

Schiessl Vortragsreihe 2018

1. Temperaturgleit

2. Retrofit R-404A vs. R-449A

3. R-455A

Maximilian Haberlik

Sales Manager Distributor (DACH)
Güntner GmbH & Co. KG



1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

- Kältemittel mit extrem hohen glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

1. Grundlagen

Kältemittelübersicht „4er-Reihe“



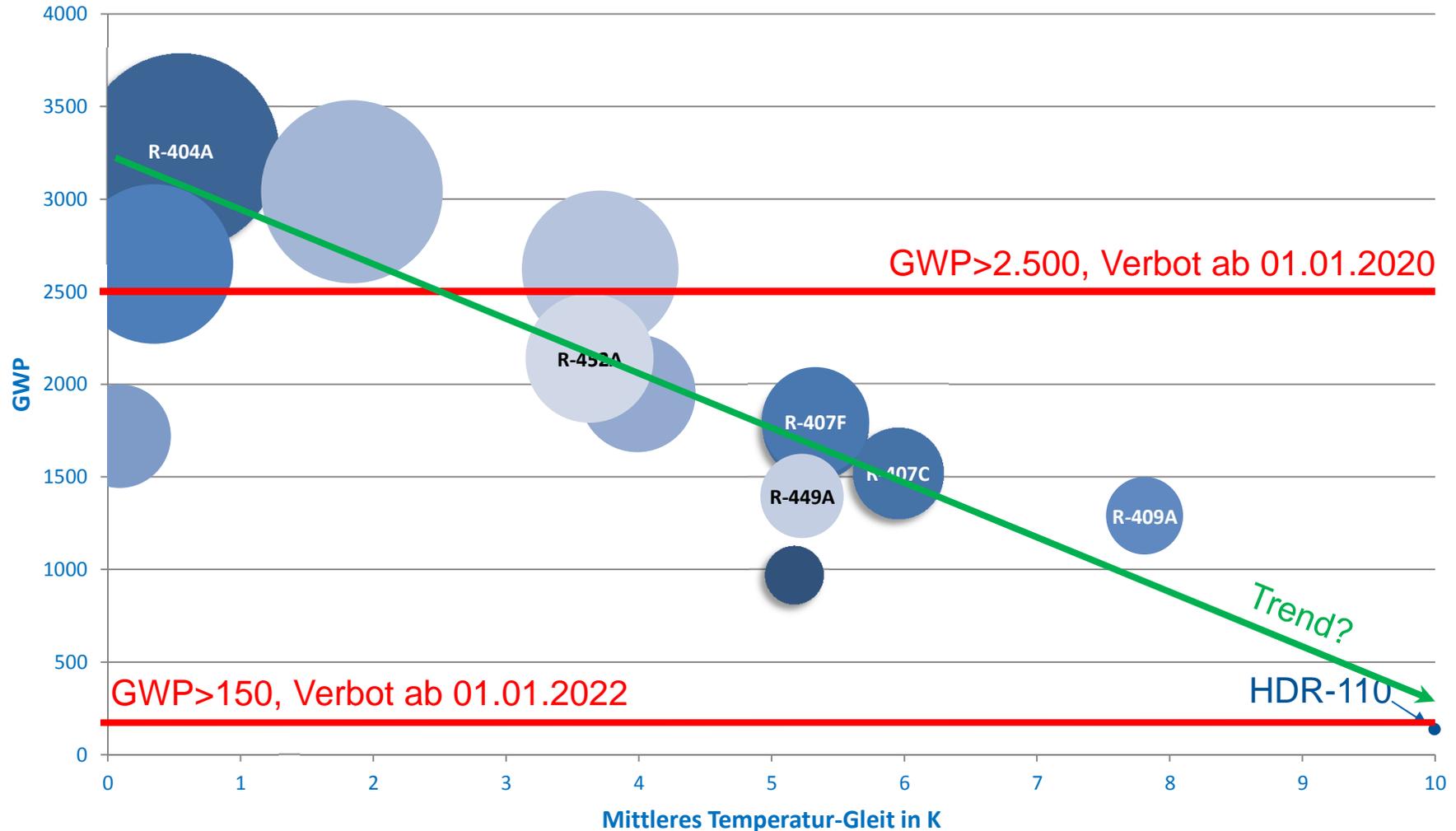
	Mittlerer Gleit in K	GWP
R-401A	5,17	970
R-402A	1,40	2.250
R-404A	0,55	3.922
R-407A	5,33	1.770
R-407C	5,95	1.774
R-407F	5,33	1.825
R-408A	0,35	2.650
R-409A	7,81	1.290
R-410A	0,09	2.088
R-417A	3,99	2.346
R-422A	1,84	3.143
R-422D	3,71	2.729
R-449A	5,23	1.397
R-452A	3,63	2.141

Kältemittelübersicht „4er-Reihe“

GWP vs. Mittleres Temperatur-Gleit



GWP und Temperatur-Gleit ausgewählter Kältemittel der "4er-Reihe"



Grundlagen

Zeotrope Kältemittel-Gemische



➤ Zeotrop (auch: nicht azeotrop)

- Gemisch verschiedener KM mit unterschiedlichen Siedepunkten
- Dies führt zu einem Temperatur-Gleit
- Alle KM-Gemische der „4er-Reihe“

➤ Beispiel R-449A = XP40



Kältemittel	Masseanteil in %	NSP in °C
R-32	24,3	-52
R-125	24,7	-48
R-1234yf	25,3	-30
R-134a	25,7	-26

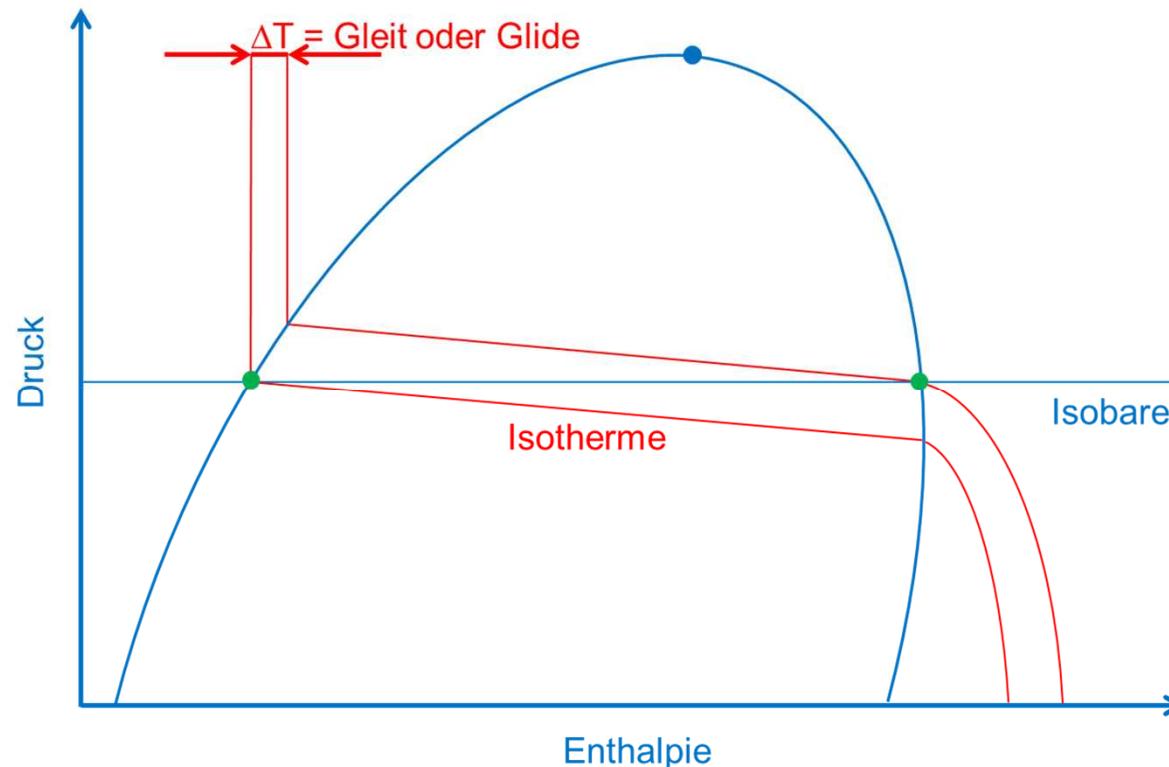
1. Grundlagen

Zeotrope Kältemittel-Gemische



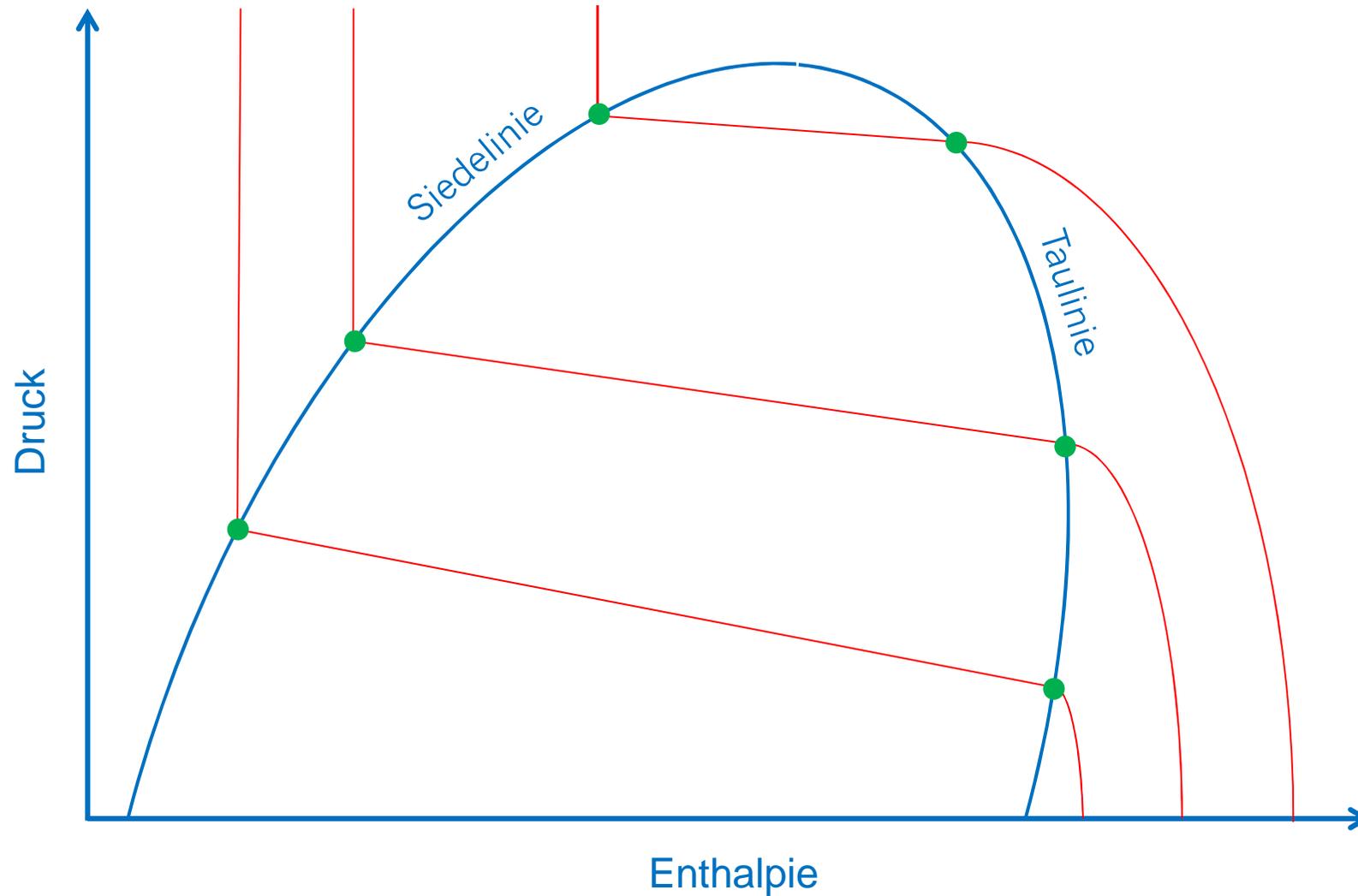
➤ Zeotrop (auch: nicht azeotrop)

- Gemisch verschiedener KM mit unterschiedlichen Siedepunkten
- Dies führt zu einem Temperatur-Gleit
- Alle KM-Gemische der „4er-Reihe“

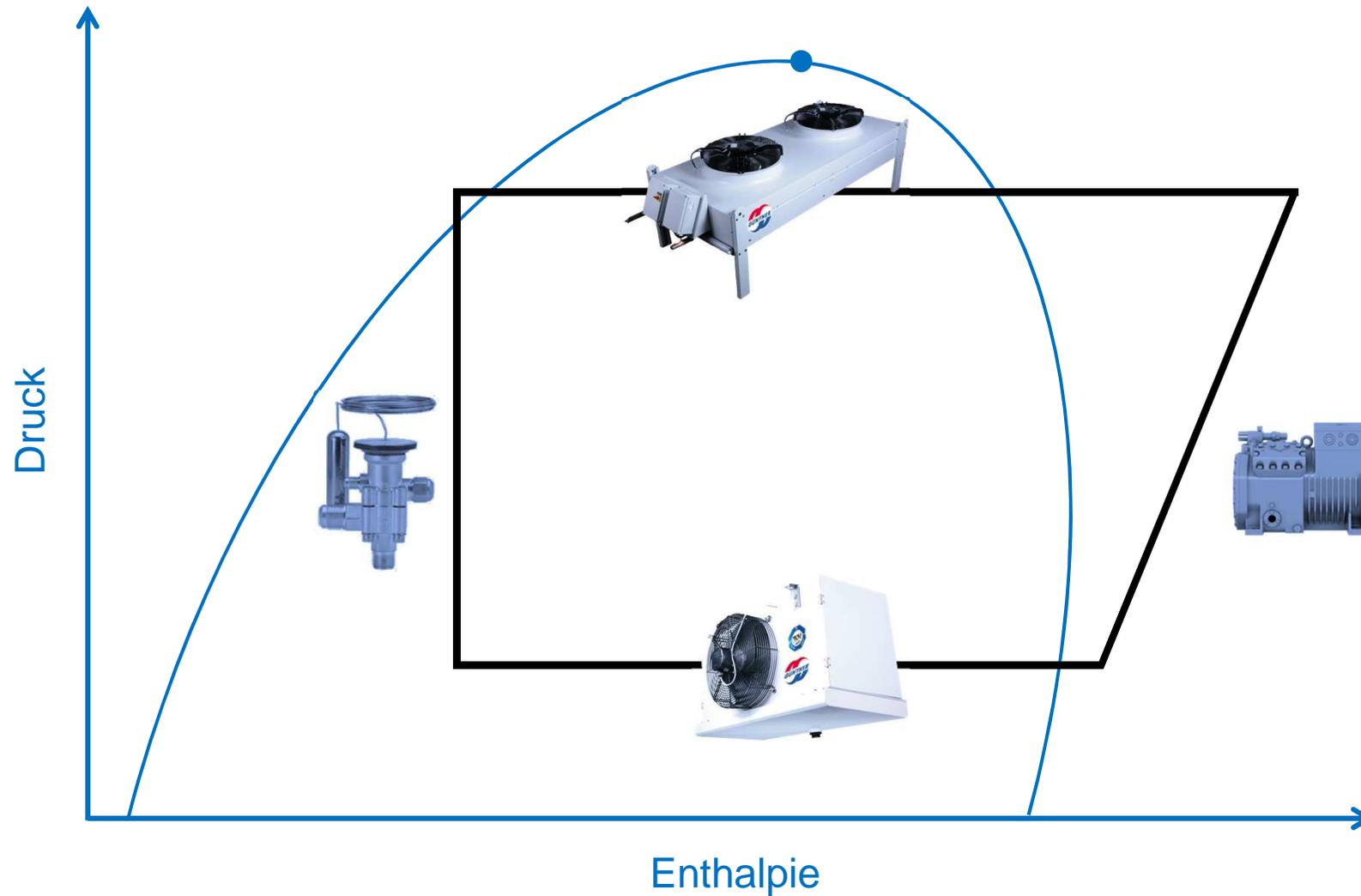


1. Grundlagen

Kältemittel der „4er-Reihe“



1. Einfluss des Temperatur-Gleits Auf Verflüssiger



1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



Verflüssiger	GCHC RD 040. 1/12-45		UI: 000025M
Leistung:	10.2 kW	Kältemittel:	R404A⁽¹⁾
Luftvolumenstrom:	7084 m ³ /h	Heißgastemperatur:	75.0 °C
Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	45.0 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	43.1 °C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.23 m ³ /h
K-Wert:	38.98 W/(m ² ·K)	Massenstrom:	235 kg/h
		Druckabfall:	0.31 bar / 0.65 K

Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m
Drehzahl:	1450 min ⁻¹		
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 k		
Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾		

Gesamte el. Leistungsaufnahme: 0.55 kW

Gehäuse:	Stahl verzinkt
Austauschfläche:	25.1 m ²
Rohrinhalt:	2.1 l

Verflüssiger	GCHC RD 040. 1/12-45		UI: 000025M
Leistung:	8.5 kW	Kältemittel:	R449A⁽¹⁾
Luftvolumenstrom:	7084 m ³ /h	Heißgastemperatur:	75.0 °C
Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	45.0 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	39.1 °C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	1.99 m ³ /h
K-Wert:	38.59 W/(m ² ·K)	Massenstrom:	161 kg/h
		Druckabfall:	0.19 bar / 0.41 K

Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m
Drehzahl:	1450 min ⁻¹	Schalleistung:	76 dB(A)
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾
Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾		

Gesamte el. Leistungsaufnahme: 0.55 kW Energieeffizienzklasse: E (2014)

Gehäuse:	Stahl verzinkt	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁵⁾
Austauschfläche:	25.1 m ²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁵⁾
Rohrinhalt:	2.1 l	Anschlüsse je Gerät:	

1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



Verflüssiger	GCHC RD 040. 1/12-45	UI: 000025M	
Leistung:	10.2 kW	Kältemittel: R404A⁽¹⁾	
Luftvolumenstrom:	7084 m³/h	Heißgastemperatur:	75.0 °C
Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	45.0 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	43.1 °C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.23 m³/h
K-Wert:	38.98 W/(m²·K)	Massenstrom:	235 kg/h
		Druckabfall:	0.31 bar / 0.65 K
Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m

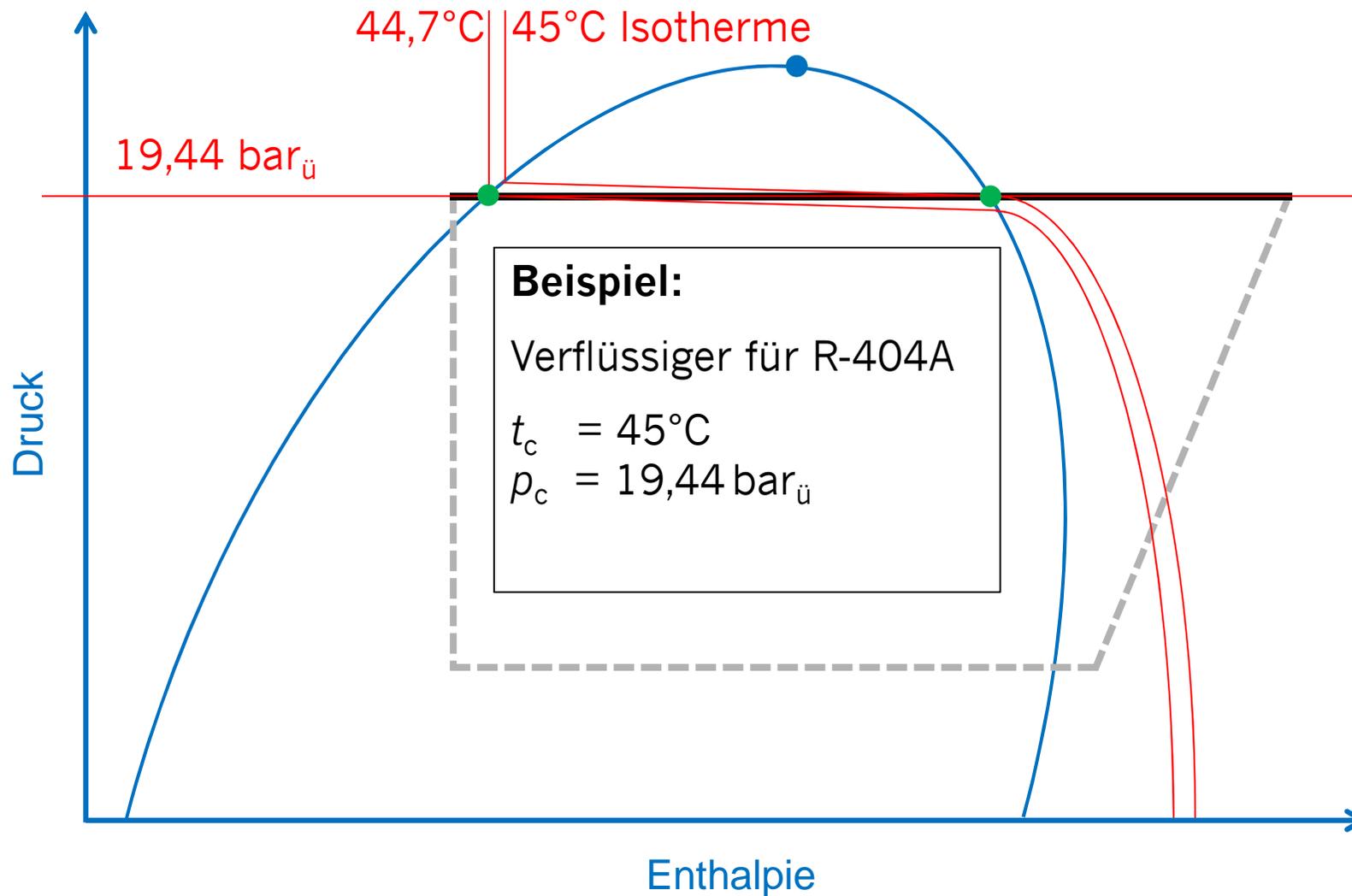
Drehzahl:	1450 min-1
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW
Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾
Gesamte el. Leistungsaufnahme: 0.55 kW	
Gehäuse:	Stahl verzinkt
Austauschfläche:	25.1 m²
Rohrinhalt:	2.1 l

Verflüssiger	GCHC RD 040. 1/12-45	UI: 000025M	
Leistung:	8.5 kW	Kältemittel: R449A⁽¹⁾	
Luftvolumenstrom:	7084 m³/h	Heißgastemperatur:	75.0 °C
Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	45.0 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	39.1 °C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	1.99 m³/h
K-Wert:	38.59 W/(m²·K)	Massenstrom:	161 kg/h
		Druckabfall:	0.19 bar / 0.41 K
Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m
Drehzahl:	1450 min-1	Schalleistung:	76 dB(A)
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾
Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾		

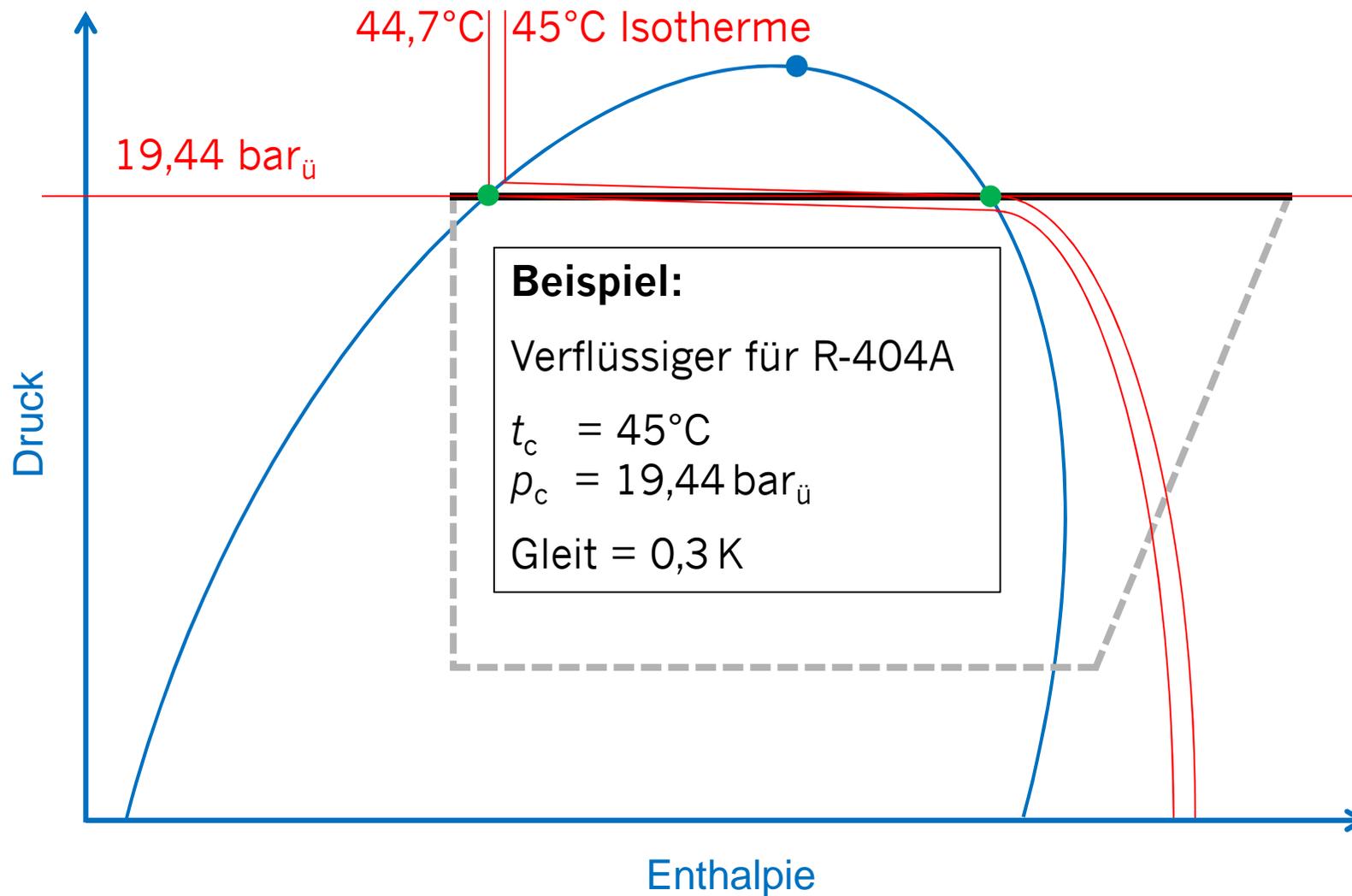
Gesamte el. Leistungsaufnahme: 0.55 kW	Energieeffizienzklasse:	E (2014)	
Gehäuse:	Stahl verzinkt	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁵⁾
Austauschfläche:	25.1 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁵⁾
Rohrinhalt:	2.1 l	Anschlüsse je Gerät:	

~ 17%
Minderleistung?

