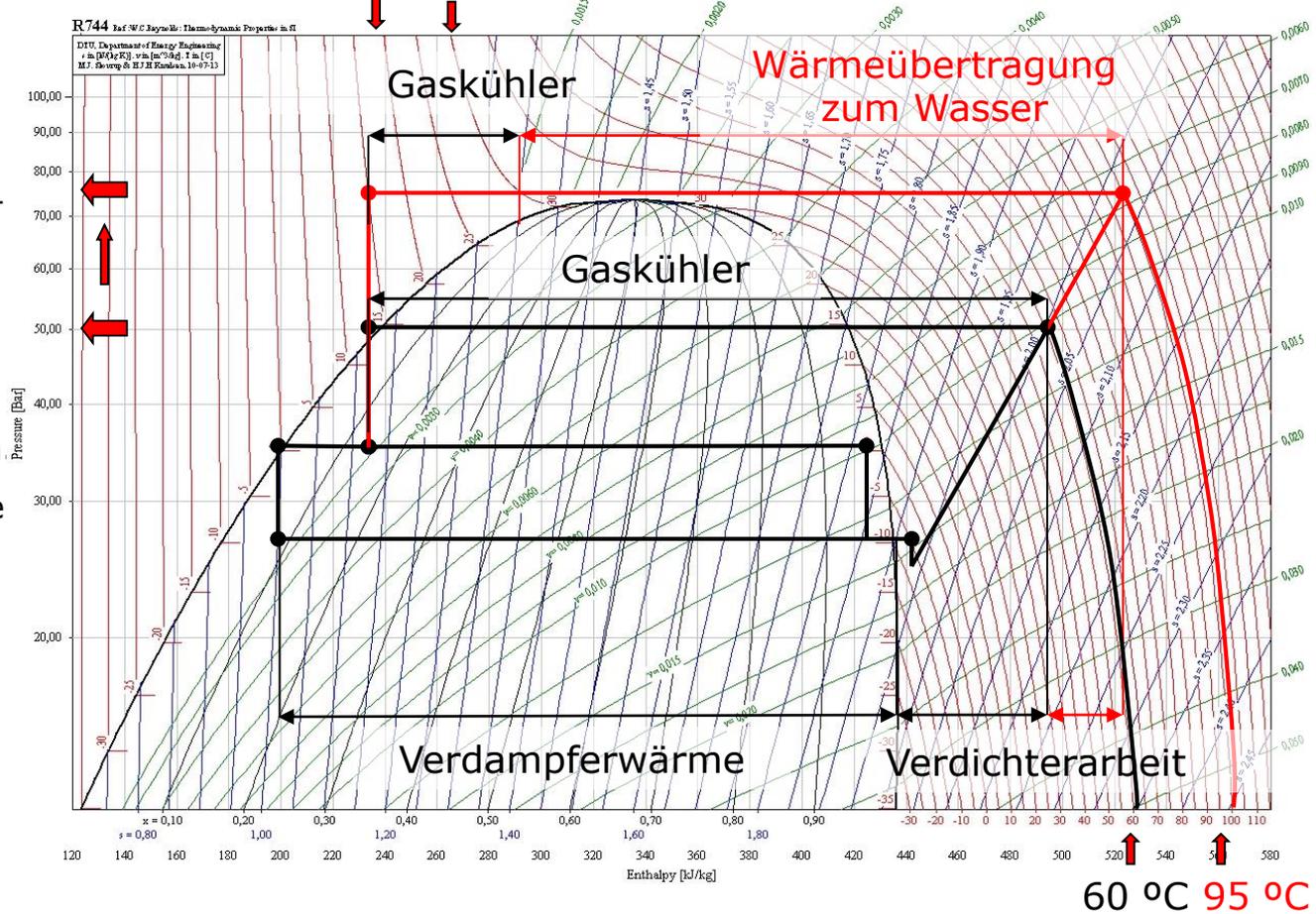
Wärmerückgewinnung: Warum die Kälteanlage als Wärmepumpe nutzen?

- Kein Zusatzsystem notwendig!
- Geringere Investitionskosten. Oft ist eine zusätzliche Heizung nicht notwendig. Die Kosten, Platz & die Installation können hierfür eingespart werden
- Hohe Gesamteffizienz des Gebäudes
- Einfachere Installation wg. nur einer Wärmequelle & nur ein Anlagenbauer ist dafür verantwortlich bzw. zuständig
- Nur ein System welches Wartung erfordert => geringere Gesamtwartungskosten
- CO₂ bietet hier für eine sehr effiziente Lösung

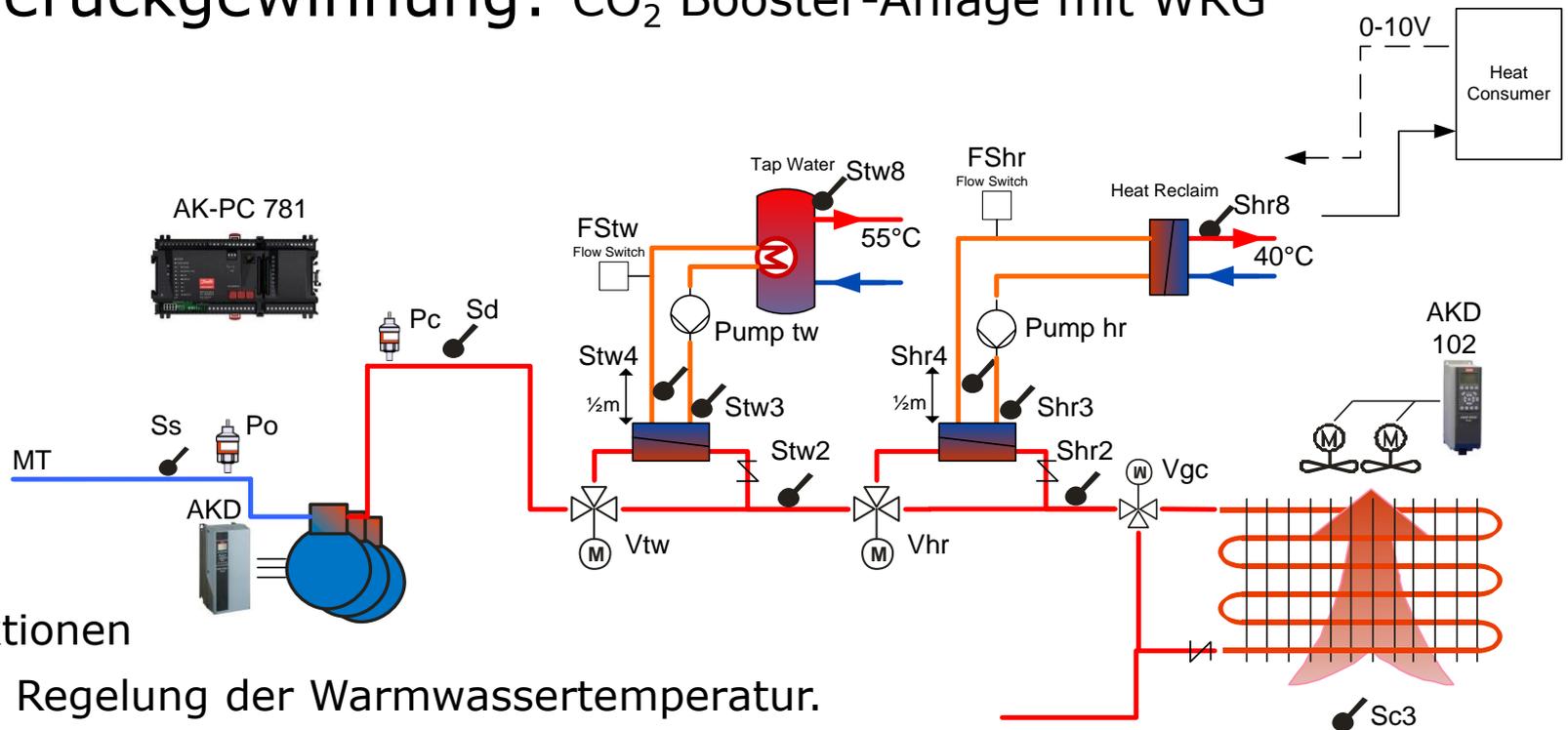
Wärmerückgewinnung: Hohe Druckgastemperatur im R744-Kreisprozess

- Gaskühler überträgt Verdampferwärme an die Umgebung.
- Mit kleiner Verdichtlast wird hohe Druckgastemperatur erreicht.
- Im WRG-Fall wird P_{gc} angehoben, um 70 - 90 °C zu erhalten
- Gaskühler gibt nur die überschüssige Wärme an die Umgebung ab.

