

# Untersuchung



**HSVA**



**Sanierung des großen Eistanks  
Anpassung der Kältetechnik**

### Technische Daten Bestandskälteanlage (Baujahr: 1981, Teilsaniert 2010)

- Kältemittel: R507a
- Füllmenge: 2.100 kg

### 3x Schraubenverdichter als Verbundanlage (Baujahr: 2010)

- Verdampfungstemperatur: - 28 °C
- Kondensationstemperatur: + 35 °C

### Kühlturm (Kondensatorleistung 600 kW) (Baujahr 1981)

- Wassereintrittstemperatur: + 26 °C
- Wasseraustrittstemperatur : + 31 °C



Foto: Verbundanlage

**Technische Daten Bestandskälteanlage (Baujahr: 1981, Teilsaniert 2010)**Betrieb (max. 2 Verdichter, 1x Reserve):

1	x	Verdichter	bei 50 Hz:	177 kW	(Kälteleistung)
1	x	Verdichter (FU)	bei 60 Hz:	<u>+ 212 kW</u>	(Kälteleistung)
				<u><b>389 kW</b></u>	<b>(max. Kälteleistung im Betrieb)</b>

el. Leistung Motor	bei 50 Hz:	89 kW	(Antrieb)
el. Leistung Motor	bei 60 Hz:	<u>+ 103 kW</u>	(Antrieb)
			<u><b>192 kW</b></u> <b>(max. Antriebsleistung)</b>

	389 kW	(max. Kälteleistung im Betrieb)
	<u>+ 192 kW</u>	(max. Antriebsleistung)
	<u><b>581 kW</b></u>	<b>(max. Kondensatorleistung)</b>

COP	=	$\frac{389 \text{ kW}}{192 \text{ kW}}$	Kälteleistung	=	<u><b>2,02 max.</b></u>
			Klemmleistung		

