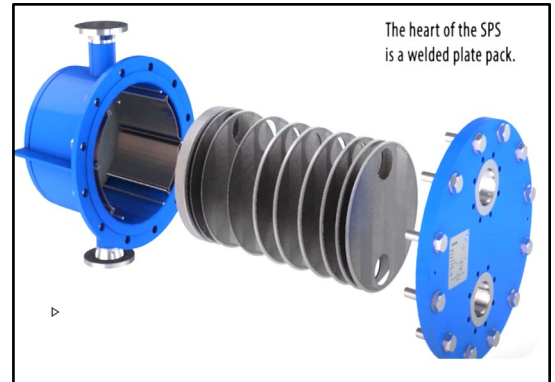




R290-Wärmepumpen 2-stufig

Luft-Wasser-R290-Wärmepumpen

Wenn im Winter die Aussenluft bei tiefen Temperaturen genutzt werden soll, also zum Beispiel in Mitteleuropa bei -15°C , empfiehlt sich eine 2-stufige R290-Wärmepumpe, also mit dem natürlichen Kältemittel R290 mit einem GWP = 0 (Global Warming Potential), am besten für eine grössere Leistung mit ölfreien Turboverdichtern. Man verzichtet dank berührungslöser Magnet- oder Gaslagern vollständig auf Schmieröl. Als Schmiermittel dient das strömende Kältemittel, wodurch ein Aufschäumen des Öls vermieden wird und der Wirkungsgrad in den Wärmetauschern durch fehlende Ölfilme ansteigt.



Alternativen zu R290 (Propan)

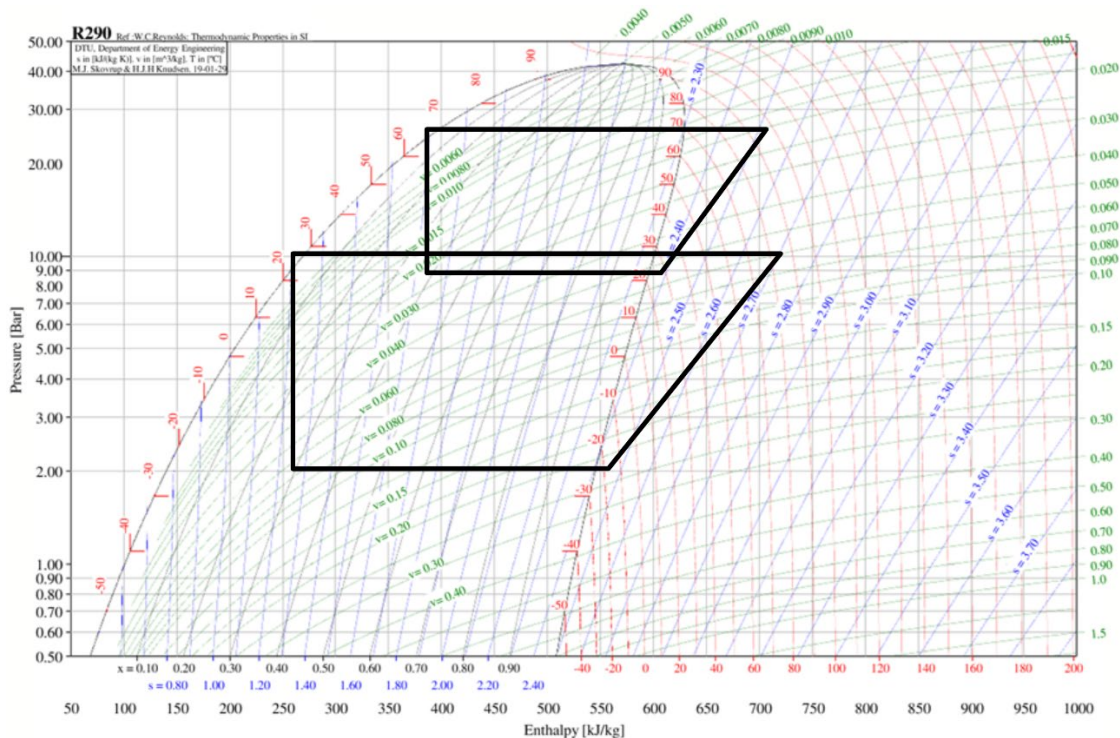
Das Kältemittel R717 (NH_3) kommt bei hohen Leistungen vielfach zum Einsatz, obwohl es giftig ist. Das Kältemittel R744 (CO_2) weist in der zweiten Stufe am Kühler überkritische Drücke bis 110 bar auf, was die Wärmetauscher unnötig verteuert.

Niederdruck-Stufe 1

Aus Gründen einer optimalen Regulierung komprimieren 2 Turboverdichter das Kältemittel R290 auf ein bescheidenes Druck- und Temperaturniveau. Der Verdampfer ist ein lamellierter Wärmetauscher, welcher die Aussenluft abkühlt und im Winter infolge Frostbildung periodisch mit Heissgasen über einen zweiten Kollektor abgetaut werden muss. Würde man über die Kapillaren abtauen wollen, nähme das viel zu viel Zeit in Anspruch. Der Kondensator ist idealerweise ein geschweisster Plattenwärmetauscher, welcher in Kaskadenschaltung mit der Hochdruckstufe verbunden ist.

Hochdruck-Stufe 2

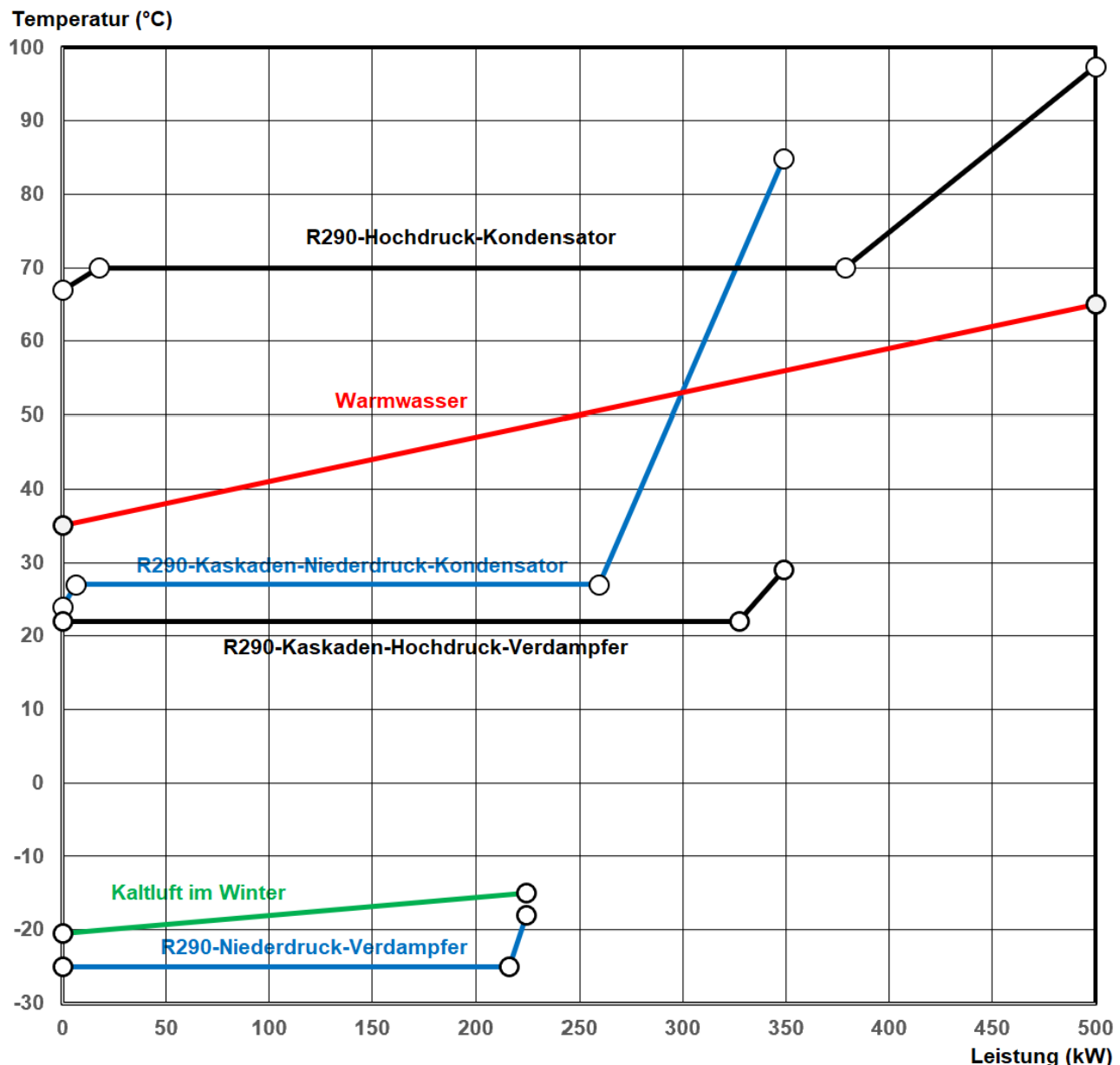
Aus Gründen einer optimalen Regulierung komprimieren 2 Turboverdichter das Kältemittel R290 auf ein vertretbares Druck- und Temperaturniveau an. Dadurch entsteht eine hohe Nutzwärme für Warm- und Heizungswasser von 65°C . Der Kondensator ist idealerweise ein geschweisster Plattenwärmetauscher. Der Verdampfer ist idealerweise ein geschweisster Plattenwärmetauscher. Welcher in Kaskadenschaltung mit der Niederdruckstufe verbunden ist.



