



Abtauung am Wärmepumpen-Einspritzverdampfer

Die erforderliche Heizleistung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe für ein **mittleres Einfamilienhaus** beträgt ungefähr **10 kW**, sofern man damit heizen und Warmwasser von 57°C erzeugen möchte.

Infolge der begrenzten Lebensdauer des Kältemittelkompressors muss die Einschaltdauer möglichst klein gehalten werden. Ein Kollege musste **alle 5 Jahre den Kältemittelkompressor ersetzen**, obwohl es in Richtlinien heisst, dass alle systemrelevanten Komponenten auf 15 Jahre Lebensdauer ausgelegt sein müssen.

Zusätzlich war auch der Speicher für das Heizen und für das Warmwasser viel zu klein dimensioniert, wodurch die **Wärmepumpe nahezu dauernd lief**.

Aus Umweltschutzgründen sollte man das **Kältemittel R290 (Propan) bei einem GWP von 3** bei einer Kondensationstemperatur von 60°C und einer Verdampfungstemperatur im Winter von -17°C einsetzen, sofern man davon ausgeht, dass die Luft nie kälter als -11°C werden kann.

Bei dieser grossen Temperaturspreizung wäre eigentlich ein zweistufiger Kältekreislauf oder bei einstufigem Betrieb ein Koaxialwärmetauscher angebracht, welcher das Kondensat unterkühlt und das Sauggas überhitzt. **Aus Kostengründen kommt beides nicht zur Anwendung**, weshalb eine viel zu grosse Kältemittelumlaufmenge nötig ist.

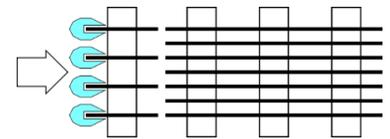
Ebenfalls aus Kostengründen wurde **auf einen Ölabscheider verzichtet**, was bewirkt, dass viel zu viel Öl im Umlauf ist und gemäss Ölstandanzeigemeldung, welche den Kompressor abschaltet, immer wieder nachgeschüttet werden muss. Dass dabei die **Heizleistung der Luft-Wasser-Wärmepumpe drastisch absinkt**, versteht sich von selbst.

Immer wieder muss man feststellen, dass im Winter an den Wärmepumpen-Einspritzverdampfern die **Abtauzeiten viel zu lange und die Abtauintervalle viel zu kurz** sind, was die Verfügbarkeit der Wärmepumpe ad absurdum führt. Das hat mehrere Gründe, welche wir weiter oben und weiter unten aufgeführt haben.

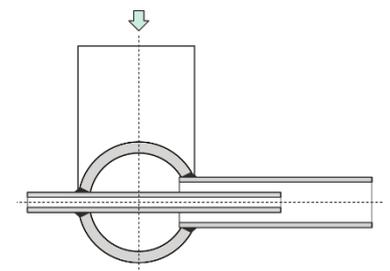
Die Lamellenteilung ist viel zu klein, weshalb sich innerhalb viel zu kurzer Zeit an der **Eintrittskante tulpenartige Eisfropfen bilden** und den Lufteintrittsquerschnitt drastisch verringern. Wir empfehlen daher die beiden ersten Rohrreihen mit doppeltem Lamellenabstand auszuführen. Mehrheitlich ist die Wärmetauscher-Fläche viel zu klein, weshalb die Frostdicke an den Lamellen schnell zunimmt und die **Luftdurchsatzmenge absinkt**.

Die beste Abtauvariante wäre diejenige mit Elektro-Abtau-Heizstäben. Die zweitbeste Abtauvariante wäre diejenige mit Kältemittelheissgasen über einen zweiten Kollektor, was jedoch ein Umschaltventil voraussetzen würde. Beide Varianten kommen aus Kostengründen nicht infrage, weshalb nur noch die **schlechteste Abtauvariante** angewendet wird, diejenige mit **Kältemittelheissgasen über die Kapillaren**. Infolge der hohen Druckverluste kann nur ein Bruchteil der Nominal-Kältemittelumlaufmenge eingesetzt werden, was zu unakzeptablen Abtauzeiten und viel zu kurzen Abtauintervallen führt. Würde man alles korrekt machen, **wäre man niemals zu anderen Energiesystemen konkurrenzfähig**.