Umgebung 5 - 20 °C 25 - 30 °C Wasserrücklauf



Wärmerückgewinnung: CO₂ Booster-Anlage mit WRG



• Funktionen

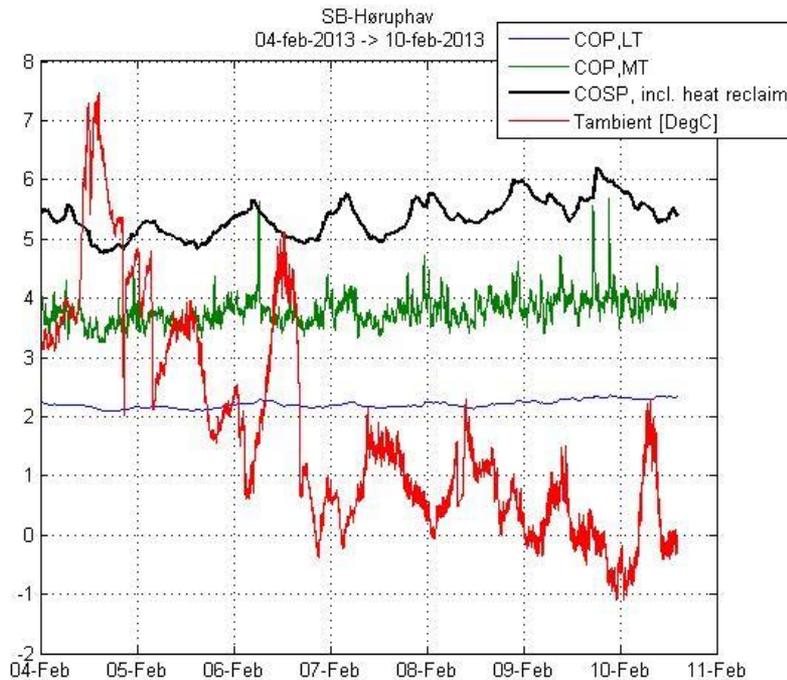
- Regelung der Warmwassertemperatur.
- Regelung der zusätzlichen Raumheizung
- Bypass Ventile für Warmwasser, Raumheizung und Gaskühler
- Eingänge (0 - 10 V) von 5 Wärmeverbrauchern
- Drehzahlregelung (0 - 10 V) Ausgänge für Lüfter und Wasserpumpen
- Unabhängige Regelung der Subsysteme

Wärmerückgewinnung: Fallbeispiel mit CO₂



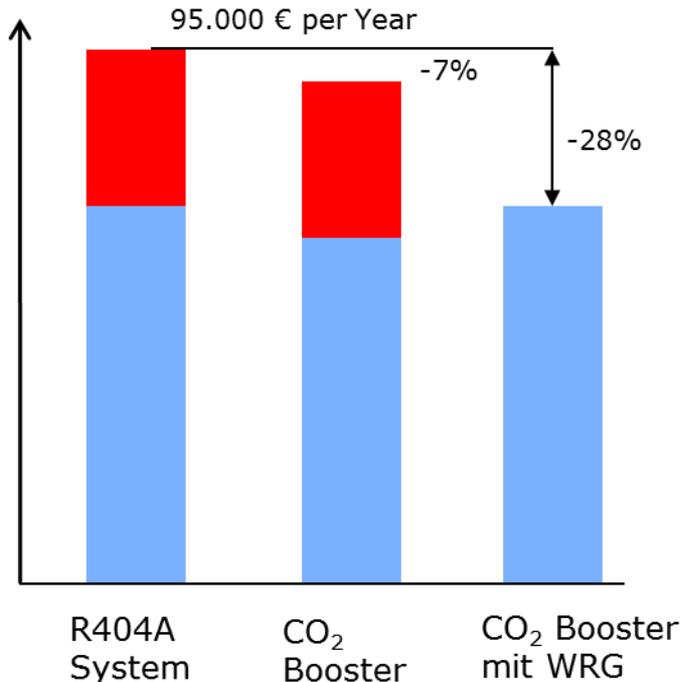
- Høruphav, Süd Dänemark
- Größe: 1.000 m², gebaut 2010
- Verdichter: 5 NK (1 VS), 4 TK (1 VS)
- Q₀: 160 kW MT/LT
- Online COP Kalkulation, AK-LM 350
- Wärmenutzung:
 - 1.800 l Tank Nutzwasser (T_{reference} = 65 °C)
 - Fussbodenheizung und Niedrigtemp. Heizkörper - (T_{reference} = 40 °C)
 - Shop 19 °C (20 Deckengeräte)
 - Kantine 22 °C
 - Büros 23 °C
 - Installation der Heizungskomponenten weniger als 7.000 €

Wärmerückgewinnung: Messergebnisse des Fallbeispiel



- COSP von 6 wird in kalten Perioden erreicht.
- Die Gasheizung wurde zu 100 % ersetzt ohne Komfortverlust (Vergleich zu älteren Märkten)
- Amortisationszeit der WRG ist kleiner als 5 Monate

Wärmerückgewinnung: Energiekostenvergleich Fallbeispiel



- Das CO₂- Boostersystem mit WRG verkleinert **die Gesamtenergiekosten** um mehr als 20%.
- Einsparungen durch fehlende **Kältemittelleckageraten** sind nicht berücksichtigt.
- Das CO₂- System mit WRG **erhöht** den Energieverbrauch um 10% im Vergleich zu Systemen ohne WRG.

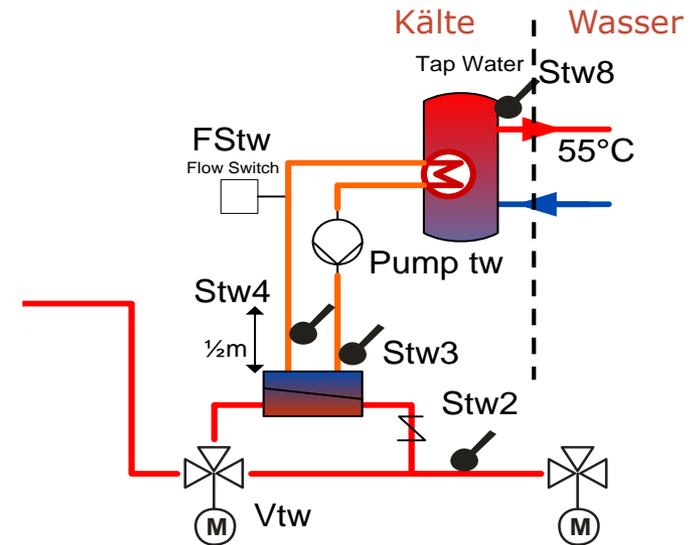
Elektropreis: 0,14 € / kWh
Gas : 1,40 € / m³