Beispiel

Nachfolgend wurde eine Luft-Wasser-R290-Wärmepumpe für Warm- und Heizungswasser von 65°C bei einer Leistung von 500 kW ausgelegt. Dieses Temperaturniveau reicht nicht nur für Bodenheizungen, sondern auch für Heizungen mit genügend grossen Radiatoren aus.

Wärmetauscher	Druck bar	Masse kg/h	Temperatur °C	Leistung kW
Warmwasser	1.000	14358.514	35 auf 65	500.000
R290-Hochdruck-Kondensator	25.868	5689.587	65.000	500.000
R290-Kaskaden-Niederdruck-Kondensator	10.015	2743.296	27.000	348.931
R290-Kaskaden-Hochdruck-Verdampfer	8.814	5689.587	10.000	348.931
R290-Niederdruck-Verdampfer	2.034	2743.296	-25.000	224.612
Kaltluft im Winter		119278.084	-15 auf -20.6	224.612



Problematik

Luft-Wasser-Wärmepumpen müssen im Winter bei tiefen Aussentemperaturen periodisch abgetaut werden, was einiges an Equipment erfordert und die Verfügbarkeit des Wärmepumpenbetriebs merklich reduziert. Das würde bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen entfallen, welche über Erdwärmesonden betrieben werden. Die Temperatur von Erdwärmesonden ist abhängig von der Tiefe und der Jahreszeit. In den oberen Erdschichten (bis ca. 15 m) ist sie mit etwa 10°C bis 12°C ganzjährig konstant. Ab 100 Metern Tiefe steigt die Temperatur durch den geothermischen Gradienten um ca. 3°C pro 100 Meter.

Seite 3 Software Changeover refrigerants: Einspritzverdampfer, Frostleistung 5.260 kW
 Seite 4-8 Software CAP: Abtauung über zweiten Kollektor oder über die Kapillaren
 Seiten 9-13 Software COR: Reduziertes Leistungsverhalten beim Abtauvorgang



Leistung	kW	224.612	----- sensibel:	185.530
Flächenreserve	%	0.235	latent:	33.822
Vorhandene Fläche	m2	1253.432	frost:	5.260
Erforderliche Fläche	m2	1250.491		
k-Wert	W/m2K	28.651		
Mittl. log. Temp. diff. (100.00 %)	K	6.269		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

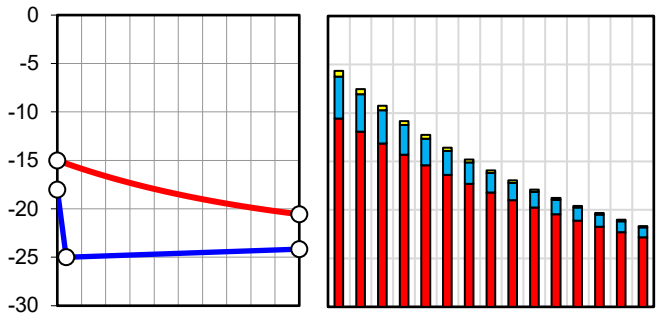
Plant
Object
Position

Feuchte Luft (ff=0.00005 m2K/W)		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			0.000
Druck	hPa			1013.250
Temp.	°C	-15.000	-20.560	20.000
Rel. Feuchte	%	100.000	100.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.006	0.593	5.783
Dichte feucht	kg/m3	1.366	1.397	1.200
Enthalpie feucht	kJ/kg	-12.603	-19.224	34.801
Volumenstrom feucht	m3/h	87391.154	85452.235	100000.000
Massenstrom trocken	kg/h	119278.084	119278.084	119278.084
Kondensatmenge	kg/h		49.235	
Oberflächentemperatur	°C	-21.144	-22.835	
Geschwindigkeit	m/s	1.897	1.854	2.170
Druckverlust (tro. 39 Pa)	Pa		41.177	

R290 (Propane) Verdampfung 2.034 bar (ff=0.00005 m2K/W)

Kondensat"	°C	27.000
Kondensat'	°C	27.000
Unterkühlung	°C	24.000
Verdampfung"	°C	-25.000
Überhitzung	°C	-18.000
Massenstrom	kg/h	2743.296
Volumenstrom	m3/h	591.462
Geschwindigkeit	m/s	10.223
Druckverlust Verdampfung	K	0.833
Druckverlust Kapillare	bar	2.747

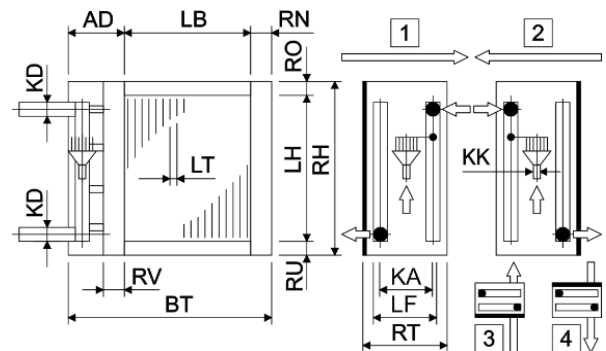
Dampfgehalt am Einspritzpunkt 30.20 %



Technische Daten

Rohre total	Stück	384
Blindrohre	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	6
Rohrlagen in der Höhe	Stück	64
Pässe	Stück	4
Anzahl Stränge (NC)	Stück	96
Inhalt	l	383
Gewicht	kg	917
Anschluss für Kond.	KK	mm 54
Anschluss für Dampf	KD	mm 168
Rahmenhöhe	RH	mm 2640
Rahmenbreite	BT	mm 5319
Rahmentiefe	RT	mm 390
Lamellierte Höhe	LH	mm 2560
Lamellierte Breite	LB	mm 5000
Lamellierte Tiefe	LF	mm 210
Rahmen oben	RO	mm 40
Rahmen unten	RU	mm 40
Rahmen vorne	RV	mm 30
Rahmen hinten (~65mm)	RN	mm 65
Abdeckung (~254mm)	AD	mm 254
Kollektorabstand	KA	mm 189
Lamellenteilung	LT	mm 4.000
Lamellendicke	LD	mm 0.200
Rohrdurchmesser	DA	mm 15.400
Rohrwandstärke	S	mm 0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1	mm 40.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2	mm 35.000