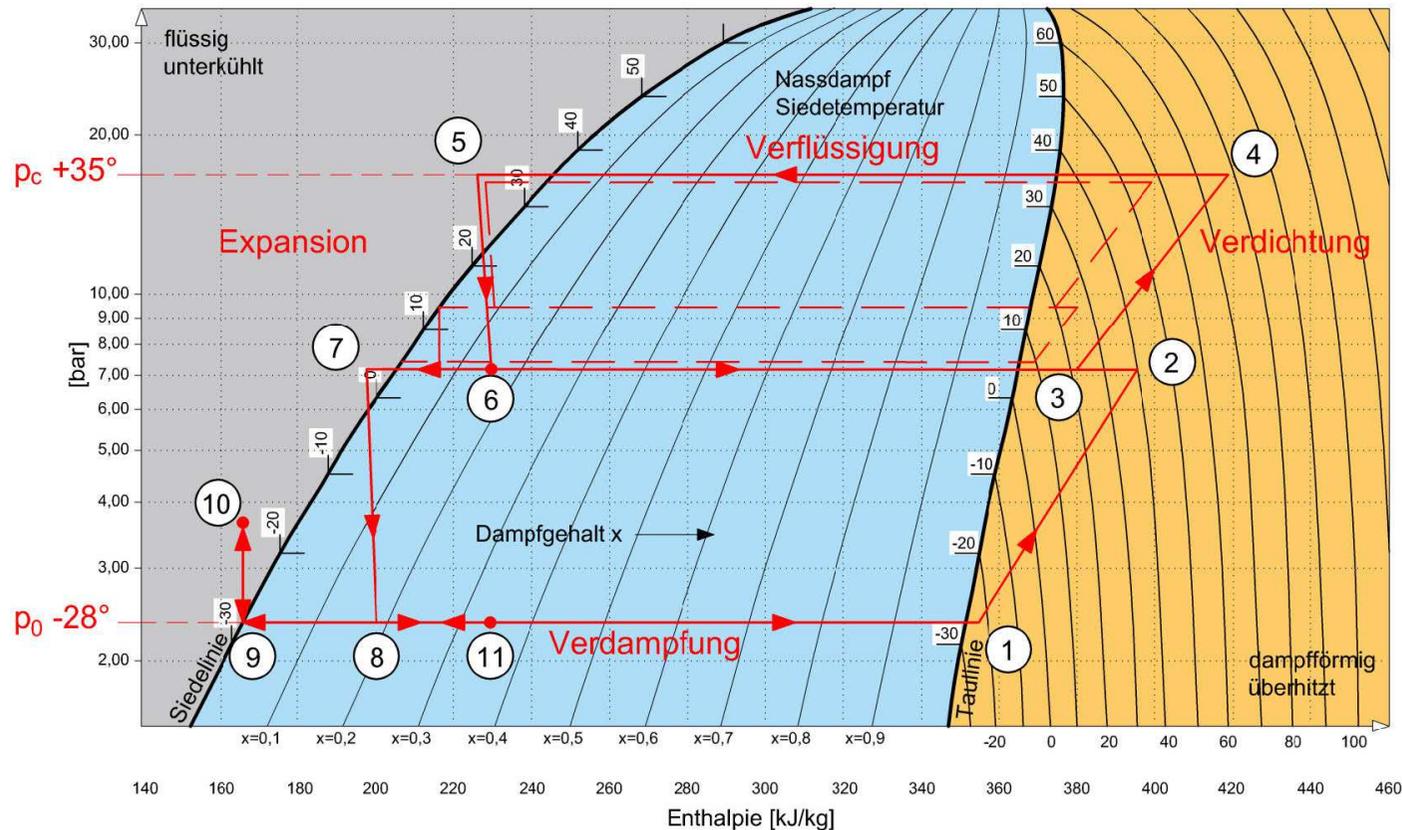


Foto: Verbundanlage



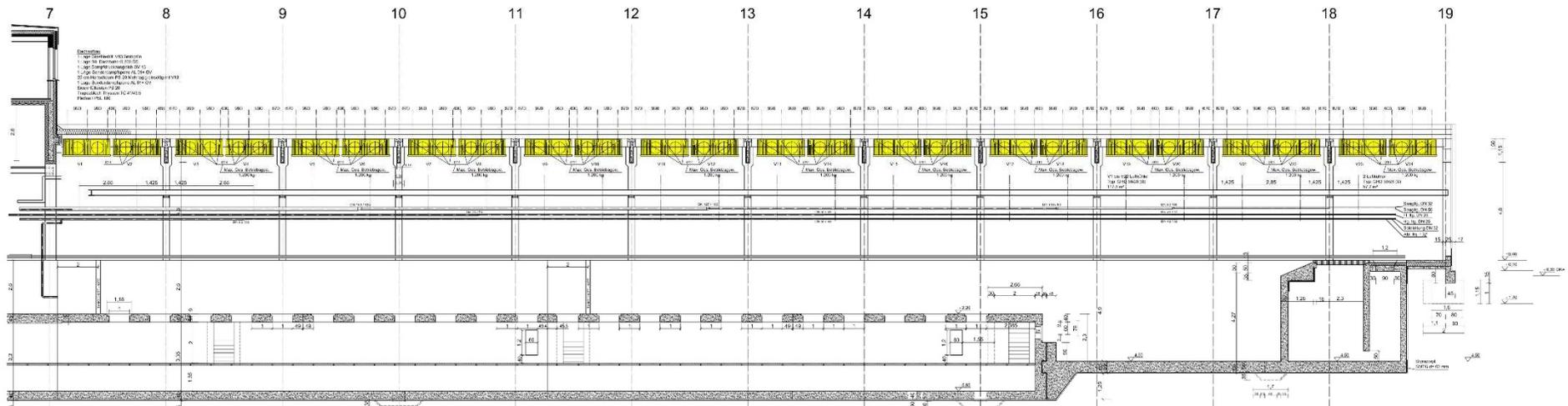
Foto: Verbundanlage

R507a

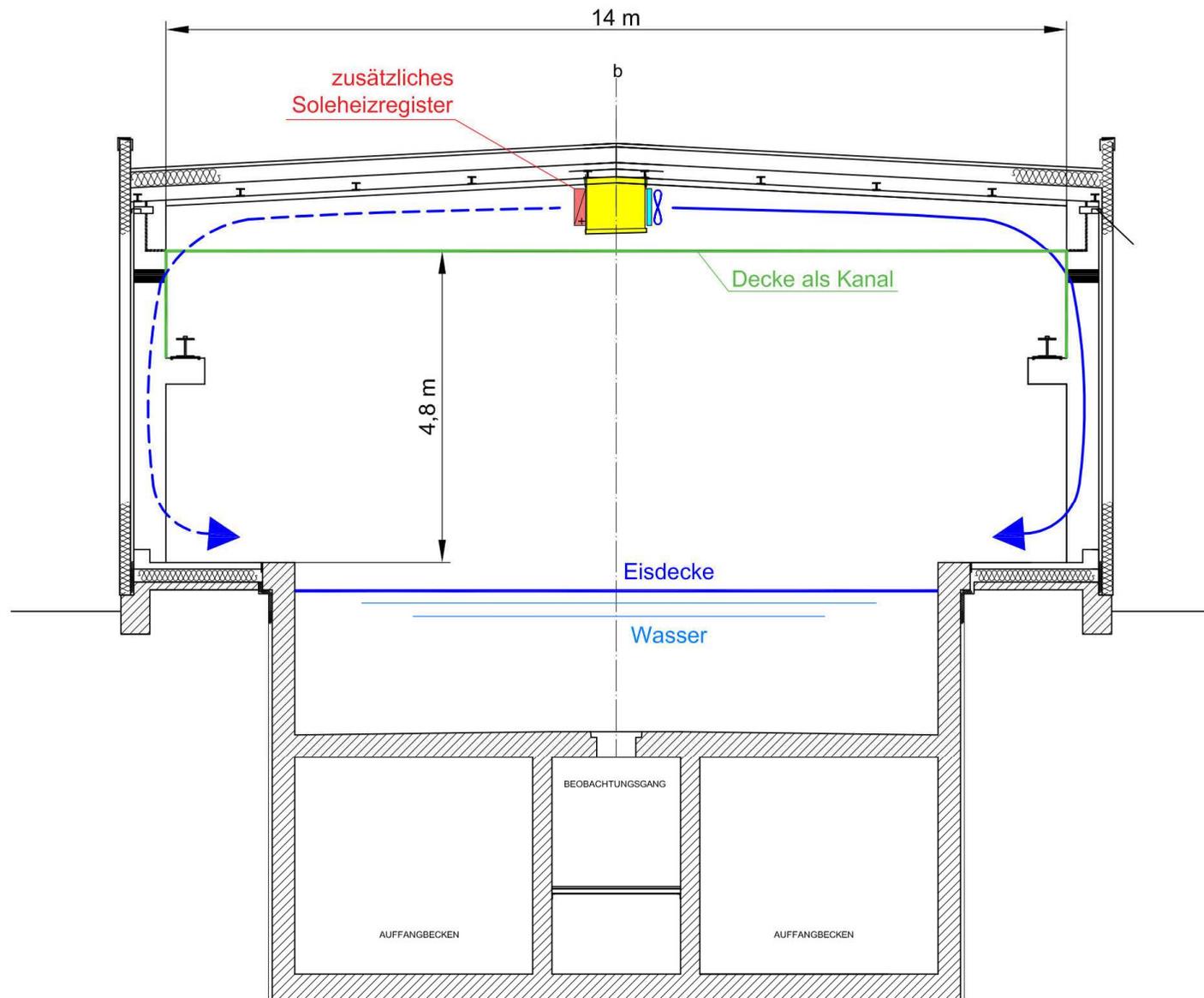


- |  |  |
|--|--|
| 1 - 2 = Verdichtung                            | 8 - 9 = Flüssigkeitsabscheidung im Abscheider  |
| 2 - 3 = Eco - Drosselgas - Beimischung         | 8 - 1 = Drosselgas nach Kompressor             |
| 3 - 4 = Verdichtung                            | 9 - 10 = Kältemittelpumpe                      |
| 4 - 5 = Kondensation                           | 10 - 9 = Drosselventil an den Kühlern          |