Wärmerückgewinnung: Zusammenfassung für CO₂

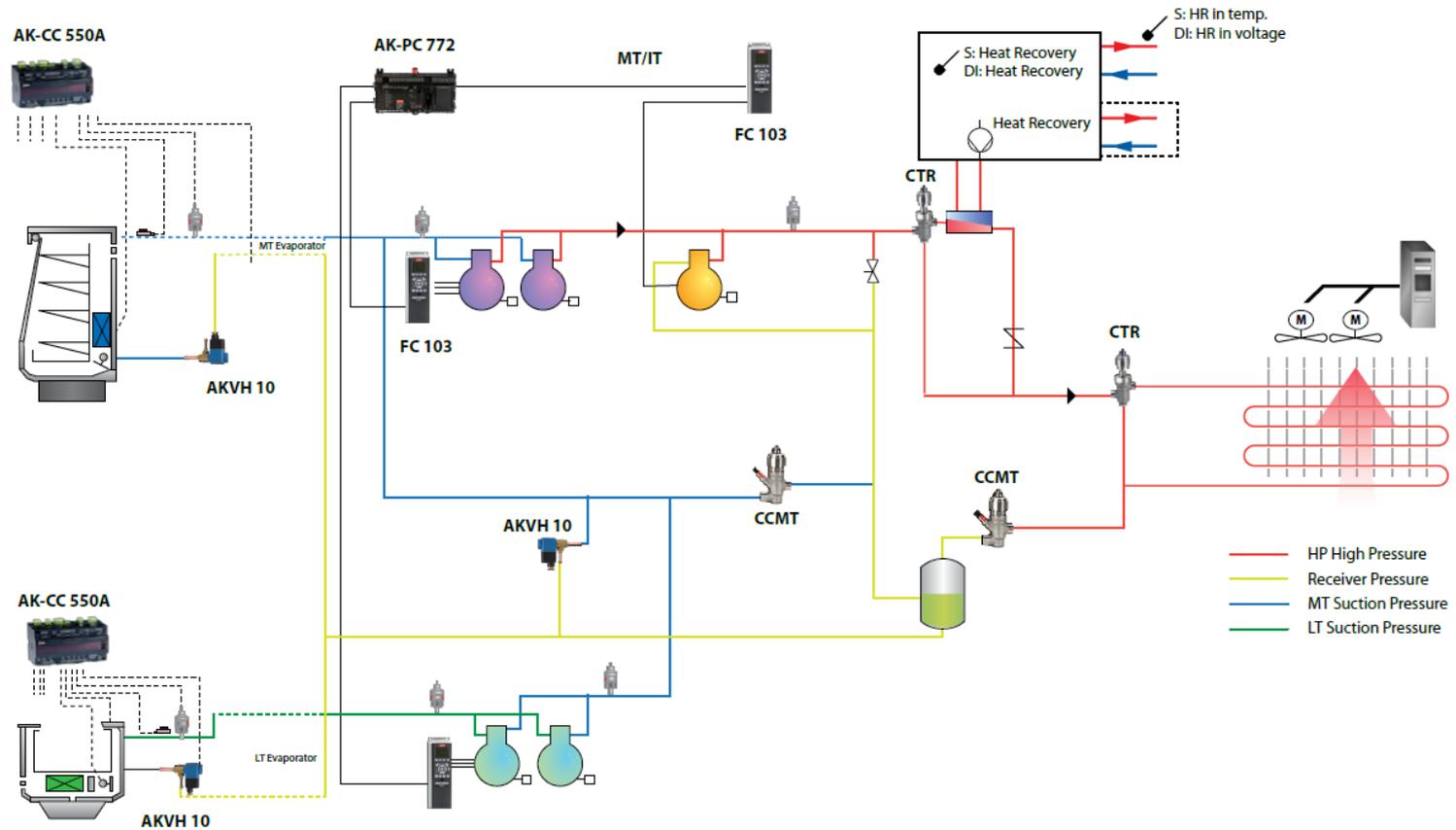
- Ausreichende Wärme für die Speicherbehälter auch bei kleiner Last (z.B. Nachtbetrieb)
- Klare Aufgabenteilung zwischen Kälte- und Heizungsgewerk
- **Kostensenkung der Komponenten und der Inbetriebnahme**
- Keine direkte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen



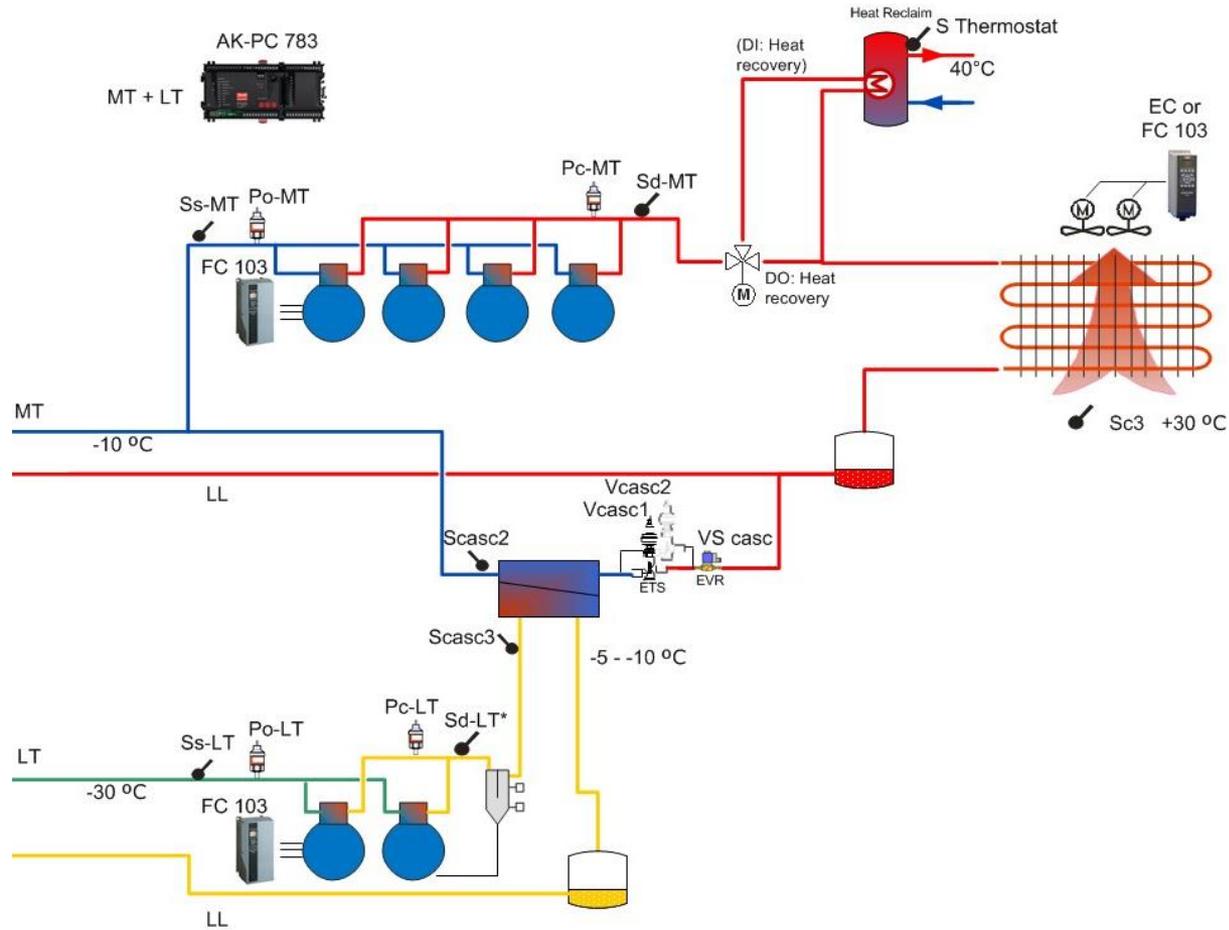
AK-PC781 – Verbundregler mit integrierter dualer WRG