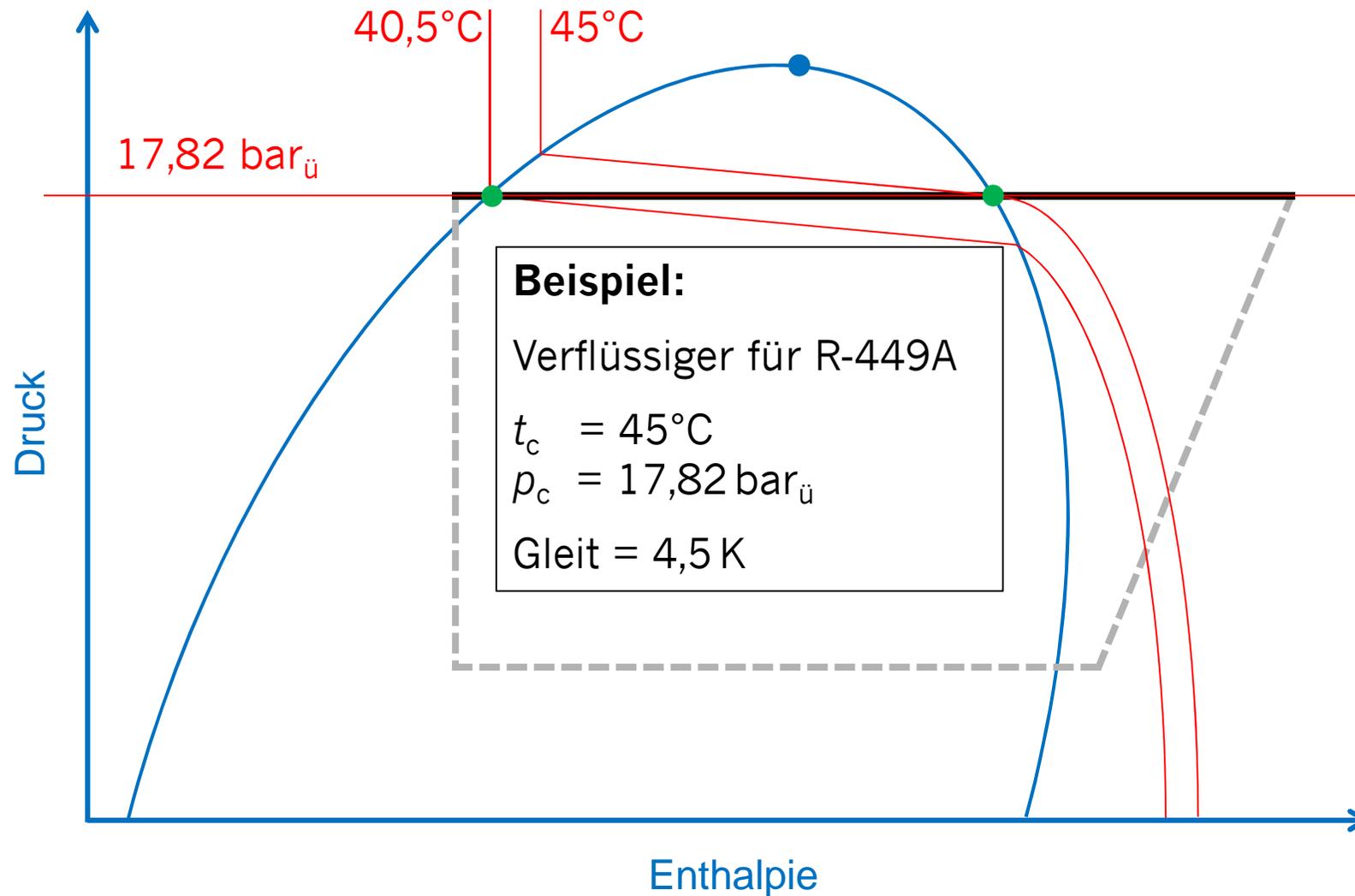
1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



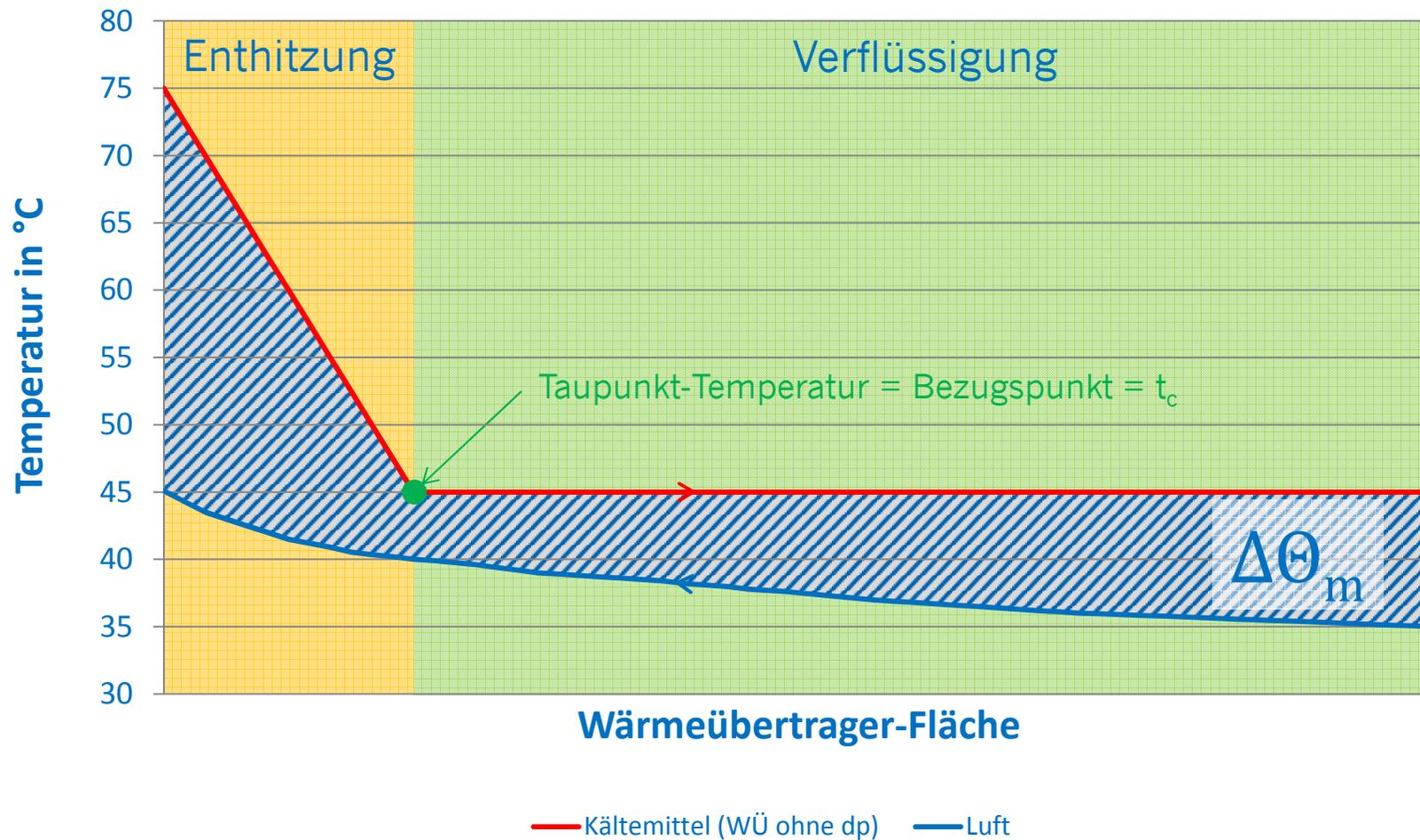
1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



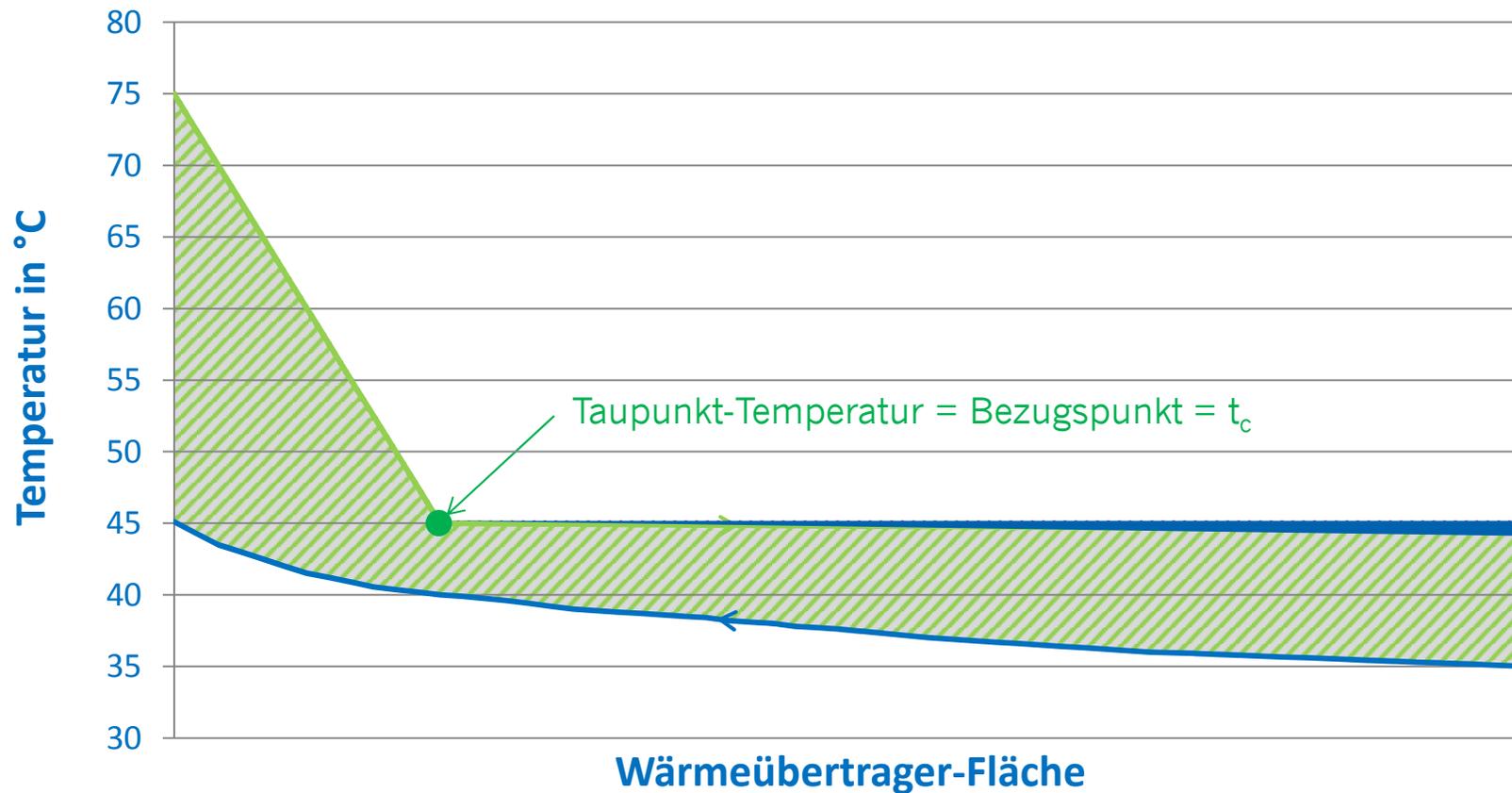
Idealer Verflüssiger mit Einstoff-Kältemittel im reinen Gegenstrom



1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



Realer Verflüssiger mit Einstoff-Kältemittel im reinen Gegenstrom

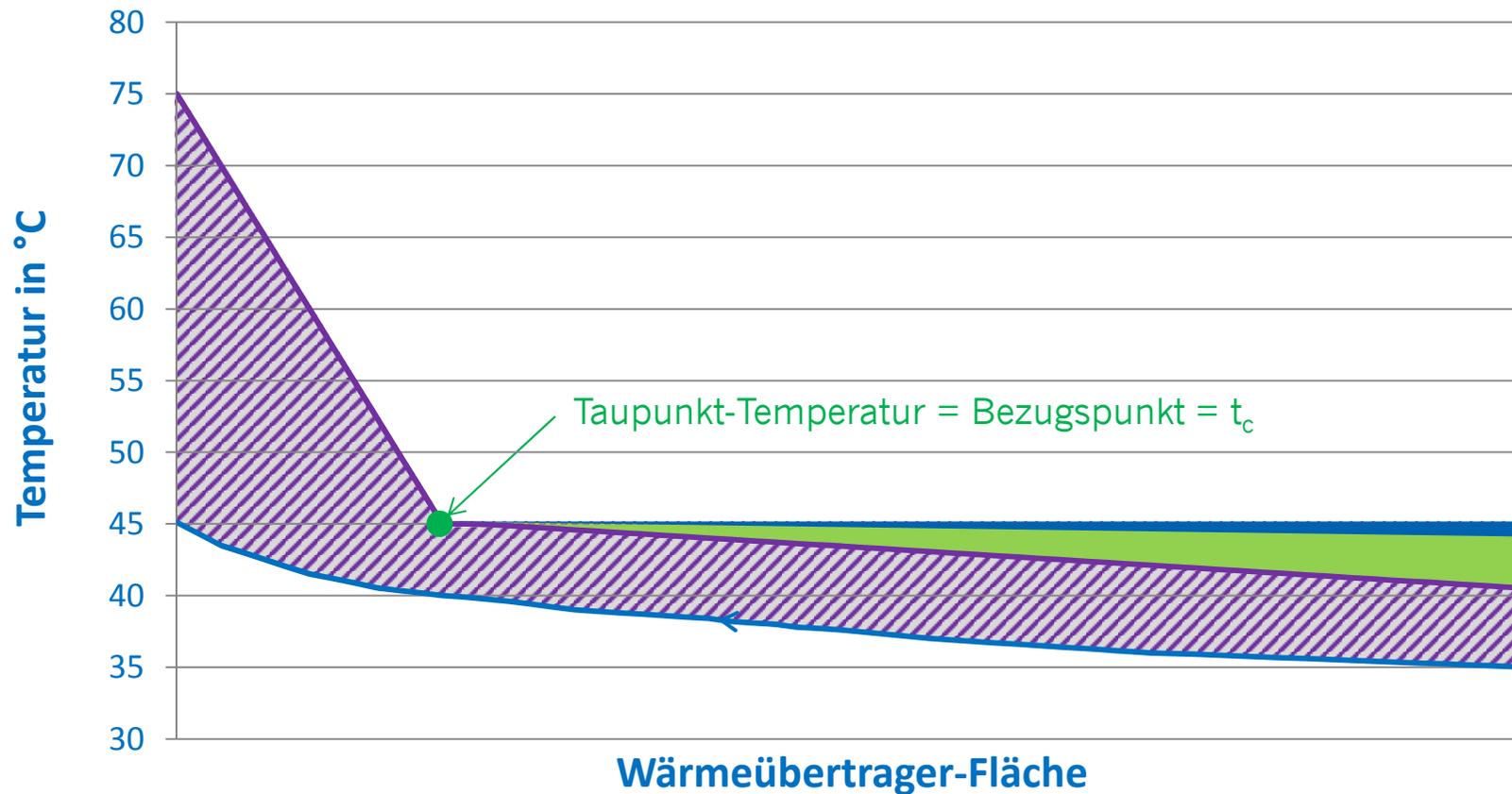


..... Kältemittel (WÜ ohne dp) — Kältemittel (WÜ mit dp) — Luft

1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



Realer Verflüssiger mit zeotropem Kältemittel-Gemisch im reinen Gegenstrom



..... Kältemittel (WÜ ohne dp) Kältemittel (WÜ mit dp) — Kältemittel mit Gleit — Luft

1. Der Temperatur-Gleit Verflüssiger



Der Temperatur-Gleit des Kältemittels führt zu einer kleineren Temperaturdifferenz am Verflüssiger.

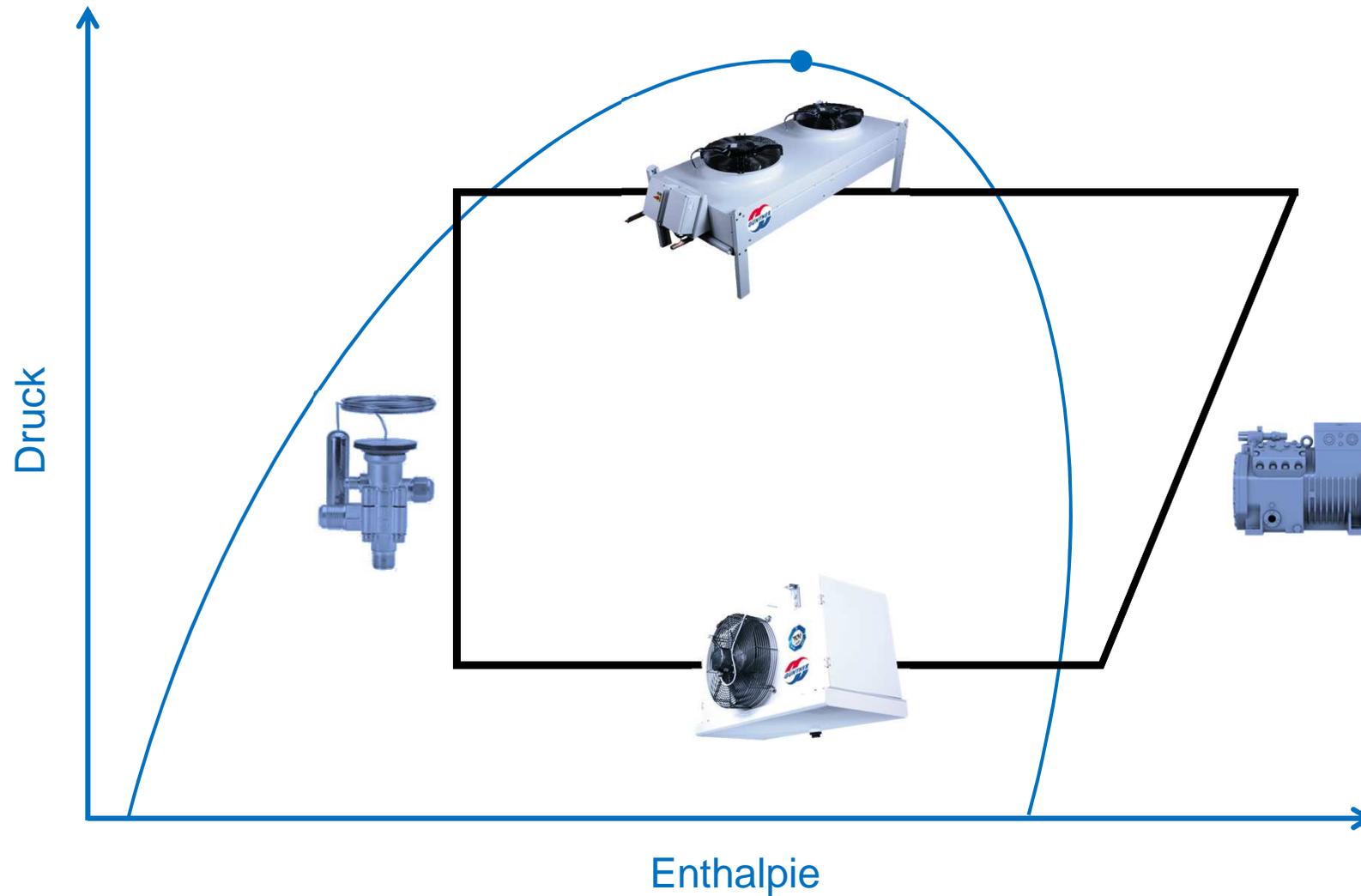
Die Verflüssiger-Leistung sinkt.

$$\downarrow \dot{Q} = k * A * \Delta T \downarrow$$

Erfolgt die Auslegung mit Taupunkt-Temperatur, werden die Verflüssiger im Vergleich zu Kältemitteln ohne Temperatur-Gleit größer.

$$= \dot{Q} = k * A \uparrow * \Delta T \downarrow$$

1. Einfluss des Temperatur-Gleits Auf Verdampfer



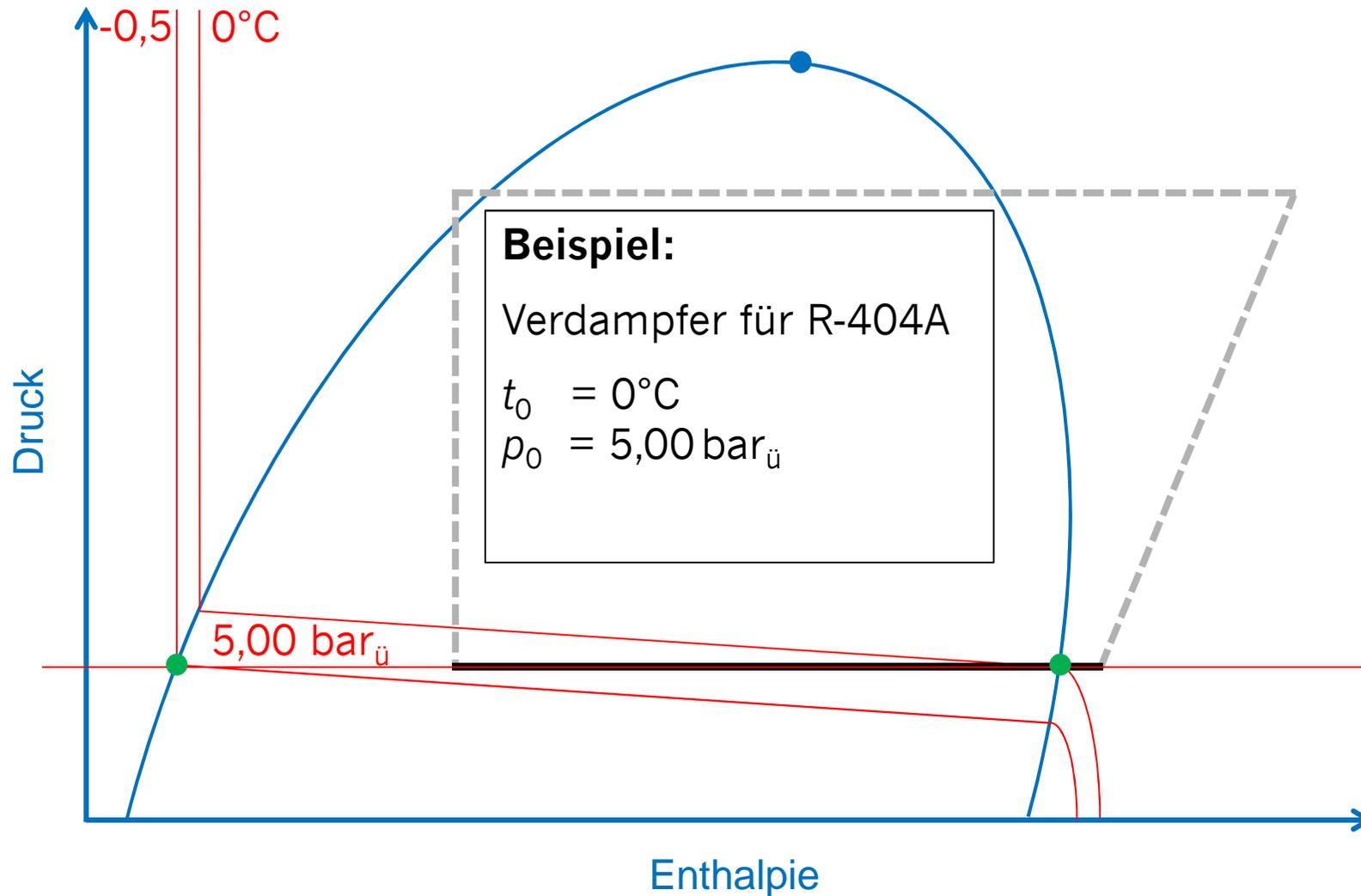
1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