| 5 - 6 = Entspannung 1. Stufe                   | 9 - 1 = Verdampfung in den Kühlern             |
| 6 - 3 = Drosselgas nach Kompressor             | 11 = Kältemittel von Kühlern nach Abscheider   |
| 6 - 7 = Flüssigkeitstrennung im Eco-Abscheider | 11 - 9 = Flüssigkeitsabscheidung im Abscheider |
| 7 - 8 = Entspannung 2. Stufe                   | 11 - 1 = Gas nach Kompressor                   |
|  | --- = Anlage im Antaubetrieb                   |

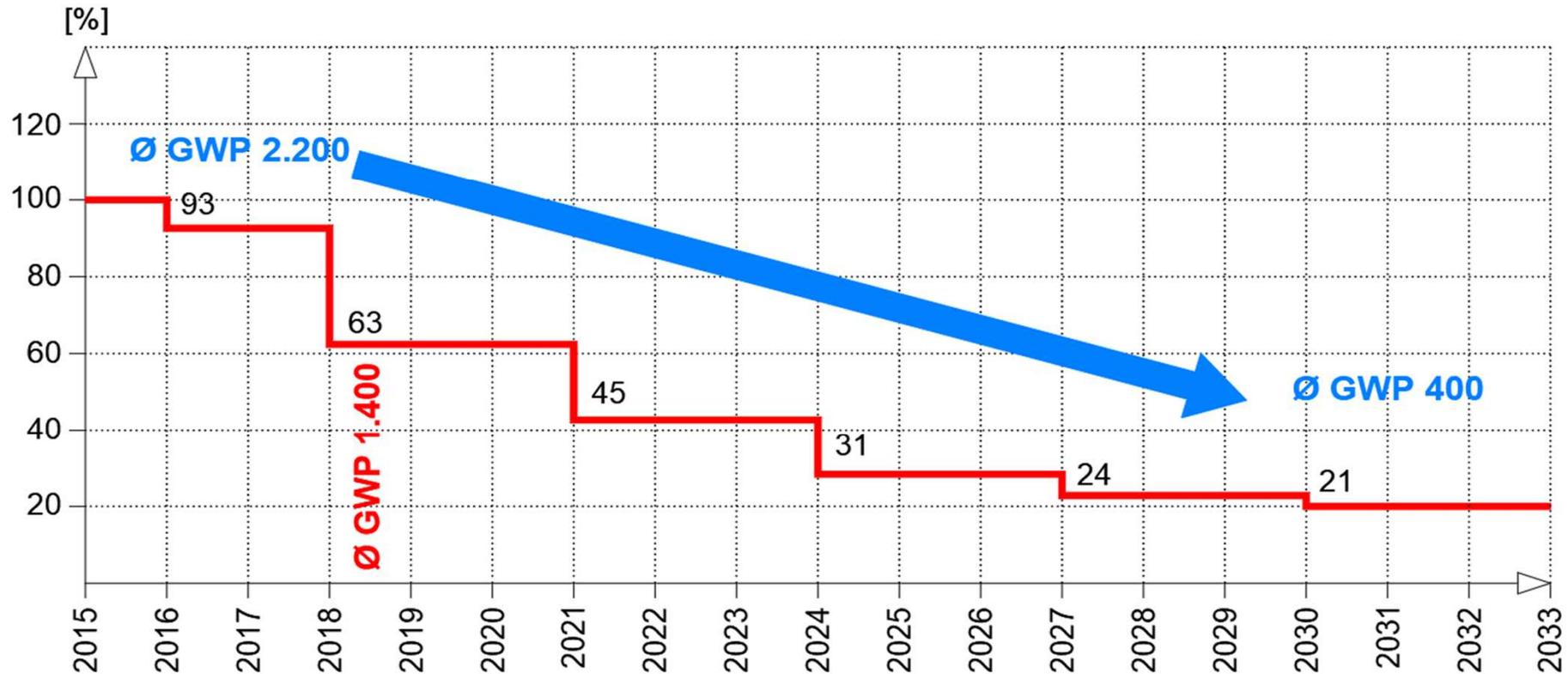




- Abtauung erfolgt durch Heißgas
- zur zusätzlichen Beheizung Soleheizregister
- Verdampfer werden überflutet (Pumpenbetrieb) betrieben