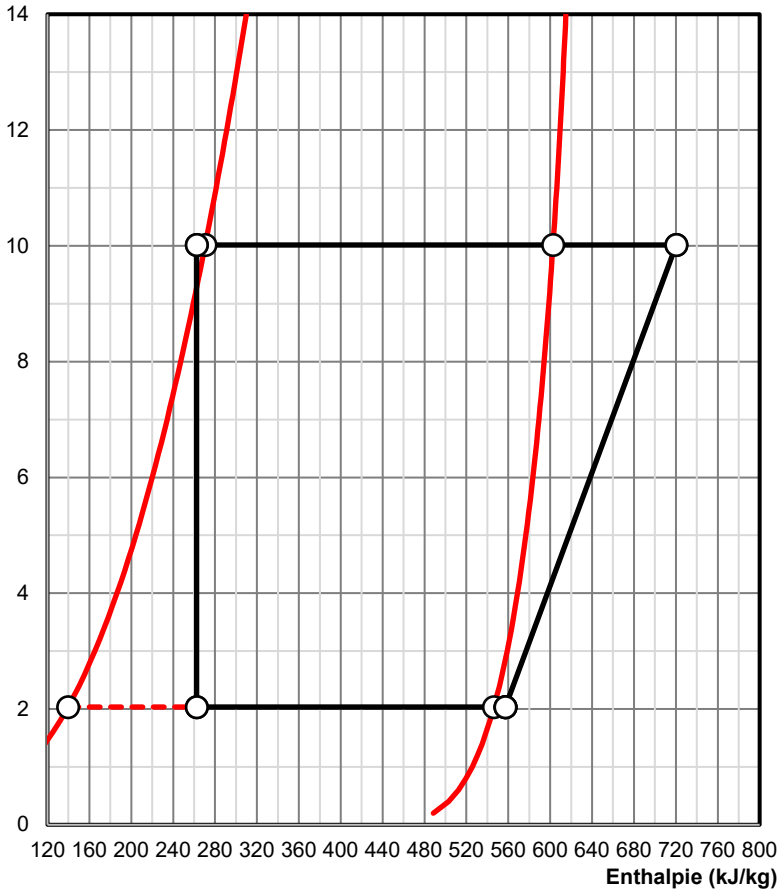
Kapillaren:	6.00 x 1.00 x 2760.00 mm
Rohre:	glatt Cu
Rohre:	versetzt Cu
Kollektoren:	Cu
Anschlüsse:	Cu
Lamellen:	glatt Al
Rahmen:	2.0 mm V2A
Kreise:	1 Standard
Schutz:	ohne
Schutz:	---
Luftrichtung:	horizontal



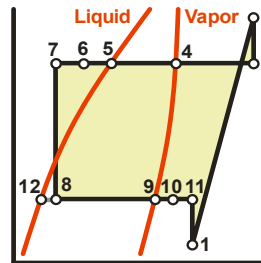
This requires 10 fans from Ziehl-Abegg, type FE80-AD.6N.V7.Y. These models use bionically shaped blades modelled on the owl's wing and are used worldwide in mechanical engineering as well as in air-conditioning, refrigeration and ventilation technology.



Druck (bar)



- 1 = Kältekompressor
- 2 = Kältekompressor
- 3 = Heissgas Kondensator
- 4 =Kondensation" (Vapor)
- 5 =Kondensation' (Liquid)
- 6 = Unterkühlung Kondensator
- 7 = Unterkühlung zusätzlich
- 8 = Verdampfer Einspritzpunkt
- 9 = Verdampfer" (Vapor)
- 10 = Überhitzung Verdampfer
- 11 = Überhitzung zusätzlich
- 12 =Verdampfung' (Liquid)



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

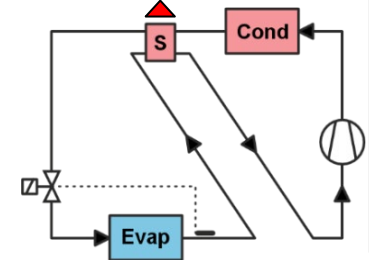
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Wärmetauscher: Nein!



Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1 = Kältekompressor	2.034	-18.000	557.154				
2 = Kältekompressor	10.015	84.933	720.296				
Differenz			163.142	124.319	2743.296		
Polytropenexponent (n)						1.270	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3 = Heissgas Kondensator	10.015	84.933	720.296				
4 =Kondensation" (Vapor)	10.015	27.000	602.741				
5 =Kondensation' (Liquid)	10.015	27.000	270.567				
6 = Unterkühlung Kondensator	10.015	24.000	262.397				
Differenz			457.898	348.931	2743.296	2.807	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6 = Unterkühlung Kondensator	10.015	24.000	262.397				
7 = Unterkühlung zusätzlich	10.015	24.000	262.397				
Differenz			0.000	0.000	2743.296		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12 =Verdampfung' (Liquid)	2.034	-25.000	139.600				
8 = Verdampfer Einspritzpunkt	2.034	-25.000	262.397				0.302
9 = Verdampfer" (Vapor)	2.034	-25.000	546.279				
10 = Verdampfer Überhitzung	2.034	-18.000	557.154				
Differenz			294.756	224.612	2743.296	1.807	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10 = Überhitzung Verdampfer	2.034	-18.000	557.154				
11 = Überhitzung zusätzlich	2.034	-18.000	557.154				
Differenz			0.000	0.000	2743.296		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3 = Druckverlust	0.000	0.000					
11-1 = Druckverlust	0.000	0.000					
Anschlüsse	ρ	\dot{V}	c max	di min	di eff	da eff	\varnothing eff
---	kg/m ³	m ³ /h	m/s	m	mm	mm	---
Kondensation" (Vapor)	21.706	126.385	9.721	0.068	72.100	76.100	2 1/2"
Kondensation' (Liquid)	489.220	5.607	1.612	0.035	39.000	42.000	1 1/2"
Verdampfung' (Liquid)	560.614	4.893	0.930	0.043	51.000	54.000	2"
Verdampfung" (Vapor)	4.638	591.462	10.697	0.140	159.300	168.300	NW 150



Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	6.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	4.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	2743.296
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.500

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

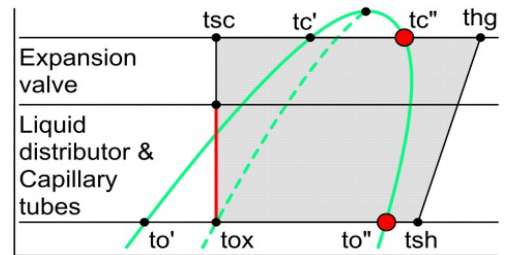
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

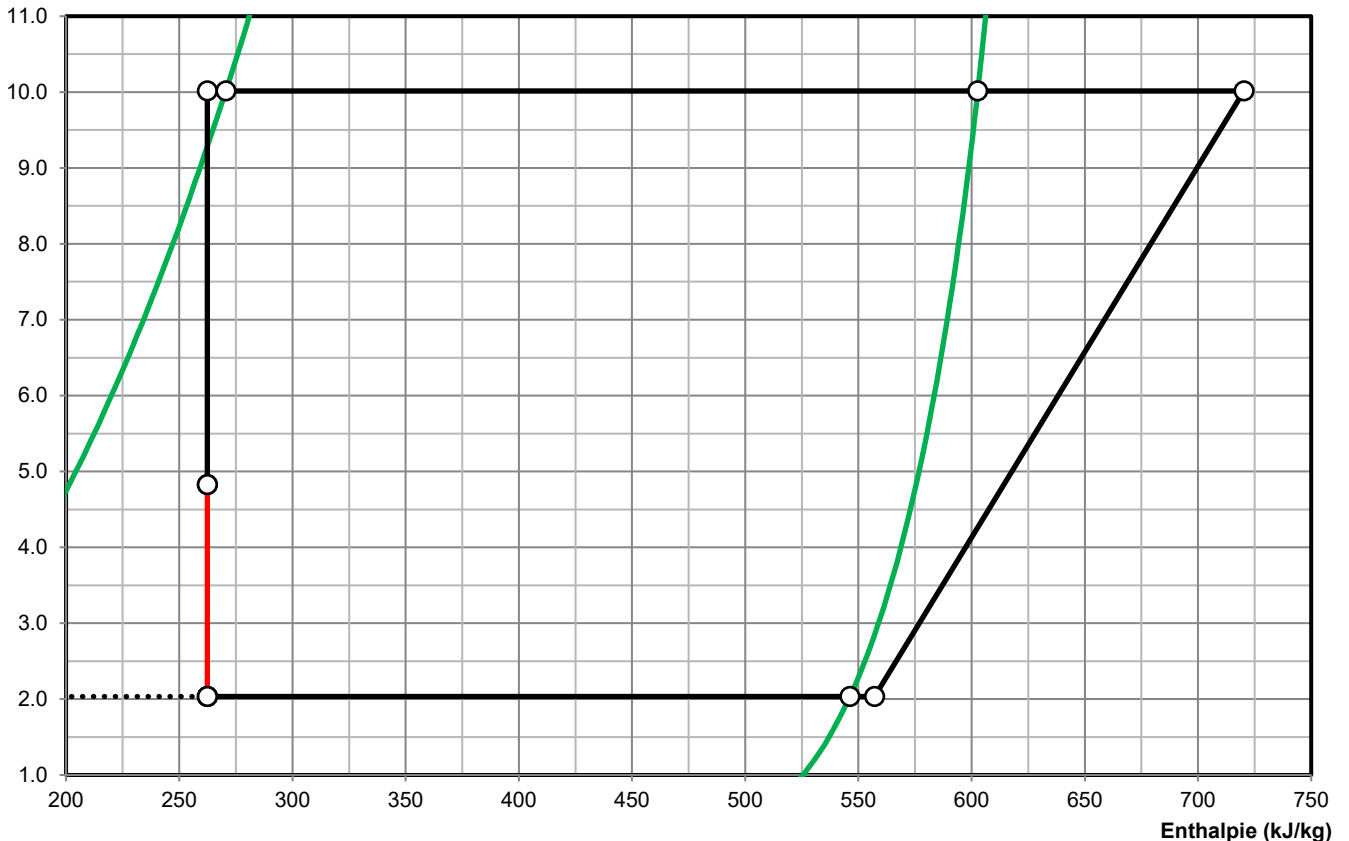
R290 (Propane)		°C	kJ/kg	---
Heissgas	thg	84.933	720.296	
Kondensat	tc''	27.000	602.741	
Kondensat	tc'	27.000	270.567	
Unterkühlung	tsc	24.000	262.397	
Verdampfung	to'	-25.000	139.600	
Verdampfung	tox	-25.000	262.397	
Verdampfung	to''	-25.000	546.279	
Überhitzung	tsh	-18.000	557.154	
Flashgas	x			0.302