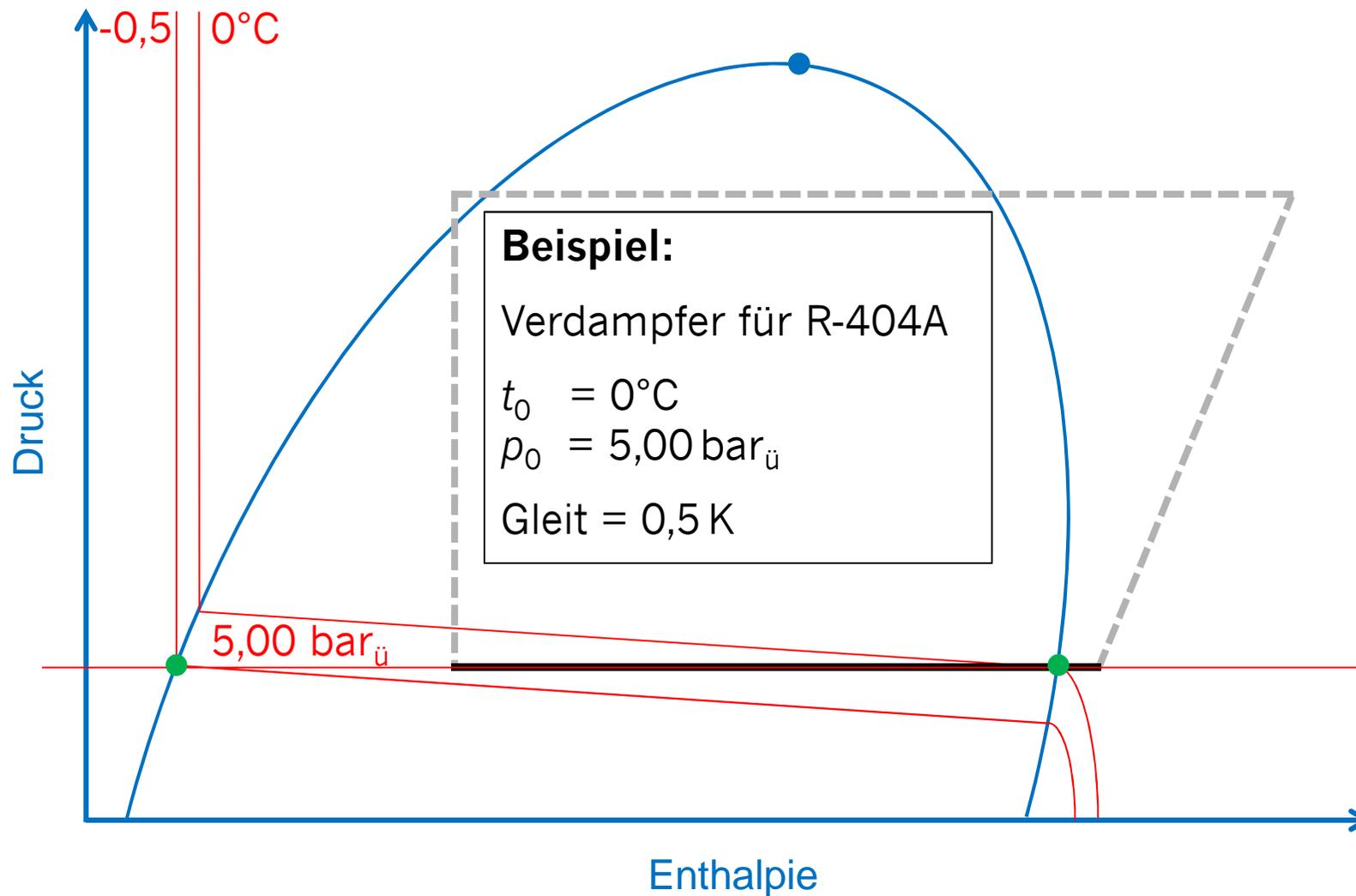
Verdampfer		GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P	
Leistung:	21.8 kW	Kältemittel:	R404A ⁽¹⁾		
Flächenreserve:	0.1 %	Verdampfungstemp.:	0.0 °C		
Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K		
Luftgeschwindigkeit:	2.7 m/s				
Luft Eintritt:	8.0 °C 72 %				
Luft Austritt:	3.9 °C 91 %				
Luftdruck:	1013 mbar				
Kondensat	3.38 kg/h				
K-Wert:	49.86 W/(m²·K)				
Ventilatoren (AC):	2 Stück 3~400V 50HzY/(-)				
Daten je Motor (Nominaldaten):					
Drehzahl:	1410 min-1 / (-)				
Leistung (mech./el.):	0.49 kW/0.62 kW				
Stromaufnahme:	1.45 A ⁽⁴⁾				
ErP:	Konform ⁽⁵⁾				
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	1.02 kW				
Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003				
Austauschfläche:	80.6 m²				
Rohrinhalt:	27.9 l				
Lam. Teilung:	7.00 mm				
Leergewicht:	143 kg ⁽⁷⁾				
Max. Betriebsdruck:	32.0 bar				

Verdampfer		GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P	
Leistung:	27.5 kW	Kältemittel:	R449A ⁽¹⁾		
Flächenreserve:	-0.1 %	Verdampfungstemp.:	0.0 °C		
Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K		
Luftgeschwindigkeit:	2.7 m/s				
Luft Eintritt:	8.0 °C 72 %	Kondensationstemp.:	45.0 °C		
Luft Austritt:	3.3 °C 91 %	Unterkühlungstemp.:	40.5 °C		
Luftdruck:	1013 mbar				
Kondensat	7.13 kg/h	Massenstrom:	738 kg/h		
K-Wert:	51.84 W/(m²·K)	Sens. Wärmeanteil:	82.0 %		
Ventilatoren (AC):	2 Stück 3~400V 50HzY/(-)				
Daten je Motor (Nominaldaten):		Schalldruckpegel:	59 dB(A) in 3.0 m		
Drehzahl:	1410 min-1 / (-)	Schallleistung:	81 dB(A)		
Leistung (mech./el.):	0.49 kW/0.62 kW	Wurfweite:	ca. 22 m ⁽³⁾		
Stromaufnahme:	1.45 A ⁽⁴⁾	Reif:	0.0 mm		
ErP:	Konform ⁽⁵⁾				
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	1.02 kW	Energieeffizienzklasse:	C (2014)		
Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁸⁾		
Austauschfläche:	80.6 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁶⁾		
Rohrinhalt:	27.9 l	Vert.-Dp:	1.2 bar		
Lam. Teilung:	7.00 mm	Saugstutzen:	42.0 * 1.60 mm		
Leergewicht:	143 kg ⁽⁷⁾	Eintrittsstutzen:	22.0 mm		
Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Kategorie I. Modu		

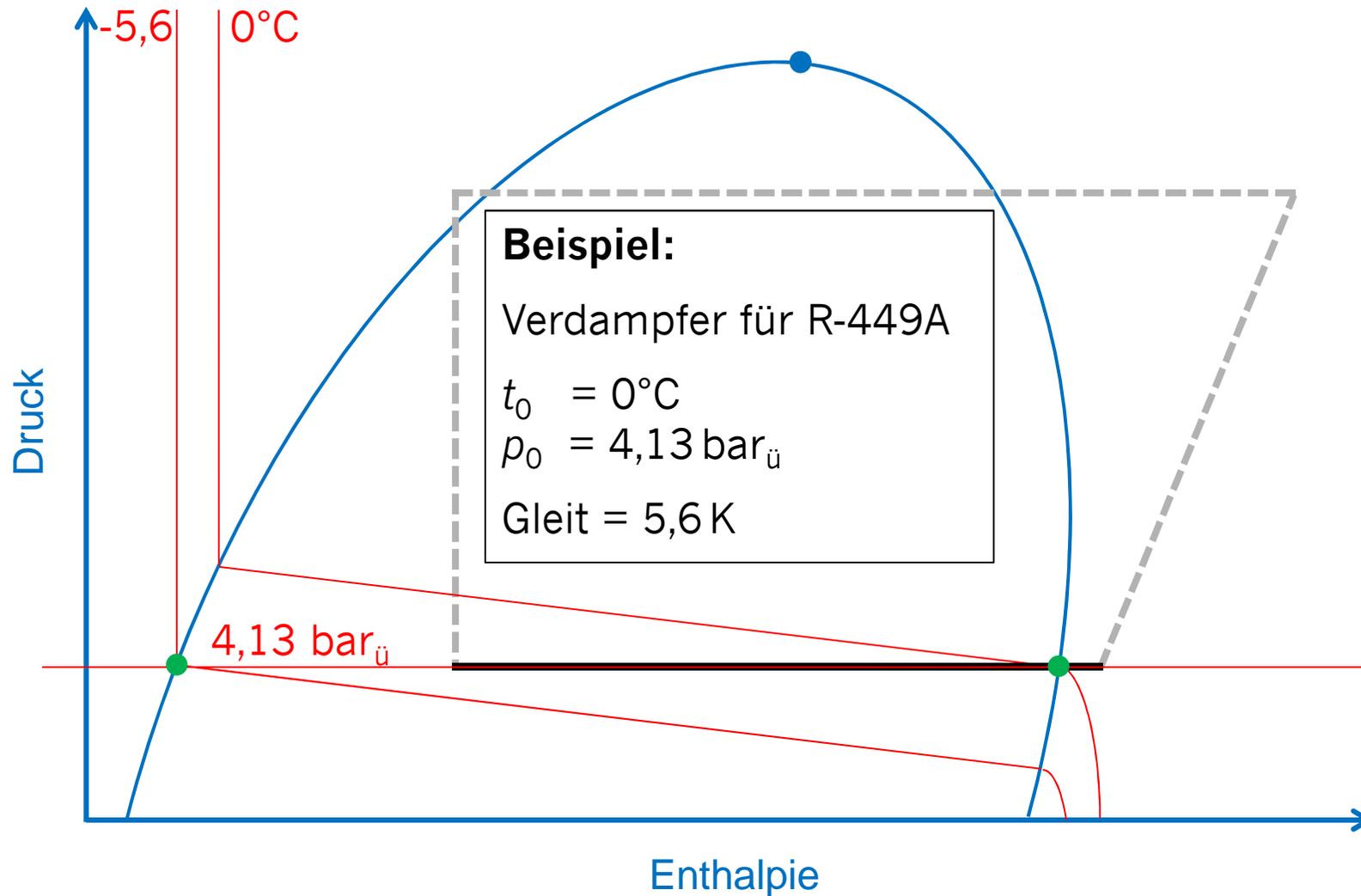
1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



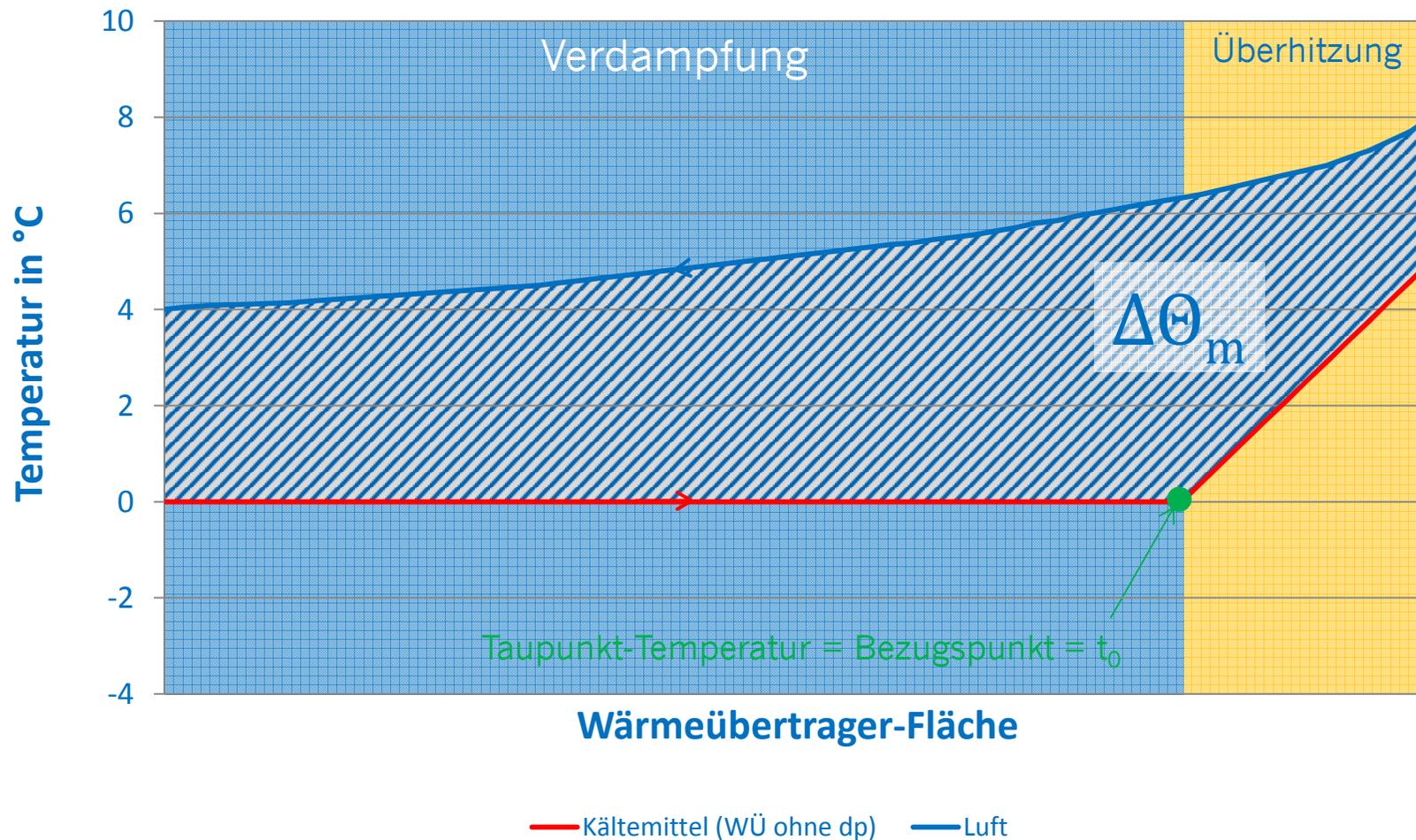
1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



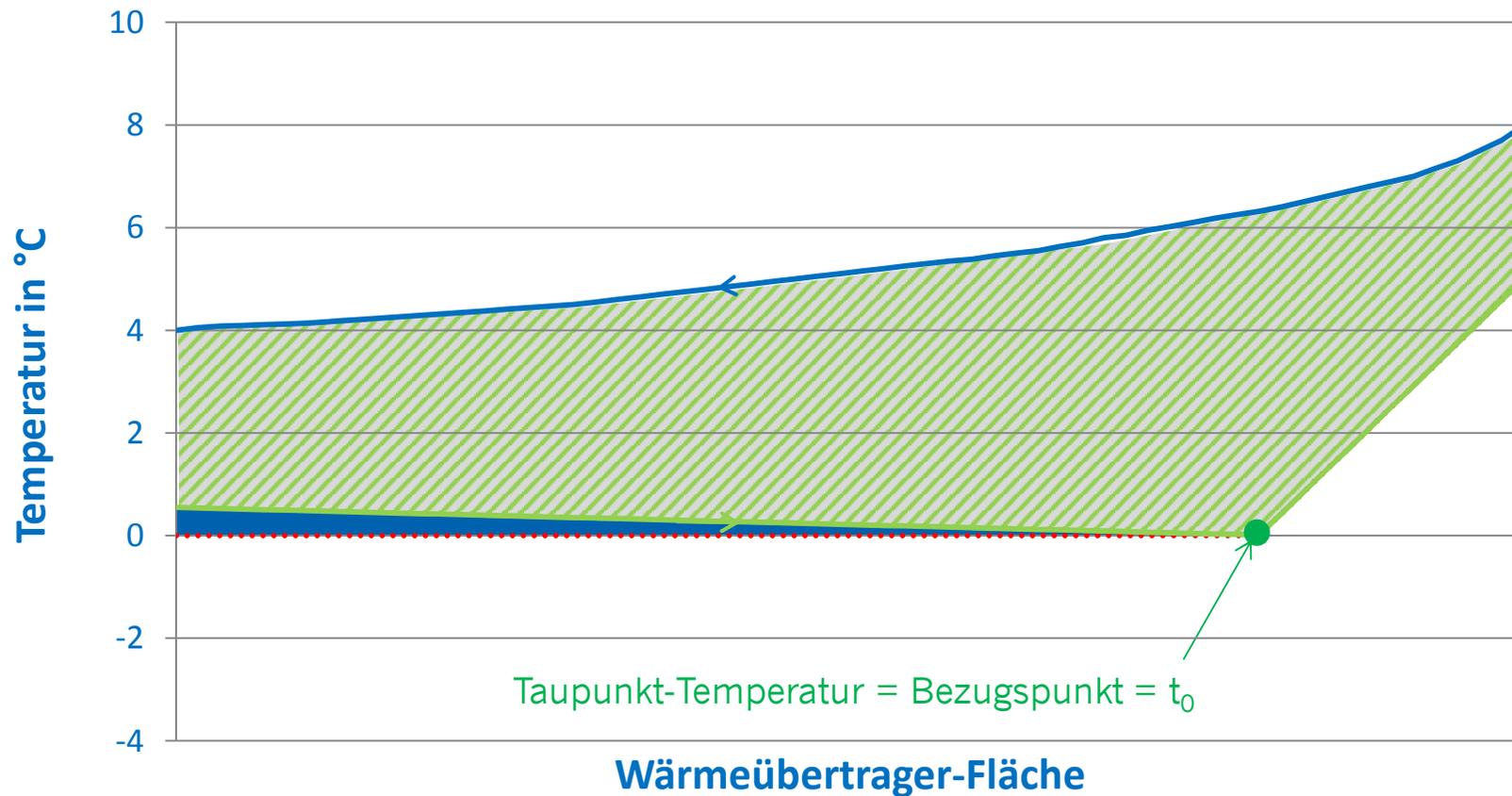
Idealer Verdampfer mit Einstoff-Kältemittel im reinen Gegenstrom



1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



Realer Verdampfer mit Einstoff-Kältemittel im reinen Gegenstrom

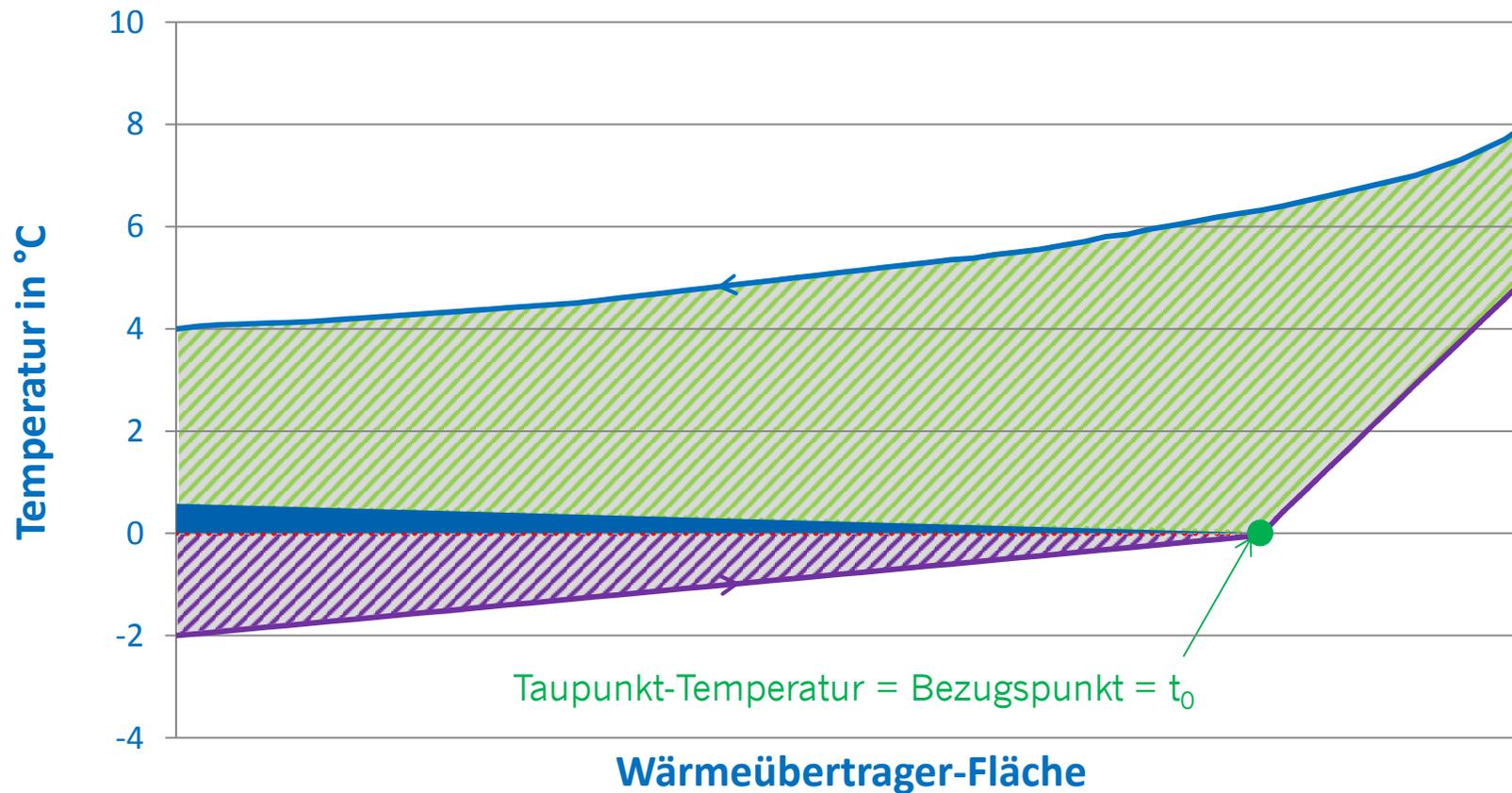


..... Kältemittel (WÜ ohne dp) — Kältemittel (WÜ mit dp) — Luft

1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



Realer Verdampfer mit zeotropem Kältemittel-Gemisch im reinen Gegenstrom

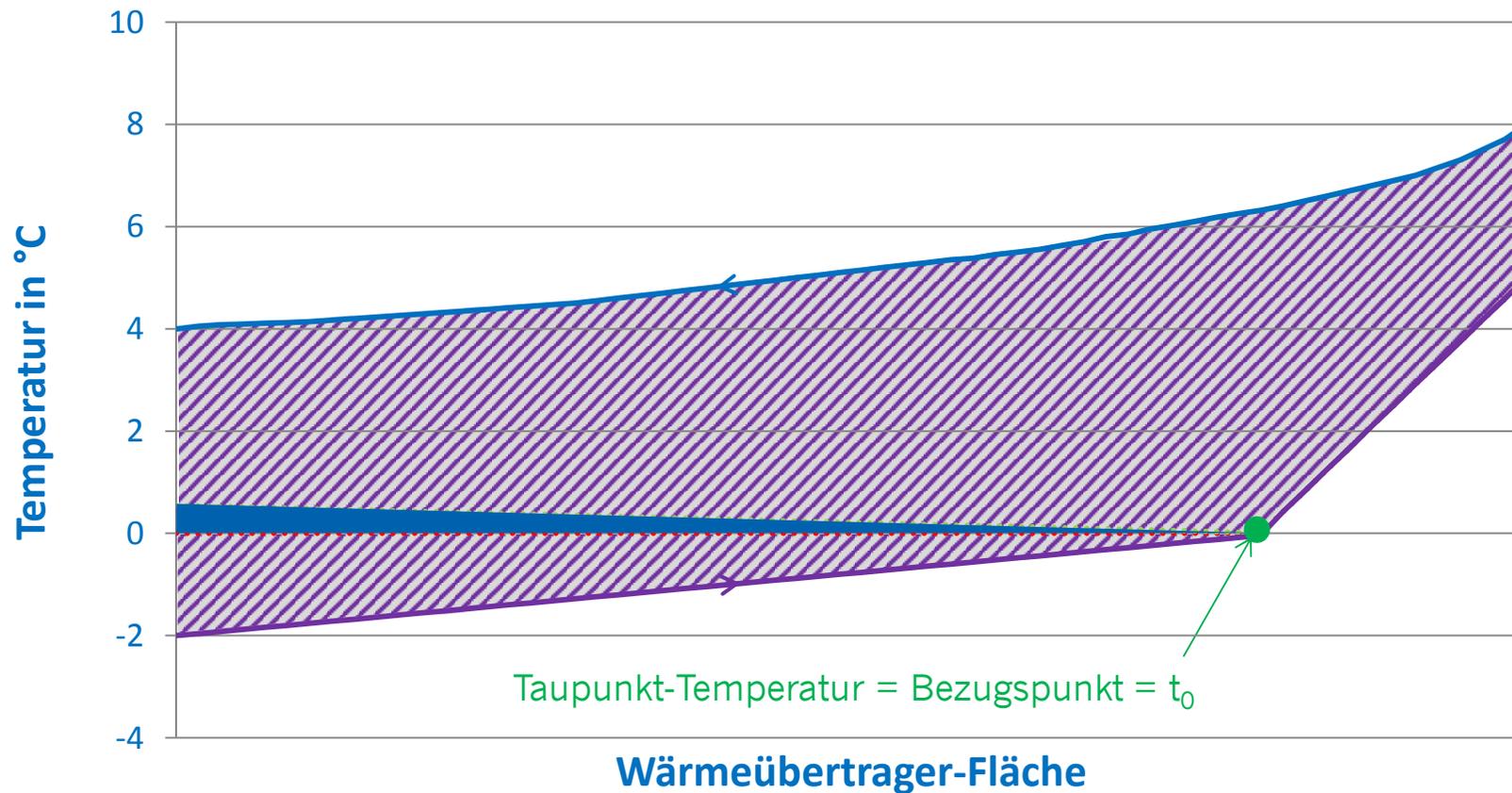


..... Kältemittel (WÜ ohne dp) Kältemittel (WÜ mit dp) — Kältemittel mit Gleit — Luft

1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



Realer Verdampfer mit zeotropem Kältemittel-Gemisch im reinen Gegenstrom



..... Kältemittel (WÜ ohne dp) Kältemittel (WÜ mit dp) — Kältemittel mit Gleit — Luft

1. Der Temperatur-Gleit Verdampfer



Der Temperatur-Gleit des Kältemittels führt zu einer größeren treibenden Temperaturdifferenz am Verdampfer.

Die Verdampfer-Leistung steigt.

$$\uparrow \dot{Q} = k * A * \Delta T \uparrow$$

Erfolgt die Auslegung mit Taupunkt-Temperatur, werden die Verdampfer im Vergleich zu Kältemitteln ohne Temperatur-Gleit kleiner.

$$= \dot{Q} = k * A \downarrow * \Delta T \uparrow$$

Dies führt jedoch zu einer niedrigeren Oberflächen-Temperatur.

Die Entfeuchtungsleistung steigt somit um ein Vielfaches!