Zulässige CO<sub>2</sub>-Äquivalente = Kältemittelmasse x GWP

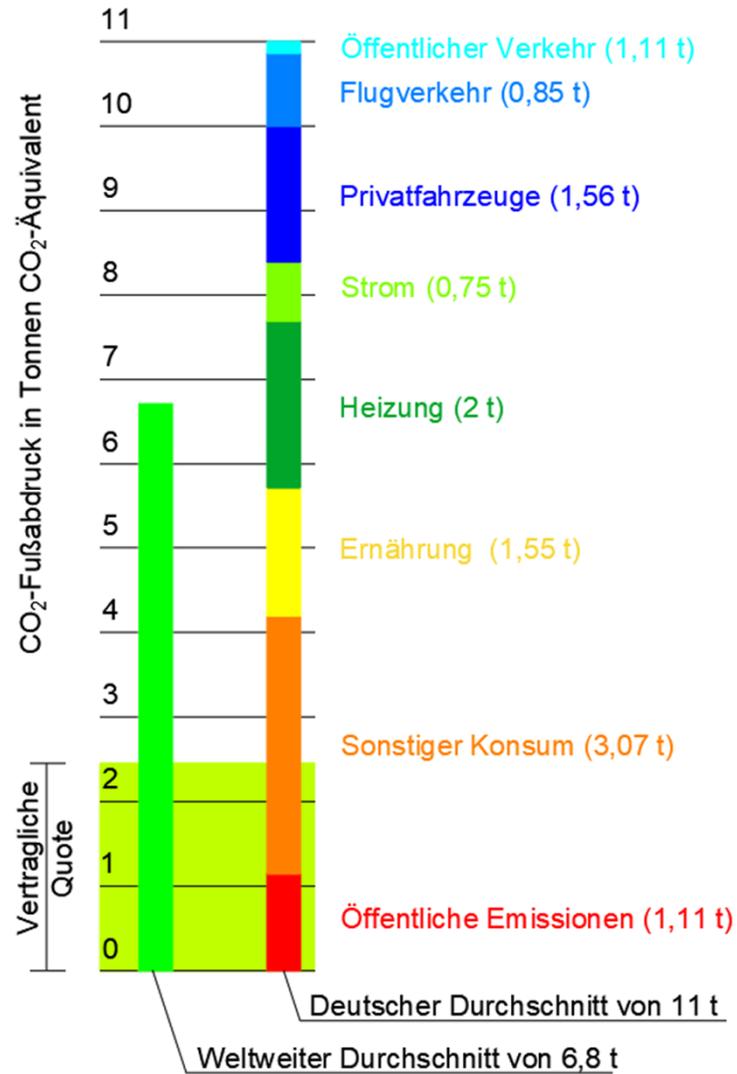


Quelle: Vortrag Westfalen "Innovation on Tour Herbst 2017"  
Gas | Energieversorgung | Tankstellen

- GWP-Wert R507 = 3.985
- CO<sub>2</sub>-Äquivalent: 2.100 kg x 3.985 ≈ 8.350 t

# Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Fußabdruck



Quelle ENERATIO: (<https://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Bilanz>)

Quellen: Deutscher Durchschnitt und vertragliche Quote: UBA ([uba.klima-aktiv.de](http://uba.klima-aktiv.de)), WRI ([wir.org](http://wir.org)) und PRB ([prb.org](http://prb.org))

### Variante I:

- Beibehaltung des Kältemittels R507a

### Variante II:

- Umstellung des Kältemittels von R507a auf R449a

### Variante III:

- Umstellung der Verbraucherkreise auf Sole

### Variante IV:

- Erneuerung der Anlagentechnik als Neubau als transkritische CO<sub>2</sub>-Kälteanlage

### Variante V:

- Umbau der vorhandenen Anlagentechnik als Kaskade, Umbau zeitversetzt in 2 Phasen (möglich)

## Beibehaltung des Kältemittels (R507a)

- Erweiterung der Gaswarnanlage
- Nachrüstung von Schnellschlußventilen
- Anpassung der GLT, Ablaufplan

### Pro

- Geringe Baukosten
- Reduzierung des Risikos einer unerkannten Leckage

### Contra

- Ziel der F-Gas-Verordnung nicht erreicht
- Verfügbarkeit von Ersatzkältemittel nicht Gewährleistet
- Kältemittelpreise ?

## Umstellung Kältemittel von R507a auf R449a

- GWP-Wert R449a = 1.397
- CO<sub>2</sub>-Äquivalent: 2.100 kg x 1.397 ≈ 2.950 t (Reduzierung um 65 %)
- Preis ca. 85 €/kg (R449a)