Optimale Ausführung



Optimale Ausführung



Wer also eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ohne alle diese Mängel für sein Einfamilienhaus einsetzen möchte, kommt nicht darum herum, mit einem ausführlichen Anforderungskatalog zu einem Spezialisten zu gehen und **anstelle von 15'000 deren 30'000 Schweizer Franken** einzuplanen.

Nachfolgend wurde mit einem zumutbaren Abtauintervall von 6 Stunden gerechnet.

Seite 2: Einstufiger Kältekreislauf von R290 (Software AHH-REF).

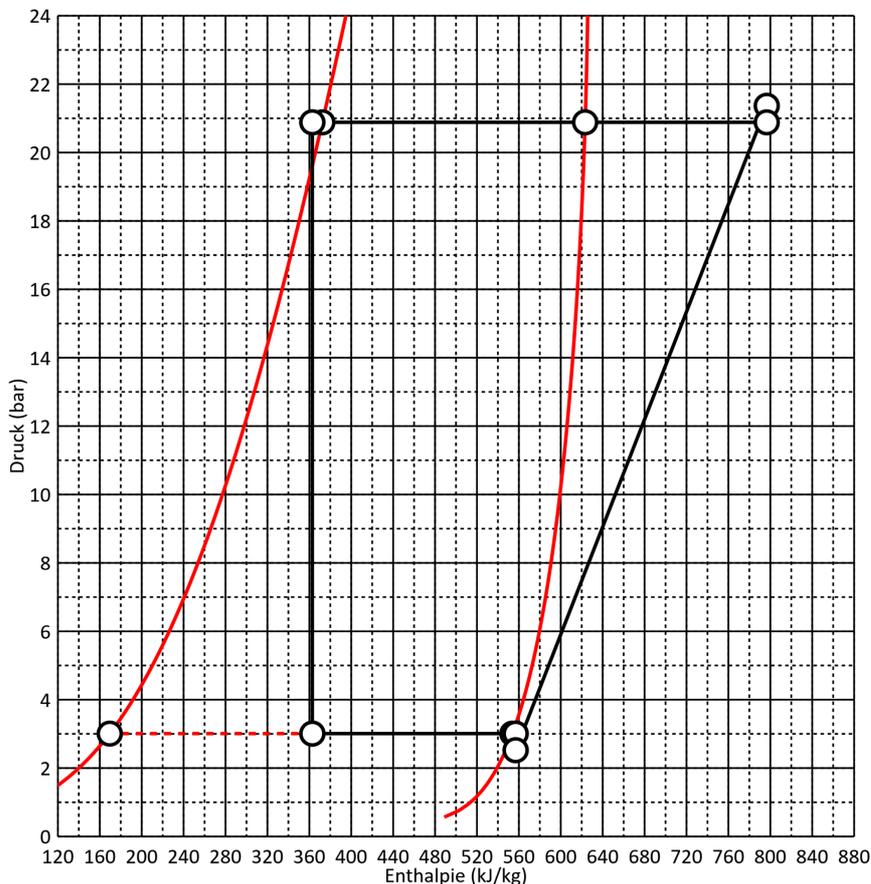
Seite 3: Einspritzverdampfer mit **Elektro-Abtau-Heizstäben** (Software HEH), **Abtauzeit 5.4 Minuten**.

Seite 4: Einstufiger Kältekreislauf von R290 (Software CAP).

Seite 5: **Heissgas-Abtauung über einen 2-ten Kollektor** (Software CAP), **Abtauzeit 10.6 Minuten**.

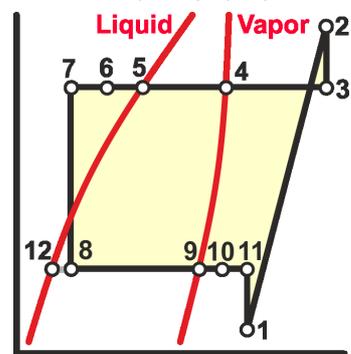
Seite 6: **Heissgas-Abtauung über die Kapillaren** (Software CAP), **Abtauzeit 28.2 Minuten**.