1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

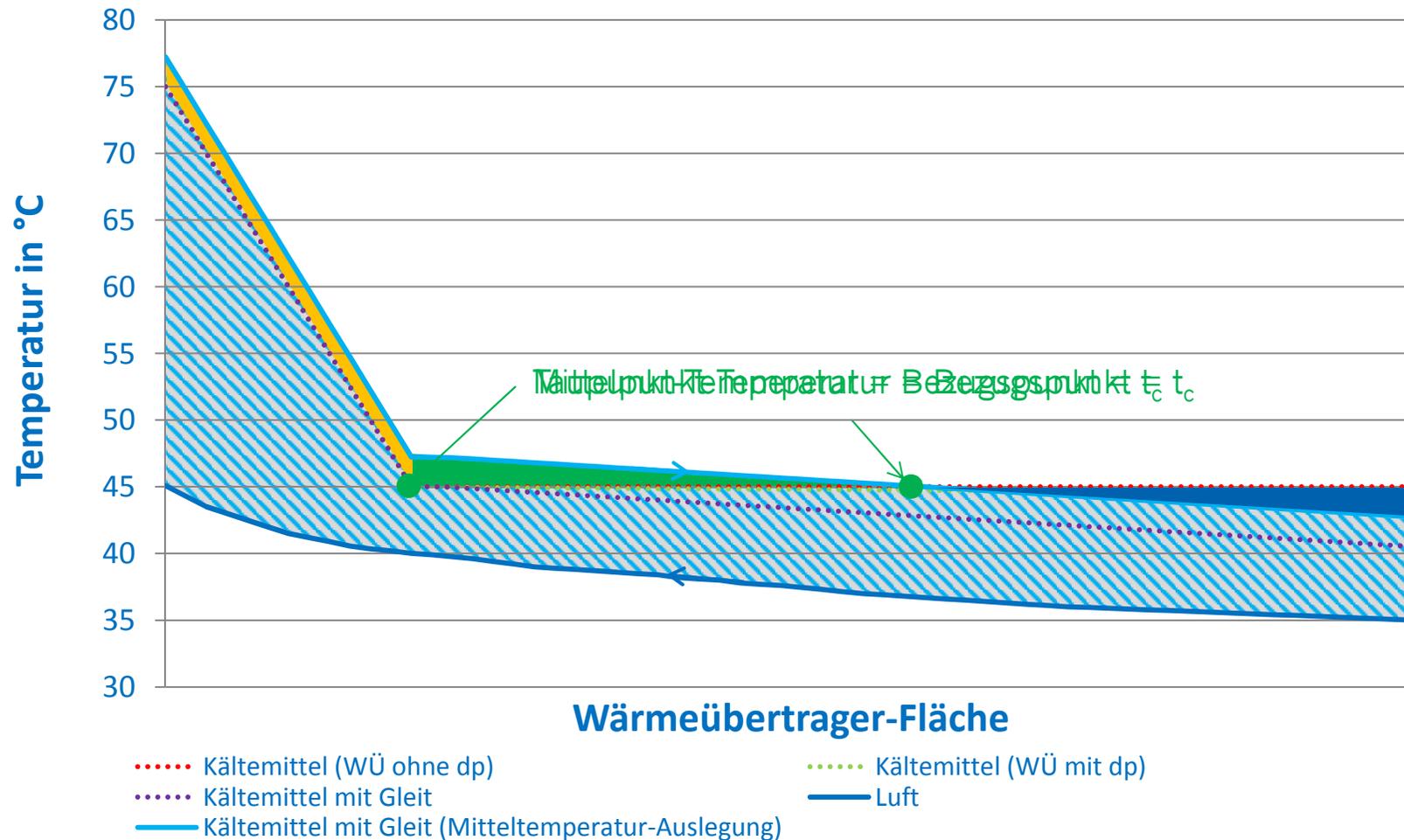
- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur

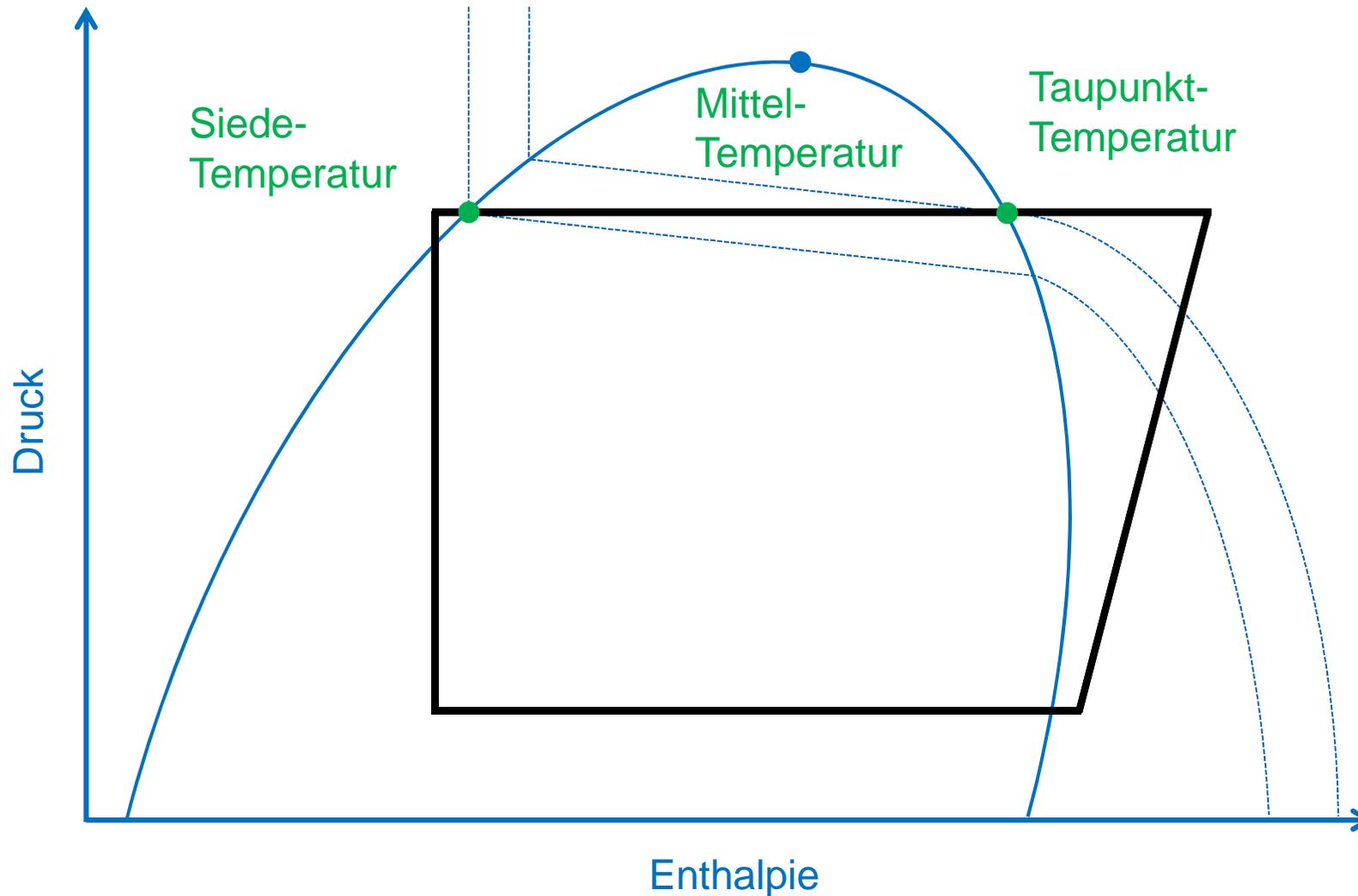


Verflüssiger mit Mitteltemperatur-Auslegung



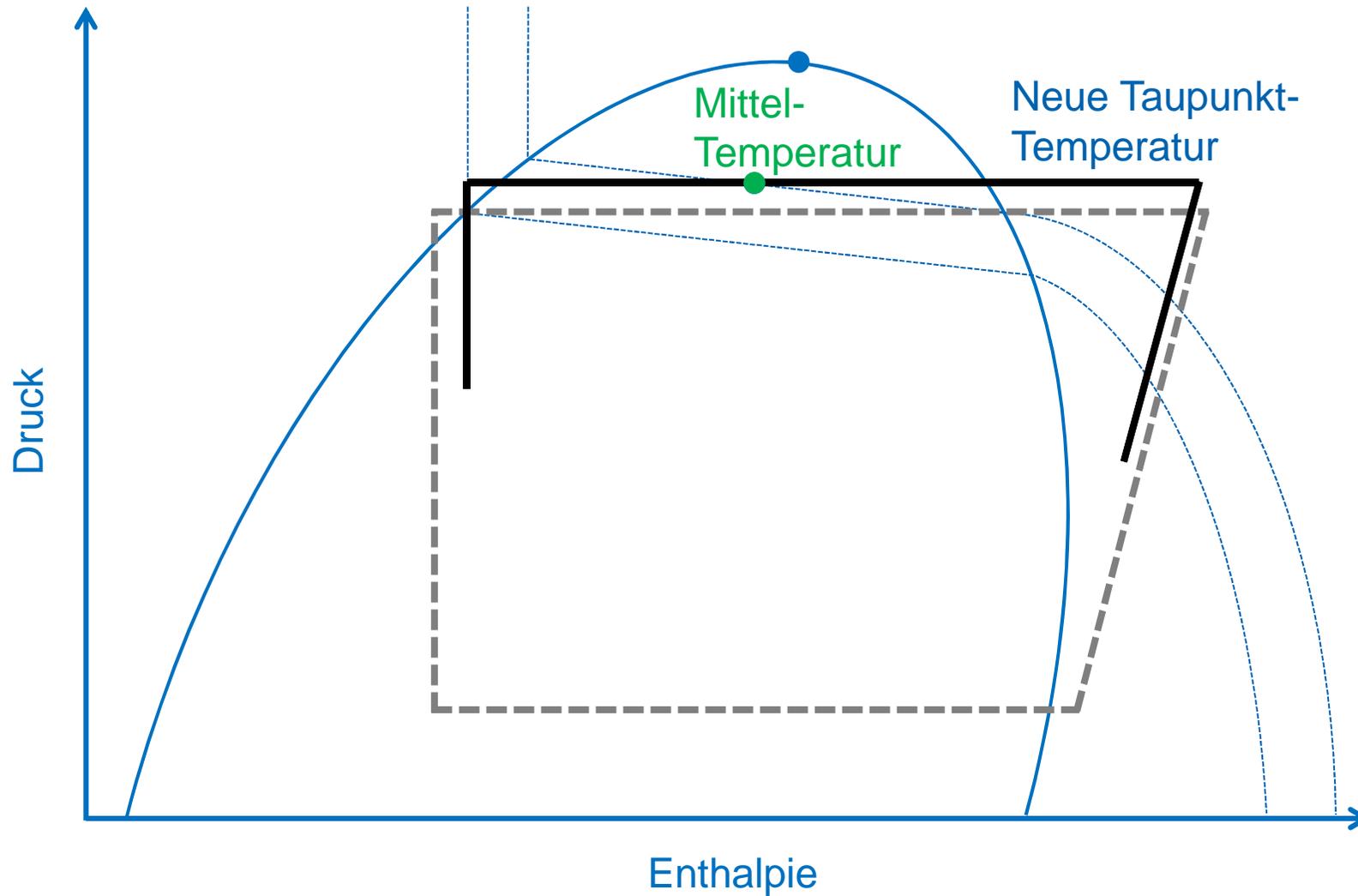
1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



Verflüssiger		GCHC RD 040.1/12-45		UI: 0000025M		Verflüssiger		GCHC RD 040.1/12-45		UI: 0000025M				
Leistung:	10.2 kW	Kältemittel:	R404A ⁽¹⁾	Leistung:	10.8 kW	Kältemittel:	R449A ⁽¹⁾	Leistung:	10.8 kW	Kältemittel:	R449A ⁽¹⁾			
Luftvolumenstrom:	7084 m³/h	Heißgastemperatur:	75.0 °C	Luftvolumenstrom:	7084 m³/h	Heißgastemperatur:	77.2 °C	Luftvolumenstrom:	7084 m³/h	Heißgastemperatur:	77.2 °C			
Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	45.0 °C	Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	47.2 °C	Luft Eintritt:	35.0 °C	Verflüssigungsbeginn:	47.2 °C			
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	43.1 °C	Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	41.2 °C	Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	41.2 °C			
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.23 m³/h	Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.38 m³/h	Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.38 m³/h			
K-Wert:	38.98 W/(m²·K)	Massenstrom:	235 kg/h	K-Wert:	40.14 W/(m²·K)	Massenstrom:	206 kg/h	K-Wert:	40.14 W/(m²·K)	Massenstrom:	206 kg/h			
		Druckabfall:	0.31 bar / 0.65 K			Druckabfall:	0.30 bar / 0.62 K			Druckabfall:	0.30 bar / 0.62 K			
Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾	Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾	Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 60Hz	Schalldruckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾			
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m	Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m	Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m			
Drehzahl:	1450 min-1	Schalleistung:	76 dB(A)	Drehzahl:	1450 min-1	Schalleistung:	76 dB(A)	Drehzahl:	1450 min-1	Schalleistung:	76 dB(A)			
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾	Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾	Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.26 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾			
Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾			Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾			Stromaufnahme:	1.10 A ⁽⁴⁾					
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.55 kW	Energieeffizienzklasse:	E (2014)	Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.55 kW	Energieeffizienzklasse:	E (2014)	Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.55 kW	Energieeffizienzklasse:	E (2014)			
Gehäuse:	Stahl verzinkt	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁵⁾	Gehäuse:	Stahl verzinkt	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁵⁾	Gehäuse:	Stahl verzinkt	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁵⁾			
Austauschfläche:	25.1 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁵⁾	Austauschfläche:	25.1 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁵⁾	Austauschfläche:	25.1 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁵⁾			
Rohrinhalt:	2.11	Anschlüsse je Gerät:		Rohrinhalt:	2.11	Anschlüsse je Gerät:		Rohrinhalt:	2.11	Anschlüsse je Gerät:				
Lam. Teilung:	2.10 mm	Eintrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm	Lam. Teilung:	2.10 mm	Eintrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm	Lam. Teilung:	2.10 mm	Eintrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm			
Pässe:	10	Austrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm	Pässe:	10	Austrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm	Pässe:	10	Austrittsstutzen:	16.0 * 1.00 mm			
Leergewicht:	32 kg ⁽⁶⁾	Stränge:	4	Leergewicht:	32 kg ⁽⁶⁾	Stränge:	4	Leergewicht:	32 kg ⁽⁶⁾	Stränge:	4			
Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Art. 3, Abs. 3 ⁽⁷⁾	Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Art. 3, Abs. 3 ⁽⁷⁾	Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Art. 3, Abs. 3 ⁽⁷⁾			
Abmessungen⁽⁶⁾				Abmessungen⁽⁶⁾				Abmessungen⁽⁶⁾						
Gerätelänge:	1284 mm			Gerätelänge:	1284 mm			Gerätelänge:	1284 mm					
Gerätebreite:	567 mm			Gerätebreite:	567 mm			Gerätebreite:	567 mm					
Gerätehöhe:	588 mm ⁽⁶⁾			Gerätehöhe:	588 mm ⁽⁶⁾			Gerätehöhe:	588 mm ⁽⁶⁾					
Zahl der FüÙe:	4			Zahl der FüÙe:	4			Zahl der FüÙe:	4					
Listenpreise ohne MwSt:		Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis	Listenpreise ohne MwSt:		Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis	Listenpreise ohne MwSt:		Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis
Gerätepreis		1	923.00 EUR	923.00 EUR	Gerätepreis		1	923.00 EUR	923.00 EUR	Gerätepreis		1	923.00 EUR	923.00 EUR
Gesamt (Listenpreis ohne MwSt, inkl. Verpackung)				923.00 EUR	Gesamt (Listenpreis ohne MwSt, inkl. Verpackung)				923.00 EUR	Gesamt (Listenpreis ohne MwSt, inkl. Verpackung)				923.00 EUR

Mitteltemperatur-Methode

Verflüssiger



Die Anwendung der Mitteltemperatur-Methode führt im Vergleich zur Taupunkttemperatur-Methode bei **Verflüssigern** zu:

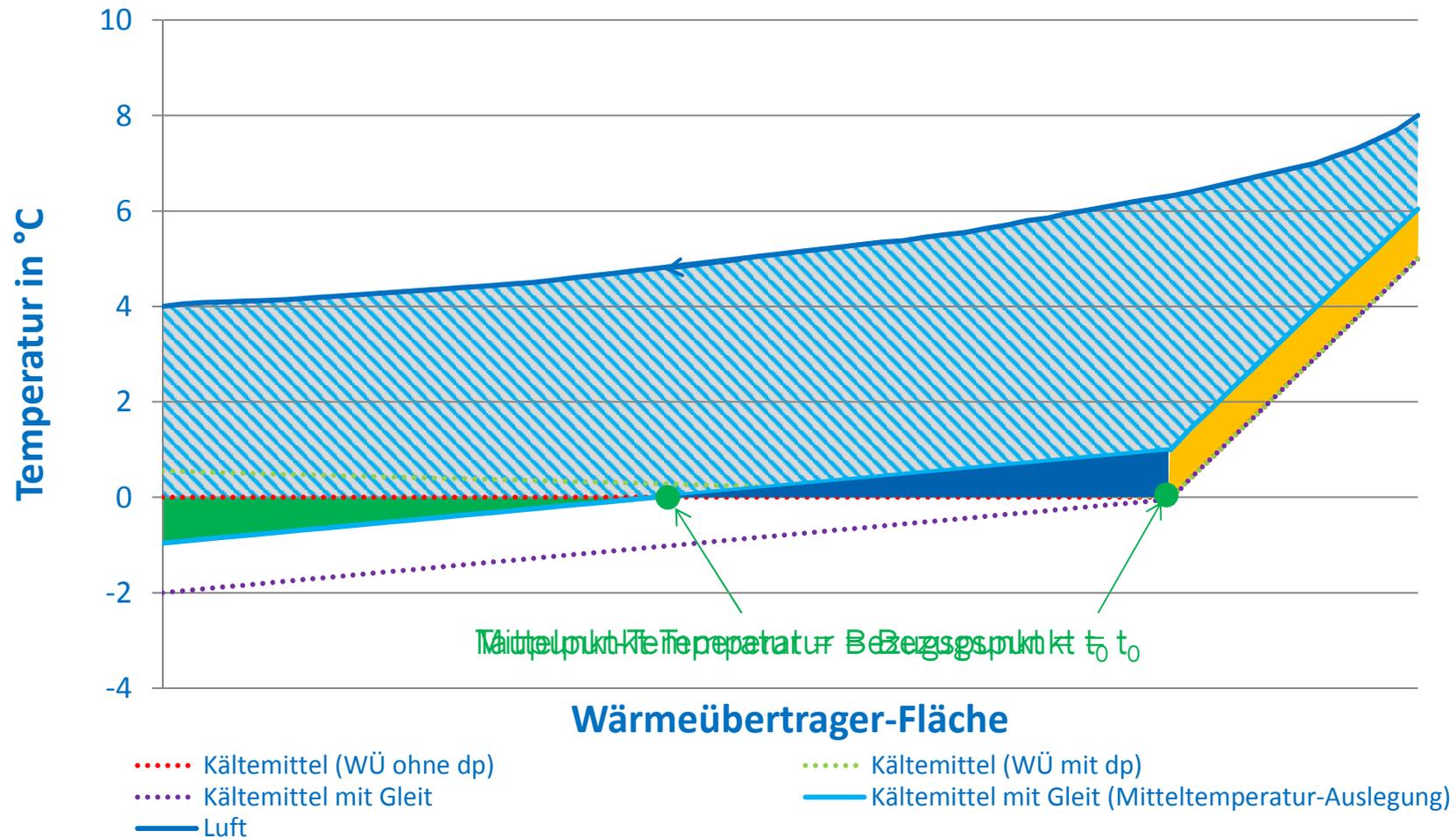
- Einer kleineren Wärmeübertrager-Oberfläche
 - Einem etwas größeren (aber dafür korrekten) ΔT
 - Einem etwas höheren Verflüssigungsdruck

1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur

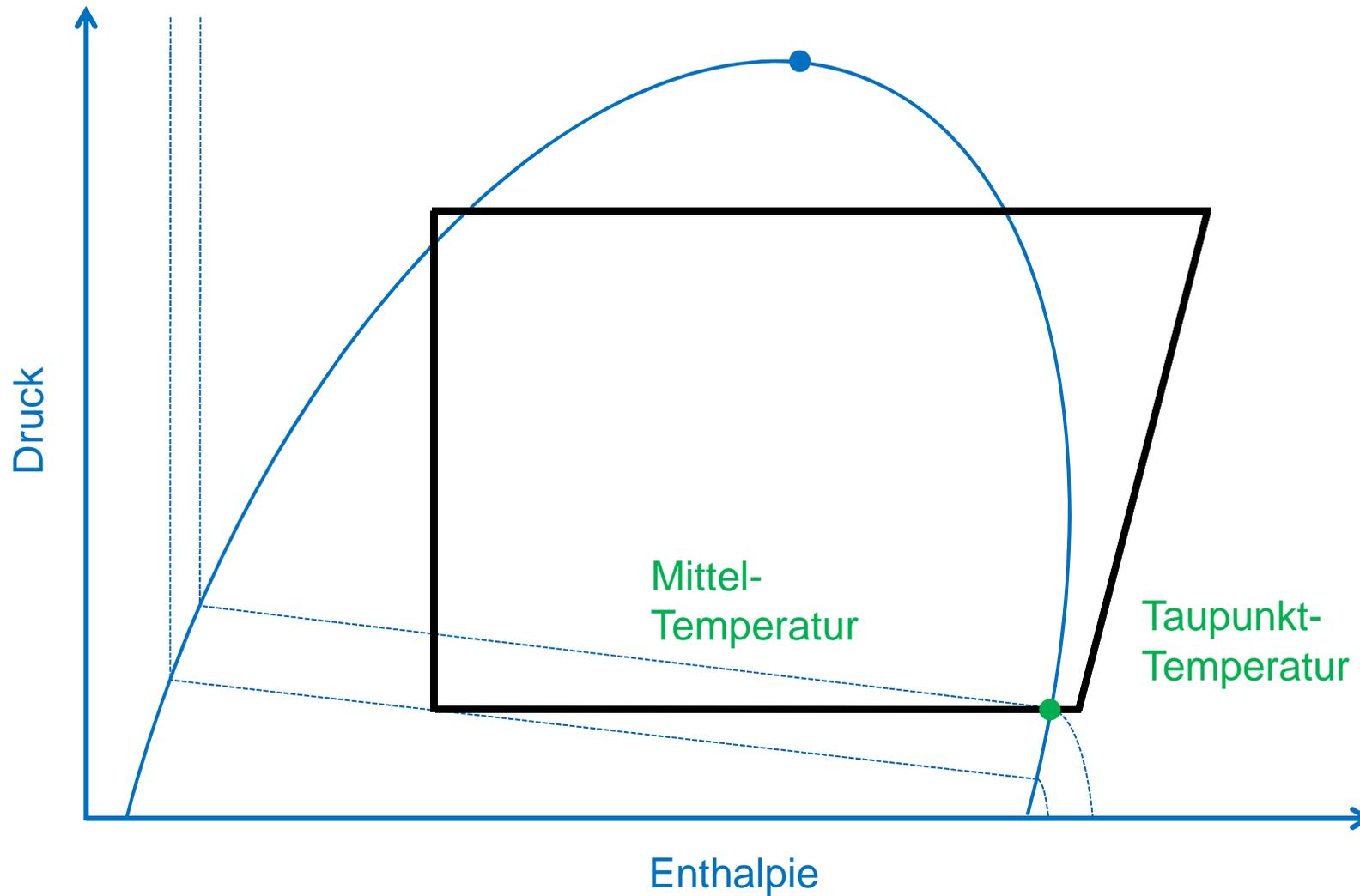


Verdampfer mit Mitteltemperatur-Auslegung



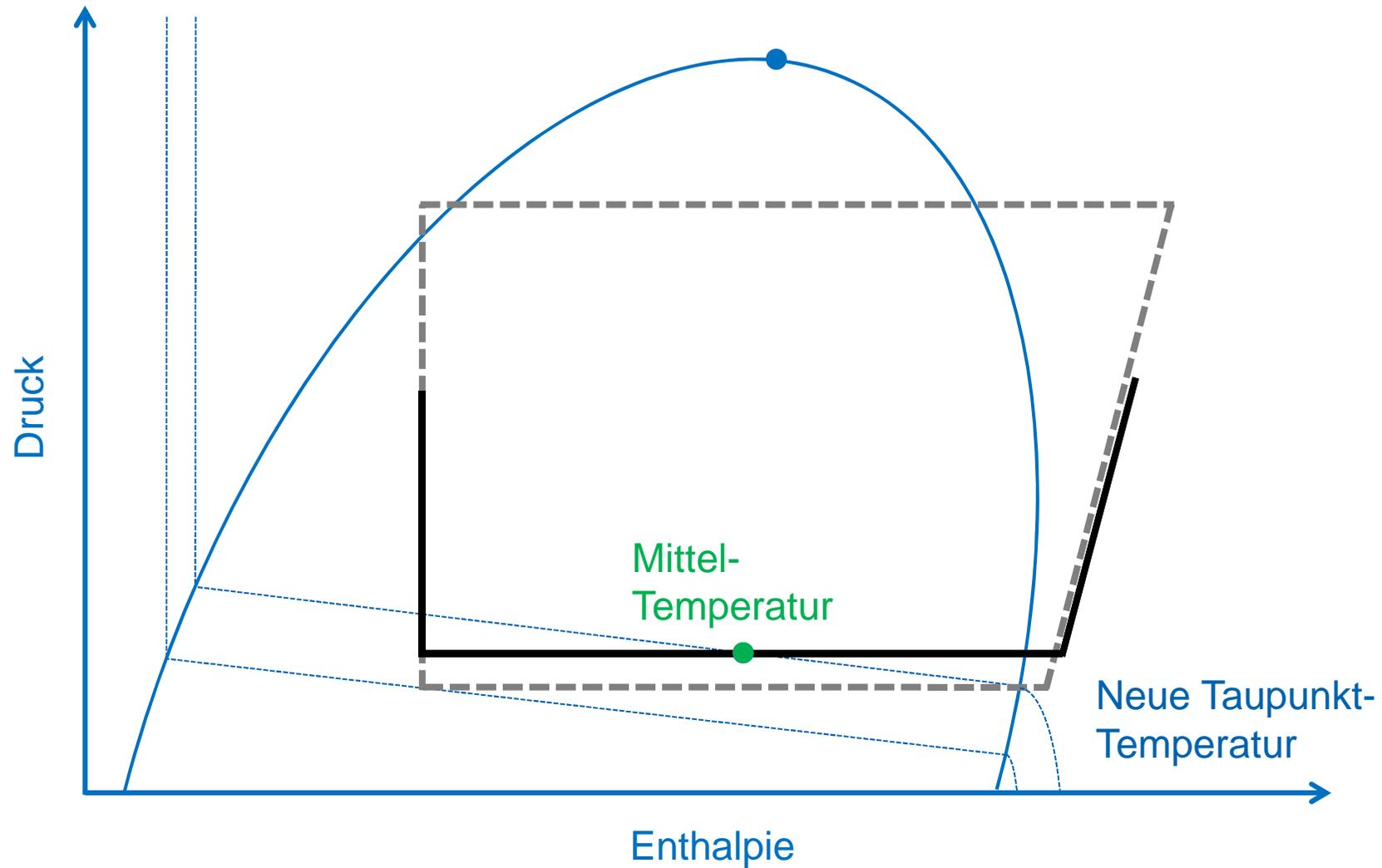
1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