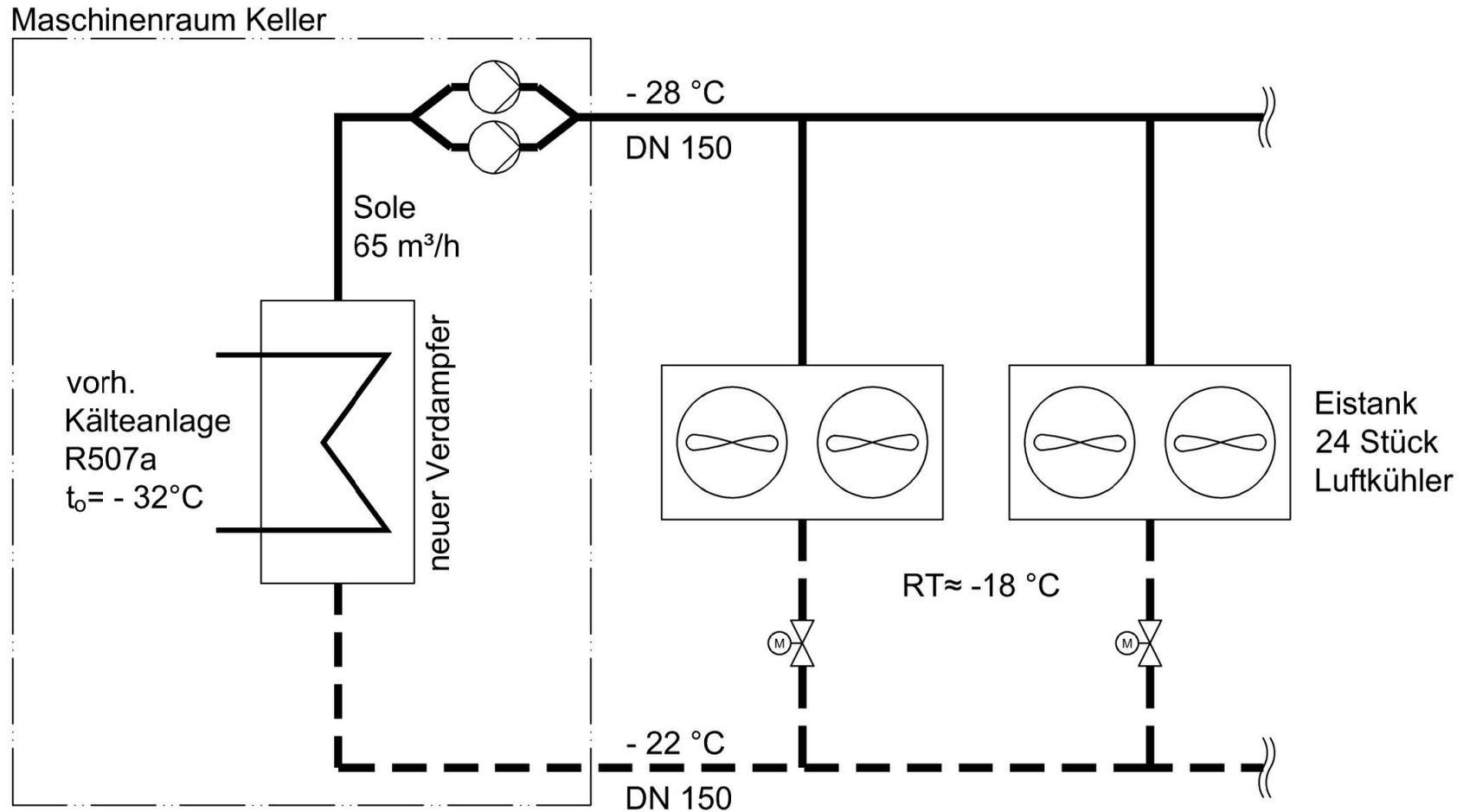
### Pro

- Reduzierung des GWP-Wertes
- Gesicherter Betrieb bis ca. 2024
- angemessene Baukosten