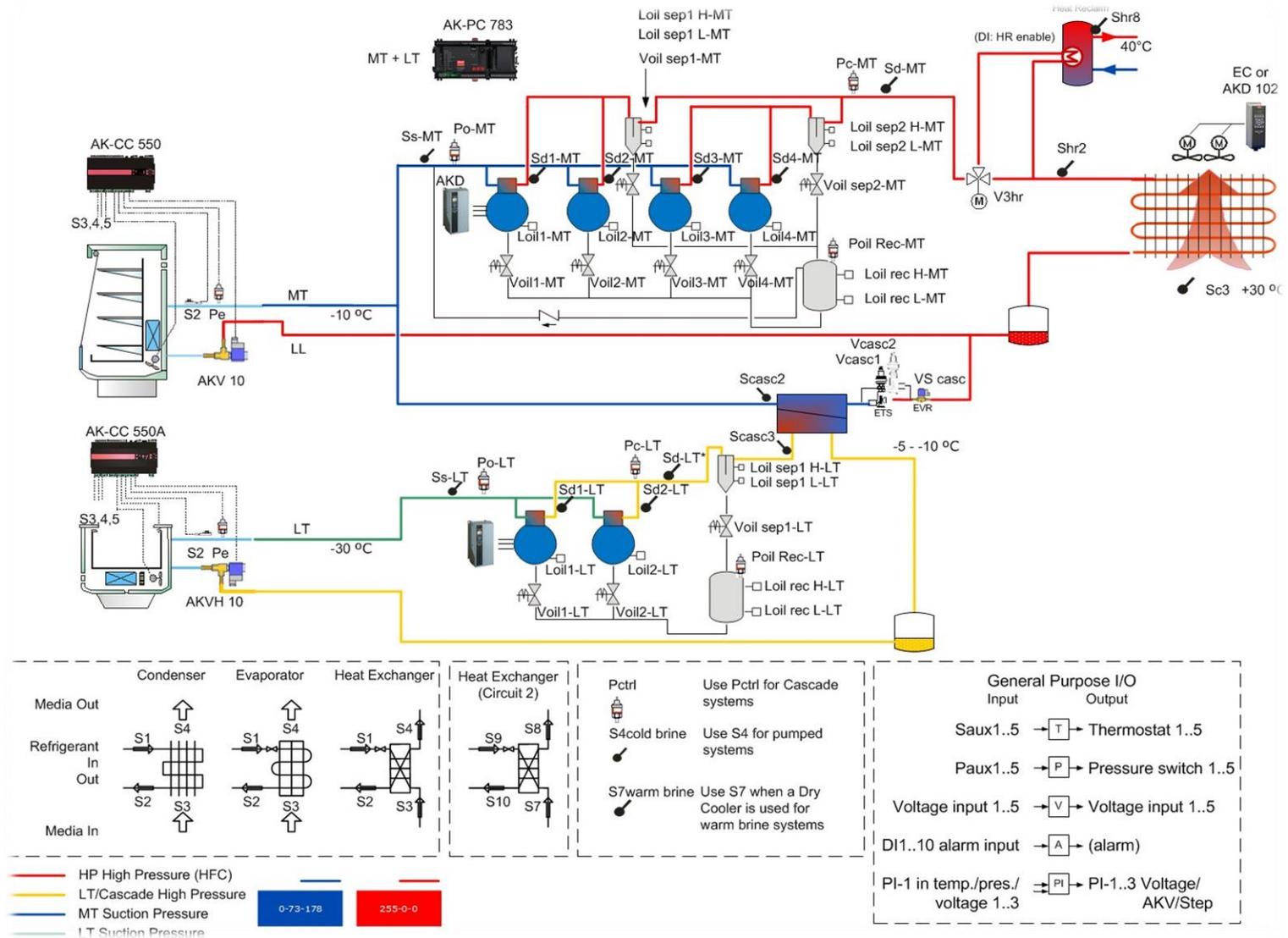
AK-PC 772 Mini Boosterregler



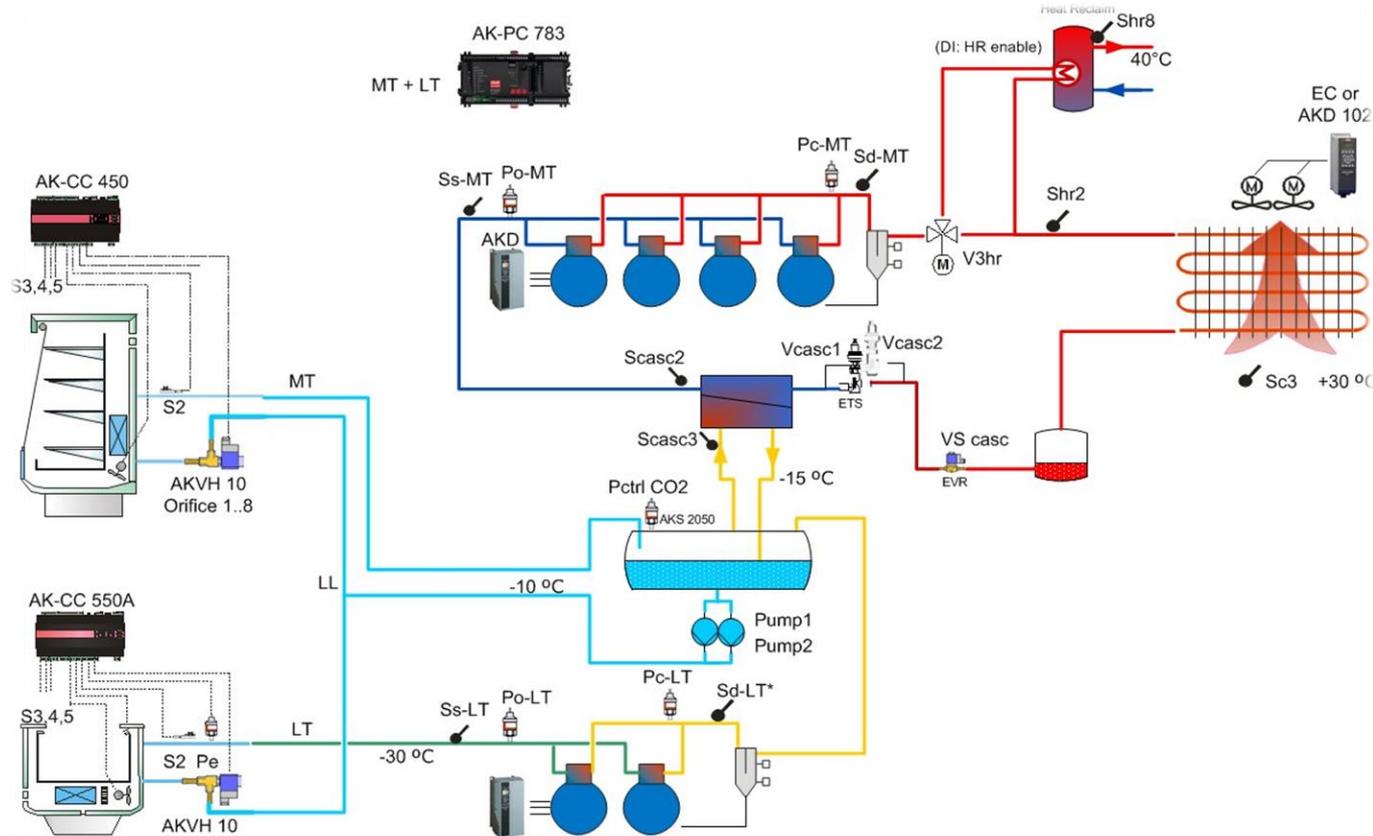
AK-PC 783 Kaskadenregler



AK-PC 783 Kaskadenregler



AK-PC 783 Kaskadenregler CO² gepumpt



- High Pressure (HFC)
- LT High Pressure
- Suction Pressure (HFC)
- LT Suction Pressure

* Sd-LT is not visible, shall be selected as an option.

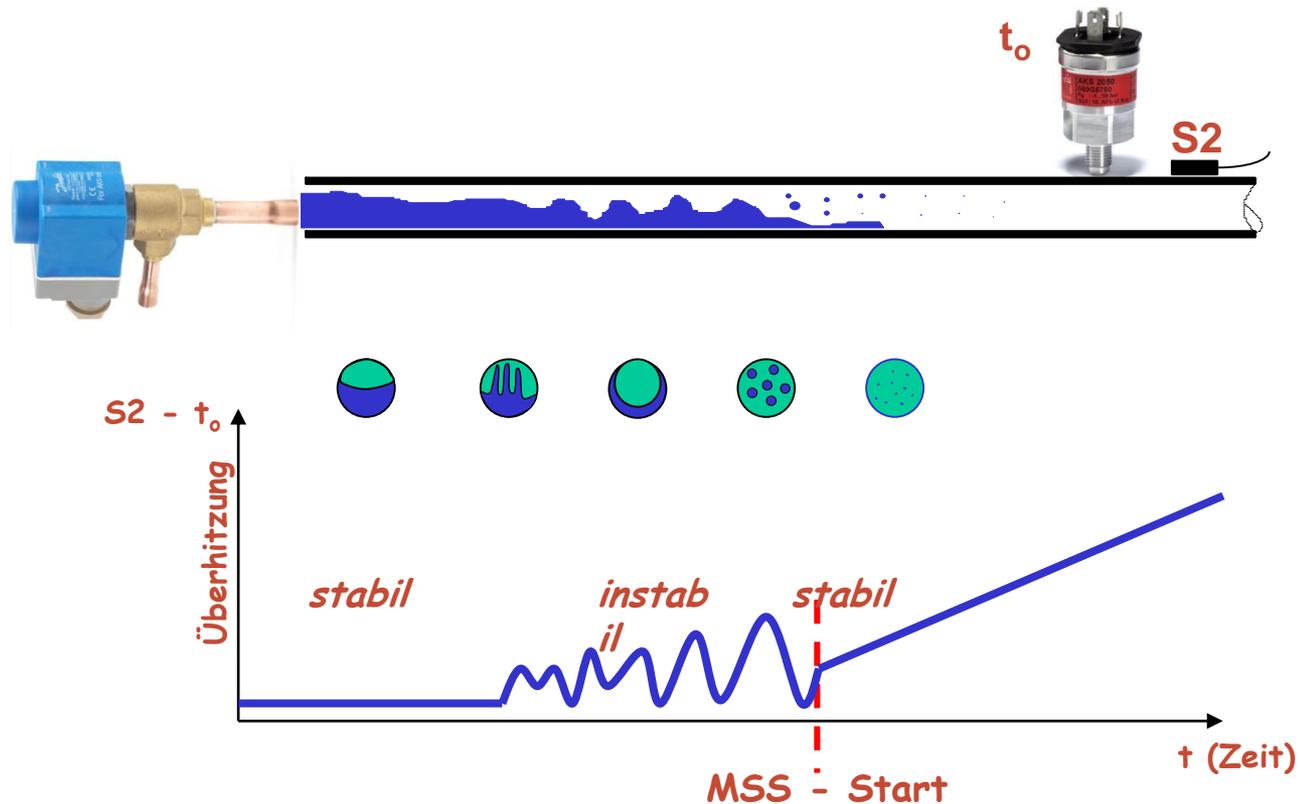
- Value:
1. +30 °C ambient temperature
 2. Relative simple system
 3. Small amount of HFC.
 4. Small (cu) pipe dimensions in store area -> low cost**