Druck / Leistung		bar	kW
Kondensator	pc	10.015	348.931
Verdampfer	po	2.034	224.612
Kältekompressor	---	7.980	124.319

Druckverlust		bar	%
Druckverlust Expansionsventil		5.187	64.999
Druckverlust Kapillaren		2.793	35.001
Total		7.980	100.000



Druck (bar)





Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000	
Länge	mm	2760.000	
Aussendurchm.	mm	6.000	
Stärke	mm	1.000	
Innendurchm.	mm	4.000	
Rauhigkeit	mm	0.002	
Massenstrom	kg/h	2743.296	(100.00%)
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32	
Kälteoel-Anteil	%	0.500	

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

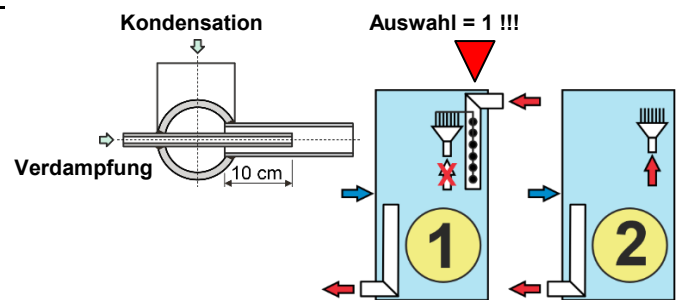
Plant
Object
Position

R290 (Propane)

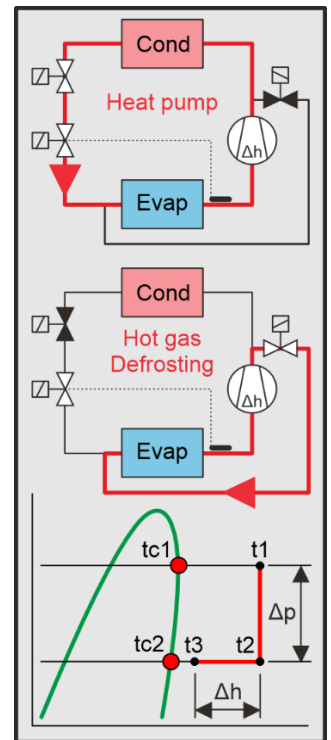
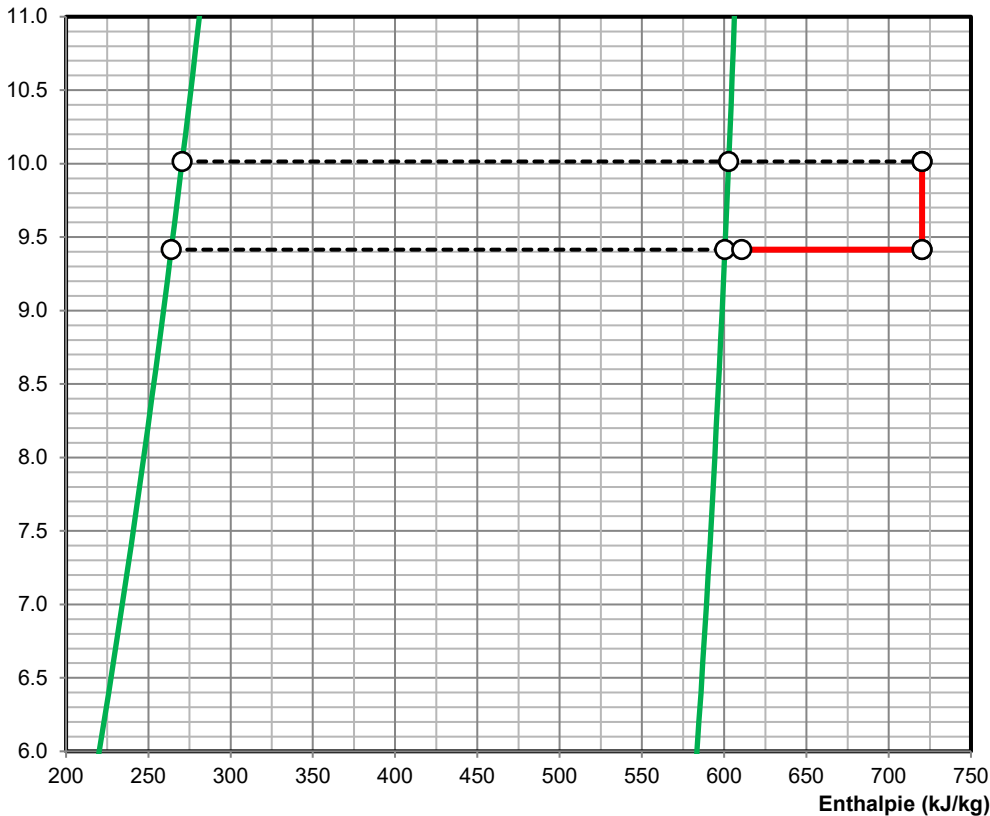
Heissgas	t1	°C	84.933
Heissgas	h1	kJ/kg	720.296
Kondensat"	tc1	°C	27.000
Druck	p1	bar	10.015
Heissgas	t2	°C	84.300
Heissgas	h2	kJ/kg	720.296
Kondensat"	tc2	°C	24.560
Druck	p2	bar	9.415
Kältekompressor	Qc	kW	83.542 (67.20%)
Heissgas	h3	kJ/kg	610.664
Heissgas	t3	°C	29.685

Druckverlust Ventile,Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust Kollektoren	dp	bar	0.100
Druckverlust total	dp	bar	0.600

Frostleistung	kW	5.260
Abtauintervall	h	12.000
Frostenergie	kWh	63.120
Abtauzeit	h	0.756
Abtauzeit	min	45.333



Druck (bar)



Heissgasabtauung



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000	
Länge	mm	2760.000	
Aussendurchm.	mm	6.000	
Stärke	mm	1.000	
Innendurchm.	mm	4.000	
Rauhigkeit	mm	0.002	
Massenstrom	kg/h	1008.161	(36.75%)
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32	
Kälteoel-Anteil	%	0.500	

R290 (Propane)

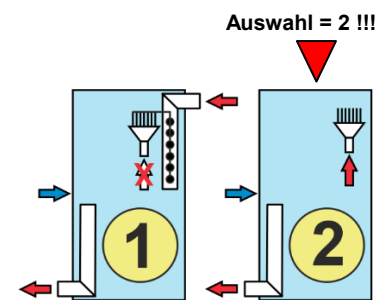
Heissgas	t1	°C	84.933
Heissgas	h1	kJ/kg	720.296
Kondensat"	tc1	°C	27.000
Druck	p1	bar	10.015

Heissgas	t2	°C	81.455
Heissgas	h2	kJ/kg	720.296
Kondensat"	tc2	°C	11.936
Druck	p2	bar	6.722