Kältemittel R290 (Propane)



Beschreibung

- 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=Verdampfer' (Liquid)



$$T^n p^{(1-n)} = const$$

$$x = \frac{n}{1-n} = \frac{\ln(p_2/p_1)}{\ln(T_1/T_2)}$$

$$n = \frac{x}{1+x}$$

Kältekompressor	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	(n)	
1=Kältekompressor	2.220	-16.416	558.820				
2=Kältekompressor	21.667	134.318	806.456				
Differenz			247.637	5.558	80.794		
Polytrophenexponent (n)						1.254	
Kondensator	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	
3=Heissgas Kondensator	21.167	133.932	806.456				
4=Kondensation'' (Vapor)	21.167	60.000	627.355				
5=Kondensation' (Liquid)	21.167	60.000	368.141				
6=Unterkühlung Kondensator	21.167	57.000	358.309				
Differenz			448.147	10.058	80.794	1.810	
Unterkühlung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
6=Unterkühlung Kondensator	21.167	57.000	358.309				
7=Unterkühlung zusätzlich	21.167	57.000	358.309				
Differenz			0.000	0.000	80.794		
Verdampfer	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h	COP	Flashgas
12=Verdampfer' (Liquid)	2.720	-17.000	158.493				
8=Verdampfer Einspritzpunkt	2.720	-17.000	358.309				0.503
9=Verdampfer'' (Vapor)	2.720	-17.000	555.615				
10=Verdampfer Überhitzung	2.720	-15.000	558.820				
Differenz			200.511	4.500	80.794	0.810	
Überhitzung zusätzlich	bar	°C	kJ/kg	kW	kg/h		
10=Überhitzung Verdampfer	2.720	-15.000	558.820				
11=Überhitzung zusätzlich	2.720	-15.000	558.820				
Differenz			0.000	0.000	80.794		
Druckverlust	bar	°C	kJ/kg				
2-3=Druckverlust	0.500						
11-1=Druckverlust	0.500						
Anschlüsse	p	v	c max	di min	di eff	da eff	Ø eff
----	kg/m³	m³/h	m/s	m	mm	mm	---
Kondensation'' (Vapor)	49.406	1.635	7.039	0.009	14.000	16.000	3/8"
Kondensation' (Liquid)	427.990	0.189	1.852	0.006	14.000	16.000	3/8"
Verdampfer' (Liquid)	550.714	0.147	1.123	0.007	14.000	16.000	3/8"
Verdampfer'' (Vapor)	6.089	13.268	11.699	0.020	25.000	28.000	1"



Leistung	kW	4.500	----- sensibel:	3.666
Flächenreserve	%	1.562	latent:	0.726
Vorhandene Fläche	m2	81.490	frost:	0.108
Erforderliche Fläche	m2	80.237	2.0 % Oil ISO VG46	
k-Wert	W/m2K	17.044		
Mittl. log. Temp. diff. (100.00 %)	K	3.290		

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 11.2.2025
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

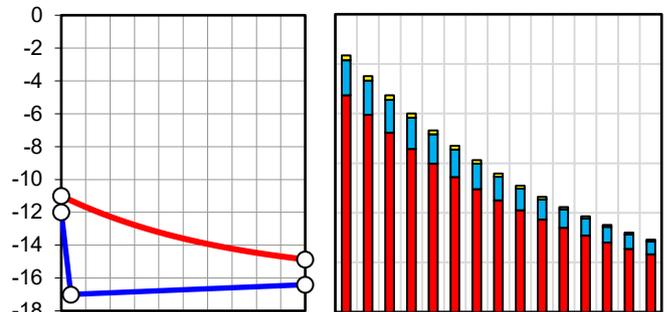
Feuchte Luft (ff=0.00005 m2K/W)

		Eintritt	Austritt	Definition
Höhe über Meer	m			540.000
Druck	hPa			949.653
Temp.	°C	-11.000	-14.869	-10.000
Rel. Feuchte	%	90.000	99.636	100.000
Abs. Feuchte	g/kg	1.394	1.082	1.695
Dichte feucht	kg/m3	1.261	1.280	1.256
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.610	-12.282	-5.854
Volumenstrom feucht	m3/h	2688.441	2647.443	2700.000
Massenstrom trocken	kg/h	3384.499	3384.499	3384.499
Kondensatmenge	kg/h		1.053	
Oberflächentemperatur	°C	-13.595	-15.559	
Geschwindigkeit	m/s	2.117	2.084	2.126
Druckverlust (tro. 112 Pa)	Pa		118.713	