** Approx. 1/6 size for CO₂ as for R404A

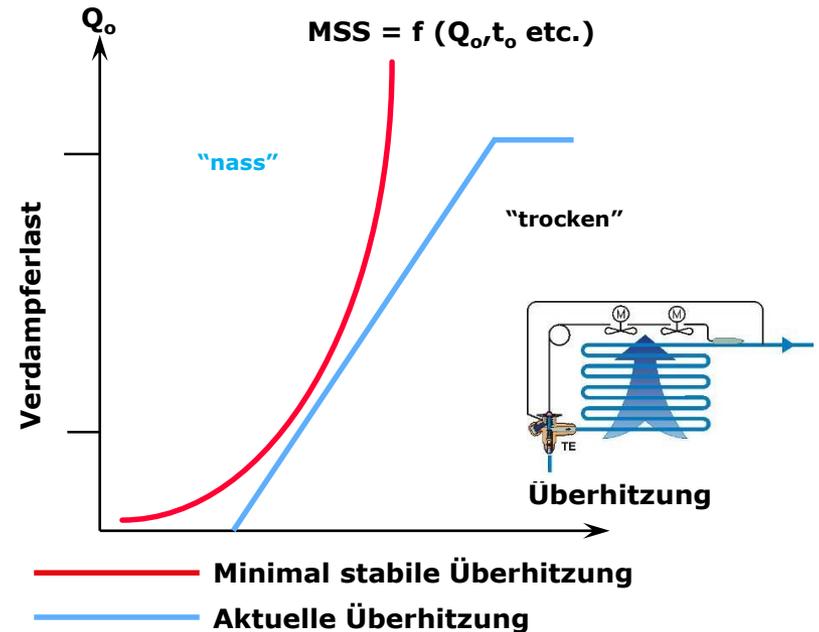
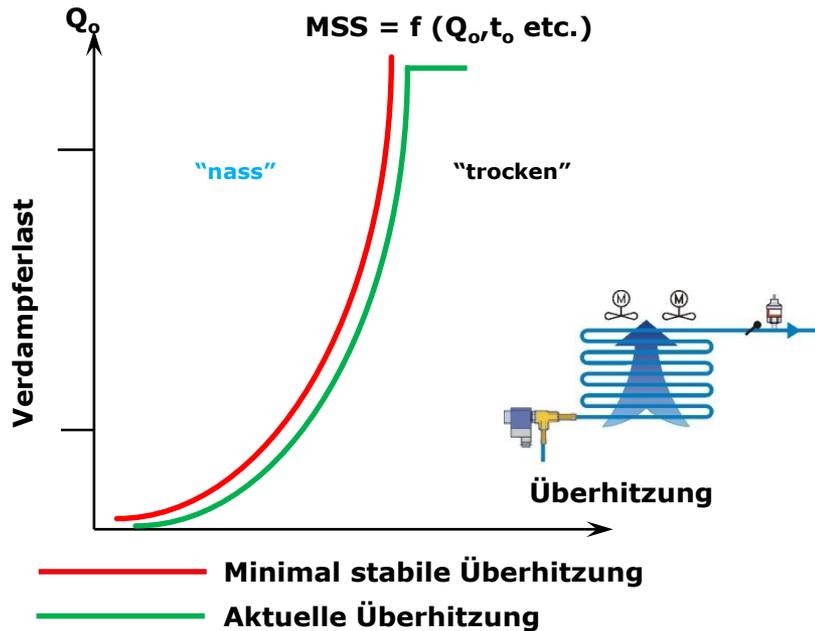
Verdampferregelung: Minimal stabiles Signal

Theorie

- MSS = Minimal stabiles Signal
- Jeder Verdampfer hat seine eigene MSS-Kurve
- MSS-Punkt ist abhängig von der Verdampferlast
- MSS-Punkt = bestmögliche Ausnutzung des Verdampfers



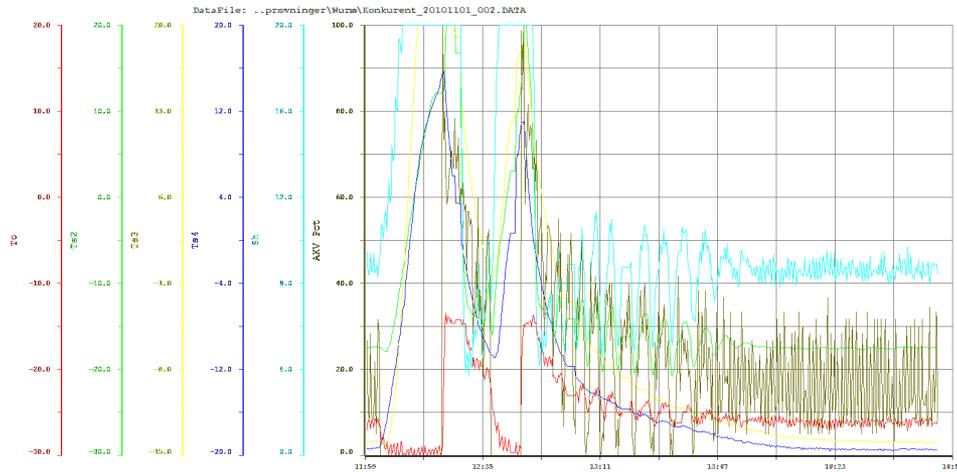
Verdampferregelung: adaptive & feste Überhitzungsregelung



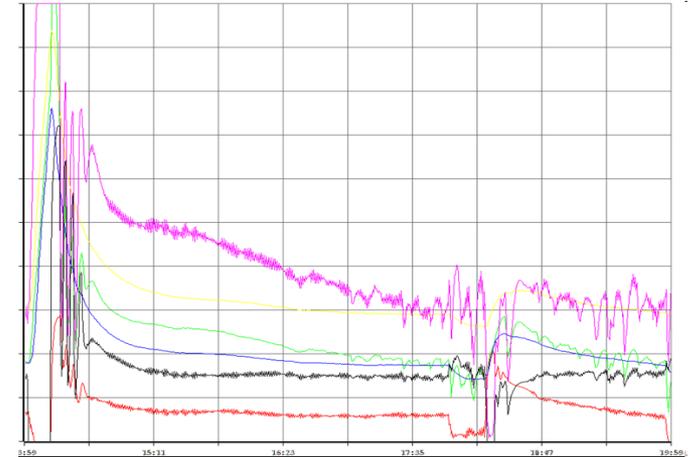
- Keine Nachregulierung notwendig
- Optimale Verdampferfüllung bei allen Betriebsbedingungen
- Reduzierte Verdichterbetriebszeit
- Niedrigere Verflüssigungstemperaturen möglich
- Energieeinsparung
 - bis zu 8% mit adaptiver Regelung
 - bis zu 20% mit stetiger Verflüssigerregelung

Verdampferregelung: Vorteile der MSS-Regelung

Alternative Regelung



Danfoss AK-CC 550A

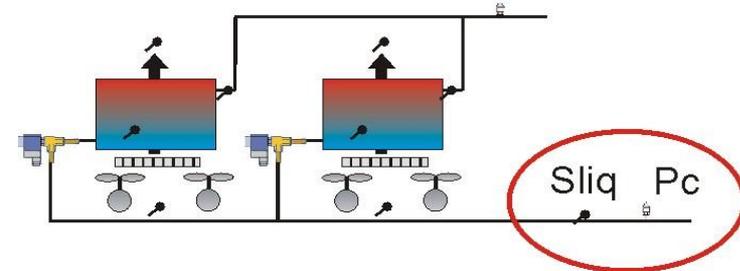
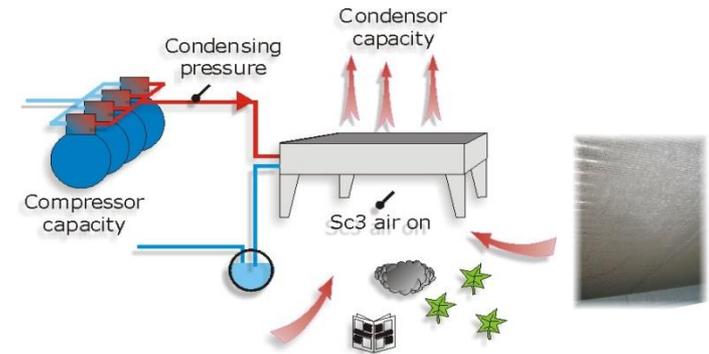
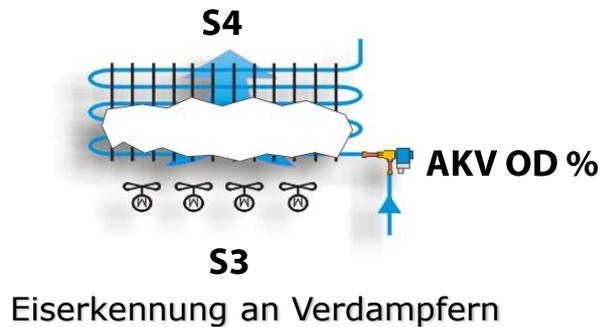