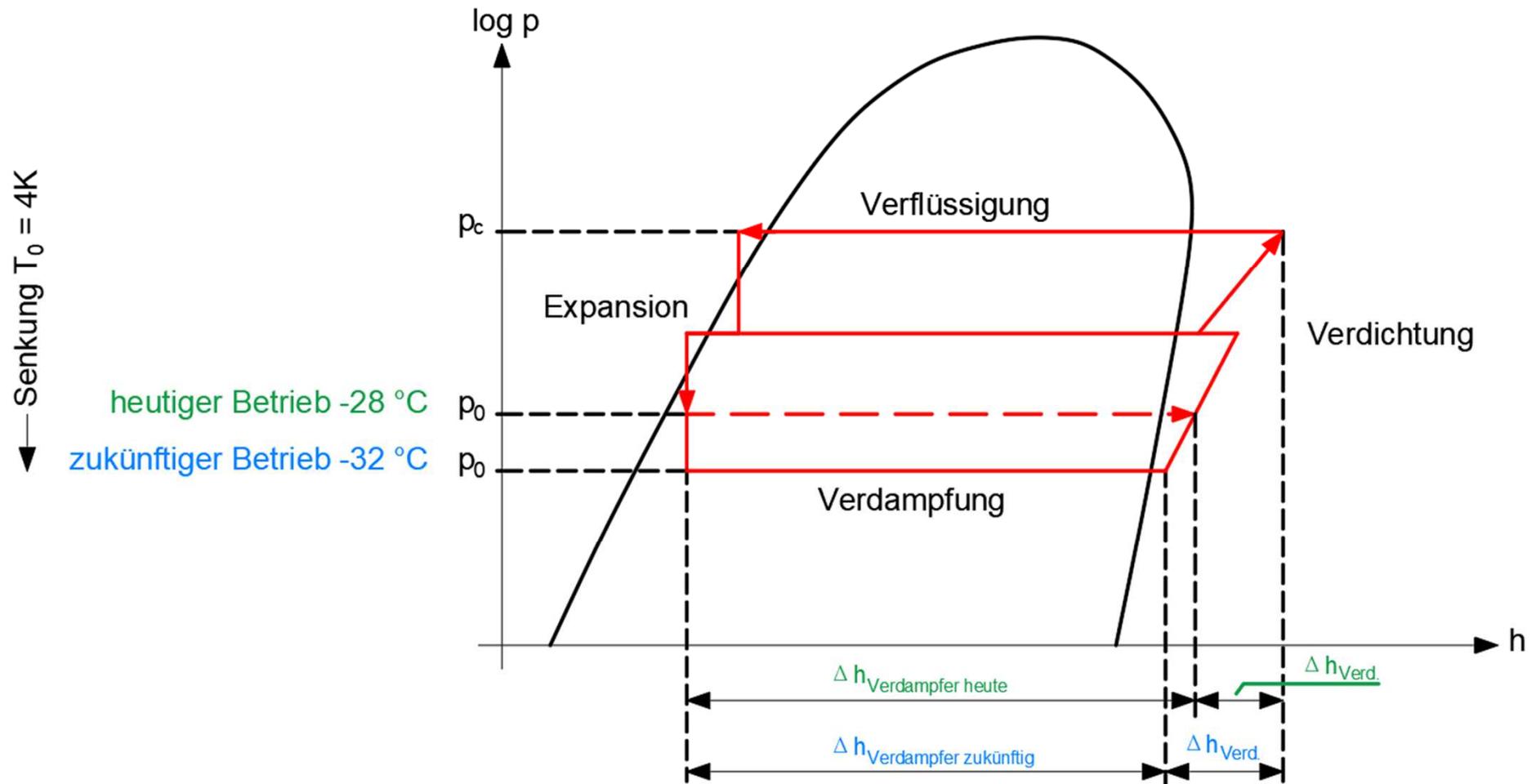
### Contra

- nur als Übergangslösung geeignet

## Umstellung des Sekundärkreises auf Sole



## Umstellung des Sekundärkreises auf Sole