R290 (Propane) Verdampfung 2.720 bar (ff=0.00005 m2K/W)

Kondensat"	°C	60.000
Kondensat'	°C	60.000
Unterkühlung	°C	57.000
Verdampfung"	°C	-17.000
Überhitzung	°C	-12.000
Massenstrom	kg/h	80.456
Volumenstrom	m3/h	13.213
Geschwindigkeit	m/s	4.534
Druckverlust Verdampfung	K	0.589
Druckverlust Kapillare	bar	4.761

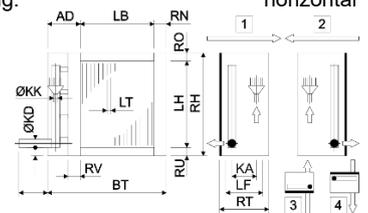
Dampfgehalt am Einspritzpunkt 50.32 %



Abtauleistung 7.2 kW - Frostenergie 0.65 kWh - Froststärke 0.19 mm - Abtauintervall 6.00 h - Abtauzeit 0.09 h - Verfügbarkeit 98.50 %

Rohre total	Stück	192
Blindrohre	Stück	0
Rohrreihen in der Tiefe	Stück	12
Rohrlagen in der Höhe	Stück	16
Pässe	Stück	24
Anzahl Stränge (NC)	Stück	8
Inhalt	l	16
Gewicht	kg	71
Anschluss für Kond.	KK mm	12
Anschluss für Dampf	KD mm	22
Rahmenhöhe	RH mm	620
Rahmenbreite	BT mm	776
Rahmentiefe	RT mm	440
Lamellierte Höhe	LH mm	560
Lamellierte Breite	LB mm	630
Lamellierte Tiefe	LF mm	420
Rahmen oben	RO mm	30
Rahmen unten	RU mm	30
Rahmen vorne	RV mm	30
Rahmen hinten (~53mm)	RN mm	53
Kollektorabdeckung	AD mm	93
Kollektorabstand	KA mm	385
Lamellenteilung	LT mm	3.130
Lamellendicke	LD mm	0.200
Rohrdurchmesser	DA mm	12.400
Rohrwandstärke	S mm	0.400
Rohrteilung in der Höhe	S1 mm	35.000
Rohrteilung in der Tiefe	S2 mm	35.000

Rohre:	gerippt	Cu
Rohre:		fluchtend
Kollektoren:		Cu
Anschlüsse:		Cu
Lamellen:	gerippt	Al
Rahmen:	2.0 mm	V2A
Kreise:	1	Standard
Kapillaren:	4.00 x 1.00 x 700.00 mm	
Schutz:		ohne
Schutz:		---
Luftrichtung:		horizontal



EI. Heizstäbe: 18 x ø 12 x 700 mm à 400 W
Froststärke: 0.186 mm
Lamellenteilung: 1x6.0+11x3.0 mm
Beide Endbleche gelocht für EI. Heizstäbe

Lieferfrist:	5-6 Wochen
Bindefrist:	12 Wochen
Kondit.:	netto, franko Domizil
Zahlung:	30 Tage netto

Preis netto: Mit EI.-Abtau. EUR 2275.00

Druckverlust Kapillaren

Software by www.zcs.ch



Stränge (NC)	Stück	8.000
Länge	mm	700.000
Aussendurchm.	mm	4.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	2.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	80.456
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG46
Kälteoel-Anteil	%	2.000

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 11.2.2025
Mit freundlichen Grüßen