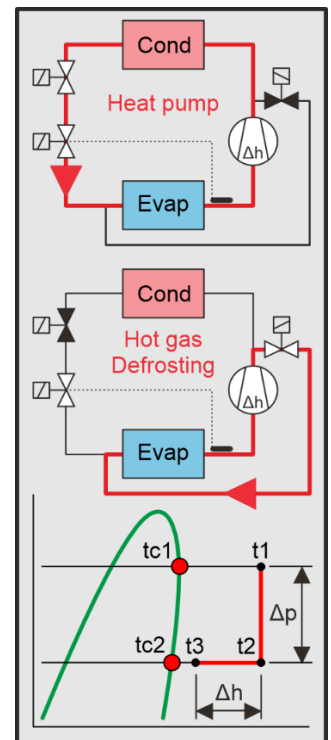
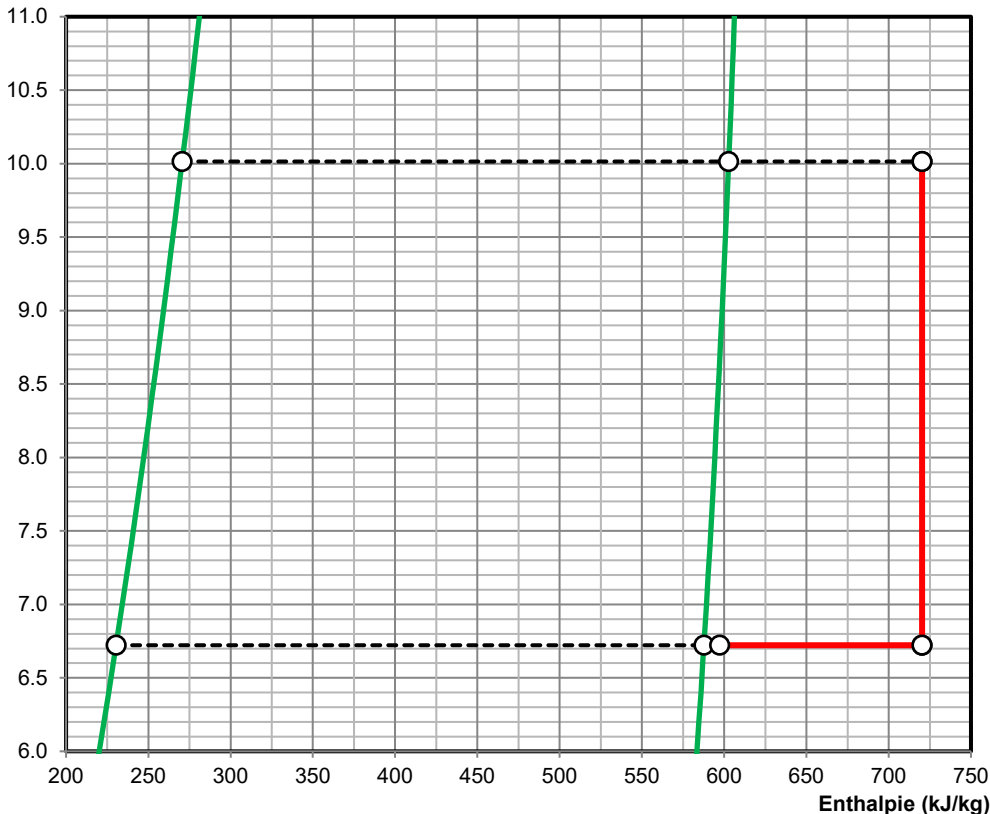
Kältekompressor	Qc	kW	34.436	(27.70%)
Heissgas	h3	kJ/kg	597.329	
Heissgas	t3	°C	17.134	

Druckverlust Ventile,Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust Kapillaren	dp	bar	2.793
Druckverlust total	dp	bar	3.293

Frostleistung	kW	5.260
Abtauintervall	h	12.000
Frostenergie	kWh	63.120
Abtauzeit	h	1.833
Abtauzeit	min	109.977



Druck (bar)



Heissgasabtauung

Verdampfer

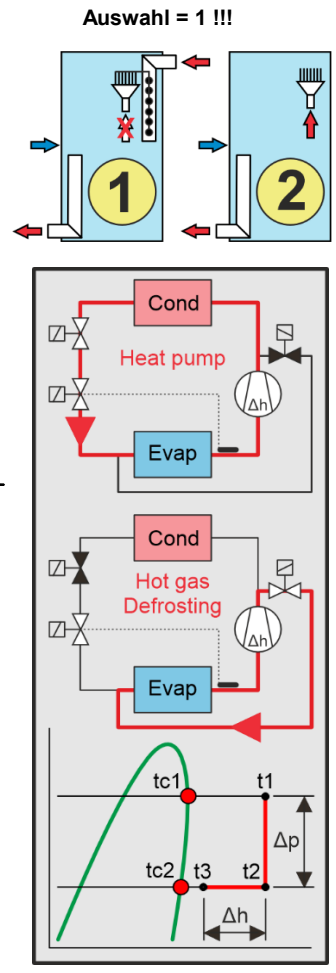
Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.00
Länge	mm	2760.00
Aussendurchm.	mm	6.00
Stärke	mm	1.00
Innendurchm.	mm	4.00
Rauhigkeit	mm	2.00E-03
Massenstrom	kg/h	2743.30
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.50

R290 (Propane)

Heissgas	thg	°C	84.933
Kondensat	tc"	°C	27.000
Kondensat	tc"	°C	27.000
Unterkühlung	tsc	°C	24.000
Verdampfung	to'	°C	-25.000
Verdampfung	tox	°C	-25.000
Verdampfung	to"	°C	-25.000
Überhitzung	tsh	°C	-18.000
Flashgas	x	---	0.302

Druck / Leistung	bar	kW
Kondensator	pc 10.015	348.931
Verdampfer	Po 2.034	224.612
Kältekompressor	---	7.980 124.319

Druckverlust	bar	%
Druckverlust Expansionsventil	5.187	64.999
Druckverlust Kapillaren	2.793	35.001
Total	7.980	100.000



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxx

Plant
Object
Position

Software by www.zcs.ch

Heissgasabtauung (Kollektor) Auswahl = 1 !!! Auswahl = 2 !!!

Kältekompressor	---	kW	83.542	34.436
Druck	p2	bar	9.415	6.722
Heissgas	t2	°C	84.300	81.455
Heissgas	t3	°C	29.685	17.134
Kondensat"	tc2	°C	24.560	11.936
Druckverlust total	dp	bar	0.600	3.293
Frostleistung	---	kW	5.260	5.260
Abtauintervall	---	h	12.000	12.000
Frostenergie	---	kWh	63.120	63.120
Abtauzeit	---	h	0.756	1.833
Verfügbarkeit	---	%	93.704	84.725

Umschaltbetrieb	Auswahl = 1 !!!	Auswahl = 2 !!!
Kondensator	---	kW 348.931
Verdampfer	---	kW 224.612
Kältekompressor	---	kW 124.319

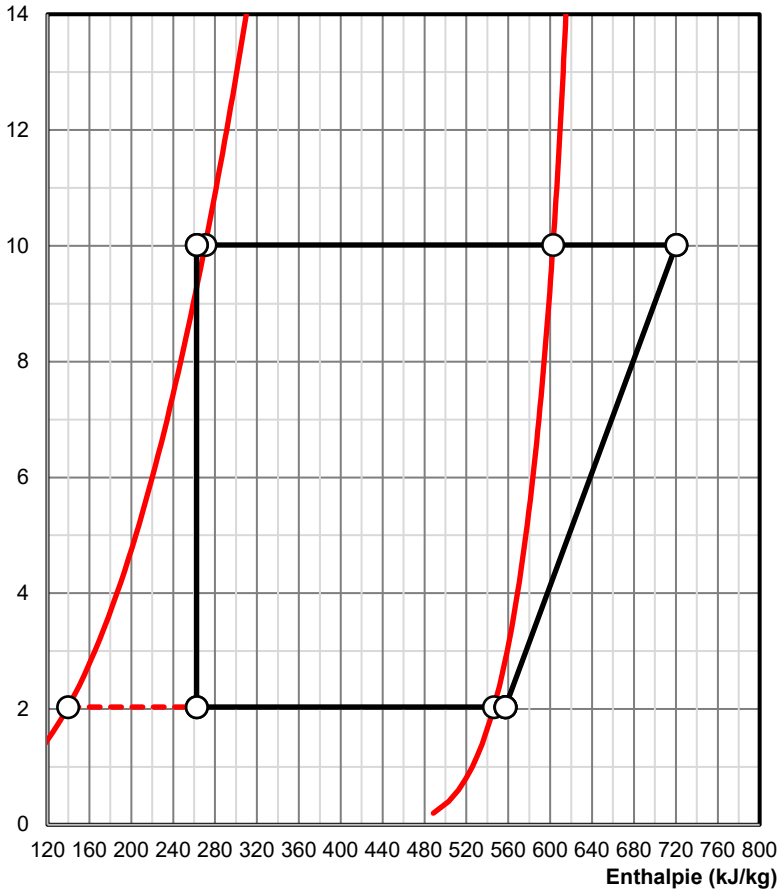
Auswahl 1: Sofern der Druckverlust in den Kapillaren sehr gross ist und man mit Heissgasen über den Kollektor abtauen will, ist das kein Problem. Sofern der Kondensator über den Kollektor im Changeover-Betrieb viel leisten soll, ist das auch kein Problem. Das Abtauen mit Heissgasen über den Kollektor benötigt wenig Zeit und der Kondensator kann ohne Probleme seine Nominalleistung aufbringen.