Parameter	Alternative Regelung	Danfoss AK-CC 550A
Abkühlphase nach der Abtauung	35 Min.	31 Min.
Überhitzung	Instabil während der Abkühlphase Stabil bei 9 K	Keine Instabilität Stabil bei 6 K
Endtemperatur Zuluft S4	-19 °C	-22 °C
Endtemperatur Rückluft S3	-14 °C	-16 °C

Verdampferregelung: Fehlererkennung & Diagnose (FDD)

- Fehler-Detektion & Diagnose (FDD)
- Früherkennung von Verdampferstörungen
- Auch bei Verbundregler integriert für Früherkennung von Verflüssigerstörungen

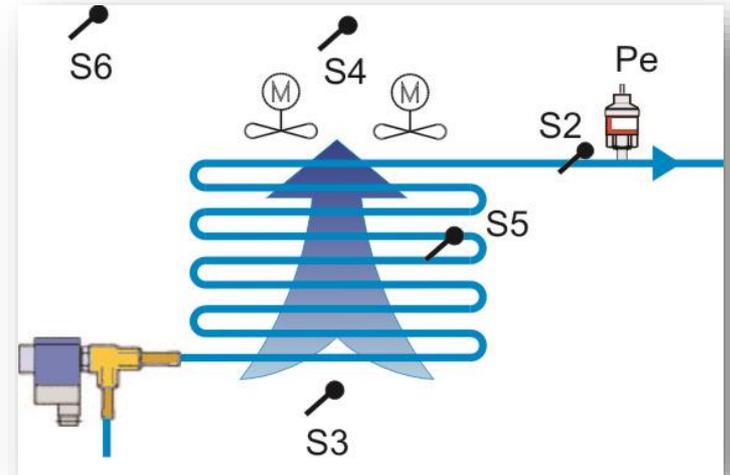
[Schmutzerkennung an Kondensatoren]
(bei den Verbundreglern integriert)



Bedarfsgesteuerte Abtauung

Verdampferregelung: AK-CC550A – EEV Kühlstellenregler

- Energieoptimierung
- Elektronisches Expansionsventil
- Adaptive Einspritzung
- Adaptive Abtauung
- Spezieller CO₂ Algorithmus
- 10 Anwendungen vorprogrammiert
- 6 Sollwertparametersätze (Schnelleinstellung)
- Integriertes Display
- Integriertes Kommunikationsmodul (MOD-Bus)



Danfoss Elektronik Portfolio



Systemmanager auf dem Stand der Technik

AK-SM 820/850/880

- Die neue Hardware bietet eine intuitive Bedienoberfläche für Endgeräte:
- Intuitive lokale Bedienung
- Volle Web- Bedienung für den Fernzugriff
- Graphische Presentation der Markteinrichtung
- Offline-Programmierung
- Webbrowser
- XML-Schnittstelle
- Auto-Log Funktion
- Full-Store-Regelung



AK-SM 820/850



- Graphische Übersicht
- Anlagenübersicht
- Datenübersicht, Anpassung und Service
- Historische Daten wie Alarme und LOG's

WEB Browser

- Alarmierung → E-Mail/XML
- Alarme und LOG's → Exportieren
- LOG's , Zeitpläne und alle Einstellungen → Drucken



Regler:

Kommuniziert und alarmiert über LON und MODBUS mit allen aktuellen Reglern.



Signale aller Art:

- Temp.-Fühler, Enthalpiefühler,
- Drucktransmitter, Lichtsensor,
- On/Off – Signale/Kontakte,
- analoge Signale 0-10V
- div. Alarmierungsmöglichkeiten

Signale können angepasst und umgewandelt werden

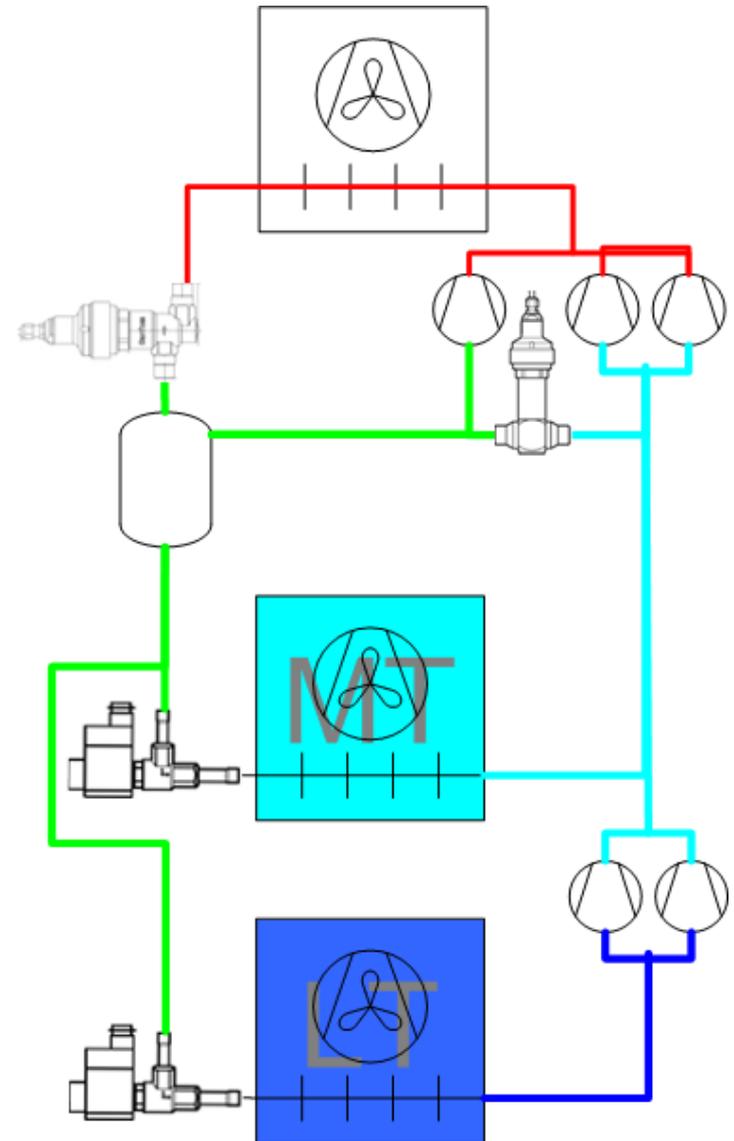
ADAP-KOOL® AK-PC 7xx Family



Type	AK-PC 772	AK-PC 772A	AK-PC 781	AK-PC 781A	AK-PC 781A ejector	AK-PC 783	AK-PC 783A	AK-PC 782A
Description	Trans Crit. CO2 Mini-Booster Control'r	HW-update + minor SW updates	HFC /T.C. CO2 Pack Control'r	HW-update + minor SW updates	Control of ejector added	HFC/CO2 Cascade Control'r	HW-update + minor SW updates	T.C Pack Control'r replaces 2-3 AK-PC 781A
HFC	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
CO2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Suction Groups	2	2	1	1	1	2	2	3
# Compressors	3 MT+IT and 2 LT	3 MT+IT and 2 LT (IT integr.)	8	10	10	5MT + 3LT or 4MT + 4 LT	12 (8/7/6MT 4/5/6 LT)	8 MT+IT and 4 LT
Heat Reclaim	Standard	Standard	Adv.	Adv.	Adv.	Standard	Standard	Adv.
Release		2017-Q2		2016-Q2	2016-Q2 As X.no.		2017-Q2	2017-Q1