1. Der Temperatur-Gleit

Berechnung mit Mitteltemperatur



Verdampfer		GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P		Verdampfer		GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P	
Leistung:	21.8 kW	Kältemittel:	R404A ⁽¹⁾	Leistung:	20.4 kW	Kältemittel:	R449A ⁽¹⁾				
Flächenreserve:	0.1 %	Verdampfungstemp.:	0.0 °C	Flächenreserve:	0.0 %	Verdampfungstemp.:	1.9 °C				
Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K	Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K				
Luftgeschwindigkeit:	2.7 m/s	Kondensationstemp.:	45.0 °C	Luftgeschwindigkeit:	2.7 m/s	Kondensationstemp.:	45.0 °C				
Luft Eintritt:	8.0 °C 72 %	Unterkühlungstemp.:	44.7 °C	Luft Eintritt:	8.0 °C 72 %	Unterkühlungstemp.:	40.5 °C				
Luft Austritt:	3.9 °C 91 %	Luftdruck:	1013 mbar	Luft Austritt:	4.2 °C 90 %	Luftdruck:	1013 mbar				
Kondensat:	3.38 kg/h	Massenstrom:	788 kg/h	Kondensat:	3.39 kg/h	Massenstrom:	543 kg/h				
K-Wert:	49.86 W/(m²·K)	Sens. Wärmeanteil:	89.3 %	K-Wert:	46.39 W/(m²·K)	Sens. Wärmeanteil:	88.4 %				
Ventilatoren (AC):	2 Stück 3~400V 50HzY/(-)	Schallleistungspegel:	59 dB(A) in 3.0 m ⁽²⁾	Ventilatoren (AC):	2 Stück 3~400V 50HzY/(-)	Schallleistungspegel:	59 dB(A) in 3.0 m ⁽²⁾				
Daten je Motor (Nominaldaten):		Schalleistung:	81 dB(A)	Daten je Motor (Nominaldaten):		Schalleistung:	81 dB(A)				
Drehzahl:	1410 min-1 / (-)	Wurfweite:	ca. 22 m ⁽³⁾	Drehzahl:	1410 min-1 / (-)	Wurfweite:	ca. 22 m ⁽³⁾				
Leistung (mech./el.):	0.49 kW/0.62 kW	Reif:	0.0 mm	Leistung (mech./el.):	0.49 kW/0.62 kW	Reif:	0.0 mm				
Stromaufnahme:	1.45 A ⁽⁴⁾			Stromaufnahme:	1.45 A ⁽⁴⁾						
ErP:	Konform ⁽⁵⁾			ErP:	Konform ⁽⁵⁾						
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	1.02 kW	Energieeffizienzklasse:	C (2014)	Gesamte el. Leistungsaufnahme:	1.02 kW	Energieeffizienzklasse:	C (2014)				
Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁶⁾	Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁶⁾				
Austauschfläche:	80.6 m ²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁶⁾	Austauschfläche:	80.6 m ²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁶⁾				
Rohrinhalt:	27.9 l	Vert.-Dp:	1.9 bar	Rohrinhalt:	27.9 l	Vert.-Dp:	0.6 bar				
Lam. Teilung:	7.00 mm	Saugstutzen:	42.0 * 1.60 mm	Lam. Teilung:	7.00 mm	Saugstutzen:	42.0 * 1.60 mm				
Leergewicht:	143 kg ⁽⁷⁾	Eintrittsstutzen:	22.0 mm	Leergewicht:	143 kg ⁽⁷⁾	Eintrittsstutzen:	22.0 mm				
Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Kategorie I, Modul A ⁽⁸⁾	Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Kategorie I, Modul A ⁽⁸⁾				
Abmessungen: ⁽⁷⁾				Abmessungen: ⁽⁷⁾							
Gerätelänge:	2377 mm			Gerätelänge:	2377 mm						
Gerätebreite:	623 mm			Gerätebreite:	623 mm						
Gerätehöhe:	755 mm ⁽⁷⁾			Gerätehöhe:	755 mm ⁽⁷⁾						
Zahl der Aufhängungen:	6			Zahl der Aufhängungen:	6						
Listenpreise ohne MwSt:		Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis	Listenpreise ohne MwSt:	Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis			
Gerätepreis	1	2957.00 EUR	2957.00 EUR	Gerätepreis	1	2957.00 EUR	2957.00 EUR				
Gesamt (Listenpreis ohne MwSt, inkl. Verpackung)			2957.00 EUR	Gesamt (Listenpreis ohne MwSt, inkl. Verpackung)			2957.00 EUR				

Mitteltemperatur-Methode

Verdampfer



Die Anwendung der Mitteltemperatur-Methode führt im Vergleich zur Taupunkttemperatur-Methode bei **Verdampfern** zu:

- Einer größeren Wärmeübertrager-Oberfläche
 - Einem etwas kleineren (aber dafür korrekten) ΔT
 - Einem etwas höheren Verdampfungsdruck

1. Mittel-Temperatur-Methode

Wie wird`s gemacht?



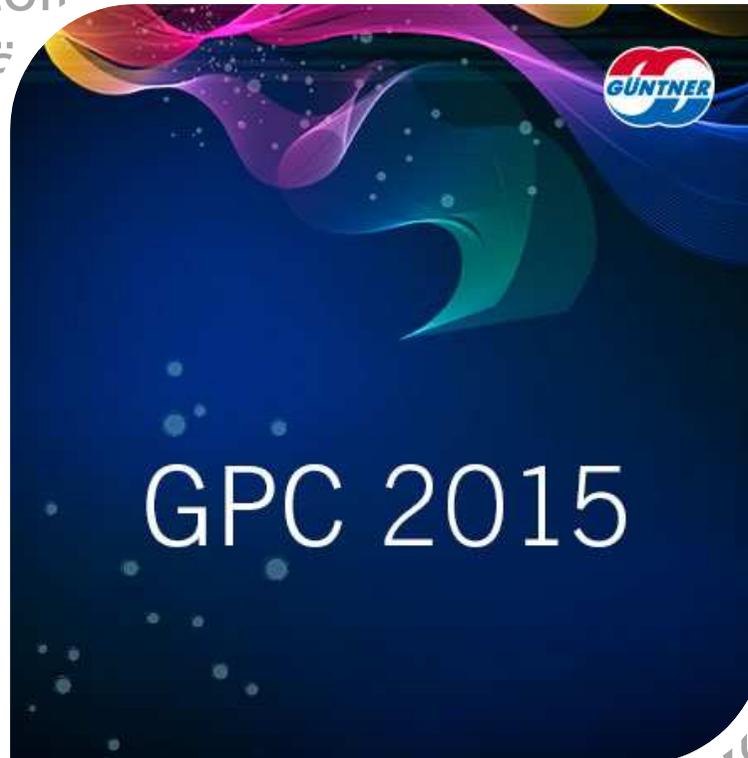
Berechnungsprogramm

Enthält Stoffdaten
für >40 Kä

Rechnet thermo-
dynamisch korrekt

Kostenlos und ohne
Registrierung nutzbar

In 16 Sprachen



„Der Goldstandard“

höchste
Nutzerzufriedenheit

Weltweit im Einsatz

1. Mittel-Temperatur-Methode

Wie wird`s gemacht?



Thermodynamik | Geräteauswahl | Extras

Berechnungsmodus: Leistung vorgeben (Flächenreserve suchen)

Leistung: 20 kW

Medium

Medium: R449A

Verdampfungstemp.: 0 °C

Taupunkt

Mittel

Überhitzung: 5 K

Kondensationstemp.: 45 °C

Unterkühlung: 0 K

Luft

Lufttemperatur: 8 °C

Luftdruck: 101

1. Mittel-Temperatur-Methode

Wie wird`s gemacht?



 Verdampfer	GACC RX 050.1/2-40.A		UI: 1823753M
Leistung:	20.0 kW ⁽¹⁾	Kältemittel:	R449A ⁽²⁾
Flächenreserve:	-0.5 %	Verdampfungstemp. (Mittel):	0.0 °C
Luftvolumenstrom:	13400 m³/h	Überhitzung:	5.0 K
Luft Eintritt:	8.0 °C	Verflüssigungstemp. (Mittel):	45.0 °C
Luft Austritt:	4.9 °C	Unterkühlungstemp.:	42.8 °C
Luftdruck:	1013 mbar		
Ventilatoren (EC):	2 Stück 1~230V 50-60Hz		
Daten je Motor (Nominaldaten):		Schalldruckpegel:	56 dB(A) in 3.0 m ⁽³⁾
Drehzahl:	1260 min ⁻¹	Schalleistung:	79 dB(A)
Leistung (el.):	0.50 kW	Wurfweite:	ca. 22 m ⁽⁴⁾
Stromaufnahme:	2.20 A ⁽⁵⁾	Reif:	0.0 mm
ErP:	Konform ⁽⁶⁾		
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.95 kW	Energieeffizienzklasse:	D (2014)
Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003	WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁷⁾
Austauschfläche:	67.4 m²	Lamellen:	Aluminium ⁽⁷⁾
Rohrinhalt:	14.7 l	Vert.-Dp:	1.5 bar
Lam. Teilung:	4.00 mm	Saugstutzen:	42.0 * 1.60 mm
Leergewicht:	90 kg ⁽⁸⁾	Eintrittsstutzen:	22.0 mm
Max. Betriebsdruck:	32.0 bar	DGRL-Einstufung:	Kategorie I, Modul A ⁽⁹⁾

1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

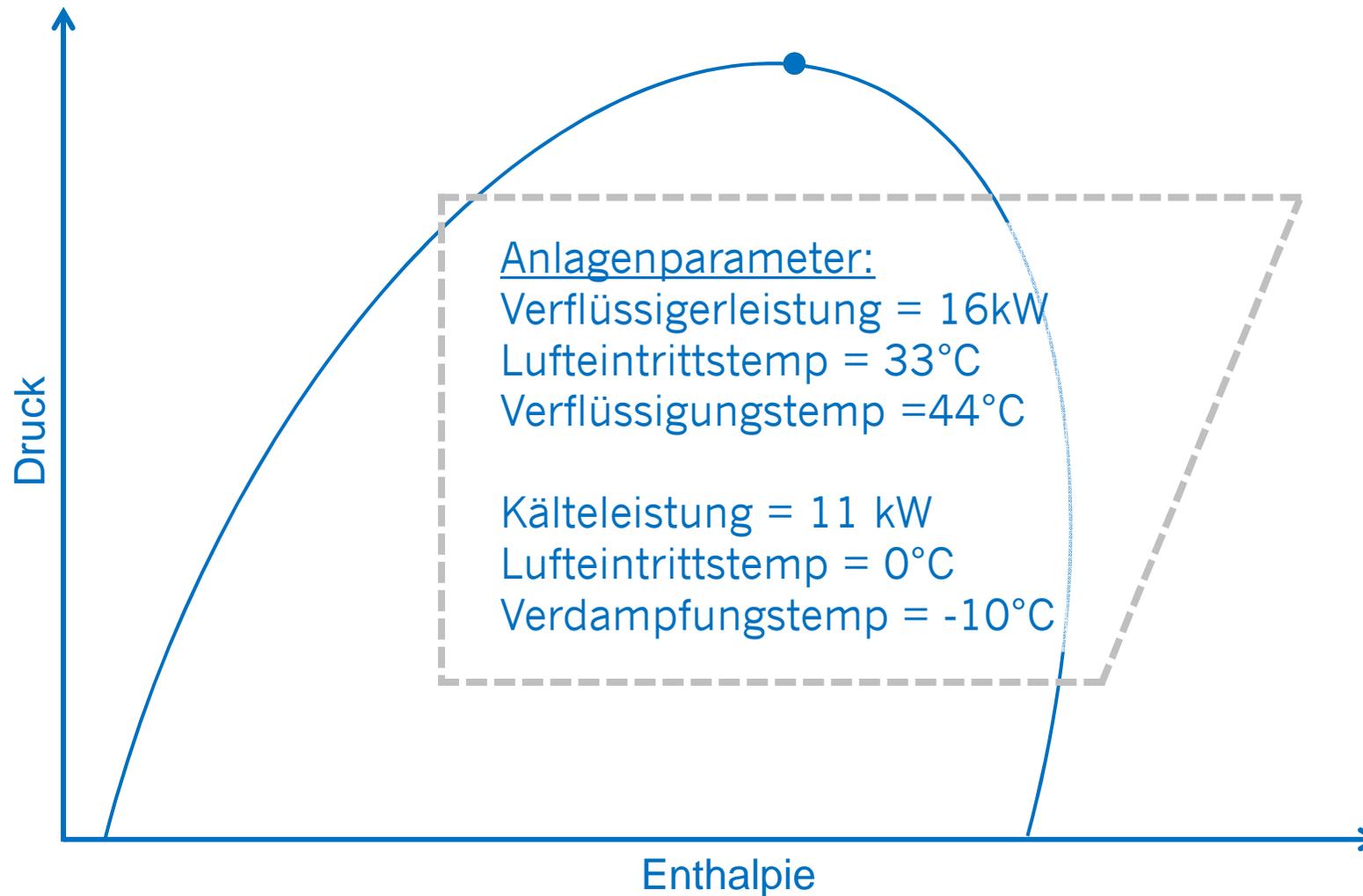
2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

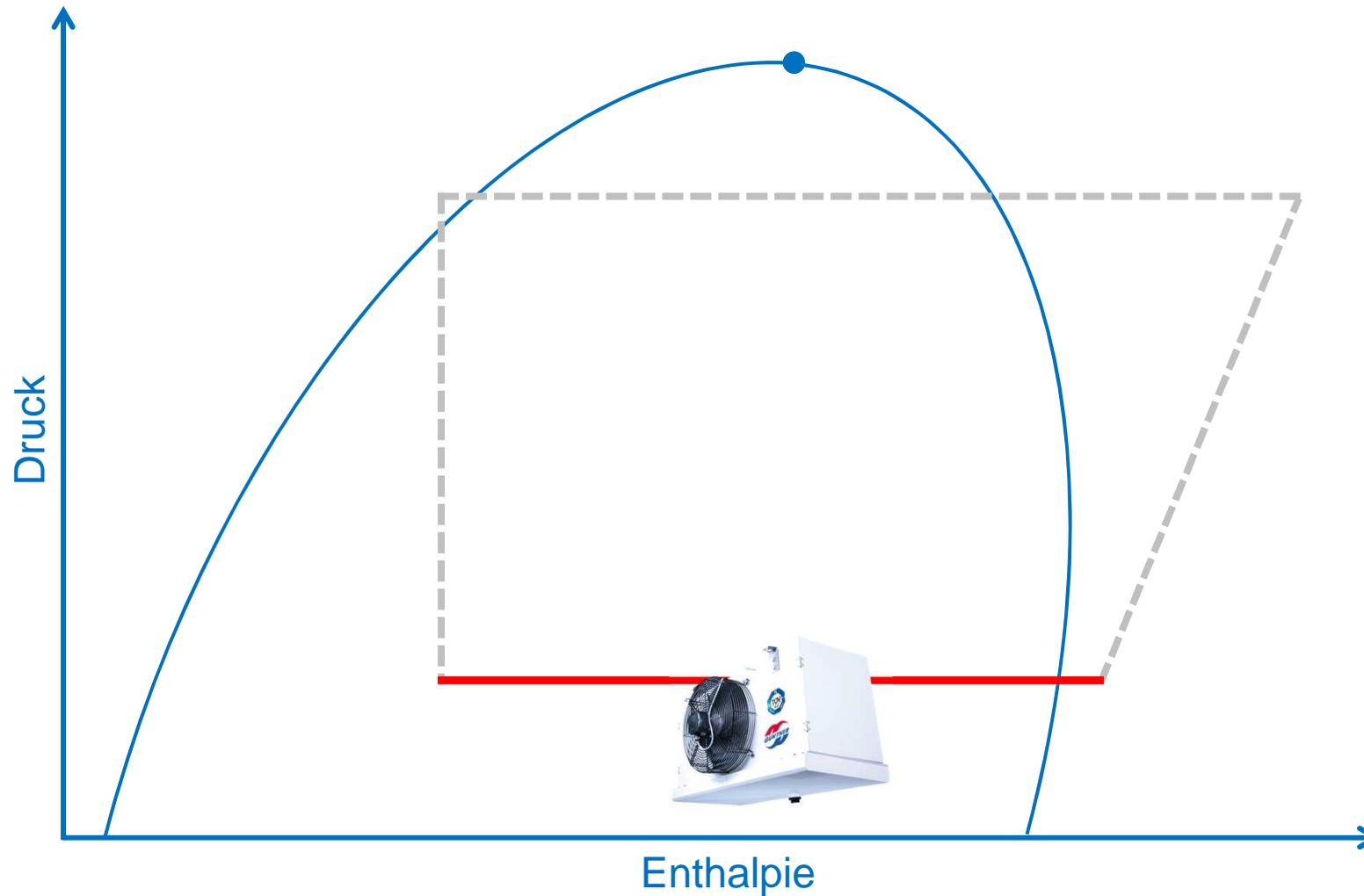
3. R-455A

- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

2. R-449A Retrofit



2. R-449A Retrofit Verdampfer

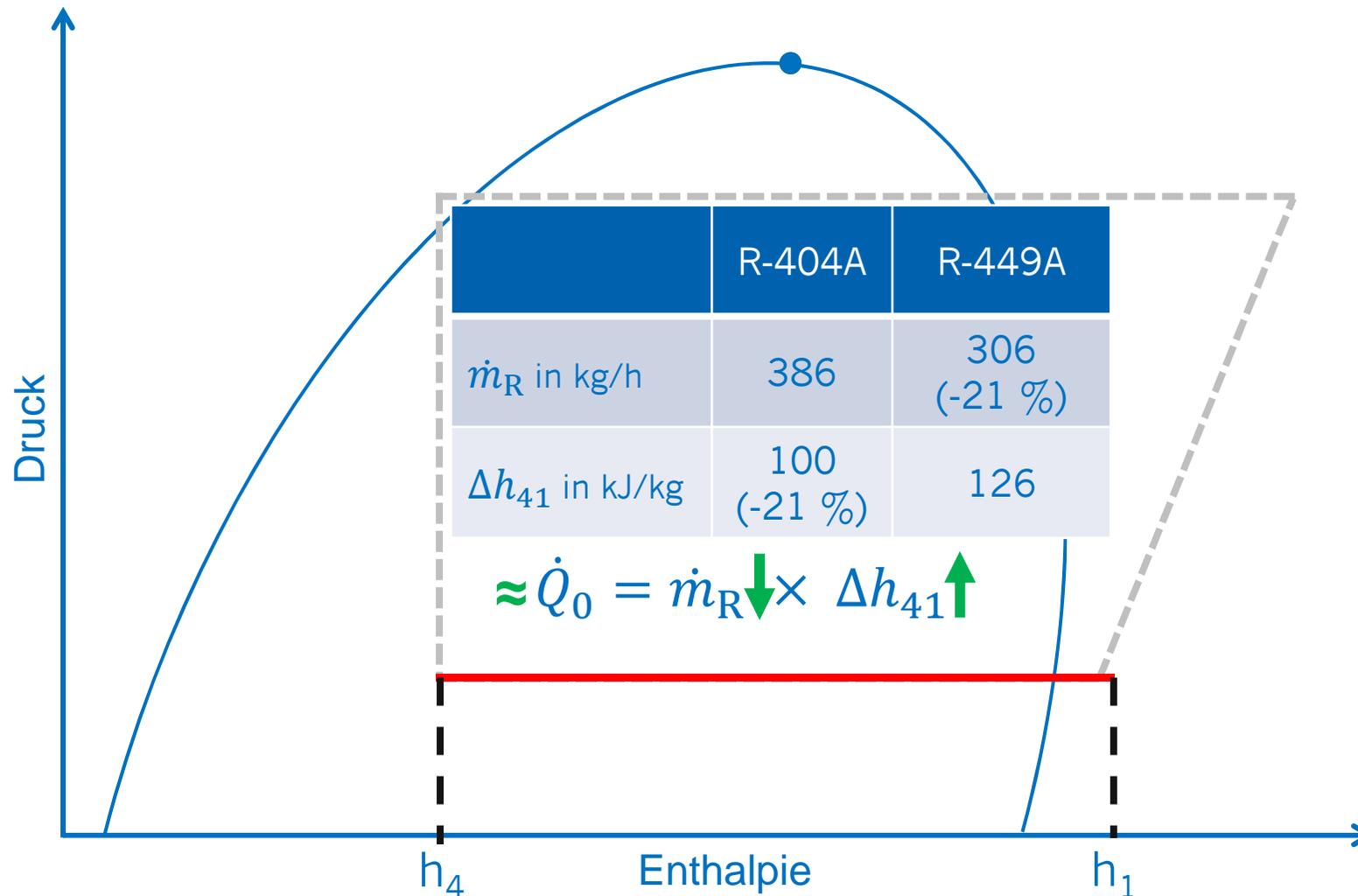


2. R-449A Retrofit Verdampfer

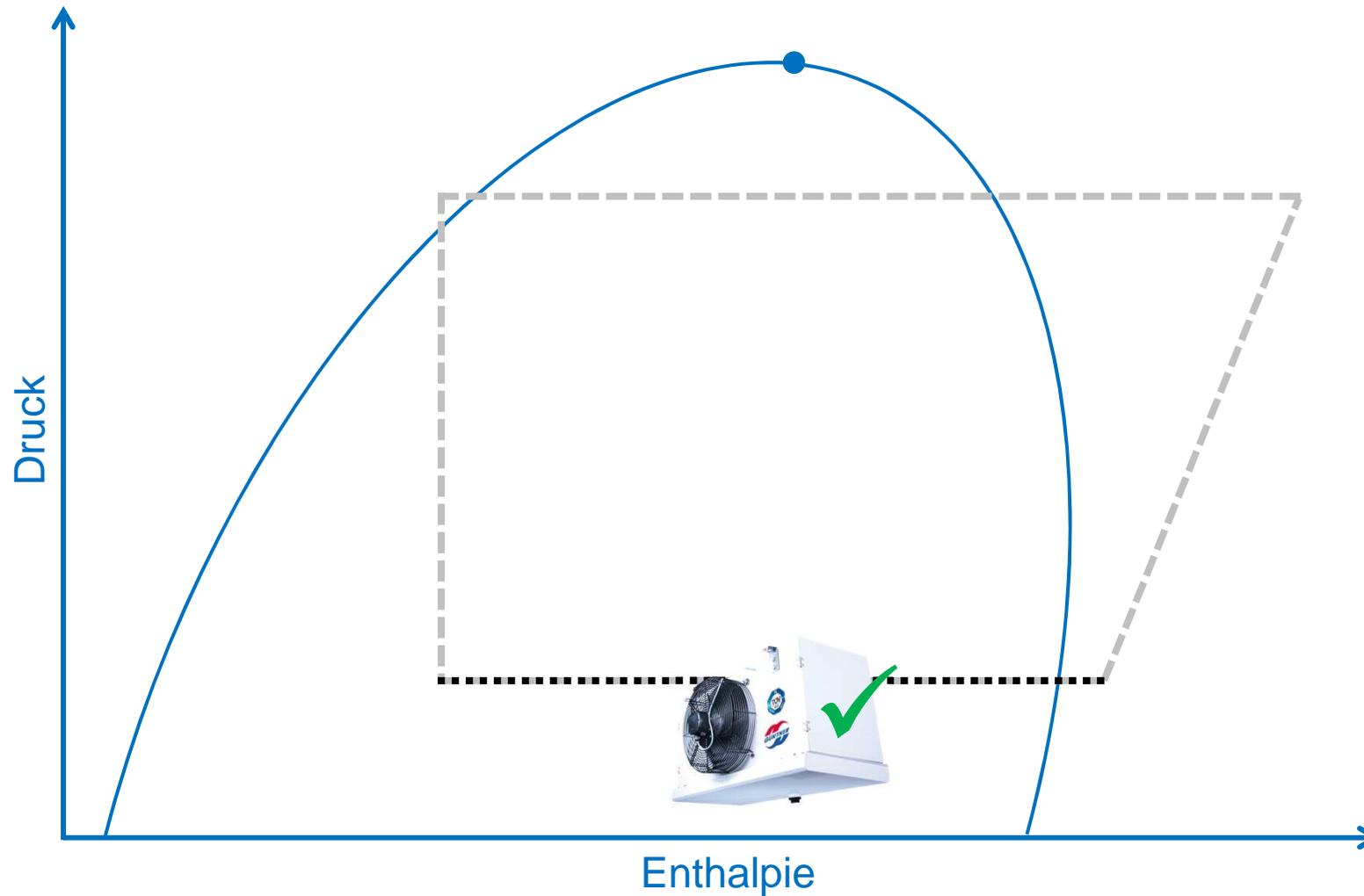


Verdampfer		GACC RX 040.1/2-70.A-1820879P	
Leistung:	10.8 kW	Kältemittel:	R404A ⁽¹⁾
Flächenreserve:	0.0 %	Verdampfungstemp. (Taupkt.):	-10.0 °C
Luftvolumenstrom:	6440 m³/h	Überhitzung:	6.5 K
Luftgeschwindigkeit:	2.6 m/s	Verflüssigungstemp. (Taupkt.):	45.2 °C
Luft Eintritt:	0.0 °C 80 %	Unterkühlungstemp.:	41.9 °C
Luft Austritt:	-3.7 °C 96 %	Massenstrom:	386 ka/h
Luftdruck:	1013 mbar		
Kondensat:	3.02 ka/h		
K-Wert:	50.50 W/(m²·K)		
Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 50Hz	Verdampfer	GACC RX 040.1/2-70.A-1820879P
Daten je Motor (Nominaldaten):		Leistung:	10.8 kW
Drehzahl:	1310 min-1	Flächenreserve:	-0.1 %
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.19 kW	Luftvolumenstrom:	6440 m³/h
Stromaufnahme:	0.85 A ⁽⁴⁾	Luftgeschwindigkeit:	2.6 m/s
ErP:	Konform ⁽⁵⁾	Luft Eintritt:	0.0 °C 80 %
		Luft Austritt:	-3.7 °C 95 %
Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.40 kW	Luftdruck:	1013 mbar
Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 900.	Kondensat:	3.21 ka/h
Austauschfläche:	29.4 m²	K-Wert:	50.63 W/(m²·K)
Rohrinhalt:	10.3 l	Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 50Hz
Lam. Teilung:	7.00 mm	Daten je Motor (Nominaldaten):	
		Drehzahl:	1310 min-1
		Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.19 kW
		Stromaufnahme:	0.85 A ⁽⁴⁾
		ErP:	Konform ⁽⁵⁾
		Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.40 kW
		Energieeffizienzklasse:	C (2014)
		Gehäuse:	AlMg, pulverbeschichtet RAL 9003
		Austauschfläche:	29.4 m²
		Rohrinhalt:	10.3 l
		Lam. Teilung:	7.00 mm
		WT-Rohre:	Kupfer ⁽⁸⁾
		Lamellen:	Aluminium ⁽⁸⁾
		Vert.-Dp:	1.4 bar
		Saugstutzen:	28.0 * 1.50 mm
		Schall druckpegel:	53 dB(A) in 3.0 m ⁽²⁾
		Schall leistung:	75 dB(A)
		Wurfweite:	ca. 14 m ⁽³⁾
		Reif:	0.0 mm