Auswahl 2: Sofern der Druckverlust in den Kapillaren sehr gross ist und man mit Heissgasen über die Kapillaren abtauen will, ist das ein Problem. Sofern der Kondensator über die Kapillaren im Changeover-Betrieb noch etwas leisten soll, ist das ebenfalls ein Problem. Man darf sich nicht wundern, wenn sich zwei höchst negative Folgen einstellen. Das Abtauen mit Heissgasen über die Kapillaren benötigt viel zu viel Zeit und der Kondensator kann nur noch einen Bruchteil seiner Nominalleistung aufbringen.

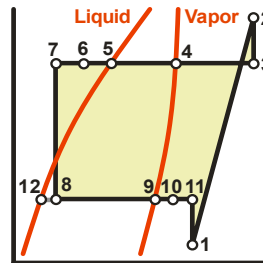




Druck (bar)



- 1 = Kältekompressor
- 2 = Kältekompressor
- 3 = Heissgas Kondensator
- 4 =Kondensation" (Vapor)
- 5 =Kondensation' (Liquid)
- 6 = Unterkühlung Kondensator
- 7 = Unterkühlung zusätzlich
- 8 = Verdampfer Einspritzpunkt
- 9 = Verdampfer" (Vapor)
- 10 = Überhitzung Verdampfer
- 11 = Überhitzung zusätzlich
- 12 =Verdampfung' (Liquid)



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

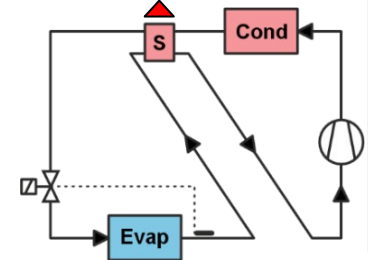
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Wärmetauscher: Nein!



Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1 = Kältekompressor	2.034	-18.000	557.154				
2 = Kältekompressor	10.015	84.933	720.296				
Differenz			163.142	124.319	2743.296		
Polytropenexponent (n)						1.270	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3 = Heissgas Kondensator	10.015	84.933	720.296				
4 =Kondensation" (Vapor)	10.015	27.000	602.741				
5 =Kondensation' (Liquid)	10.015	27.000	270.567				
6 = Unterkühlung Kondensator	10.015	24.000	262.397				
Differenz			457.898	348.931	2743.296	2.807	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6 = Unterkühlung Kondensator	10.015	24.000	262.397				
7 = Unterkühlung zusätzlich	10.015	24.000	262.397				
Differenz			0.000	0.000	2743.296		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12 =Verdampfung' (Liquid)	2.034	-25.000	139.600				
8 = Verdampfer Einspritzpunkt	2.034	-25.000	262.397				0.302
9 = Verdampfer" (Vapor)	2.034	-25.000	546.279				
10 = Verdampfer Überhitzung	2.034	-18.000	557.154				
Differenz			294.756	224.612	2743.296	1.807	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10 = Überhitzung Verdampfer	2.034	-18.000	557.154				
11 = Überhitzung zusätzlich	2.034	-18.000	557.154				
Differenz			0.000	0.000	2743.296		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3 = Druckverlust	0.000	0.000					
11-1 = Druckverlust	0.000	0.000					
Anschlüsse	ρ	\dot{V}	c max	di min	di eff	da eff	\varnothing eff
---	kg/m ³	m ³ /h	m/s	m	mm	mm	---
Kondensation" (Vapor)	21.706	126.385	9.721	0.068	72.100	76.100	2 1/2"
Kondensation' (Liquid)	489.220	5.607	1.612	0.035	39.000	42.000	1 1/2"
Verdampfung' (Liquid)	560.614	4.893	0.930	0.043	51.000	54.000	2"
Verdampfung" (Vapor)	4.638	591.462	10.697	0.140	159.300	168.300	NW 150

Druckverlust Kapillaren

Software by www.zcs.ch



Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	6.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	4.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	2743.296
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.000

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

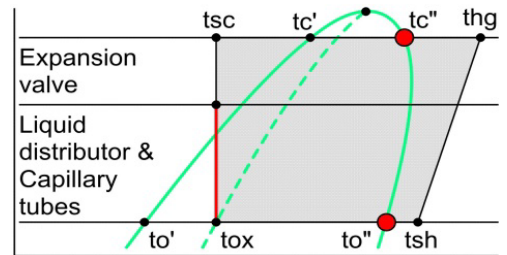
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

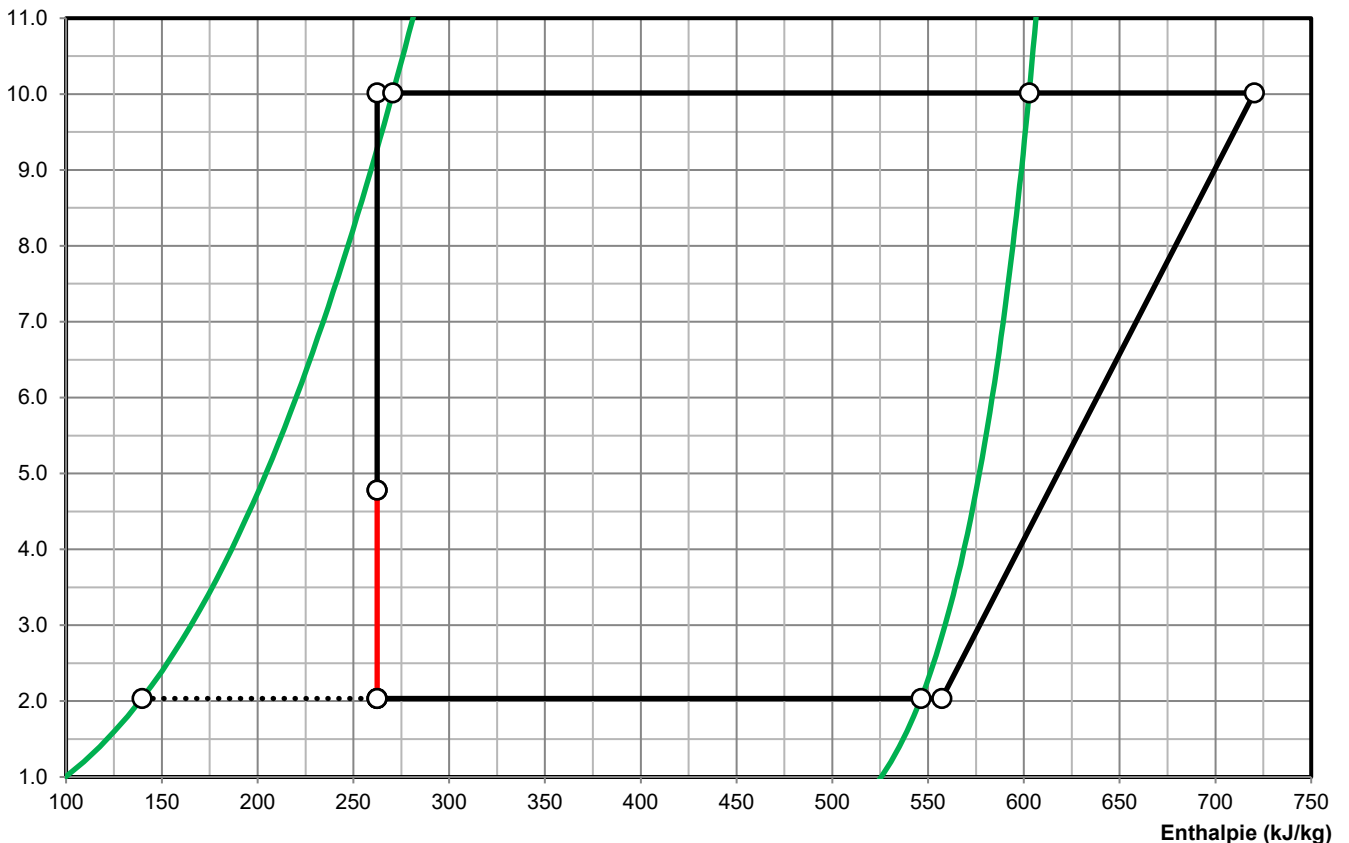
		°C	kJ/kg	---
Heissgas	thg	84.933	720.296	
Kondensat	tc''	27.000	602.741	
Kondensat	tc'	27.000	270.567	
Unterkühlung	tsc	24.000	262.397	
Verdampfung	to'	-25.000	139.600	
Verdampfung	tox	-25.000	262.397	
Verdampfung	to''	-25.000	546.279	
Überhitzung	tsh	-18.000	557.154	
Flashgas	x			0.302