## Umstellung des Sekundärkreises auf Sole

- Vergrößerung der Kühler, Reduzierung Wärmeübergang

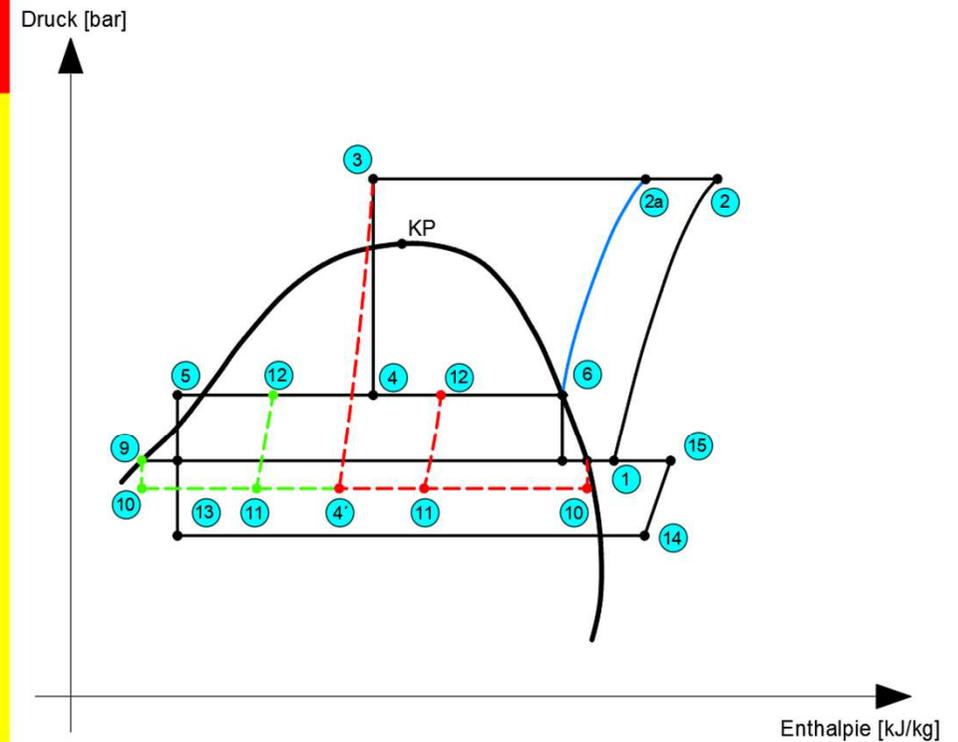
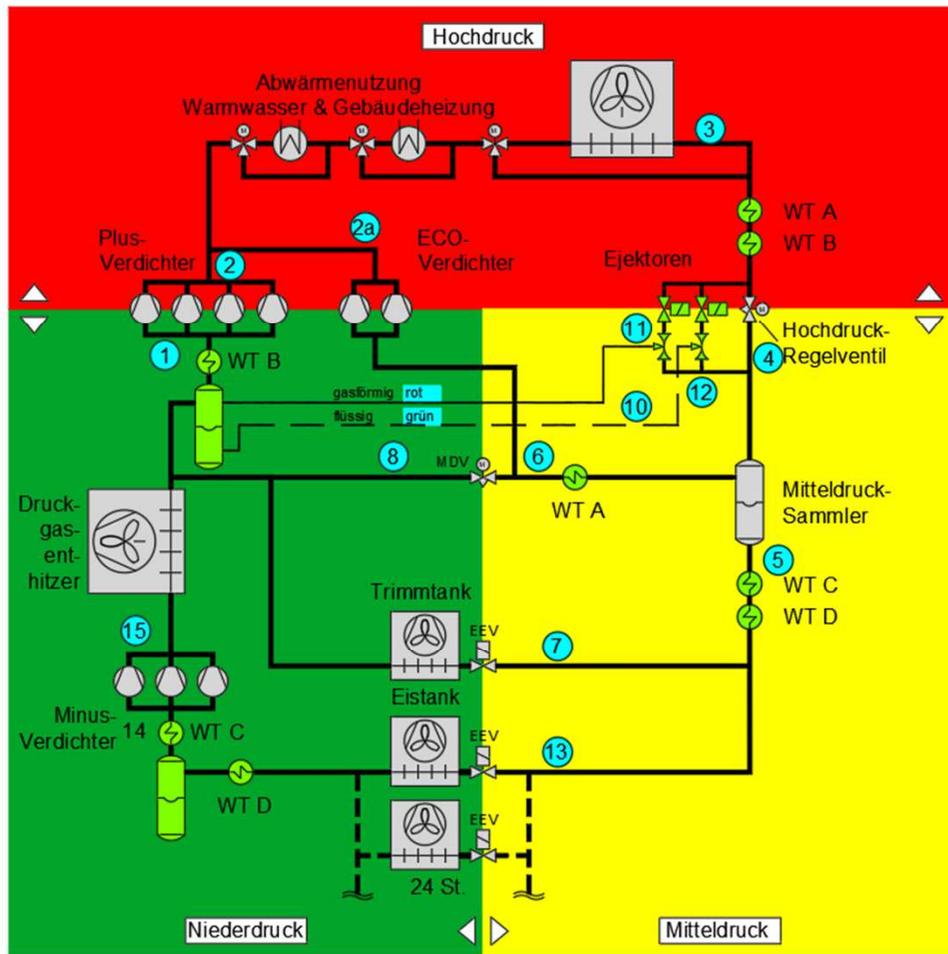
### Pro