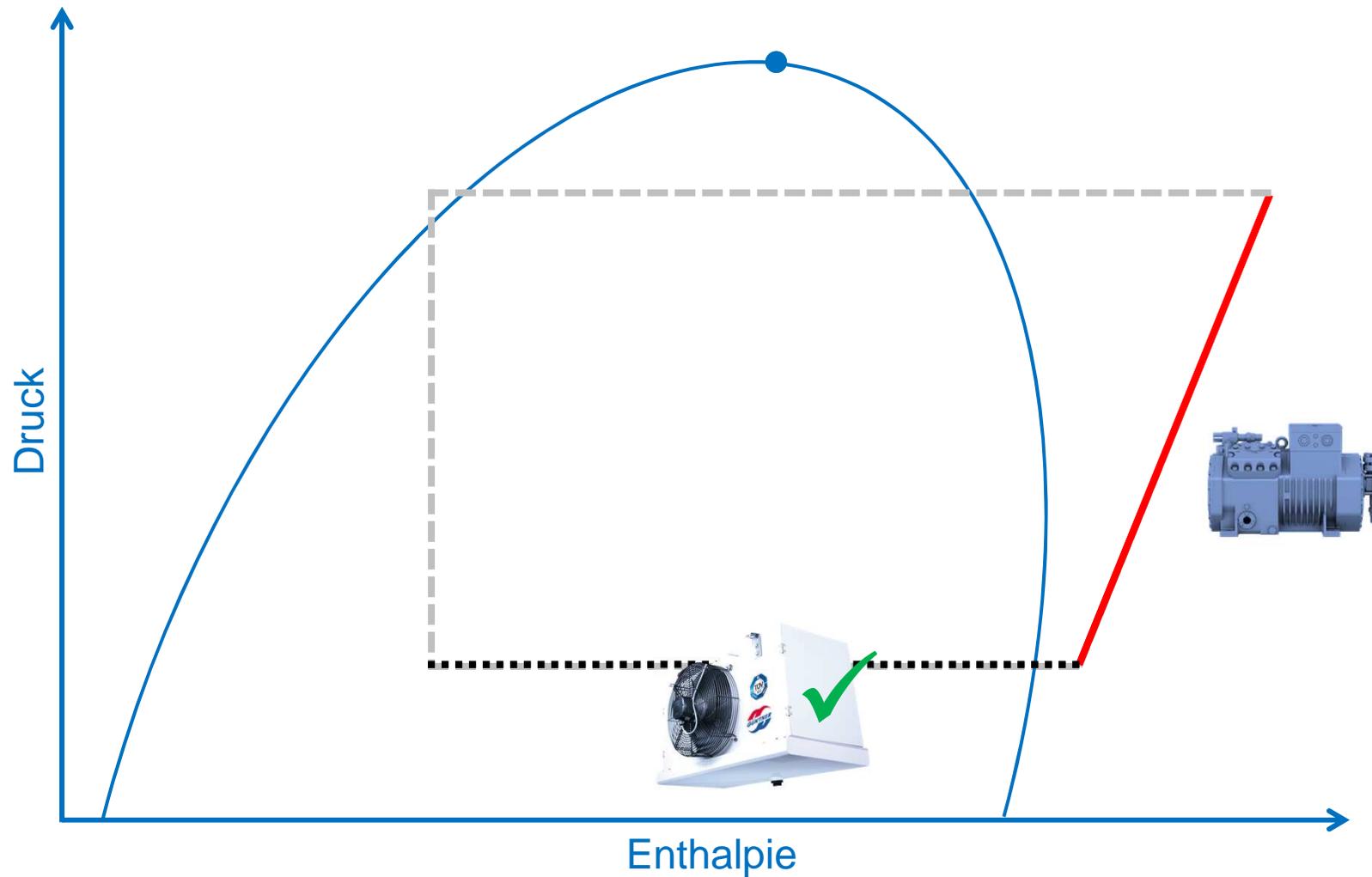
2. R-449A Retrofit Verdampfer



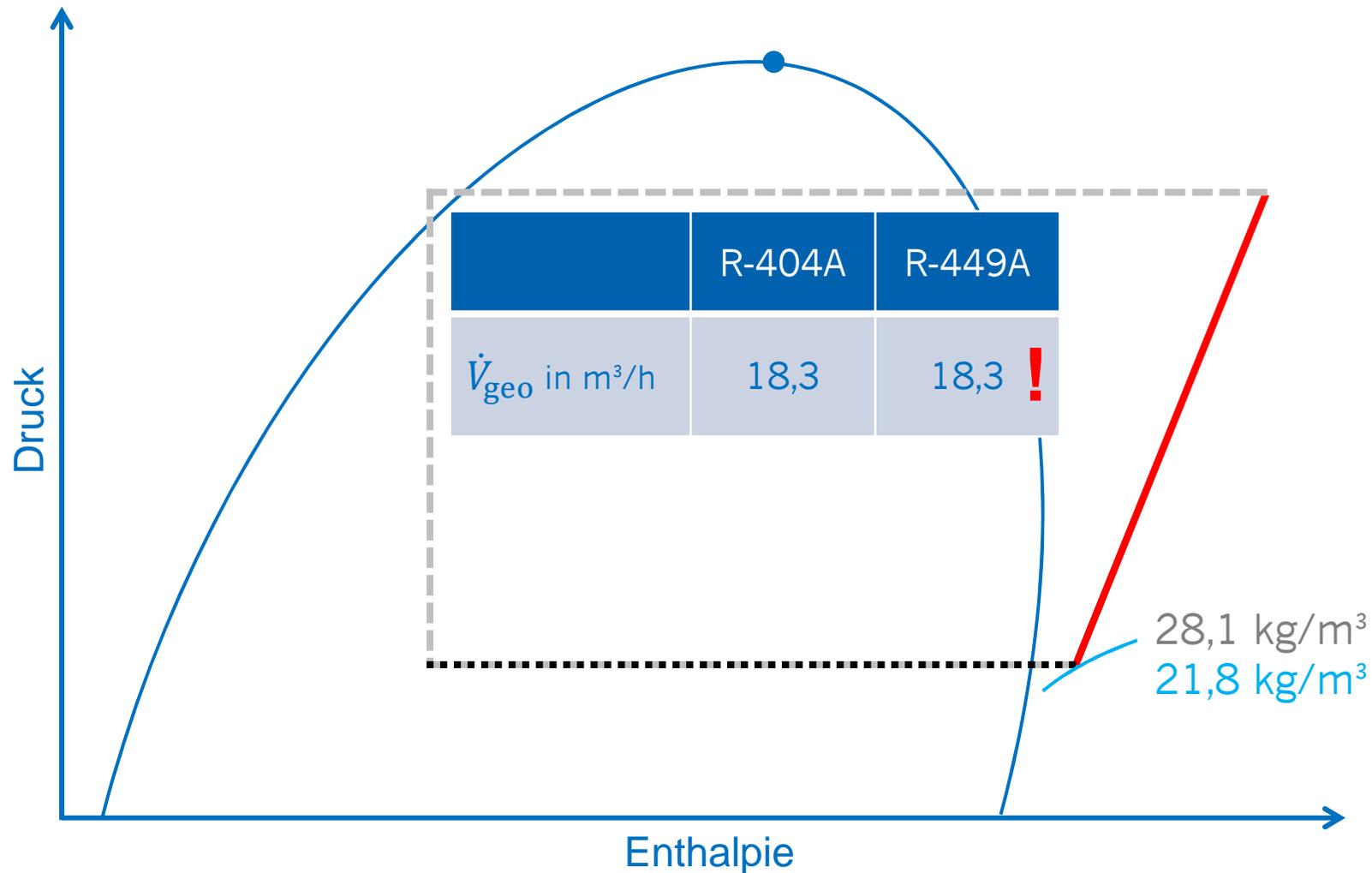
2. R-449A Retrofit Verdampfer



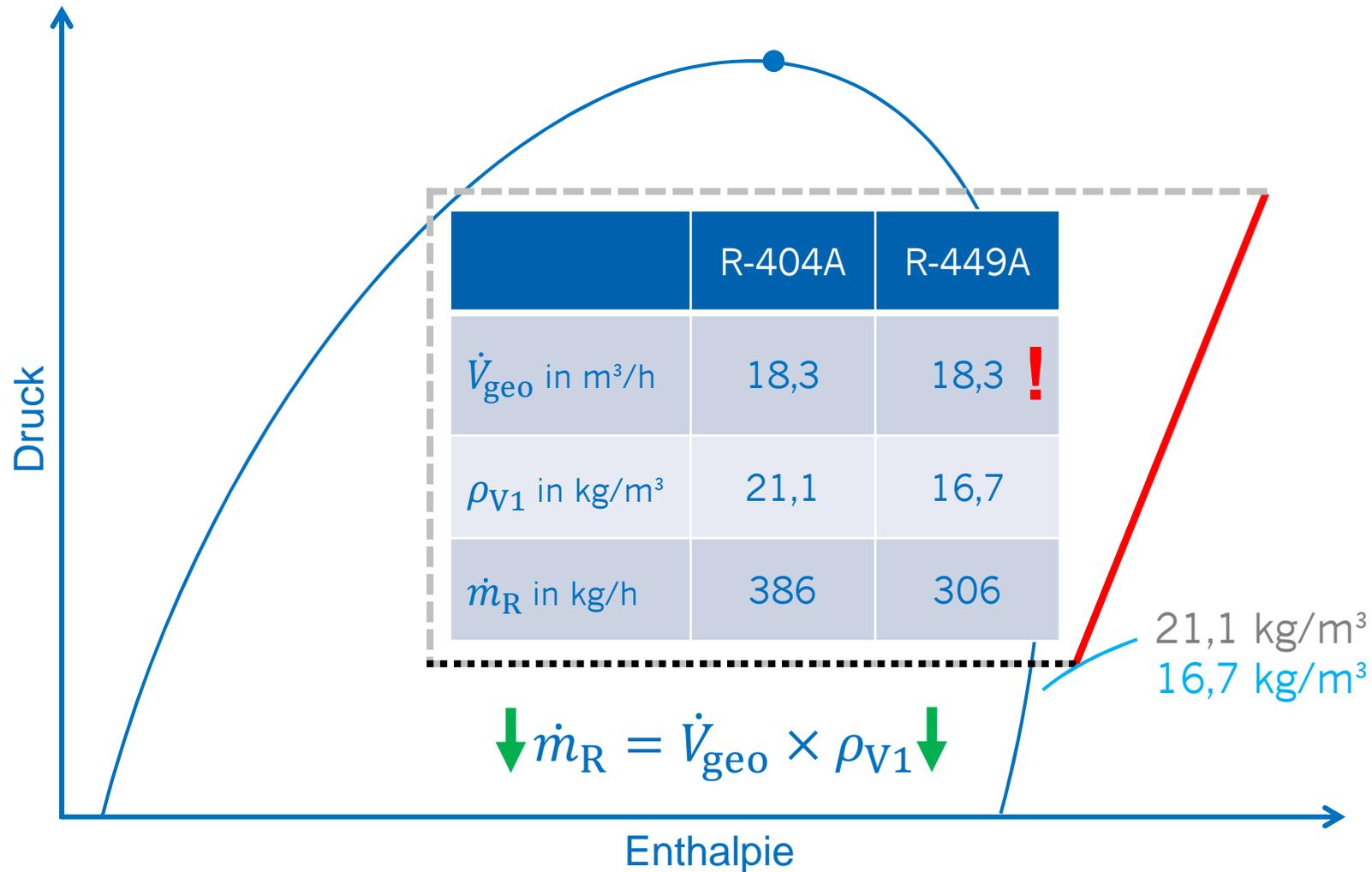
2. R-449A Retrofit Verdichter



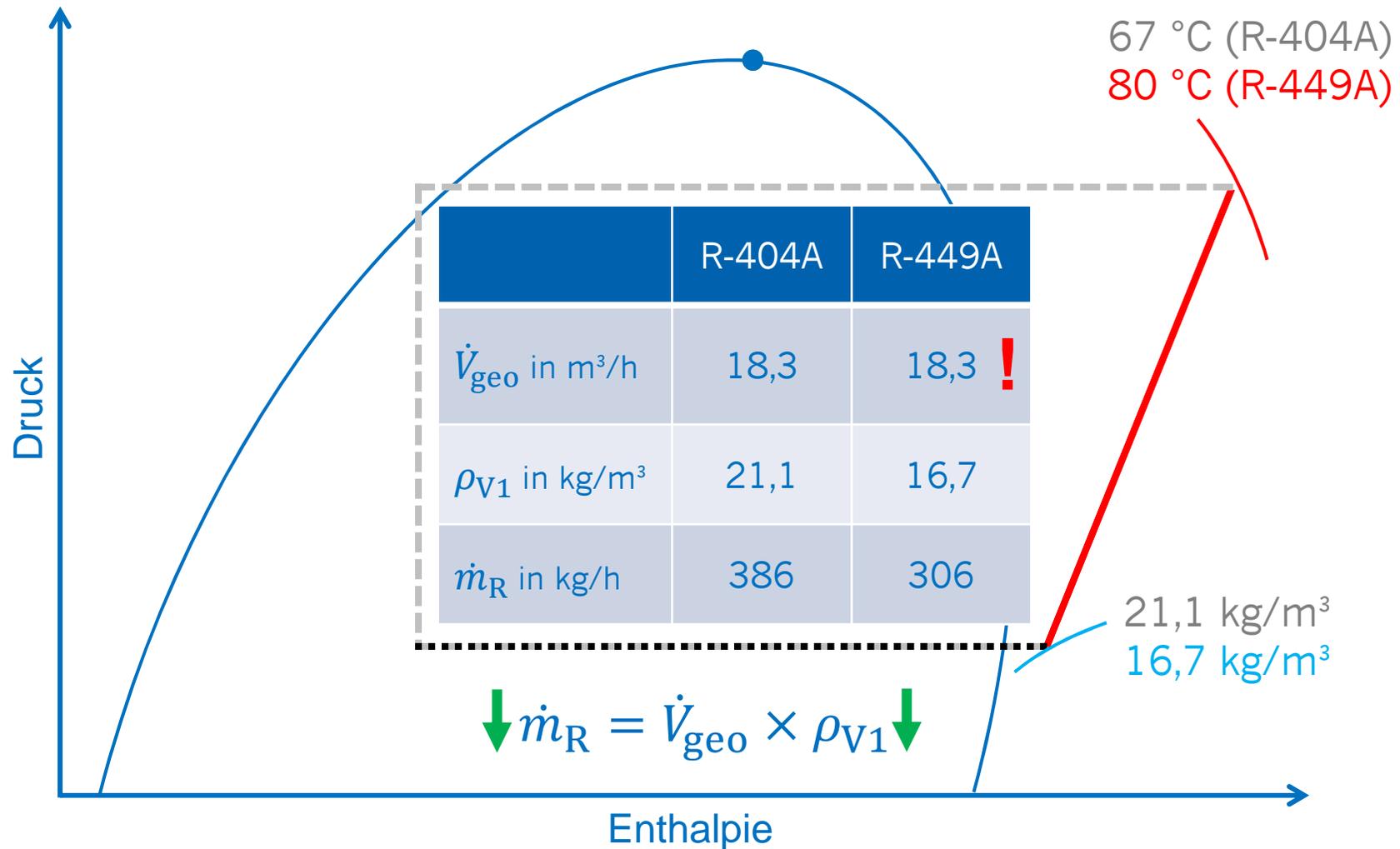
2. R-449A Retrofit Verdichter



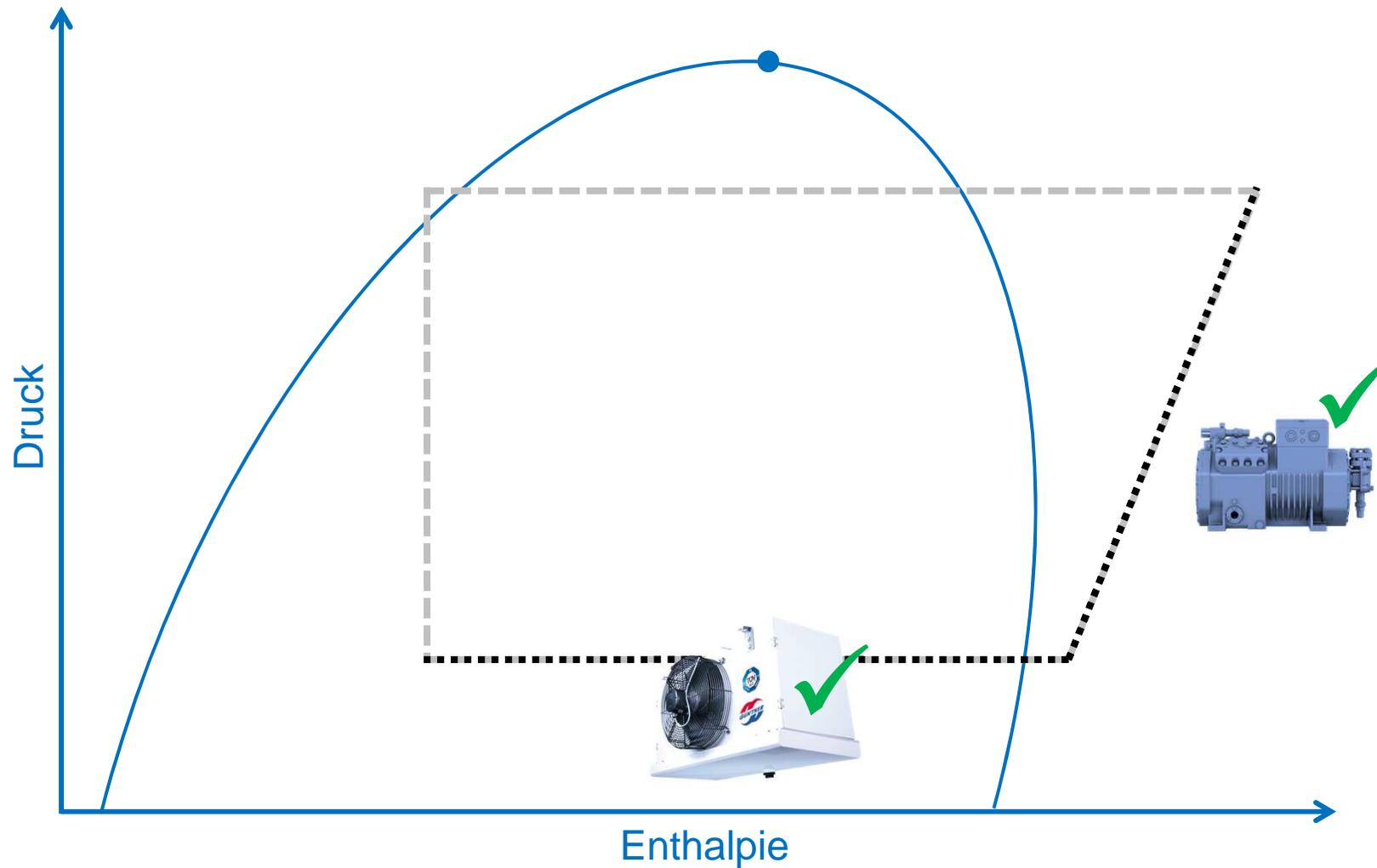
2. R-449A Retrofit Verdichter



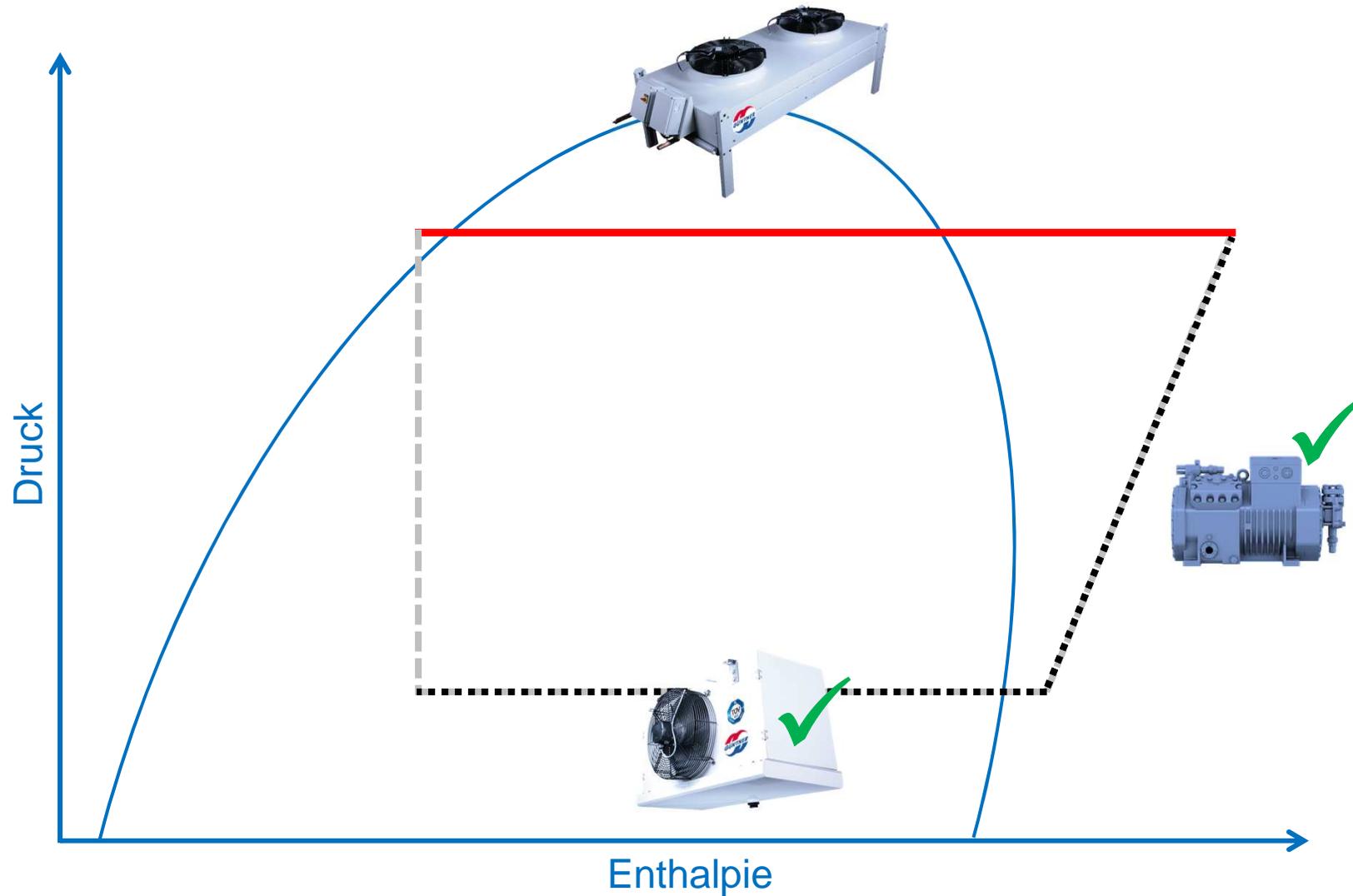
2. R-449A Retrofit Verdichter



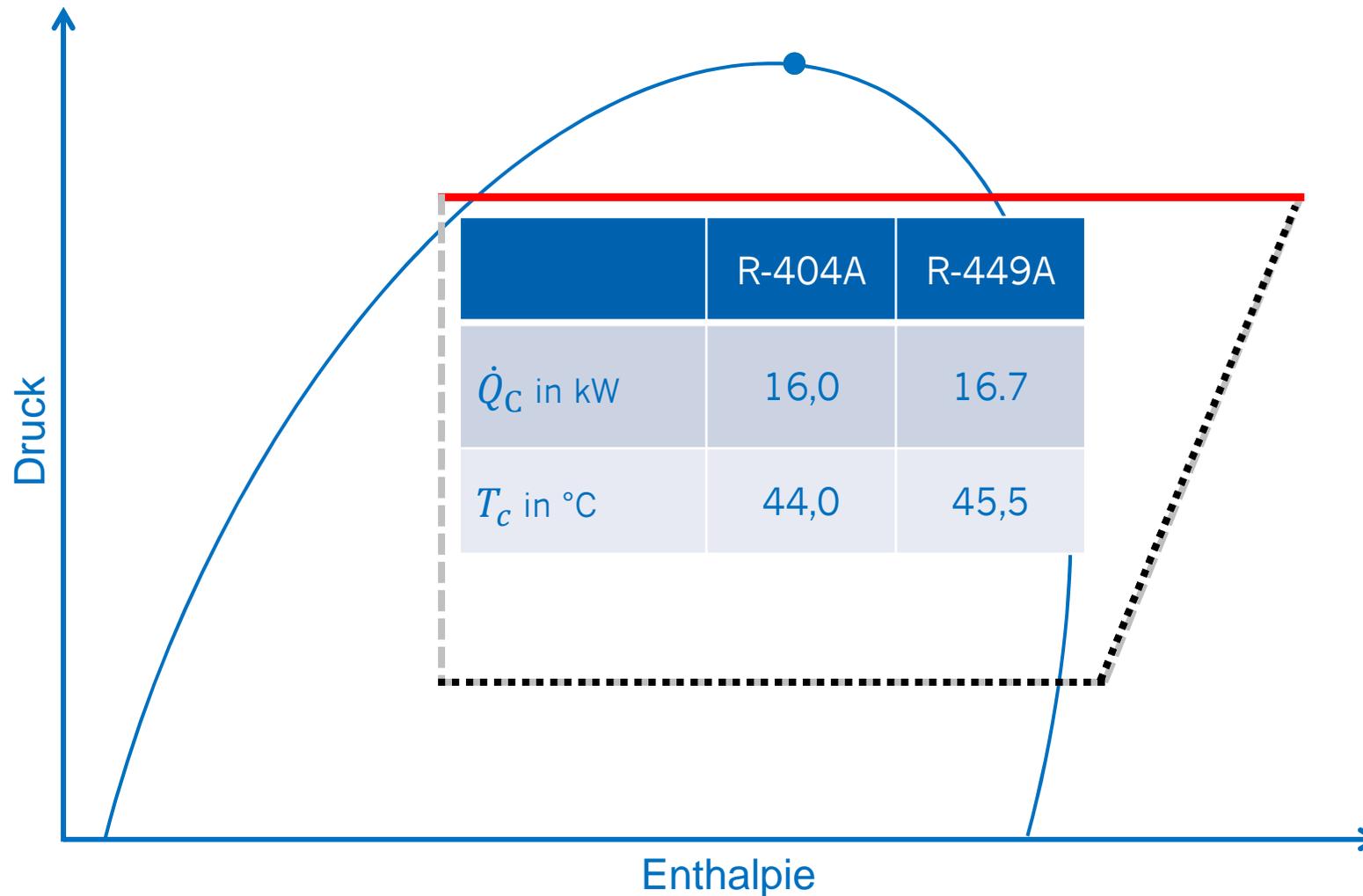
2. R-449A Retrofit Verdichter



2. R-449A Retrofit Verflüssiger



2. R-449A Retrofit Verflüssiger



2. R-449A Retrofit Verflüssiger



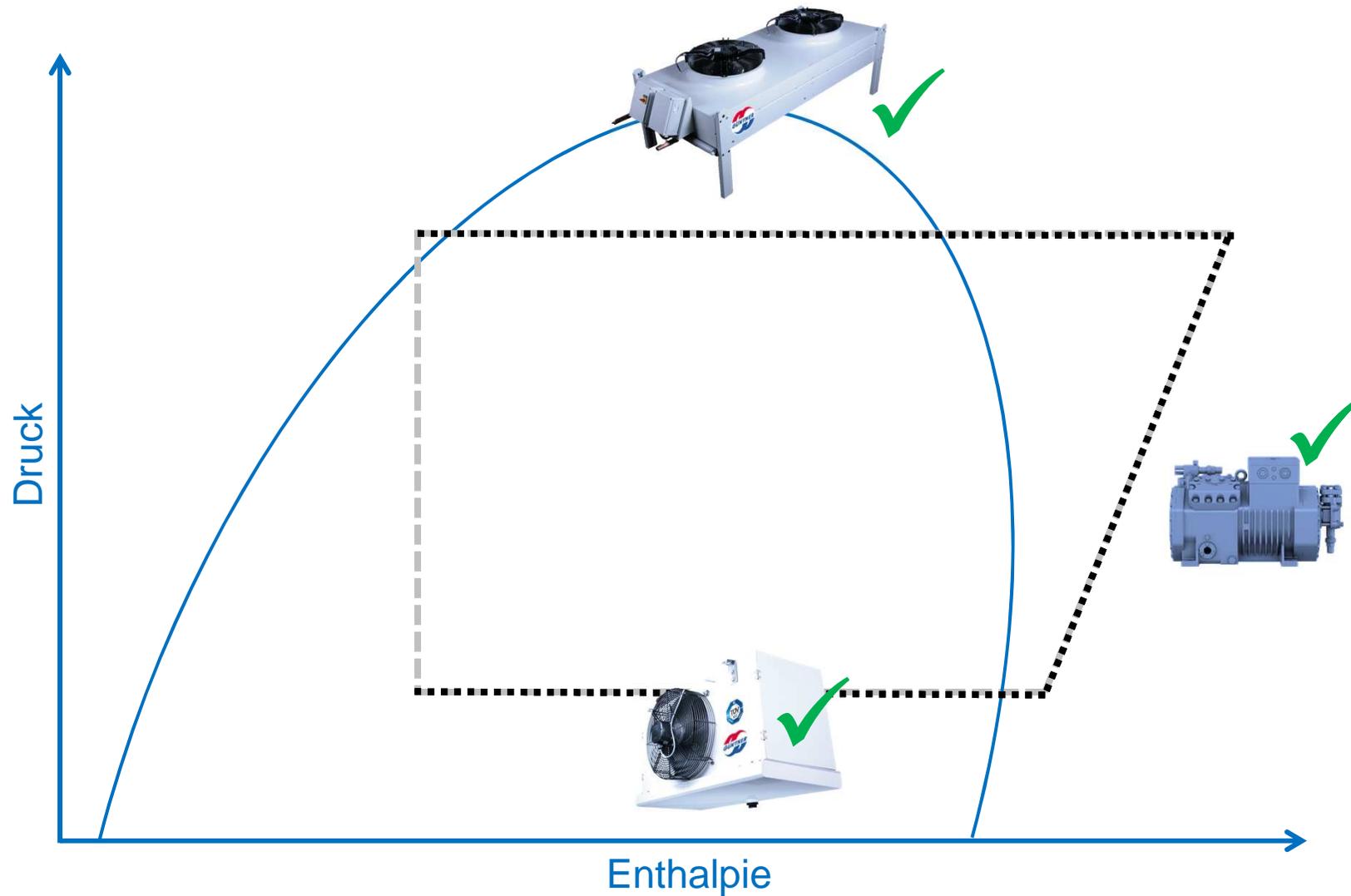
Verflüssiger	GCHC RD 040.2/12-45-4234132A		
Leistung:	16.0 kW	Kältemittel:	R404A ⁽¹⁾
Luftvolumenstrom:	6826 m ³ /h	Heißgastemperatur:	67.0 °C
Luft Eintritt:	33.0 °C	Verflüssigungstemp. (Taupkt.):	44.0 °C
Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	42.1 °C
Luftgeschwindigkeit:	2.2 m/s	Heißgasvolumenstr.:	3.70 m ³ /h
K-Wert:	34.34 W/(m ² ·K)	Massenstrom:	385 kg/h
		Druckabfall:	0.26 bar / 0.55 K

Ventilatoren (AC) Daten je Motor	Verflüssiger	GCHC RD 040.2/12-45-4234132A	
Drehzahl:	Leistung:	16.7 kW	Kältemittel:
Leistung (mech.)	Luftvolumenstrom:	6826 m ³ /h	Heißgastemperatur:
Stromaufnahme	Luft Eintritt:	33.0 °C	Verflüssigungstemp. (Taupkt.):
	Geodätische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:
	Luftgeschwindigkeit:	2.2 m/s	Heißgasvolumenstr.:
	K-Wert:	30.94 W/(m ² ·K)	Massenstrom:
			Druckabfall:
			0.21 bar / 0.45 K

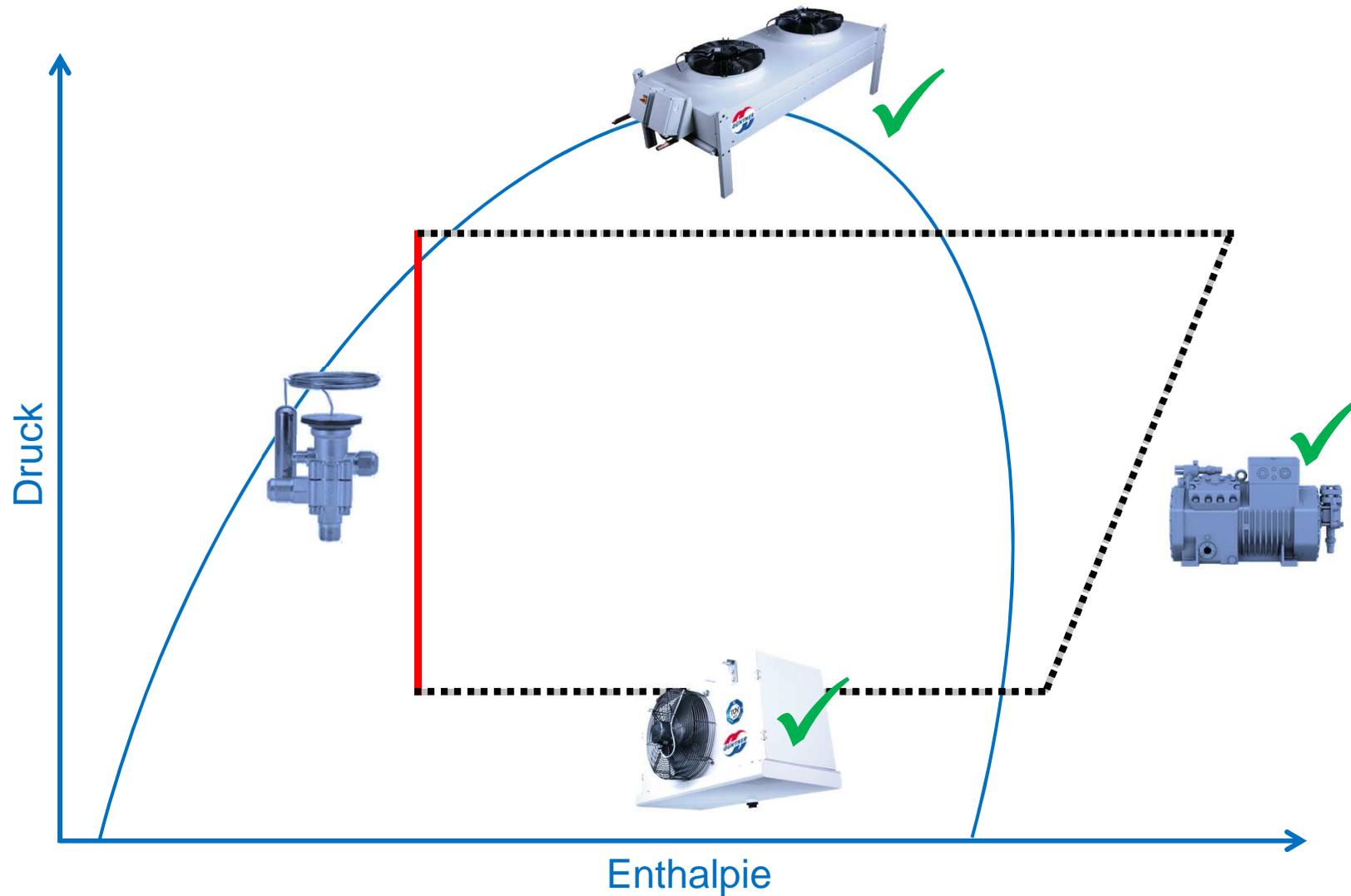
Ventilatoren (AC):	2 Stück 1~230V 50Hz	Schall druckpegel:	45 dB(A) ⁽²⁾
Daten je Motor (Nominaldaten):		im Abstand:	10.0 m
Drehzahl:	1310 min-1	Schallleistung:	76 dB(A)
Leistung (mech./el.):	0.10 kW/0.19 kW	ErP:	Konform ⁽³⁾
Stromaufnahme:	0.85 A ⁽⁴⁾		

Gesamte el. Leistungsaufnahme:	0.39 kW	Energieeffizienzklasse:	D (2014)
--------------------------------	---------	-------------------------	----------

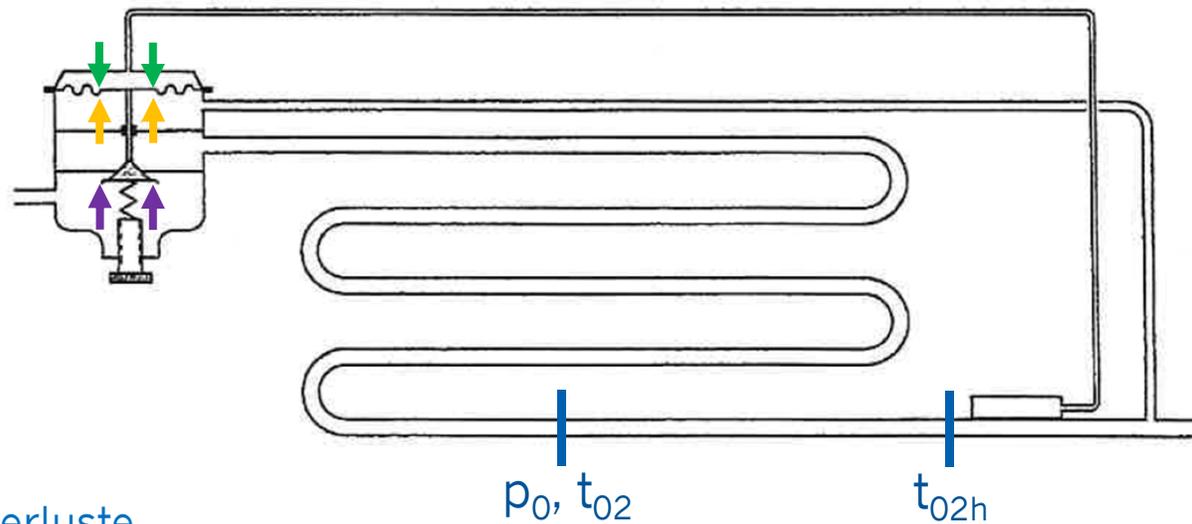
2. R-449A Retrofit Verflüssiger



2. R-449A Retrofit Verflüssiger



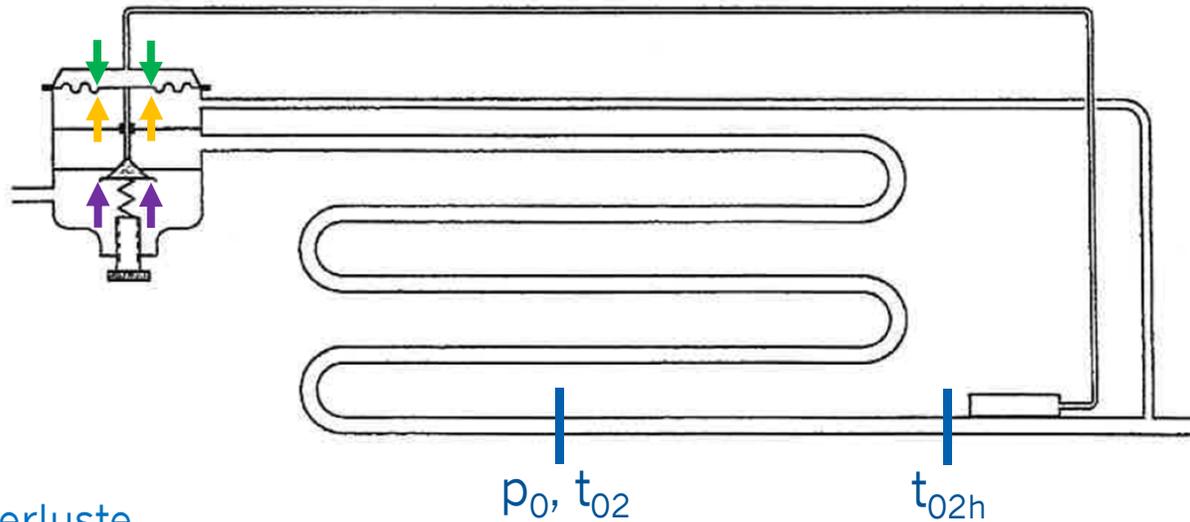
2. R-449A Retrofit Drosselorgan



Bemerkung:
Ohne Druckverluste

	p_0 in bar _ü	t_{02} in °C	t_{02h} in °C	$\Delta T_{\ddot{u}}$ in K