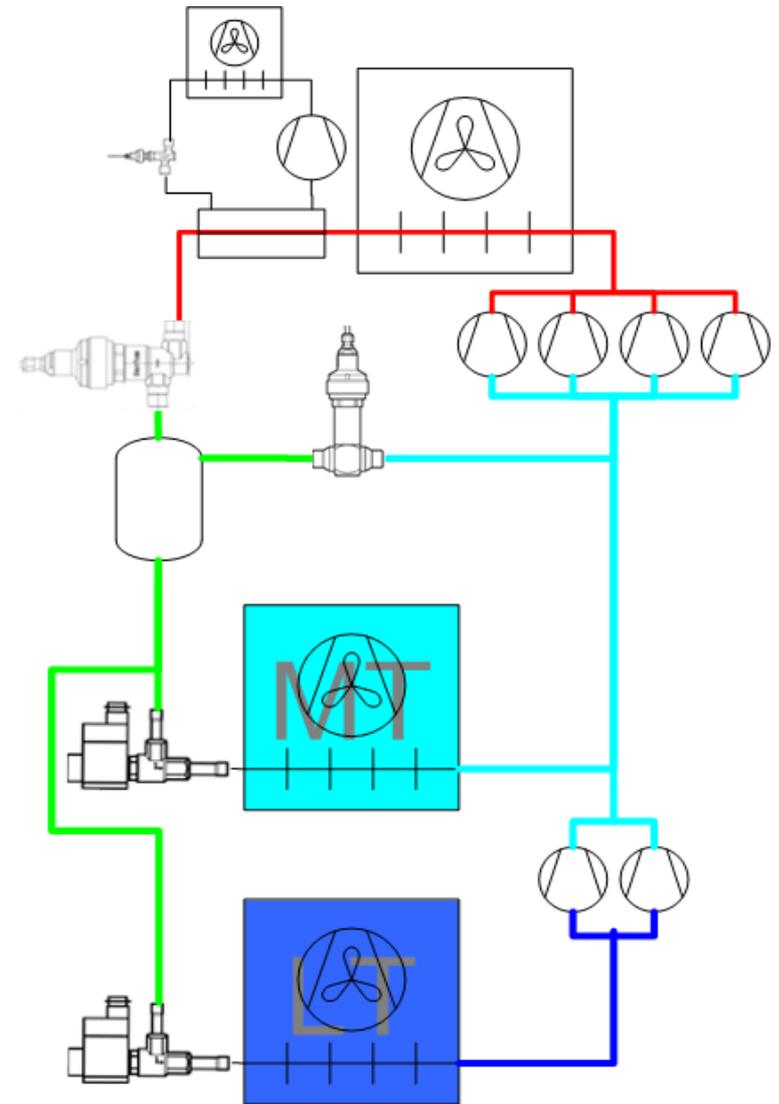
Lösung 1: Parallel Verdichtung

- Bewehrte Lösung
- 5-10% Energieeinsparung in wärmeren Klimazonen
- Ca. 25% installierte Leistung wird eingespart
- Problem bei kleinen Systemen, da der parallel Kompressor oft zu groß ist
- Kann auch mit anderen Anwendungen kombiniert werden



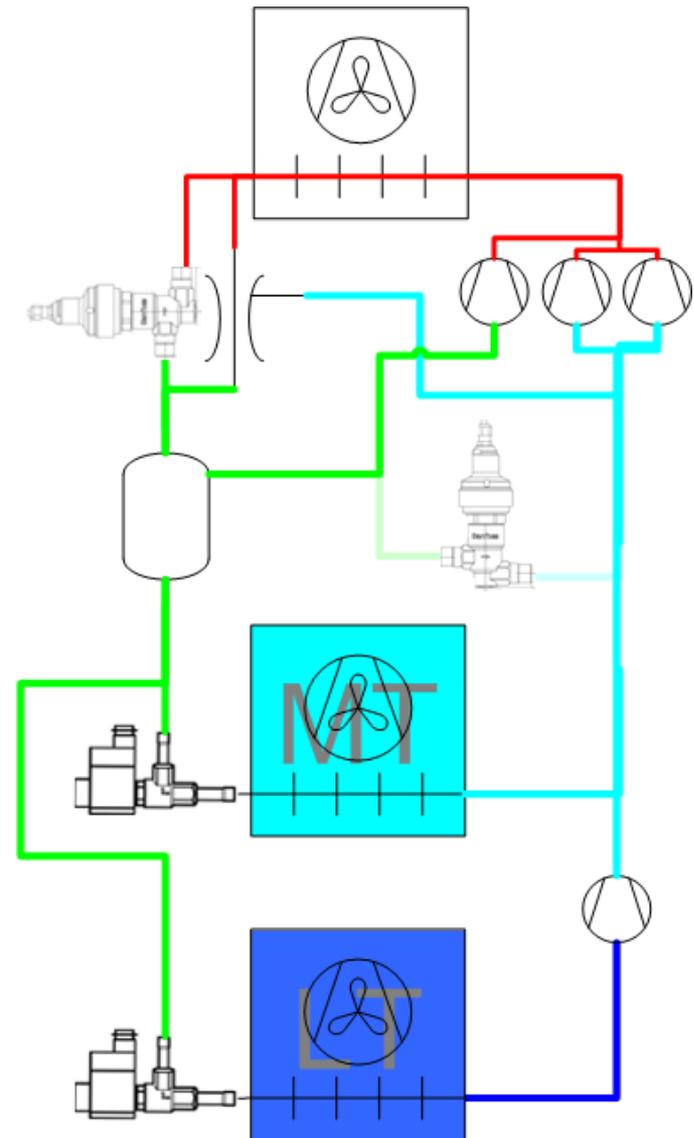
Lösung 2: Unterkühlung

- Bewehrte Lösung
- 5-10% Energieeinsparung in wärmeren Klimazonen
- Bis zu 50% der Kompressorleistung kann eingespart werden, dennoch wird sie aber bei der Unterkühlung wieder erforderlich
- Auch eine Klimaanlage kann für die Unterkühlung genutzt werden
- Passend für kleinere Anwendungen
- Kann nicht mit anderen Anwendungen kombiniert werden



Lösung 3: Ejektor System

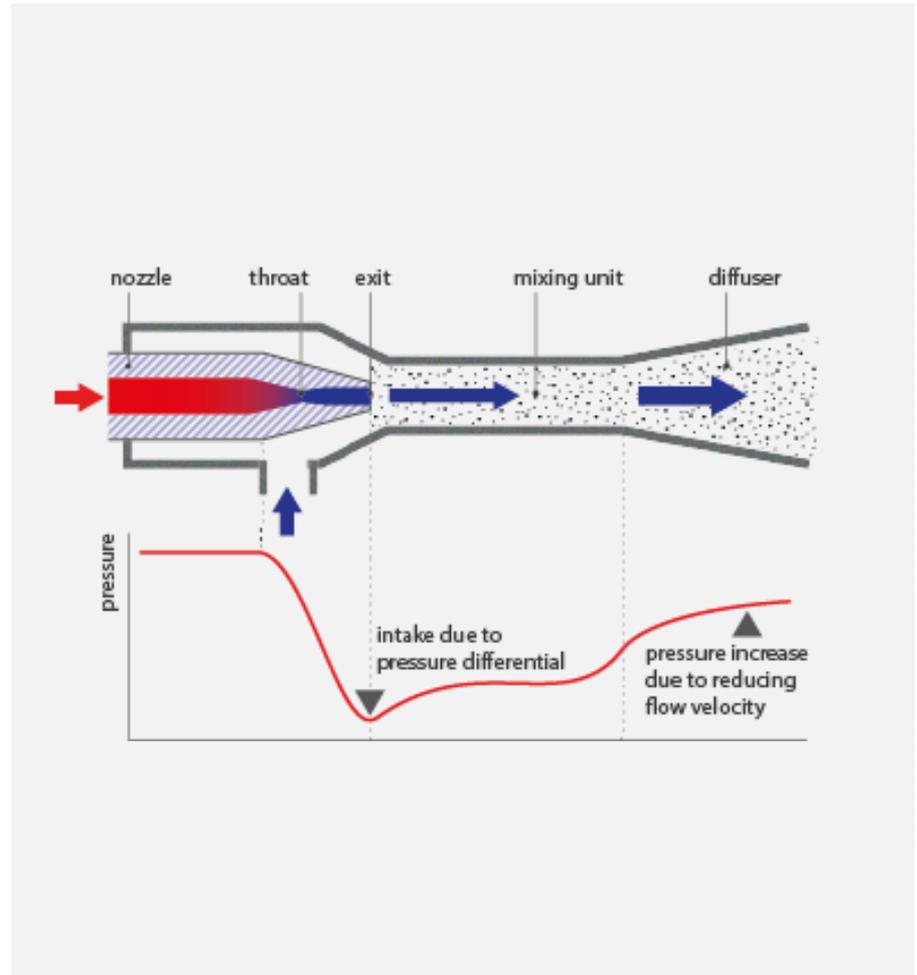
- Ejektor arbeitet wie eine Vorverdichtung für den parallel Kompressor
- Geeignet für kleinere Systeme, da mehr Last für den Parallelkompressor verfügbar
- Kann auch mit anderen Anwendungen kombiniert werden