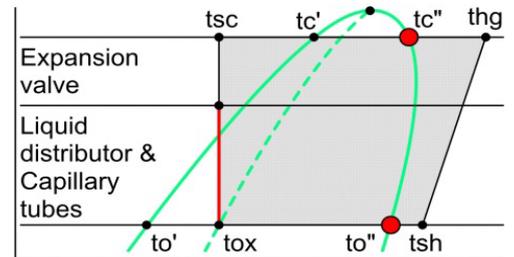
Representative
Direct dialing
xxxxxxxxx

Plant
Object
Position

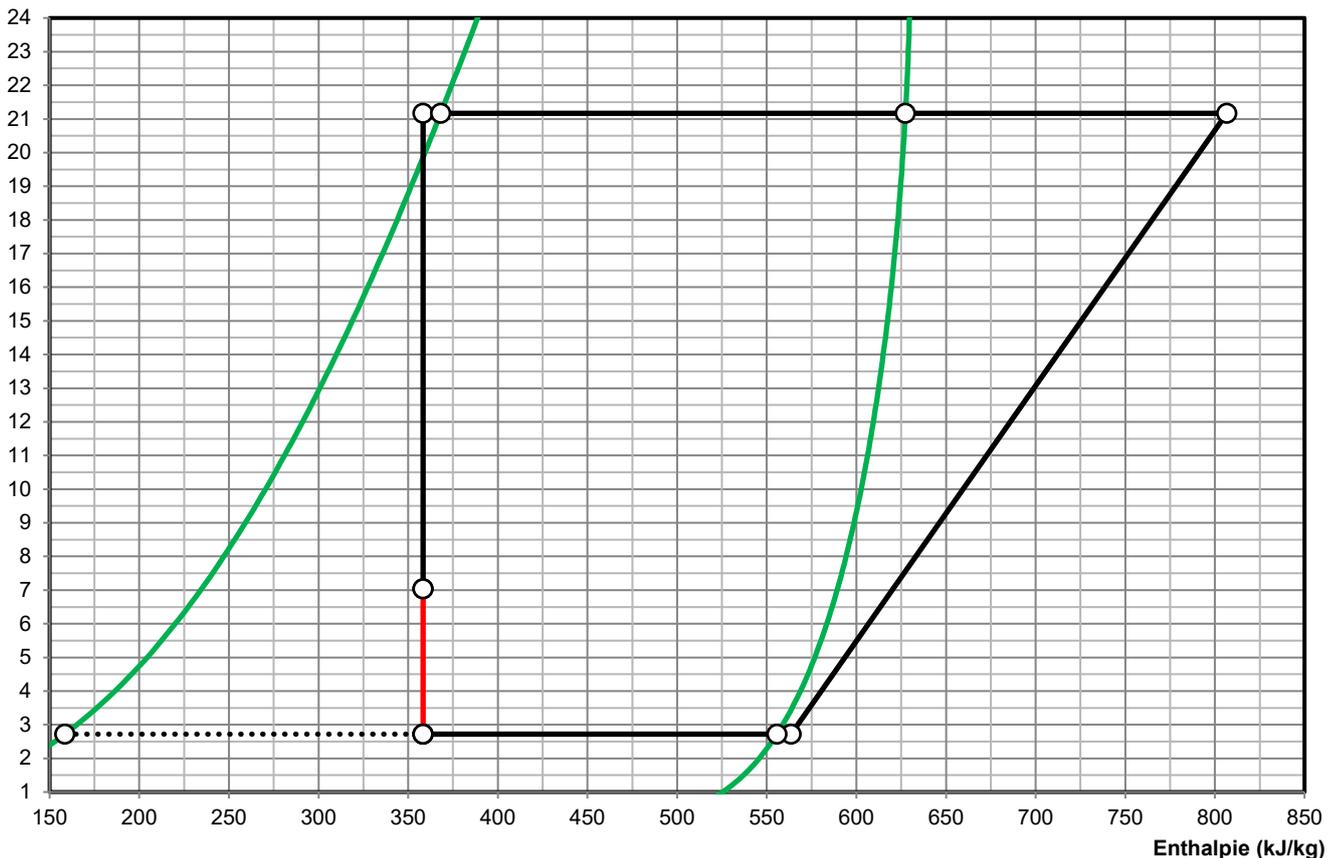
R290 (Propane)		°C	kJ/kg	---
Heissgas	thg	134.000	806.638	
Kondensat	tc"	60.000	627.355	
Kondensat	tc'	60.000	368.141	
Unterkühlung	tsc	57.000	358.309	
Verdampfung	to'	-17.000	158.493	
Verdampfung	tox	-17.000	358.309	
Verdampfung	to"	-17.000	555.615	
Überhitzung	tsh	-12.000	563.643	
Flashgas	x			0.503