R-404A (Betrieb)	4,3	-10,0	-3,5	6,5 K
R-449A (Auslegung)	3,8	-8,4		

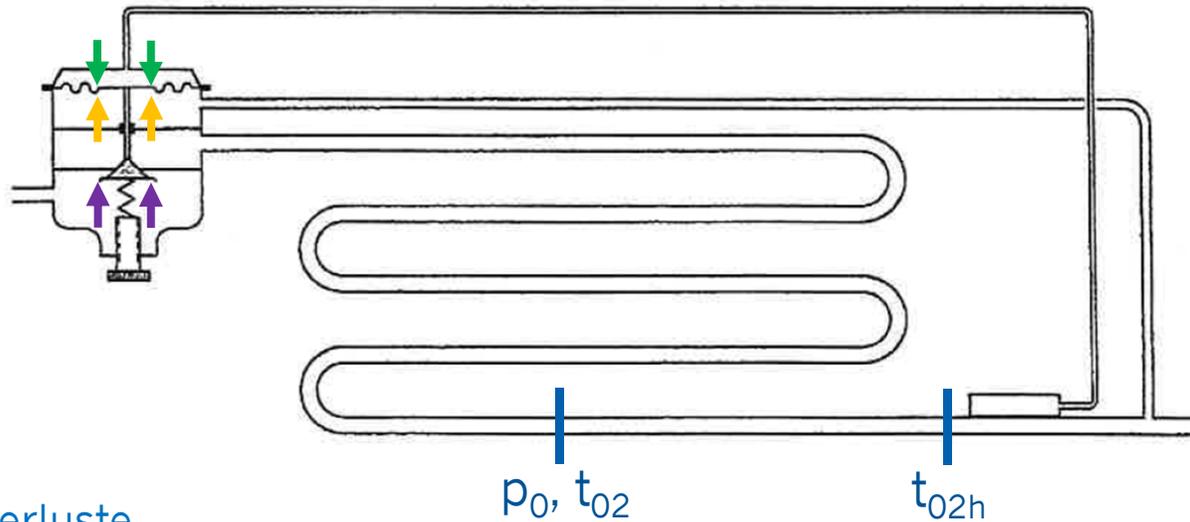
2. R-449A Retrofit Drosselorgan



Bemerkung:
Ohne Druckverluste

	p_0 in bar _ü	t_{02} in °C	t_{02h} in °C	$\Delta T_{\ddot{u}}$ in K
R-404A (Betrieb)	4,3	-10,0	-3,5	6,5 K
R-449A (Auslegung)	3,8	-8,4		
R-404A (Exp.Vent.)	3,8	-13,3	-7,9	6,5 K

2. R-449A Retrofit Drosselorgan



Bemerkung:
Ohne Druckverluste

	p_0 in bar _ü	t_{02} in °C	t_{02h} in °C	$\Delta T_{\ddot{u}}$ in K
R-404A (Betrieb)	4,3	-10,0	-3,5	6,5 K
R-449A (Auslegung)	3,8	-8,4		
R-404A (Exp.Vent.)	3,8	-13,3	-7,9	6,5 K
R-449A (Betrieb)	3,8	-8,4	-7,9	0,5 K !

2. R-449A Retrofit Drosselorgan



Low-GWP tool
Danfoss

TU

Low-GWP tool

Thermostatic Expansion Valve Type
TU

Old Refrigerant
R404A

Retrofit Refrigerant
R449A

Recommendation: Can be used

Suggested SH Adjustment: 2 turns CW

Low < -20°C	Medium -20 to 0°C	High > 0°C
Capacity Changes: 38 %	Capacity Changes: 37 %	Capacity Changes: 41 %

T2/TE2

Low-GWP tool

Thermostatic Expansion Valve Type
T2/TE2

Old Refrigerant
R404A

Retrofit Refrigerant
R449A

Recommendation: Can be used

Suggested SH Adjustment: 1 turns CW

Low < -20°C	Medium -20 to 0°C	High > 0°C
Capacity Changes: 38 %	Capacity Changes: 37 %	Capacity Changes: 41 %

TE 5 - 55

Low-GWP tool

Thermostatic Expansion Valve Type
TE 5 - 55

Old Refrigerant
R404A

Retrofit Refrigerant
R449A

Recommendation: Not recommended for this valve

Suggested SH Adjustment: Not relevant

Low < -20°C	Medium -20 to 0°C	High > 0°C
Capacity Changes: 38 %	Capacity Changes: 37 %	Capacity Changes: 41 %

TGE 10 - 20

Low-GWP tool

Thermostatic Expansion Valve Type
TGE10 - 20

Old Refrigerant
R404A

Retrofit Refrigerant
R449A

Recommendation: Not recommended for this valve

Suggested SH Adjustment: Not relevant

Low < -20°C	Medium -20 to 0°C	High > 0°C
Capacity Changes: 38 %	Capacity Changes: 37 %	Capacity Changes: 41 %

TGE 40

Low-GWP tool

Thermostatic Expansion Valve Type
TGE 40

Old Refrigerant
R404A

Retrofit Refrigerant
R449A

Recommendation: Not recommended for this valve

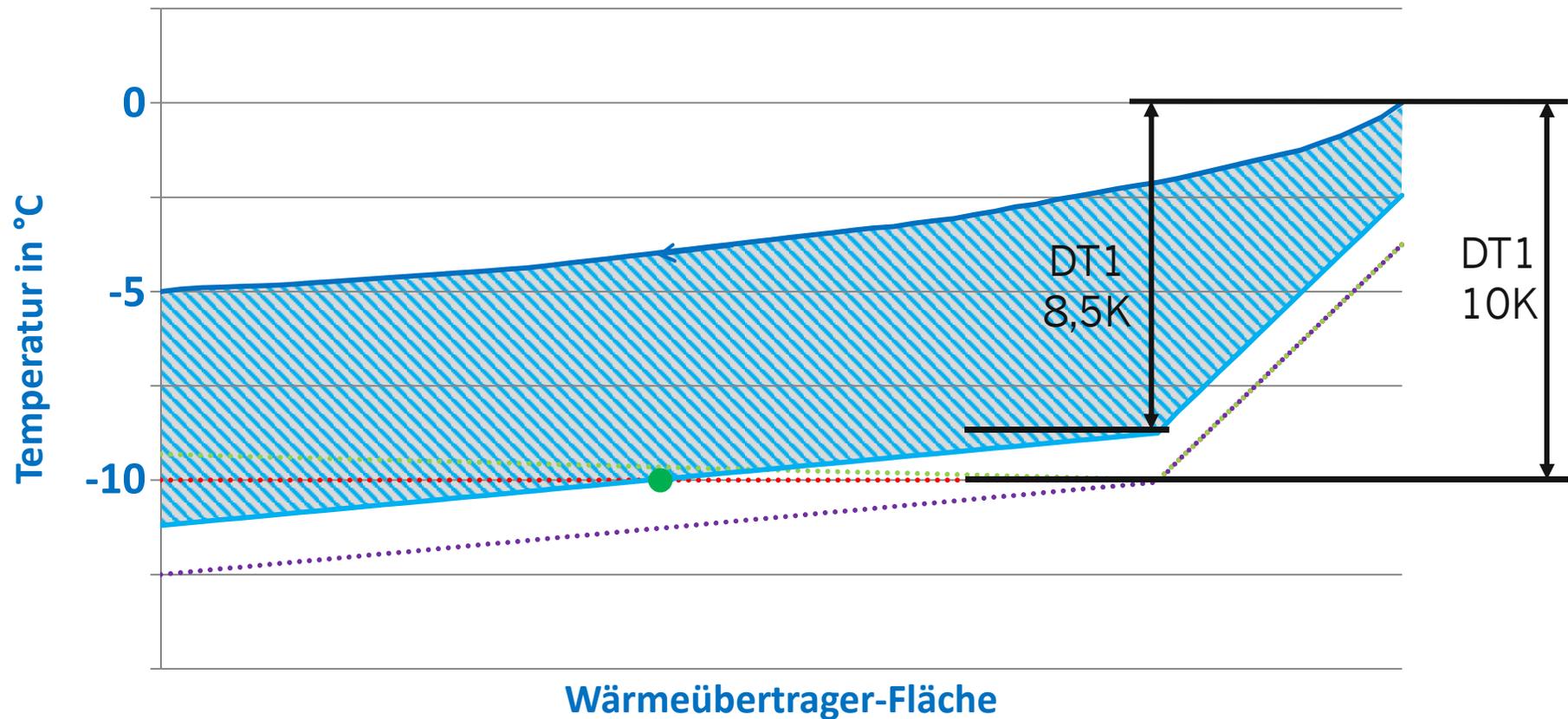
Suggested SH Adjustment: Not relevant

Low < -20°C	Medium -20 to 0°C	High > 0°C
Capacity Changes: 38 %	Capacity Changes: 37 %	Capacity Changes: 41 %