- Reduzierung des Füllvolumens

### Contra

- höhere Stromaufnahme, Verschlechterung Wirkungsgrad
- größere Luftkühler (kann daher nicht umgesetzt werden)

# Neubau einer transkritischen CO<sub>2</sub>-Anlage



## Neubau einer transkritischen CO<sub>2</sub>-Anlage

- hohe Investitionskosten
- vollständige neue Anlagentechnik
- Wärmerückgewinnung leistungsfähig

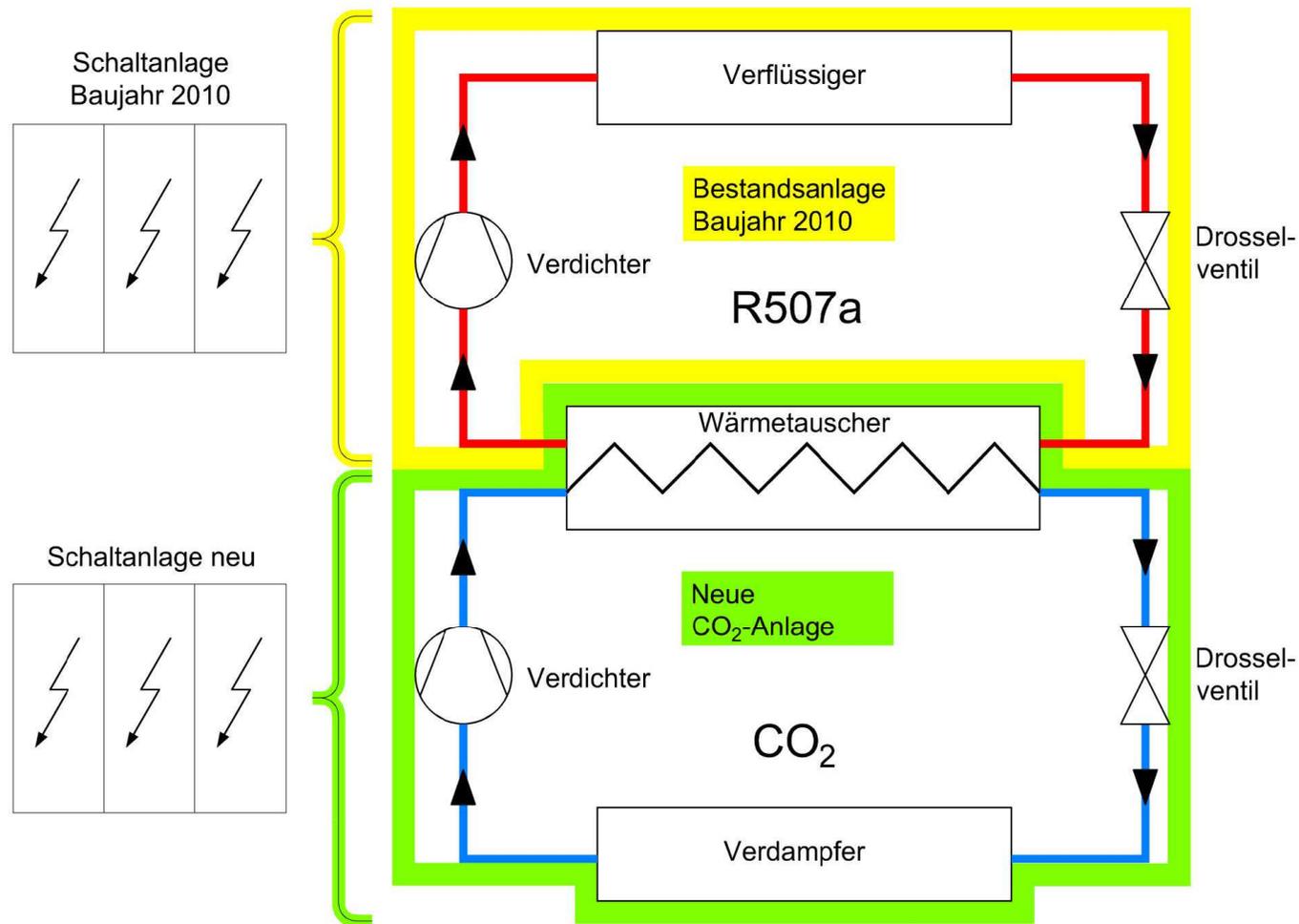
### Pro

- natürliche Kältemittel
- zukunftsfähig
- nicht entzündlich
- sehr gute Wärmeübertragung
- hohe Volumetrische Kälteleistung

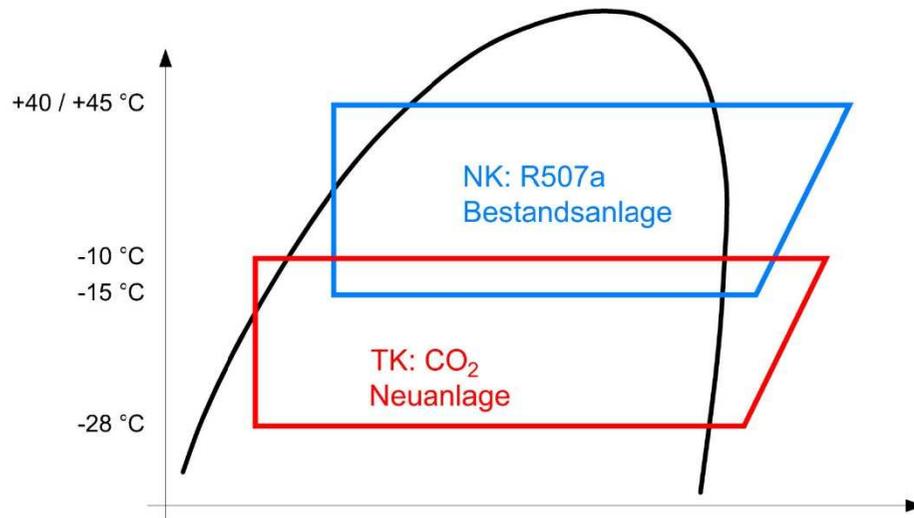
### Contra

- sehr komplexer Anlagenaufbau
- hohe Investitionskosten
- Sauerstoffverdrängend (Gaswarnanlage)

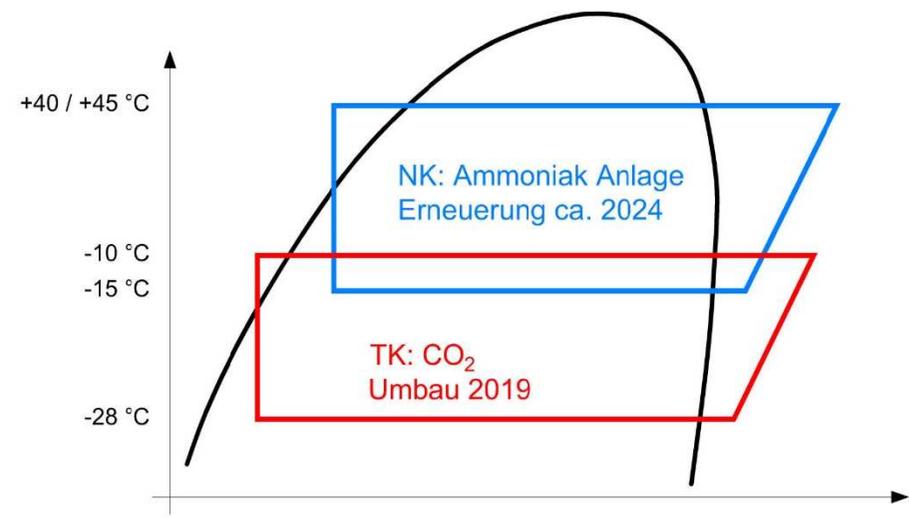
## Umbau der vorh. Anlagentechnik als Kaskade (zeitversetzt in Phasen)



## Phase I



## Phase II



## Umbau der vorh. Anlagentechnik als Kaskade (zeitversetzt in Phasen)

- Umbau kann zeitversetzt oder als Neubau erfolgen
- komplettes Rohrnetz wird erneuert
- Abwärmenutzung möglich (niedriges Temperaturniveau)

### Pro

- natürliche Kältemittel
- bewährte Anlagentechnik
- hohe volumetrische Kältearbeit (NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>)
- Umbau in 2 Phasen möglich
- hoher Wirkungsgrad

### Contra

- Beim Umbau in 2 Stufen Verschlechterung des Wirkungsgrades, da der Betriebspunkt der Bestandsanlage sich verschiebt
- Abwärmenutzung eingeschränkt, Abtauung erfolgt über Sole



**HSVA**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

Ingenieurbüro für rationellen Energieeinsatz  
Dipl.-Ing. Michael Müller  
Alsterdorfer Straße 276, 22297 Hamburg  
Telefon: 040/ 514828 24, Telefax: 040/ 514828 –10,  
E-Mail: michael.mueller@eneratio.de