Druck / Leistung		bar	kW
Kondensator	pc	21.167	10.020
Verdampfer	po	2.720	4.589
Kältekompressor	dp	18.447	5.431

Druckverlust		bar	%
Druckverlust Expansionsventil		14.127	76.580
Druckverlust Kapillaren		4.320	23.420
Total		18.447	100.000



Druck (bar)





Stränge (NC)	Stück	8.000
Länge	mm	700.000
Aussendurchm.	mm	4.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	2.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	80.456
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG46
Kälteoel-Anteil	%	2.000

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

R290 (Propane)

Heissgas	t1	°C	134.000
Heissgas	h1	kJ/kg	806.638
Kondensat"	tc1	°C	60.000
Druck	p1	bar	21.167

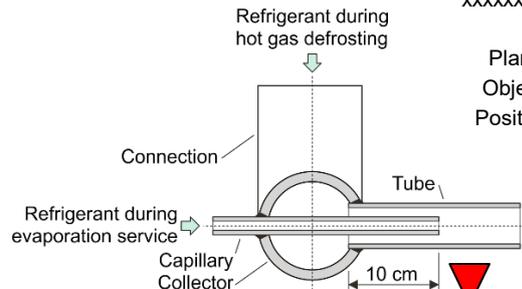
City, 11.2.2025 00.01.1900
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Heissgas	t2	°C	133.441
Heissgas	h2	kJ/kg	806.638
Kondensat"	tc2	°C	58.372
Druck	p2	bar	20.467

Plant
Object
Position

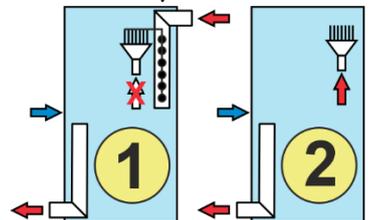
Kältekompressor	Qc	kW	3.693
Heissgas	h3	kJ/kg	641.401
Heissgas	t3	°C	63.907