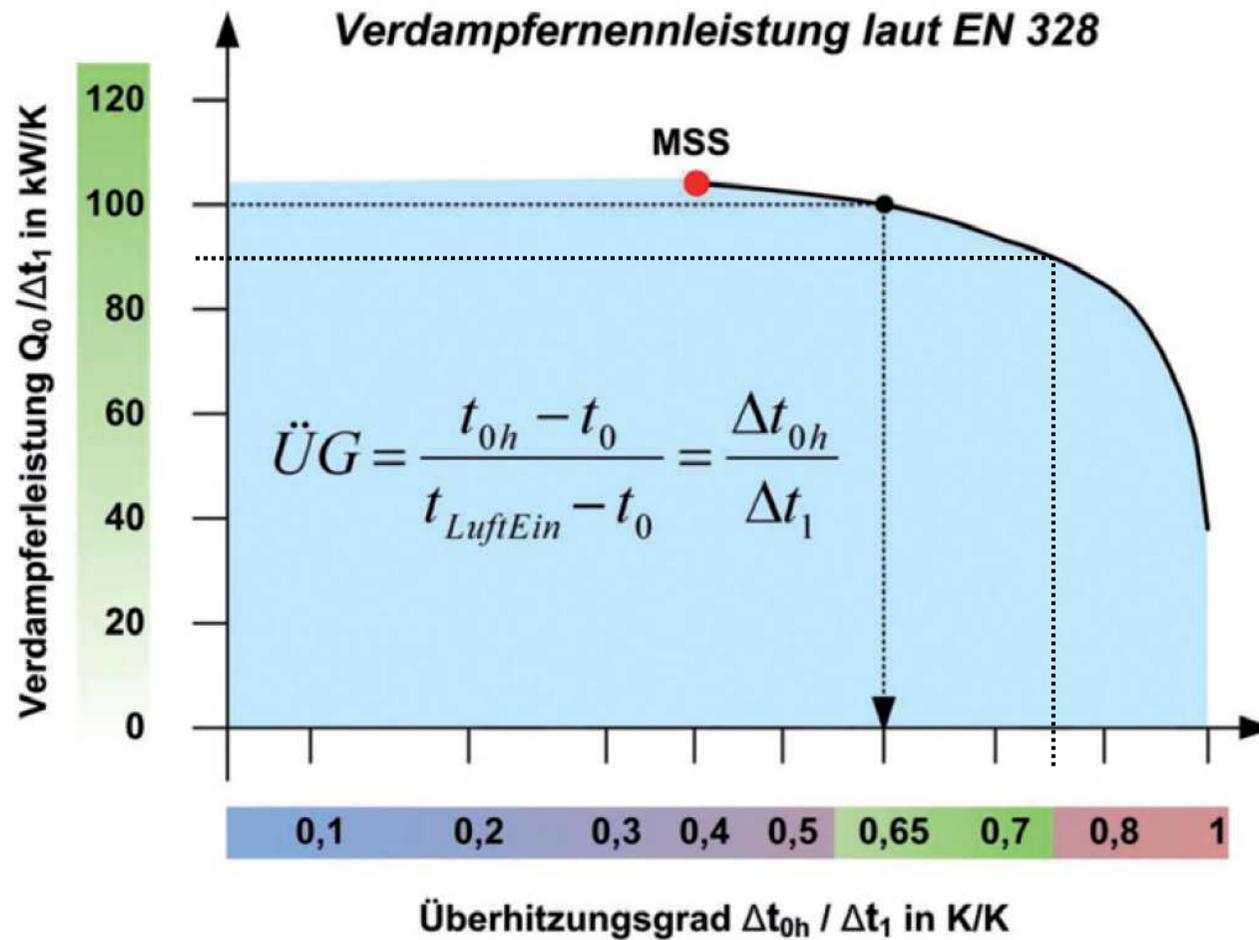
2. R-449A Retrofit Drosselorgan



Verdampfer mit Mitteltemperatur-Auslegung

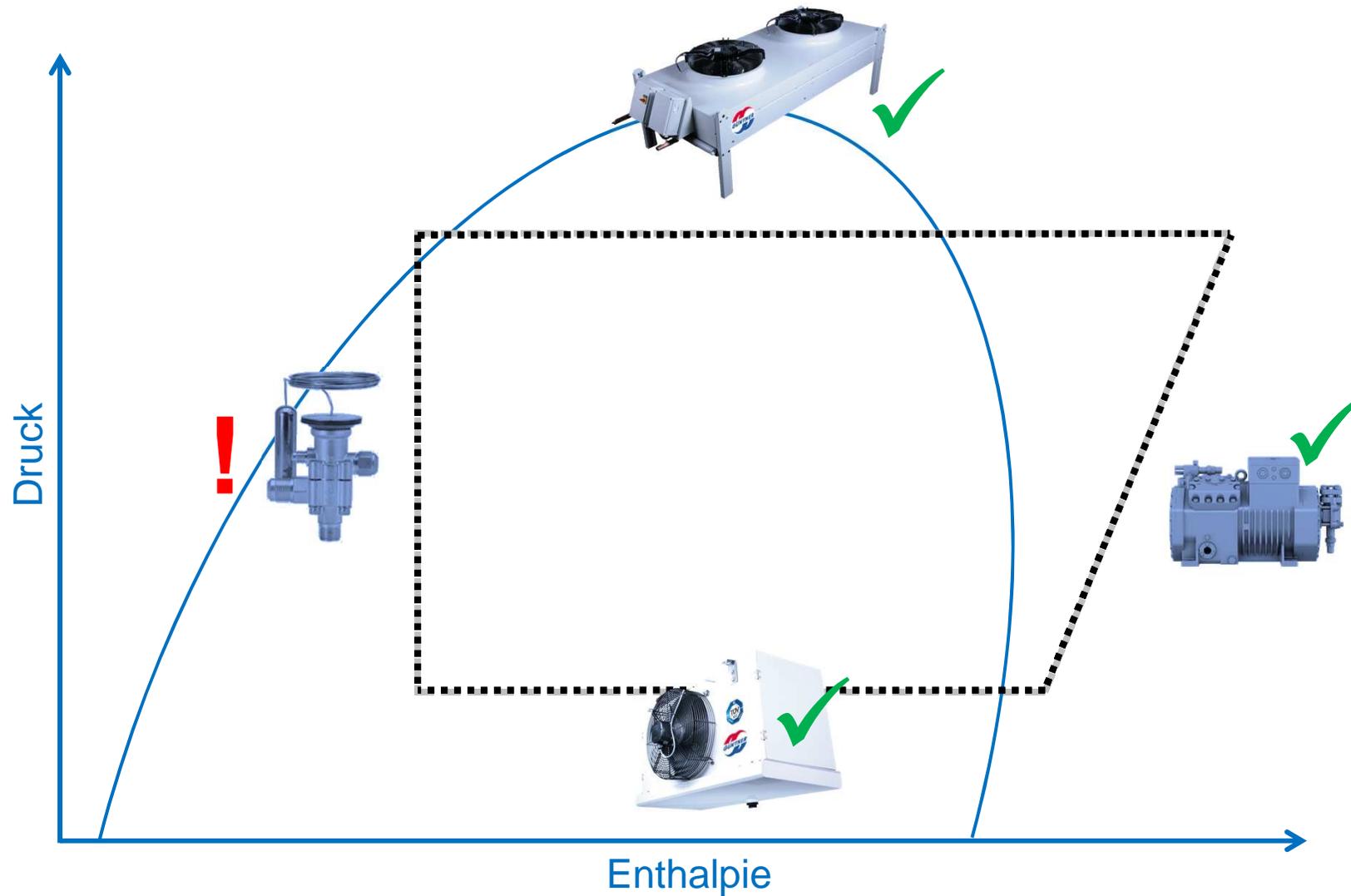


2. R-449A Retrofit Drosselorgan



ÜG	Δt_1	Δt_{0h}
0,65	12	7,8
	11	7,2
	10	6,5
	9	5,9
	8	5,2
	7	4,6

2. R-449A Retrofit Verflüssiger



1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

1. Der Temperatur-Gleit

- Auswirkung auf Verflüssiger und Verdampfer
- Mitteltemperaturmethode

2. R-449A Retrofit

- Auswirkungen auf die Wärmeübertrager
- ... und andere Komponenten

3. R-455A

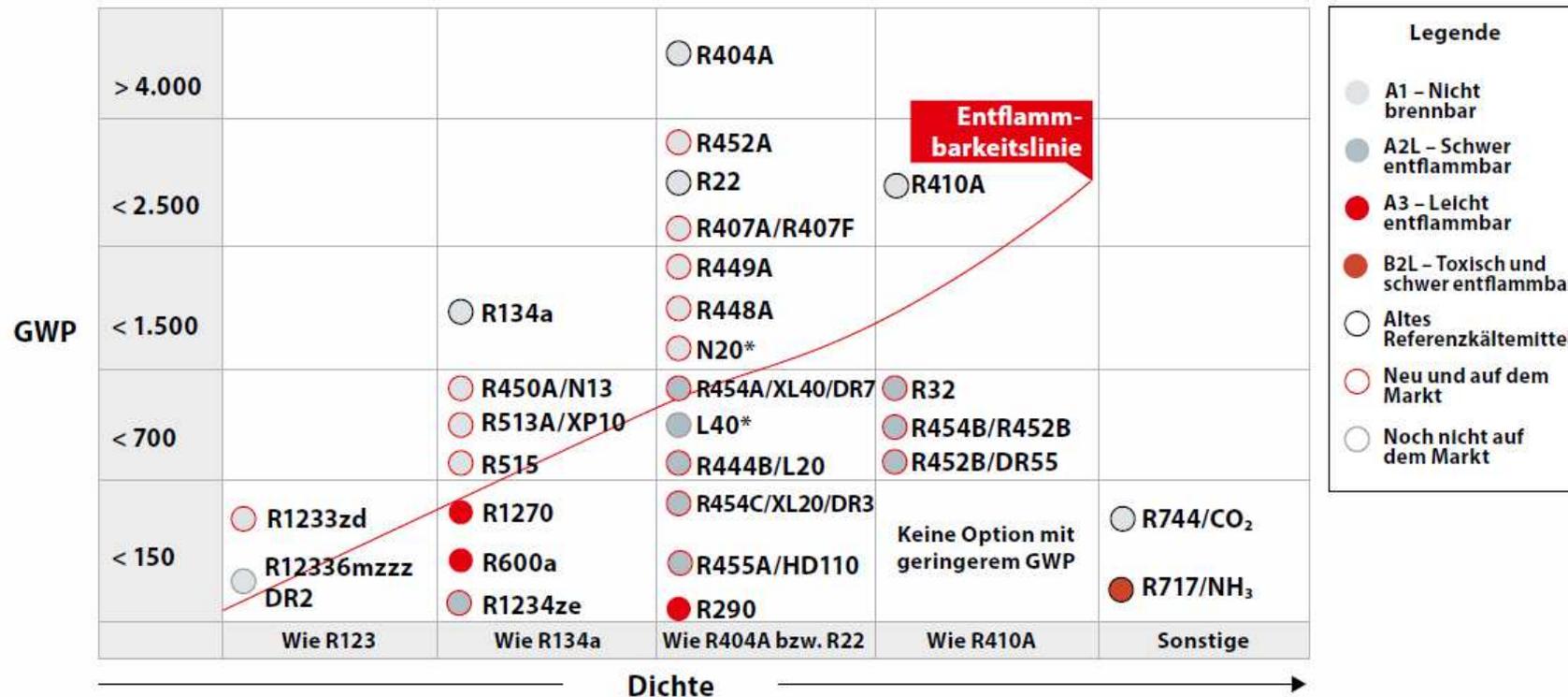
- Kältemittel mit extrem hohem glide
- Auswirkungen auf DX-Verdampfer

3. Kältemittel mit extrem hohem glide

Beispiel: R455A



Hauptkältemittel



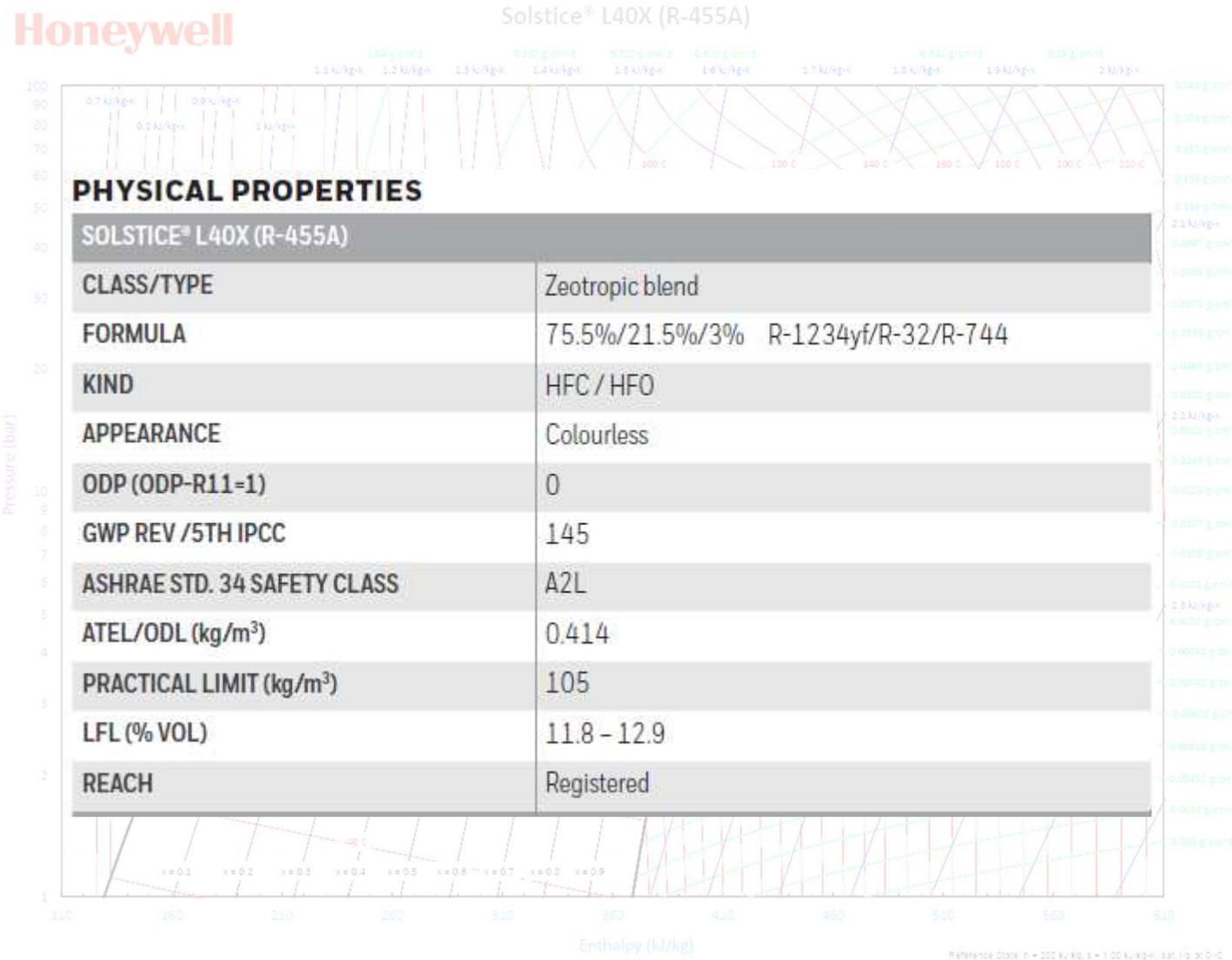
GWP im Verhältnis zur Dichte (Druck) der wichtigsten Kältemittelgruppen

* no ASHRAE name yet

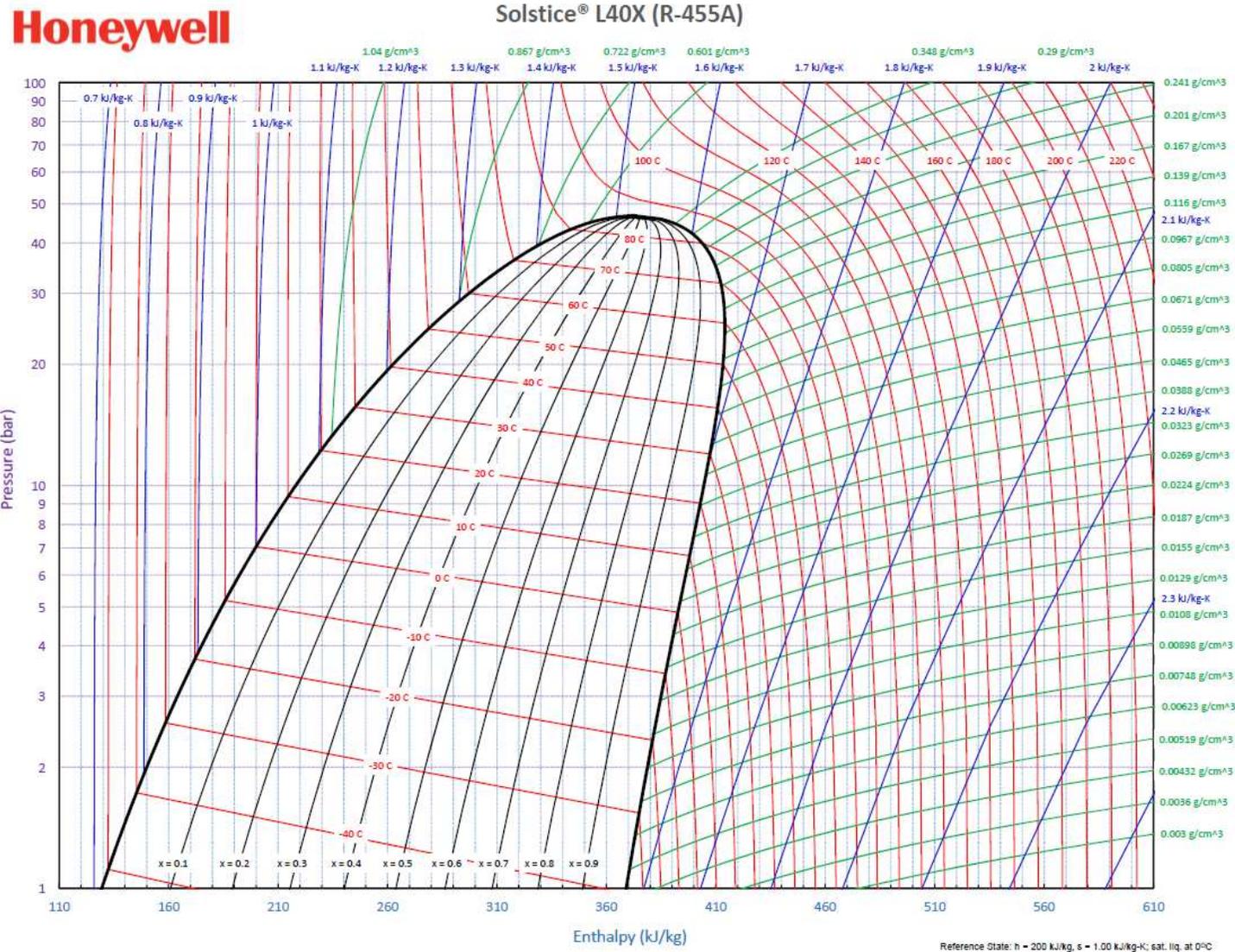
Quelle: Danfoss A/S –DKRCC.PB.000.M7.03– Aug2017

3. Kältemittel mit extrem hohem glide

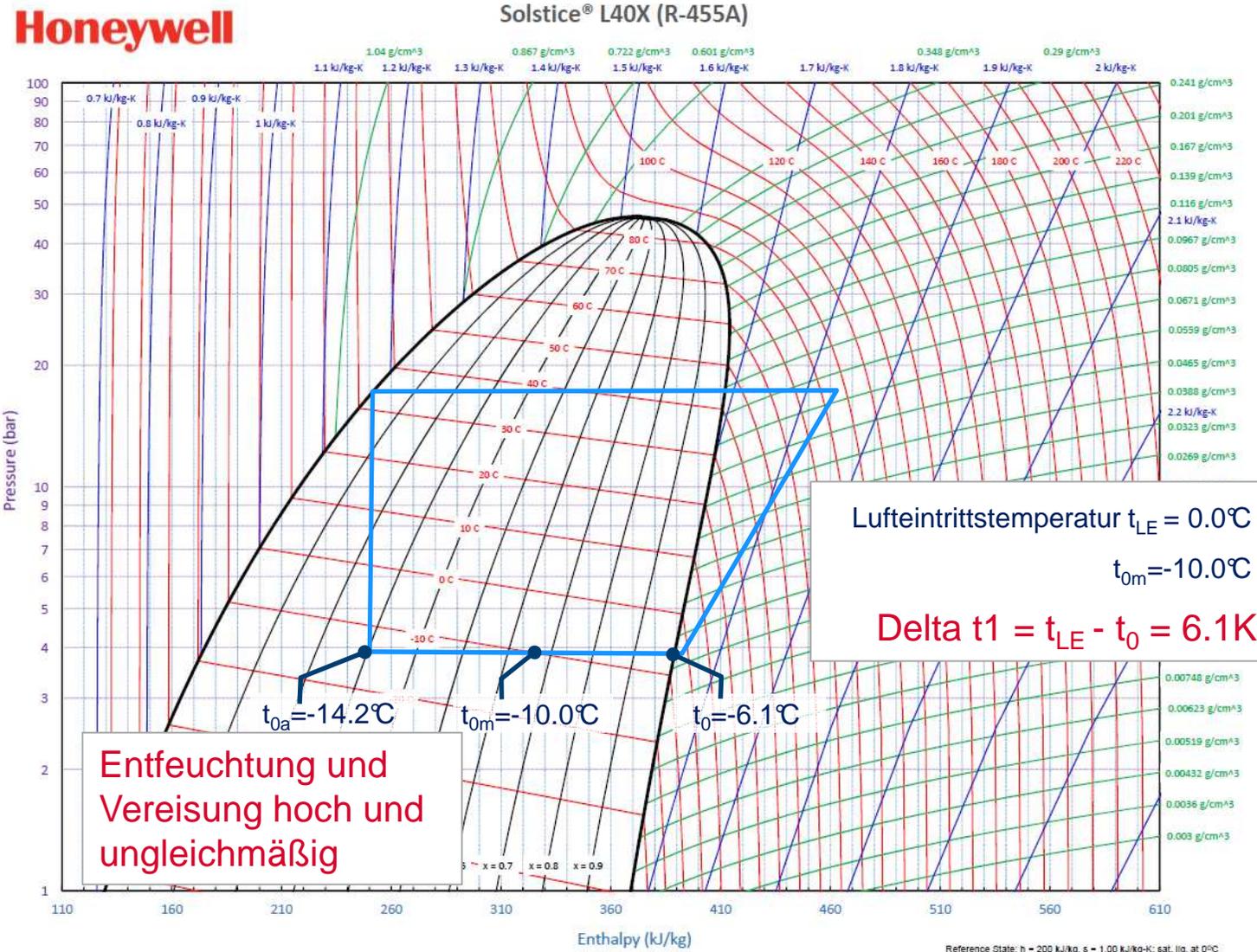
Beispiel: R455A



3. Kältemittel mit extrem hohem glide Beispiel: R455A

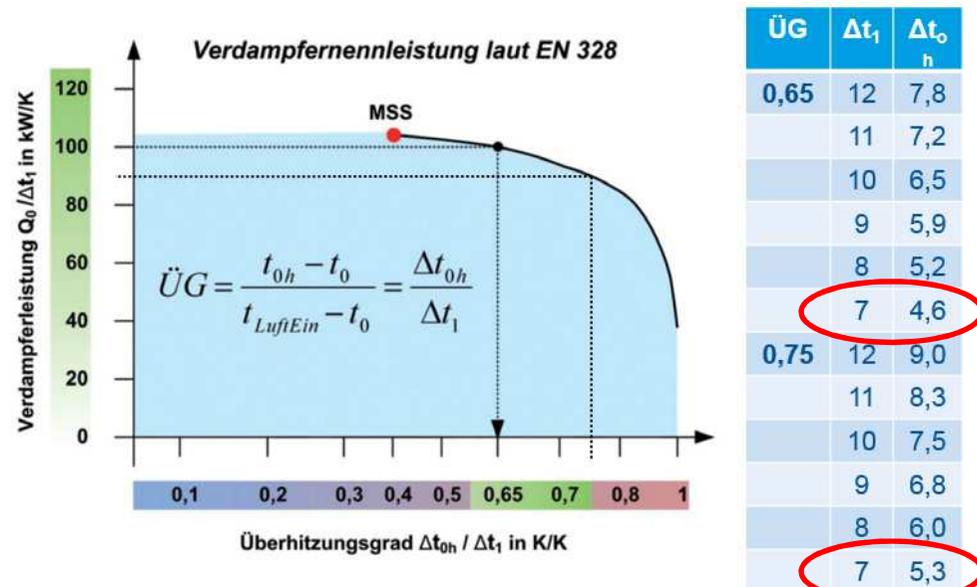


3. Kältemittel mit extrem hohem glide Beispiel: R455A



3. Kältemittel mit extrem hohem glide

Beispiel: R455A



Leuchttemperatur $t_{LE} = -9,0^\circ\text{C}$
 $t_{0m} = -10,0^\circ\text{C}$

Mögliche Lösung:

- $\Delta t_1 = t_{LE} - t_0 = 6,1\text{K}$
- Elektronisches EV
- Absenken der Verdampfungtemp (COP Verschlechterung)

Raum für Fragen