Druck / Leistung		bar	kW
Kondensator	pc	10.015	348.931
Verdampfer	po	2.034	224.612
Kältekompressor	---	7.980	124.319

Druckverlust		bar	%
Druckverlust Expansionsventil		5.233	65.577
Druckverlust Kapillaren		2.747	34.423
Total		7.980	100.000



Druck (bar)





Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	6.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	4.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	2743.296
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.000

R290 (Propane)

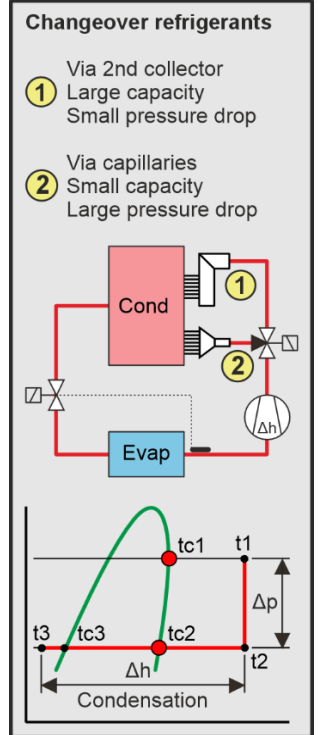
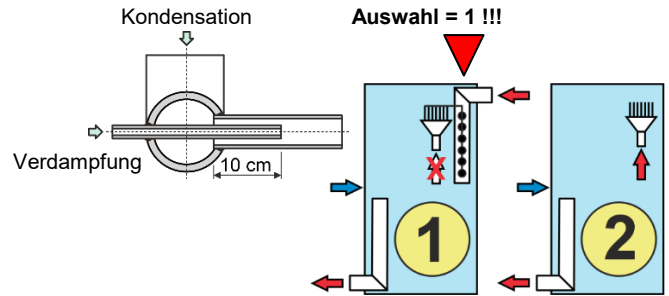
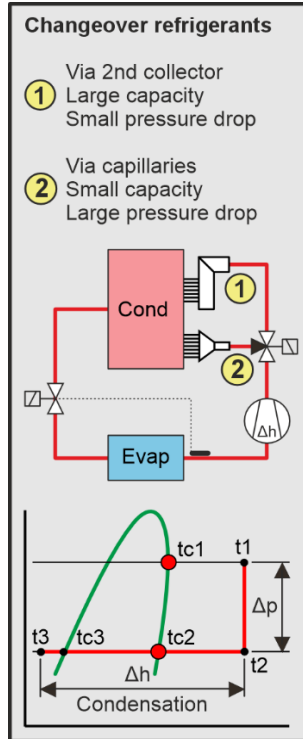
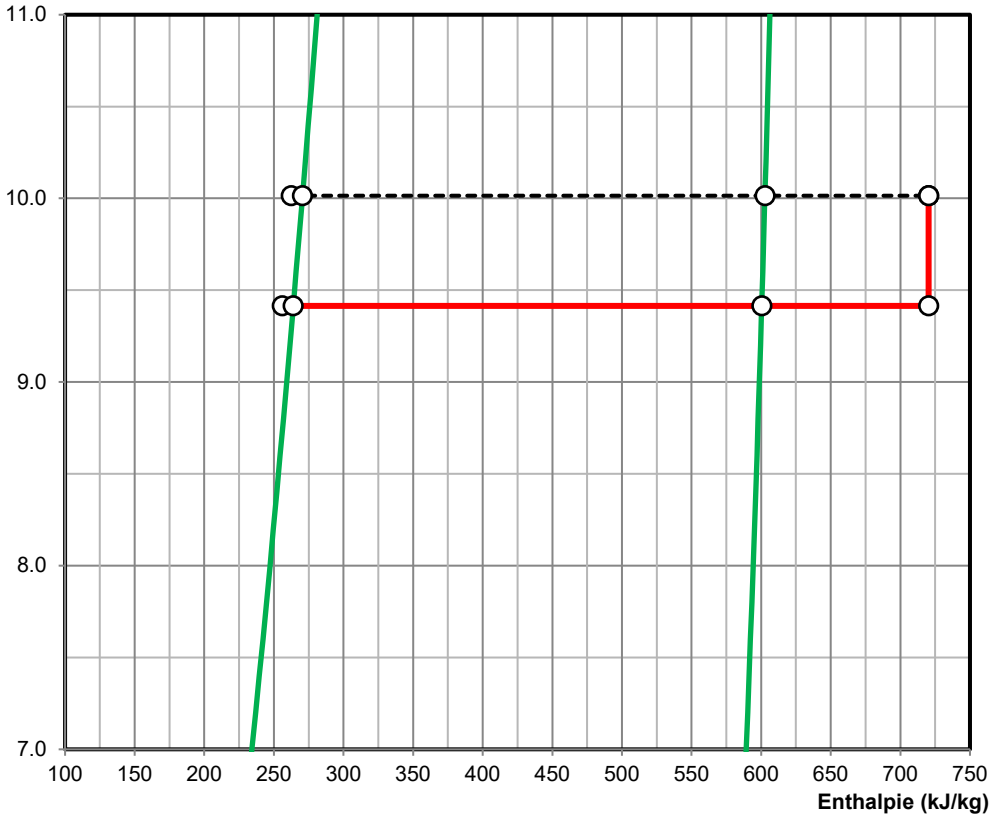
Heissgas	t1	°C	84.933
Heissgas	h1	kJ/kg	720.296
Kondensat''	tc1	°C	27.000
Druck	p1	bar	10.015
Heissgas	t2	°C	84.300
Heissgas	h2	kJ/kg	720.296
Kondensat''	tc2	°C	24.560
Druck	p2	bar	9.415
Kondensat'	tc3	°C	24.560
Unterkühlung	t3	°C	21.560
Unterkühlung	h3	kJ/kg	256.103

Kondensator	Q	kW	353.727
Kältekompressor	Q	kW	124.319
Verdampfer	Q	kW	229.408

Druckverlust

Druckverlust Ventile, Leitungen	dp	bar	0.500
Druckverlust Kollektoren	dp	bar	0.100
Druckverlust total	dp	bar	0.600

Druck (bar)



Heissgasabtauung

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position



Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.000
Länge	mm	2760.000
Aussendurchm.	mm	6.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	4.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	2468.967
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.000