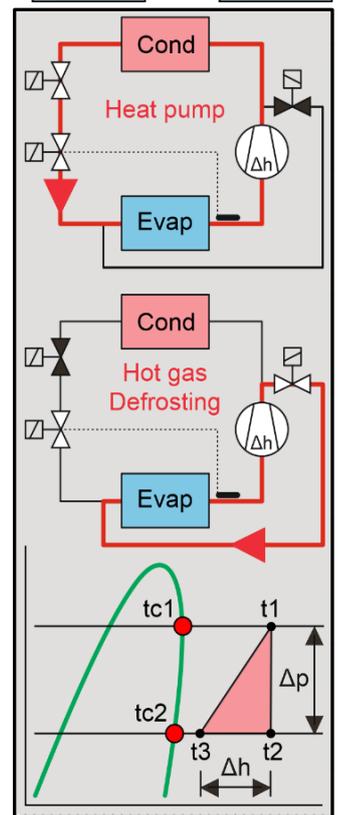
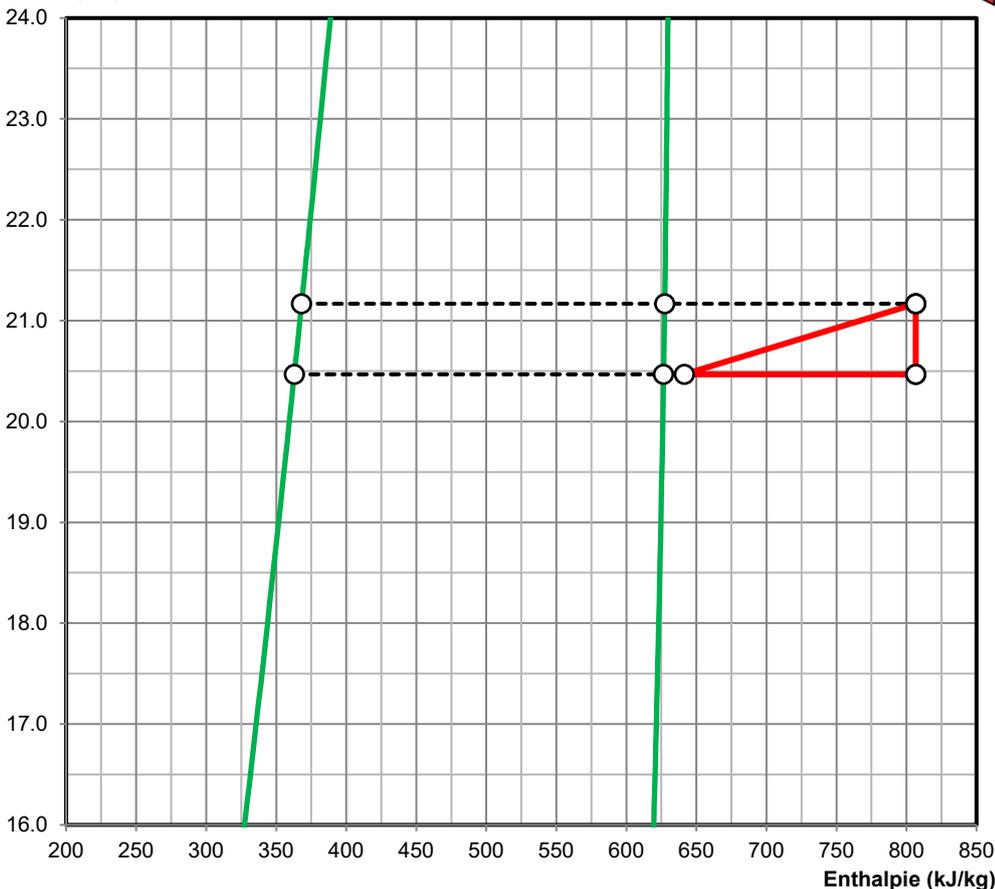
Druckverlust Kollektoren	dp	bar	0.200
Druckverlust Ventile, Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust total	dp	bar	0.700

Frostenergie	kWh	0.650
Abtauzeit	h	0.176
Abtauzeit	min	10.561

Auswahl = 1 !!!



Druck (bar)





Stränge (NC)	Stück	8.000
Länge	mm	700.000
Aussendurchm.	mm	4.000
Stärke	mm	1.000
Innendurchm.	mm	2.000
Rauhigkeit	mm	0.002
Massenstrom	kg/h	30.000
Kälteoel-Typ	---	Oil ISO VG46
Kälteoel-Anteil	%	2.000

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

R290 (Propane)

Heissgas	t1	°C	134.000
Heissgas	h1	kJ/kg	806.638
Kondensat"	tc1	°C	60.000
Druck	p1	bar	21.167

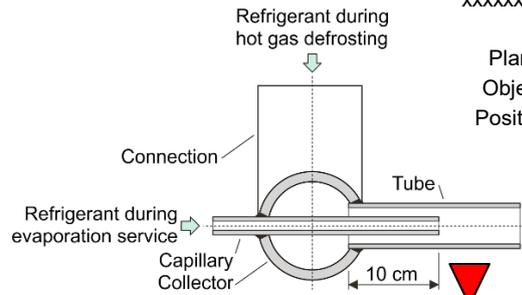
City, 11.2.2025 00.01.1900
Mit freundlichen Grüssen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Heissgas	t2	°C	133.109
Heissgas	h2	kJ/kg	806.638
Kondensat"	tc2	°C	57.398
Druck	p2	bar	20.056

Plant
Object
Position

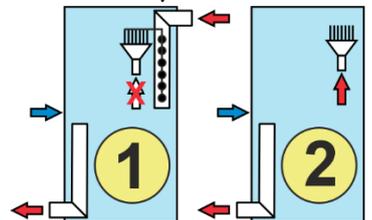
Kältekompressor	Qc	kW	1.385
Heissgas	h3	kJ/kg	640.460
Heissgas	t3	°C	62.819