CO₂ neue Technologien

Ejektor

- > Konzept existiert bereits seit 100 Jahren
- > Leistungsanpassung ist der Schlüsselpunkt
- > Besonders geeignet für CO₂ wegen des hohen Potentials Expansionsarbeit "zurückzugewinnen"
- > Mehrere Universitätsprojekte vorausgegangen
- > Anlagen zeigen die erwarteten guten Resultate



CO² neue Technologien

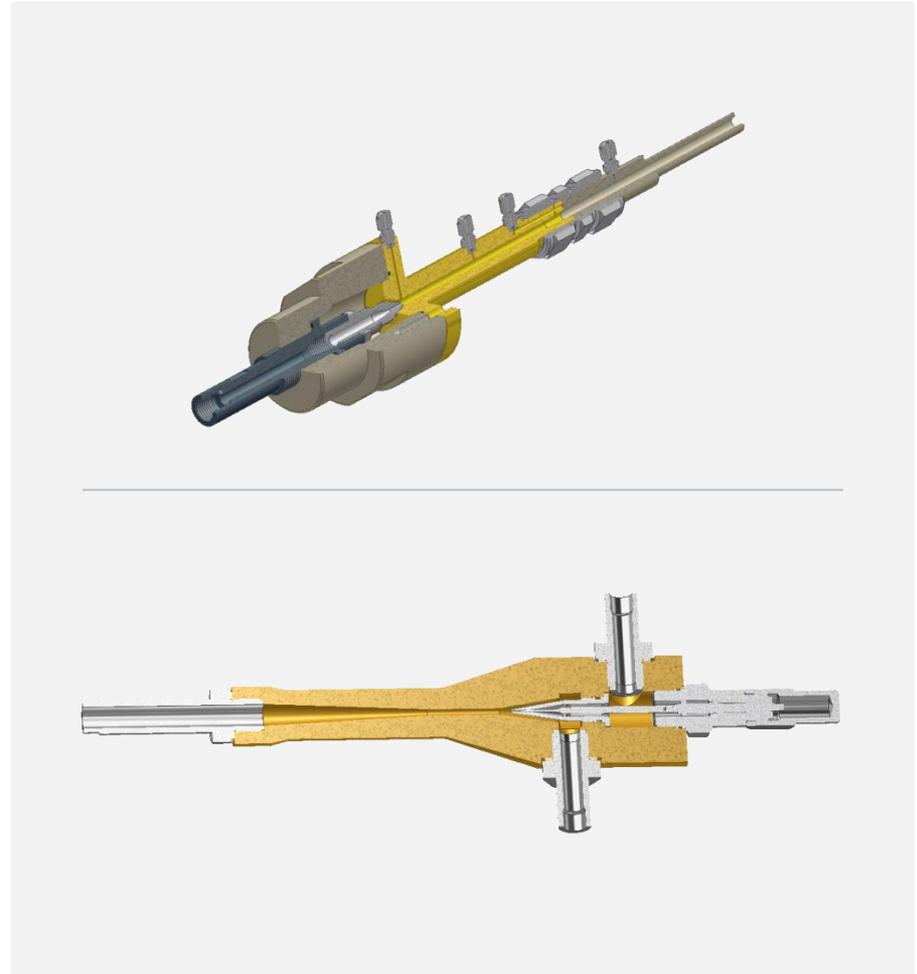
Ejektor

> Variable Ejektoren

- Die Leistung wird mit einer "Nadel" in der Düsenkammer entsprechend geregelt

> Statische Ejektoren

- Konstante Leistung
- Paralleler Betrieb von statischen Ejektoren: Leistungsregelung durch Zu- und Wegschalten der entsprechenden Ejektoren



CO₂ neue Technologien

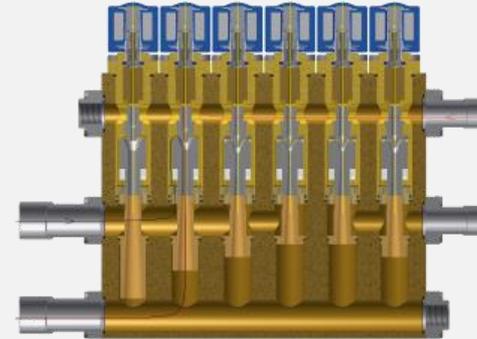
Multi - Ejektor

- > Enthält parallel angeordnete statische Ejektoren

- > Anpassung der Leistung durch zu- und wegschalten der passenden Ejektoren

- > Mit vier Ejektoren und deren binärer Dimensionierung kann die Leistung schrittweise angepasst werden

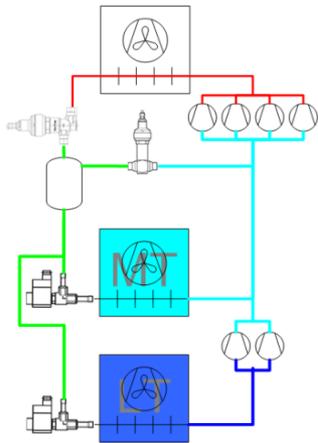
- > So wird ohne Einschränkung immer die effizienteste Strömung mit der gegebenen Geometrie ermöglicht



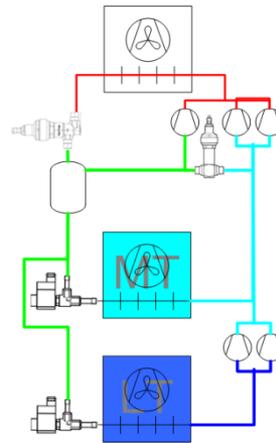
CO₂ neue Technologien

Vergleich der Systeme (t_{amb} 40°C)

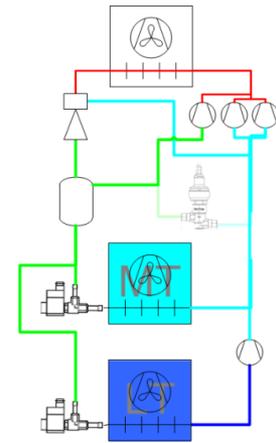
System	Energieverbrauch R404A	Verdichterleistung bei Boosterbetrieb
Booster	+25%	0%
Parallel-Verdichtung	-3%	-19%
Gasejektor	-7%	-28%
Flüssigkeits- & Gasejektor	-16%	-35%



Transkritisches CO₂ Booster-System



Parallel-Verdichtungssystem



Ejektor & Parallel-Verdichtungssystem

Komponenten für CO₂ / R 744

- Gaskühlregler
- Kaskadenregler
- Verbundanlagenregler
- CO₂ Mini-Boosterverbundregler
- Kaskadenverbundregler
- Kühlstellenregler
- 4 fach Kühlstellenregler
- Frequenzumrichter
- Systemmanager
- Sensoren
- E-Ventil Hochdruckexpansion
- Mitteldruckregelung
- E-Ventile Verdampfer
- Sicherheitsventile
- Magnetventile
- Druckschalter
- Kugelventile
- Rückschlagventile
- Trockner
- Gasdetektoren
- Radar Level Sensor

- EKC 326A
- EKC 313
- AK-PC 781
- AK-PC 772
- AK-PC 783
- AK-CC 550A
- AK-CC 750
- FC 102/103
- AK-SM 820/850/880
- AKS 2050, AKS 32R, AKS 11
- ICMTS (140 bar), CCMT (140 bar)
- CCM, CCMT (90 bar)
- AKV, AKVH (45, 90 bar)
- SFA (40 bar)
- EVU (70 bar)
- MBC (160 bar)
- GBCH (90 bar)
- NRVH (CO₂) [90 bar]
- DMT (140 bar)
- GD, DGS
- AKS 4100





Vollständiges CO₂-Portfolio

Danfoss fasst Produkte und Wissen zusammen, um optimale Lösungen zu liefern:

- Verbundregler, Kühlstellenregler und Front-Ends
- Ventile
- Fühler und Sensoren
- Anlagenkomponenten
- Kompetente technische Unterstützung
- Komplette Lösung aus einer Hand