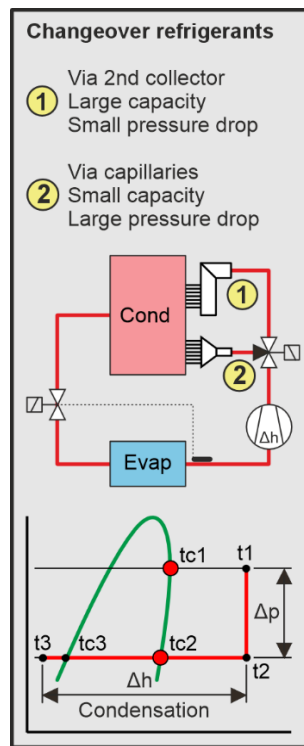
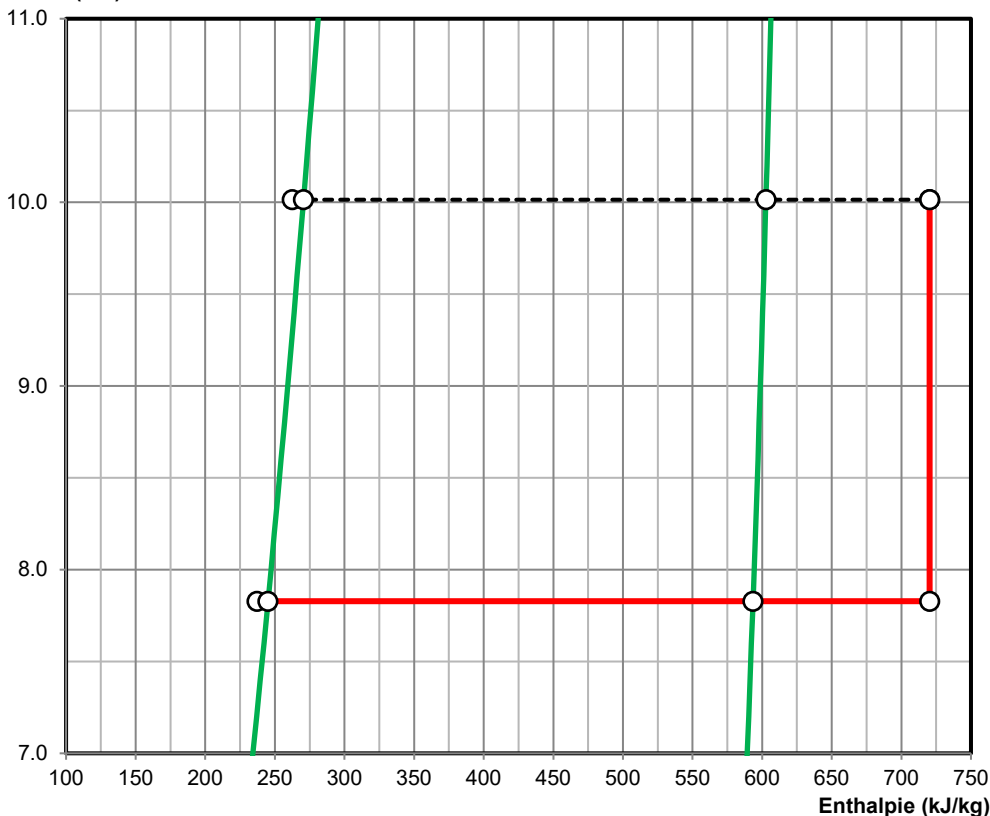
R290 (Propane)

Heissgas	t1	°C	84.933
Heissgas	h1	kJ/kg	720.296
Kondensat''	tc1	°C	27.000
Druck	p1	bar	10.015
Heissgas	t2	°C	82.635
Heissgas	h2	kJ/kg	720.296
Kondensat''	tc2	°C	17.507
Druck	p2	bar	7.828
Kondensat'	tc3	°C	17.507
Unterkühlung	t3	°C	14.507
Unterkühlung	h3	kJ/kg	237.202
Kondensator	Q	kW	331.317
Kältekompressor	Q	kW	111.887
Verdampfer	Q	kW	219.430

Druckverlust

Druckverlust Ventile, Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust Kapillaren	dp	bar	1.686
Druckverlust total	dp	bar	2.186

Druck (bar)



Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

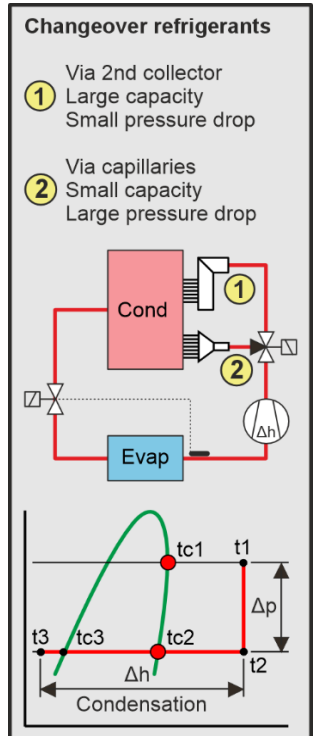
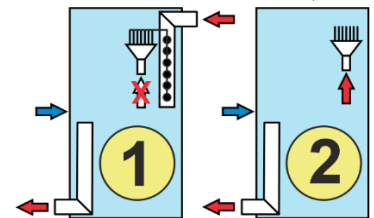
Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Auswahl = 2 !!!



Heissgasabtauung

Verdampfer

Anzahl Stränge (NC)	Stück	96.00
Länge	mm	2760.00
Aussendurchm.	mm	6.00
Stärke	mm	1.00
Innendurchm.	mm	4.00
Rauhigkeit	mm	2.00E-03
Massenstrom	kg/h	2743.30
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG32
Kälteoel-Anteil	%	0.00

R290 (Propane)

Heissgas	thg	°C	84.933
Kondensat	tc"	°C	27.000
Kondensat	tc"	°C	27.000
Unterkühlung	tsc	°C	24.000
Verdampfung	to'	°C	-25.000
Verdampfung	tox	°C	-25.000
Verdampfung	to"	°C	-25.000
Überhitzung	tsh	°C	-18.000
Flashgas	x	---	0.302

Druck / Leistung

		bar	kW
Kondensator	pc	10.015	348.931
Verdampfer	po	2.034	224.612
Kältekompressor	---	7.980	124.319

Druckverlust

	bar	%
Druckverlust Expansionsventil	5.233	65.577
Druckverlust Kapillaren	2.747	34.423
Total	7.980	100.000

Kondensation

			Auswahl = 1 !!!	Auswahl = 2 !!!
Kältekompressor	---	kW	124.319	111.887
Druck	p2	bar	9.415	7.828
Druckverlust total	dp	bar	0.600	2.186
Heissgas	t2	°C	84.300	82.635
Kondensat"	tc2	°C	24.560	17.507
Kondensat'	tc3	°C	24.560	17.507
Unterkühlung	t3	°C	21.560	14.507

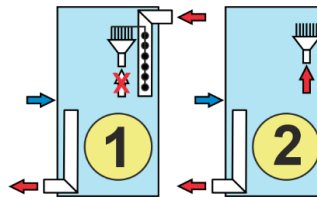
Umschaltbetrieb

			Auswahl = 1 !!!	Auswahl = 2 !!!
Kondensator	---	kW	348.931	331.361
Verdampfer	---	kW	224.612	219.474
Kältekompressor	---	kW	124.319	111.887

Auswahl 1: Sofern der Druckverlust in den Kapillaren sehr gross ist und man mit Heissgasen über den Kollektor abtauen will, ist das kein Problem. Sofern der Kondensator über den Kollektor im Changeover-Betrieb viel leisten soll, ist das auch kein Problem. Das Abtauen mit Heissgasen über den Kollektor benötigt wenig Zeit und der Kondensator kann ohne Probleme seine Nominalleistung aufbringen.

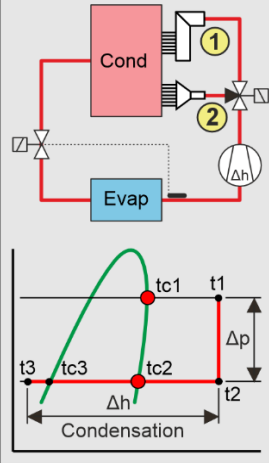
Auswahl 2: Sofern der Druckverlust in den Kapillaren sehr gross ist und man mit Heissgasen über die Kapillaren abtauen will, ist das ein Problem. Sofern der Kondensator über die Kapillaren im Changeover-Betrieb noch etwas leisten soll, ist das ebenfalls ein Problem. Man darf sich nicht wundern, wenn sich zwei höchst negative Folgen einstellen. Das Abtauen mit Heissgasen über die Kapillaren benötigt viel zu viel Zeit und der Kondensator kann nur noch einen Bruchteil seiner Nominalleistung aufbringen.

Auswahl = 1 !!!



Changeover refrigerants

- ① Via 2nd collector
Large capacity
Small pressure drop
- ② Via capillaries
Small capacity
Large pressure drop



LOGO

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 25.6.2026
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

Software by www.zcs.ch

Auswahl = 1 !!!