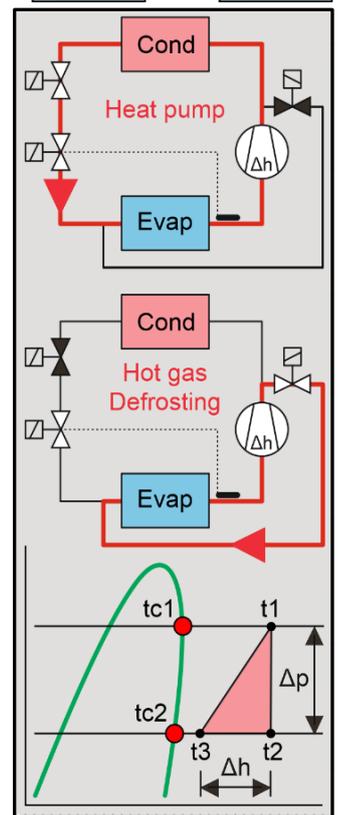
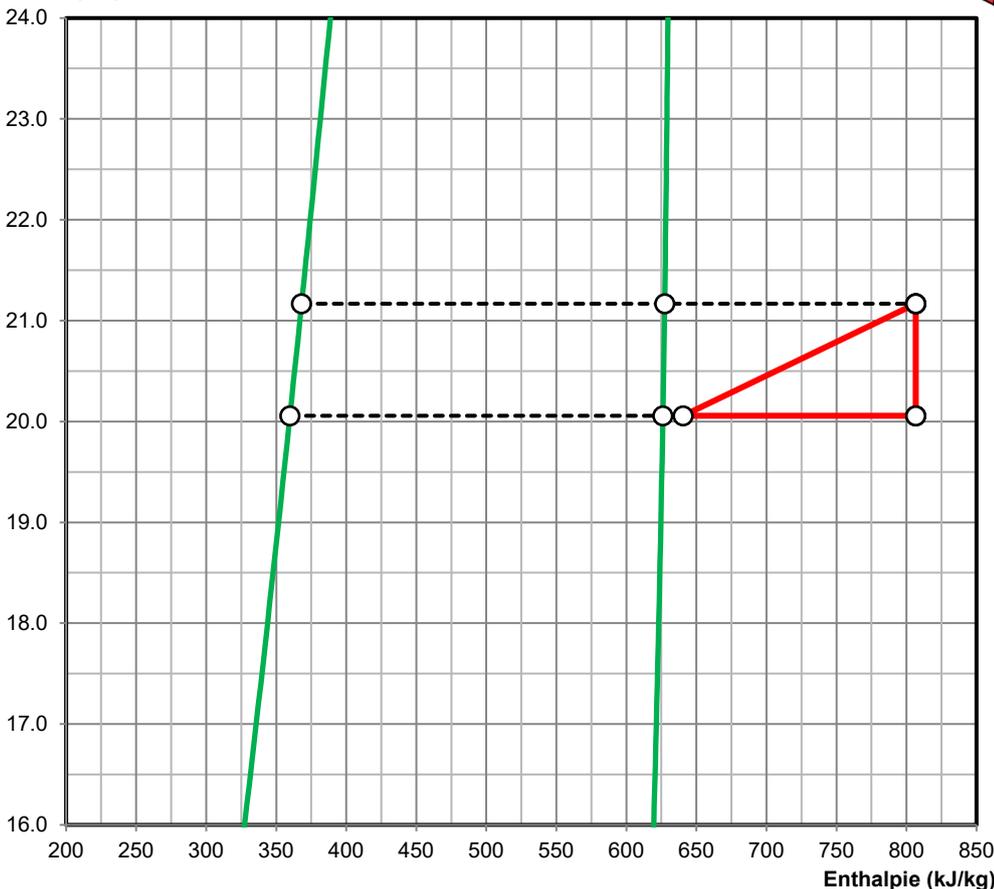
Druckverlust Kapillaren	dp	bar	0.611
Druckverlust Ventile, Leitunger	dp	bar	0.500
Druckverlust total	dp	bar	1.111

Frostenergie	kWh	0.650
Abtauzeit	h	0.469
Abtauzeit	min	28.163

Auswahl = 2 !!!



Druck (bar)



Heissgasabtauung